A. I. MAZMIŠVILI, S. A. UDATŠIN
S. D. TŠERJOMUŠKIN

MAAKORRALDAJA KÄSIRAAMAT



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS

A-18412

2/8033

A-18412

A. I. MAZMIŠVILI, S. A. UDATŠIN,
S. D. TŠERJOMUŠKIN

MAAKORRALDAJA KÄSIRAAMAT

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1950 TARTU

Tõlgitud teose järgi: А. И. Мазмишвили, С. А. Удачин, С. Д. Черемушкин, Справочник землеустроителя. Второе издание. ОГИЗ, Государственное издательство колхозной и совхозной литературы, „Сельхозгиз", Москва, 1941.

Tõlkinud R. Lutsar.

2
Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
8033

Eessõna eestikeelsele väljaandele.

Eesti NSV töötav talurahvas, õppinud tundma kolhoosikorra eeliseid ja suuri paremusi võrreldes üksiktalumajapidamistega, on kindlalt asunud kollektiivse majapidamise teele.

Seoses kolhoosikorra kujunemisega domineerivaks põllumajanduslikuks vormiks Eesti NSV-s on sotsialistliku maakorralduse alal esile kerkinud laiaulatuslikud ülesanded.

On tarvis lühima ajavahemiku kestel kinnistada kolhoosidele maa tähtajata, s. o. põliseks ja tasuta kasutamiseks, kusjuures tuleb likvideerida maakasutuse puudused, nagu lapi-, kiil- ja kaugpõllud, üleribasus ning teiste maakasutajate maade kiildumine kolhoosimaadesse.

Seoses hoogsa ja laiaulatusliku kolhooside ülesehitustööga Eesti NSV-s on akuutselt esile kerkinud kolhoosi asulate ja majanduskeskuste paigutuse probleem, samuti eelduste loomine laiaulatuslikule loomakasvatusele vastavalt NSV Liidu Ministrite Nõukogu ja ÜK(b)P Keskkomitee määrusele „Kolhooside ja sovhooside produktiivse ühisloomakasvatuse arendamise kolme aasta plaan (1949—1951)" ja EK(b)P Keskkomitee III pleenumi 2. juuni 1949. a. otsusele „NSV Liidu Ministrite Nõukogu ja ÜK(b)P Keskkomitee määruse „Kolhooside ja sovhooside produktiivse ühisloomakasvatuse arendamise kolme aasta plaan (1949—1951)" täitmise abinõudest".

Eesti NSV hoogsalt arenevale loomakasvatusele kindla söödabaasi loomise eesmärgil on Eesti NSV Ülemnõukogu 2. augustil 1949. a. vastu võtnud seaduse „Soostunud maaalade kuivendamise ja kasutuselevõtmise ning põldheina-külvikordade rakendamise plaani kohta Eesti NSV-s suurte ja püsivate saakide kindlustamiseks ning loomakasvatusele kindla söödabaasi rajamiseks". Selles seaduses on kinnitatud maaparandustööde maht vabariigis ühe miljoni hektari suurusel pindalal. Põllu- ja söödakülvikorrad on ette nähtud sisse seada 1225 tuh. hektarisel pindalal.

Eespool nimetatud seaduse kohaselt omab põldheina-külvikordade sisseseadmise küsimus vabariigi kolhoosides ja sovhoosides esmajärgulist tähtsust ning see tuleb oskuslikult lahendada kõrgel agrotehnilisel tasemel.

Põllumajanduse eriteadlased on suutelised eespool toodud ülesannetega seoses olevaid küsimusi edukalt lahendama ainult küllaldaste teadmiste omamisel sotsialistlike suurmajandite (kolhooside ja sovhooside) maakorralduse alal.

Käesolev eestikeelses tõlkes ilmuv „Maakorraldaja käsiraamat" on seni eesti keeles ainuke teos, kus on valgustatud ja käsitletud kolhooside ja sovhooside majandisisese maakorralduse tehnika küsimusi seoses õigete külvikordade sisseseadmisega.

Teoses on laialdaselt käsitletud geotopograafiliste tööde teostamise küsimusi ja tehnikat.

„Maakorraldaja käsiraamat" on igapäevaseks käsiraamatuks mitte ainult maakorraldajaile, vaid ka teistele põllumajanduse eriteadlastele, samuti ka kõigile töötajaile, kes teostavad geotopograafilisi töid.

Vastutav toimetaja.

Autoreilt [1].

Käesolev käsiraamat on määratud peamiselt tehnikute-maakorraldajate jaoks.

Käsiraamatu esimese trüki ilmumisest on möödunud 5 aastat. Selle aja jooksul on maakorralduse praktika niihästi maakorralduse projektimises kui ka geotopograafilises osas kaugele edasi sammunud. Ka maakorralduse tehnika on teinud edusamme. Kõik see oli põhjuseks, et käsiraamatu maakorralduse osa põhjalikult ümber töötada ja tuua olulisi muudatusi geodeetilis-topograafilisse osasse.

Käsiraamatu kirjutamisel tekkis meil suuri raskusi, sest et tunduv osa maakorralduse küsimusi on veel nõrgalt läbi töötatud. Täiesti ebarahuldavalt on läbi töötatud maakorraldustööde näitajad ja normatiivid. Käesolev raamat esineb ainult mõninga lähendusena maakorraldajatele nii vajaliku kõrgeväärtusliku käsiraamatu loomisel. Soovides osutada abi maakorralduse alal töötajaile, laseme välja käesoleva käsiraamatu ja loodame, et lugejad aitavad oma märkustega, nõuga ja näpunäidetega luua kõrgekvaliteedilise käsiraamatu, mis oleks igale maakorraldajale teatmeraamatuks.

Kolhooside ja sovhooside maakorralduse ülesanded ja sisu ning sovhooside maakorralduse on kirjutanud S. A. Udatšin; kolhooside maakorralduse — S. D. Tšerjomuškin; geotopograafilise osa — A. I. Mazmišvili.

[1] Käesolev eessõna on autorite poolt kirjutatud teise venekeelse trüki puhul 1941. a.

ESIMENE OSA.

MAAKORRALDUS.

Kolhooside ja sovhooside maakorralduse ülesanded ja sisu.

Maakorraldus NSV Liidus on territooriumi organiseerimise tähtis riiklik üritus, mida teostatakse sotsialistliku põllumajanduse ja teiste rahvamajandusalade edasise arendamise eesmärgil. Maakorraldus organiseerib ja korraldab ühte tähtsamat põllumajanduslikku tootmisvahendit — maad. Maad ja sellega lahutamatult seotud teisi tootmisvahendeid (teid, tiike, kaevusid, metsaribasid jm.) peab organiseeritama nii, et sellega luua kõik vajalikud eeldused kõige edukamaks laiendatud sotsialistlikuks taastootmiseks. Et maakorraldus annaks suurimat efekti, et ta muutuks tõhusamaks vahendiks kolhooside ja sovhooside tugevdamises ja nende edasises arendamises, on tarvis teha lõpp tollele nokitsevale tegevusele maakorraldustöödes, mis on laialdaselt levinud rea aastate kestel. Maakorraldus peab tuginema teaduslikule baasile; maakorraldus peab omama väljatöötatud metoodikat, mida kasutades võiks õigesti lahendada maakorralduse kõiki üksikuid üritusi kui ka nende ürituste kogu kompleksi. Sellega seoses peab suurt tähtsust omama küsimus kolhooside ja sovhooside maakorralduse sisu üle. Sotsialistliku ülesehitustöö üksikuil etappidel oli maakorralduse sisu erinev, rääkimata sellest, et meie sotsialistlik maakorraldus oma sisult põhiliselt erineb maakorraldusest kapitalistlikes maades.

Meie maakorralduse sisu määratakse sotsialistliku ülesehituse igas etapis tervelt ja täielikult, lähtudes üldpoliitilistest ja majanduslikest ülesannetest, mis on partei ja valitsuse poolt üles seatud kogu maale, eriti aga põllumajandusele.

Esimesel perioodil pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni oli maakorralduse peamiseks ülesandeks erilise

tähtsusega seaduse ellurakendamine maa natsionaliseerimise ja selle töötavale talurahvale üleandmise alal.

„Selle dekreedi järgi sai talurahvas Oktoobri sotsialistlikult revolutsioonilt üle 150 miljoni tiinu uut maad, mis enne oli mõisnike, kodanluse, tsaariperekonna, kloostrite ja kirikute valduses" [1].

Peale selle teostati maakorralduse korras maade eraldamise tööd loodavate sotsialistlike põllumajanduslike ettevõtete (kolhooside ja sovhooside) jaoks.

Taastamisperioodil oli maakorralduse peamiseks ülesandeks üksiktalundite maakorraldus.

Kehvik- ja keskmiktalundite tugevdamiseks ja arendamiseks oli vaja hävitada üleribasus, väikeribasus, kaugmaasus, killdumine ja teised maakasutuse puudused, mis segasid maa õiget kasutamist. Selle kõrval toimusid kolhooside ja sovhooside maakorralduse tööd. Esimesel viisaastakul seati kogu maa ette erakordselt tähtsad ülesanded sotsialistliku põllumajanduse rekonstrueerimise kohta. Seoses sellega tehti maakorraldusele ülesandeks ühendada hulgast piiridest, rajadest ja põllupeenardest läbipõimunud väiketalundite maaribad suurteks lausmassiivideks kolhoosi majapidamise tarvis. Peale selle pandi maakorraldusele maafondide uurimine ja tundmaõppimine ning nende kohandamine suurte sovhooside ehitamiseks. Kogu see töö toimus ägeda klassivõitluse tingimustes. Maakorraldus oli üks tähtsamaid üritusi kolhooside ja sovhooside loomisel ning arendamisel.

Teisel viisaastakul oli maakorralduse tähtsamaks ülesandeks maa kinnistamine kolhoosidele tasuta ja tähtajata, s. t. põliseks kasutamiseks. Kuni 1940. aastani said üle 230 tuhande kolhoosi riiklikud aktid, mis kinnistasid üle 350 miljoni hektarise maaala kolhoosidele põliseks ja tasuta kasutamiseks. Peale selle teostati teise viisaastaku algul maakorraldustöid seoses sovhooside suurendamisega ja nende majandisisese korraldamisega, samuti aga ka seoses külvikordade sisseviimisega kolhoosides.

Käesoleva perioodi maakorralduse sisu määratakse tervelt ja täielikult kolmanda viisaastaku majandus-poliitilistest ülesannetest. ÜK(b)P XVIII kongress tegi kokkuvõtteid sotsialistlikust ülesehitustööst meie maal ja määras tee edasiseks võitluseks ning kommunismi täielikuks triumfiks. NSV Liit astus oma arenemise uude ajajärku — klassideta sotsialistliku ühis-

[1] ÜK(b)P ajaloo lühikursus, 1946. a., lk. 206, 207.

konna ülesehitamise lõpetamise ning järk-järgult sotsialismilt kommunismile ülemineku ajajärku.

ÜK(b)P XVIII kongressi otsustes on näidatud edasise sotsialistliku ülesehituse programm rahvamajanduse kõigil aladel.

Oma ettekandes partei XVIII kongressil seadis seltsimees Stalin üles sotsialistliku põllumajanduse põhilise ülesandena: „Edasi arendada meie põllunduse ja karjakasvatuse tõusu selleks, et lähema 3—4 aasta jooksul saavutada iga-aastane teraviljatoodang 8 miljardi puuda ulatuses keskmise saagiga 12—13 tsentnerit hektaarilt, suurendada tehniliste kultuuride toodangut keskmiselt 30—35 protsendi võrra, tõsta lammaste ja sigade arv kahekordseks, tõsta suurte sarvloomade arvu 40 protsendi ja hobuste arvu 35 protsendi võrra."

ÜK(b)P XVIII kongress määras, et põllumajanduse toodangu kasvu tuleb suurendada kolmanda viisaastaku lõpuks 52% võrra.

Sovhooside suhtes otsustas ÜK(b)P XVIII kongress: „Põllumajandusliku tootmise edasise mehhaniseerimise ja tööviljakuse tõusu alusel muuta sovhoosid tegelikult kõrge tootlikkusega ja kõrge tulukusega majandeiks, mis on põllumajandusliku tootmise organiseerimise eeskujuks, selle kõrge viljakuse ja produktiivsuse eeskujuks; suurendada kariloomade arvu Sovhooside Rahvakomissariaadi sovhoosides, eriti loomakasvatuse organiseerimise arvel teraviljasovhoosides."

Üks tähtsamaid üritusi kolhoosidele ja sovhoosidele esitatud ülesannete edukal lahendamisel on õigete külvikordade sisseseadmine ja kolhoosi- ning sovhoosisisese maakorralduse teostamine.

ÜK(b)P XVIII kongress otsustas: „Likvideerida maakorraldustööde hooletusse jätmine ja korrastada maakorralduslik tegevus kolhoosides; viia maakorraldustööd üle riiklikule eelarvele."

ÜK(b)P XVIII kongressi otsusega pannakse maakorraldusele vastutusrikas ülesanne selle hooletuse likvideerimiseks, mis seni on aset leidnud kolhoosides ja sovhoosides põhilise põllumajandusliku tootmisvahendi — maa suhtes.

Kolhoosi ühismaa on kolhoosikorra jõu ja tugevuse põhiliseks allikaks. Kolhoosnikute jõukas elu, iga kolhoosi õitseng sõltub eelkõige sellest, kuivõrd õigesti kasutatakse maad kui põhilist tootmisvahendit. Maakorraldus peab aitama kolhoosidel ja sovhoosidel maad õigesti korraldada, nii et maad oleks

võimalik kasutada maksimaalse efektiga, vastavalt rahvamajanduse nõuetele.

Ilma maakorralduseta ei ole võimalik teostada nii tähtsat ja edasilükkamatut üritust, nagu õigete külvikordade sisseviimine.

Sm. Molotov ütles ÜK(b)P XVIII kongressi lõppsõnas: „Õigete külvikordade kiire sisseviimise huvides on vaja maakorralduslik tegevus võtta riigi kindlaisse kätesse..."

Väljade, brigaadi- ja agregaadimaatükkide õige paigutamise teel organiseerib maakorraldus töökoha tootmisprotsesside väljaarendamiseks, luues seega organisatsioonilis-territoriaalsed eeldused stahhaanovliku liikumise arendamiseks kolhoosides ja sovhoosides. Maakorraldus, olles üks tähtsamaid üritusi, mis on suunatud erosiooniprotsesside lõpetamiseks ja kahjulike kuivkõrvetavate tuulte mõju nõrgestamiseks, soodustab sovhoosi- ja kolhoosipõldude viljakuse tõusu. Tootmisharude ratsionaalse seostamise kindlaksmääramine kolhoosides ja sovhoosides on kõige tihedamas ühenduses maa-alade tootmisomaduste ja põllumajanduslike kõlvikute organiseerimise ning paigutamise uurimisega. Maakorraldus, organiseerides karjatamiskõlvikuid, soodustab sotsialistliku loomakasvatuse söödabaasi kindlustamist. Eespool mainitust piisab, et näha neid tohutuid tootmisjõudude arendamise võimalusi, mis peituvad kolhooside ja sovhooside territooriumi õiges korraldamises.

Hooletus maakorralduses on loonud korralageduse kolhoosimaade majandamisel, mis soodustas kolhoosi ühismaade raiskamist ja omastamist kolhoosnikute isiklike huvide kasuks.

Kõikjal õigete külvikordade edukaks sisseviimiseks ja kõrgekvaliteedilise kolhoosi- ja sovhoosisisese maakorralduse läbiviimiseks on tarvis tunduvalt suurendada maakorraldajate arvu ja tõsta juba olemasolevate spetsialistide kvalifikatsiooni. Tuleb luua kõik tingimused maakorraldajate tööks, hoolitseda kõigiti maakorraldajate eest ja parandada nende kultuurilis-elukondlikku teenindamist. On tarvis tugevdada maakorralduse ainelis-tehnilist baasi ja esmajärjekorras täielikult varustada heakvaliteediliste riistadega, paberiga ning joonestusabinõudega; korraldada paremini maakorraldustööde normimine, plaanimine ja finantseerimine; organiseerida teostatavate tööde tõhus kontroll. Kontroll peab olema süstemaatiline ja teostuma maakorralduse kõigis järkudes (mõõdistamine, uurimine, projekti koostamine, lõpetatud tööde vastuvõtmine ja tõestamine). Tuleb parandada maakorraldajate varustamist telkidega, spetsiaalse riietusega, laagriesemetega, tööjõuga, transpordivahenditega,

töö- ja eluruumidega. Tuleb organiseerida teaduslik uurimistöö kolhooside ja sovhooside maakorralduse alal.

Bolševistliku korra loomisel maa suhtes omavad eriliselt suurt tähtsust partei ja valitsuse määrused kolhoosi ühismaade kaitseks omastamise vastu, kolhoosnikute ümberasustamise kohta vähese maaga kolhoosidest rajoonidesse, kus on palju haritavat maad, ja määrused põllumajanduslike saaduste varumise ja kokkuostu poliitika muudatuste üle. Iga maatükki tuleb kasutada maksimaalse efektiivsusega. Maalt on tarvis võtta kõik, mida ta võib anda.

Vastavalt partei ja valitsuse poolt kolhoosidele ja sovhoosidele kolmandaks viisaastakuks antud majanduslik-poliitilistele ülesannetele pannakse maakorraldusele:

1) maade täpse arvelevõtmise teostamine;

2) kolhooside ühismaade kaitse omastamise vastu ja kontroll maade õige kasutamise üle;

3) kolhooside ja sovhooside majandisisese maakorralduse teostamine selleks, et:

a) luua territoriaalsed tingimused põldude viljakuse tõstmiseks põllumajanduslike kõlvikute ratsionaalse organiseerimise, õigete külvikordade sisseviimise, põllukaitse-metsaribade istutamise jne. teel;

b) likvideerida isiklik vastutamatus maa suhtes, paigutada õigesti brigaadide maatükid ja põllulaagrid, organiseerida territoriaalselt töökoht iga lüli ja agregaadi jaoks ning luua seega tingimused stahhaanovlike töömeetodite jaoks;

c) luua kasvavale sotsialistlikule loomakasvatusele kindel söödabaas söödamaade ratsionaalse organiseerimise teel (kõlvikute ja karjamaa-külvikordade paigutamine, karjamaade jaotamine maatükkideks veise- ja lambakarjade jaoks jm.);

d) luua territoriaalsed tingimused masina-traktoripargi ja teiste tootmisvahendite efektiivsemaks kasutamiseks teedevõrgu, külvikorraväljade, brigaadide maatükkide ja töökohtade õige paigutamise teel, arvestades kolhooside ja sovhooside majanduslikke ja looduslikke tingimusi;

e) luua tingimused ratsionaalseks ülesehituse teostamiseks kolhoosides ja sovhoosides ning kultuurilis-elukondliku teenindamise organiseerimiseks majanduskeskuste alla maatükkide õige eraldamise ja planeerimise teel;

4) maade eraldamine riiklikeks ja ühiskondlikeks vajadusteks, samuti aga ka linnade ja asulate maade piiristamine.

Kolhooside ja sovhooside majandisisese maakorralduse põhiliseks ja keskseks ülesandeks lähemail aastail on õigete külvikordade sisseviimine.

Kolhooside maakorraldus on kompleksne üritus, mis sisaldab endas järgmisi omavahel tihedas seoses olevaid elemente:

1. Kolhoosiasulate korraldamine (platside valik rajatavate kolhoosiasulate jaoks, maatükkide eraldamine ühiskondlike hoonete, aedade jt. organiseerimiseks).

2. Põllumajanduslike kõlvikute ja külvikordade organiseerimine ja paigutamine.

3. Külvikorra-territooriumi organiseerimine: a) külvikorraväljade paigutamine; b) põllukaitse-metsaribade projektimine; c) alatiste brigaadide ja lülide maatükkide ning põllulaagrite paigutamine; d) põlluteede võrgu paigutamine; e) veeehitiste (tiikide, kaevude jt.) paigutamine.

4. Heinamaakõlvikute territooriumi organiseerimine: a) heinamaatükkide kinnistamine alalistele kolhoosibrigaadidele ja b) teede projektimine.

5. Karjamaakõlvikute territooriumi organiseerimine: maatükkide eraldamine ühiskarja ja kolhoosnikute loomade jaoks; b) karjamaade kinnistamine veise- ja lambakarjadele; c) maatükkide paigutamine järjekorraliseks paljakssöötmiseks; d) karjateede ja karjaaedade projektimine; e) vee-ehitiste paigutamine karjamaadele.

Sovhooside maakorralduse konkreetseiks elementideks on:

1. Osakondade (farmide) ja majanduskeskuste paigutamine.

2. Magistraalteede võrgu paigutamine.

3. Põllumajanduslike kõlvikute ja külvikordade organiseerimine ning paigutamine.

4. Külvikorrapindala organiseerimine: a) väljade paigutamine, b) põlluteede paigutamine, c) põllukaitse-metsaribade paigutamine, d) vee-ehitiste paigutamine.

5. Karjamaa-territooriumi organiseerimine: a) maatükkide projektimine veise- ja lambakarjade jaoks, b) maatükkide paigutamine järjekorraliseks paljakssöötmiseks, c) karjateede ja karjaaedade paigutamine, d) vee-ehitiste paigutamine.

6. Heinamaa-territooriumi organiseerimine.

1. jagu.

Sovhooside maakorraldus.

I. Sovhooside maakorralduse teostamise kord.

Maakorraldustöid teostatakse ministeeriumide poolt maakorralduse, mõõdistamise ja uurimiste kohta väljaantavate instruktsioonide alusel.

Sovhooside maakorralduse kogu tööd võib jaotada järgmisse nelja staadiumi:

a) ettevalmistav;
b) eskiis- (eel-) ja tehnilise projekti koostamine;
c) projekti kandmine loodusesse;
d) lõpetatud töö vormistamine.

Ettevalmistavasse staadiumi kuuluvad: kooskõlastamine põllumajandusorganitega ja sovhoosimaade piiride taastamine looduses, plaani- ja uurimismaterjalide kogumine ning nende kameraal- või väliskontrollimine, uute mõõdistamiste ja uurimiste teostamine.

Sovhoosi piiride ebaselguse korral viiakse läbi nende uuendamine.

Piiride vormistamine peab toimuma suure hoolikusega. See töö teostatakse kooskõlastatult rajooni põllumajandusosakonnaga ja viiakse läbi riiklike aktide geodeetiliste andmete järgi. Kadumaläinud piirimärgid tuleb uuendada.

Maakorraldamisele asudes on tarvis koguda kõik materjalid, mis iseloomustavad sovhoosi maakorraldust nii kvantitatiivsest kui ka kvalitatiivsest küljest. Sellisteks materjalideks on topograafilised plaanid, mullastikulised, geobotaanilised, vee- ja melioratiivsed uurimised, teede uurimised. Neid materjale ei ole tarvis mitte ainult maakorralduse teostamiseks, vaid ka kogu majapidamise organiseerimiseks ja juhtimiseks. Topograafiline plaan on kartograafiline alus kõigile järgnevatele maakorraldustöödele. Seepärast peavad uued mõõdistamised ja olemasolevate

materjalide korrigeerimine toimuma suure hoolikusega. Maakorralduse otstarbeks on soovitav teostada kombineeritud mõõdistamist — horisontaalset ja vertikaalset. Eriti tähtis on see teravalt avalduva reljeefiga rajoonides paiknevatele sovhoosidele.

Mullastiku uurimine peab andma materjale mulla füüsikaliskeemiliste ja mehhaaniliste omaduste ning mulla tootmiskõlblikkuse kohta.

Geobotaanilised uurimised peavad andma materjali looduslike karjamaade ja heinamaade söödavarude kvaliteedi ning kvantiteedi ja põllumaa umbrohustumise iseloomu üle; veeallikate ja veesaamisehitiste uurimine aga olemasoleva veemajanduse kvalitatiivse ja kvantitatiivse iseloomustuse; teedeuurimised — olemasolevate teede iseloomustuse.

Maakorralduse plaanide koostamiseks kasutatakse alg-plaanimaterjale ja mõõdistamiste materjale, mis on olemas sovhoosides, trustides, ministeeriumides ja teistes organisatsioonides. Olemasolevate materjalide kasutamine on võimalik neil juhtumeil, kui nad oma kvaliteedilt vastavad sovhooside maakorralduse instruktsioonides ülesseatud nõuetele.

Kahtlane või osaliselt vananenud materjal peab looduses kontrollitama, mille järel plaanimaterjalile antakse lõplik hinnang.

Sel juhtumil, kui sovhoosi maakasutuse kohta ei ole plaanilis-topograafilisi materjale või kui olemasolevad plaanid on tunnistatud kõlbmatuks, teostatakse uued mõõdistamised. Mõõdistamised peavad harilikult olema topograafilised ja toimuma üldkohustuslike instruktsioonide järgi.

Küsimus uute mõõdistamiste ja nende mõõtkava üle kooskõlastatakse NSV Liidu Ministrite Nõukogu juures asuva Geodeesia ja Kartograafia Peavalitsuse volinikuga.

Pärast kõigi ettevalmistavate tööde läbiviimist asutakse maakorralduse projekti koostamisele, kusjuures esialgu koostatakse „eskiisprojekt" (eelkavand), hiljem aga selle alusel — lõplik „tehniline" projekt.

Eskiisprojekt peab koostatama üheaegselt ja tihedas seoses sovhoosi organisatsioonilis-majandusliku plaaniga.

Eskiisprojekti aluseks on need põllunduse, loomakasvatuse ja teiste majapidamisharude tootmisülesanded, mis võetakse organisatsioonilis-majandusliku plaani koostamiseks.

Eskiisprojekti koostamisel lahendatakse kõik elemendid, milledest koosneb sovhooside maakorraldus, alates osakondade (farmide) ja majanduskeskuste paigutamisest ja lõpetades karjamaade territooriumi organiseerimisega, jättes välja koplid

järjekorraliseks paljakssöötmiseks. See küsimus lahendatakse tehnilise projekti koostamisel.

Eskiisprojekt koostatakse üldisest üksikasjadesse heakvaliteediliste mõõdistamis- ja uurimismaterjalide põhjal.

Eskiisprojekti koostamisest peavad tingimata osa võtma sovhoosi direktor ja sovhoosi eriteadlased. Projekt vaadatakse läbi sovhoosi tootmis-tehnilisel nõupidamisel stahhaanovlaste laialdasel osavõtul.

Kõik projekti kohta tehtud märkused kantakse nõupidamiste protokolli.

Sovhoosi poolt heakskiidetud ja vastuvõetud eskiisprojekt saadetakse koos selle juurde kuuluva seletuskirjaga ja sovhoosi tootmis-tehnilise nõupidamise protokolliga, trustide ja „Sovhozmeliostroi" otsustega läbivaatamiseks ministeeriumi vastavasse valitsusse.

Eskiisprojekti kohta käivad ministeeriumi vastava valitsuse märkused ja näpunäited kantakse protokolli.

Pärast organisatsioonilis-majandusliku plaani ja eskiisprojekti kinnitamist koostatakse maakorralduse tehniline projekt. Seejuures tuleb teostamisel arvesse võtta kõik eskiisprojekti kantud märkused ja parandused.

Tehnilise projekti koostamisel täpsustatakse ja motiveeritakse kõik maakorralduse elemendid, kaasa arvatud ka looduslike karjamaade jaotamine kopliteks järjekorraliseks paljakssöötmiseks. Vajalikel juhtumeil teostatakse täiendavaid mõõdistamisi, revideerimisi ja uurimisi.

Määratakse geodeetilised andmed, mis on vajalikud projekti loodusesse kandmiseks.

Koostatakse lõplik seletuskiri projekti juurde.

Pärast kinnitamist kantakse tehniline projekt loodusesse. Selleks otstarbeks koostatakse plaani mõõtkavas tööjoonis vajalike geodeetiliste andmete pealekandmisega.

Kõik maakorralduse tööd fikseeritakse maakorralduslike ja tehniliste toimingute dokumentides, millest kumbki vormistatakse eraldi mappi.

II. Sovhoosi osakondade (farmide) ja majanduskeskuste paigutamine.

1. Töö sisu.

Sovhooside osakondade (farmide) ja majanduskeskuste paigutamine esineb maakorraldustööde kogumikus tähtsa ülesandena. Siin lahendatakse järgmised küsimused: a) osakondade

(farmide) suuruse ja arvu määramine; b) sovhoosi keskasula asukoha määramine; c) osakondade (farmide) asulate koha määramine; d) igale osakonnale (farmile) soodsais piirides vajaliku suurusega põllumajanduslike kõlvikute eraldamine.

Nende küsimuste lahendamine mõjustab otseselt territooriumi majandisisest organiseerimist (teedevõrgu paigutamine, kõlvikute organiseerimine, maatükkide paigutamine veisekarjade jaoks jne.), sellega aga ka tootmisprotsesside organiseerimist. Peale selle mõjustab, nagu tagapool selgub, osakondade (farmide) ja majanduskeskuste paigutus kapitaalmahutuste suurust, tööliste ja teenistujate kultuurilis-elukondlikku teenindamist ja transpordikulusid.

Olgugi et käesoleval ajal on enamikul sovhoosidest osakonnad (farmid) ja majanduskeskused põhiliselt välja kujunenud, on antud küsimus ikkagi aktuaalne. Asi seisneb selles, et nende küsimuste esialgsel lahendamisel tehti sageli vigu, mis aga nüüd tuleb parandada. Seoses sovhoosidelt maade äralõigetega kolhoosidele tekkis tervel real juhtumeil vajadus muuta osakondade (farmide) arvu, määrata kindlaks nendevahelised uued piirid ja motiveerida asulate asukoht. Seoses kariloomade arvu suurenemisega suureneb ka farmide arv, millede jaoks on tarvis eraldada põllumajanduslikke kõlvikuid ja valida kohad asulate alla. Liiga suurte sovhooside jaotamisel väiksemateks tuleb vältimatult lahendada küsimusi asulate paigutamise ja osakondade- (farmide-) vaheliste piiride kindlaksmääramise alal.

Niimoodi osutub sovhoosisisese maakorralduse puhul üheks lahendamisele kuuluvaks küsimuseks olemasolevate osakondade (farmide) ja majanduskeskuste korrigeerimine või uute projektimine.

2. Sovhooside suurus ja tootmis-organisatsiooniline struktuur.

Osakondade (farmide) ja majanduskeskuste õigeks paigutuseks on tarvis täpselt ja selgelt kujutleda sovhoosi tootmis-organisatsioonilist struktuuri.

Sovhooside suurus ja tootmis-organisatsiooniline struktuur on erinevate tootmisharude järgi erinev, kuid harilikult ehitatakse nad kõik osakondade (farmide) süsteemi alusel. Osakond (farm) on sovhoosi põhiline tootmisüksus. Osakond (farm) omab alatist tööliste ja teenistujate määralist koosseisu. Osakonnale (farmile) kinnistatakse normaalseks tootmiskäiguks vajalikus ulatuses: traktoripark, tööloomad ja tootev kari, masinad ning haakeriistad, transpordi- ja teised tootmisvahendid.

Osakonnale (farmile) kinnistatakse põllumaa-, karjamaa- ja

heinamaakõlvikuid vastavalt majapidamisharude arendamise perspektiivile.

Seakasvatussovhoosides luuakse kogu sovhoosile tervikuna üks põllukülvikord, farmides aga ainult farmilähedased külvikorrad. Iga osakond (farm) omab iseseisvat asulat kõigi tootmis- ja teenindamisalaste ehitistega, mis on vajalikud edukaks majandamiseks.

NSV Liidu Rahvakomissaride Nõukogu 20. detsembri 1933. a. määruse kohaselt teraviljasovhoosides, kus külvikõlbliku maa pindala on kuni 13 tuhat ha ja viljakoristuspindala kuni 8 tuhat ha, osakondi ei looda. Osa loomakasvatussovhoose, mis omavad võrdlemisi väikest kariloomade arvu, organiseeritakse ilma farmideta. Neil juhtumeil toimub kogu tootmise juhtimine sovhoosi ainsast majanduskeskusest (keskasulast).

Erinevate tootmissuundadega sovhooside tootmis-organisatsioonilises struktuuris leidub mõningaid iseärasusi.

Sovhooside põhiliste tootmistüüpide jaoks on kindlaks määratud järgmised suurused.

Teraviljasovhoosid. Kooskõlas NSV Liidu Rahvakomissaride Nõukogu määrusega 22. detsembrist 1933. a. ei või sovhoosi künnikõlbliku maa pindala olla suurem kui 20—25 tuhat ha, kuid rühvel- (vaheltharitavate) viljade alla külvatava maa-ala tunduva suuruse puhul mitte üle 15 tuhande ha; osakonna suurus on kindlaks määratud 2—2,5 tuhande ha-sele viljakoristuspindalale.

ÜK(b)P Keskkomitee ja Rahvakomissaride Nõukogu määrusega 1. aprillist 1932. a. on kindlaks määratud loomakasvatussovhooside järgmised suurused.

Piima-võisovhoosid. Sovhoosi suurus on kindlaks määratud 1000 lehmale vastava hulga noorkarjaga, sugupullidega ja tööloomadega; farmi suurus on määratud 200—400 lehmale.

Lihakarjasovhoosid. Sovhoosi suurus on kindlaks määratud, sõltuvalt rajooni tingimustest, 3000—8000-pealisele veisekarjale.

Lambakasvatussovhoosid. Lambakasvatussovhoosi suurus on kindlaks määratud: a) tõulammastele 10 tuhat pead, b) karedavillalise lambakarjaga sovhoosidele 50 tuhat pead.

Seakasvatussovhoosid. Sovhoosi suurus on kindlaks määratud 400—1000 emisele, sõltuvalt rajoonidest.

3. Majanduskeskuste liigid.

Suuremal osal sovhoosidest on oma organisatsiooni väljaarendamise staadiumis mitu majanduskeskust (asulat), mis

vastavalt osatähtsusele, mida nad omavad sovhoosi üldises tegevuses, tuleb jaotada kahte liiki — pea-majanduskeskus ehk sovhoosi keskasula ja osakondade (farmide) asulad.

Majanduskeskuste ehitamine ja sisustamine on seotud suurte kapitaalmahutustega.

Sovhoosi keskasulasse koondatakse kogu sovhoosi valitsus; sageli paigutatakse siia ka kesk-remonditöökojad, kombineeritud söötade tööstus, mehhaniseeritud tööstus piimasaaduste töötlemiseks, elektrijaam ja teised ettevõtted. Siia keskendatakse sovhoosi juhtivad ühiskondlik-poliitilised organisatsioonid.

Igal osakonnal (farmil) on oma asula, milles asuvad osakonna juhtiv personal, teatav arv töölisi ja teenistujaid; tootmis- ja teenindamisalased ehitised, masinad ja tööriistad, mis on vajalikud tootmisülesannete täitmiseks ja tööliste ning teenistujate kultuurilis-elukondlikuks teenindamiseks.

Mõnedes sovhoosides on abi-majanduskeskused, näiteks: piima-lihasovhoosides — taliasundid, lambakasvatussovhoosides — lamblad, teraviljasovhoosides — alatised põllulaagrid jne.

4. Osakondade (farmide) ja majanduskeskuste paigutamise põhiprintsiibid.

Osakondade (farmide) ja majanduskeskuste paigutamise põhiline ülesanne on sovhoosi tootmise ratsionaalset organiseerimist ja sovhoosi tööliste ning teenistujate paremat kultuurilis-elukondlikku teenindamist soodustavate organisatsioonilis-territoriaalsete tingimuste loomine.

Ülesseatud probleemide õigeks lahendamiseks on tarvis eelkõige selgitada ühest küljest osakondade (farmide) asulate ja põllumajanduslike kõlvikute vahel olev seos ja teisest küljest seos keskasula ning osakonna (farmi) vahel. Osakondade (farmide) asulate ja põllumajanduslike kõlvikute vahel on olemas peaaegu katkestamatu tootmisside, mis on tingitud põllumajandusliku tootmise iseloomust endast. Sovhoosi keskasula ja osakondade (farmide) asulate vahel on samuti süstemaatiline tootmis- ja kultuuriline side. Seepärast on tingimata vajalik, et keskasula paigutamisel arvestataks hoolikalt kõigi osakondade (farmide) paigutust, samuti peab iga üksiku osakonna (farmi) paigutamine toimuma arvestades hoolikalt keskasula ja teiste osakondade (farmide) paigutust. Et seda saavutada, tuleb osakondade (farmide) ja majanduskeskuste projektimist teostada üheaegselt ja ühiselt. Osakondade (farmide) ja majanduskeskuste õigeks paigutamiseks, peale üheaegse projektimisprintsiibist kinnipidamise, tuleb arvestada kõiki põhilisi tingi-

musi, mis määravad nende majapidamiselementide ratsionaalse paigutuse.

Osakondade (farmide) ja majanduskeskuste õigele paigutusele esitatavad põhinõuded on järgmised:

a) parimate tingimuste loomine tootmise organiseerimiseks ja tootmise operatiivse juhtimise teostamiseks;

b) sellise olukorra loomine, mis tagab vähimaid kapitaalmahutusi maakorraldamisele kuuluvasse sovhoosi;

c) kõige parema olukorra loomine sovhoosi tööliste ja teenistujate kultuurilis-elukondlikuks teenindamiseks;

d) parimate tingimuste loomine transporditööde korraldamiseks;

e) ehitus-planeerimisnõuete arvestamine.

Vaatleme iga üksiku eespool loetletud tingimuse sisu.

Parimate tingimuste loomine tootmise organiseerimiseks. Majanduskeskuse ja põllumajanduslike kõlvikute asetus, kuju, erinev kompaktsus, osakonnale (farmile) eraldatud maamassiivi suurus ja kvaliteet loovad erinevad eeltingimused tootmise organiseerimiseks. Igale osakonnale toimub territooriumi eraldamine vastavalt tootmisharude ratsionaalsele paigutusele ja ühendamisele. Osakonna (farmi) asula asukoht mõjustab teedevõrgu, karjamaamassiivide, veisekarjade maatükkide ja külvikorraväljade paigutamist ning kogu territooriumi majandisisest organiseerimist, aga sellega ka kogu tootmisprotsesside edasist organiseerimist ja nende juhtimist.

Tootmisprotsesside organiseerimiseks ja tootmisprotsesside juhtimise teostamiseks parimate tingimuste loomisel omab väga suurt tähtsust asula asetus põllumajanduslike kõlvikute suhtes. Seepärast peab osakondade ja majanduskeskuste paigutamine toimuma tihedas vastastikuses seoses põllumajanduslike kõlvikute paigutamisega. Et otsustada, kuivõrd õigesti seda küsimust lahendatakse, tuleb koostada territooriumi majandisisese organiseerimise skeem, millest, olles selle läbi analüüsinud, võib näha, kuidas on täidetud ülesseatud nõue.

Asulad ja põllumajanduslikud kõlvikud peavad olema ühendatud soodsa teedevõrguga. Igale osakonnale eraldatakse territoorium kompaktse massiivi kujul sellise arvestusega, et asula paikneks majandusliku tegevuse keskuses.

Vähimaid kapitaalmahutusi tagava olukorra loomine. Sõltuvalt sellest, millisel määral projektis nähakse ette varem mahutatud kapitalide kasutamist, saadakse asulate organiseerimisel vajalike kapitaalmahutuste ulatus suurem või väiksem. Seepärast peab kõik olemasolevad asulad säilitatama. Majandus-

keskuste üleviimist teise kohta lubatakse ainult erandjuhtumeil, nende eriti ebasoodsa paiknemise korral.

Sõltuvalt majanduskeskuste paigutamisest veeallikate ja ehitusmaterjalide suhtes, leitakse nende organiseerimiseks vajalike kulutuste suurus, järelikult aga ka kapitaalmahutuste üldsuurus.

Olenevalt majanduskeskuste paigutusest on teedeehituse maksumus erinev.

Tulekahjuvastast valvet, asustatud kohtade kaitset tuulte ja lumetormide vastu ning sanitaartingimusi silmas pidades asulad haljastatakse. Sõltuvalt olemasoleva puutaimestiku (mets, park, aed jne.) ärakasutamise määrast, on kulutused mitmesugused.

Nagu on teada, võib karja ilma tootlikkuse märgatava languseta ajada karjamaale asulast mitte kaugemale kui 2—2,5 km. Kui aga karjamaa asetseb majanduskeskusest suurel kaugusel, siis tingib see loomade kaugkarjatamis-süsteemi organiseerimist ja kutsub esile lisa-kapitaalmahutusi veise- ja lamba-karjaaedade, suvilaagrite jms. organiseerimiseks.

Seepärast tuleb koostatavad projektid põhistada lähtudes kapitaalmahutuste seisukohalt. Seejuures ei tule aga välja arvutada kapitaalmahutuste üldsuurust, sest et osakondade (farmide) ja majanduskeskuste paigutamisega me ei mõjusta kõiki kapitaalmahutuste üldsuurust moodustavaid elemente, vaid ainult mõningaid neist. Projekti põhistamiseks piisab, kui vajalike arvutustega analüüsida ainult neid momente, millede mõju kapitaalmahutuste suurusele sõltub eranditult osakondade (farmide) ja majanduskeskuste paigutamisest. Sellisteks momentideks on:

a) osakondade (farmide) ja majanduskeskuste arvu õige määramine;

b) olemasolevate hoonete ja ehitiste ratsionaalne kasutamine;

c) kulud vesivarustuse organiseerimiseks;

d) majanduskeskuste paigutamine kõlvikute suhtes;

e) istandike ärakasutamine;

f) ehitusmaterjalide juurdeveo kulud;

g) mullatööde kulud asulaplatsi tasandamiseks;

h) juurdesõidu- (juurdeveo-) teede korraldamiskulud.

Parima olukorra loomine tööliste ja teenistujate kultuurilis-elukondlikuks teenindamiseks. Üks määravaid tingimusi osakondade (farmide) ja majanduskeskuste paigutamisel on parimate tingimuste loomine tööliste ja teenistujate kultuurilis-elukondlikuks teenindamiseks.

Selle nõude täitmisel tuleb taotleda sellist osakonna (farmi) asula paigutamist põhiliste põllumajanduslike kõlvikute suhtes, et töölistele oleks loodud võimalus vabaaja veetmiseks asulas.

Asulaplats peab mullastiku ja vee suhtes olema kõlblik köögivilja- ja puuviljaaedade ning iluistandike arendamiseks. Asulale valitud koht peab sanitaar-hügieenilises suhtes olema tervislik; on soovitav, et ta omaks istandikke (haljasalasid), lahtisi veekogusid ja võimsaid veeallikaid heakvaliteedilise veega.

Asulale valitud koht peab asetsema õhkurikkuvate allikate suhtes tuulepoolsel küljel, kuid vooluvete suhtes — kõrgemal neid reostavaist paikadest. Üleujutatavais, soistes ja malaariat tekitavais kohtades majanduskeskust ei tohi rajada.

Parimate tingimuste loomine transporditööde korraldamiseks. Majanduskeskuste paigutamisel tuleb taotleda võimalikult paremate tingimuste loomist transporditööde korraldamiseks. Selleks on eelkõige tarvis asula ja osakondade (farmide) territoorium paigutada selliselt, et osakondade (farmide) asulatele oleks tagatud hea ja lühim teedeühendus territooriumi kõigi osadega, eriti nendega, kus tulevikus toimuvad suurima intensiivsusega tööd. Peale selle peab soodsa teedevõrguga ühendatama sovhoosi majanduskeskused nii omavahel kui ka väliste punktidega (raudteejaam, sadam, naftaladu jt.).

Ehitus-planeerimisnõuete arvestamine. Osakondade (farmide) ja majanduskeskuste paigutamisel tuleb peale kõigi teiste tingimuste arvestada ka ehitus-planeerimisnõudeid.

Parimate tingimuste loomise eesmärgil soojuse ja valguse kasutamiseks on soovitav, et asulaplats omaks kallakut lõuna, edela või kagu suunas.

Maapind peab moodustama kindla aluse ehitiste jaoks. Põhjavesi ei tohi olla maapinnale lähemal kui 4—5 m.

Plats peab omama väikest kallakut (1—1,5°), mis tagab roisk- ja atmosfääriliste vete äravoolu, ning ta ei tohi olla lõhestatud jäärakuist. On soovitav, et maastiku reljeef ja geoloogiline ehitus soodustaksid uute kunstlike veemahutite ehitamist ning olemasoleva deebiti suurendamist. Mullastiku tingimused peavad rahuldama köögiviljakultuuride, puuviljaaedade ja iluistandike kasvunõudeid.

On soovitav, et asula ehitusplatsi läheduses leiduks kohapealset ehitusmaterjali. Majanduskeskuse alla valitav plats peab rahuldama sektorite ja üksikute hoonete otstarbekohase paigutuse nõudeid nii kultuurilis-elukondliku teenindamise kui ka kõigi tehnoloogiliste protsesside organiseerimise suhtes majanduskeskuses.

Et otsustada, kuivõrd täielikult valitav plats rahuldab neid nõudeid, tuleb samaaegselt koostada asula planeerimise skemaatiline projekt.

5. Sovhoosi keskasula ühitamine ühe osakonna (farmi) asulaga.

Sovhoosi ehituse praktikas lahendatakse keskasula paigutamise küsimus mitmeti. Ühel juhtumil sovhoosi keskasula ühitatakse ühe osakonna (farmi) asulaga, teisel juhtumil ehitatakse eraldi.

Otstarbekohasem on keskasula ühitamine ühe osakonna (farmi) asulaga. See võimaldab tunduvalt kokku hoida kulutusi, mis on vajalikud asulate ehitamiseks ja sisustamiseks, ja loob paremad eeldused asulate heaoluks. Peale selle on säärase ühitamise korral sovhoosi juhtival personalil võimalus iga päev jälgida tootmisprotsessi käiku osakonnas (farmis). Tööliste ja teenistujate kultuurilis-elukondlikku teenindamist osakonnas, millega ühitati keskasula, on võimalik seada paremale järjele.

6. Projektimise kord ja metoodika.

Osakondade (farmide) ja majanduskeskuste paigutamist tuleb alustada eskiisprojekti koostamisega, mida analüüsitakse koondnäitajate järgi. Pärast seda koostatakse detailprojekt vajalike tehnilis-ökonoomiliste põhistamistega.

A. Eskiisiline projektimine.

Esimeseks küsimuseks, mis kuulub lahendamisele osakondade (farmide) ja majanduskeskuste eskiisilise paigutamise staadiumis, on kiildumise ja teiste puuduste kõrvaldamine maakasutuses ning sovhoosi territooriumi kindlate ja majanduslikult otstarbekohaste piiride kindlaksmääramine. Selle ülesande teostamine ei tohi rikkuda ümbruses olevate kolhooside huve. Mistahes liiki muudatusi kolhoosi maakasutuses võidakse teha ainult NSV Liidu Ministrite Nõukogu määruse põhjal. Pärast maakasutuse piiride täpsustamist määratakse osakondade (farmide) arv ja iga osakonna (farmi) territooriumi suurus.

Loomakasvatussovhooside tingimustes sõltub farmi territooriumi suurus loomade arvust farmis, karja struktuurist, söödanormidest, sööda tootmise tüübist, põllumajanduslike kõlvikute produktiivsusest ja kultuuride viljakusest.

Farmi territooriumi suuruse määramiseks soovitatakse järgmist järjestust.

On tarvis hankida järgmised lähteandmed: a) tootliku karja suurus ja tööloomade arv iga farmi kohta; b) karja struktuur; c) söödanormid; d) müügiteravilja tootmise plaani-ülesanne; e) kindlustatud söödafond (protsendilises väljenduses); f) põllumajanduslike kõlvikute üksikute liikide produktiivsus ja kultuuride viljakus — hektarisaak; g) külvikordade skeemid.

Lähtudes kariloomade arvu suurusest, karja struktuurist ja söödanormidest, määratakse söötade vajadus, summeeritakse farmi vajadused söötade ja müügiteravilja järele. Jaganud selle summa hektarisaagiga, määratakse maapindala iga üksiku kultuuri jaoks. Pärast seda määratakse farmi kasuliku pindala üldsuurus.

Farmi territooriumi üldsuurus kujuneb tunduvalt suuremaks sellest, mis saadakse arvutuste tulemusena. Suurenemine toimub metsa, põõsastiku, soode ja muude taoliste maade arvel, mis on olemas sovhoosi maakasutuse koosseisus.

Maa jaotamisel üksikute osakondade ja farmide vahel tuleb eelkõige lähtuda sellest, et eraldatav territoorium oma üldsuuruselt ja kõlvikute vahekorralt tagaks täielikult riigi plaaniülesande täitmise nii iga osakonna (farmi) kui ka sovhoosi kui terviku poolt. Seejuures tuleb taotleda, et maatükid oleksid kompaktsed ja omaksid korrapärast kuju, sest et korrapäratu kuju, paelsus, üleribasus, kiildumine jm. loovad suuri raskusi nii üksikute tootmisprotsesside kui ka kogu tootmise kui terviku organiseerimisel.

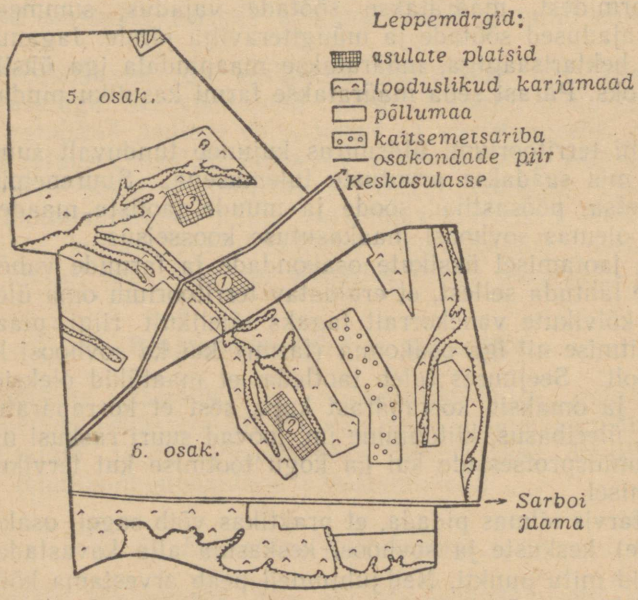
On tarvis silmas pidada, et praktikas võib sageli osakondade (farmide) keskuste ja sovhoosi keskasula alla kavastada mitte ühe, vaid mitu punkti. Neil juhtumeil peab arvestama kõiki sobivaid punkte ja võtma nad hoolikale uurimisele. Selleks on tarvis iga koht (plats) looduses üle vaadata, korraldada täiendavaid uurimisi, mõnikord aga teostada ka detailseid uuringuid. Selle töö tulemusena osutuvad mõned märgitud platsidest mitterahuldavaiks ja kuuluvad väljajätmisele. Ülejäänud kohad võetakse detailse analüüsi alla.

Järelikult eskiisilise projektimise juures korraldatakse osakondade (farmide) ja majanduskeskuste üldine paigutamise kavand ning valmistatakse ette kõik küsimused ja variandid järgneva detailse analüüsi jaoks.

Asulate alla kavastatud kohti tuleb looduses uurida eri komisjonil. Uurimise tulemusena koostatakse akt komisjoni kõigi liikmete allkirjadega.

B. Osakondade (farmide) ja majanduskeskuste detailne põhistamine.

Osakondade (farmide) ja majanduskeskuste paigutamise detailse põhistamise ülesandesse kuuluvad: a) sovhoosi keskasula asukoha lõplik valik, b) osakondade (farmide) asulate asukohtade lõplik määramine ja c) territooriumi eraldamine igale osakonnale (farmile) majanduslikult otstarbekais piirides.



Joon. 1. Piirnevate osakondade nr. 5 ja 6 majanduskeskuste ja piiride skemaatiline paigutus.

Selle tagajärjel, et eskiisiline projektimine sageli ei toimu küllalt täielike ja täpsete uurimismaterjalide põhjal, tuleb eelkõige materjalid täpsustada täiendavate revideerimiste ja uurimistega. Et eskiisilise paigutamise juures põhistamise arvutused toimusid ligikaudselt, tuleb neid täpsustada ja täiendada. Pärast seda on tarvis asuda sovhoosi keskasula asukoha lõplikule määramisele.

Kui keskasula paigutamiseks on olemas ainult üks kõigiti rahuldav plats ja teisi kohti, mis võiksid keskasula paigutamise

nõudeid rahuldada, ei ole, siis pole arvutusi võrdlusanalüüsi jaoks tarvis teha. Kuid praktikas võib sageli keskasula jaoks olla märgitud mitu kohta. Sellistel juhtumitel tuleb kõige rahuldavama platsi valimiseks teostada detailne analüüs tehnilis-ökonoomiliste arvutustega kõigi keskasula paigutamiseks võimalike punktide kohta.

Analüüs tuleb teha kõigi asula paigutamist mõjustavate põhitingimuste järgi, ja nimelt: 1) tootmise organiseerimine ja tootmise juhtimine, 2) kapitaalmahutused, 3) kultuurilis-elukondlikud tingimused, 4) transpordikulud, 5) ehitus-planeerimisnõuded.

Vastandades analüüsi tulemusi keskasula kõigi paigutuste puhul, on tarvis välja selgitada kõige rahuldavam plats, mis tulebki kinnistada keskasula alla.

Pärast seda on tarvis siirduda osakondade (farmide) ja nendevaheliste piiride detailsele põhistamisele.

Osakondade (farmide) asulate paigutamise ja osakondade- (farmide-) vaheliste piiride kindlaksmääramise detailse põhistamise teostamiseks tuleb koostada territooriumi majandisisese organiseerimise eskiisprojekt. Ilma selleta ei saa otsustada antud küsimuse lahenduse õigsuse üle. Eskiisprojekt peab peegeldama territooriumi majandisisese organiseerimise kõige põhilisemaid momente (magistraalteede võrgu paigutamine, kõlvikute, külvikordade massiivide, väljade ja põlluteede paigutamine).

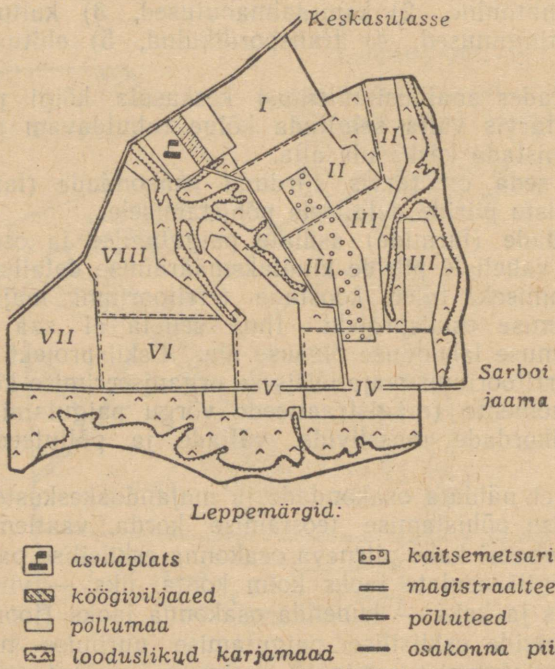
Selleks et näidata osakondade ja majanduskeskuste paigutamise detailse põhistamise teostamise korda, vaatleme näidet. Teraviljasovhoosi kahe piirneva osakonna eskiisilise paigutamise juures märgiti asulate jaoks kolm kohta: üks — viienda osakonna jaoks ja kaks — kuuenda osakonna jaoks (joon. 1).

Asulaplatside eskiisilise paigutamise uurimise tulemusena saadi kolm järgmist varianti: esimene variant — säilitada kuuenda osakonna olemasolev asula (plats nr. 1) ja jätta piirid viienda ja kuuenda osakonna vahele magistraalteed mööda. Teine variant — kuuenda osakonna asula paigutada platsile nr. 2, tuues sellele üle olemasoleva asula hooned. Kolmas variant — muuta viienda ja kuuenda osakonna vaheline piir, viies piiri üle magistraalteest kagu poole. Seejuures paigutada kuuenda osakonna asula platsile nr. 2, olemasolev asula aga anda viiendale osakonnale, likvideerides asulaplatsi nr. 3.

Milline mainitud kolmest variandist on kõige otstarbekam, seda võib öelda vaid pärast iga variandi detailse tehnilis-ökonoomilise analüüsi teostamist.

Kuuenda osakonna asula paigutamise analüüs (paigutamisel platsile nr. 1).

Parimate tingimuste loomine tootmise organiseerimiseks. Territooriumi majandisisese organiseerimise projektist (joon. 2) nähtub, et asula asetseb maakasutuse piiril. Keskmine kaugus asulast kuni põllukülvikorrani on 5,5 km, kuni looduslike karjamaadeni — 5,7 km. Selline kõlvikute eemalolek loob terve rea



Joon. 2. Osakonna nr. 6 territooriumi majandisisese organiseerimise skemaatiline projekt, asula asetsedes platsil nr. 1.

raskusi tootmisprotsesside organiseerimisel põllunduse, eriti aga loomakasvatuse alal. Kõlvikute asetsemine suurel kaugusel kutsub esile osakonna töötajate tunduva ajakulu sõitudeks.

Juhtivate töötajate poolt teel kulutatud tööaja hulk sõltub asula ja üksikute kõlvikute vahelisest kaugusest, teedevõrgu kvaliteedist ja transpordivahendite liigist.

Tootmise juhtimiseks põllul sõidavad välja osakonna järgmised töötajad: juhataja, agronoom, mehhaanik. Loomade karjatamisprotsesside juhtimiseks teeb väljasõite zootehnik.

Pärast arvutusi ilmnes, et kogu põllutööde ja karjatamisperioodil kulutatakse osakonna juhtivate töötajate poolt 133 inimpäeva, mis moodustab 23% kogu tööajast karjatamis- ja põllutööde perioodil.

Teel kadumaläinud aeg kutsub peale juhtimise nõrgendamise esile täiesti ebaproduktiivseid kulusid töötasu osas. Ühe töötaja ligikaudselt 500-rublase keskmise kuupalga juures moodustab ainuüksi 133 inimpäeva töötasu 2660 rbl.

Kapitaalmahutused.

a) Olemasolevate hoonete kasutamine. Platsil nr. 1 on olemas 9 hoonet maksumusega 35 492 rbl. Olemasolevaid hooneid on täiesti võimalik kasutada ka edaspidi.

b) Kulud vesivarustuse organiseerimiseks. Täielikuks vesivarustuseks on tarvis: tõsta tammi keha ja paisusilmast teha veejuhe, puhastada olemasolev läte, süvendada šahtkaev, varustades selle käsipumbaga. Kõik vesivarustuse organiseerimise kulud moodustavad 15 000 rbl.

c) Ehitusmaterjalide juurdevedu. Ehitusmaterjalide juurdeveo transpordikulud moodustavad 42 504 rbl.

d) Karjaaedade seadistamine. Selle tagajärjel, et suurem osa karjamaid asetseb asulast üle 5 km kaugusel, on tarvis organiseerida loomade kaugkarjatamis-süsteem. Normaalseks tootmisprotsesside organiseerimiseks karjamaadel kaugkarjatamis-süsteemi tingimustes tuleb seadistada karjaaiad. See kutsub esile aineliste vahendite kulutuse hoonete ja ehitiste püstitamiseks umbes 19 000 rbl. suuruses summas. Niisiis eespool loetletud elementide kohaselt määratakse nõutavad kapitaalmahutused summas 76 504 rbl.

Tööliste kultuurilis-elukondlikku teenindamist mõjustavad tingimused. Plats nr. 1 on rahuldav tööliste ja teenistujate kultuurilis-elukondliku teenindamise organiseerimiseks. Kuid siin on olemas ka puudusi, mis seisnevad selles, et paratamatult tuleb organiseerida loomade kaugkarjatamis-süsteem, mille puhul loomi talitavad töölised elavad kogu karjatamisperioodi kestel mitte asulas, vaid karja peatuskohas (karjaaia juures).

Transpordikulud. Transpordikulud, sõltuvalt asula paiknemisest kuuendas osakonnas, tehti kindlaks suurusega 20 635 rbl. aastas.

Ehitus-planeerimisnõuded. Nende nõuete suhtes on plats rahuldav.

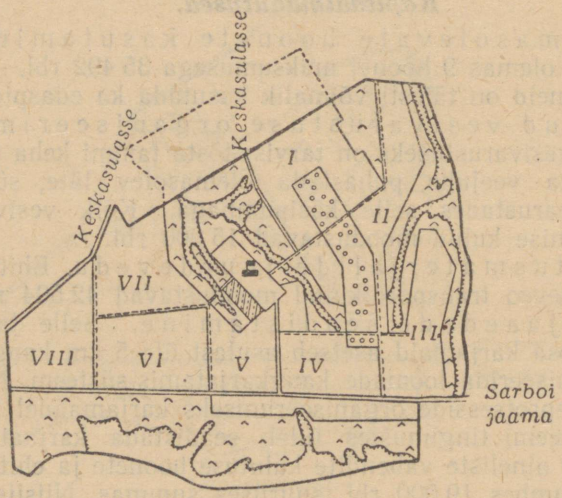
Niiviisi on plats nr. 1 analüüsitud kõigi põhiliste näitajate kohaselt.

Nüüd vaatleme platsi nr. 2.

Kuuenda osakonna asula paigutamise analüüs (paigutamisel platsile nr. 2).

Parimate tingimuste loomine tootmise organiseerimiseks. Vaadeldes platsi nr. 2 tootmise organiseerimise ja selle juhtimise teostamise seisukohalt, tuleb eelkõige täpsustada naaberosakondade — viienda ja kuuenda osakonna piirid.

Selle küsimuse lahendamine sõltub otseselt asula asukohast kuuendas osakonnas. Juhtumil, kui kuuenda osakonna asula



Leppemärgid:

asulaplats
köögiviljaaed
põllumaa
looduslikud karjamaad
kaitsemetsariba
magistraalteed
põlluteed
osakondade piir

Joon. 3. Osakonna nr. 6 territooriumi majandisisese organiseerimise skemaatiline projekt, asula asetsedes platsil nr. 2. .

paigutada platsile nr. 2, on otstarbekohane selle osakonna üldpindala vähendada, andes kaugelolevate maade pindalast 508 ha suuruse osa piirnevale viiendale osakonnale (joon. 3). Selle otstarbekus tuleneb kõigepealt sellest, et mainitud territooriumi osa on tunduvalt hõlpsam teenindada viienda osakonna asulast. Keskmine kaugus territooriumi sellest osast kuni viienda osakonna asulani on 3,7 km, samal ajal, kui kaugus kuuenda osakonna asulani on 4,5 km. Ühendades nimetatud massiivi viienda

osakonnaga, loome eeldused vähemaks ajakaotuseks juhtiva personali sõitude osas; peale selle vähendame kulusid veoste transportimise ja traktorite kohalesõitude alal. Teiseks, andes 508 ha suuruse osa maa pindalast viiendale osakonnale, võrdsustame mõlema piirneva osakonna suurused.

Pärast seda koostame osakonna territooriumi majandisisese organiseerimise eskiisprojekti rakendatult platsile nr. 2. Plats nr. 2 omab keskset asendit kõlvikute põhiliikide suhtes.

Keskmine kaugus asulast kuni põlluni on 3,8 km, kuni looduslike karjamaadeni — 3,5 km. Külvikorra üksikute väljade suhtes omab asula keskset asendit. Keskmine kaugus asulast kuni kuue väljani kaheksaväljalises külvikorras on 2,7—4 km piirides ja ainult kahe välja kaugus ületab 5 km. Asula antud asukoht loob head eeldused territooriumi majandisiseseks organiseerimiseks (teedevõrgu ja külvikorraväljade paigutamine), seega aga ka tootmisprotsesside organiseerimiseks. Osakonna juhtiva personali ajakaotus kogu põllutööde perioodil on üldsummas 92 tööpäeva ehk ümmarguselt 16% tööajast. Juhtivate töötajate töötasukulud teel kaotatud aja eest moodustavad 1840 rbl. aastas.

Kapitaalmahutused.

a) Olemasolevate hoonete kasutamine. Platsil nr. 2 ei ole mingisuguseid hooneid. Asula siia paigutamise puhul tuleb hooned platsilt nr. 1 üle tuua. Seoses sellega on kulude suurus 22 062 rbl.

b) Vesivarustuse organiseerimine. Asula täielikuks vesivarustuseks tuleb ehitada muldtamm ja kaevata šahtkaev üldmaksumusega 10 500 rbl.

c) Ehitusmaterjalide juurdevedu. Ehitusmaterjalide juurdeveo osas moodustavad kulud 39 072 rbl.

Niisiis eespool loetletud elementide järgi määratakse vajalikud kapitaalmahutused 71 634 rbl. suuruses summas.

Tööliste ja teenistujate kultuurilis-elukondlikku teenindamist mõjustavad tingimused. Osakonna tööliste ja teenistujate kultuurilis-elukondliku teenindamise organiseerimise suhtes on plats nr. 2 rahuldav. Sanitaarses suhtes on koht täiesti tervislik. Asula otseses läheduses on umbes veerand hektari puutaimestikku, 0,5 km kaugusel asetseb mets, mis võib kujuneda suurepäraseks puhkepaigaks töölistele ja teenistujatele. Vesi on asulale tagatud täiel määral. Kaitse tuulte eest on olemas, mullastik ja kastmisolud soodustavad puuvilja- ja köögiviljaaedade arendamist. Plats võimaldab teostada asula otstarbekohast planeerimist.

Transpordikulud. Asula paigutusest sõltuvad transpordikulud osakonnas moodustavad 16 011 rbl. aastas.

Ehitus-planeerimisnõuded. Nende nõuete suhtes on plats rahuldav.

Kummagi platsi analüüsi tulemuste vastandamise hõlbustamiseks koostame põhiliste näitajate tabeli (tab. 1).

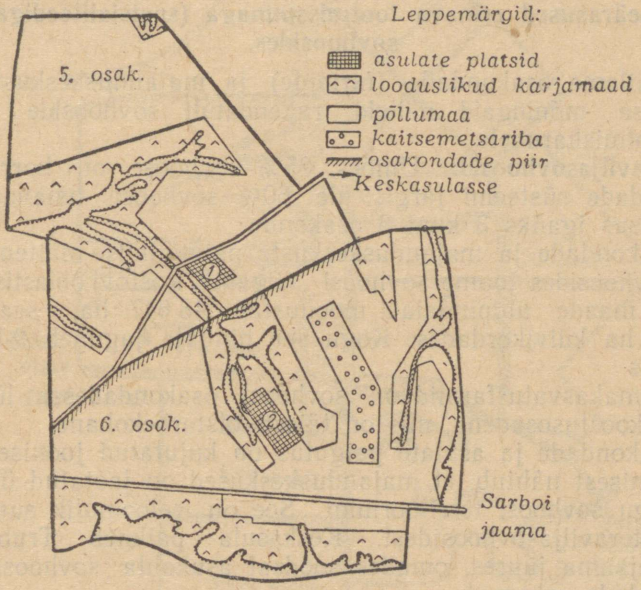
Tabel 1.

Kummagi platsi analüüsi võrdlustabel.

Tingimuste nimetus, mille suhtes sooritati analüüs	Analüüsi tulemused	
	Asula paiknedes platsil nr. 1	Asula paiknedes platsil nr. 2
I. Tingimused, mis mõjustavad tootmise organiseerimist ja juhtimise teostamist.		
Kaugused:		
a) keskmine kaugus põllukülvikorrani . . .	5,5 km	3,8 km
b) keskmine kaugus looduslike karjamaadeni	5,7 „	3,5 „
c) kaugus keskasulani	7,0 „	10,0 „
Teedevõrgu kvaliteet	rahuldav	rahuldav
Osakonna juhtiva personali ajakaotus teel:		
a) inimpäevades	133	92
b) protsentides kogu tööajast põllutööperioodil	23	16
II. Kapitaalmahutused.		
Kulud olemasolevate hoonete ümberasetamiseks	ei ole vaja	22 062 rbl.
Kulud vesivarustuse organiseerimiseks	15 000 rbl.	10 500 „
Kulud ehitusmaterjalide juurdeveoks	42 504 „	39 072 „
Kulud karjaaedade organiseerimiseks	19 200 „	ei ole vaja
Kokku	76 704 rbl.	71 634 rbl.
III. Tööliste ja teenistujate kultuurilis-elukondlikku teenindamist mõjustavad tingimused.	rahuldavad	rahuldavad
IV. Transpordikulud (koos töötasuga tühisõitude aja eest)	23 295,2 rbl.	17 851,5 rbl.
Ehitus-planeerimisnõuded	rahuldavad	rahuldavad

Selleks et õigesti hinnata kumbagi analüüsitavat platsi ja neist valida kõige rahuldavam, ei või piirduda ainult võrdlustabelisse koondatud tulemuslike näitajatega. On tarvis arvestada ka hinnangu teisi, teksti vormis kirjeldatud momente. Vastandades platsid nr. 1 ja nr. 2 eelduste loomise suhtes tootmise organiseerimiseks, on hõlpus näha, et teine plats tunduvalt ületab esimest. Vastandanud mõlema platsi kapitaalmahutused,

näeme, et asula paigutamise puhul platsile nr. 2 on nõutav kapitaalmahutuste suurus 5070 rbl. võrra väiksem kui platsi nr. 1 puhul. Niisiis kapitaalmahutuste suhtes on otstarbekohasem paigutada asula platsile nr. 2. Tööliste ja teenistujate kultuuri-lis-elukondlikku teenindamist mõjustavad tingimused veenavad samuti asula paigutamise otstarbekohasuses platsile nr. 2. Transpordikulude vastandamisest on näha, et asula paigutamisel platsile nr. 2 on kulud 5444 rbl. võrra väiksemad, võrreldes platsiga nr. 1. Mis puutub planeerimistingimustesse, siis võib mõlemaid platse lugeda samaväärseiks.



Joon. 4. Naaberosakondade nr. 5 ja 6 majanduskeskuste ja piiride lõplik paigutus.

Pärast mõlema platsi analüüsitööde teostamist ei ole raske teha järeldust asula otstarbekohase paigutamise üle platsile nr. 2. Kui küsimuse lahendamisele läheneda isoleeritult, ainult kuuenda osakonna piirides, siis ei ole raske teha järeldust hoonete üleviimise otstarbekuse kohta platsilt nr. 1 platsile nr. 2. Kuid silmas pidades, et majanduskeskuste paigutamise ja osakondade piiride kindlaksmääramise küsimuse lahendamisele iga osakonna suhtes ei tule läheneda mitte isoleeritult, vaid tuleb luua vastastikune seos naaberosakondadega, siis oleks

järeldus platsil nr. 1 asetseva asula likvideerimise kohta ebaõige, sest et plats nr. 1 osutus edasise analüüsi tulemusena täiesti vastuvõetavaks temaga piirneva viienda osakonna jaoks. Selliselt jõuame järgmiste tulemuslike järeldusteni:

1) kuuenda osakonna asula tuleb paigutada platsile nr. 2;

2) platsil nr. 1 olemasolev asula säilitada asulana viienda osakonna jaoks;

3) kuuenda ja viienda osakonna vahelist piiri muuta, kandes selle üle magistraalteest kagu poole (joon. 4).

7. Osakondade (farmide) ja majanduskeskuste paigutuse iseärasused erineva tootmissuunaga (spetsialiteediga) sovhoosides.

Vaatleme osakondade (farmide) ja majanduskeskuste paigutamise mõningaid näiteid rakendatult sovhoosides põhilistele tootmisharudele.

Teraviljasovhoosid. Umbes 85% sovhoose on korraldatud osakondade süsteemi järgi; üle 60% sovhoose omavad oma koosseisus igaüks 3 kuni 6 osakonda.

Osakondade ja majanduskeskuste paigutamise näitena teraviljasovhoosides toome sovhoosi „Gigant" Rostovi oblastist. Sovhoosi maade üldpindala moodustab 48 647 ha, sealhulgas 37 210 ha külvikordades. Kogu see pindala jaguneb 9-ks osakonnaks.

Loomakasvatusfarmid on sovhoosi osakondadesse lülitatud nende koostusosadena, mis on täiesti otstarbekohane.

Osakondade ja asulate paigutus on kujutatud joonisel 5.

Joonisest nähtub, et majanduskeskused on jaotatud ühtlaselt üle kogu sovhoosi territooriumi. See on iseloomulik suuremale osale teraviljasovhoosidest. Keskasula paikneb Trubetskaja raudteejaama juures, omades soodsat asukohta sovhoosi kõigi osakondade suhtes.

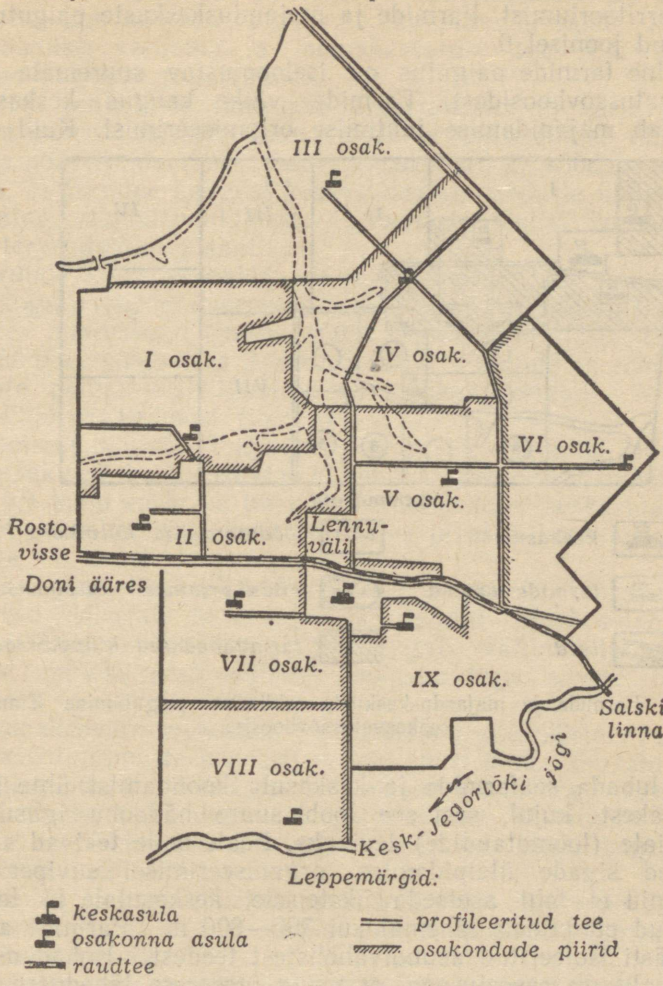
Keskasula on ühendatud kõigi osakondadega profileeritud teedega.

Seakasvatussovhoosid. Seakasvatussovhoosides omavad farmid iseseisvat tähtsust ainult seakasvatuse osas; põllundus ja täiendavad harud (veised, köögiviljandus) on harilikult sovhoosi keskvalitsuse korralduses. Seepärast kinnistatakse farmilähedaste külvikordade organiseerimiseks seafarmidele ainult väike osa maa-alast. Suurem osa põllumajanduslikke kõlvikuid aga jääb sovhoosi keskvalitsuse korraldusse sovhoosi üldvajadusteks.

Seakasvatussovhoosides organiseeritakse kahte tüüpi farme: a) emiste ja b) nuumsigade farmid. Emiste farmide suurus

määratakse tavaliselt kindlaks 120—180 põhi-emise piirides. Nuumsigade farmi suuruseks on võetud 1000—1200 nuumsiga.

Peale selle luuakse veisefarmid, milledele samuti peab eraldatama vajalikus suuruses söödapindala.

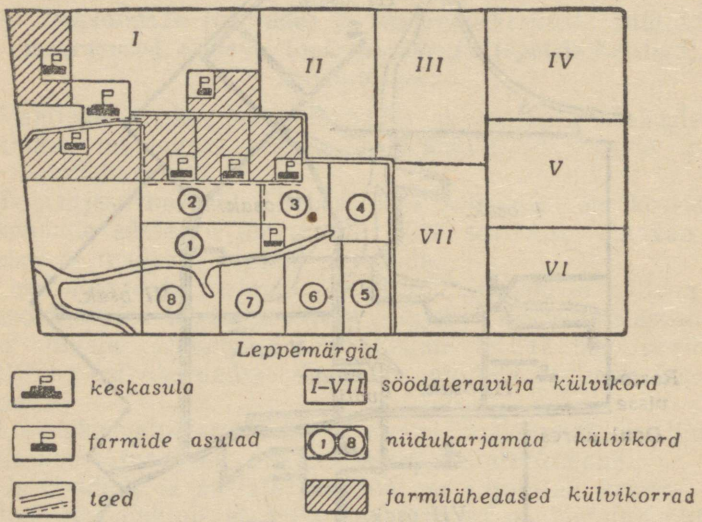


Joon. 5. Osakondade ja majanduskeskuste paigutamise eskiisprojekt teraviljasovhoosis „Gigant".

Keskasula korraldusse jääval territooriumil organiseeritakse külvikord, mille ülesandeks on kontsentreeritud ja koresööda saamine sovhoosi kõigi loomade jaoks.

Näitena toome Krasnodari krais asuva seakasvatussovhoosi „Timaševski", kus maa territoorium on jaotatud järgmiselt: seafarmidele kinnistatakse umbes 15%, veisefarmile umbes 20% ja sovhoosi üldkülvikorrale eraldatakse umbes 64% sovhoosi kogu territooriumist. Farmide ja majanduskeskuste paigutus on kujutatud joonisel 6.

Selline farmide paigutus on iseloomustav suuremale osale seakasvatussovhoosidest. Farmide väike kaugus keskasulast soodustab majapidamise juhtimise organiseerimist. Kuid siiski



Joon. 6. Farmide ja majanduskeskuste eskiisiline paigutamine Timaševski seakasvatussovhoosis.

ei või lubada seafarmide ja keskasula koondamist ühte kohta sealinnakeste kujul, sest see loob suure hädaohu igasuguste epizootiate (loomataudide) levikuks. Peale selle tekivad suured raskused sigade ülalpidamise organiseerimisel suviperioodil. Seafarmid ei tohi asetseda üksteisele, keskasulale ja teistele asustatud punktidele lähemal kui 700—800 m. Farmide asulad olgu hästi isoleeritud asundivahelistest teedest. Kohad asulate jaoks valitagu arvestusega, et asula otsesesse lähedusse võiks luua farmilähedase külvikorra.

Veisefarmi jaoks asukoha määramisel tuleb arvestada söödakõlvikute ja jootmiskohtade lähedust ning piimaveo hõlpsust emisefarmidele. Farmiasulate alla eraldatavad kohad peavad tingimata vastama kõigile sanitaar-veterinaarseile nõudeile.

Sellised on farmide ja majanduskeskuste paigutamise põhilised iseärasused seakasvatussovhoosides.

Piima-lihakarjasovhoosid. Piima-lihakarjasovhoosides kinnistatakse igale farmile põllu-, karja- ja heinamaakõlvikud sellises suuruses, mis täielikult tagab riikliku plaaniülesande täitmise põllusaaduste varumise ja loomakasvatuse iga liiki söötade täieliku tarviduse rahuldamise.

Veiste jaotamisel farmidele arvestatakse: 1) karja ratsionaalset suurust farmide kaupa tööde organiseerimise ning ehituse ja zooveterinaarsete nõuete seisukohalt, 2) söödabaasi igas farmis, 3) farmide kaugust keskasulast ja saaduste ümbertöötamis- ning varumispunktidest, 4) loomade tõulist koosseisu ja karja tervendamise plaani.

Farmide arv sovhoosides on mitmesugune. Ta sõltub ühelt poolt kogu sovhoosi suurusest, teiselt poolt kindlaksmääratavast farmide suurusest. Umbes 60% piima-lihakarjasovhoosidest omavad oma koosseisus 2 kuni 5 farmi. Farmide ja majanduskeskuste paigutamist illustreeriva näitena esitame Armaviri piima-lihakarjasovhoosi (joon. 7).

Joonisest nähtub, et iga farmi jaoks on eraldatud lausalised ja kompaktsed maamassiivid. Majanduskeskused paiknevad ühtlaselt üle kogu sovhoosi territooriumi. Sovhoosi keskasula omab keskset asukohta kõigi farmide suhtes ja asub koos teise farmi asulaga.

Reas piima-lihakarjasovhoosides, peamiselt idarajoonides, asetsevad kõrvuti farmidega taliasundid. Sovhooside maa majanduslikul korraldamisel tuleb igati vältida taliasundite loomist, milleks peab eelkõige loobuma liiga suurte farmide loomisest.

Lambakasvatussovhoosid. Veterinaar-zootehniliste nõuete ja karjatamistingimuste kohaselt ei tohi suurt hulka lambaid koondada ühte punkti. Seepärast ei kontsentreerita kogu lammaste arvu farmide asulaisse, vaid paigutatakse üksikutele lambakarjade maatükkidele. Utekarja suurus on kõige sagedamini 600—1000 pead.

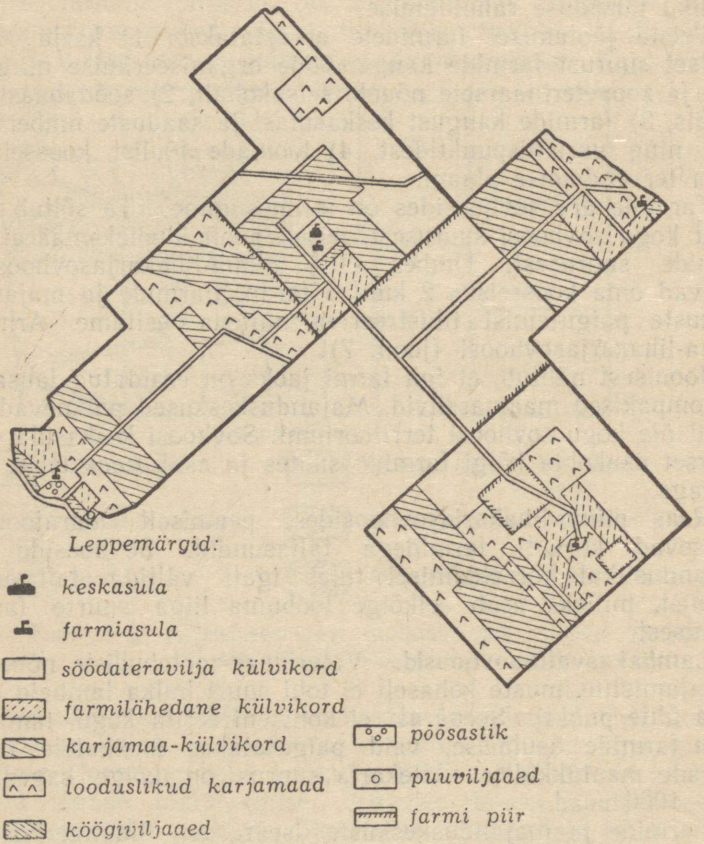
Farmide ja majanduskeskuste iseärasusi illustreeriva näitena toome Ordžonikidze krais asuva Ipatovski lambakasvatussovhoosi nr. 22.

Sovhoosi maa pindala on 34 900 ha; lammaste arv viiakse kuni 40 000 peani, veiste arv kuni 1115 peani, nende hulgas 300 lehma; lambad jaotatakse 46 lambakarjaks.

Iga lambakarja jaoks ehitatakse lamblad (košaarad) vajalike tootmis- ja eluhoonetega (lambalaudad, elumajad, ladu söödahoidmiseks). Lambla otsesesse lähedusse seadistatakse

veeallikas, mis varustab heakvaliteedilise veega täiel määral nii loomi kui ka lamburite brigaade.

Ipatovski lambakasvatussovhoosis on veised jaotatud ühtlaselt kõigile neljale farmile. Real juhtumeil aga koondatakse veised sovhoosi eraldi farmidesse ja keskasulasse. Vastavalt loo-



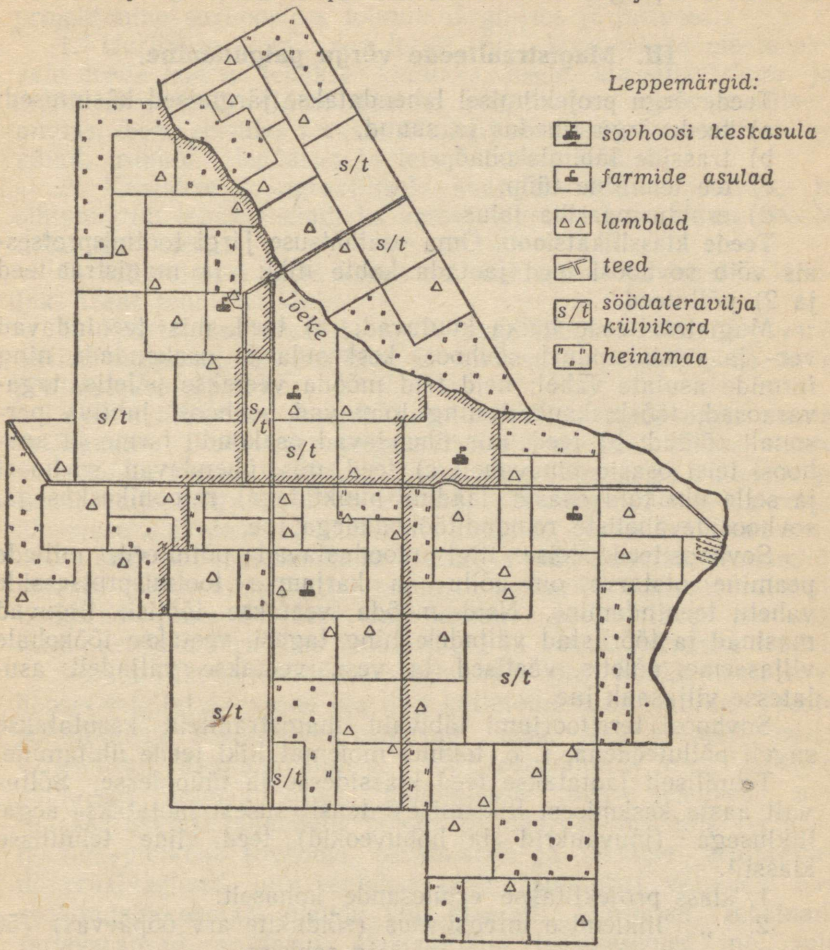
Joon. 7. Farmide ja majanduskeskuste paigutuse skemaatiline joonis Armaviri piima-lihakarjasovhoosis.

made arvule, müügiteravilja tootmise suurusele ja arvesse võttes looduslikke tingimusi jaotatakse lambakasvatussovhoosi kogu territoorium eraldi farmidesse.

Juhtumil, kui keskasulaga ühendatakse veisefarm, nähakse ette pindala eraldamine sellele farmile söödabaasi loomiseks.

Farmide ja majanduskeskuste paigutus Ipatovski lambakasvatussovhoosis on näidatud joonisel 8.

Joonisest nähtub, et igale farmile on eraldatud territoorium lausaliste ja küllalt kompaktsete massiivide kujul. Sovhoosi



Joon. 8. Farmide ja majanduskeskuste paigutus lambakasvatussovhoosis nr. 22.

keskasula on paigutatud maakasutuse idapoolsesse ossa, eraldi farmiasulaist.

Tunduvalt parem oleks olnud keskasula ühendada farmi nr. 3 asulaga.

Lammaste võimaliku sisuseussidesse haigestumise arenemise vältimiseks ei tohi lubada farmide asulate ja lamblate paigutamist madalaisse ja soostunud kohtadesse. Asulaid ja lamblaid ei tohi paigutada transiitteede lähedusse.

III. Magistraalteede võrgu paigutamine.

Teedevõrgu projektimisel lahendatakse järgmised küsimused:
a) teedevõrgu tihedus ja suund,
b) trasside läbimiskohad,
c) tee tehniline tüüp,
d) eraldusmaariba laius.

Teede klassifikatsioon. Oma osatähtsuse järgi tootmisprotsessis võib sovhoosi teed jaotada kahte liiki: 1) magistraalteed ja 2) põlluteed.

Magistraalteede hulka kuuluvad: a) teed, mis teenindavad veo- ja reisiühendust sovhoosi keskasula ja osakondade ning farmide asulate vahel; neid teid mööda veetakse põletis, tagavaraosad, tööstuskaubad ning toimuvad sovhoosi juhtiva personali sõidud; b) teed, mis ühendavad osakondi, farme ja sovhoosi teisi osasid omavahel; c) teed, mis ühendavad sovhoosi ja selle üksikuid osasid laadimispunktidega, rajoonikeskusega, sovhoosidevaheliste remonditöökodadega jne.

Sovhoositeede teise liigi moodustavad põlluteed, millede peamine otstarve on põllu- ja karjamaa tootmisprotsesside vahetu teenindamine. Neid mööda veetakse töölisi, liiguvad masinad ja tööriistad väljadele ning tagasi, veetakse töökohale viljaseeme, põletis, väetised ja vesi, veetakse väljadelt asulatesse viljasaak jne.

Sovhoosi territooriumi läbivaid magistraalteid kasutatakse sageli põlluteedena, s. o. toimub mõlemat liiki teede ühitamine.

Tehniliselt jaotatakse teed klassidesse ja tüüpidesse. Sõltuvalt aasta keskmisest liiklemise intensiivsusest jaotatakse segaliiklusega (jõuvankrid ja hobuveokid) teed viide tehnilisse klassi [1].

1.	klass	projektitakse eriülesande kohaselt:		
2.	„	liiklemise intensiivsus (sõidukite arv ööpäevas)		750 ja rohkem
3.	„	„	„	300 kuni 750
4.	„	„	„	100 kuni 300
5.	„	„	„	kuni 100

[1] Технические условия и правила проектирования и постройки автогужевых дорог, Москва 1939.

Sovhoosides esinevad peamiselt 4-nda ja 5-nda klassi teed. Igale klassile vastab oma tee muldkeha tüüp, kalle, sildade gabariit ja teised tehnilised näitajad.

Teedevõrgu projektimise järjestus. Magistraalteede võrgu projektimine sovhoosides toimub järgmises järjestuses.

1. Uuritakse olemasolev teede võrk; koostatakse olemasolevate teede kaart; tehakse kindlaks teede klassifikatsioon ja määratakse teede üldine ulatus; selgitatakse teede kvaliteet: pinnas, teede seisukord aasta üksikuil perioodidel, teekatte tüüp, sillad, truubid, ülepääsud ja teised tee-ehitised.

2. Kantakse topograafilisele kaardile veoste vastuvõtu- ja sihtpunktid; tehakse kindlaks veoste liigid ja koostatakse veoste liikumise skeem.

3. Määratakse aasta keskmine veokoormus ja tehakse kindlaks teede tehniline klass.

4. Teostatakse üksikute teede paigutamise võimalike variantide majanduslik analüüs ja teedevõrk projektitakse ning põhistatakse lõplikult.

Veoste liikumise skeemi koostamine ja teedevõrgu suuna määramine. Teedevõrgu paigutamise aluseks peab võtma veoste ja reisijate vedude hulga ja suuna ning sellepärast on eelkõige tarvis välja selgitada kõik punktid, mis esinevad veo- ja reisiühenduse allikatena. Sellist liiki punktide hulka kuuluvad sovhoosi keskasula, osakondade asulad, raudteejaamad, sadamad, tehased põllumajanduslike saaduste ümbertöötamiseks, rajoonikeskused jms. Seejärel rakendatuna projektitava sovhoosi tingimustele määratakse veoste liigid ja veoste liikumise suund.

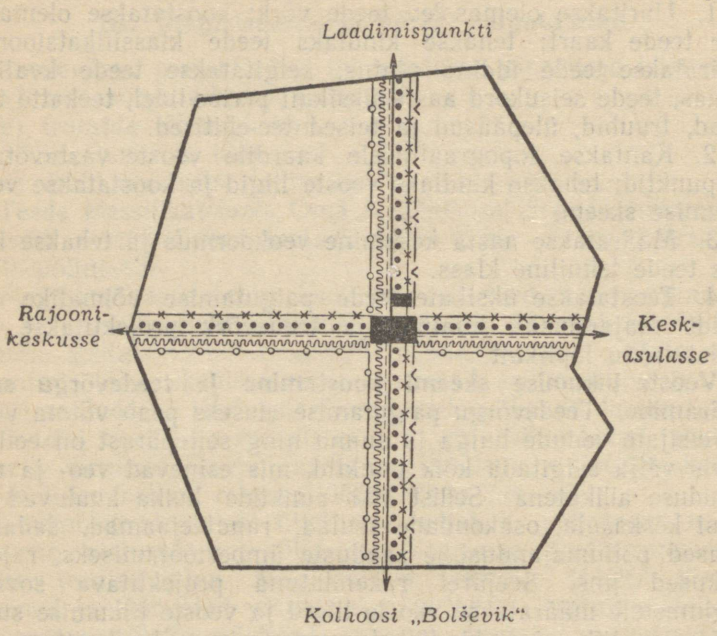
Veoste liikumise kindlakstegemisel igas konkreetses sovhoosis selgitatake veose iga liigi kättetoimetamise korda. Veoste põhiliikidena sovhoosides esinevad: saak, mis veetakse osalt vahenditult laadimispunkti ja osalt osakondade ning farmide asulaisse, taliasundeisse, lamblatesse jne.; seemned, mis tuuakse asulast põldudele; põletis ja määrdeained, mis veetakse laadimispunktist sovhoosi, osakondade ja farmide asulatesse; mineraalväetised, mis veetakse laadimispunktist väljadele kas osakondade asulate kaudu või otseselt; tööriistad, masinad, tagavaraosad, seadmed, elukondlikud tarbe-esemed jne., mis veetakse laadimispunktist keskasulasse ja osakondade asulatesse; piim, mis veetakse farmist või-juustuvabrikuisse, jne.

Intensiivseim veo- ja reisiühendus toimub:

a) põllumassiivide ja osakondade (farmide) asulate vahel;
b) põllumassiivide ja laadimispunktide vahel;
c) osakondade asulate ja laadimispunktide vahel;

d) sovhoosi keskasula, osakondade asulate ja laadimispunktide vahel.

Mis puutub osakondadevahelistesse vedudesse ühelt poolt ja osakondade ning keskasula vahelistesse teiselt poolt ja sovhoosi ning rajooni keskuse vahelistesse vedudesse kolmandalt poolt,



Leppemärgid:

- *asula*
- ----- *seeme*
- *viljasaak väljadelt asulasse*
- *viljasaak vahetult laadimispunkti*
- *põletis asulast väljadele*
- *„ laadimispunktist vahetult väljadele*
- *transiitveosed*

Joon. 9. Veoste liikumise skeem osakonna magistraalteid mööda.

siis on need veod tähtsusetud. Samal ajal aga toimub siin küllalt intensiivne reisiühendus.

Veoste liigid ja nende liikumise suund tuleb näitlikkuse saamiseks esitada graafilise skeemina, mille võib kujutada järgmisel viisil (joon. 9).

Koostatud veoste liikumise skeemi alusel määratakse teede-

võrgu suund. Seejuures tuleb silmas pidada, et sovhoosides teedevõrgu projektimisele esitatud põhinõue seisneb veoste, inimeste, põllumajanduslike masinate jms. veoks selliste tingimuste loomises, mis tagavad, esiteks, tootmisprotsesside parima organiseerimise; teiseks, majandisiseste ja majandivaheliste transporditööde miinimumi antud veokäibe puhul; kolmandaks, teede selliste tüüpide ehitamise, mis vastavad teede veokoormuse tingimustele ja transporditöö tingimustele; neljandaks, kapitaalmahutuste ja ekspluatatsioonikulude miinimumi. Neiks otstarveteks on tarvis: a) rajada teed lahtistes kohtades, püsiva, raskesti uhtneva ja kiiresti kuivava pinnasega; b) iga tee, mis ühendab ühtesid või teisi punkte, võimaluse korral paigutada väiksemat kaugust mööda võimalikult vähema arvu käänakutega; sagedased käänud pikendavad teed, aeglustavad autotranspordi liikluse kiirust, suurendavad transpordivahendite kulumist ja murdeid, kogutulemuses aga suurendavad transpordikulusid; c) teedevõrgu ehitamiseks vajalike kapitaalmahutuste vähendamise otstarbel ära kasutada olemasolevaid teid ja tee-ehitisi; vältida jõgedest, ojadest ja teistest looduslikest takistustest üleminekuid, seal aga, kus see ei ole võimalik, teostada lõikumine kitsamais kohtades, risti põhilise voolunõvaga (jõesängiga); d) et teede pikikalded ei ületaks üksikute teeliikide jaoks kehtestatud piire, arvestada maastiku tingimusi; e) arvestada kohalike ehitusmaterjalide asukohti.

Teede pikikalded osutavad suurt mõju transpordikuludele ja transporditööde teostamise tempole. Suure kaldega teede puhul aeglustub masinate liikumine, väheneb nende kandejõud, mille tagajärjel suurenevad transpordikulud ja pikenevad transporditööde täitmise tähtajad.

Magistraalteede veokoormuse määramine. Magistraalteede võrgu paigutuse põhistamiseks on tarvis peale veoste liikumise skeemi koostamise määrata liikluse intensiivsuse määr. Selleks määratakse aasta keskmine tee veokoormus üksikute lõikude viisi. Aasta keskmise veokoormuse all mõistetakse aasta jooksul teatud teeosa läbivate kõigi veoste suurust; seejuures võetakse arvesse ainult veose puhaskaal — „neto".

Teede veokoormuse hõlpsama määramise otstarbel jaotatakse kõik sovhoosides ettetulevad põhilised veosed järgmisse nelja rühma: 1) veosed, mis veetakse asulast väljadele ja tagasi; 2) veosed, mis veetakse väljadelt laadimispunktidesse ja tagasi; 3) veosed, mis veetakse asulast laadimispunktidesse ja tagasi; 4) naabruses olevate osakondade, kolhooside, masina-traktorijaamade jne. transiitveosed.

Kolmanda ja neljanda rühma veoseid ei ole raske kind-

laks teha. Neid andmeid võib võtta valmis kujul maakorraldamisele kuuluva sovhoosi ja nimetatud sovhoosi teedel vedusid korraldavate majandite organisatsioonilis-majanduslikust plaanist.

Veidi keerulisem on määrata esimese ja teise rühma veoste hulka. Nende veoste määramine toimub järgmises korras.

1. Lähtudes projektitavas sovhoosi osakonnas viljeldavate kultuuride koosseisust, iga kultuuri viljakusest (hektarisaagist) ja külvipindalast, arvutada saagi üldsuurus. Seda võib teha järgmise eeskujuks toodud vormi kohaselt (tab. 2).

Tabel 2.

Kultuuride nimetus	Hektarisaak (tonnides)		Koristamispindala (hektarites)	Kogusaak (tonnides)		
	tera	õled		tera	õled	kokku
Talinisu	2,0	3,0	1500	3000	4500	7500
Suvinisu	1,8	2,7	1500	2700	4050	6750
Oder	1,7	2,5	500	850	1250	2100
Kaer	1,8	2,7	500	900	1350	2250
Mais	2,1	—	500	1050	—	1050
jne.						
Kokku	—	—	4500	8500	11 150	19 650

2. Lähtudes plaani-tootmisülesandest ja sovhoosis kasutusel olevast transporditööde organiseerimise süsteemist määrata, kui suur osa saagist veetakse otseselt laadimispunkti ja missugune osa asulasse.

3. Arvutada asulast väljadele veetava seemnematerjali kaal. See saadakse vastavate kultuuride külvinormi korrutamisest külvipindalaga.

4. Lähtudes transporditööde organiseerimise süsteemist projektitavas sovhoosis määrata, milline osa põletisest veetakse väljadele asula kaudu ja milline osa veetakse otseselt laadimispunktist. Põletise üldkoguse võib saada valmis kujul tootmisfinantsplaanist.

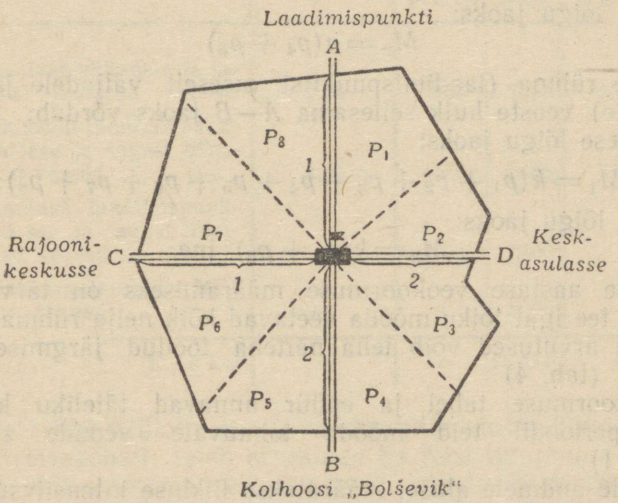
5. Summeerimise teel määrata veoste üldkaal eraldi esimese ja teise rühma järgi. Selle võib esitada järgmisel kujul (tab. 3).

6. Määrata külvikorra pindala 1 ha-le kuuluv veomaht (veoste kaal) iga rühma järgi. See saadakse jagades veoste üldkaalu külvikorra pindalaga.

Tabel 3.

Veoste nimetus	Veoste kaal (tonnides)	
	I rühm	II rühm
Saak	12 650	7000
Seeme	410	—
Põletis	150	150
jne.		
Kokku	13 210	7150

Oletagem, et meie näites külvikorra pindala võrdub 5 tuhande hektariga; siis ühe hektari veomaht võrdub veoste



Joon. 10. Veosekogumise maatükkideks jaotamise skeem.

esimese rühma järgi:

$$\frac{13\,210\text{ t}}{5000} = 2{,}64\text{ t},$$

ja teise rühma järgi:

$$\frac{7150\text{ t}}{5000} = 1{,}43\text{ t}.$$

Silmas pidades, et veoste liigid ja veomaht on erinev mitte ainult üksikute sovhooside, vaid ka osakondade jaoks, tuleb

niihästi veoste liigid kui ka veomaht määrata iseseisvalt igale osakonnale.

Kui sovhoosi osakonnas on olemas mitu külvikorda, siis tuleb veomaht hektarilt määrata eraldi iga külvikorra (põllu-, asulalähedane jne.) jaoks, samuti aga ka alatiste niitude jaoks.

7. Külvikorra pindala tuleb jagada veosekogumise maatükkideks, mis teenindamise mõttes piirnevad teede teatud lõikudega (joon. 10).

Teades ühe hektari veokoormust (a) ja määranud veosekogumise pindala (p), saame esimest ja teist vastavalt korrutades igale teelõigule tuleva veoste koguse. Nii näiteks esimest liiki (majanduskeskusest väljadele ja tagasi veetavate) veoste hulk tee A—B jaoks võrdub:

esimese lõigu jaoks:

$$M_1 = a(p_1 + p_8);$$

teise lõigu jaoks:

$$M_2 = a(p_4 + p_5).$$

Teise rühma (laadimispunktist otseselt väljadele ja tagasi veetavate) veoste hulk sellesama A—B jaoks võrdub:

esimese lõigu jaoks:

$$M_1 = k(p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_8);$$

teise lõigu jaoks:

$$M_2 = k(p_4 + p_5) \text{ jne.}$$

Teede aastase veokoormuse määramiseks on tarvis summeerida tee igat lõiku mööda veetavad kõik nelja rühma veosed.

Need arvutused võib teha näitena toodud järgmise vormi kohaselt (tab. 4).

Veokoormuse tabel ja epüür annavad täieliku kujutluse autoveoperioodil teid mööda toimuvate vedude suurusest (joon. 11).

Nende andmete alusel määratakse liikluse intensiivsus, mida iseloomustab ööpäeva vältel keskmiselt teed läbivate jõuvankrite arv.

Liikluse intensiivsuse võib määrata järgmise valemi järgi:

$$A = \frac{2N}{d \cdot p},$$

kus: A — ööpäeva jooksul teed läbivate jõuvankrite arv;
N — tee veokoormus neto-tonnides;
d — autoveoperioodi päevade arv;
p — jõuvankrite kandejõud.

Liikluse intensiivsuse määramisel tuleb arvestada reisijate

sõite. Lähtudes summaarsest (veo- ja reisijate) liikluse intensiivsusest määratakse tee tehniline klass ja seoses sellega sõidutee katte tüüp ning eraldusmaariba laius.

Tabel 4.

Aasta keskmise veokoormuse arvestus teelõikude järgi.

Rühma nr.	Veoste liigid ja veosuund	Veoste kaal (tonnides) 1 ha pindalale (veomaht)	Tee *A* — *B*			
			lõik nr. 1		lõik nr. 2	
			Teost teenindatav pindala (hektarites)	Veose kaal (tonnides)	Teost teenindatav pindala (hektarites)	Veose kaal (tonnides)
I	Asulast väljadele ja tagasi liikuvad veosed	2,64	900	2376	850	2244
II	Väljadelt laadimispunktidesse ja tagasi liikuvad veosed	1,43	4500	6435	850	1215
III	Asulast laadimispunktidesse ja tagasi liikuvad veosed	—	—	1200	—	—
IV	Naaberkolhooside, MTJ jne. transiit	—	—	5000	—	5000
	Kokku	—	—	15011	—	8459

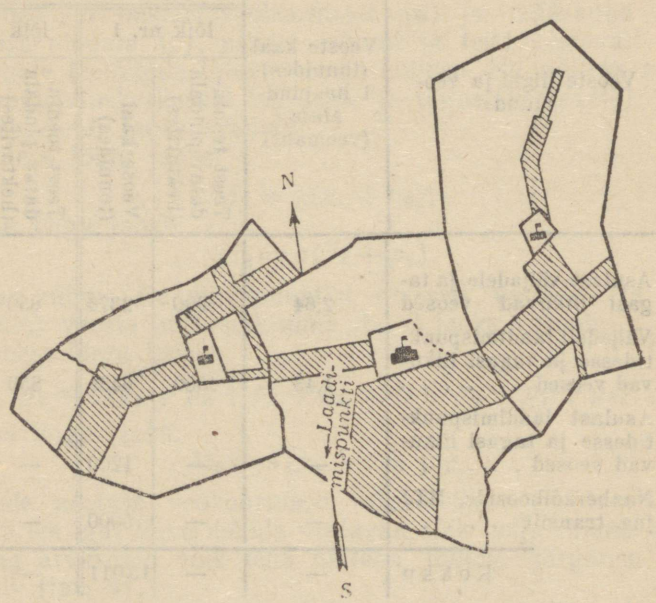
Teede tüübi valikule ei või asuda mitte ainult liikluse intensiivsuse seisukohalt; tuleb arvestada ka teisi tingimusi: pinnast, kohalike ehitusmaterjalide olemasolu, tööde maksumust jms.

Magistraalteede paigutamise variantide võrdlev analüüs. Magistraalteede võrgu kõige ratsionaalsema paigutamise otstarbel on tarvis iga projektitava tee kohta ja kogu teedevõrgu kohta tervikuna toimetada tehnilis-ökonoomiline põhistamine. Seoses sellega tuleb mõningail juhtumeil koostada teede paigutamise mitu võimalikku varianti ning variantide võrdleva ökonoomilise analüüsi resultaadina valida neist kõige otstarbekam. Võrdlev analüüs tuleb toimetada kahe momendi järgi: 1) teede ehituseks vajaliku kapitaalmahutuste suuruse järgi ja 2) transpordikulude suuruse järgi.

Parim variant on see, mis tagab transpordikulude vähima

summa ja annab oma teostamiseks vajalike kapitaalmahutuste vähima suuruse.

Kapitaalmahutuste suuruse kindlakstegemiseks tuleb iga variandi kohaselt arvutada tee pikkus ja välja selgitada tee ühe kilomeetri ehituskulud. Korrutanud esimese teisega, saame tee ehitamise üldmaksumuse. Pärast seda on iga variandi kohta tarvis kindlaks teha teede juurde kuuluvate ehitiste (tee-ehitiste) liigid ja arv ning määrata nende ehitamiseks vajalike



Joon. 11. Magistraalteede aasta keskmise veokoormuse epüür sovhoosis.

kulude suurus. Summeerides tee ehitamise ja tee-ehitiste kulud saame kapitaalmahutuste üldsumma.

Transpordikulud (S) koosnevad kolmest suurusest: veoste ümberpaigutamise kulud (s_1), teede ja tee-ehitiste amortisatsioonikulud (s_2) ja ekspluatatsioonikulud teede korrashoiu osas (s_3). Niisiis võib transpordikulusid väljendada järgmisel kujul:

$$S = s_1 + s_2 + s_3.$$

Veoste ümberpaigutamise kulude (s_1) määramiseks on tarvis teada veoste hulk (A) tonnides, tee pikkus (l) kilomeetreis ja ühe tonn-kilomeetri ümberpaigutamise maksumus (a). Selle kolme suuruse korrutis annab s_1. Neil juhtumeil, kui teede

võrreldavad variandid omavad erinevaid kaldeid, tuleb arvestada auto liikumiskiiruse muutumist (v) sõltuvalt tee kaldest. v määratakse järgmise valemi järgi:

$$v = \frac{270 \cdot Ni \cdot k}{(Q + p) \cdot (i + f)},$$

kus: Ni — auto indikatoorne võimsus hobujõududes;
k — auto kasutegur, mis keskmiselt võrdub 0,75 (uute jõuvankrite jaoks 0,90, vanade jaoks 0,65);
Q — auto omakaal kilogrammides;
p — ühe reisiga veetav kasulik veos kilogrammides;
i — tee kalle protsentides;
f — liikumise takistuskoefitsient.

Teekulud teede ja tee-ehitiste amortisatsiooni osas (s_2) arvutatakse valemi järgi:

$$s_2 = \frac{W}{n},$$

kus: W — teede ja tee-ehitiste täielik maksumus;
n — tee iga (teenindamise kestus) aastates.

Aasta kulude esialgse arvutuse jaoks võib võtta järgmised näitena toodud tee ja tee-ehitiste ead (tab. 5).

Tabel 5.

Teede ja tee-ehitiste tüüp	Ligikaudne iga (k)			
	Elav liiklus	Keskmine liiklus	Väike liiklus	Väga väike liiklus
Parandatud pinnastee . . .	2	4	5	8
Kruusatee	5	8	10	15
Šossee	10	15	20	25
Suured puusillad	15	15	15	15

Ekspluatatsioonikulud teede korrashoiu ja järelevalve osas (s_3) on erinevais tingimustes ja teede erinevate tüüpide jaoks erinevad.

Parandatud pinnasteede jaoks võetakse see liik kulusid orienteerivalt 80 kuni 150 rbl. 1 kilomeetri kohta, kruusateede jaoks — 120 kuni 300 rubla.

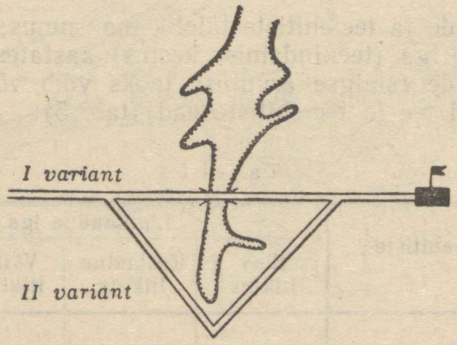
Vaatleme näidet. Oletame, et tee projektimisel tekkis kaks paigutamise varianti (joon. 12). Need variandid on iseloomustatavad järgmiste andmetega: tee ulatus I variandi puhul on 5 km, II variandi puhul 6 km. Ühe kilomeetri ehitamise maksu-

mus kummalgi juhtumil on 1400 rubla. I variandi puhul on tarvis ehitada sild maksumusega 10 000 rubla, II variandi puhul silda ei ole vaja ehitada. Kapitaalmahutuste arvestust võib kummagi variandi kohaselt kujutada järgmiselt (tab. 6).

Tabel 6.

Variantide nr.	Tee ulatus (kilomeetreis)	1 kilomeetri tee ehitamise kulud (rublades)	Tee üldmaksumus (rublades)	Tee-ehitiste maksumus (rublades)	Kapitaalmahutuste kogusumma (rublades)
I	5	1400	7000	10 000	17 000
II	6	1400	8400	ei ole	8400

Teed mööda veetavate veoste kaal võrdub 15 000 t. Vedu toimub autoga.



Joon. 12. Kaks teepaigutamise varianti.

Tee kalle mõlemal juhtumil on üks ja sama. Tonn-kilomeetri veo maksumuseks võtame 0,5 rbl.

Tee eaks võtame 4 aastat, silla eaks aga 10 aastat.

Ekspluatatsioonikuludeks tee korrashoiu osas võtame 150 rubla 1 kilomeetrile. Nii on meil olemas kõik andmed, et arvutada transpordikulusid kummagi variandi järgi:

I variant:

$$s_1 = a \cdot A \cdot l = 0{,}5 \text{ rbl.} \cdot 15\,000 \cdot 5 = 37\,500 \text{ rbl.},$$

$$s_2 = \frac{W}{n} = \frac{7000}{4} + \frac{10\,000}{10} = 2750 \text{ rbl.},$$

$$s_3 = 150 \text{ rbl.} \cdot 5 = 750 \text{ rbl.}$$

Üldine veokulude maksumus I variandi järgi võrdub:

$$37\,500 \text{ rbl.} + 2750 \text{ rbl.} + 750 \text{ rbl.} = 41\,000 \text{ rbl.}$$

II variant:

$$s_1 = a \cdot A \cdot l = 0{,}5 \cdot 15\,000 \cdot 6 = 45\,000 \text{ rbl.},$$

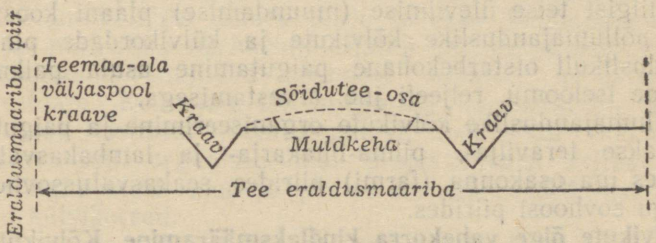
$$s_2 = \frac{W}{n} = \frac{8400}{4} = 2100 \text{ rbl.},$$

$$s_3 = 150 \cdot 6 = 900 \text{ rbl.}$$

Üldine veokulude maksumus II variandi järgi võrdub:

$$45\,000 \text{ rbl.} + 2100 \text{ rbl.} + 900 \text{ rbl.} = 48\,000 \text{ rbl.}$$

Nii saame, et I variant on parem kui II, sest et ta tagab transpordikulude vähendamist 7000 rbl. võrra aastas. I variandi kohaselt õigustavad silla ehitamiseks vajalikud täiendavad kapitaalmahutused end 1½ aasta jooksul, samal ajal kui silla iga määratakse 10 aastale. Järelikult on otstarbekohane valida I variant.



Joon. 13. Tee eraldusmaariba.

Eraldusmaariba. Eraldusmaariba koosseisu kuulub: sõidutee osa, teepeenrad, teeäärsed kraavid (küvetid) ja teemaa-ala väljaspool kraave (joon. 13).

Eraldusmaariba määratakse kindlaks teede iga kategooria jaoks eraldi. 1. klassi teede jaoks 65 m, 2. klassi teede jaoks 50 m, 3. klassi jaoks 40 m, 4. klassi jaoks 30 m ja 5. klassi teede jaoks 20 m.

Sovhooside maakorralduse instruktsiooni kohaselt on magistraalteede eraldusmaariba laius kehtestatud 20—25 m.

Samas instruktsioonis peetakse teede üksikute osade lubatavaks kaldeks: 6% — tasase iseloomuga maastiku puhul, 7% — künkliku ja 8% — mägise maastiku puhul. Erandjuhtumeil lubatakse kalded 1—2% võrra suuremad.

Üleliidulise, vabariikliku, oblastilise ja rajoonilise tähtsusega teed peavad jääma nii suuna kui ka laiuse suhtes muut-

matuks. Neil juhtumeil, kui olemasolevad teed on sovhoosi jaoks ebasoodsad, nähakse ette nende muutmisi, kuid kohustuslikul kooskõlastamisel rajooni või oblasti teeosakonnaga.

Teedevõrgu paigutamise projekt koostatakse topograafilise mõõdistamise, teede, melioratiivsete ja mullastikuliste uurimuste materjalide alusel.

Tulemusena koostatakse joonis olemasolevate ja projektitavate teede põhistamisega, mis kooskõlastatakse rajooni teeosakonnaga.

IV. Põllumajanduslike kõlvikute organiseerimine ja paigutamine.

Töö olemus. Maakorraldusel teostatavad üritused põllumajanduslike kõlvikute organiseerimise ja paigutamise osas on suunatud järgmiste ülesannete lahendamiseks: a) põllumajanduslike kõlvikute õige vahekorra ja külvikordade liikide ning arvu kindlaksmääramine, b) uute maade kasutuselevõtmise ja kõlvikute ühest liigist teise üleviimise (muundamise) plaani koostamine ja c) põllumajanduslike kõlvikute ja külvikordade pindalade majanduslikult otstarbekohane paigutamine asula paiknevuse, muldade iseloomu, reljeefi jne. arvestamisega.

Põllumajanduslike kõlvikute organiseerimine ja paigutamine teostatakse teravilja-, piima-lihakarja- ja lambakasvatussovhoosides iga osakonna (farmi) piirides, seakasvatussovhoosides — kogu sovhoosi piirides.

Kõlvikute õige vahekorra kindlaksmääramine. Kõlvikute õige vahekorra kindlaksmääramine seisneb selles, et majapidamisharude arendamise perspektiivplaani alusel määratakse kõlvikute liigid, külvikordade arv ja maa-alade suurused, mis tuleb eraldada põllu-, farmilähedase ja teiste külvikordade — heinamaa, karjamaa jne. alla. Nende ülesannete lahendamiseks on eelkõige vaja hoolikalt uurida sovhoosi plaani-tootmisülesannet ja organisatsioonilis-majanduslikku plaani, millega see töö peab toimuma täielikus kooskõlas. Samuti on vaja hoolikalt arvestada looduslikke tingimusi, millega seoses tuleb koguda ja tundma õppida kõik materjalid, mis iseloomustavad sovhoosi territooriumi (topograafiliste mõõdistamiste, mullastikuliste, geobotaaniliste, melioratiivsete ja teiste uurimuste materjalid).

Kõlvikute koosseis ja vahekord sõltub eelkõige sovhooside tootmissuunast. Teraviljasovhoosis on kõlvikute koosseis ja vahekord teine kui piima-lihakarjasovhoosis, lambakasvatussovhoosis jälle erinev jne. Sõltuvalt majanduslikest ja looduslikest tingimustest võib kõlvikute vahekord omada suuri kõiku-

misi ka üheliigilise tootmissuunaga sovhoosides. Kõlvikute suurusele ja vahekorrale osutab suurt mõju üksikute majapidamisharude koosseis ja suurus (põllundus, loomakasvatus, köögiviljakasvatus jne.). Võrdse suurusega loomakasvatusharude olemasolu korral, kuid selle erineva organiseerimise juures, on kõlvikute suurused ja vahekorrad erinevad. Loomapidamise iseloom, karja struktuur, eluskaalud ja karja piimaand osutab suurt mõju vajalike söödapindalade suurusele ja seega ka kõlvikute vahekorrale majandis.

Kõlvikute vahekorrale avaldab suurt mõju antud sovhoosis tarvitusel olev söödatootmise tüüp.

Kõlvikute suurust ja vahekorda mõjustavate tingimuste hulka kuuluvad kultuuride viljakus ja kõlvikute produktiivsus.

Sovhoosides külvikordade jaoks võimalike kasutusele võetavate maatükkide kindlakstegemise otstarbel viiakse läbi künnikõlblike maade kindlaksmääramine. Seejuures tuleb arvestada kõigi maafondide kõige täielikumat kasutamist vastavalt sovhoosi suunale ja majapidamisharude otstarbekohasele vahekorrale. Künnikõlblike maade piirid tehakse kindlaks mõõdistamis- ja mullastiku uurimismaterjalide põhjal komisjoni poolt, kelle koosseisu kuuluvad sovhoosi direktor, agronoom ja maakorraldaja. Komisjoni töö tulemused vormistatakse aktiga.

Sõltuvalt sovhoosi tootmissuunast, loodusliku söödabaasi olemasolust, selle organiseerimise projektitavaist üritustest ja teistest tingimustest, luuakse põllu-, farmilähedased, karjamaa- ja teised külvikorrad.

Külvikordade arv määratakse harilikult kindlaks:

a) teravilja-, piima-lihakarja- ja lambakasvatussovhoosides iga osakonna ja farmi jaoks üks põllukülvikord. Sõltuvalt künnikõlblike maade asetusest, samuti aga ka farmide väikeste suuruste puhul, lubatakse lihakarja- ja lambakasvatussovhoosides erandina ühe põllukülvikorra organiseerimine kahe farmi kohta. Seakasvatussovhoosides määratakse kindlaks üks põllukülvikord kogu sovhoosi jaoks. Sõltuvalt pindala suurusest, selle kujust ja farmide hajususest (laialipillutatusest) võib lubada mitme põllukülvikorra loomist;

b) farmilähedasi külvikordi organiseeritakse tavaliselt üks iga farmi kohta;

c) karjamaa-külvikorrad piima-lihakarja- ja lambakasvatussovhoosides projektitakse arvestusega üks külvikord 2—3 veise- või lambakarja kohta.

Sovhoosi köögiviljamaa alla eraldatakse pindala suuruses, mis tagab saaduste nõutaval määral saamise.

Selleks et näidata kõlvikute suuruse ja vahekorra määra-

TRÜ Raamatukogu

Tabel 7.

Söödavajadus farmi jaoks (tsentnereis).

Söödad / Loomade liigid ja rühmad	Üldarv (peade arv)	Heinad		Õled		Kontsentraadid		Mahlakad söödad		Karjamaasööt (haljasmass)	
		Aasta norm ühele loomale	Vajadus kogu karjale	Aasta norm ühele loomale	Vajadus kogu karjale	Aasta norm ühele loomale	Vajadus kogu karjale	Aasta norm ühele loomale	Vajadus kogu karjale	Aasta norm ühele loomale	Vajadus kogu karjale
Sugupullid	4	18,72	74,88	—	—	9,9	39,6	9,0	36,0	63,0	252
Lehmad	400	14,4	5 760,0	10,8	4 320,0	9,0	3 600,0	36,0	14 400,0	72,0	28 800
Tiined mullikad . . .	48	8,28	397,44	9,9	475,2	0,81	38,88	16,56	794,88	63,0	3 024
Noorloomad 1—2-aastased	285	9,9	2 821,5	6,48	1 846,8	4,27	1 216,95	8,46	2 411,1	45,0	12 825
Vasikad kuni 1-aastased	150	9,0	1 350,0	—	—	9,68	1 452,0	5,94	891,0	16,2	2 430
Kastraadid üle 2 aasta vanad	11	8,28	91,08	9,9	108,9	0,81	8,91	16,56	182,16	63,0	693
Kokku . .	898	—	10 494,9	—	6 750,9	—	6 356,34	—	18 715,14	—	48 024
Kindlustusfond	—	25 %	2 623,6	25 %	1 687,7	10 %	635,6	15 %	2 807,25	20 %	9 605
Kõik kokku	—	—	13 118,5	—	8 438,6	—	6 991,94	—	21 522,4	—	57 629
Tööloomad											
Tööhärjad	50	9,9	495	10	500	4,27	213,5	16,56	828	63	3 150
Hobused	45	23,9	1 053	5,4	243	17,28	777,6	—	—	27	1 215
Kokku . .	—	33,8	1 548	—	743	—	991,1	—	828	—	4 365
Kindlustusfond	—	25 %	387	25 %	187,5	10 %	99,1	15 %	123,75	20 %	873
Kõik kokku	—	—	1 935	—	930,5	—	1 090,2	—	951,7	—	5 238
Kokku kogu farmis	—	—	15 053,5	—	9 369,1	—	8 082,1	—	22 474,1	—	62 867

mise korda, toome ligikaudse arvestuse piima-lihakarjasovhoosi ühe farmi kohta:

Farmis on projektitud loomade arv järgmises suuruses:

Sugupullid	4 pead
Lehmad	400 „
Tiined mullikad	48 „
Noorloomad, 1—2-aastased	285 „
Vasikad kuni 1 aastani	150 „
Kastraadid üle 2 aasta	11 „
Tööhärjad	50 „
Hobused	45 „

Antud sovhoosis tarvitusel olevad söödanormid loomade üksikute liikide ja vanuserühmade jaoks on toodud tabelis 7.

Kindlustusfond on tarvitusel koresöötade osas 25%, karjamaa osas 20%, mahlakate söötade osas 15% ja kontsentraatide osas 10%.

Teades loomade arvu, söödanorme ja söötade kindlustusfondi suurust, määratakse söötade vajadus. Arvutused võib teha tabel 7 järgi.

Farmile antud plaani-tootmisülesande kohaselt tuleb peale loomade täielikult söödaga varustamise toota 360 tonni müügiteravilja.

Põllumajanduslike kõlvikute tootlikkus ja põhikultuuride viljakus (hektarisaak) on projektitud järgmises suuruses (1941. aasta kohta):

oder — 20 ts., kaer — 20 ts., suvinisu — 22 ts., talinisu — 24 ts., hein niitmiseks — 30 ts., rohi karjatamiseks — 80 ts., looduslikud karjamaad (parandatud) — 40 ts., silokultuurid ja söödajuurikad — 250 ts.

Sovhoosis projektitava söödahankimise iseloomustamiseks märgime kolm järgmist momenti: 1) iga farm toodab kõiki liike söötasid niisugusel hulgal, mis täielikult katab tema vajadused; 2) hein saadakse põllukülvikorras mitmeaastaste heinte arvel; 3) karjamaad projektitakse looduslikud (parandatud) ja kultuurkarjamaad.

Eespool toodud andmete põhjal määrame vajalikud maapindalad (tab. 8).

Tabelist nähtub, et üksikute kultuuride alla tuleb võtta järgmised pindalad: kaer ja oder — 404,1 ha, suvinisu — 86,3 ha, talinisu — 70,8 ha, hein niitmiseks — 501,8 ha. Kõik need kultuurid mahuvad 8-väljalisse põllukülvikorda kultuuride järgmise vaheldumise järjestusega: 1) mustkesa, 2) talinisu, 3) oder + heinad, 4, 5 ja 6) heinad, 7) suvinisu, 8) kaer.

Tabel 8.

Vajalike pindalade määramine farmi kohta.

	Kaer — oder			Talinisu			Suvinisu		
	Vajadus (tsentnereis)	Hektarisaak (tsentnereis)	Pindala (hektarites)	Vajadus (tsentnereis)	Hektarisaak (tsentnereis)	Pindala (hektarites)	Vajadus (tsentnereis)	Hektarisaak (tsentnereis)	Pindala (hektarites)
Veised farmis . . .	6991,9	20	349,8	—	—	—	—	—	—
Tööloomad	1090,2	—	54,3	—	—	—	—	—	—
Müügiteravili . . .	—	—	—	1700	24	70,8	1900	22	86,3
Kokku	8082,1	20	404,1	1700	24	70,8	1900	22	86,3

	Hein			Silojuurikad			Karjamaad (haljasmass)		
	Vajadus (tsentnereis)	Hektari produktiivsus (tsentnereis)	Pindala (hektarites)	Vajadus (tsentnereis)	Hektari produktiivsus (tsentnereis)	Pindala (hektarites)	Vajadus (tsentnereis)	Hektari produktiivsus (tsentnereis)	Pindala (hektarites)
1	13 118,5	30	437,3	21 522,4	250	86,09	57 629	40—80	—
2	1 935,0	—	64,5	951,7	—	3,80	5 238	—	—
Kokku	15 053,5	30	501,8	22 474,1	250	89,89	62 867	—	—

Keskmine välja suurus on 180 ha, kogu põllukülvikorra pindala on aga 1440 ha.

Söödajuurikad ja silokultuurid pindalaga 90 ha paigutatakse 5-väljalisse farmilähedasse külvikorda. Välja keskmiseks suuruseks on 45 ha, kogu farmilähedase külvikorra pindala aga määratakse 225 ha.

Farmis olevate loomade üldine haljasmassi vajadus on määratud 65 867 tsentnerile. Osa haljasmassi saadakse looduslikelt karjamaadelt, peamiselt kevadel ja sügisel. Antud farmis moodustab kevadiste ja sügiseste karjamaade pindala 700 ha. Sellelt pindalalt saadakse 28 000 ts. Ülejäänud mass 34 867 tsentneri ulatuses saadakse karjamaa-külvikorrast. 8-väljalise karjamaa-külvikorra puhul, kus 6 välja hein on karjatamise all, läheb tarvis 640-ha-ne pindala. Peale selle

projektitakse farmi puuviljaaed pindalaga 5 ha ja köögiviljaaed pindalaga 15 ha.

Seega määratakse farmis kõlvikute suhtes järgmine vahekord (tab. 9).

Tabel 9.

Kõlvikute nimetus	Pindala (hektarites)	Protsentides kogu pindalast
Põllukülvikord	1440	47,7
Farmilähedane külvikord	225	7,4
Karjamaa-külvikord	640	21,1
Looduslikud karjamaad	700	23,1
Puuviljaaed, Köögiviljaaed	20	0,7
Kokku	3025	100,0

Analoogiliselt toimub kõlvikute vahekorra määramine ka teiste tootmisharudega sovhoosides.

Kõlvikute transformeerimine. Pärast projektitava kõlvikute koosseisu ja vahekorra määramist vastandatakse see olemasoleva kõlvikute vahekorraga järgmise näiteks toodud vormi kohaselt (tab. 10).

Tabel 10.

Kõlvikute vajalike pindalade bilanss.

Kõlvikute nimetus	On olemas ha	On vaja ha	Puudujääk — Ülejääk +
Asula alla kuuluv maa			
Puuviljaaed			
Köögiviljaaed			
Põld			
a) põllukülvikord			
b) farmilähedane külvikord			
c) karjamaa-külvikord			
Heinamaa, looduslik			
Karjamaa, looduslik			
Metsaribad			
jne.			
Kokku			

Paljudel juhtumitel ei vasta projekti koostamise momendil olemasolev kõlvikute vahekord sellele, mis on vajalik sovhoosi organisatsioonilis-majandusliku korraldamise plaanis ettenähtud kõigi tootmisharude edukaks arendamiseks.

Neil juhtumeil on tarvis ette näha kõlvikute ülekandmine ühest liigist teise. Näiteks võib põllumaa puudujäägi korral kavastada uudismaade, madalasaagiliste kuivade karjamaade, aruheinamaade jne. üleskündmist. Mõningail juhtumeil ei piisa plaani-tootmisülesande täitmiseks juba majanduslikule kasutamisele võetud kõlvikute transformeerimise teostamisest, sest et nende üldsuurus ei ole küllaldane. Neil juhtumeil tuleb kavastada lihtsaimaid melioratiivseid võtteid nõudvate põõsastike, vanade raismike, soostunud pindalade jms. kasutusele võtmist.

Uute maade kasutusele võtmisel kõrvuti pindala suurendamisega peab katsuma lahusolevaid maatükke koondada suuremateks massiivideks, et luua ratsionaalset ja mehhaniseeritud harimist soodustav kuju.

Maatükkide määramisel juurimiseks või kuivendamiseks tuleb eelkõige lahendada küsimus nende kõlblikkuse üle selleks või teiseks kõlvikuks, sõltuvalt pinnasest ja reljeefist. Selle küsimuse lahendamine peab põhinema maamassiivide omaduste hoolikal uurimisel. Kasutusele võtmiseks projektitavad uued maatükid peab täpselt ära märkima plaanil ja detailselt kirjeldama. Peale selle tuleb koostada kasutusele võtmisega seoses olevate kulude arvestus. Uute maade kasutusele võtmise kord ja järjestus määratakse kindlaks lähtudes tööde mahust ja selleks ürituseks assigneeritud kapitaalmahutuste suurusest ning seotakse kõige tihedamalt õigetele külvikordadele ülemineku plaaniga. Juurimisele on keelatud võtta metsamassiive, mis omavad veesäilitamise, mulla- või põllukaitse tähtsust.

Põllumajanduslike kõlvikute organiseerimisel ja paigutamisel arvestatakse sovhoosi üksikute maatükkide kuivendamise ja niisutamise üritusi.

Mullaerimite arvestamine. Üksikute kõlvikuliikide ja külvikordade paigutamisele esitatud põhinõue seisneb selles, et luua parimaid tingimusi maa efektiivsemaks kasutamiseks, põllumajanduslike kultuuride viljakuse tõstmiseks ja tootmisprotsesside ratsionaalseks organiseerimiseks. Seoses sellega omab suurt tähtsust üksikute kõlvikuliikide ja külvikordade õige paigutamine mullaerimite suhtes. Põld, mis on intensiivne, majanduslikult kõige tähtsam kõlvik, peab paiknema paremate muldadel. Looduslikeks heinamaadeks eraldatakse luha- ja limaanimaa-alad, samuti aga ka püsiva rohtkattega uudismaad ja vanad söödid, mis ei ole võetud külvikordadesse ja mis lubavad masinaga heinaniitmist.

Looduslike karjamaade jaoks, mis on mullastiku suhtes vähem nõudlikud, eraldatakse maad, mis on kõlblikud loo-

made karjatamiseks ja mis ei kuulu külvikordadesse ega heinamaade hulka.

Reljeefi arvestamine. Reljeef osutab suurt mõju masina-traktoripargi kasutuse efektiivsusele. Sõltuvalt reljeefist muutub traktorite liikumise kiirus, sellega seoses aga ka agregaatide tööjõudlus.

Reljeefi negatiivne mõju tootlikkusele seisneb traktori lisaveojõu kulutamises kasuliku töö arvel liikumisel tõusu suunas.

Veojõu kaotust võib teoreetiliselt arvutada järgmise valemi järgi:

$$p = (Q_1 + Q_2) \sin \alpha$$

või, asendades $\sin \alpha$ väikeste tõusunurkade puhul $i = \frac{h}{d}$, saame

$$p = (Q_1 + Q_2) i,$$

kus: p — agregaadi lisatakistus liikumisel tõusu suunas,
i — kalle protsentides,
$Q_1 + Q_2$ — traktori ja talle järelehaagitud masinate või tööriistade kaal.

Põllumajanduse Mehhaniseerimise ja Elektrifitseerimise Instituudi poolt teostatud katselised tööd näitavad, et tegelikult ületab veojõu kaotus tunduvalt teoreetiliselt arvutatud suurusi (tab. 11).

Tabel 11.

Traktori veojõu kaotus tõusu iga kraadi kohta [1].

Tööde liigid	Traktor ЧТЗ	Traktor СТЗ—ХТЗ
Kündmine	7	8,5
Külvamine	10	13
Koristamine kombainiga	12,5	18

Reljeefi summaarsest mõjust tootlikkusele ja põletise kulutusele võib anda kujutluse tabel 12.

Viimasel ajal töötavad paljud traktoristid-stahhaanovlased traktoritega 3-ndal kiirusel. See asjaolu tingib veel hoolikamat reljeefi arvestamise vajadust.

Peale masina kasutamise mõjustamist avaldab reljeef negatiivset mõju kultuuride viljakusele ja kõlvikute produktiivsusele. Asi seisneb selles, et teravalt väljakujunenud reljeefi puhul toimub mullakatte ärauhtumine, toitainete väljauhtumine ja jää-

[1] И. И. Бойко, Значение рельефа в агротехнике и трактороиспользовании, Москва 1938.

rakute tekkimine, sellega seoses aga järsk viljakuse langus, mille juures erosiooniprotsessid toimuvad künnimaadel tunduvalt tugevamini kui karja- ja heinamaadel.

Tabel 12.

Reljeefi mõju tootlikkusele ja põletise kulutusele [2].

Traktori tüüp	Tootlikkuse vähenemine (%-des)			Põletise kulutuse suurenemine (%-des)		
	Kallakuse nurgad					
	2°	4°	6°	2°	4°	6°
Ratastega	5	10	14	2	6	10
Linttraktor . . .	2	8	10	—	3	8

Muldade ärauhtumisest ja laialiuhtumisest tekitatud kahju vähendamise otstarbel tuleb külvikorramassiivide alla eraldada rahuliku reljeefiga maatükke.

Erosioonile alluvais rajoonides, tunduva kallakusega ja osaliselt ärauhutud muldadega maatükkidele soovitatakse nende muldade taastamiseks luua spetsiaalsed külvikorrad, milles rohttaimed omaksid suurt osatähtsust.

Kõlvikute paigutamine asula suhtes. Üksikud kõlvikud, omades oma kasutamiselt erinevat otstarvet, tingivad transpordikulude erinevat suurust, töö ja tootmisvahendite erinevat kulutuse hulka. Nii on transpordikulud köögivilja-külvikordades 3—4 korda suuremad võrreldes põllukülvikorraga ja 15—20 korda suuremad võrreldes loodusliku heinamaaga.

Paremate tingimuste loomise otstarbel tootmisprotsesside juhtimisel ja järelevalvel, tööjõu ja tootmisvahendite tühjalt edasiliikumiste vähendamisel, transpordi ja karja-ajamise kulude kokkuhoius tuleb kõlvikud, mis omavad suurt veomahtu ja mis on seotud pindalaühiku kohta tuleva suure töömahuga, samuti aga ka vasikate, sigade ja lüpsilehmade karjamaad paigutada võimalikult asula lähedale.

Teraviljasovhoosi jaoks võib tingimusel, kui loomaksavatusfarm on ühitatud osakonna asulaga, orienteerivalt asula suhtes soovitada järgmist kõlvikute paigutamise korda (muude võrdsete tingimuste juures).

[2] Я. В. Шестопал, Б. Н. Антоновский, Руководство по установлению норм расхода горючего и производительности для тракторов на с.-х. работах, Москва 1936.

Asula lähedusse paigutada farmilähedane külvikord ja karjamaad sigadele ning vasikatele. Selle järel põllukülvikord ja karjamaad lehmadele ning tööloomadele, kõige kaugemasse ossa aga karjamaad kariloomade teistele liikidele (karjamaal nuumatavad loomad, vanemaealine remont-noorkari ja lambad). Loomakasvatusfarmi paigutamisel osakonna asulast eraldi peab eespool toodud skeemi muutma selliselt, et söödakõlvikud oleksid koondatud farmi lähedale, põllumassiiv aga paigutatud osakonna asula lähedale.

Köögivilja-piimakarjasovhooside jaoks võib soovitada järgmist paigutusskeemi: asulale lähemale paigutada köögivilja- ja farmilähedane külvikord, samuti aga ka karjamaad vasikatele ja sigadele, pärast seda põllukülvikord ning karjamaa lehmadele ja tööloomadele, siis heinamaa ja karjamaa kariloomade teiste liikide jaoks.

Piima-lihakarjasovhoosides soovitatakse asula otsesesse lähedusse paigutada kõlvikute esimene rühm, mis moodustab: a) farmilähedase külvikorra, b) karjamaad vasikatele 4 kuust kuni 1 aastani, c) karjamaad tööloomadele; siis kõlvikute teine rühm, mis moodustab: a) karjamaad lehmadele, b) põllukülvikorra ja c) heinamaa. Territooriumi kõige kaugematesse osadesse paigutatagu kõlvikute kolmas rühm, mis moodustab: a) karjamaad remont-noorkarja vanemaealistele rühmadele, b) karjamaad karjamaadel nuumatavaile loomadele ja c) karjamaad lammastele.

On täiesti ilmne, et eespool toodud skeemid omavad üsna tingimuslikku tähendust, konkreetsetes tingimustes muutuvad nad tunduvalt, olenedes mullastikust, reljeefist, rohtkatte botaanilisest koosseisust, veeallikaist jne.

Lambakasvatussovhoosides omab kõlvikute paigutamine asula suhtes suuri iseärasusi, mis tulenevad tootmise organiseerimise iseloomust. Lambakasvatussovhoosides on farmiasulate kõrval olemas lamblad. Lammaste arv jaotatakse üksikuteks lambakarjadeks, mis laudasoleku-perioodil asuvad lamblates, karjatamisperioodil aga peetakse neid igale lambakarjale kinnistatud karjamaatükkidel. Seepärast ei tule kõlvikute paigutamisel arvestada mitte ainult farmide asulate paigutust, vaid ka lamblate asukohta. Põllukülvikord paigutatakse selliselt, et oleks tagatud soodne ja võimaluse korral ka kõige lühem ühendus nii farmiasulaga kui ka üksikute lamblatega. Karjamaa-külvikord tuleb paigutada looduslike karjamaade suhtes soodsalt, et tagada paremaid tingimusi loomade karjatamiseks. Farmilähedased külvikorrad paigutatakse veisefarmide otsesesse lähedusse. Looduslikud karjamaad peavad paiknema lamblate lähedal, tagades nii loo-

made karjatamise ratsionaalse organiseerimise. Heinamaa paigutamisel tuleb lähtuda hõlpsast heinaveo võimalusest üksikutele lamblatele.

Majandiväliste majanduslike punktide ja kõlvikute vaheliste seoste arvestus. Põllumajanduslike kõlvikute ja sovhoosiväliste majanduslike punktide vahel on olemas rida tootmisseoseid. Nagu teada, saadetakse suurem osa põllunduse ja köögiviljanduse müügitoodangust vahetult väljadelt laadimispunktidesse. Suurem osa mineraalväetisi veetakse väljadele otseselt kas laadimispunktist või väetiste tootmiskohtadest. Seepärast tuleb kõlvikute paigutamisel põllumassiivid asetada nii, et oleks soodne teostada ühendust laadimispunktidega, põllumajandusliku toodangu töötlemise tehastega jms.

Üksikute kõlvikuliikide ja külvikordade kasutamine toimub väga sageli vastastikuses seoses. Näiteks looduslike ja kultuurkarjamaade olemasolles ei toimu loomade karjatamine nendel vaheldumisi mitte ainult sesooni, vaid ka karjatamispäeva jooksul. Kultuurkarjamaade paigutamise korral looduslikest karjamaadest liiga kaugele tekib palju ebamugavusi loomade karjatamise organiseerimisel. Kultuurkarjamaad luuakse peamiselt karjamaa-külvikordade organiseerimise teel. Kui kogu farmi kohta organiseeritakse üks karjamaa-külvikord, siis tuleb rida veise- või lambakarju vältimatult ajada suurtele kaugustele. Ühe üldfarmilise karjamaa-külvikorra loomine on vastuvõetamatu ka sanitaar-profülaktiliste tingimuste tõttu. Kõige otstarbekohasem on karjamaa-külvikordade organiseerimine 2—3 naabruses oleva veise- või lambakarja jaoks.

Karjamaa-külvikorra ja looduslike karjamaade soovitavat vastastikust paigutust võib kujutada skeemina järgmisel kujul (joon. 14).

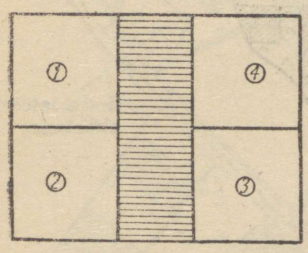
Konkreetsete sovhooside tingimustes üksikute kõlvikute vahel on olemas küllaltki mitmekesine seoste iseloom ja seda kõike tuleb arvestada maakorralduse projekti koostamisel.

Veeallikate ja vee-ehitiste paigutamise arvestus. Kõlvikute paigutamisel tuleb luua kõige paremad tingimused olemasolevate veeallikate kasutamiseks, samuti aga ka uute vee-ehitiste loomiseks vähimate kuludega.

Üksikud põllumajanduslikud kõlvikud ja külvikorrad ei ole vee suhtes ühesuguse nõudlikkusega. Kõige nõudlikumad on köögivilja-külvikorrad, kus vesi on vajalik kultuuride kastmiseks, seejuures ületab vee kulutus kastmiseks mitmekordselt vee kulutuse joogi ja majapidamise vajadusteks. Seepärast paigutatagu köögivilja-külvikorrad veeallikatele võimalikult lähemale. Samuti

on vee suhtes väga nõudlikud karjamaakõlvikud. Siin on tarvis suurel hulgal vett inimeste ja loomade nõuete rahuldamiseks.

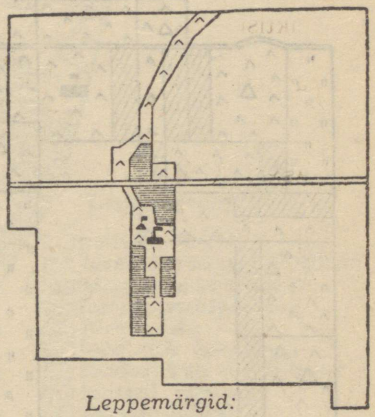
Zooveterinaarsete tingimuste arvestus. Karjatamiskõlvikute eraldamisel tuleb arvestada zooveterinaarseid nõudeid, mis seisnevad eelkõige selles, et karjamaade alla eraldatavatel maatükkidel ei oleks nakkusallikaid. On teada, et sellised haigused, nagu siberi katk, katarriline peapalavik, sisuse-ussid ja paljud teised nakkushaigused levivad kõige rohkem neil juhtumeil, kui loomi



Leppemärgid:

looduslikud karjamaad
kultuurkarjamaad
①④ veisekarjade maatükkide numbrid

Joon. 14. Looduslike ja kultuurkarjamaade skemaatiline vastastikune paigutus.



Leppemärgid:

osakonna asula
lambafarm
põllukülvikord
farmilähedane külvikord
looduslik karjamaa

Joon. 15. Põllumajanduslike kõlvikute paigutuse skeem teraviljasovhoosi „Bolševik" osakonnas nr. 3.

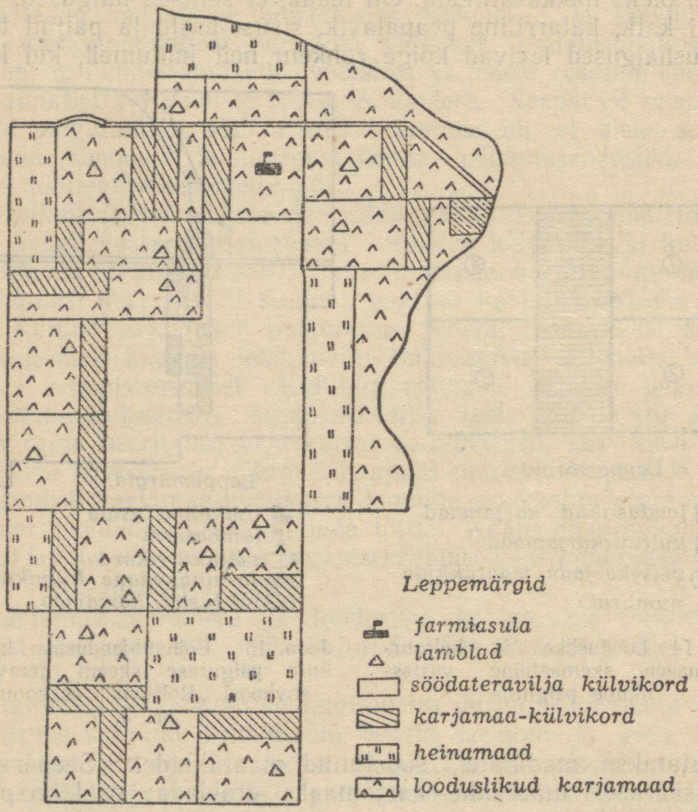
karjatatakse madalatel, soostunud maatükkidel. Seepärast ei tohi sääraseid maatükke karjamaaks eraldada; neid on parem kasutada heinamaana.

Zooveterinaarses suhtes esitatakse eriti suuri nõudeid lammaste karjamaadele. Lammastele mõjuvad väga halvasti niisked karjamaad, mis soodustavad nende haigestumist sisuse-ussidesse. Samuti on vähekõlblikud ka metsakarjamaad. Lammastele sobivad kõige paremini kuiva stepitaimestikuga karjamaad.

Zooveterinaarsete tingimuste kohaselt on soovitav karjamaade alla eraldada maatükke, mis asetsevad kõrgematel kohtadel ja omavad vee head äravoolu ning mulla head õhustust.

Teedelt võivad edasi kanduda mitmet liiki loomataudid. See-

pärast välditagu teede rajamist, eriti majandivahelise tähtsusega teede rajamist, mööda karjamaamassiive. Kõlvikute paigutamisel eraldatakse maatükid loomade matusepaikadeks. Nende suurused ja kohad määratakse sovhoosi loomaarsti poolt. Karjamaade alla võidakse eraldada metsamassiive (järgides metsakaitse reeg-



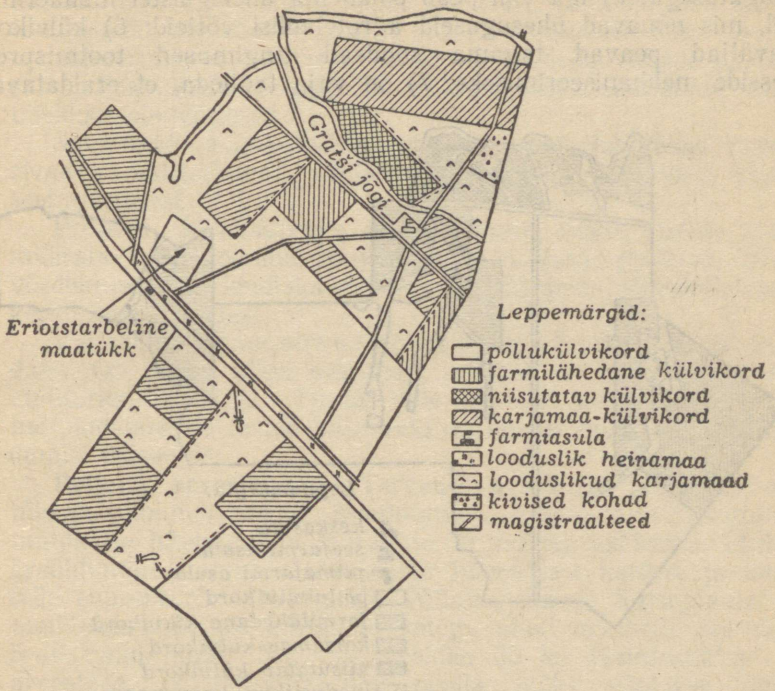
Joon. 16. Põllumajanduslike kõlvikute paigutuse skeem Ipatovski lambakasvatussovhoosi farmis nr. 1.

leid), põõsastikke, samuti aga ka erilisi mägikarjamaid. Karjamaade hulka ei arvata tunduvate uuristusprotsessidega jäärakute (kuristike) järske nõlvu ja soostunud maid.

Põllumajanduslike kõlvikute organiseerimise ja paigutamise tulemusena koostatakse kõlvikute eksplikatsioon.

Illustratsiooniks toome põllumajanduslike kõlvikute paiguta-

mise projektid teraviljasovhoosi „Bolševik" kolmandas osakonnas (joon. 15), Ipatovski lambakasvatussovhoosi farmis nr. 1 (joon. 16), piima-lihakarjasovhoosi „Kotluban" farmis nr. 3 (joon. 17) ja seakasvatussovhoosis „Šturm" (joon. 18).



Joon. 17. Põllumajanduslike kõlvikute paigutuse skeem sovhoosi „Kotluban" farmis nr. 3.

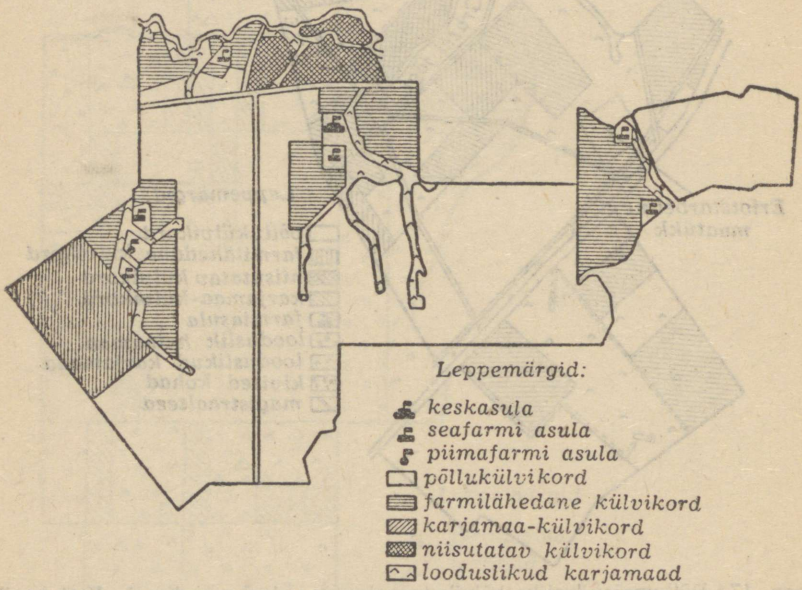
V. Külvikorraväljade paigutamine.

Väljade paigutamise üldprintsiibid. Külvikorraväljade paigutamine peab looma sellised territoriaalsed tingimused, mis soodustavad viljakuse pidevat tõusu, töötootlikkuse tõusu ja masina-traktoripargi kasutamise efektiivsuse suurenemist.

Lähtudes sellest, tuleb väljade paigutamise aluseks võtta järgmised põhinõuded:

1) väljad peavad olema omavahel pindvõrdsed; 2) igale külvikorraväljale peab olema tagatud soodne ja lühim side asulaga; 3) väljad tuleb reljeefi suhtes asetada nii, et põuastes rajoonides oleks tagatud niiskuse maksimaalne säilimine mullas,

et oleks loodud soodsad tingimused muldade ärauhtumise ja laialiuhtumise vastu ning oleks tagatud traktorite, kombainide ja teiste tootmisvahendite kõige efektiivsem kasutamine; 4) väljade suund peab olema kooskõlastatud põllukaitse-metsaribade paigutusega; 5) iga väli peab paiknema üheliigilistel mullaerimitel, mis nõuavad ühesuguseid agrotehnilisi võtteid; 6) külvikorraväljad peavad tagama soodsad tingimused tootmisprotsesside mehhaniseerimiseks; 7) on vaja taotleda, et eraldatavad



Joon. 18. Põllumajanduslike kõlvikute paigutuse skeem seakasvatussovhoosis „Sturm".

väljad oleksid nii kuju, reljeefi, mullaerimite kui ka teiste tingimuste suhtes soodsad töökohtadeks jaotamise jaoks; 8) ühesuguste kultuuridega väljad paigutada kõrvuti.

Peatume eespool mainitud nõuete sisu juures.

Väljade pindvõrdsus. Kõikumised väljade suurustes avaldavad negatiivset mõju tootmise organiseerimisele. Suuruselt erinevad väljad tingivad, vastavalt külvikorra rotatsiooniaastatele, toodangus erinevaid saake ja esitavad erineva vajaduse tööjõus ning tootmisvahendeis. Neil aastail, mil juhtivad kultuurid võtavad enda alla pindalalt suuremaid välju, saab majand kõrgema kogusaagi ja vastupidi, väiksemate väljadega aastail võib majan-

dil esineda raskusi plaanilülesande täitmisel ja loomade varustamisel söötadega. Väljade erinev suurus põhjustab üksikuil rotatsiooniaastail erinevat töömahtu. Selle tagajärjel võib ühtedel aastatel olla tootmisvahendeist ja tööjõust puudus, teistel aastatel aga võib esineda nende ülejääke. Kõik see loob majandi tootmisnäitajate ebakindluse ja mõjub negatiivselt kogu tootmise organiseerimisele. Seepärast on tarvis taotleda väljade pindvõrdsust. Praktiliselt on paljudel juhtudel raske saavutada väljade täielikku pindvõrdsust.

Sovhooside maakorralduse instruktsioonis lubatakse orienteerivalt kõrvalekaldumisi väljade pindalades 5—7% välja keskmisest suurusest.

Projekti põhistamiseks pindvõrdsuse suhtes tuleb, esiteks, määrata projektplaanil projektitavate väljade pindalad, teiseks, võrdlemise teel kindlaks teha välja pindala kõrvalekaldumine keskmisest pindalast.

Väljade iseloomustamine ainult pindalade järgi ei ole küllaldane. On tarvis välja selgitada, millised on kõrvalekaldumised kultuuride üldsaagis. Teades selle või teise kultuuri alla määratud pindalasid ja nende viljasaaki on hõlpus määrata kõrvalekaldumisi üldsaagis.

Reljeefi arvestamine. Teravalt avalduva reljeefiga maatükkidel toimub mulla ärauhtumine, toitainete väljauhtumine, muldkatte hävimine ja jäärakute (kuristike) tekkimine. Muldade ärauhtumine toimub alates kõige tühisemast kaldest ja kasvab selle suurenedes. Novossilski Põllumajanduse Katsejaama andmeil uhtub üksnes kevadiste vetega ühelt hektarilt ära umbes 5—6 tonni mulla ibet, mis sisaldab 20 kg lämmastikku. Kui arvestada, et teravilja ühe puuda jaoks võetakse mullast 0,5—1 kg lämmastikku, siis mulla ärauhtumisest tingitud kultuuride viljakuse kaotused moodustavad tohutu suure summa.

Seoses jäärakute tekkimisega toimub majanduslikult kasuliku pindala vähenemine, mis samuti toob majandile suurt kahju. Võitluses mulla ärauhtumis- ja laialiuhtumisprotsesside vastu omab suurt tähtsust territooriumi õige organiseerimine ja eriti külvikorraväljade õige paigutamine.

Erosiooniprotsesse soodustab suuresti piki nõlva teostatud künd ja vastupidi, põiki nõlva toimuv künd vähendab pinnapealse äravoolu koefitsienti ning vähendab seega toitainete väljakandmist ning mulla hävitamist.

Põiki nõlva toimunud künd üheaegse erosiooni nõrgendamisega soodustab niiskuse kogunemist mullas.

Liigniiskusega rajoonides peavad liigse niiskuse eemaldamise otstarbel väljad asetsema nii, et põhilised põllutööd toimuksid

nõlva suhtes nurga all. Kuid see ei tohi siiski võimaldada erosiooniprotsesse.

Sõltuvalt reljeefist muutub traktori võimsuse kasulik rakendamine ja traktori liikumise kiirus, millega seoses muutub agregaatide tööjõudlus. Reljeef avaldab mõju masina-traktoripargi kulumise suurenemisele, põletise ja määrdeainete kulu suurenemisele ja teostatavate tööde kvaliteedile.

Väljade õige paigutamise teel tuleb reljeefi negatiivne mõju viia miinimumini. Seoses sellega on tarvis väljad asetada reljeefi suhtes nii, et põhiliste põllutööprotsesside suund ühtiks horisontaalide suunaga või oleks nende suhtes väikese nurga all, tagades traktori töötamist 2-sel ja 3-ndal kiirusel. Niisiis reljeefi suhtes viljakuse ja masina kasutamise poolt väljade paigutamisele esitatavad nõuded ühtivad; see asjaolu hõlbustab küsimuse lahendamist. Selle tagajärjel, et mulla füüsikalis-keemilised omadused ja mulla niiskumise tingimused on sõltuvuses reljeefi elementidest, tuleb iga väli paigutada reljeefi ühesugustele elementidele, mitte lubades ühe välja koosseisu võtta erinevaid nõlvu (näiteks lõuna- ja põhjapoolseid).

Mullaerimite arvestamine. Erinevad mullad, erinedes üksteisest oma füüsikalis-keemilistelt omadustelt ja niiskumise tingimustelt, omavad erinevat „küpsust". Ühed on harimiseks valmis varem, teised hiljem. Seepärast tuleb siis, kui ühe välja koosseisu võetakse teravalt erinevaid mullaerimeid, välja üksikuil osadel teostada põlluharimist ja külvi eri ajal, mis kutsub esile liigseid sõite, ebatootlikke ajakaotusi ja terve rea muid ebamugavusi. Üksteisest väga erinevate mullaerimite võtmine ühe välja hulka raskendab mulla õiget harimist, mis negatiivselt mõjustab kultuuride viljakust. Seepärast tuleb väljade paigutamisel taotleda, et igasse väljasse võetakse oma omadustelt võimalikult ühesugused mullad.

Kompaktsus ja kuju. Soodsaimate tootmistingimuste loomiseks on tarvis taotleda, et iga väli koosneks ühest kompaktsest massiivist. Väljade piirid peavad võimalust mööda ühtima looduslike kontuuride piiridega. Väljade tükeldamine jõekestega, jäärakutega ja teiste takistustega ei ole harilikult lubatud. Mitme eraldatud maatüki liitmine ühe välja koosseisu tingib asjatuid tühisõite, raskendab juhtimist ja loob ebamugavusi agregaatide teenindamisel. Ebakorrapärane kuju raskendab tugevasti tootmisprotsesside organiseerimist üldse ja mehhaniseeritud protsesside organiseerimist eriti.

Suurt raskust mehhaniseeritud protsessidele tekitavad kolmnurgakujulised maatükid. Sääraste maatükkide harimine tingib asjatuid tühje sissesõite ja pööramisi. Kirjanduses olemasolevate

andmete põhjal on kolmnurgakujuliste maatükkide harimisel tühje sissesõite 2—2,5 korda rohkem, võrreldes tühisõitudega sama suurusega, kuid ristküliku kuju omavate maatükkide harimisel.

Tootmisprotsesside ratsionaalse organiseerimise alal omab suurt tähtsust väljade pikkus. Lühikesed maatükid põhjustavad asjatuid sõite ja pöördeid, vähendades järelikult seega kasulikku tööaega. Peale selle töötamisel lühikeste külgedega maatükkidel toimuvad agregaatide suhteliselt sagedased pööramised, suureneb masinate kulumine. Maatükkide pikkuse vähenedes muutuvad tühjad sissesõidud ja pööramised üha enam tunduvamaiks, mis nähtub tabelist 13.

Tabel 13.

Maatükkide pikkuse mõju tühisõitudest ja pööramistest tingitud kadudele (protsentides kogu tee pikkusele).

Maatüki pikkus (meetreis)	Kündmine traktoriga		Külvamine traktoriga ЧТЗ kuue külvimasinaga	Viljakoristamine kombainiga (СЗК)
	ЧТЗ	СТЗ		
500	16	11	20	10
1000	10	7	10	5,6
2000	7	4,5	5	3,3

Eriti suurt mõju töötootlikkusele osutab maatüki pikkus rühvel- (vaheltharitavate) kultuuride juures. Nii näiteks masinaga kartulipanemisel kujuneb keskmine tööjõudlus tunnis järgmiseks:

	Vao pikkus (meetreis)			
	1500	910—1120	400—700	200—370
Keskmine tööjõudlus 1 tunnis				
hektarites	1,03	0,85	0,76	0,58
protsentides	100	83	74	56

Tabelist nähtub, et 200—370 m pikkusel maatükil on tööjõudlus peaaegu 2 korda madalam, võrreldes 1500 m pikkuse maatükiga. Maatüki kõige soodsamaks pikkuseks on 2—2,5 km. Maatüki selline pikkus lubab hõlpsasti organiseerida kõiki tootmisprotsesse; olenevalt looduslikest tingimustest ja maakasutuse

suurusest tuleb väga sageli eraldada 1—1,5 km pikkusega ja lühemaid välju. Väljade pikkuse määramine peab toimuma, arvestades põllukaitse-metsaribade kõige soovitatavamat vahekaugust. Väljade pikemad küljed peavad olema paralleelsed.

Põllukaitse-metsaribade paigutamise nõuete arvestamine. Põllukaitse-metsaribad esitavad omi spetsiifilisi nõudeid õigeks paigutamiseks majandi territooriumile. Väljade paigutamine peab olema seotud põllukaitse-metsaribade paigutusega ja peab teatud määral alluma selle paigutuse nõuetele. Selleks et projektis paremini arvestada ja teostada põllukaitse-metsaribade paigutuse nõudeid, on tarvis üheaegselt külvikordade väljade paigutamise projektiga koostada põllukaitse-metsaribade paigutamise eskiisprojekt.

Põlluteede paigutamine. Põlluteede võrgu paigutamise projektimisel on tarvis arvestada järgmisi nõudeid:

1. Külvikorra iga väli olgu varustatud soodsate teedega, mis tagavad lühima tee veoste, tööjõu ja tootmisvahendite edasiliikumisel. Teed peavad tagama hõlpsat juurdepääsu veeallikatele, lamblatele ja põllulaagritele.
2. Teed peavad harilikult kulgema mööda väljade piire. Ei ole lubatud väljade tükeldamine osadeks, sest et see loob ebamugavusi põllutööde teostamisel.
3. Teed rajatakse mööda tasast ja kindlat pinnast, väikese arvu käänakutega.
4. Põlluteed peab paigutama metsaribade suhtes lõuna või kagu poole.
5. Põlluteede ühendus magistraalteedega on soovitav teostada täisnurga all. Teede ühendamine teravnurga all loob ebamugavusi teedega piirnevate maatükkide harimisel.
6. Teedealuse maa mittetootliku kasutamise vältimiseks tuleb taotleda, et üks tee teenindaks mitte üht, vaid mitut välja.

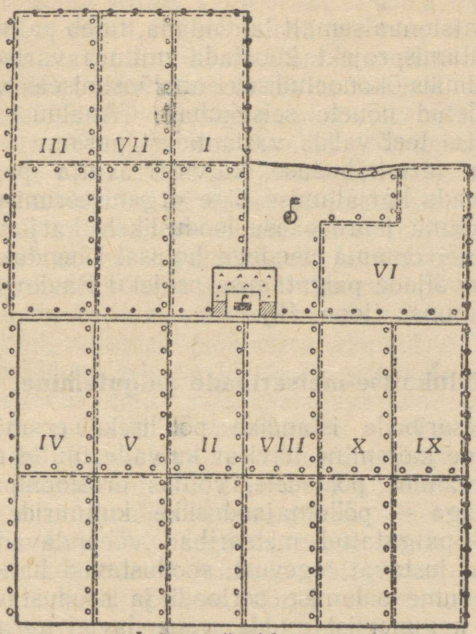
Sõltuvalt väljadel töötavate masinate tüüpidest, veokäibest ja liikluse intensiivsusest projektitakse põlluteed laiusega 5 kuni 10 m.

Kindlaksmääratud külvikorrale ülemineku plaan. Ülemineku-plaanile esitatud põhinõuded on järgmised: a) tagada plaaniülesande täitmine ja kultuuride viljakuse tõstmine ülemineku-aastail; b) tagada tootmisvahendite ja tööjõu ühtlane kulutus üksikute aastate viisi; c) ülemineku tähtaeg peab olema võimalikult minimaalne.

Vastavalt neile nõuetele on tarvis taotleda, et igale väljale oleks ette nähtud kõrget viljasaaki tagavad samaliigilised eelkultuurid.

Neil juhtumeil, kui kasutusele võetud põllumaa kõrval võe-

takse väljade hulka ka uudismaid, on need soovitav jaotada kõigile väljadele ühtlaselt. Ühe välja koosseisu ei või võtta pindalasid, mis on tootmiseks kõlblikud ainult pärast melioratsiooni teostamist, sest et see võib asetada majandi raskesse olukorda plaaniülesande täitmise ja loomade söötadega varustamise suhtes ning



Joon. 19. Väljade paigutuse skeem teraviljasovhoosi „Pavlovskoje" 5-ndas osakonnas.

kutsuda esile tootmisvahendite ja tööjõu ülekoormuse üksikuil aastail.

Üleminekuplaani koostamiseks tuleb koostada väljade ajalugu. See peab näitama, milliste kultuuride all olid väljad eelmistel aastatel. Väljade ajalugu ja üleminekuplaan koostatakse tabeli kujul. Peale selle võib ülevaatlikkuse mõttes kujutada väljade ajalugu ja üleminekuplaani graafilise skeemina.

Väljade paigutamisel tuleb taotleda tööde maksimaalset kontsentratsiooni, kõrvaldades kõigiti liigseid sõite ühelt väljalt teisele. Neiks otstarbeiks on tarvis püüda külvikorra rotatsiooni esimesel aastal teostada kultuuride paigutamine väljadele selliselt, et üheliigiliste kultuuridega väljad püsiksid edaspidi pikemat aega kõrvuti.

Et küsimust ratsionaalsemalt lahendada, tuleb paljudel juhtudel väljade paigutamisprojekt koostada mitmes variandis. Projekt on tarvis tehnilis-ökonoomilisele analüüsimisele võtta, lähtudes kõigi käsitletud nõuete seisukohalt. Analüüsi vastavate näitajate võrdlemise teel valida variantidest parim.

Karjamaa- ja farmilähedase külvikorravälja paigutamisel arvestatakse loomade karjatamise õige organiseerimise nõudeid. Väljad peavad omama juurdepääsu looduslikele karjamaadele ja jootmiskohtadele või omama nendega hõlpsat ühendust. Näitena esitame külvikorraväljade paigutamise projekti Pavlovskoje teraviljasovhoosi osakonnas (joon. 19).

VI. Põllukaitse-metsaribade paigutamine.

Põllukaitse-metsaribade istandike põhiliseks eesmärgiks on muldade ja külvide kaitsmine hävitav-kuivade tuulte eest, lumikatte ühtlane jaotamine põldudele, võitlus erosiooniprotsessiga, lõppkokkuvõttes aga — põllumajanduslike kultuuride viljakuse tõstmine. Õigesti paigutatud metsaribad vähendavad kuivkõrvetavate tuulte kahjustavat tegevust, soodustavad lume kogunemist, pikendavad lume sulamise perioodi ja soodustavad seega paremat niiskuse kogunemist mulda, vähendavad auramist, loovad vastavad tingimused sademete suurendamiseks, kaitsevad muldasid põllumajandusele hiiglakahjusid tekitavate ärauhtumiste ja laialiuhtumiste vastu. Liidu põuastes ja poolpõuastes rajoonides on põllukaitse-metsaribadel tohutu suur tähtsus. Seda tõendavad arvukate teaduslike uurimisasutiste katsete ja laialdase sovhoosipraktika andmed.

Põllukaitse-metsaribadelt suurima efekti saamise otstarbel on tarvis need õigesti paigutada sovhoosi territooriumile, arvestades kahjustavate tuulte suunda, reljeefi ja teisi tingimusi. Põllukaitse-metsaribade paigutamine põimub kõige tihedamalt külvikorraväljade paigutamisega.

Põllukaitse-metsaribade projektimise põhielementideks on:

a) ribade suuna määramine,

b) ribadevahelise kauguse kindlaksmääramine,

c) ribade konstruktsiooni määramine.

Ribade suuna määramine. Põllukaitse-metsaribade projekti-

misel ei tohi lubada šablooni. Kui ribade projektimine toimub rahuliku reljeefiga paikkonna tingimustes, tuleb küsimusse suhtuda teisiti kui teravalt avaldunud reljeefiga rajoonis. Esimesel juhtumil on ribade suuna määramisel otsustavaks teguriks valdavate kahjustavate tuulte suund, teisel juhtumil omab aga kahjustavate tuulte kõrval väga suurt tähtsust maastiku reljeef, kusjuures väga sageli reljeef esineb peamise ja otsustava tegurina. Kui teravalt avaldunud reljeefiga maastikul lahendada küsimus, lähtudes ainult kahjustavate tuulte suunast, siis võib osutuda, et põllukaitse-metsaribad paigutatakse piki nõlva (ülalt alla), millega määratakse juba ette ära ka põllutöö-operatsioonide suund samuti piki nõlva. See põhjustab intensiivsema toitainete väljauhtumise, muldkatte hävimise ja jäärakute tekkimise.

Seepärast peab metsaribade suuna määramine toimuma mitte šablooni järgi, vaid iga sovhoosi ja osakonna (farmi) konkreetsete tingimuste hoolika arvestamisega.

Ka tuulte kahjustavale tegevusele tuleb läheneda samuti diferentseeritult, sõltuvalt paikkonna kliimalistest tingimustest. Suhteliselt mõõduka põuase kliimaga rajoonides toimub tuulte kahjustav tegevus mulla niiskusetagavarade suurema kulutuse arvel nii otseselt mulla enese poolt kui ka taimede transpiratsioonitegevuse kaudu. Kuiv-kõrvetavad tuuled (suhhoveid) ei oma siin suurt tähtsust; otsustavat osa etendavad kuivatavad kevadised-suvised tuuled. Kuid teravalt avalduva põuase kliimaga rajoonides mõjustab tuulte kahjustav tegevus mulla niiskuse suurema kulutuse kõrval ka negatiivselt taimede elutegevust. Neis rajoonides on eriti hädaohtlikud põuased, kõrge temperatuuriga tuuled — kõrvetavad tuuled, mis kutsuvad taimedel esile „kõrbemise" nähtuse isegi mulla küllaldase niiskuse puhul. Need tuuled mõjuvad taimedele eriti hävitavalt viljapea loomise perioodist kuni piimküpsuse perioodi lõpuni.

Niisiis, teravalt põuase kliimaga rajoonides peab metsaribade paigutamise eesmärgiks olema muldade ja taimede kaitsmine peamiselt kuivkõrvetavate tuulte eest.

Asudes metsaribade suundade kindlakstegemisele tuleb sovhoosile lähimate meteoroloogiliste jaamade paljuaastaste andmete põhjal: a) välja selgitada kevadised-suvised kahjustavad tuuled, b) kindlaks teha nende negatiivse mõju osa vegetatsiooniperioodil ja selle üksikuil tähtaegadel, c) kindlaks teha kahjustavate tuulte kordumine suundade järgi, d) kindlaks määrata metsaribade suund, lähtudes kõige kahjulikemaist, otsustavamaist tuultest ja nende kordumisest suundade järgi.

Põhilised põllukaitse-metsaribad soovitatakse rahuliku reljeefiga rajoonides paigutada risti kahjustavate tuulte suunaga.

Peale põhiliste metsaribade rajatakse abi-metsaribad, mis peavad asetsema risti põhilistega.

Teravalt väljendunud reljeefi tingimustes tuleb metsaribad paigutada selliselt, et nad ühest küljest tagaksid muldade ja külvide maksimaalse kaitse hävitavate, kuivkõrvetavate tuulte ja lumetormide eest, teisest küljest aga tagaksid masina-traktoripargi kõige efektiivsema kasutamise ning looksid suurima kaitse erosiooniprotsesside vastu.

Muldade ärauhtumise ja laialiuhtumise vastu võitlemiseks, samuti aga ka tootmisvahendite efektiivse ärakasutamise eesmärgil tuleb metsaribad paigutada põiki nõlva. Ribade säärase paigutusega luuakse tingimused põllutööde operatsioonide teostamiseks piki horisontaale, mis tagab agrotehniliste ja erosiooni vastu võitlemise ürituste õige rakendamise ja mehhaniseeritud tootmisprotsesside eduka teostamise. Peale selle on metsaribade selline paigutus tuulepealsetele ja tuulealustele nõlvadele kooskõlas kahjustavate tuulte vastu võitlemise ülesandega.

Neil juhtumeil aga, kui tuulte suund ei ühti horisontaalide suunaga, tekib vasturääkivus ühelt poolt agrotehnika nõuete ja erosiooni vastu võitlemise mehhanisatsiooni ning teiselt poolt kahjustavate tuulte vastu võitlemise nõuete vahel.

Nõuete esimene rühm tingib metsaribade paigutuse vajalikkust piki horisontaale, teine aga põiki horisontaale. Küsitakse — kumba eelistada? Kui nõlva kallakus ei ületa 2—3°, veekogumise pindala ei ole suur, muld on vett hästi läbilaskev, siis on otsustavaks teguriks kahjustava tuule suund. Kui aga nõlva kallakus ületab 3° ja mullad on kergesti ärauhutavad ning laialiuhutavad, siis peab metsaribade suuna kindlaksmääramine toimuma lähtudes reljeefist; nimelt tuleb siis ribad paigutada põiki nõlva, s. o. piki horisontaale.

Metsaribade suund peab olema seostatud looduslike rajadega, kunstlike tõketega, kasutades ära looduslikke metsatükke. Tegevuses olevate jäärakute äärtele projektitakse kaitsemetsaribad jääraku kummalegi poole laiusega 20—30 m.

Parimate tingimuste loomiseks põllutööde tootmisprotsesside teostamisel on tarvis metsaribad paigutada väljade piiridele. Ei või lubada, et metsaribad jaotaksid välju ebakorrapärase kujuga osadeks.

Ribadevahelise kauguse kindlaksmääramine. Ribadevahelise kõige kasulikuma kauguse kindlaksmääramise küsimus omab suurt tähtsust. Nagu teada, ulatub metsaribade kaitsetegevus ainult teatud kaugusele. Seepärast ribade paigutamine ükskeisest suurele kaugusele jätab osa pindala kaitseta, mille tagajärjel ribade kaitsetegevuse efekt väheneb. Teisest küljest suurendab

metsaribade tihe istutamine ribade rajamise ja nende korrashoiu kulusid ning raskendab peale selle mehhaniseeritud tootmisprotsesside organiseerimist ribadevahelistel maatükkidel.

Kirjanduses puudub ühine seisukoht ribadevahelise kauguse küsimuses. Sovhooside Rahvakomissariaadi 1939. a. instruktsioonis [1] on öeldud, et tasandiku tingimustes metsaribad sovhoosis paigutatagu:

a) mööda külvikorraväljade piire, olenemata välja suurusest, paigutades väljad nii, et nad oma pikkuselt asetseksid võimalikult risti kuivkõrvetavate tuulte suunaga, külvikorraväljade sees aga oleksid paigutatud võrdselt pikiribade vahelisele kaugusele:

rammusate mustmuldade	vööndis	500	kuni	1000	m
tavaliste	„	„	400	„	800 „
lõuna	„	„	250	„	500 „
kastantumedate muldade	„		200	„	400 „

Põikiribad (abiribad) projektitakse vaid sel juhtumil, kui välja pikkus ületab 3 km. Väikeste farmilähedaste väljade ümber projektitakse kaitseribade istutamine nii, et igas ribaga ümbritsetud kontuuris oleks vähemalt 20 ha.

Ribadevahelise kauguse kindlaksmääramisel tuleb arvestada majandi konkreetseid tingimusi ja eriti projektitavate ribaistandike võimalikku kõrgust, maastiku reljeefi, kultuuride liike külvikorras, looduslikke rajasid jm.

Mida kõrgemad on ette näha ribaistandikud, seda suuremad võib projektida ribadevahelised kaugused ja vastupidi. Silmas pidades, et silo- ja köögiviljakultuurid reageerivad tugevamalt metsaribade kaitsele, soovitatakse ribadevaheliste ruutude mõõtmed köögiviljakultuuride jaoks projektida tunduvalt väiksemad kui põllukülvikorra jaoks. Teravalt avaldunud reljeefiga maastiku tingimustes tuleb tuulepoolsetel nõlvadel istutada metsaribad tihedamini kui tuulevarjulistel nõlvadel ja platoodel. Mida järsem on nõlv, seda tihedamalt peab istutama puud metsaribas, eriti aga tuulepoolsest küljest. Erosiooniprotsesside olemasolu tingib samuti ribaistandike asetuse tihendamise vajadust.

Sovhooside Rahvakomissariaadi instruktsiooni järgi rajatakse metsaribade võrk mitte ainult külvikorramassiivide territooriumile, vaid ka looduslikele karjamaadele ja heinamaadele. Esimeses järjekorras peab metsaribad paigutatama pinnase lausaliste uhete ja paljandite pindaladele, kultuurmaadele kandunud liivikute piirile, samuti aga ka külvikorraväljade piire mööda,

[1] Instruktsioon agro-metsamelioratiivsete abinõude projektimise kohta Sovhooside Rahvakomissariaadi sovhoosides 1939. a.

teises järjekorras — külvikorraväljade sisse ja kolmandas järjekorras — looduslikele heinamaadele ning karjamaadele.

Reljeefi kõrgetele elementidele paigutatud metsaribad soodustavad suure lumemassi kogunemist kõrvuti ribadega. Kevadel sulab lumi aeglaselt ja selle tagajärjel tekkinud vesi valgub pikkamisi kallaku suunas ning imbub peaaegu täielikult sulanud mulda.

Ribade konstruktsioon. Põllukaitse-metsaribade õigeks paigutamiseks on tarvis teada ribade laiust ja kõrgust ning istandiku tüüpi.

NSV Liidu Sovhooside Rahvakomissariaadi instruktsiooni kohaselt projektitakse põllukaitse-metsaribad viierealised laiusega 9 m, seitsmerealised laiusega 12 m. Ridadevaheline laius on 1,5 m, äärepeenra laius 1,5 m.

Põllukaitse-metsaribade paigutamisega on tihedas seoses kuristikulähedaste istandike paigutamine. Need kaks istandiku liiki täiendavad väga sageli teineteist ning seepärast peab nende projektimine toimuma üheaegselt. Ridadele istandikes peab antama allavoolava veevoolu suhtes ristisuund. Ribade kõrgus sõltub otseselt istandiku puude liigilisest koostisest. On vaja silmas pidada, et mida kõrgemad on ribad, seda suurem on nende kaitsetegevus. Seepärast tuleb taotleda võimalikult kõrgete ribade loomist.

Metsaribade puuliikidele esitatud põhinõuded on, et ribadesse võetud puude pealiigid oleksid kiirekasvulised, annaksid suurimat kõrgust ja omaksid pikaealisust. Agregaatide läbipääsemiseks ühelt maatükilt teisele jäetagu ribade lõikumiskohtadesse vahed laiusega kuni 50 m.

Profileeritud teede kummalegi poole istutatakse puud üherealiste allee tüüpi istandikena.

Väljade ja põllukaitse-metsaribade õigeks paigutamiseks on tarvis omada häid topograafiliste mõõdistamiste materjale, mullastiku, teede ja metsa melioratiivseid uurimusi. Ühtlasi soovitatakse maakorraldajal enne projekti koostamist isiklikult maa-ala looduses üle vaadata. Territooriumi ülevaatusel on tarvis tähele panna ja plaanile kanda uhtumise kohad, jäärakute tipud, igasugused uurised, erosiooniprotsessidele alluvad nõlvad.

VII. Väljavesivarustuse ehitiste paigutamine.

Töö sisu. Vee-ehitiste paigutamine sovhoosides peab toimuma selliselt, et see tagaks majandile tarvitatava veeühiku vähimat omahinda, kapitaalmahutuste väiksemat summat ja tootmisprotsesside paremat teenindamist.

Vee-ehitised sovhoosides, vastavalt nende tähtsusele, tuleb tootmisprotsessides jaotada kolme liiki:

a) vee-ehitised majanduskeskustes,
b) „ põllumassiividel,
c) „ karjamaadel.

Kõik need kolm liiki vee-ehitised, evides omavahel teatavaid erinevusi, omavad samal ajal tihedat seost.

Majanduskeskustes toimub vee-ehitiste paigutamine üheaegselt majanduskeskuste paigutamisega ja nende planeerimisega. Vee-ehitiste paigutamine karjamaadele toimub üheaegselt karjamaa kõlvikute territooriumi organiseerimisega, põllumaadel aga teostatakse see üheaegselt külvikordade pindalade territooriumi organiseerimisega.

Veeallikate iseloomustus. Sovhooside veemajanduse korraldamise küsimuse lahendamiseks on tarvis eelkõige uurida territooriumi üldist vee tagavara. Seoses sellega tuleb hankida hüdroloogiliste ja melioratiivsete uurimuste andmeid, mis iseloomustavad:

a) olemasolevaid vee-ehitisi ja veeallikaid kvalitatiivsest ja kvantitatiivsest küljest (veeallikate klassifikatsioon, vee kvaliteet füüsikaliste ja keemiliste omaduste järgi, ööpäevane deebit jne.); veeallikate kasutamise iseloomu ja nende edasise kasutamise võimalusi;

b) maa-aluste ja pinnapealsete vete kasutamise võimalusi teatavat tüüpi hüdrotehniliste ehitiste püstitamise teel.

Vee kvaliteet. Vee kvaliteedi määramisele tuleb omistada suurt tähelepanu. Vee kvaliteet määratakse tavaliselt laboratoorse analüüsi teel. Vee kõlblikkuse astme määramiseks võib kasutada alljärgnevat prof. Lissitsõni klassifikatsiooni (tab. 14).

Selle klassifikatsiooni järgi on joogiks äärmisel juhul kõlblik 3-nda kategooria vesi (kõvadus kuni 40°). Veistele ja sigadele on vastuvõetav tunduvalt suurema kõvadusega vesi, rahuldav aga kuni 5-nda kategooriani. Traktorite jahutusvee kõvadus ei tohi olla üle 20°, kuid katelde toitevee kõvadus ei tohi olla isegi üle 10 saksa kraadi, kusjuures see ei või sisaldada mehhaanilisi lisandeid, orgaanilisi aineid, metalle söövitavaid gaase (süsihape, kloor, hapnik) ja mineraalhappeid. Keemiliselt koostiselt ei tohi vesi sisaldada orgaaniliste ainetega ega nende lagunemisproduktidega reostamise tunnuseid.

Prof. Erismani tabeli järgi on heas vees lubatavad lämmastikhappe ja ammoniaagi jäljed, kuid vees sisalduvate orgaaniliste ainete hapendamiseks ei tohi hapnikku olla üle 2—3 mg liitri kohta.

Tabel 14.

Kategooriate nimetus ja hinnang	Ainete sisaldavus (mg/l)			
	tahke jääk	kloor	väävelhape	üldine kõvadus (kraadides)
Hea joogivesi ja hea majapidamisvesi. Väga pehmest kuni kaunis kõvani	0—600	0—100	0—200	0—20
Rahuldav mage joogivesi. Halb majapidamisvesi . .	0—1000	100—150	200—300	20—30
Kõlblik mage joogivesi. Halb majapidamisvesi. Väga kõva	1000—1500	150—200	300—500	30—40
Hädakorral kõlblik joogivesi. Väga halb majapidamisvesi. Äärmiselt kõva . .	1500—2800	200—400	500—1000	40—60
Harilikult tunduvalt soolane. Juuakse äärmise vajaduse korral	2500—4000	400—800	1000—1500	60—150
Ilmselt teravsoolane, kuid joogiks veel kõlblik . . .	4500—5000	800—1500	kuni 3000	kuni 200
Ligikaudselt äärmine, loomade jootmiseks veel kõlblik	5000	kuni 3000	3000	kuni 300

Bakterioloogilises suhtes määratakse vee kõlblikkus soolepisikute sisaldavuse järgi. Heas vees ei tohi olla üle ühe pisiku 1 kuupsentimeetri vee kohta; 10 pisikut sisaldav vesi loetakse juba halvaks.

Vee-ehitiste paigutamise põhiprintsiibid. Põlluvesivarustuse organiseerimise eesmärgiks on külvikorramassiividel toimuvate tootmisprotsesside teenindamine.

Põlluvesivarustuse projektimisel üheks väga tähtsaks lahendamisele kuuluvaks küsimuseks on vee tarvitamise kohtade määramine. Nagu teada, toimub vee tarvitamine mitte kõigis territooriumi punktides, vaid ainult teatavais kohtades, kus teostatakse traktorite varustamist ja tööjõu teenindamist. Veetarvitamise kohti nimetatakse teenindamisliinideks. Viimased ühitatakse harilikult teedega. Teenindamisliinide paiknevus määratakse tootmisprotsesside organiseerimisega.

Teenindamisliinide määramiseks on tarvis koostada territooriumi majandisisese organiseerimise eskiisprojekt ja sellele alusele märkida põllutöö põhioperatsioonide (kündmine, äestamine, külvamine, koristamine jne.) organiseerimise skeem,

ära näidates tootmisprotsesside suunad. Arvestus tehakse külvikorra põhikultuuri järgi üheks aastaks.

Sovhoosides aga, kus üksikute kultuuride järgi vee tarviduse kõikumine on järsk, nagu näiteks peedikasvatussovhoosides, tuleb arvestus teha lähtudes külvikorra kogu rotatsioonist.

Välja selgitanud teenindamisliinid, määratakse kindlaks vajalik veehulk iga liini järgi eraldi ja paigutatakse vee-ehitised majandi territooriumile.

Projektimisel kontrollitakse teatavale veeallikale teenindamiseks kinnistatud territooriumi veega varustamise tagamist. Kui veeallikana esineb tiik, siis võrreldakse vajalikku vee hulka tiigis oleva kasuliku vee tagavaraga; kaevu puhul määratakse maksimaalne ööpäevane veetarvidus ning võrreldakse kaevu ööpäevase deebitiga.

Ööpäevane veekulu teenindamisliinidel sõltub iga operatsiooni puhul (kündmine, külvamine jm.) vajalikust vee hulgast ja tootmisprotsessi kestusest. Nii näiteks, kui teenindamisliinil on nisu koristamiseks vaja 10 kuupmeetrit vett, koristamine kestab kaks ööpäeva, siis ööpäevane veetarvidus on 5 kuupmeetrit.

Vee-ehitiste ratsionaalse paigutamise põhinäitajana esineb tarvitatava veeühiku vähim maksumus ja kapitaalmahutuste väiksem vajadus. Veekasutuse maksumus koostatakse: a) vee kohaletoomise kuludest; b) vee-ehitiste amortisatsioonikuludest ja c) vee-ehitiste ekspluatatsioonikuludest, arvestatult tarvitatava vee 1 kuupmeetri kohta.

Veekasutusühiku maksumuse määramine toimub järgmise valemi kohaselt:

$$Z = \frac{(Q \cdot a \cdot b) + mr + k}{Q},$$

kus:

Z — 1 kuupmeetri vee veekasutuse maksumus rublades;
Q — tarvitatava vee hulk kuupmeetreis;
a — kaugus vee-ehitisest kuni tarvitamiskohani kilomeetreis;
b — vee kohaletoimetamise 1 tonn-kilomeetri maksumus rublades;
m — ehitise esialgne maksumus rublades;
r — ehitise iga-aastase kulumise (amortisatsiooni) protsent;
k — ehitise ekspluatatsiooni (veetõstmine, puhastamine jm.) aastane maksumus rublades.

Vee-ehitiste paigutamisel tuleb arvestada järgmisi momente:

a) taotleda vee-ehitiste paigutamist teenindamisliinidele või nende lähedusse;

b) vee-ehitiste paigutamisel väljapoole teenindamisliini on tarvis veeallikatele luua head juurdesõiduteed;

c) ära kasutada looduslikke tingimusi vee-ehitiste ehitamise võimaluste suhtes;

d) maksimaalselt ära kasutada looduslikke veeallikaid ja olemasolevaid kunstlikke ehitisi.

Vee-ehitiste paigutamise näide. Eespool käsitletud vee-ehitiste paigutamise metoodika selgitamiseks vaatleme teraviljasovhooside tingimustele kohaldatud näidet.

Oletame, et teraviljasovhoosi põllukülvikorra pindala võrdub 2200 ha. Vastavalt kasutusele võetud külvikorrale jaotatakse kogu põllupindala kümneks väljaks (tab. 15).

Tabel 15.

Väljade suurus.

Väljade nr.	Pindala (ha-tes)	Väljade nr.	Pindala (ha-tes)
1	235	6	223
2	225	7	200
3	220	8	220
4	210	9	225
5	227	10	215

Väljade paigutus on toodud joonisel 20.

Arvestused teeme lähtudes juhtivast kultuurist — talinisust.

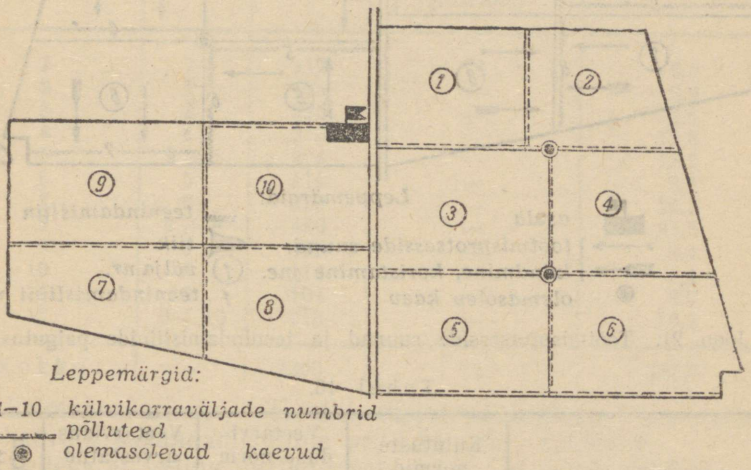
Osakonnas on olemas järgmised veeallikad, mida võib edaspidi kasutada põlluvesivarustuse otstarbeks: 1) osakonna asulas olev šahtkaev deebitiga 12 m^3 vett ööpäevas; 2) tiik veetagavaraga 3500 m^3, mis asetseb põllumassiivi kagupoolsel küljel; 3) kaks šahtkaevu, milledest üks — deebitiga 10 m^3 vett ööpäevas — asetseb 2. ja 3. välja piiril; teine kaev — deebitiga 8 m^3 vett ööpäevas — asetseb 3. ja 5. välja piiril.

Teenindamisliinide kindlaksmääramine. Lähtudes agrotehnika nõudeist ja arvestades väljade looduslikke tingimusi, on meie poolt kavastatud järgmine tootmisoperatsioonide suund ja teenindamisliinide paigutus (joon. 21).

Vajaliku vee hulga määramine. Pärast teenindamisliinide kindlakstegemist on tarvis määrata vajalik vee hulk. Selleks peab teadma veetarviduse norme. Sovhooside maakorralduse

instruktsioonis on orienteerivaks käsitamiseks toodud järgmised veetarviduse normid ööpäeva kohta (liitrites):

majapidamise- ja joogivee vajadus ühele inimesele . .	60
veistele	100
noorkarjale kuni 2 aastani .	40
tööhobustele	60
lammastele	12
emisele põrsastega	95
vabale emisele, tiinele emisele ja kuldile	50
noorseale	25
traktorile ja autole . .	100—120



Joon. 20. Väljade paigutuse skeem.

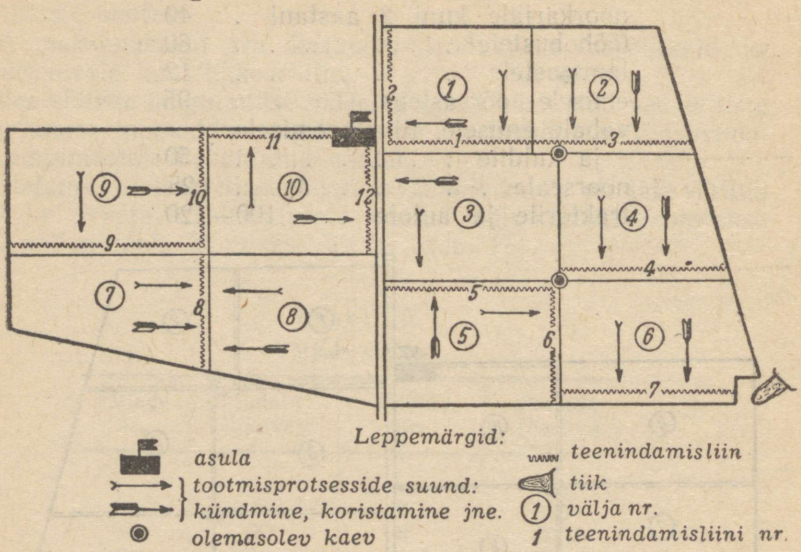
Omades vee tarviduse norme ja tootmisvahendite ning tööjõu kulutuse norme, määrata vajaduste rahuldamiseks nõutava vee hulk seoses kõigi tootmisprotsesside teostamisega 1-ha-sel pindalal. Selleks on tarvis veetarviduse ööpäeva keskmine norm korrutada 1 ha jaoks kulutatava tootmisvahendite ja tööjõu normiga. Meie näite jaoks võtab see järgmise kuju (tab. 16).

Niiviisi kõigi veetarviduste rahuldamiseks ühe hektari harimisel on nõutav umbes 75 liitrit vett.

Määrata maapindala suurus, mis veega varustamise mõttes kuulub vastavatele teenindamisliinidele. Et siin ei nõuta suurt täpsust, siis saadakse mainitud pindala suurus nurgapoolitajate ja paralleeljoonte abil taoliselt sellele, nagu seda tehti veoste-

kogumise maatükkide määramisel teede projektimise puhul (joon. 22).

1 ha harimise jaoks vajaliku veehulga lihtne korrutamine igale teenindamisliinile kuuluva kogupindalaga annab aasta keskmise veehulga.



Joon. 21. Tootmisprotsesside suunad ja teenindamisliinide paigutus.

Tabel 16.

Operatsioonide nimetus	Kulutuste normid 1 ha-le		Veetarviduse norm päevas (liitrites)		Veetarvidus, arvestatud 1 ha-le (liitrites)		Kokku vett 1 ha-le
	Traktor-päevi	Inimpäevi	Traktorile	Inimesele	Traktoritele	Inimestele	
Kündmine	0,08	0,16	100	40	8,0	6,4	14,4
Äestamine	0,01	0,02	„	„	1,0	0,8	1,8
Külvamine	0,02	0,12	„	„	2,0	4,8	6,8
Koristamine	0,02	0,09	„	„	2,0	3,6	5,6
Koorimine	0,02	0,04	„	„	2,0	1,6	3,6
Rohimine	—	1,00	„	„	—	40,0	40,0
Kokku	—	—	—	—	15	57,2	72,2

Meie näites see võtab järgmise kuju (tab. 17).

Vee-ehitiste paigutamine. Teenindamisliinid nr. 1, 2, 11 ja 12 varustatakse veega asulas asetsevast kaevust. Kaugus veeallikast kuni loetletud liinide raskuskeskpunktini on 1—1,5 km piirides. Teenindamisliin nr. 3 varustatakse veega otseselt teenindamisliinil asetsevast esimesest kaevust. Liinid nr. 4, 5 ja 6 varustatakse veega teisest, põllul olevast kaevust, liin nr. 7 aga tiigist. Mis puutub liinide nr. 8, 9 ja 10 veega varustamisse, siis siin on kaks varianti.

Tabel 17.

Teenindamisliini nr.	Väljade nr.	Pindala (ha-tes)	Veetarvidus 1 ha-le (liitrites)	Veetarvidus kokku (m^3)
1	1	117	75	8,8
2	1	118	—	8,9
3	2	225	—	16,8
4	4	210	—	15,8
5	3+5	224	—	16,7
6	5	114	—	8,6
7	6	223	—	16,7
8	7+8	420	—	31,6
9	9	112	—	8,4
10	9	112	—	8,4
11	10	107	—	8,0
12	3+10	218	—	16,3
Kokku..	—	2200	75	165,0

Esimene variant — tarvilik vesi tuua asulast, teine variant — kaevata teenindamisliinile nr. 8 täiendav šahtkaev.

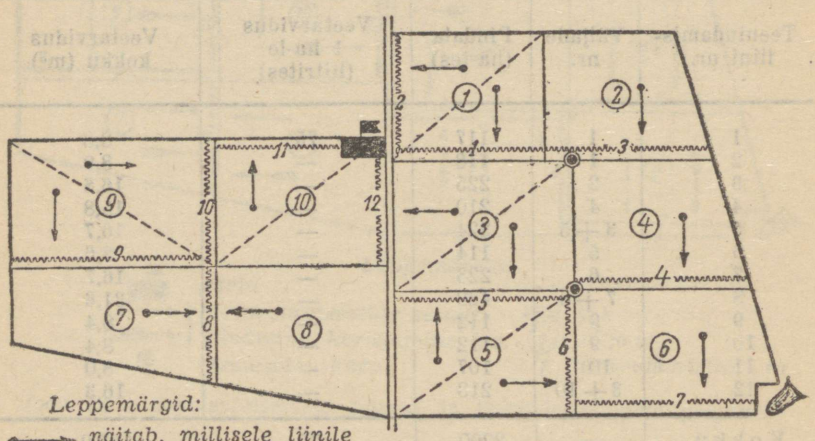
Selleks et valida variantidest parim, on tarvis määrata vee kasutamise maksumus igas variandis. Selleks on tarvis liita vee juurdetoimetamise kulud, amortisatsioonimaksumus ja ekspluatatsioonikulud. Vee juurdetoimetamise kulude määramiseks peab teada olema: a) vee hulk, b) kaugus ühest vee-ehitisest kuni teenindamisliini raskuskeskpunktini ja c) tonn-kilomeetri vee juurdetoimetamise maksumus. Selle kolme suuruse korrutamine annab vee juurdetoimetamise maksumuse. Meie näites võtab see järgmise kuju (tab. 18).

Tabelist nähtub, et 1 kuupmeetri vee juurdetoimetamise maksumus esimese variandi järgi on 4 rbl. 89 kop., teise variandi järgi aga 97 kop.

Amortisatsioonimaksumus määratakse jagades vee-ehitise esialgse maksumuse ehitise ea aastate arvuga. Et meid aga

huvitab vee 1 kuupmeetri kohta tulev amortisatsioonimaksumus, siis tuleb saadud suurus jagada sellest ehitisest saadava vee koguhulgaga.

Esimeses variandis esineb vee-ehitisena asula territooriumil asetsev šahtkaev, mille esialgne maksumus on 500 rbl. Kaevu iga on 10 aastat. Amortisatsioon aastas on 50 rbl. Sellest kaevust saadakse vett mitte ainult teenindamisliinide nr. 8, 9 ja 10 jaoks, vaid ka teiste teenindamisliinide (nr. 1, 2, 11 ja 12) jaoks. Sellest kaevust saadava vee kogumaht on 247 kuupmeetrit. Järelikult vee 1 kuupmeetri kohta tulev amortisatsioonimaksumus võrdub 50 rbl. : 247 = 20 kop.



Joon. 22. Külvikorrapindala jaotamine teenindamisliinidele kuuluvaiks maatükkideks.

Teise variandi järgi on tarvis kaevata uus šahtkaev maksumusega 450 rbl. Kaevu iga on 10 aastat. Vee 1 kuupmeetri kohta tulev amortisatsioonimaksumus võrdub 450 rbl. : (10 · · 48,4) = 94 kop.

Ekspluatatsioonikulud moodustatakse vee-ehitise teenindamiskuludest. Meie oma näites võtame nendeks kuludeks iga kaevu kohta 25 rbl. Ekspluatatsioonikulu 1 kuupmeetri vee jaoks esimeses variandis võrdub 25 rbl. : 247 = 10 kop., teises variandis 25 rbl. : 48 = 52 kop.

Niisiis vee ühe kuupmeetri maksumus võrdub esimeses variandis: 4 rbl. 89 kop. + 20 kop. + 10 kop. = 5 rbl. 19 kop., teises variandis: 97 kop. + 94 kop. + 52 kop. = 2 rbl. 43 kop.

Kummagi variandi järgi saadud veekasutamise maksumuse

vastandamisest nähtub, et vahe teise variandi kasuks on 2 rbl. 76 kop. Kogu kaevuea vältel moodustab veekasutamise kulude kokkuhoid 1325 rbl., sellal kui kaevu maksumus moodustab 450 rbl. On täiesti ilmne, et antud näites on teine variant otstarbekam.

Tabel 18.

Vee juurdetoimetamise maksumuse arvestus.

Teenindamisliini nr.	Vee hulk (kuupmeetreis)	Kaugus veeehitisest (kilomeetreis)	Tonn-kilomeetrite arv	1 tonn-kilomeetri juurdetoimetamise maksumus (rublades)	Vee juurdetoimetamise kogu maksumus (rublades)	Vee 1 kuupmeetri juurdetoimetamise keskmine maksumus (rublades)
		Esimene variant				
8	31,6	5,12	161,9	1,0	161,9	—
9	8,4	5,50	46,2	1,0	46,2	—
10	8,4	3,37	28,3	1,0	28,3	—
Kokku	48,4	—	236,4	1,0	236,4	4,89
		Teine variant				
8	31,6	—	—	1,0	—	—
9	8,4	3,07	25,8	1,0	25,8	—
10	8,4	2,50	21,0	1,0	21,0	—
Kokku	48,4	—	46,8	1,0	46,8	0,97

VIII. Karjamaade territooriumi organiseerimine.

Küsimuse sisu. Karjamaade organiseerimisel on lahendamisele kuuluvaiks konkreetseiks ülesanneteks järgmised:

1) karjamaade jaotamine veise- ja lambakarjade maatükkideks ning nende kinnistamine veise- ja lambakarjadele;

2) veise- ja lambakarjade maatükkide jaotamine maatükkideks järjekorraliseks paljakssöötmiseks;

3) lamblate ja karjaaedade paigutamine;

4) vee-ehitiste paigutamine karjamaa vesivarustuseks;

5) karjateede paigutamine.

Territooriumi organiseerimise õigeks teostamiseks on tarvis omada heakvaliteedilisi topograafilisi plaane ja materjale mullastikuliste, geobotaaniliste ja veemajanduslike uurimuste kohta.

Veise- ja lambakarja maatükkide projektimine. Karjamaade jaotamine veise- ja lambakarja maatükkideks peab toimuma iga farmi piirides. Projektimist tuleb alustada veise- ja lambakarja maatükkide arvu määramisega. Veise- ja lambakarjade arvu ning suuruse kindlaksmääramise teostab sovhoosi zootehnik. Pärast seda määratakse iga veise- ja lambakarja maatüki suurus ning siis toimub nende paigutamine.

Veise- ja lambakarja maatükkide suuruste määramiseks peab omama järgmisi lähteandmeid:

1) iga veise- ja lambakarja suurus; 2) söödanormid loomade iga vanuserühma jaoks; 3) karjatamisperioodi vältus; 4) karjamaade tüüp ja produktiivsus ning haljasmassi juurdekasv perioodide viisi.

Haljasmassi juurdekasv vegetatsiooniperioodi üksikuil vahemikel toimub ebaühtlaselt. Rohttaimede kasvu kõikumise suurus oleneb peamiselt rohtkatte botaanilisest koosseisust ja kliimalistest iseärasustest. Küllaldase hulga sademetega ja mõõduka temperatuuriga vööndites on rohtkatte kasvu kõikumine väike. Samal ajal aga põuastes vööndites ulatuvad need kõikumised kaunis suurte mõõtmeteni. Eespool öeldu kinnitamiseks toome tabeli, mis iseloomustab looduslike karjamaade haljasmassi juurdekasvu (protsentides) kuude viisi (tab. 19).

Tabelist nähtub, et üksikuis vööndites, näiteks Kasahstani kuivades steppides, on haljasmassi juurdekasv üksikutel kuudel kõikuv (45% mais ja 0% augustis). Veel silmatorkavamad on need kõikumised poolkõrves.

Järelikult, kui vajaliku pindala määramist toimetada lähtudes kogu vegetatsiooniperioodi keskmisest viljakusest, esineb üksikutel kuudel sööda puudujääk, teistel kuudel aga vastupidi — ülejääk. Seepärast peab söödamaatükkide pindalade määramine toimuma haljasmassi kasvu arvestamisega kuude järgi selleks, et kogu kari oleks täielikult ja ühtlaselt varustatud söödaga kogu karjatamisperioodi kestel.

Neil juhtumeil, kui farmides on olemas mitut tüüpi teravalt erinevaid hooajalisi karjamaid (kevadised, suvised ja sügisesed), tuleb vajaliku pindala arvestus teha üksikute perioodide viisi, arvestades karjamaade iga tüübi kõige otstarbekamat kasutamist. Haljasmassi puudujääke peab täiendama kultuurkarjamaade arvel. Vaatleme näidet. Oletame, et farmis on olemas peamiselt kevadised karjamaad ja väike pindala suviseid karjamaid. Kevadistel karjamaadel esineb nurmik-koirohuline taimestik, suvistel aga kõrrelis-segaheinaline taimestik. Farm tervikuna on puudulikult varustatud karjamaadega. Puudu-

Tabel 19.

Karjamaa tüüp	Kuude viisi								
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
I. Metsavöönd									
1. Looduslikud, kuivad (arumaadel)	—	—	10	35	25	20	10	—	—
2. Madalad ja soodel .	—	—	4	33	25	23	15	—	—
3. Metsaga pöösastikuga	—	—	5	40	27	20	8	—	—
4. Kultuurkarjamaad arumaadel (kuivad) ja luhtadel	—	—	12	29	23	22	4	—	—
II. NSV Liidu Aasia-osa metsastepp									
5. Kõrrelised ja kõrrelis-segaheinalised soola-kutel	—	—	20	33	25	11	6	—	—
6. Nurmik-orasheinali-sed vanad söödid . .	—	—	13	35	30	14	8	—	—
7. Metsalagendikud metsaäärtel, karjamaad niidu- ja soostunud muldadel	—	—	10	36	33	13	8	—	—
III. Rostovi oblasti ja Ukraina (kesk.) must-mullastepp									
8. Kõrreline uudismaa ja vanad söödid . . .	—	15	45	15	0	2	6	17	—
9. Orasheinalised vanad söödid	—	—	35	40	5	5	10	5	—
10. Mitmesuguste stepi-heintega vanad söödid	—	—	20	30	20	10	15	5	—
11. Mitmeaastaste rohttaimede segud	—	—	25	30	15	5	15	5	—
12. Sudaani rohi	—	—	—	35	55	25	15	5	—
13. Kõrvits, arbuus . .	—	—	—	—	—	—	20	80	—
IV. Kasahstani must-mulla- ja kuivad stepid									
14. Kovõlli (stepirohu) segastepid mustmullal	—	—	45	30	5	0	15	5	—
15. Orasheinalised ja tarnalised vanad söödid	—	—	30	40	10	0	15	5	—
16. Heinasegud lutser-niga	—	—	25	40	15	0	20	—	—
17. Sudaani rohi	—	—	—	—	55	30	15	—	—
18. Kõrvits	—	—	—	—	—	20	80	—	—

Tabel 19 järg.

Karjamaa tüüp	Kuude viisi								
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
V. Kasahstani lõuna-kõrved ja mägirajoonid									
19. Koirohulis-efemeerne kõrb	15	50	15	0	0	0	10	5	5
20. Kõrrelis-segaheinalised stepid madalmägedes	—	15	55	20	0	0	10	10	—
21. Subalpi (eelmäestikulised) karjamaad . . .	—	—	5	45	25	20	5	—	—
22. Alpi karjamaad . .	—	—	0	55	35	10	—	—	—

jääk tuleb katta külvidega karjamaa-külvikorras. Neil tingimustel tehtagu arvestused järgmisel kujul (tab. 20).

Tabelist nähtub, et veisekarja jaoks on tarvis 428 ha karjamaid, sealhulgas 30 ha kultuurkarjamaid. Veisekarjale vajaliku haljasmassi määramisel võetakse arvesse kindlustusfond 10—25% suuruses, olenevalt rajooni põuasusest.

Tabel 20.

Karjamaa tüüp	Kasutamisperiood		Haljasmassi tarvidus (tsentnereis)	Saak (tsentnereis)	Kogu pindala (hektarites)
	alates	kuni			
Nurmik-koirohulised	15/IV	1/VI	1610	10	161
Mitme- ja üheaastased heinad	2/VI	1/VII	1050	45	23
Kõrrelis-segaheinalised karjamaad	2/VII	15/VIII	1610	25	64
Külvatud heinte ädal	16/VIII	25/VIII	350	15	23
Meloni- ja arbuusiväljad (bahtša)	26/VIII	15 IX	700	100	7
Looduslike karjamaade ädal .	16/IX	15/X	1050	7	150
Kokku . . .	—	—	—	—	428

Kultuurkarjamaad. Suuremas osas majandeis osutub haljaskonveieri organiseerimisel vajalikuks kultuurkarjamaade rajamine.

Karjamaade territooriumi organiseerimisel omab suurt täht-

sust karjamaa-külvikordade arvu kindlaksmääramine. Sovhoosi praktikas lahendatakse see küsimus mitmeti. Ühel juhtumil rajatakse farmis üks (üldfarmiline) külvikord arvestusega, et see kindlustaks haljassöödaga kõiki loomi. Teisel juhtumil luuakse igale veise- või lambakarjale oma iseseisev külvikord; sel juhtumil karjamaa-külvikordade arv võrdub farmis olevate veise- või lambakarjade arvuga. Kolmandal juhtumil luuakse rühmalised karjamaa-külvikorrad arvestusega, et igaüks neist teenindaks mitut veise- või lambakarja. Karjamaa-külvikordade organiseerimise eespool toodud iga viis omab külvikordade arvu seisukohalt nii positiivseid kui ka negatiivseid külgi. Ühe üldfarmilise külvikorra sisseseadmine on hea selle poolest, et seejuures luuakse soodsad tingimused mehhaniseeritud tootmisprotsesside organiseerimiseks karjamaa-külvikorra territooriumil (väljade suurus, põllutööde kontsentratsioon jne.). Puudusena tuleb märkida kaht järgmist asjaolu: esimene — karjamaa-külvikorra tunduva eemaldatuse puhul veise- ja lambakarja maatükkidest on loomad sunnitud tegema palju tühikäike; teine — veise- ja lambakarjad puutuvad üksteisega kokku ühiste karjateede, jootmiskohtade ja loomade väljumise kaudu maatükkidele, kus karjatusid teised veise- ja lambakarjad, jne.; see loob loomadele igasuguste nakkushaiguste ülekandumise ohu.

Iga veise- või lambakarja jaoks iseseisvate karjamaa-külvikordade loomise positiivseks momendiks on esiteks see, et siin luuakse paremad tingimused kõigi veterinaar-profülaktiliste abinõude läbiviimiseks. Teiseks — viiakse miinimumini loomade tühikäigud ja luuakse paremad tingimused karjatamise organiseerimiseks ning karjamaade kasutamiseks. Negatiivne külg seisneb selles, et siin tekivad üle kogu farmiterritooriumi laialipaisatud väikesed maatükid. See loob suuri ebamugavusi põllutööde teostamisel.

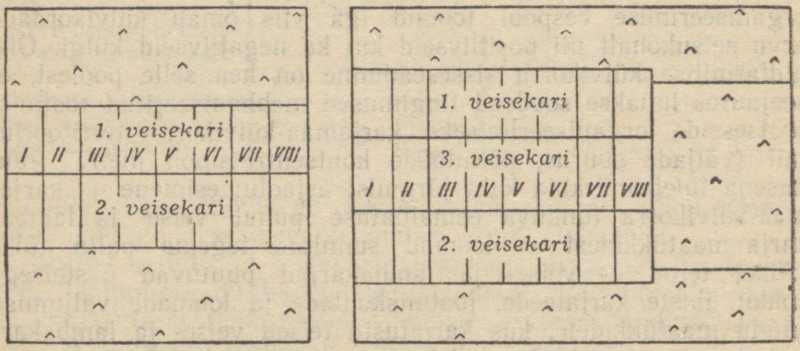
Rühmaliste külvikordade organiseerimine seisneb selles, et üks külvikord luuakse mitme piirneva veise- või lambakarja jaoks. See viis säilitab tunduval määral kõiki eeliseid ja viib miinimumini kõik eespool nimetatud kahele viisile omased puudused. Seepärast on seda tüüpi karjamaa-külvikorrad tunnustatud kõige otstarbekamaks ja need osutuvad kõige levinumaks.

Karjamaa-külvikordi on soovitav paigutada looduslike karjamaade suhtes selliselt, et oleks viidud miinimumini loomade tühikäigud, loodud tingimused loomade paremaks korrajärgseks karjatamiseks ja et saaks kõige täiuslikumalt täita sanitaar-profülaktilisi nõudeid.

Karjamaa-külvikorra ja looduslike karjamaade soovitatavat

vastastikust paigutust võib skeemina kujutada järgmiselt (joon. 23).

Karjamaakorrad. Teaduslike uurimisasutiste katsete ja laialdase praktika andmete põhjal on kindlaks tehtud, et looduslike karjamaade pideval kasutamisel ilma neile puhkust võimaldamata halveneb rohtkatte botaaniline koosseis ja nende tootlikkus väheneb. Et seda vältida, soovitatakse looduslikele karjamaadele võimaldada süstemaatilist puhkust. Puhkusele järg-



Joon. 23. Karjamaa-külvikorra ja looduslike karjamaade vastastikune paigutus.

nevail aastail tõuseb viljakus tunduvalt. Selles võib veenduda Tškalovi Veiste Teadusliku Uurimise Instituudi andmete põhjal (tab. 21).

Tabel 21.

Kasutamise iseloom	Õhukuiva massi saak perioodide viisi						Märkusi
	20. mai		20. juuni		1. august		
	tsentnereis	protsentides	tsentnereis	protsentides	tsentnereis	protsentides	
Kasutamisel olnud maatükk	3,7	100	5	100	3,6	100	Saak on saadud aruheinalis-kovõllilist tüüpi karjamaadelt
Eelnenud aastal kasutamisest välja lülitatud maatükk . .	4,9	132,4	8	160	6,4	177	

Tabelist selgub, et puhkusele järgneval aastal karjamaadelt saadav saak suureneb 32 kuni 77%. Puhkuse võimaldamine karjamaadele tagab peale saagi suurenemise ka rohtkatte botaanilise koosseisu paranemise. Seda tõestavad sama instituudi järgmised andmed:

Tabel 22.

Vanade söötide tüüp	Kasutamise iseloom	Botaaniline koosseis (protsentides)		
		kõrrelised	segaheinad	koirohi
Aru-haguheinaline saviliivasel mullal	Kasutatav	33,4	0,72	66
Sama	Mittekasutatav	89,0	1,90	9

Karjamaade parandamine soodustab omakorda loomade tootlikkuse tõusu.

Karjamaadele puhkuse andmine karjamaakorra süsteemis peab toimuma regulaarselt.

Karjamaakorra rotatsiooni kindlaksmääramine sõltub karjamaade tüübist ja kvaliteedist: mida paremad on karjamaad, seda kestvam on rotatsioon, ja mida halvemad, seda lühem on rotatsioon. Karjatamiskorra kestusele osutab suurt mõju karjamaa rohtkatet moodustavate taimede eluiga.

Neis farmides, kus karjamaad omavad teravalt väljenduvat hooajalist iseloomu (kevadised, suvised jne.), soovitatakse karjamaakord sisse viia karjamaa igal tüübil eraldi.

Veise- ja lambakarjade maatükkide paigutamine. Pärast kultuurkarjamaade loomise küsimuse lahendamist ja veise- ning lambakarjade maatükkide arvu ja suuruse kindlaksmääramist tuleb asuda nende maatükkide paigutamisele.

Veise- ja lambakarjade maatükkide õigele paigutamisele esitatud põhinõuded seisnevad soodsate tingimuste loomises kõigi loomaliikide varustamiseks haljassöödaga vajalikul hulgal kogu karjatamisperioodi kestel, karjamaade kõige efektiivsemaks kasutamiseks ja loomade karjatamise ratsionaalseks teostamiseks.

Looduslike karjamaade maatükid iga veise- ja lambakarja jaoks eraldatakse tavaliselt ühes kohas. Kui sovhoosis on olemas hooajalisi karjamaid, siis tuleb iga veise- ja lambakarja maatükk paigutada selliselt, et see hõlmaks kõiki liike. Seejuures nähakse ette karjatee loomade üleminekuks ühelt maatükilt teisele. See lubab aasta perioodide viisi loomi ühtlaselt

varustada söötadega ja, teisest küljest, paremini ära kasutada karjamaid. Veise- ja lambakarjade maatükkide paigutamisel hooajalisuse mõttes ühetüübilistele karjamaadele (näiteks kevadistele) ilmneb, et kevadel jääb rohtkate osaliselt kasutamata, suvel aga ei ole seda piisavalt.

Hooajaliste karjamaade pindalade vahekord peab kindlaks määratama, lähtudes loomade haljassööda vajadusest karjatamishooaja üksikute perioodide järgi.

Veise- ja lambakarjade maatükkide paigutamisel on tarvis arvestada rohtkatte kvaliteeti, et igale loomaliigile oleks eraldatud karjamaid vastavalt nende nõuetele. Kõige nõudlikumad karjamaade kvaliteedi suhtes on veised ja hobused, vähemnõudlikud aga lambad. Asjaolu, et majandis on olemas kõik loomaliigid, kohustab meid eraldama veistele ja hobustele rohtkatte parema kvaliteediga karjamaid. Karjamaade kvaliteedile esitatakse erinevaid nõudeid mitte ainult loomade erinevate liikide poolt, vaid ühe ja sama loomaliigi piirides ka üksikute vanuserühmade poolt. Nii näiteks noorkarja jaoks peab eraldama küllaldasel hulgal mineraalsoolasid ja vitamiine sisaldava pehme ning mahlaka heinaga karjamaid. Piimalehmadele soovitatakse eraldada samuti kõrgekvaliteedilisi karjamaid.

Lambakasvatussovhooside tingimustes on karjamaade kvaliteedi suhtes kõige nõudlikumad emalammaste ja tõujäärade karjad; neile peab eraldatama paremaid karjamaid. Lambakasvatussovhoosides eraldatakse veistele esimeses järjekorras karjamaadeks lammastele kahjuliku stepirohuga kaetud massiivid.

Loomade erinevad liigid ja rühmad ei esita mitte ühesuguseid nõudeid karjamaatükkide paigutamisele majanduskeskuste suhtes. Nii näiteks vasikate jaoks, kes vajavad head hoolitsemist ja süstemaatilist järelevalvet, on tarvis eraldada karjamaad majanduskeskusele lähemale niisuguse arvestusega, et vasikaid oleks võimalik halva ilma puhul ajada asulasse. Vasikatele eraldatavad maatükid olgu hästi isoleeritud. Majanduslikult väärtuslikumate ja suurt hoolt nõudvate lüpsilehmade karjadele tuleb karjamaad eraldada samuti asulale võimalikult lähemale. Remontnoorkari ja karjamaal nuumatavad loomad on hoolitsemise suhtes vähenõudlikud ning asulaga vähem seotud, seepärast võib nende jaoks maatükke eraldada farmiasulast kaugemale. Tööloomade hõlpsama kasutamise otstarbel on tarvis karjamaad nende jaoks eraldada asulale lähemale. Lambakarjade maatükkide paigutamisel tuleb rohtkattelt paremad karjamaad eraldada emalammaste karjadele, remontnoorkarjale ja tõujääradele.

Brutselloosi vastu võitlemise otstarbel ei projektita täiskasvanud lammaste ja noorkarja (tallekarja) maatükke ühte kohta. Zootehniliste tingimuste kohaselt ei tohi tõujäärade maatükke paigutada kõrvuti emalammaste karjade maatükkidega.

Sead on kõige nõudlikumad loomad karjamaasööda suhtes, seepärast rajatakse nende jaoks kultuurkarjamaad farmilähedastes külvikordades.

Veise- ja lambakarjade maatükkide paigutamisel tuleb arvestada olemasolevaid ja kavastatavaid veeallikaid selleks, et tagada loomadele lühimat teed jootmiskohtadel käimiseks. Seejuures on tarvis silmas pidada, et üksikud loomaliigid ja vanuserühmad ei reageeri käimisele ühetaoliselt.

Kõige piiratum kaugus on lubatud sigadele, vasikatele ja lehmadele. Seepärast peab nende loomaliikide jaoks eraldatama veeallikatele kõige lähemal asetsevad karjamaad.

Veise- ja lambakarjade maatükkide paigutamisel tekib küsimus nende maatükkide kuju kohta. Kujult peavad maatükid olema soodsad loomade koplisüsteemilise karjatamise organiseerimiseks, s. o. nad peavad olema ilma teravate nurkadeta ja kiildumisteta. Parim kuju on ristkülik. Maatüki piirid, kus see on võimalik, tuleb ühitada looduslike rajadega: jäärakute, kuristike, ojade, metsamassiividega jms.

Selleks et otsustada, kuivõrd otstarbekalt on projektitud veise- ja lambakarjade maatükkide kuju, on tarvis üheaegselt nende paigutamisega koostada territooriumi veise- ja lambakarjamaade-sisese organiseerimise skeem.

Veise- ja lambakarjade maatükkide paigutamisel kõrvekarjamaadele on põhiliseks küsimuseks vesivarustus. Jootmiskoht peab olema keskuseks, mille juurde paigutatakse karjatamismaatükid.

Reljeefi suhtes tuleb veise- ja lambakarjade maatükid paigutada selliselt, et pinnaveed ühelt maatükilt ei satuks teisele (infektsiooni edasikandmise vältimiseks). Selleks on tarvis karjamaatükid paigutada pikemate külgedega piki nõlva, s. t. veelahkmest nõva suunas.

Karjamaatükkide paigutamisel on soovitav arvestada ka mullastikku. Madalad ja niisked karjamaad on soodsaks keskkonnaks lammastel sisuse-usside ja veistel kondihaiguste levimiseks. Seepärast ei tohi seda liiki karjamaid lammastele ja vasikatele eraldada.

Järjekorras paljakssöötmise maatükkide (koplite) projektimine. Karjamaade territooriumi organiseerimisel on üheks tähtsamaks momendiks järjekorras paljakssöötmise maatükkide (koplite) projektimine.

Koplisüsteem on radikaalne vahend karjamaade kasutamise parandamisel; ühtlasi on ta ka profülaktiline abinõu loomade sisuse-usside vastu võitlemisel.

Koplite projektimisel lahendatakse järgmised küsimused: 1) määratakse koplite arv ja suurus; 2) määratakse kindlaks koplite kuju; 3) paigutatakse koplid; 4) koostatakse karjamaade kasutamise kalender.

Koplite arv ja suurus. Kirjanduses leiduvad viited koplite arvu üle on üsna vasturääkivad. Sovhooside Rahvakomissariaadi instruktsioonis veiste karjamaasöödal pidamise organiseerimise kohta soovitatakse veisekarja maatükk jaotada: metsavööndis 8—10, metsa-stepivööndis 10—12 ja stepivööndis 16—18 kopliks.

Koplite arvu ja suuruse määramine peab toimuma diferentseeritult, vastavalt konkreetse sovhoosi ja selle iga farmi majanduslikele ja looduslikele tingimustele.

On täiesti ilmne, et mida suurem on koplite arv, seda väiksem on nende suurus. Koplite arv on omakorda otseses sõltuvuses rohtkatte kvaliteedist, paljakssöötmise tsükli pikkusest ja loomade karjatamispäevade arvust ühes koplis. Mida pikem on paljakssöötmise tsükkel ja mida väiksem on karjatamispäevade arv ühes koplis, seda rohkem tuleb kopleid, ja vastupidi.

Erinevatele loomaliikidele (veised, lambad, sead) määratud koplite arv karjamaadel on erinev.

Teravalt avalduvate hooajaliste karjamaade olemasolu puhul peab koplite arvu määramine toimuma iga karjamaa tüübi jaoks eraldi, lähtudes paljakssöötmise põhitsüklist.

Katseliste andmete põhjal on kindlaks tehtud, et mida parem on karjamaade rohtkatte ja tema ädala kasv, seda väiksem tuleb projektida koplite arv. Reas kirjanduses leiduvais allikais soovitatakse mittemustmulla-vööndi rajoonides koplite arv projektida tunduvalt väiksem kui põuastes rajoonides. Seda seletatakse asjaoluga, et mittemustmulla-vööndis olevad karjamaad omavad kõrgemat viljakust ja paremat ädalakasvu, võrreldes põuaste rajoonidega. Teatavasti on karjamaade kvaliteet erinev mitte ainult erinevais vööndites, vaid ka ühe ja sellesama rajooni piirides.

Seepärast peab koplite arvu küsimus lahendatama iga sovhoosi ja farmi jaoks eraldi.

Veise- või lambakarja maatükil võrdub koplite üldarv koplite summaga kõigil karjamaade hooajatüüpidel. Oletame, et kevadised ja sügisesed karjamaad tuleb jaotada 8-ks, suvised aga 12-ks kopliks. Seega tuleb veisekarja kogu maatükk jaotada 20-ks kopliks.

Kirjanduses soovitatakse koplite arvu määramine sooritada järgmise valemi järgi:

$$K = \frac{P}{N} + 1,$$

kus: K — koplite arv,
P — rohtkatte taastumise periood päevades,
N — karjatamispäevade arv ühes koplis,
1 — üleminekukoppel.

See valem peegeldab õigesti koplite arvu määravate üksikute tingimuste vahelist sõltuvust, kuid ei arvesta maastiku topograafiat, veisekarja maatüki suurust, karjamaadele puhkuse võimaldamist ja muid konkreetse tegelikkuse tingimusi. Seepärast võib seda valemit kasutada vaid orienteeriva juhendina.

Oletame, et rohtkatte taastumise periood on 45 päeva, karjatamispäevade arv ühes koplis on 5; asetanud need väärtused valemisse, saame:

$$K = \frac{45}{5} + 1 = 10.$$

Oletame, et antud juhtumil viiakse sisse karjamaakord viieaastase rotatsiooniga. See tähendab, et iga aasta eraldatakse kaks koplit puhkuseks. Sellepärast peab valemi järgi saadud koplite arvu suurendatama kahe võrra, mis lõpptulemusena annab kaksteist koplit.

Rohtkatte taastumise perioodi pikkus määratakse lähimate teaduslike uurimisjaamade materjalide põhjal. Karjatamise kestus ühes koplis määratakse kindlaks vastavalt veterinaar-profülaktilistele nõuetele, lähtudes karjamaade parema kasutamise loomisest ja loomade karjatamise ratsionaalsest teostamisest.

Kirjanduses antakse orienteerivalt aeg 3 kuni 10 päeva piirides. Tuleb silmas pidada, et mida rohkem on karjatamispäevi ühes koplis, seda suurem on kopli pindala, kuid kopli liiga suur pindala nõrgendab karjamaa kasutamise intensiivsust.

Seda tõendavad piltlikult Tškalovi Teadusliku Uurimise Instituudi järgmised andmed (tab. 23).

On ilmne, et karjamaade täielikuma kasutamise otstarbel on soovitav ühes koplis kindlaks määrata karjatamise minimaalne aeg. Kuid sel juhul võivad tekkida liiga väikesed koplid, mis ei võimalda karjatamise ratsionaalset organiseerimist, mille tõttu tootlikkus väheneb. Seega tuleb ühe kopli karjatamisperioodi kindlaksmääramisel üheaegselt arvestada kaht momenti:

Tabel 23.

Karjamaa tüüp	Maatüki pindala (ha-tes)	Rohtkatte kasutamise protsent
Aruheina-kovõlli-segaheinalised	24	63,0
» » »	32	47,8
» » »	105	38,7
Aruheina-kovõlli-koirohulised	49,6	48,6
» » »	77	24,2

1) karjamaade kõige efektiivsemat kasutamist ja 2) loomade kõige ratsionaalsemat karjatamist.

Koplite arvu määramisel lambakarjade maatükkidele on otsustavaks tingimuseks sanitaar-profülaktilised nõuded, mille kohaselt ei tohi lammaste karjatamist ühes koplis lubada üle 6 päeva.

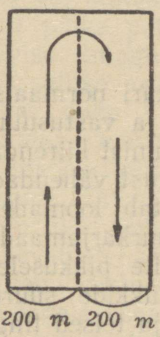
Lambakarjade maatükkidele koplite arvu määramiseks on tarvis karjamaade kasutamispäevade arv (karjatamise põhitsükli järgi) jagada kuuega ning jagatisele liita puhkusele kuuluvate eraldatud maatükkide arv. Arvutus tehtagu kohaldatuna karjamaa igale hooajatüübile.

Koplite kuju. Koplite kuju tuleb kindlaks määrata lähtudes loomade ratsionaalse karjatamise ja karjamaade parema kasutamise nõudeist. Kopli kõige soovitavam kuju on ristkülik. Külgede suhe on reast tingimustest sõltuvalt muutuv suurus. Koplite külgede (laiuse ja pikkuse) vahekorrale avaldab otsustavat mõju karjamaade kvaliteet, loomaliik, veise- ja lambakarjade suurus, samuti aga ka veise- või lambakarjade maatükkide pindala suurus.

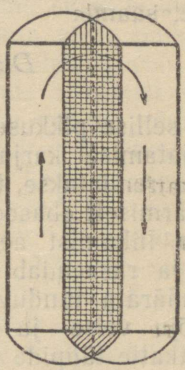
Kõrgesaagiliste, näiteks kultuurkarjamaade puhul peab koplite pikkus olema tunduvalt lühem, võrreldes madalasaagiliste karjamaadega. Koplite pikkuse ja laiuse vahekord ei ole koplite erinevate pindalade juures ühesugune. Koplite laius tuleb kindlaks määrata lähtudes veise- ja lambakarja normaalsest hargnemisest. Kirjanduses leiduvate juhendite kohaselt määratakse haarde laius lehma jaoks 1,5—2 m, 1—2 aasta vanuse noorkarja jaoks 1—1,25 m, vasikate jaoks 0,5 m. Omades neid juhendeid pole raske määrata minimaalselt vajalikku kopli laiust veisekarjale.

Nii määratakse 100-pealise veisekarja jaoks haarde minimaalne laius 150—200 m, 100-pealise vasikakarja jaoks 50 m jne. Neist mõõtmetest vähemaid koplilaiusi projektida ei tohi, sest et vastasel korral ei ole võimalik normaalse hargnemise

teostamine ja loomade korrapärase karjatamise tagamine. Niisiis limiteeritakse kopli minimaalne laius karja haarde ühekordse suurusega, kusjuures kopli minimaalset laiust võib kasutusele võtta vaid erandjuhtudel. Igal pool, kus see ainult võimalik, tuleb koplid projektida suurema laiusega; asi seisneb selles, et minimaalse laiuse juures peavad loomad tagasiteel asula või karjaaia suunas karjatuma juba paljakssöödetud rohtkatet mööda, mis on väga ebasoovitav. Kopli laius peab tagama vähemalt kahekordse veise- või lambakarja hargnemise, selleks et kari otse- ja vastusuunas liikumisel kasutaks värsket rohtkatet (joon. 24).



Joon. 24. Kopli kuju rohtkatte parema ärakasutamise arvestamisega.



Joon. 25. Kopli ebaratsionaalne kuju.

Rohtkatte paremaks ärakasutamiseks ja karjatamise paremaks organiseerimiseks on tarvis kopli laius projektida kordsena veise- või lambakarja haarde laiusega. Vastasel korral toimub karjamaade kasutamine vältimatult ebaühtlaselt; tagasiliikumise korral osa karjast karjatub teiskordselt kopli ärakasutatud osal (joon. 25).

Kopli ratsionaalse kuju kindlaksmääramiseks on tarvis peale laiuse määrata ka kõige soovitavam pikkus. Kopli pikkuse määramise aluseks soovitatakse võtta kaugus, mille loomad läbivad põhilistel ajavahemikkudel loomade jootmise, puhkuse ja lüpsi vahel. Selleks on tarvis: 1) veise- või lambakarja jaoks vastuvõetud päevakava põhjal välja selgitada karjatamise kestus ööpäeva üksikuil perioodidel; 2) saada lähisnormatiivid veise- või lambakarja edasiliikumise kiiruse kohta karjatamisel.

Omades neid suurusi, pole raske määrata kopli soovitud pikkust. Pikkuse määramine võib toimuda järgmisel viisil:

$$D = \frac{V \cdot K}{2},$$

kus: D — kopli otsitav pikkus;
V — veise- või lambakarja liikumise kiirus m/t.;
K — karjatamise kestus ööpäeva põhiperioodidel.

Tavaliselt võetakse veisekarja liikumise keskmine kiirus karjatamisel (looduslike karjamaade keskmise produktiivsuse juures) ümmarguselt 500 m tunnis. Oletame et karjatamise kestus ööpäeva põhivahemikel on 4,5 tundi; asendanud väärtused valemisse, saame:

$$D = \frac{500 \cdot 4{,}5}{2} = 1125 \text{ m}.$$

Kopli sellise pikkuse puhul läbib veisekari normaalse kiirusega karjatamisel karjatamismaatüki otse- ja vastusuunas. Kui pikkust suurendatakse, tuleb veisekarja liikumist kiirendada, mis on aga äärmiselt ebasoovitav; kui aga pikkust vähendada, peab veisekarja liikumist aeglustama, mis tekitab loomade hulgas rahutust ja raskendab karjatamist. Kultuurkarjamaadel tuleb pikkus määrata tunduvalt väiksem. Koplite pikkusele osutab suurt mõju veise- ja lambakarjade maatükkide suurus ning kuju, rohtkatte tüüpide paiknevuse iseloom ja teised tingimused.

Koplite paigutamine. Pärast koplite arvu ja suuruse määramist asutakse koplite paigutamisele. Koplite õigesti paigutamisele esitatav põhinõue seisneb selles, et iga koppel asetataks ühetüübilisele karjamaale. See soodustab rohtkatte ratsionaalset kasutamist, loomade varustamist haljassöödaga karjatamisperioodi kestel, agrotehniliste abindite paremat teostamist ja loomade karjatamise paremat organiseerimist. Seda nõuet mittetäielikult arvestades võib juhtuda, et ühte koplisse lülitatakse kevadist ja suvist tüüpi karjamaad; see aga viib selleni, et osa kevadisi karjamaid söödetakse paljaks suvel, aga osa suviseid karjamaid söödetakse paljaks kevadel, mis on täiesti lubamatu. Sel juhtumil, kui loodusliku kompleksi tingimuste kohaselt ei ole võimalik tagada igasse koplisse ühetüübilise taimestiku sissevõtmist, tuleb koplid projektida lähtudes rohtkatte valdavast tüübist.

Teine nõue seisneb selles, et viia miinimumini loomade tühikäigud. Siin omab suurt tähtsust õige paigutamine jootmiskoha suhtes.

Kolmas nõue seisneb reljeefi arvestamises. On teada, et

loomade edasiliikumisel piki nõlva toimub intensiivne rohukamara lõhkumine (rikkumine), suurtel nõlvadel aga tekivad teerajad, mida mööda toimub pinnavee tugevdatud äravool, mis põhjustab edaspidi kuristike (jäärakute) tekkimist. Peale selle kutsub loomade liikumine suuri nõlvu mööda esile edasiliikumiseks vajaliku energia suurema kaotuse ning loob seejuures ebamugavusi rohu söömisel.

Erosiooniprotsesside ärahoidmiseks ja loomadele paremate karjatamistingimuste loomiseks tuleb asetada koplid tema pikemate külgedega piki horisontaale.

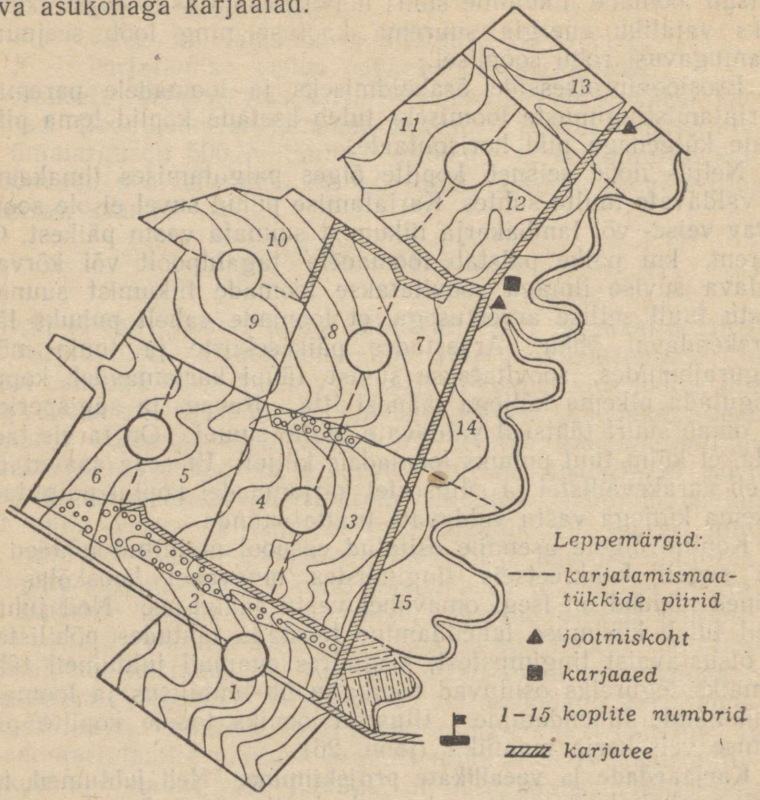
Neljas nõue seisneb koplite õiges paigutamises ilmakaarte ja valdavate tuulte suhtes. Karjatamise puhul suvel ei ole soovitatav veise- või lambakarja liikumist suunata vastu päikest. On parem, kui päike paistab loomadele tagantpoolt või kõrvalt. Palava suvise ilmaga soovitatakse loomade liikumist suunata vastu tuult sellise arvestusega, et loomade vahelt puhuks läbi värskendavat õhku. Arvestades päikesekiirte ja tuule mõju kagurajoonides, soovitatakse suvist tüüpi karjamaadel koppel paigutada pikema küljega läänest itta. Kevad- ja sügisperioodil omab suurt tähtsust valdavate tuulte suund. On tarvis taotleda, et külm tuul puhuks loomadele küljelt. Et seda saavutada, tuleb varakevadistel ja sügisestel karjamaadel koplid paigutada pikema küljega vastu valdavate tuulte suunda.

Koplite õigele asendile esitatud eespool mainitud nõuded ei ole sageli konkreetseis tingimustes omavahel kooskõlas ja mõned nõuded on isegi omavahel vasturääkivuses. Neil juhtumeil tuleb küsimuse lahendamine teostada lähtudes põhilistest ja otsustavaist tingimustest, kusjuures enamail juhtumeil tähtsamaiks tegureiks osutuvad rohtkatte ühetüübilisus ja loomade tühikäikude lühendamine. Illustratsiooniks toome koplite paigutuse veisekarja maatükil (joon. 26).

Karjaaedade ja veeallikate projektimine. Neil juhtumeil, kui karjamaakõlvikud asetsevad asulast üle 2—3 km kaugusel, organiseeritakse karjaaiad. Lambakasvatussovhooside tingimustes on karjaaedade organiseerimine tingitud peamiselt profülaktilistest kaalutlustest.

Sovhoosides loodavad karjaaiad võib jaotada kahte tüüpi: alatised ja muutuva asukohaga. Alatised karjaaiad on iseloomustatavad sellega, et nad teenindavad loomi pikema perioodi kestel (mitu karjatamishooaega). See karjaaedade tüüp varustatakse vastava sisseseadega: luuakse veeallikad, töölistele ja samuti ka loomadele vajalikud kergetüübilised ehitised. Muutuva asukohaga karjaaedu iseloomustab see, et neid karjatamis-

hooaja vältel alatasa asetatakse ümber karjatamismaatüki üksikute osade ärakasutamise järgi. Sel juhtumil karjaaedu mingite ehitistega ei varustata. Veisekasvatussovhoosides organiseeritakse harilikult alatised, lambakasvatussovhoosides aga muutuva asukohaga karjaaiad.



Joon. 26. Koplite ja karjamaakorra maatükkide paigutus.

Muutuva asukohaga karjaaedade jaoks toimub asukoha valik lamburite eneste poolt ja neid looduses mingite märgistega ei kinnitata. Seepärast peatume edaspidi ainult karjaaedade alatise tüübi juures.

Loomade tühjade üleajamiste vältimiseks peavad karjaaiad võimalust mööda asetsema karjamaamassiivi keskel ja veeallika läheduses. Selleks et vett mitte reostada, tuleb karjaaiad paigutada veeallikast voolu suunas allapoole, 150—200 m kaugusele. Karjaaia jaoks valitav asukoht peab olema kuiv. Pinnas

peab olema kõva ja hõlpsasti kuivav. Reljeef peab omama väikest kallakust (1—2°), mis tagaks pinnavete äravoolu. Karjaaiad on soovitav paigutada lahtistele ja teataval määral kõrgematele kohtadele. Karjaaia jaoks valitav plats peab olema eraldatud magistraalteedest, samuti aga ka kõigist teistest epizootiliste haigestuste levitamise suhtes hädaohtlikest kohtadest. Karjaaia alla valitav koht peab omama häid juurdesõidu ja juurdepääsu võimalusi.

Karjamaadele tuleb projektida veeallikad, mis rahuldavad loomade vajadusi vee suhtes nii kvantitatiivselt kui ka kvalitatiivselt ja mis tagavad hõlpsat juurdepääsu veeallikatele. Veeallikad karjamaakõlvikutel on soovitav paigutada maatüki keskele. Karjamaa maatükkide kaugus veeallikateni ei tohi ületada: vasikatele 1—1,5 km, lüpsilehmadele 1,5—2,5 km ja muudele veiserühmadele 2—3 km; imetavale emisele põrsastega ja nuumkesikutele 0,5—1 km, emistele ja remontnoorkarjale 1—1,5 km, lammastele 2—3 km.

Loomade igasuguste haigestuste edasikandmisest hoidumise garantiiks on soovitav veeallikad paigutada karjamaadele selliselt, et igale veise- või lambakarjale tuleks üks veeallikas.

Looduslike veeallikate puudumisel või nende õige organiseerimis- ning kasutamisvõimaluste puudumise korral lubatakse lambakasvatussovhoosides stepi olukorras vee juurdevedu vaatides. Sel juhtumil võib üks veeallikas teenindada mitut lambakarja.

Projektis tuleb ette näha karjatee iga veeallika juurde.

Veeallikate paigutamine karjamaadel toimub katkestamatus seoses, ühise tervikuna veeallikate paigutamisega põllumassiividele.

Projekti tulemusena koostatakse joonis ja seletuskiri. Joonisel näidatakse ära nii olemasolevad kui ka projektitavad veeallikad. Plaanil nad nummerdatakse. Plaanil näidatud veeallika number peab vastama seletuskirjas näidatud numbrile.

Karjateede projektimine. Üheaegselt veise- ja lambakarjade maatükkide projektimisega kavastatakse loomade karjateed. Projektimise põhimomendiks on karjateede suuna ja nende laiuse ning tiheduse määramine.

Seejuures tuleb täita järgmised nõuded:

1) karjateed rajada kõige lühemaid kaugusi mööda;
2) luua suurimad hõlbustused karjatamise organiseerimiseks;
3) kaitsta külve söödakahjude eest;
4) kaitsta rohtkatet liigse tallamise eest, karjateedeks eraldatud minimaalse pindala puhul.

Karjateede ühitamine teedega, eriti magistraalteedega, ei ole lubatud.

Karjateede võrgu tihedus määratakse lähtudes sellest, et igale karjamaatükile oleks tagatud ühendus jootmiskohaga, farmiasulaga või karjaaiaga.

Karjatee laius oleneb loomade liigist, veise- või lambakarja suurusest, karjateed mööda aetavate karjade hulgast, pinnasest ja teistest tingimustest. Sovhooside Rahvakomissariaadi instruktsioonis märgitakse sovhooside maakorralduse kohta orienteerivalt karjateede järgmised laiused: 100-pealise veisekarja jaoks 20—25 m, 800—1000-pealise lambakarja jaoks 25—35 m, 100-pealise seakarja jaoks 10—15 m.

Karjateed tuleb rajada kindlale pinnasele. On keelatud karjateid rajada kuristike äärtele, järske nõlvu või madalaid ja soostunud kohti mööda, loomade matmispaikade ja transiitteede lähedale. Harilikult tuleb karjateed ühitada veisekarja maatükkide, külvikorraväljade ja koplite piiridega.

Karjamaade territooriumi organiseerimise iseärasused lambakasvatussovhoosides. Loomakasvatusmajandite üldiste nõuete kõrval tuleb karjamaade territooriumi organiseerimisel lambakasvatussovhoosides arvestada järgmisi iseärasusi:

1) lambad asuvad oma karjamaatüki piirides aasta ringi;

2) lammaste rea haigestuste vältimiseks peab nende karjatamine kultuurkarjamaadel toimuma vaheldumisi looduslike karjamaadega;

3) üheski koplis ei tohi lambaid karjatada üle kuue päeva;

4) lamblad peavad paiknema kõva pinnasega uudiskarjamaadel.

Karjamaade territooriumi organiseerimise näitena lambakasvatussovhoosides toome Ordžonikidze krais asuva Aigurski lambakasvatussovhoosi nr. 20 farmi nr. 1 (joon. 27).

Vastavalt lamba- ja veisekarjade arvule farmis eraldatakse lammastele 17 maatükki, veistele 3, tööloomadele 1.

Kogu karjatamisperioodi kestel kõigi kariloomade haljasmassiga täielikuks varustamiseks on igal lambakarja maatükil looduslike karjamaade kõrval projektitud mitmeaastaste ja üheaastaste heinte külvid järgmises vaheldumises:

1) sudaani rohi karjatamiseks,
2) „ „ „
3) lutsern karukaeraga heinaks,
4) „ „ ädalal karjatamiseks,
5, 6, 7, 8) „ „ karjatamiseks.

Igal lambakarja maatükil on kehtestatud järgmine kalender

karjamaade kasutamiseks kogu karjatamisperioodi kestel (tab. 24).

Tabel 24.

Karjamaa tüüp	Kasutamise aeg
Looduslikud karjamaad	1. IV— 5. V
Lutsern + karukaer (põhiline kasutamine) ja looduslikud karjamaad	6. V—15. VI
Sudaani rohi (põhiline kasutamine) ja looduslikud karjamaad	16. VI— 8. VII
Lutsern + karukaer 50% ja looduslikud karjamaad (1. ädal)	9. VII—18. VII
Sudaani rohi ja looduslikud karjamaad — (1. ädal)	19. VII— 4. VIII
Lutsern + karukaer 50% ja looduslikud karjamaad (1. ädal)	4. VIII—12. VIII
Sudaani rohi ja looduslikud karjamaad (2. ädal)	13. VIII—28. VIII
Lutsern + karukaer ja looduslikud karjamaad (2. ädal)	29. VIII—30. IX
Looduslikud karjamaad	1. X— 1. XII

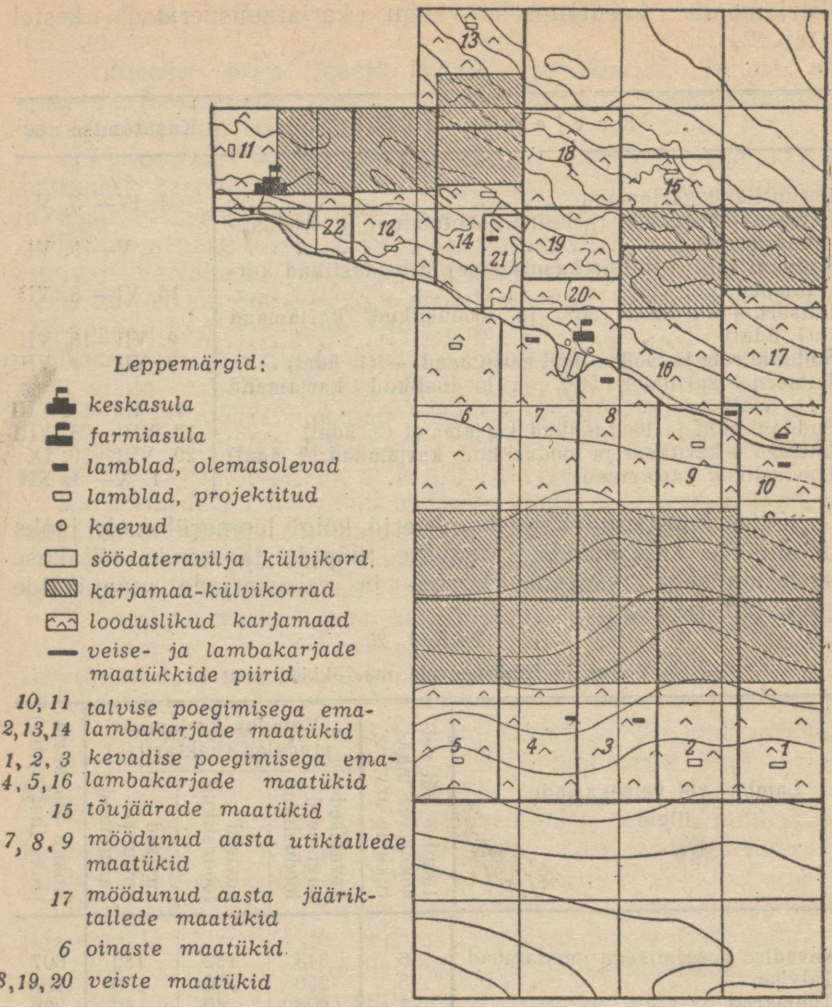
Olles koostanud haljaskonveierid kõigi loomarühmade jaoks looduslike karjamaade valdavate tüüpide ja nende viljakuse arvestamisega, määrame lamba- ja veisekarjade maatükkide pindalad (tab. 25).

Tabel 25.

Veise- ja lambakarjade maatükkide suurus.

Lamba- või veisekarjade liigid	Lamba- või veisekarjade maatükkide arv	Vajadus karjamaa pindalas (hektarites)			Kokku ühe karja jaoks (hektarites)
		kevadised-sügisesed looduslikud	suvised looduslikud	suvised kultuurkarjamaad	
Kevadise poegimisega emalambad	6	343	132	132	607
Talvise „ „	5	250	100	100	450
Tõujäärad	1	206	60	60	326
Utiktalled, möödunud aastast	3	514	152	152	818
Jääriktalled, möödunud aastast	1	514	152	152	818
Oinad	1	600	172	172	944
Lehmad ja tiined mullikad	1	284	50	50	384
Remontnoorkari	2	200	40	40	280

Lamba- ja veisekarjade maatükkide arvutatud pindalad maatükkide paigutamisel tavaliselt mõningal määral muutuvad, sõltuvalt karjamaade tüübist ja nende viljakusest.



Joon. 27. Lambakarja maatükkide paigutus Aigurski lambakasvatussovhoosi farmis nr. 1.

Lambakarjade maatükkide paigutamisel arvestatakse tingimata lambakarjade liiki, nende tõulist, sugulist ja vanuselist koosseisu. Emalambakarjadele ja tõujäärakarjadele on eraldatud paremad karjamaad. Emalambakarjade, eriti kevadise poegimisega emalambakarjade jaoks omavad suurt tähtsust head,

lamblate lähedal asetsevad kevadised karjamaad. Kevadise poegimise korral aetakse talled koos emalammastega varakevadel väikeste rühmadena karjamaadele, kusjuures nad iga päev lamblatesse tagasi aetakse. Vanemad kui üheaastased utik- ja jääriktallede karjad võidakse paigutada looduslikele, madalama kvaliteedi ja viljakusega karjamaadele.

Oinakarjad paigutatakse halvematele karjamaadele ja neile jäetakse kasutada halvemini korrastatud lamblad. Paremad, soojustatud lamblad määratakse talvise poegimisega emalambakarjadele. Lambakarjade maatükkide paigutamisel on suurt tähelepanu pööratud mullaerimitele. Iga lambakarja maatükk on paigutatud nii, et on võimalus luua karjamaa-külvikordi.

Peale selle arvestati lambakarjade maatükkide paigutamisel olemasolevate veeallikate asukohta ning uute veeallikate loomise võimalusi.

Kujult peavad lambakarjade maatükid vastama nende sisemise organiseerimise (karjamaa-külvikorra ja koplite paigutamise) nõuetele.

Aigurski lambakasvatussovhoosi tingimustes tingis mullastikuliste ja botaaniliste kontuuride asetus lambakarjade maatükkide põhjast lõunasse kulgeva paelja kuju. Sellise paigutamise puhul kuulub igasse lambakarja maatükki mitut tüüpi karjamaid. Peale selle lubavad maatükkidesse lülitatud mullaerimid luua karjamaa-külvikordi.

Lambakarja maatükis võtavad enda alla 55% kevadised ja sügisesed looduslikud karjamaad ja 45% suvised kultuur- ja looduslikud karjamaad. Suvised karjamaad on jaotatud lambakarja maatüki pikema külje suunas kaheksaks ribaks-väljaks; neist 4 välja võtavad enda alla kultuurkarjamaad, 4 välja on aga vana söödi all.

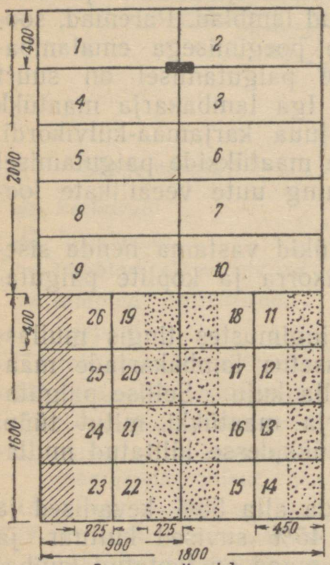
Karjamaa-külvikorra ühe välja pindala, sõltuvalt lambakarja tüübist ja lambakarja loomade arvust, kõigub 8,5 kuni 21,5 ha. Välja pindala suurendamiseks korraldatakse väljade vaheldumine nii, et mainitud kaheksast väljast igal lambakarja maatükil on 4 välja heinakülvide all. Peale selle on külvikorrad enamail juhtumeil ühendatud kahe lambakarja maatüki jaoks. Projektitud lambakarjade maatükkide pindalad varustavad täielikult loomi haljassöödaga kogu karjatamisperioodi kestel. Lambakarja maatükid on jaotatud kopliteks.

Koplite arvu määramisel tuleb kindlaks teha:

1) igat tüüpi karjamaa kasutamise aeg;
2) viljakus;
3) karjatamise päevade arv ühes koplis.

Meie näites iga lambakarja maatükk jaotatakse 26-ks kopliks; nendest on looduslikel karjamaadel kevadiseks ja sügiseseks kasutamiseks 10 koplit, kultuurkarjamaadel 16 koplit (4 — sudaani rohul ja 12 lutsernil + karukaeral).

Määranud koplite arvu ja nende pindala, tuleb kindlaks teha koplite kõige ratsionaalsem kuju.



Joon. 28. Koplite paigutuse skeem lambakarja maatükil.

Koplite kuju peab rahuldama karjatamistehnika järgmisi nõudeid:

1) karjatamine peab toimuma lambakarja normaalse hargnemise juures; 2) lambakarja liikumine peab olema ühtlane; 3) rohtkatte paljakssöötmine peab toimuma ühtlaselt kopli kõigil osadel.

Kopli täisnurkne kuju hargnenud karja haardega kordse laiuse juures rahuldab eespool mainitud nõudeid.

Kopli laiuse määramise aluseks on võetud hargnenud lambakarja haarde laius, mis sõltub lambakarja suurusest, iga looma haarde laiusest ja karjamaade tüübist. Kopli minimaalne laius ei või olla väiksem lambakarja ühekordse haarde laiusest. Kopli laiuse määramisel lambakarjade jaoks looduslikel karjamaadel soovitatakse lähtuda järgmisest haardelaiusest üksikute loomaliikide jaoks: emalambakarja jaoks 0,4—0,5 m, aherlambakarja jaoks 0,2—0,3 m iga pea kohta. Selliselt on 800-pealise emalambakarja kopli minimaalne laius 300—400 m, 800-pealise aherlambakarja jaoks 160—240 m.

Kultuurkarjamaadel tuleb hargnenud lambakarja haarde laius tunduvalt väiksem, mis lubab projektida väiksema laiusega kopleid.

Kopli pikkusele lambakasvatussovhoosides, samuti nagu veisekasvatussovhoosideski mõjuvad määravalt: karjatamise kestus ööpäeva üksikutel perioodidel, loomade liikumise kiirus ja karjamaade tüüp.

Oletame, et karjatamise kestus ööpäeva põhiajavahemikel on ümmarguselt 4,5 tundi. Emalambakarja liikumise kiirus karjatamisel looduslike karjamaade keskmise tootlikkuse juures on 350 m tunnis. Selle ajaga lambakari läbib 1575 m. Et lambakari liiguks otse- ja vastusuunas karjatudes, peab maatüki pikkus olema kaks korda väiksem, s. o. 787 m.

Kirjanduses on olemas viiteid sellele, et emalambakarja kopli kõige soovitavam pikkus looduslikel karjamaadel on 800—1000 m piirides. Aherlambakarjade jaoks võib kopli pikkus olla 40—50% võrra suurem; see on seletatav sellega, et aherlambakarja kiirus võrdub 8—9 m minutis 6 m asemel emalambakarja jaoks. Kultuurkarjamaadel lambakarja liikumise kiirus on tunduvalt väiksem, seepärast tuleb ka kopli pikkus võtta siin väiksem kui looduslikel karjamaadel. Aigurski sovhoosis on looduslikel karjamaadel koplite pikkus projektitud 900 m viisi, kultuurkarjamaadel vaheldumisi looduslikega 450 m (225 m looduslikel ja 225 m kultuurkarjamaadel). Selline külgede vahekord vastab täiel määral karjatamise õigele organiseerimisele.

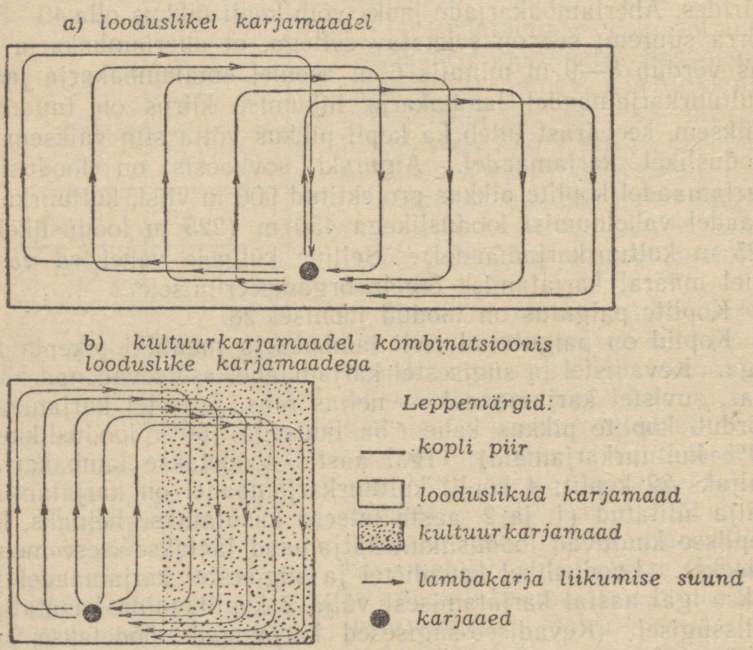
Koplite paigutus on toodud joonisel 28.

Koplid on paigutatud risti lambakarja maatüki pikema küljega. Kevadistel ja sügisestel karjamaadel asetsevad nad kahes reas, suvistel karjamaadel — neljas reas. Suvistel karjamaadel võrdub koplite pikkus kahe riba laiusega (50% looduslikke ja 50% kultuurkarjamaid). Igal aastal söödetakse lambakarjaga paljaks 22 koplit; 4 koplit kultuurkarjamaadel on karjatamisest välja lülitatud (1. ja 2. aasta lutsern kasutatakse heinaks, kuid koplisse kuuluvad looduslikud karjamaad jäetakse iseseemendumiseks). Looduslikel kevadistel ja sügisestel karjamaadel jäetakse igal aastal karjatamisest välja 2 koplit, mida kasutatakse hilissügisel. Kevadised-sügisesed karjamaad söödetakse kogu karjatamisperioodi jooksul paljaks kaks korda: kevadel alates karjatamisperioodist kuni 5. maini — 8 koplit, ja sügisel 1. oktoobrist kuni 1. detsembrini — 10 koplit. 5. maist kuni 1. oktoobrini karjatatakse lambaid suvistest looduslikest ja kultuurkarjamaadest kombineeritud 12 koplis; neist on 4 koplit sudaani rohul ja 8 — lutsernil (kombinatsioonis looduslike karjamaadega). Suviste karjamaade igas koplis karjatatakse lambaid kolm korda: põhiline paljakssöötmine ja 2 ädalat. Lambakarja liikumine karjatamise ajal koplites toimub läänest itta, kopli pika külje suunas, mis vastab karjamaade kasutamise õigele tehnikale.

Karjaaiad paigutatakse looduslikele karjamaadele ja iga

päev (kultuurkarjamaade kasutamisel) aetakse lambad algul looduslikele karjamaadele, siis kultuurkarjamaadele (joon. 29).

Karjamaade organiseerimise iseärasused seakasvatussovhoosides. Seakasvatussovhoosides toimub sigade karjatamine kultuurkarjamaadel. Zooveterinaarsete nõuete kohaselt lubatakse sigade karjatamist ühel kohal ainult ühe karjatamishooaja kestel, kusjuures samale kohale ei või tagasi tulla enne ühe aasta möödumist.



Joon. 29. Lambakarja liikumise skeem mööda koplit.

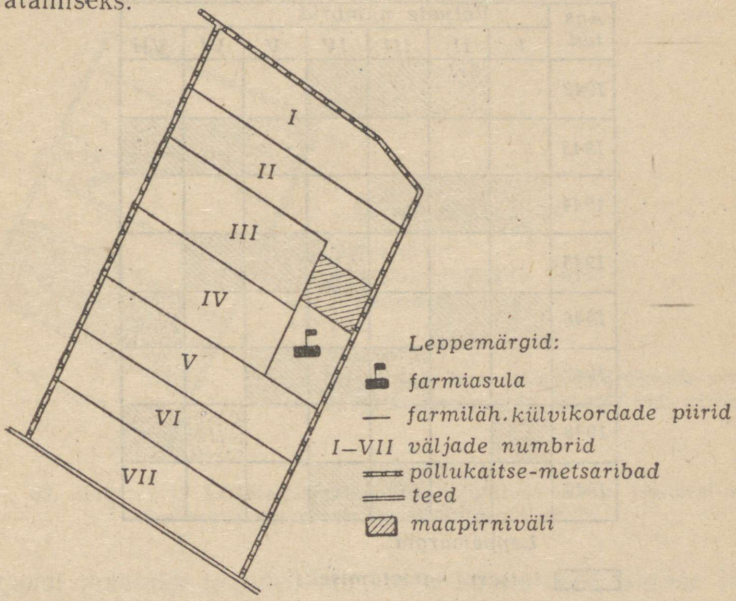
Seda saavutatakse kultuurkarjamaade loomisega teatavas külvikorra-süsteemis.

Igal seafarmil harilikult on oma farmilähedane külvikord, kus peale karjamaakultuuride paigutatakse juur- ja mugulvilja-, silo- ja teraviljakultuure. Iga seafarmi jaoks koostatakse haljaskonveier selliste kultuuride valikuga, mis kindlustavad haljasmassiga farmi kõiki kariloomi kogu karjatamisperioodi jooksul. Haljaskonveier koosneb enamail juhtumeil mitmeaastastest ja üheaastastest karjamaakultuuridest. Sõltuvalt haljaskonveieri tüübist ja farmi loomade arvust eraldatakse karjatami-

seks üks väli mitmeaastasi ja üks või kaks välja üheaastasi rohttaimi.

Nanseni-nimelises seakasvatussovhoosi (Saratovi oblastis) nuumamisfarmis nr. 4 on kasutusele võetud järgmine farmilähedase külvikorra skeem:

1) oder lutserni allakülviga, 2) lutsern heinaks, 3) lutsern karjatamiseks, 4) kartul, 5) üheaastased rohttaimed karjatamiseks, 6) söödapeet, silokultuurid, 7) üheaastased rohttaimed karjatamiseks.



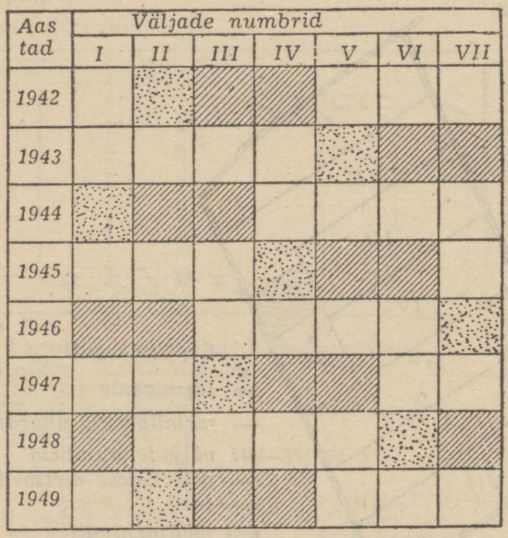
Joon. 30. Farmilähedase külvikorra väljade paigutuse skeem Nanseni-nimelise seakasvatussovhoosi nuumamisfarmis nr. 4.

Farmilähedase külvikorra väljade paigutamisel on tarvis taotleda seda, et karjamaakultuuridega väljad asetseksid kõrvuti. Näiteks toome väljade paigutuse farmis nr. 4 (joonised 30, 31).

Joonisest nähtub, et karjamaakultuuridega väljad asetsevad 5 aasta kestel kõrvuti ja kaks aastat üleribaselt teiste väljadega.

Karjatamisperioodi kestel viiakse seakari sealautadest üle karjamaade lähedale või otse karjamaale ehitatud suvilaagritesse. Iga laager kujutab enesest mitut edasikantavat kerget tüüpi hoonet (baasi). Ühenduses iga-aastase karjamaakultuuride ümberpaigutamisega kantakse igal aastal üle ka baasid.

Laagrid ehitatakse niisuguse arvestusega, et oleks täiesti vaba juurdepääs kõigile karjatamismaatükkidele. Baasidevaheline kaugus peab olema 100—130 m ümber. Tiinuse lõppjärgus olevate ja imetavate emiste jaoks ei või kaugus baasist karjamaani ületada 0,5 km, 1. ja 2. kuud tiinete emiste, noorte, vanusega üle 4 kuu, remontkesikute ja noorte, kaaluga kuni 60 kg, nuumkesikute jaoks 1—1,5 km, teiste nuumkesikute jaoks 0,5—1 km.



Joon. 31. Karjatamiskultuuride paigutus farmilähedases külvikorras.

Loomade tühikäikude vähendamiseks ja rohtkatte paremaks ärakasutamiseks karjamaadel tuleb baasid paigutada mitmeaastaste ja üheaastaste kultuuridega väljade piirile.

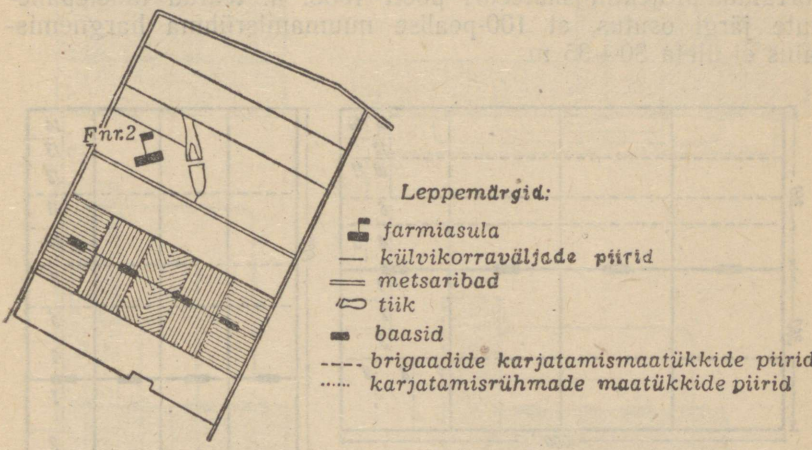
Nuumamisfarmides jaotatakse farmilähedase külvikorra iga väli iga üksiku baasi järgi kogu karjatamisperioodiks kinnistatavaiks karjatamismaatükkideks. Nuumamisfarmides organiseeritakse baasid standardsuuruses 200—400 loomaga. Karjatamismaatükkide suurus määratakse kindlaks, olenevalt vastavatesse baasidesse paigutatavate sigade arvust.

Baasile kinnistatud iga karjatamismaatükk jaguneb omakorda rühmamaatükkideks, vastavalt karjatamisrühmade arvule.

Nuumatavad karjatamisrühmad on enamail juhtumeil suuruselt ühesugused (ligikaudu 100 pead) ja seepärast on karjatamismaatüki suurus kõigi rühmade jaoks ühesugune.

Emisefarmis suvisel karjatamisperioodil jaotatakse karjamaakultuuridega väljad kahte või kolme ossa, olenevalt brigaadide arvust. Emiste brigaadi suuruseks soovitatakse 45—60 põhiemist.

Igas farmis on kõik brigaadid suuruselt võrdsed, seepärast eraldatakse brigaadidele ühesuurused karjatamismaatükid. Iga



Joon. 32. Baaside ja karjatamismaatükkide paigutuse skeem Nanseni-nimelise seakasvatussovhoosi emisefarmis nr. 2.

brigaadi maatükk jaguneb omakorda kolme ossa, sigade järgmise kolme rühma jaoks:

a) vabade ja tiinuse esimese perioodi emiste jaoks;
b) tiinuse teises perioodis olevate ja imetavate emiste jaoks;
c) võõrutatud põrsaste ja noorte remontloomade jaoks.

Nende maatükkide suurus määratakse kindlaks olenevalt iga karjatamisrühma igakuusest sigade arvust.

Maatükkideks jaotamise näide on toodud joonisel 32.

Iga karjatamisrühma loomade jaoks jaotatakse enne paljaksöötmise algust järjekordne karjamaakultuur kopliteks, arvestades igas koplis viibimise aega mitte üle 8—10 päeva.

Silmas pidades, et koplite pindala on väga väike, maksimaalselt 1—1,5 ha, on kopli kujul suur tähtsus karjatamise normaalseks teostamiseks. Kopli kuju peab rahuldama karjamaa ratsionaalse kasutamise järgmisi nõudeid:

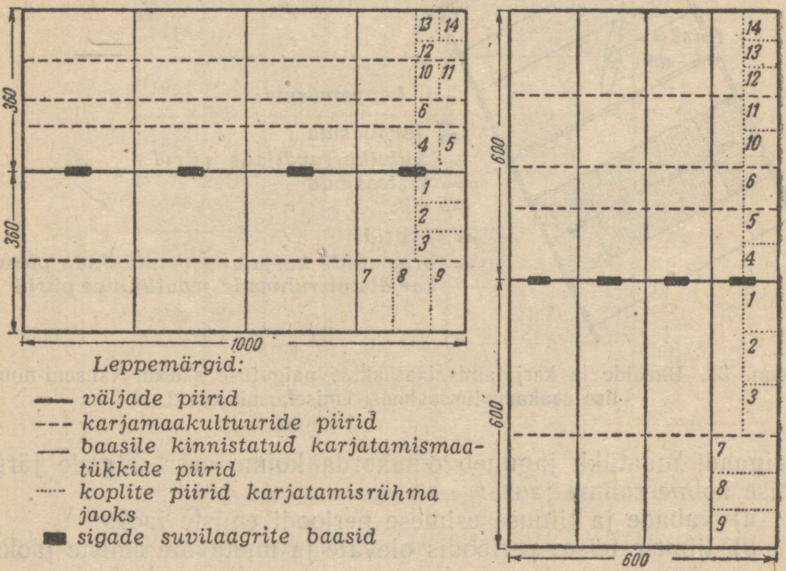
1) loomade liikumine karjatamise ajal peab olema ühtlane ja vaba;

2) rohtkate peab ära kasutatama ühtlaselt üle kogu kopli;

3) iga päev tuleb võtta kasutamiseks uusi, varem kasutamata maatükke.

Neile nõudeile vastab ratsionaalse külgede vahekorraga ristkülik.

Karjatamiskopli laius sõltub sigade karjatamisrühma hargnemisest. Moskva Maakorralduse Instituudi maakorraldus-projektimiskateedri poolt 1938. a. tehtud tähelepanekute järgi osutus, et 100-pealise nuumamisrühma hargnemislaius ei ületa 30—35 m.



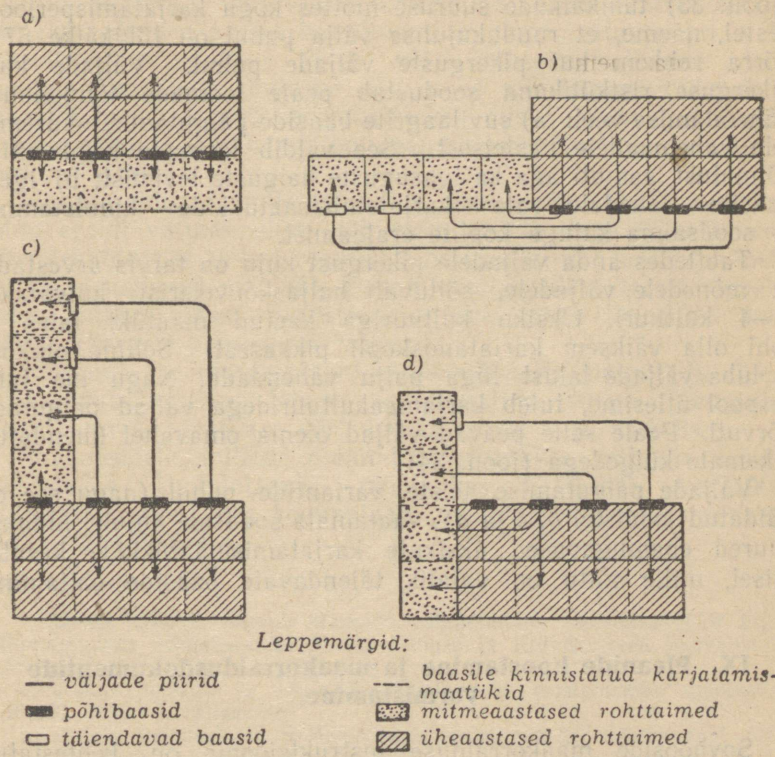
Joon. 33. Farmilähedase külvikorra väljade kuju.

Kopli laius ei tohi olla väiksem karjatamisrühma 2-kordsest hargnemislaiusest. Järelikult 100-pealise nuumamisrühma kopli laius ei või olla alla 60—70 m.

Kopli pikkus sõltub sigade liikumise kiirusest karjatamisel ning sigade karjamaal viibimise ajast.

Katseandmete põhjal on kindlaks tehtud, et nuumamisrühma liikumise kiirus karjamaal kõigub 1—1,5 m piirides minutis. Liikumise kiirusele avaldab mõningat mõju loomade vanus ja kaal. Karjamaal viibimise ajaks määratakse

4,5—5 tundi ööpäeva kohta, sellest umbes pool aega hommikuseks karjatamiseks ja pool õhtuseks karjatamiseks. Kuuma ilmaga päevadel sigu ei karjatata. Omades neid andmeid on hõlpus ära määrata kopli pikkust. 2,5-tunnise karjatamise kestel läbivad loomad kuni 200—250 m. Arvestades, et loomi karja-



Joon. 34. Farmilähedase külvikorra väljade, baaside ja karjatamismaatükkide paigutuse skeem.

tatakse baasist otse- ja tagasisuunas liikudes, peab kopli pikkus olema kaks korda vähendatud ja moodustab seega 100—125 m. Sellele tuleb juurde lisada loomade hargnemise suurus pikkust mööda, mis moodustab 30—35 m. Sel viisil on koplite pikkus nuumamisrühmade jaoks 130—150 m piirides ja kopli laius 60—100 m piirides. Erinevate karjatamisrühmade jaoks on kopli pikkuse ja laiuse vahekord erinev.

Karjatamiskoplite eraldamisel tuleb hoiduda nende liigsest pikaks venitamisest, sest see suurendab loomade tühikäike ja põhjustab rohtkatte ebaühtlast kasutamist.

Loomade karjatamise organiseerimisel omab suurt tähtsust farmilähedase külvikorra väljade kuju ja paigutus. Võrreldes ruudukujulist välja pikerguse ristküliku kujulise väljaga (joon. 33) tühikäikude suuruse mõttes kogu karjatamisperioodi kestel, näeme, et ruudukujulise välja puhul on tühikäike 57% võrra rohkem kui pikerguste väljade puhul. Väljade kuju pikerguse ristkülikuna soodustab peale loomade tühikäikude vähendamise veel: a) suvilaagrite baaside paigutamist suurematele vahemaadele üksteisest. See väldib loomade segunemise võimalust, samuti aga ka igasuguste haiguste levimist; b) igale baasile lähedalolevate karjatamismaatükkide kinnistamist; c) soodsaima kujuga koplite eraldamist.

Taotledes anda väljadele pikergust kuju on tarvis arvestada, et mõnedele väljadele, sõltuvalt haljaskonveierist, külvatakse 3—4 kultuuri. Üksiku kultuuriga kaetud maatüki laius ei tohi olla väiksem karjatamiskopli pikkusest. Selline olukord ei luba väljade laiust liiga palju vähendada. Nagu me juba eespool ütlesime, tuleb karjamaakultuuridega väljad paigutada kõrvuti. Peale selle peavad väljad olema omavahel ühendatud pikemate külgedega (joon. 34).

Väljade paigutamise teiste variantide puhul (nagu see on näidatud joonistel *b*, *c* ja *d*), vaatamata soodsale kujule, luuakse suured ebamugavused üksikute karjatamismaatükkide kasutamisel, mille tõttu on vajalik täiendavate baaside ehitamine.

IX. Plaanide koostamine ja maakorraldusdokumentide vormistamine.

Sovhooside maakorralduse instruktsioonis on kehtestatud plaanide koostamises ja maakorraldusdokumentide vormistamises järgmine kord: sovhooside maakorralduse plaanid koostatakse kas olemasoleva mõõdistamismaterjali või uue mõõdistamise mõõtkavas. Uute topograafiliste või horisontaalmõõdistamise plaanide valmistamine toimub täielikus kooskõlas NSV Liidu Siseasjade Rahvakomissariaadi Riikliku Mõõdistamise ja Kartograafia Peavalitsuse instruktsioonidega ning nende väljajoonestamine toimub mõõtkavade 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000 ja 1 : 10 000 jaoks NSV Liidu Siseasjade Rahvakomissariaadi Riikliku Mõõdistamise ja Kartograafia Peavalitsuse 1936. a.

leppemärkides või mõõtkava 1 : 25 000, 1 : 50 000 jaoks Sõjaväe Topograafia Valitsuse 1934. a. leppemärkides [1].

Sõltumatult mõõdistamiste originaalide asupaigast (Geodeesia ja Kartograafia Peavalitsuse volinik, Sovhooside Ministeeriumi asutised jt.) koostatakse projektide loomise otstarbeks kõigil juhtumeil uued maakorralduse plaanid. Sisult need plaanid esinevad täpsete koopiatena ja nende valmistamisel kantakse piirid plaanile koordinaatide järgi, situatsioon väliraamatute (visandite) järgi või ümberjoonestamise teel. Nendele plaanidele kantakse kõik uued mõõdistamisandmed ja edaspidi loetakse neid originaalideks, mis koos kogu tehnilise asjatoimetusega kuuluvad hoiuleandmisele Sovhooside Ministeeriumi arhiivi.

Maakorralduse projektplaanid koostatakse iga sovhoosi kohta eraldi vatmanpaberi lehtedele mõõtmetega 60 × 60 cm. Kõrvalekaldumist sellest reeglist lubatakse ainult neil juhtumeil, kui kogu sovhoosi maatükk mahub vatmanpaberi tervele lehele. Paber, millele plaan valmistatakse, kleebitakse lõuendile, kartongile (kergele papile) või vineerile.

Juhtumil, kui projektplaani ei ole võimalik paigutada ühele tervele vatmanpaberi lehele koordinaatide võrgu normaalse asendi juures, lubatakse võrk kanda lehele viltu asendis.

Sovhoosidele, millede plaanid paigutatakse mitmele lehele, koostatakse koondplaanid mõõtkavas 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000, arvestades koondplaani mahutamist ühele standardmõõtmetega lehele.

---

[1] Alates 1949. a. toimub plaanide valmistamine kooskõlas NSV Liidu Põllumajanduse Ministeeriumi Maakorralduse ja Külvikordade Peavalitsuse eeskirjadega:

a) eeskiri mensul- ja teodoliitmõõdistamiste teostamiseks mõõtkavas 1 : 10 000, 1949. a. väljaanne;

b) eeskiri maapealsete mõõdistamiste teostamiseks mõõtkavas 1 : 5000 ja 1 : 2000, 1949. a. väljaanne.

Plaanide väljajoonestamine toimub NSV Liidu Ministrite Nõukogu juures asuva Geodeesia ja Kartograafia Peavalitsuse poolt kinnitatud leppemärkides:

1) mõõtkavade 1 : 200, 1 : 500, 1 : 1000 ja 1 : 2000 jaoks 1947. a. väljaandes;

2) mõõtkava 1 : 5000 jaoks 1948. a. väljaandes;

3) mõõtkava 1 : 10 000 jaoks on ajutiselt kuni uute leppemärkide väljaande ilmumiseni maksvad tekstis nimetatud 1936. a. leppemärgid koos eespool nimetatud mõõtkavas 1 : 10 000 mensul- ja teodoliitmõõdistamiste teostamise eeskirja lisas 40 toodud täiendustega;

4) mõõtkava 1 : 25 000, 1 : 50 000 jaoks toimub plaanide väljajoonestamine NSV Liidu Relvastatud Jõudude Kindralstaabi Sõjaväe Topograafia Valitsuse 1946. a. väljaande leppemärkides. — Vast. toim.

Koondplaanide valmistamisel mõõtkavas 1 : 25 000, 1 : 50 000 kantakse ringpiirid plaanile koordinaatide järgi, situatsioon aga pantografeeritakse. Koondplaanid mõõtkavas 1 : 100 000 koostatakse ainult pantografeerimise teel.

Oma vormistamise ja väljatöötamise täiuselt on koondplaanid põhiplaanide koopiad. Erand lubatakse ainult pealkirjade, geoandmete ja väljade pindala suuruste pealekirjutamise suhtes. Mõõtkavas 1 : 25 000 ja 1 : 50 000 koondplaanidele tõmmatakse koordinaatide võrk, kuid plaanidel 1 : 100 000 antakse ainult meridiaani suund.

Mitmel lehel koostatavad maakorralduse plaanid valmistatakse sellise arvestusega, et igale lehele mahuks täisarv osakondi või farme.

Projektplaanid mõõtkavas 1 : 10 000 joonestatakse NSV Liidu Siseasjade Rahvakomissariaadi Riikliku Mõõdistamise ja Kartograafia Peavalitsuse poolt 1936. a. väljaantud leppemärkides, mõõtkavas 1 : 25 000 ja 1 : 50 000 aga Sõjaväe Topograafia Valitsuse poolt 1934. a. väljaantud leppemärkides, kusjuures leppemärgid asetatakse harvendatult[2].

Plaanide vormistamine ja väljatöötamine ning mitmesuguste pealkirjade paigutamine (kartuš, naabrusmaade kirjeldus, eksplikatsioon jt.) toimub ranges kooskõlas standardvormiga. Kõrvalekaldumine on lubatud ainult pealkirjade šrifti kasutamise suhtes. Pealkirjad olgu tehtud korralikult, selgesti ja ilusasti. Maakorralduse projektplaanile peab kantama: osakondade ja farmide piirid, keskasula, osakondade ja farmide asulad, põllukülvikorrad väljade piiridega, farmilähedased ja karjamaa-külvikorrad väljade piiridega, veisekarjade ja lambakarjade maatükkide piirid, suuremaks koondatud karjatamiskoplite (koondkoplite) piirid, teede võrk, põllukaitse- ja kurtistikuäärsed metsaribad, karjateed, veeallikad (olemasolevad ja projektitavad), pargid, aiad, haljasalad, köögiviljaaiad, heinamaad, eriotstarbelised maatükid, haigete loomade isolaatorid, loomade matmispaigad, elektri-, telegraafi-, telefoniliinid, niisutus- ja kuivenduskanalid ja -kraavid, sillad, ülesõidukohad, ülepääsud jne.

---

[2] Mõõtkava 1 : 10 000 jaoks on ajutiselt kuni uute leppemärkide väljaande ilmumiseni maksvad tekstis nimetatud 1936. a. leppemärgid koos NSV Liidu Põllumajanduse Ministeeriumi Maakorralduse ja Külvikordade Valitsuse poolt 1949. a. väljaantud mõõtkavas 1 : 10 000 mensul- ja teodoliitmõõdistamiste teostamise eeskirja lisas 40 toodud täiendustega.

Mõõtkava 1 : 25 000, 1 : 50 000 jaoks on maksvad NSV Liidu Relvastatud Jõudude Kindralstaabi Sõjaväe Topograafia Valitsuse 1946. a. väljaande leppemärgid. — Vast. toim.

Külvikorraväljade, asulaaluste, veisekarjade, lambakarjade ja teiste maatükkide kuivamaa piirid joonestatakse mustas tušis täisjoonega, magistraaljooned looduslike rajade korral aga punktiiriga. Magistraalteed ja karjateed joonestatakse kahe täisjoonega, põlluteed aga — täis- ja punktiirjoonega. Suletavad teed kriipsutatakse läbi lühikeste kriipsudena punases tušis.

Teede kõigi väljumiskohtade juurde kirjutatakse punktide nimetused, kust ja kuhu tee läheb, märgitakse ära tee laius ja tee ning piiri lõikepunkti kaugus ringpiiri lähima käänupunktini.

Koondplaanidel äärestatakse osakondade piirid punase värviga kahe millimeetri laiuselt. Külvikordade väljade piirid äärestatakse samuti punase värviga 0,8 mm laiuselt (joonsulega). Veisekarjade ja lambakarjade maatükid äärestatakse punase, koondkoplite piirid aga kollase värviga samasuguses laiuses nagu väljadki.

Külvikorraväljad nummerdatakse järjekorras iga külvikorra piirides rooma numbritega.

Veisekarjade ja lambakarjade maatükid nummerdatakse samuti rooma numbritega, koondkoplid aga — araabia numbritega. Kõigi maatükkide numeratsioon antakse sellesama värviga, millega on äärestatud selle maatüki piirid. Number paigutatakse välja või maatüki keskele, tema alla aga kirjutatakse maatüki pindala hektari kümnendikosa täpsusega.

Olemasolevad põllukaitse-metsaribad joonestatakse välja mustas tušis ringikestena, diameetriga 0,8 mm ja ringi keskpunktide vahekaugusega 0,5 mm, projektitavad aga sama märgiga, kuid punases tušis.

Plaanil näidatakse ära metsariba laius.

Plaanil tuleb ära näidata ka asustatud punktide, keskasulate, osakondade ja farmide nimetused (või nendele omistatud numbrid), vooluvete nimetused, näidates noolega voolu suuna, jäärakute, kuristike, looduslike rajade, kohaliku tähtsusega metsade, riikliku metsafondi ja massiivis pihutatult asuvate mitmesuguse tähendusega maatükkide nimetused.

Külvikorraväljade joonelised mõõtmed kirjutatakse väljade piire mööda kas kogumõõduna või piiri moodustavate lõikude osadena kummalegi poole käigupunkte.

Koordinaatide võrk joonestatakse täielikult sinises tušis ja võrgu raamidele, sõltuvalt sidumise viisist, kirjutatakse ordinaatide ja abstsisside tegelikud või leppeväärtused.

Abikäike, samuti aga ka situatsioonikäike, plaanidel välja

ei joonestata, välja arvatud juhtumid, kui neid kasutatakse projektjoontena (väljade piirid jt.).

Geodeetilised andmed (rumbid ja joonte pikkused) kirjutatakse välja kõigi plaanile jäetavate käikude suhtes. Ringpiiride geodeetilised andmed kirjutatakse kas vastavate külgede kõrvale või, kui selleks ei ole ruumi piiride murdjoonelisuse või lühiküljelisuse tõttu, tabelisse „geodeetilised andmed". Sel juhtumil piiri käänupunktid nummerdatakse ning geodeetiliste andmete tabelisse kirjutatakse nende numbrid ja nendele vastavad rumbid ning joonte pikkused. Kõigil juhtumeil kirjutatakse plaanidele joonte horisontaalprojektsioonide pikkused, märkides klambritesse mõõtmisel saadud naturaalsuurused.

Kontrollkäigud kantakse plaanile punases tušis.

Naabermaakasutuste piirid äärestatakse värvuselt erinevate vesivärvidega 4 mm laiuse ribana mõõtkava 1 : 10 000 puhul, 3 mm — 1 : 25 000, 2 mm — 1 : 50 000 ja 1 mm — 1 : 100 000 puhul.

Kõik maakorraldusalased tööd fikseeritakse maakorralduse ja tehnilise toimetuse dokumentides.

Igaüks neist vormistatakse eraldi mappi.

Tehnilise töö toimik peab sisaldama:

a) piiride ülevaatuse ja piirimärkide kontrollimise aktid;

b) maastiku rekognostseerimise ülevaatuse aktid, mis selgitavad plaanil puuduvaid situatsioonimuutusi (maade kündmine, heinamaastamine, metsastamine jne.), vahelejäetud kontuuride või maastiku esemete olemasolu;

c) naabermaakasutuste piiride väljavõttelised kopeeringud eraldi iga rajooni kohta kõigi geodeetiliste andmetega (sisenurgad, rumbid ja joonte pikkused), piiride skitsid looduslikke rajasid mööda koos mõõtmete näitamisega ja koordinaatide lehtede ärakirjad;

d) nurga- ja joonemõõtmiste väliraamatud (visandid ja mõõtmikud), mis peeti ringpiiride taastamisel, teodoliit-põhikäikude rajamisel ja situatsiooni täiendusmõõdistamisel;

e) väljavõte riikliku võrgu punktide koordinaatide kataloogist ja punktide asetusskeem;

f) teodoliitkäikude kooskõlastamise ja võrgu punktidega sidumise joonis, mis on koostatud suvalises mõõtkavas rumbide või sisenurkade järgi, ära näidates põhikäigud mustas tušis, mõõdistamiskäigud — sinises ja kontrollkäigud — punases tušis;

g) sidumiste arvutamine: lõigete lahendamine, triangulatsioonipunktide koordinaatide mahakandmine, direktsioonnurkade arvutamine jm.;

h) käikude tasandamis- ja koordinaatide arvutamislehed, koordinaatide järgi pindalade arvutamine;

i) pindalade arvutamise ja koordinaatide põhjal arvutatud pindalaga kooskõlastamise lehed ning kõlvikute eksplikatsioon;

j) kõlvikute kontuurkalka, sellele kirjutatud kontuuride numeratsiooniga ja kõlvikute nimetusega murru lugejas ning pindalaga murru nimetajas;

k) väliraamat (visand ja mõõtmik), samuti aga ka töö täitja ja kontrollija isiku poolt allakirjutatud kõik arvutused tööde kontrollimise kontrollkäikude kohta;

l) tööde vastuvõtmise akt, allakirjutatud töötäitja ja -kontrollija poolt.

Kõik loetletud materjalid, peale kontuurkalkade, õmmeldakse mainitud järjekorras korralikult toimikusse; kõik lehed nummerdatakse, kaane siseküljel aga antakse iga materjali kirjeldus. Kirjeldusele kirjutab alla töö täitja. Kaanel näidatakse toimiku nimetus, sovhoosi, rajooni ja oblasti nimetus, töötäitja ja -kontrollija perekonnanimi, nummerdatud lehtede arv ja toimiku alustamise ning lõpetamise kuupäev.

Pärast toimiku tõestamist paigutatakse sinna kehtestatud vormi kohane akt.

Maakorraldustööde toimik peab sisaldama järgmised dokumendid:

a) põhiliste näitajate väljavõte sovhoosi kinnitatud organisatsioonilis-majanduslikust plaanist;

b) maakorralduse eskiisprojekt seletuskirjaga;

c) sovhoosimaade mullastiku kaart, selle puudumisel aga väljavõte rajooni mullastiku kaardist koos sovhoosi muldade kirjeldusega; põllumajanduslike kultuuride tegeliku paiknevuse joonis ja reljeefi iseloomustus;

d) aktid ja protokollid projekti kooskõlastamise ja läbiarutamise kohta sovhoosis, samuti aga ka rajooni põllumajandusosakonnas teedevõrgu ja agro-metsamelioratsiooni osas;

e) maakorralduse tehnilise projekti kinnitamise protokoll;

f) tehnilise projekti koostamise materjalid;

g) projekti loodusesse kandmise tööjoonised;

h) projekti ülekandmise väliraamat (mõõtmik ja visand);

i) projektide loodusesse kandmisel rajatud teodoliitkäikude arvutamise kooskõlastamise lehed;

j) külvikorraväljade pindalade arvutamise lehed;

k) projektile vastav lõplik eksplikatsioon;

l) väljavõte teede ümberpaigutamise või sulgemise määrustest ja joonised teede kooskõlastamisest rajooni teeosakondadega.

Kõik algmaterjalid või nendega samaväärsed dokumendid ja koopiad, mis on sovhoosi territooriumil teostatud mõõdistamiste, revideerimiste ja uurimiste algallikateks, samuti aga ka nende kohta tehtud projektimis- või teaduslike uurimisorganisatsioonide otsused kuuluvad hoiuleandmisele ministeeriumide arhiivi.

Maakorralduse plaanid ja materjalid antakse koopiatena välja igale sovhoosile.

---

2. jagu.

Kolhooside maakorraldus.

I. Kolhoosikeskuste paigutamine.

Asukoha valik uuesti organiseeritavate kolhoosi majandus- ja elamukeskuste alla on aktuaalne rajoonides, kus on veel säilinud elanikkonna üksiktalude ja väikekülade viisi asumise jäänused, ümberasujate kolhooside korraldamise rajoonides ja rändvõi poolrändrahva paigustumise rajoonides.

Kolhoosikeskus (asula) on kolhoosnikute elukoht ja kõigi põhiliste kolhoosi tootmisvahendite: masinate, kariloomade, ettevõtete jne. kontsentratsioonipunkt. Sellesse on koondatud kultuurilis-elukondlikud ja kommunaalasutised. Asula piirides paiknevad kolhoosnikute isiklikuks kasutamiseks olevad õueaiamaad. Seoses sellega tuleb platsi valikul kolhoosi keskuse alla kindlaks määrata kolhoosi piirides selline platsi asukoht, mille puhul loodaks maksimaalselt soodsad tingimused kolhoosi majandamiseks ja kolhoosnikute kultuurilis-elukondlikuks teenindamiseks.

Mõningais kolhoosides kolhoosnikute ümberasumisel üksiktaludest asulasse projektiti ebaõigesti mõnel juhtumil kaks ja enam keskust. Mitme keskuse ehitamine kolhoosis killustab vahendeid, suurendab kapitaalmahutuste hulka, kutsub esile vajaduse mitme külvikorra sisseviimiseks. Ainult erandjuhtumeil võib lubada rohkema kui ühe keskuse moodustamist ja seda ainult seal, kus nad antud momendiks on kolhoosis juba enam või vähem välja kujunenud.

Platsi valikul kolhoosikeskuse alla on tarvis arvestada olemasolevaid ühiskondlikke ja individuaalhooneid, et vähendada kapitaalmahutusi tootmis- ja kultuurilis-elukondlikku ehitusse. Esimeses järjekorras tuleb kolhoosikeskused paigutada sinna, kuhu on juba püstitatud suured ühiskondlikud ehitised ja kus on olemas asustatud punkt.

Üks põhilisi kolhoosikeskuse alla platsi eraldamise õigsuse näitajaid on nimetatud keskuse asetus kogu maamassiivi ja põhiliste kõlvikute suhtes. Plats valitagu võimaluse kohaselt künnimassiivi keskele ja karjamaakõlvikute lähedale, nähes ette head sidepidamise võimalust põldude ja teiste kõlvikutega ilma eriliste kulutusteta sildade, ülekäikude jms. ehitamiseks. Transpordikulude vähendamiseks ja majanduslike ning kultuurilis-elukondlike mugavuste loomiseks on soovitav asula plats valida raudteejaama, maantee ja teiste majandus- ning kultuurikeskuste lähedale.

Koha eraldamisel majanduskeskuse alla tuleb ette näha võimalus sellel puuvilja-, marja- ja köögiviljaaia arendamiseks. Et tagada häid tingimusi elamiseks, töötamiseks ja kolhoosnikute kultuurilis-elukondliku teenindamise organiseerimiseks, peab eraldatav plats asetsema looduslikult ilusas ja tervislikus paikkonnas. Plats peab olema varjatud külmade ning kuumade (kõrvetavate) tuulte ja lumetuisu-hangede eest. Selleks et plats oleks hästi valgustuv ja hästi soojenev, tuleb ta paigutada lõunapoolseile nõlvakuile, mis peale sanitaar-hügieeniliste eeliste soodustab puuvilja- ja köögiviljaaia arendamist. Õhku rikkuvate allikate suhtes peab plats asetsema tuulepoolsel küljel. Jõgede ja ojade vee reostamisallikate suhtes tuleb plats valida neist vastuvoolu suunas kõrgemale. Platsi ei või eraldada endiste kalmistute ja loomade matmispaikade kohale.

Ehituse seisukohalt peab plats rahuldama järgmisi nõudeid:

1) omama rahulikku reljeefi, kallakusega mitte üle 2—3°, mis võimaldab hoonete ehitamist, juurdepääsuteede korraldamist ja roisk- ning atmosfääriliste vete äravoolu ilma liigsete mullatöödeta ja ilma täiendavate kapitaalmahutusteta; platsi ei tohi läbistada kuristikud, mis takistavad hõlpsat ühendust nii asula erinevate osade kui ka asula ja kõlvikute vahel;

2) vihma- ja sulaveed ning kõrgvesi ei tohi platsi üle ujutada;

3) peab omama head, ehitiste püstitamiseks kindlat pinnast;

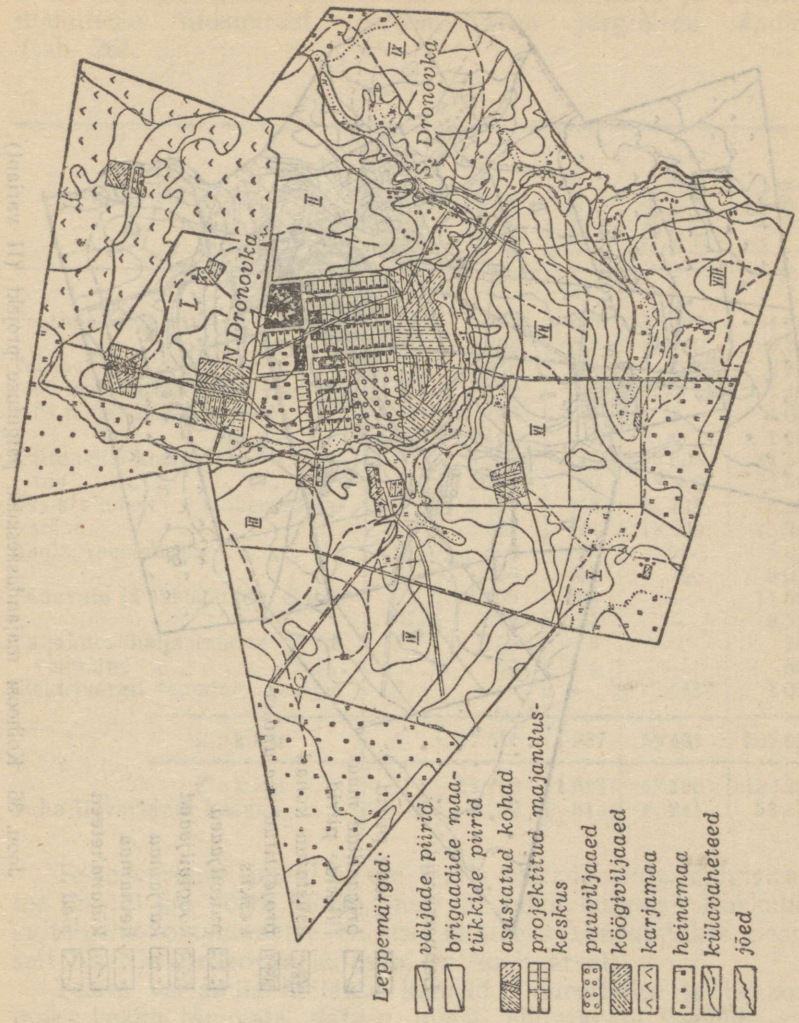
4) põhjavee kõrgeim seis ei tohi ulatuda hoonete vundamentide alustele lähemale kui 0,5 m, kuid keldrite, köögiviljahoidlate ja muude analoogiliste ehitiste püstitamisel mitte lähemale kui 1 m;

5) plats on soovitav rajada selliste ehitusmaterjalide, nagu liiv, savi jne., asukoha lähedusse.

Näitena toome platsi valiku Smolenski oblasti kolhoosis „V tšest vtoroi pjatiletki".

Kolhoos ühendab 81 kolhoosiperet, kelledest 18 peret elavad üksiktaludes, 63 aga seitsmes asulas. Kuni maakorralduseni olid

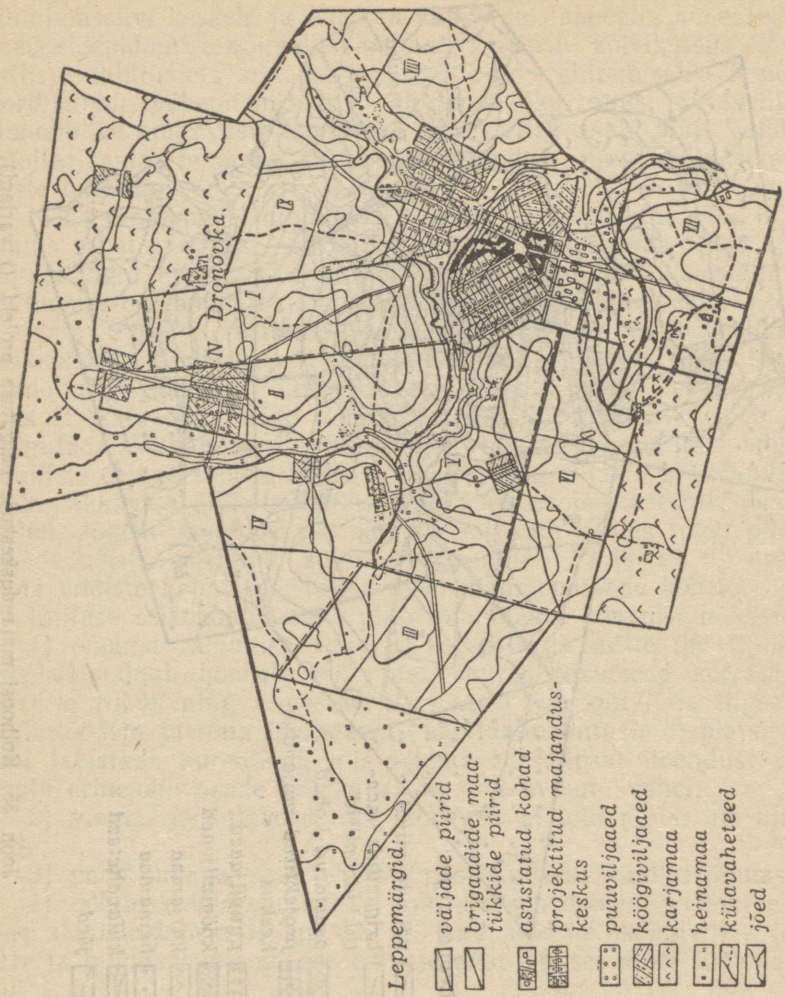
kõik kõlvikud kolhoosis killustatud, külvikorda ei olnud. Elanikkonna laialipillatus taludes ja väikestes asulates viis selleni,



Joon. 35. Kolhoosi majanduskeskuse paigutuse projekt (I variant).

et peaaegu iga brigaad organiseeris oma majanduskeskuse. Antud kolhoosis võib platsi valida kahes kohas: Staraja Dronovka küla juures (42 perega asustatud punkt) ja Novaja Dronovka küla juures (11 perega asustatud punkt mitmete

ühiskondlike ehitistega). Platsi valimise ülesande kõige õigemaks lahenduseks on koostatud kaks skeemi (joon. 35 ja 36).



Joon. 36. Kolhoosi majanduskeskuse paigutuse projekt (II variant).

Esimene plats ühtib mitme olemasoleva ühiskondliku ehitise asukohaga. Põldude kaugus asulast on 1,5—2 km. Teine plats ühtib Staraja Dronovka külaga, mis on suuremaid asustatud punkte ja mis, nagu planeerimisskeemist nähtub, lülitatakse uude üldkeskusse. Põldude üldkaugus on sama — 1,5—2 km.

Teine plats omab palju eeliseid planeerimise suhtes. Tema puuduseks on, et Novaja Dronovka külast tuleb üle tuua osa olemasolevaid ühiskondlikke ehitisi. Töökulutuste ja kapitaalmahutuste üldsuurust iseloomustavad järgmised andmed (tab. 26).

Tabel 26.

Kulude liigid	Variandid	Inimtööpäevi	Hobutööpäevi	Ehitusmaterjale (rublades)	Kokku kulusid (rublades)
Tootmis-ülesehitus	I	5 260	743	18 360	64 800
	II	5 298	775	18 750	69 267
Teedeehitus	I	340	10	120	2 935
a) majandivahelised teed . .	II	110	7	—	1 105
b) majandisisesed teed . . .	I	140	4	—	1 090
	II	150	4	—	1 165
Kultuurilis-kommunaalne ehitus	I	3 300	140	14 900	41 500
	II	2 300	80	8 800	22 500
Üksiktaludest ümberasustamine	I	6 437	348	24 448	76 200
	II	3 647	194	13 860	43 212
Asula veestamine	I	800	80	960	6 010
	II	650	65	780	5 055
Tänavate ja läbisõitude ehitus	I	1 100	604	—	11 635
	II	899	494	—	9 540
Väljakute haljastamine ja nivellimine	I	133	8	—	745
	II	64	4	—	360
Elektrivõrgu toomine asulani	I	—	—	643	1 013
Kokku	I	17 510	1 937	59 431	205 928
Kokku	II	13 118	1 623	42 190	152 204
Vahe II variandi kasuks . . .	—	4 392	314	17 241	53 724

Teise variandi puhul ei ole tarvis ehitada silda, magistraaltee on 1,3 km võrra lühem, mis vähendab kulutusi. Kokkuhoid kultuurilis-kommunaalse ehituse kuludeks saavutatakse peamiselt Staraja Dronovka külas oleva kooli arvel.

Teises variandis hoitakse kulusid planeerimise ja heakorra jaoks kokku tänavate ulatuse, uuesti ehitatavate kaevude arvu ja teiste objektide ehitamise mahu vähendamise arvel.

Üksiktaludest ja väikestest asulaist ehitiste ülevedamise kulud vähenevad kahel põhjusel: esiteks, II variandi kohaselt on ümberasumine 39 majandi võrra väiksem, ja teiseks, ümberasustamine toimub väiksema kauguse juures. Seega kapitaal-

mahutuste suurus II variandi puhul on tunduvalt väiksem kui I variandi puhul.

Peale väärtuseliste näitajate omab II variant veel suuri eeliseid selles suhtes, et selle variandi puhul võib üksiktaludest ümberasustamine teostuda lühemate tähtaegade jooksul, sest 42 kolhoosiperet elunevad juba keskuses. Sel viisil osutub II variant kõige otstarbekamaks ja selle juurde jäidki peatuma kolhoosnikud.

II. Kõlvikute ja külvikordade organiseerimine ning paigutamine kolhoosides.

Põllumajanduslike kõlvikute organiseerimine ja paigutamine on kolhooside majandisisese maakorralduse tähtsaimaks elemendiks. Kõlvikute organiseerimise ja paigutamise all mõistetakse kõlvikute ja külvikordade suuruste ning piiride kindlaksmääramist, samuti aga ka abindite väljatöötamist kõlvikute parandamise alal nende tootlikkuse tõstmiseks.

Kolhoosid, olles erinevad oma suuruselt ja spetsialiseerumiselt, ei saa omada ühtsat standardi kõlvikute ja külvikordade organiseerimiseks ning paigutamiseks. Agronoomide ja maakorraldajate ees, kõigepealt aga kolhoosi enese ees, seisab igal üksikul juhtumil selle küsimuse lahendamise ülesanne kohaldatuna antud kolhoosi konkreetsetele tingimustele.

Põllumajanduslike kõlvikute ja külvikordade organiseerimise ning paigutamise põhiprintsiibid kolhoosides on järgmised:

1) riikliku plaani-tootmisülesande täitmine ja tingimuste loomine kolhoosi kõigi tootmisharude plaanikohaseks arendamiseks;

2) tootmisprotsesside ratsionaalne organiseerimine;

3) kolhoosidele põliseks kinnistatud kogu maa tootlik ja täielik kasutamine.

Tähtsaim printsiip, mis on kõlvikute ja külvikordade organiseerimise ning paigutamise projektimise aluseks, on riikliku plaaniülesande täitmine ja majandi kõigi tootmisharude plaanikindel arendamine.

Tootmisprotsesside ratsionaalse arendamise printsiip seisneb selles, et luua tingimused tootmisvahendite efektiivseks kasutamiseks ja töötootlikkuse tõstmiseks, mis kokkuvõttes vähendab toodangu omahinda ja tõstab kolhooside tulukust.

Suurt tähtsust selles mõttes omab nii kõlvikute ja külvikordade vastastikune paigutus kui ka nende asend majanduskeskuse suhtes. Erinevad põllumajanduslikud kõlvikud ja külvi-

korrad nõuavad erinevaid töö- ja tootmisvahendite kulusid. Siit tekivad mitmesugused nõuded nende paigutamiseks majanduskeskuse suhtes. Need kõlvikud ja külvikorrad, mis omavad suuremat sidet majanduskeskusega, tuleb paigutada sellele lähemale, et vähendada tühikäike ja -sõite, vähendada transpordikulusid, luua paremaid tingimusi tootmise juhtimiseks, kolhoosnikute kultuurilis-elukondlikuks teenindamiseks põllutööde ajal jne.

Üksikud kõlvikud ja külvikorrad on omavahel tihedasti seotud tootmisprotsesside organiseerimise liinis. Söödakülvikordade kasutamise organiseerimine esitab näiteks sageli vajaduse nende asetamiseks looduslike karjamaade lähedusse, et vältida karja liigseid üleajamisi ja hoida kokku aega ning vahendite kulusid haljasmassi transportimisel.

Maa kui tootmisvahendi tootliku ja täieliku kasutamise printsiipi vaadeldakse kolhoosile põliseks kinnistatud kogu maa kasutuselevõtmise ja looduslike tegurite — muldade, taimestiku, reljeefi, veerežiimi jne. — arvestuse vaatekohalt. Looduslike tingimuste kompleks mõjustab kõlvikute paigutamist. Näiteks maatüki valimise puhul köögiviljaaia jaoks on looduslikele tingimustele esitatavad nõuded teised kui põllunduse või karjatamismaatükkide puhul. Köögiviljaaia maatükk peab sisaldama rikkalikult huumust, omama rahulikku reljeefi, asetsema asula ja kastmiseks vajaliku veeallika läheduses. Karjamaa alla eraldatav maatükk peab omama head rohtkatet ja kariloomade jootmiskohta.

On olemas looduslikelt omadustelt selliseid maatükke, mida antud tingimustes on kõige kohasem kasutada ainult teatud liiki kõlvikuteks. Nende hulka võivad kuuluda kõrge heinasaagiga luhamaad, mida on kõige otstarbekohasem eraldada heinamaaks. Et õigesti organiseerida ning paigutada kõlvikuid ja külvikordi, on tarvis nende projektimisel skeemis ette näha külvikorraväljade, veisekarja karjatamismaatükkide, teedevõrgu jne. paigutus.

Kõlvikute ja külvikordade organiseerimine ja paigutamine, olles majandisisese maakorralduse kõige üldisemaid küsimusi, on projektimise algstaadiumiks, kui maakorralduse konkreetsel juhtumil ei esine kolhoosi majanduskeskuse asukoha valiku küsimust, mille lahendamine on samuti lähedalt seotud kõlvikute paigutamisega.

Põllumajanduslike kõlvikute organiseerimise ja paigutuse projekt on kõige otstarbekohasem välja töötada järkjärgulise lähenduse meetodiga, võttes vajaduse korral kasutusele mitme

variandi koostamise kogu projekti ulatuses ja projekti üksikute osade viisi, teostades vajaliku analüüsi. Projektimise järjestikkus võib olla järgmine:

1. Kogutakse ja uuritakse projektimiseks vajalik hulk lähtematerjali. Siia kuuluvad: a) kolhoosile antud riikliku plaaniülesande uurimine; b) kolhoosi tegeliku olukorra uurimine (külvipindalad, kariloomade arv, söödabaasi organiseerimine jne.); c) kolhoosi maakasutuse kohta oleva plaanilis-kartograafilise materjali kordaseadmine ja süstematiseerimine ning territooriumi olemasoleva organiseerimise uurimine (topograafilise mõõdistamise plaan, mullastiku kaart, melioratiivsed uurimised, külvide kaardid, üksikute maatükkide seisukorra ja tootlikkuse iseloomustus); d) projektimiseks vajalike täiendavate andmete kogumine rajooni keskuses, kohalikes katsejaamades ja eesrindlikes kolhoosides; e) tutvumine kolhoosi maakasutusega looduses.

2. Tehakse plaaniülesande kohaselt arvestused vajaliku toodangu määramiseks, söödabaasi arvestus jne.

3. Määratakse kindlaks kõlvikute koosseis, kavastatakse külvikordade tüübid ja arv, määratakse kindlaks viljakus kultuuride ja heinamaa- ning karjamaakõlvikute järgi. Üheaegselt sellega määratakse kindlaks üksikute kõlvikuliikide ja külvikordade paigutamise koht ja abindid nende tootlikkuse tõstmiseks: kuivendamine, juurimine, lupjamine jne.

4. Määratakse projektitav toodangu kogusaak ja koostatakse toodangu bilanss.

5. Riikliku plaaniülesande täitmise ja toodangu bilansi analüüsi alusel, arvestades kõigi kolhoosi tootmisharude õiget organiseerimist, tehakse vajalikke muudatusi esialgseis projektimistes.

6. Vormistatakse lõplikult kõlvikute ja külvikordade organiseerimise ning paigutuse projekt.

Kõlvikute ja külvikordade organiseerimise ning paigutuse projekt tuleb koostada majandi arenemise perspektiivplaani alusel. Parem on arvestust teostada viisaastaku või külvikorra täielikult kasutuselevõtmise tähtaja kohta, lubades vajaduse korral mõnede elementide suhtes kaugemat perspektiivi.

Kõlvikute ja külvikordade koosseisu kindlaksmääramine. Kõlvikute koosseisu ja vahekorra kui ka külvikordade tüüpide ja arvu kindlaksmääramise lähteandmeiks kolhoosides on: a) kolhoosi spetsialiseerumine ja tootmise põhi- ning abiharude plaani suurus; b) kolhoosi olemasolevad maaressursid; c) töö- ja kapitaalkulutuste paigutamise olemasolevad võimalused kõlvikute parandamiseks ja transformeerimiseks.

Kõlvikute ja külvikordade koosseisu sõltuvust kolhoosi plaani spetsialiseerumisest võib vaadelda järgmiste näidete põhjal. Võtame karjakasvatus-, teravilja-loomakasvatus-, linnalähedased köögivilja- ja puuvilja-marjakasvatuskolhoosid. Igaühes neist on kõlvikute ja külvikordade koosseis teravalt erinev. Stepi- ja mägirajoonides asetsevais karjakasvatussovhoosides omavad suurimat erikaalu karja- ja heinamaad, esinedes söödabaasi põhiliste allikatena. Teravilja-loomakasvatuskolhoosides omavad suuremat erikaalu künnimaad, mis on nende või teiste külvikordade all. Linnalähedastes köögivilja- ja puuvilja-marjakasvatuskolhoosides omavad põhilist tähtsust need kõlvikud ja külvikorrad, mis on seoses majandi spetsialiseerumisega: köögivilja- ja marjakasvatus-külvikorrad, lavad, aiad jm.

Kuid samuti on tarvis silmas pidada, et kolhoosides on olemas erinevused kõlvikute koosseisus mitte ainult kvantitatiivses suhtes, vaid ka kõlvikute kasutamise intensiivsuses. Nii näiteks Kasahstani stepirajoonides tuleb ühe veise kohta 3—4 ha karja- ja heinamaad, Moskva oblasti linnalähedastes kolhoosides aga 0,5—1 ha.

Et kindlaks määrata kõlvikute ja külvikordade koosseisu, peab teadma kolhoosi tootmisharude plaani suurust ja organisatsiooni: põllundust, loomakasvatust, köögiviljakasvatust, aiandust jne. Isegi spetsialiseerumise suhtes ühesugused kolhoosid omavad tootmisharude erinevat vahekorda, s. t. omavad suhteliselt rohkem või vähem külvipindalasid ühtede või teiste kultuuride all, rohkem või vähem kariloomi. Milline on vastastikune seos kolhoosis tootmisharude suuruse ja kõlvikute vahekorra vahel kvantitatiivsest küljest, on arusaadav. Tähtsam on siin ära märkida küsimuse teine külg, ja nimelt, et kõlvikute suurus ning vahekord, samuti aga ka külvikordade arv ja tüüp on veel sõltuvad antud tootmisharu organiseerimisest, sealhulgas ka kõlvikute kasutamise intensiivsusest. Nii näiteks kariloomade suvist ülalpidamist arvutades võib arvutada loomade täielikku kindlustamist karjamaasöödaga, võib aga ka arvestada mittetäielikku kindlustamist tingimusel, et karjamaasööda puudujääk täiendatakse loomadele haljasmassi lisasöötmisega, mis niidetakse kas farmilähedastelt spetsiaalsetelt külvikordadelt või põllukülvikordadelt. Täpselt samuti on erinev olukord, kui majandis arvestatakse põllukülvikorras olevat kultuurheinamaad, sellest olukorrast, kui arvestatakse looduslikku heinamaad.

Kõigil sellistel juhtumitel on kõlvikute ja külvikordade koosseis ning suurus erinev majandi organisatsiooni erinevuse ja kõlvikute mitmesuguste liikide erineva tootlikkuse tõttu.

Kõlvikute projektitava koosseisu ja vahekorra kindlaksmääramist võib mõjustada kõlvikute nüüdisaegne seisukord. Isegi lihtsaimate ürituste teostamine, rääkimata suurtest melioratiivsetest ja agrotehnilistest võtetest, tõstab tunduvalt tootlikkust. Sõltuvalt sellest võib muutuda vajadus ühe või teise kõlvikuliigi järele. Näiteks kui võtta looduslikku, parandamata heinamaa saagiks 10 tsentnerit hektarilt ja sellesama maatüki saagiks pärast parandamist 20 tsentnerit, siis viimasel juhtumil kariloomade püsiva arvu juures on vajaliku heinamaa pindala kaks korda väiksem. Selliseid näiteid võib tuua ka teiste kõlvikute kohta.

Kui kolhoosis olemasolev kõlvikute koosseis ja vahekord ei vasta kolhoosi plaani-tootmisülesandele, võib toimuda kõlvikute transformeerimine, s. t. nende üleviimine ühest liigist teise. Kõlvikute transformeerimise iseloom ja ulatus sõltub kolhoosi majanduslikest võimalustest ja looduslike tegurite kompleksist: muldadest, reljeefist, veerežiimist. Kõlvikute transformeerimisele ei või läheneda, arvestades ainult looduslikke tegureid, sest et inimese tegevuse mõju loodusele kunstlike abindite kasutamisel on väga mitmekesine ja piiramatu. Kuid teisest küljest tuleb kõlvikute transformeerimisel arvestada kapitaalkulutuste efektiivsust, mis omakorda on seotud looduslike ressursside ratsionaalse kasutamisega. Kõlvikute transformeerimine võtab igal juhtumil konkreetse kuju: loodusliku heinamaa muutmine kultuurheinamaaks, uudismaade ülesharimine, metsa või põõsastiku juurimine ja selle muutmine põlluks, heinamaaks, karjamaaks jne. Kõlviku muutmine ühest liigist teise eeldab alati kõlviku üleviimist vähema intensiivsusega kasutamise liigist suuremasse.

Peale kõlvikute koosseisu ja vahekorra muutmise, vastavalt plaaniülesande täitmisele ja tootmisharude õigele organiseerimisele, taotleb mõnedes kolhoosides kõlvikute transformeerimine üksikute lahusolevate kõlvikumassiivide koondamist, et neid kohaldada mehhaniseeritud harimiseks. See on väga aktuaalne NSV Liidu põhja- ja looderajoonides, kus põllu- ja heinamaasse ning teistesse kõlvikutesse on pihutunud väikesed metsa-, põõsastiku- ja sootükikesed, luues seega kõlvikute üleribasuse ning nende mitterahuldava kuju.

Kõlvikute ja külvikordade organiseerimisel ja paigutamisel omab erilist tähtsust külvikordade õige arvu kindlaksmääramine. Kolhoosis peab olema projektitud üks külvikord, kuid võib sisse viia ka rohkem kui ühe külvikorra. Vaatleme mõningaid selliseid juhtumeid.

Suurtes teravilja-loomakasvatus-, lina-piima-, peedikasvatus- ja teistes arenenud ühisloomakasvatusega kolhoosides (hobuse-

kasvatuse, seakasvatuse, lambakasvatuse kaubafarmid) vajatakse loomadele suurt hulka mahlakaid söötasid (juurvili, silo) ja haljassööta. Söötade transportimine on seotud suurte tööjõu ja tootmisvahendite kuludega. Sellistes kolhoosides on söödatootmise õigeks organiseerimiseks ja transpordikulude vähendamiseks otstarbekohane mainitud söödakultuurid eraldada erilisse farmi- või asulalähedasse külvikorda.

Kaks eraldi põllukülvikorda võib kolhoosis moodustada sel juhtumil, kui on olemas suured künnimaade massiivid mitmesuguste mullaerimitega, mis nõuavad harimiseks agrotehniliste võtete erinevat kompleksi ja mis on kõlblikud teatud kultuuride viljelemiseks. Kolhoosides, kus on olemas tunduvad köögivilja-, kanepi- ja tubakakülvid, võib kõrvuti põllukülvikordadega sisse viia ka spetsiaalseid külvikordi.

Mittemustmulla-vööndis esinevad liigse niiskuse all kannatavad suured maamassiivid, mis asetsevad reljeefi madalamates kohtades. Sellistel massiividel on otstarbekohane sisse seada spetsiaalne külvikord (heinamaa-, heina-karjamaa-külvikord).

Kahe iseseisva külvikorra sisseviimine võib olla põhjustatud põlluna uudselt kasutusele võetavate maade suurusest ja asukohast. Sageli põlluks uudselt kasutusele võetavad maad asetsevad põlispõllumaadest eraldi ühe lausmassiivina ja nõuavad suuri eeltöid nende kultuurseks muutmisel. Peale selle, asetsedes reljeefi madalamatel elementidel, nõuavad nad palju aega melioratiivsete tööde läbiviimiseks, mis teebki selliste maade põhilisse põllukülvikorda võtmise võimatuks ja otstarbetuks. Selle tõttu on mõnikord otstarbekohasem uudselt kasutusele võetavatel maadel organiseerida spetsiaalsed külvikorrad väljade vähema arvuga või, kui uudselt kasutusele võetav maatükk ei ole suur, organiseerida eri väli, määrates kindlaks selle kasutamise korra. Mõnes kolhoosis omab selline külvikord ajutist otstarvet, s. o. tagada maatüki ettevalmistus selle lülitamiseks põhikülvikorda. Õigem on uudselt kasutusele võetavad maad juba korraga lülitada põhi-külvikorraväljadesse. Kuid siiski, nagu näitab praktika, pole selline lahendus alati võimalik.

Külvikordade paigutamisele avaldab suurt mõju elanikkonna ja tootmisvahendite paigutamine kolhoosi territooriumile. Sageli on kolhoosidel mitu asustatud punkti, mis asetsevad üksteisest 3, 5, 8 ja rohkema kilomeetri kaugusel. Niisuguste kolhooside maad ulatuvad tavaliselt 8—10 kilomeetrini. On olemas suuri kolhoose, mis kasutavad mitme tuhande hektari suurust maa-ala. Ühe külvikorra sisseviimine neis kolhoosides keerustab töö organiseerimist ja tootmisvahendite ratsionaalset kasutamist, põhjustab suurt koormust viljasaagi ja sõnniku vedamisel jne. See-

pärast tuleb sellistes kolhoosides töö parema organiseerimise saavutamiseks projektida kaks külvikorra maa-ala.

Rääkides külvikordade arvu kindlaksmääramisest kolhoosides, on tarvis märkida, et praktikas leiavad aset mitme külvikorra kindlaksmääramisel põhistamata juhtumid, mis põhjustavad negatiivseid organisatsioonilis-majanduslikke tagajärgi (mehhaniseerimist raskendav künnimaa-massiivide killustamine, brigaadide töö juhtimise keerustamine jne.). Laialiasuvate üksiktalude jäänustega kolhoosides mitme külvikorra põhjendamata sisseviimine põhjustab mitme majanduskeskuse korraldamist, mis enamikel juhtumeil ei võimalda õigesti lahendada üksiktalude koondamise ja uute kolhoosiasulate ehitamis- ning korrastamisülesannet. Selline praktika, kui kolhoosi majandamise ratsionaalse organiseerimise nõudeid mitte rahuldav, peab otsustavalt kõrvale heidetama.

Kõlvikute ja külvikordade suuruse määramisel kolhoosis esineb väga tähtsa momendina söötade arvestus, mille tulemusena peab kindlaks määratama nende vajadus ja saamise allikas.

Selleks et määrata söötade vajadus, peab teadma plaanitud kariloomade arvu kõigi loomaliikide järgi. Et loomade hulk aasta üksikuil perioodidel ei ole ühesugune, siis võib vajaliku söödavaru projektimisel arvestada aasta keskmist loomade arvu.

Teades kariloomade arvu ja söödanorme ei ole raske määrata söötade üldvajadust.

Söötade vajadus tuleb kalkuleerida lauda- ja karjatamisperioodile eraldi. See on tarvilik selleks, et teada saada karjatamiskõlvikute ja haljaskonveieri või spetsiaalse külvikorra alla võetava pindala vajalik suurus.

Laudaperioodi jaoks söötade ning karjatamisperioodil halja lisasööda saamise allikaks on: kolhoosis kasutuselevõetud põhiline põllukülvikord, heinamaad, farmilähedased ja teised külvikorrad. Loomade karjatamiskohtade alla võivad kuuluda looduslikud söödakõlvikud (heinamaad, mets, karjamaa) ja kultuurkarjamaad.

Vaatamata looduslike heina- ja karjamaade suurte pindalade olemasolule, esineb paljudes kolhoosides söödaküsimus väga teravana hulga majandite jaoks. Seepärast tuleb kõlvikute organiseerimisel pöörata erilist tähelepanu looduslike heina- ja karjamaade parandamisele. Seal, kus neid ei ole piisavalt, on peamine tee söödaküsimuse lahendamiseks heinakülvi laiendamine ja kultuurkarjamaade ning -heinamaade loomine. Kultuurkarjamaade ja -heinamaade pindalade laiendamine ei tohi toimuda teravilja ega ka mitte tehniliste kultuuride külvide vähendamise arvel.

Seda võib teha ainult äärmisel juhtumil õigete külvikordade sisseviimise puhul, kui pole olemas teist väljapääsu. Kuid igal juhtumil on tarvis leida täiendavaid ressursse: jäätmaade kündmine, põõsastiku juurimine, soode kuivendamine jm.

Karjamaakõlvikute planeerimisel on tarvis arvestada kariloomade mitmesuguste rühmade spetsiifilisi nõudeid. Paremad karjamaad eraldatagu piima-kaubafarmile, eriti aga noorkarjale.

Neil juhtumeil, kui looduslikke karjamaid ei ole või kui neid on väga vähe, kultuurkarjamaid aga pole võimalik luua sellisel hulgal, mis täielikult rahuldaks kariloomi karjamaasöödaga, on lubatav loomade karjamaasöödaga ülalpidamine koos osalise haljaslisasööda andmisega karjaaias. See käib peamiselt linnalähedaste piima-loomakasvatuskolhooside kohta.

Lammaste jaoks on kõige otstarbekohasem eraldada looduslikest karjamaadest viljelematuid maid ja vanu sööte. Kui looduslikke karjamaid ei piisa või kui nad suviperioodil ära kõrbevad, siis tuleb täiendavalt luua kultuurkarjamaid. Kultuurkarjamaade loomine lammaste jaoks on edasilükkamatu ülesanne eriti NSV Liidu kagurajoonides, kus suvel kuuma tõttu stepitaimestik kõrbeb.

Sead kasutavad looduslikke karjamaid hästi, kuid ainult seni, kuni rohi karjamaadel ei ole kõvaks muutunud. Seepärast on tarvis sigade jaoks ette näha haljaskonveier täiendavalt, kuid looduslike karjamaade puudumisel täielikult. On olemas sigade jaoks rida haljaskonveierite variante kohaldatult mitmesugustele kliimatingimustele ja mullaerimitele.

Sigade karjamaana võidakse kasutada metsamaatükke, eriti kastani, tamme, pirnipuu ja teiste viljapuude täisealisi istandikke. Sellistel karjamaadel ei ole tarvis puuviljade valmimise ja mahavarisemise ajal sigadele lisatoiduna kontsentraate anda. Karjamaana võib kasutada ka suurte jõgede ja järvede kaldaid, põõsastiku ning pillirooga täiskasvanud madalaid randu jne., kus sead, samuti nagu metsas, võivad oma toiduks leida peale rohu veel täiendavaid produkte.

Mõningail juhtumeil võib ühel karjamaatükil rakendada erinevate karjaliikide kombineeritud karjatamist. Sel korral karjatatakse neil karjamaadel esijärjekorras kõige väärtuslikumaid kariloomi, näiteks algul veiseid, siis aga lambaid.

Karjamaasöötade arvutused tuleb teha, arvestades loomade varustamist kriitilisel perioodil, mis määratakse kindlaks vastavalt konkreetsetele tingimustele. Looduslikelt karjamaadelt saadavate söötade defitsiidi võib kriitilisel perioodil katta farmilähedase või karjamaa-külvikorra loomise teel, milles peab olema

vastav sortiment kultuure nende valmimise ja külvamise tähtaegade järgi.

Looduslike ja kultuurkarjamaade õige ühendamine, söötade vajaduse ja toodangu tarviduse täpne arvestamine üksikute perioodide järgi, abindite teostamine tootlikkuse tõstmiseks ja loomade karjatamise ratsionaalne organiseerimine — need kõik on tähtsaimad tingimused loomade karjamaal ülalpidamise küsimuse edukal lahendamisel.

Kore- ja mahlakate söötade planeerimisel laudaperioodiks tuleb ette näha kindlustusfond 10—15% suuruses üldvajadusest. Söötade arvutamisel on tarvis arvesse võtta jäätmeid põllunduses, köögiviljakasvatuses ja teistes majapidamisharudes. Ligikaudu samas ulatuses tuleb ette näha kindlustusfondiks ka karjamaasöötasid.

Plaaniülesanne kultuuride viisi, lauda- ja karjatamisperioodidel vajalik söötade kogus, samuti aga ka külvikordades kasutuselevõetud tüübid ja kolhoosi maaressursside tundmine võimaldavad määrata pindala külvikordade alla üksikute kõlvikuliikide järgi. Esialgu saadud pindalad võivad olla ligikaudsed ega mitte täiesti vastavad kõlvikute nõutavale koosseisule. Seepärast osutub järkjärgulise lähendamise korral võib-olla vajalikuks koostada mitu varianti, mis omavad nende või teiste kõlvikute ja külvikordade alla eraldatud pindalade mitmesuguseid suurusi, mis erinevad külvikordade tüübilt ja arvult, kõlvikute parandamise ja transformeerimise abindite koguselt jne. Kõlvikute koosseisu projekti lõplik võrdlus ja valik peab toimuma analüüsi teel, lähtudes kolhoosi kogu tootmisharude plaanilise ülesande täitmise seisukohast.

Kõlvikute ja külvikordade kindlaksmääramise arvutuse tulemusena peab koostatama kõlvikute eksplikatsioon, kõlvikute paigutuse projekt ja abindamise plaan kõlvikute tootlikkuse tõstmiseks ning nende transformeerimiseks.

Kõlvikute ja külvikordade paigutamine. Peatume kõlvikute ja külvikordade paigutamist mõjustavatel tingimustel. Nende hulka kuuluvad:

a) majanduskeskuste paigutamine;

b) kolhoosi tootmise organiseerimist vahetult mõjustavate majandiväliste ökonoomiliste tegurite paigutamine;

c) üksikute majapidamisharude ja tootmisprotsesside omavaheline vastastikune seos;

d) looduslikud tingimused;

e) nõuded kõlvikute ja külvikordade territooriumi sisemiseks organiseerimiseks;

f) kapitaal- ja töökulud.

Majandisisese transpordi ja kolhoosnikute ning töövahendite liikumise liinis on majanduskeskusega seotud kõik tootmisprotsessid, mis toimuvad väljatingimustes.

Majandisisene transport seisneb veoste vedamises majanduskeskusest väljadele ja tagasi. Majanduskeskusest veetakse väljadele väetis, seeme, põletis. Väljadelt majanduskeskusse veetakse aga teravili, hein, juurviljad, köögiviljad. Karjamaadelt (kaugkarjatamis-süsteemi juures või loomade päevasest karjaaiast) veetakse piim; karjamaadele veetakse toiduained kolhoosnikutele jne.

Erinevad kõlvikud ja külvikorrad omavad pinnaühiku kohta ebaühtlast veokäivet. Näiteks põllukülvikorra all oleva pindala hektarisaak avaldatakse tonnühikuis, köögivilja ja farmilähedaste külvikordade puhul — kümneis tonnides. Väetis tuuakse kohale erineva kogusena. Kõige rohkem vajavad orgaanilisi ja mineraalväetisi köögiviljamaad, vähem põllukülvikorrad, looduslikud heinamaad ja karjamaad aga veelgi vähem. Piltlikkuse mõttes esitame konkreetse näite, milles on antud mitmesuguste kõlvikute ja külvikordade keskmine veomaht pinnaühikule [1].

Tabel 27.

Majanduskeskusest väljadele ja tagasi veetavate veoste hulk 1 ha kohta (tonnides).

Veosuund	Külvikordade ja kõlvikute nimetus			
	köögivilja-külvikord	farmilähedane külvikord	põllukülvikord	looduslik heinamaa
Asulast väljadele . .	19,90	14,02	4,53	—
Väljadelt asulasse . .	17,00	14,70	4,30	2,00
Kokku	36,90	28,72	8,83	2,00

[1] Arvutused on toodud järgmiste külvikordade jaoks: 4-väljaline köögivilja-külvikord, kultuuride vahelduse järjestus: 1) kapsas, 2) kurk, sibul jt., 3) tomat, porgand jt., 4) peet, kartul; 3-väljaline farmilähedane külvikord, kultuuride vahelduse järjestus: 1) vikk-kaer, 2) päevalill siloks, 3) juurvili; 8-väljaline põllukülvikord, kultuuride vahelduse järjestus: 1) kesa, 2) talirukis, 3) kartul ja liblikõielised, 4) kaer heina allakülviga, 5) ja 6) heinad, 7) suvinisu ja 8) kaer. Neid andmeid ei või kasutada praktilisteks arvutusteks, kuivõrd nad on koostatud kohaldatult konkreetseile tingimustele, ja nad on vaid näiteks.

Olgugi et karjamaad ei oma või peaaegu ei oma veokäivet, on nad siiski seotud karjaajamisega, mis suurte kauguste puhul teravalt mõjustab loomade tootlikkust.

Kolhoosnikute sõitude ja töövahendite edasiliikumine väljatootmisprotsessidele on samuti erinev, sest et töömaht suviperioodi kestel erinevail kõlvikutel ja külvikordadel ei ole ühesugune. Põllumaadel on taimede hoolitsemise ja kasvatamise operatsioonide hulk teine kui köögiviljamaadel, kus tööde maht on teistsugune, heinamaadel jällegi erinev jne.

Mida rohkem on kulusid pinnaühikule, seda enam on kolhoosnikute sõite ja käimisi ning töövahendite liikumisi majanduskeskusest väljadele ja tagasi.

Juhtimine, kontroll ja järelevalve välja-tootmisprotsesside üle ajakulu mõttes pinnaühikule langeb ka rohkem neile kõlvikuile ja külvikordadele, mis on seotud suurema töömahuga.

Tabel 28.

Keskmised kulud erinevate külvikordade ja kõlvikute 1 ha-le.

	Külvikordade ja kõlvikute nimetus			
	köögivilja--külvikord	farmi-lähedane külvikord	põllu-külvikord	looduslik heinamaa
Inimtööpäevi	127	42,9	13,8	4,8
% -des köögivilja-külvikorra suhtes . . .	100	40	17	9

Analüüsinud sel viisil esimest tingimust, s. t. kolhoosi majanduskeskuse asetust, võib teha järelduse, et majandisisese transpordi ja tühikäikude ning -sõitude vähendamise seisukohast kalduvad majanduskeskusele lähemale need kõlvikud ja külvikorrad, mis on töö suhtes intensiivsemad ja mis omavad pinnaühiku kohta suuremat veokäivet.

Kui võtta meie poolt toodud konkreetne näide, siis selles loetletud külvikorrad ja kõlvikud peavad paiknema majanduskeskuse suhtes järgmises järjestuses: köögivilja-külvikord, farmilähedane külvikord, põllukülvikord, looduslik heinamaa. Et karja kaugeleajamine põhjustab karja tootlikkuse vähenemist, on karjamaad tarvis paigutada majanduskeskusele lähemale. Juhtumil, kui seda pole võimalik teostada, tuleb organiseerida kaugkarjatamis-süsteem. Veiste ja lammaste jaoks on kaugkarjatamis-süsteem vajalik juhul, kui karjamaa asub majanduskeskusest üle 2—3 km kaugusel. Karjamaa äärmine

kaugus sigalast vabadele emistele ja kultidele, kes vajavad vaid ühekordset lisasöötmist, ei tohi ületada 1—1,5 km, kahekordse lisasöötmise puhul 0,5—1 km, kuid imetajate emiste jaoks põrsastega ja tiinete emiste jaoks 4-ndal tiinusekuul — mitte üle 0,25—0,5 km.

Tingimustes, kus kõlvikud või külvikorramassiivid asetsevad majanduskeskusest tublisti eemal ja neid ei ole võimalik eraldada sellele lähemal, ehitatakse põllulaagrid, kaugkarjatamissüsteemi puhul aga suvibaasid veistele, lammastele ja laagrid sigadele.

Majandiväliste ökonoomiliste tegurite paiknevuse tingimus kõlvikute paigutamisel taandub seose arvestamisele, mida kolhoos omab ümbritsevate majanduslike punktidega. Üldiselt on kolhoosi seos nende punktidega mitmesugune. Kuid antud juhtumil huvitab meid see seos, mis otseselt võib mõjustada kõlvikute ja külvikordade paigutust. Siia kuulub toodangu minuspunkti asukoht (linn, toodangu ümbertöötamise tehased, raudteejaamad, sadamad), väetiste saamise allikad, maanteede asetus jne.

Peatume selle tingimuse arvestuse tähtsuse juures üksikasjalisemalt kohaldatuna linnalähedastele köögivilja-piimakarjakolhoosidele.

Linnalähedastest köögivilja-piimakarjakolhoosidest saadetakse tunduv osa köögiviljakasvatuse toodangust tarbijale (linna, tehastesse, vabrikuisse) otseselt väljadelt. Selleks otstarbeks kasutatav transpordi liik (hobu-, auto-, raudtee-, veetransport jne.) sõltub konkreetseist tingimustest ja linna kaugusest. Toodangu saatmine linna võib toimuda ilma ümberlaadimiseta, näiteks hobu-autotranspordiga väljadelt otse linnaladudesse või köögiviljahoidlatesse. Teistel juhtumitel saadetakse toodang raudteed või veeteed mööda. Sel juhtumil on ümberlaadimine raudteejaamades või sadamates, kuhu toodang väljadelt hobu-autotranspordiga saadetakse, vältimatu. Kuid sõltumata sellest, kas toodang saadetakse ümberlaadimisega või ilma, mõlemal juhtumil tõuseb transporditööde maht järsult selliste raskesti transporditavate saaduste saatmisel, nagu seda on köögivili, isegi väikesegi väljadè ja toodangu laadimis- või minuspunkti vahelise kauguse suurenemise puhul. Kauguse suurenemisega suurenevad transpordikulud toodanguühikule, ühenduses sellega tekib vajadus suurendada teede ehitamise ja autopargi laiendamisalaseid kapitaalkulutusi. Seepärast on ilmne, et aastakulutuste ja kapitaalkulutuste vähendamiseks on otstarbekohane köögiviljamaad kolhoosi maakasutuse piirides paigutada linnale, raudteejaamale, sadamale või maanteele lähemale.

Kolhoosides linna jätete ja jäätmete (sõnniku, prügi) ärakasutamise liinis omab majandiväline transport samuti tähelepanuväärivat osa. Kuid sõnnikut ja prügi ei ole kasulik suurte kauguste taha vedada, sest see veos on raskesti transporditav. Järelikult tingib ka siin kauguse väike suurenemine transpordikulude järsu tõusu. Sellest tuleneb samasugune järeldus — kõlvikud ja külvikorrad, milledele hakatakse vedama linnast sõnnikut, prügi, fekaale, on soovitav paigutada linnale lähemale.

Sel viisil võib formuleerida üldine järeldus: kõlvikute ja külvikordade paigutamisel ei tule arvestada mitte ainult majandisisest, vaid ka majandivälist transporti.

Kolhoosis on olemas tihe vastastikune seos tootmisharude ja üksikute tootmisprotsesside vahel. See väljendub töö organiseerimises, tootmisvahendite kasutamises, ühe tootmisharu jäätmete kasutamises teise poolt jne.

Näiteks võtame kolhoosi, kus on olemas köögivilja- ja loomakasvatusharu. On teada, et köögiviljakasvatuse jäätmeid kasutatakse karja jaoks mahlakate või silosöötadena. Teisest küljest aga vajavad köögiviljaaiad suurel hulgal orgaanilisi väetisi, taimelavad ja kasvuhooned — bioloogilist kütet sõnniku näol, mida saadakse karilast.

Kui köögiviljakasvatuse avamaad ja katmikmaad vaadelda kui eri harusid, seisneb siin seos selles, et katmikmaalt tulevad avamaale istikud, millede transportimine suurele kaugusele tingib lisakulusid. Seepärast on katmikmaad soovitav asetada avamaa lähedale.

Kolhoosis, kus on olemas looduslikud ja kultuurkarjamaad, on karjatamise organiseerimise seisukohalt ratsionaalne, et nad paigutataks kõrvuti või igal juhtumil teineteise lähedusse, kui seda võimaldavad konkreetsed tingimused. See annab võimaluse korrastada looduslike ja kultuurkarjamaade kasutamist, vältida liigsete karjateede rajamist ja vähendada veeallikate sisseseadmise kulusid.

Looduslike ja kultuurkarjamaade või karjamaa-külvikordade kompaktne paigutamine ühte massiivi on ühesugusel määral ratsionaalne nii lähiskarjatamis- kui ka kaugkarjatamis-süsteemi puhul.

Meie poolt kõlvikute ja külvikordade paigutamise organisatsioonilis-majanduslike tingimuste esmajärjekorras vaatlemine ei vähenda mingil määral looduslike tegurite arvestamise tähtsust kõlvikute ja külvikordade paigutamisel. Looduslikke ressursse tuleb efektiivselt ja ratsionaalselt ära kasutada koos kolhoosi organisatsioonilis-majanduslike tingimustega.

Kõlvikute organiseerimise ja paigutamise seisukohalt on kolhoosis kõige olulisemad järgmised looduslike tingimuste elemendid: mullastik, taimestik, maastiku reljeef, veerežiim. Siinkohal ei ole võimalik anda detailseid juhendeid looduslike tingimuste arvestamiseks kõlvikute ja külvikordade paigutamisel iga konkreetse juhtumi jaoks mitmesugustes vööndites. Seepärast piirdume vaid üksikute märgetega, et illustreerida küsimuse olemust.

Reljeefi arvestamine kõlvikute paigutamisel omab eriti suurt majanduslikku tähtsust. Reljeefile esitatakse kindlad nõuded mitmesuguste kultiveeritavate taimede poolt. Nii näiteks maatükkide valikul puuvilja- ja marjaaedade, köögivilja-külvikorra ja köögiviljakasvatuse katmikmaa jaoks tuleb arvestada, et maatüki kalle oleks lõuna suunas. Halvemad on kagu- ja edelapoolsed nõlvad. Täiesti kõlbmatu või igal juhul ebasoovitav on põhjapoolne nõlv. See on seletatav sellega, et maastiku lõunapoolne nõlv saab valgust ja soojust palju rohkem. Peale selle on lõunapoolsed nõlvad vähem ohustatud põhjatuulte kahjustava tegevuse eest. Eriti tähtis on kallakuse arvestamine soojustarmastavatele taimedele, millede hulka kuuluvad viljapuude istandikud, marjaaiad, köögiviljad.

Reljeefi vaatepunktist tuleb põhiliste põllukülvikordade alla eraldada paremaid, mehhaniseeritud maaharimise efektiivseks rakendamiseks kõlblikke maid.

Maastiku reljeefiga on otseselt seotud mullastik, veerežiim ja taimestik. Seda on tarvis arvestada. Näiteks alatine kultuurheinamaa kohaldatuna kesk-mustmullavööndile on otstarbekohane luua (heinamaastamise teel) reljeefi madalamatele elementidele, kus on rohkem niiskust. Territooriumi kõrgematel kohtadel tuleb aga vajaduse korral organiseerida vahelduvad kultuurheinamaad.

Karjamaade jaoks ei ole kõlblikud soostunud maatükid, eriti lammastele, sest et neil maatükkidel levivad kõige kergemini sisuse-ussid ja teised haigestused. Peale selle on soostunud maatükid rikkad mürgistest rohttaimedest.

Stepirajoonides on tarvis vältida, et lambakarjamaade alla ei eraldataks madalaid maatükke ja sulglohke. Sinna koguneb vihma- ja lumevesi, mis voolates viib maapinnalt kaasa kergeid osakesi ja kannab koos nendega madalatesse kohtadesse suurel hulgal mitmesuguste sisuse-usside munakesi.

Viljaka mullakihi kergesti laiali- ja ärauhtmisele alluvaid kuristikuäärseid maid on mõnikord, peale selliste ürituste, nagu metsaistutamine jt., otstarbekohane võtta pinnase kihti kindlustavate spetsiaalsete heinavälja-külvikordade alla.

Selleks et õigesti arvestada looduslike tingimuste kompleksi, peab projektimine toimuma territooriumi uurimise põhjal looduses. Kõlvikud ja külvikorrad on soovitav paigutada mulla geobotaaniliste ja melioratiivsete uurimismaterjalide põhjal.

Eespool on mainitud, et kõlvikute ja külvikordade paigutamine on majandisisese maakorralduse projekti koostamise algstaadium ja peab seepärast tingimata toimuma järgnevate küsimuste, nimelt üksikute kõlvikute ja külvikorramassiivide territooriumide sisemise organiseerimise lahendamise arvestusega.

Kõlvikute ja külvikordade territooriumi sisemise organiseerimise üldiste nõuetena esineb viljakuse tõstmise kõrval territooriumi kohaldamine tootmisprotsesside (tööjõu ja tootmisvahendite paigutamine, tühikäikude ja -sõitude ning asjatute karjaajamiste vähendamine, kolhoosnikute kultuurilis-elukondlik teenindamine) ratsionaalseks organiseerimiseks ja insenertehniliste, melioratiivsete, agro-metsamelioratiivsete ja teiste abindite teostamine, mis on seotud maa kui tootmisvahendi parandamisega. Oleks ebaõige redutseerida nõuded ainult selle või teise kõlviku või külvikorra alla eraldatava maatüki kompaktsusele või, geomeetrilisest vaatepunktist, korrapärasele kujule. Kompaktsus ja geomeetriliselt korrapärane kuju omavad küll juba iseenesest suurt tähtsust, kuid juhinduda ainult neist ei ole veel kaugeltki küllaldane. Et õigesti paigutada kõlvikuid ja külvikordi, peab olema ettekujutus tootmisprotsesside organiseerimisest korraldataval territooriumil ja abinõudest territooriumi parandamiseks. Võib selguda, et vähem kompaktne paigutus osutub sobivamaks ja ratsionaalsemaks kui esimesel pilgul näiv maatükkide õige kuju, mis on aga vähem kohane tootmisprotsesside organiseerimiseks.

Kõlvikute ja külvikordade paigutamisel võidakse algelementide järgi koostada territooriumi sisemise organiseerimise esialgsed skeemid, mis projektimise järgnevates staadiumides täpsustatakse, kuid mis antud projektimise etapis aitavad vältida jämedaid vigu.

Külvikorramassiivide territooriumi sisemise organiseerimise skeem peab sisaldama:

1) külvikorraväljade paigutuse, arvestades väljade pindvõrdsust, külgede õigeid vahekordi, reljeefi, mullaerimeid, kuivendus- või niisutuskanalite asetust ja magistraalteede võrku;

2) põllukaitse-metsaribade paigutuse;

3) alatiste brigaadide maatükkide paigutuse.

Looduslike ja kultuurkarjamaade territooriumide organiseerimise skeemis tuleb ette näha veisekarjade maatükkide pai-

gutus, karjateede ja jootmispaikade korraldamine ning kaug-karjatamis-süsteemi juures suvibaaside paigutus.

Kui selle või teise kõlviku all oleval territooriumil kavatsetakse teostada mingisuguseid melioratiivseid ja agro-metsa-melioratiivseid abindeid, on samuti soovitav koostada skemaatiline projekt nende teostamiseks, et territooriumi sisemist organiseerimist siduda. Territooriumi sisemise organiseerimise esialgseid skeeme ei tarvitse koostada meie poolt käsitletavas projektimisstaadiumis, kui paigutatavate kõlvikute ja külvikorramassiivide kontuurid osutuvad sellisteks, et neid looduslike ja majanduslike tegurite tagajärjel ei saa esitada teise variandina. Sel juhtumil ei ole selliste skeemide koostamiseks vajadust. Kui aga on võimalikud kõlvikute ja külvikorramassiivide paigutamise mitu varianti ja kui projektitakse kõlvikute tunduv transformeerimine, siis on skeemide koostamine paratamatu.

Põllumajanduslike kõlvikute ja külvikorramassiivide organiseerimisel ja paigutamisel tuleb taotleda seda, et saavutada neidsamu tulemusi vähimate kapitaal- ja töökulutustega. Kõlvikute ja külvikordade organiseerimisega ja paigutamisega seosesolevad kapitaalkulutused sõltuvad kõlvikute ja külvikordade paigutamisest kolhoosi majanduskeskuse suhtes, looduslikest tingimustest jne. Tingimuslikult võib neid jaotada kahte rühma:

1) Kapitaalkulutused ehitamiseks: abi-majanduskeskuste ehitamine (põllulaagrid, suvibaasid karjale, köögiviljahoidlad), veeallikate ehitamine (kaevud, tiigid, kaevamid) joogi- ja majapidamisveega varustamiseks; teede ja sildade ehitamine;

2) kõlvikute transformeerimisega seotud kapitaalkulutused: kuivendamine, niisutamine, juurimine, metsaistutamine.

Ühtedel ja samadel juhtumitel, kuid kõlvikute mitmesuguse paigutamise puhul, võib olla ka mitmesugune vajadus kapitaal- ja töökulutustes. Kõlvikute ja külvikordade paigutuse ühe variandi puhul on vajalik abi-majanduskeskuse ehitamine, kaevude või teede ehitamine, teise variandi puhul ei ole see üldse vajalik või kui on vajalik, siis vähemal määral. Kõlvikute transformeerimisel võib maatükkide valiku teel vältida või vähendada kulutusi juurimiseks, kuivendamiseks jm., kui seda lubavad majandi maaressursid. Projektija ülesanne seisneb selles, et muude tingimuste kompleksi igakülgsel arvestamisel leida selline lahendus, mis nõuab minimaalseid kapitaal- ja töökulutusi.

Me vaatlesime üksikult igat tingimust, mis võiks mõjustada kõlvikute ja külvikordade paigutamist. See andis võimaluse välja selgitada, et erinevad tingimused osutavad erinevat

mõju kõlvikute ja külvikordade paigutamisel. Ühed neist dikteerivad selle või teise kõlviku lähendamist majanduskeskusele, teised — laadimispunktidele, kolmandad viivad sisse korrektiive looduslike tingimuste arvestamise alusel. Tekib küsimus, kas võib asuda ülesande lahendamisele, lähtudes ainult mingist ühest tingimusest ja ignoreerides teisi. On vastuvaidlematult selge, et ainult mingi ühe tingimuse nõuete arvestamisest lähtuv projektimine viib vältimatult ühekülgsusele, ebaõigele lahendusele. Ainuõige meetod on kõigile tingimustele vastavate nõuete arvestamine nende analüüsi ja sünteesi alusel. Ometi ei järgne siit sugugi, nagu oleksid mistahes kolhoosis kõik tingimused samaväärsed. Mõned tingimustest võivad täiesti kaotada oma tähtsuse, sõltuvalt kolhoosi majanduslikust ja looduslikust olukorrast. Alati esinevad ühed tingimused peamistena, teised aga teisejärgulistena. Territooriumi organiseerija ülesanne on igal konkreetsel juhtumil leida põhilisi juhtivaid lülisid ja mitte unustada teisejärgulisi, õigesti asuda kõlvikute ja külvikordade paigutamise juurde, võttes aluseks kolhoosi kui terviku plaani-tootmisülesande täitmise ja ratsionaalse organiseerimise nõude. Seepärast ei võigi anda kõlvikute ja külvikordade paigutamise standardskeemi, mis oleks kõlblik kõigile kolhoosidele. Tegelikkus on liiga mitmekesine selleks, et seda saaks suruda sellesse või teise akadeemilisse skeemi. Antud juhtumil ei ole tähtis mitte skeem iseenesest, vaid õige lahendus antud küsimusele kuuluvate põhinõuete selge kujutluse põhjal.

Lõpuks peatume külvikordade põhitüüpide paigutamisel.

Põllukülvikorrad tuleb paigutada mullastikult ja reljeefilt kolhoosi parematele maadele, arvestades soodsate tingimuste loomist tootmisprotsesside mehhaniseerimiseks.

Farmilähedased külvikorrad, mis on ette nähtud mahlakate ja silosöötade, samuti aga ka loomade lisasöödaks vajaliku haljasmassi tootmiseks, peavad paiknema farmi läheduses.

Asjatute karjaajamiste vältimiseks on otstarbekohane karjamaa-külvikorrad paigutada kõrvuti looduslike karjamaadega või looduslike karjamaade sisse, milledega koos neid kasutatakse. Suure kariloomade arvuga loomakasvatuskolhoosides võib luua mitu karjamaa-külvikorda, mis paigutatakse kooskõlas karjamaade kinnistamisega üksikutele farmidele või veisekarjadele.

Kõlvikute ja külvikordade organiseerimise ja paigutamise näide. Toome konkreetse näite kõlvikute ja külvikordade organiseerimisest ja paigutamisest Leningradi oblastis Hvoininski rajoonis asuvas kolhoosis „Borba".

Kolhoosi „Borba" koosseisu kuulub kaks küla: Jemeljanovskoje (19 peret) ja Suhholžino (17 peret). Peale selle eluneb üksiktalus „Gavrova gora" veel 3 peret, kes peavad ümber asuma Jemeljanovskoje külla. Kokku on kolhoosis 39 peret 177 inimesega.

Riikliku aktiga on kolhoosile kinnistatud põliseks 835,68 ha maad. Pikaajaliseks kasutamiseks on 200 ha kohaliku tähtusega metsa.

Reljeefi järgi võib kolhoosi maakasutuse jaotada kahte omavahel teravalt erinevasse ossa. Põhjapoolne osa omab teravalt väljenduvat reljeefi kallakuga jõe poole. Reas kohtades lõikub see massiivi osa lohkudega. Lõunapoolne osa kujutab endast võrdlemisi tasast maapinda. Maakasutuse nende osade mullad erinevad samuti omavahel. Põhjapoolses osas on valdavalt kerged savikad, lõunapoolses osas aga liivakad mullad.

Esimesel pilgul mitterahuldavana näiv maakasutuse pikergune kuju (joon. 57) tasandub sellega, et küla lähedal kiildub maakasutusse kohaliku tähtusega mets ja riiklik metsafond, mida kolhoos kasutab karjamaana. Maakasutuse piirides on kõlvikud väga killustunud, näiteks põld koosneb 91 eraldi asetsevast maalapist, mille hulgas 46 lappi ei ületa pindalalt 1 ha, pindalalt 5—10-ha-seid maatükke on ainult 8, ja üle 10 ha suurusi 6 maatükki.

Kolhoos on spetsialiseerunud lina- ja loomakasvatusele. On olemas piima-kaubafarm (69 pead, sealhulgas 32 lehma), sea-kaubafarm (46 pead, sealhulgas 9 emist) ja lamba-kaubafarm (93 pead, sealhulgas 46 emalammast). 1937. a. oli lina all 28,10 ha ehk 13% põllumaa kogupindalast.

Kolhoosi loomakasvatus ei ole varustatud küllaldase söödabaasiga: ei piisa koresöötasid ega haljast karjamaasööta, vaatamata looduslike heinamaade ja karjamaade suure pindala olemasolule. Külvikorda kolhoosis ei ole. Mitmeaastaste heinte külv on tühiselt väike, mille tulemusena lina ei ole kindlustatud hea eelkultuuriga.

Kolhoosis on kaks territoriaalsete tunnuste järgi moodustatud põllutööbrigaadi (Jemeljanovskoje ja Suhholžino küla) ja üks loomakasvatusbrigaad.

Antud kolhoosis kõlvikute ja külvikordade organiseerimise ja paigutuse projekti koostamisel olid järgmised põhiülesanded: 1) sisse viia õige külvikord; 2) läbi vaadata kõlvikute koosseis, et luua püsiv söödabaas ja tagada mitmeaastaste heintaimede külvide laiendamine põllupinna laiendamisega uudismaade ülleskündmise arvel; 3) maksimaalselt vähendada kõlvikute, eriti põllu väikekontuurilisus ja killustatus ning luua tingimused

Kolhoosi „Borba" maade eksplikatsioon.

	Kokku maad	Kolhoosnikute isiklikuks kasutamiseks olevad õue-aiamaad			Eraldi asetsevad köögiviljaaiad	Põllumaad		Heinamaad			
		kokku	selle hulgas			kokku	selle hulgas söödid ja vanad söödid	kokku	selle hulgas		
			köögiviljaaedade all	puuviljaaedade all					aruheinamaid	luuheinamaid	soostunud heinamaid
Enne kolhoosisisest maakorraldust . .	835,68	13,31	11,86	1,45	3,02	219,95	3,34	175,19	78,78	73,71	22,60
Pärast kolhoosisisest maakorraldust . .	835,68	13,31	11,11	2,20	3,02	286,85	—	99,78	14,07	67,23	18,42

Järg

	Karjamaid				Põõsastik	Mets, selle hulgas ka raismik	Sood	Teed, karjateed, tänavad	Veekogude all	Muud kõlbmatud maad
	kokku	selle hulgas								
		lagedaid karjamaid	metskarjamaid	põõsastikuga karjamaid						
Enne kolhoosisisest maakorraldust . .	78,72	—	—	—	57,40	241,19	2,83	13,35	14,61	16,11
Pärast kolhoosisisest maakorraldust . .	279,59	99,82	95,65	84,12	0,74	103,73	2,83	13,82	14,61	17,40

mehhaniseeritud harimiseks; 4) õigesti paigutada üksikud kõlvikud ja külvikorrad, lähtudes kolhoosi tootmisprotsesside ratsionaalsema organiseerimise jaoks tingimuste loomise seisukohalt.

Plaaniülesande kohaselt on loomakasvatuse arendamine kolhoosis ette nähtud järgmistes suurustes (tab. 29).

Tabel 29.

Loomade arv kolhoosis „Borba".

Loomade liigid	Faktiline kariloomade arv			Plaanitav kariloomade arv		
	kokku	ühistatud	kolhoosnikute isiklikus kasutuses	kokku	ühistatud	kolhoosnikute isiklikus kasutuses
Hobused	49	49	—	68	68	—
nende hulgas töö-hobuseid	26	26	—	48	48	—
Veised	119	69	50	184	106	78
nende hulgas lehmi	62	32	30	87	48	39
Sead	46	46	—	286	130	156
nenge hulgas emiseid	9	9	—	51	12	39
Lambad	183	93	90	399	282	117
nende hulgas täiskasvanuid	100	51	49	153	124	39

Kolhoosis organiseeritakse kolm farmi: piima-kaubafarm, seakaubafarm, lamba-kaubafarm. Ühistatud produktiivloomade arv plaani järgi on kindlaks määratud, arvestades söödabaasi täiendamise võimalusi ja loomade söödaga täielikku kindlustamist. Kolhoosnikute isiklikus kasutuses olevate loomade arv on võetud lähtudes põllumajandusliku artelli põhikirjast. Hobuste arv on kindlaks määratud arvestades karja laiendatud uuendamist ja majapidamise varustamist veojõuga kasutuselevõetud mehhaniseerimise juures.

Teraviljakultuuride ja lina külvipindalade plaani suurus on kindlaks määratud vastavalt sisseviidavatele õigetele külvikordadele ja mitmeaastaste heintaimede laiendamisele põllu alla kasutuselevõetavate uudismaade arvel. Külvikordadele täieliku ülemineku korral avalduvad nende kultuuride külvipindalad järgmistes suurustes (tab. 30).

Tabelist nähtub, et kolhoosis „Borba" on võimalus mitte ainult säilitada teraviljakultuuride ja lina külvipindalad, vaid isegi neid suurendada, mis oli vägagi soovitav mittemustmullavööndi kolhoosides, kus on palju kasutusele võtmata uudismaid.

Tabel 30.

Külvipindalad kolhoosis „Borba".

Näitajad	Haritav põllumaa	Teraviljad	Lina	Mitmeaastased heintaimed	Juur- ja mugulviljad
Olemasolev pindala . .	219,95	108,31	28,10	17,63	17,15
Külvikordade kasutamisele võtmise ajaks:					
a) hektarites	286,85	115,34	31,62	76,82	20,45
b) protsentides olemasoleva pindala suhtes	130	107	112	446	120

Selleks et kolhoosis „Borba" sisse viia õige külvikord kahe ristikuväljaga ning täita teraviljade ja lina plaaniülesanne, on tarvis põlluna kasutusele võtta uudismaid ümmarguselt 70 ha. Selline uudismaa pindala on kolhoosis võimalik kasutusele võtta.

Põlluna uudismaade kasutuselevõtmiseks on projektitud järgmine maade koosseis (tab. 31).

Tabel 31.

Kõlvikute liik	Mets	Põõsastik	Raismik ja põlendik	Aruheinamaa põõsastega	Aruheinamaa	Kokku
Pindala ha-tes.	13,86	9,65	27,10	9,54	10,96	71,11

Kündmiseks projektitav aruheinamaa ja aruheinamaa põõsastega, suuruselt 20,5 ha, kujutab enesest tunduvas osas mõni aasta tagasi mahajäetud põldu. Käesoleval ajal on see väheviljakas, metsistunud heinamaa väikeste laikudena põllumaasse pihutunud. Selle muutmine põlluks ei tekita mingisugust kahtlust, sest ristikualune pindala kolhoosis suureneb 17 hektarilt 76 hektarile, s. o. 4,5 korda. Peale selle ei tule mainitud heinamaa kündmist teostada mitte koheselt, vaid viimastel aastatel, kui mitmeaastased heintaimed peaaegu täielikult on juba võtnud endale koha külvikorras.

Põlluna kasutuselevõtmiseks projektitud mets koosneb peamiselt peenmetsast ja põõsastikust; jämedad puud asetsevad

väga harvalt. Põõsastikku on täiesti võimalik raadata võsaniitjaga ja lahti künda võsa-adraga. Pool raismike ja põlendike all olevast pindalast on kolhoosi poolt 1937. a. võetud kännustikule teostatud suviteravilja külvi alla.

Masina-traktorijaama poolt abistatuna võib kolhoos olemasolevate tööjõuressurssidega täiesti toime tulla uudismaade projektitud pindala kasutuselevõtmisega.

Põld kolhoosis peab suurenema 219,95 ha-lt 286,85 hektarile, s. t. ligikaudu 30% võrra. Tema väikekontuurilisus ja killustatus likvideerub järgmisel viisil (tab. 32).

Tabel 32.

Põllukontuuride arv enne ja pärast maakorraldust.

	Kokku	Kuni 1 ha	1 ha kuni 3 ha	3 ha kuni 5 ha	5 ha kuni 10 ha	Üle 10 ha
Enne maakorraldust	91	46	22	9	8	6
Pärast maakorraldust	51	9	9	11	12	10

Loodusliku heinamaa pindala väheneb 175,19 hektarilt 99,78 hektarile selle osaliselt künnimaaks ja suuremas osas karjamaaks muutmise arvel. Tuleb tähendada, et kolhoosis „Borba" söödabilansi koostamisel osutus kõige pinevamaks olukord karjamaasöötade suhtes. See põhjustaski tunduva osa heinamaade muutmise karjamaaks. Heinamaade alla on jäetud peamiselt luhaheinamaad, osaliselt aruheinamaad — lohkudes.

Karjamaade pindala suurendamine 78,79 hektarilt 279,52 hektarile ei anna veel soovitud tulemust. Seepärast on projektis ette nähtud abindid karjamaade lihtsaimaks parandamiseks nende tootlikkuse tõstmise otstarbel (tab. 33).

Tabel 33.

Karjamaade parandamise plaan (hektarites).

Kokku	Põõsastest raadamine	Metsa harvendamine	Kuivendamine kraavidega
134,85	58,60	21,25	55,00

Külvikordade arvu ja tüüpide, samuti aga ka nende paigutuse kindlaksmääramisel kolhoosis „Borba" arvestati külvipind-

alade plaaniülesande täitmise kõrval kolhoosnikute asustamist, kolhoosi maade koosseisu mullastiku tingimuste järgi ja künnimassiivi asetust maakasutuse piirides.

Vastavalt sellele on kolhoosis kindlaks määratud kaks külvikorda. Maakasutuse põhjapoolses osas, peamiselt kergetel savikatel muldadel, viiakse sisse seitsmeväljaline külvikord kultuuride järgmise vaheldusega: 1) kesa, 2) talivili, 3) kaer + heinad, 4) esimese aasta hein, 5) teise aasta hein, 6) lina ja 7) suviteravili. Suhholžino asulaga tihedalt rajutuvas lõunaosas viiakse liivakail muldadel sisse kaheksaväljaline külvikord: 1) kesa, 2) talivili + hein, 3) esimese aasta heinad, 4) teise aasta heinad, 5) lina 50% ja kartul või nisu 50%, 6) suvinisu 50% ja kaer 50%, 7) kartul ja 8) kaer ja vikisegatis teraviljaks. Külvikordade pindala tuuakse tabelis 34.

Tabel 34.
Külvikordade massiivide pindala.

Külvikorrad	Üldpindala	Selle hulgas						
		põld	uudismaa					
			kokku	mets	põõsastik	raismikud põlendikega	aruheinamaa põõsastega	aruheinamaa
Seitsmeväljaline	173,56	138,78	34,78	12,29	8,04	1,00	9,54	3,91
Kaheksaväljaline	110,69	74,36	36,33	1,57	1,61	26,10	—	7,05
Külvikorraväline maatükk sea-kaubafarmi jaoks . .	2,60	2,60	—	—	—	—	—	—

Kahe külvikorra sisseviimine on tingitud peamiselt sellest, et kolhoosis on kaks asustatud punkti, mis asetsevad teineteisest ligikaudu kahe kilomeetri kaugusel. Tühikäikude ja -sõitude vähendamiseks, samuti aga ka transporditööde vähendamiseks on kõige ratsionaalsem kindlaks määrata kaks külvikorda, seda enam, et maakasutus pika kitsa ribana ulatub 7—8 km-ni. Peale selle, nagu eespool mainitud, erineb maakasutuse põhjapoolne osa lõunapoolsest mullastiku suhtes, mille tõttu kultuuride valik külvikordades ei ole ühesugune. Tööde mahult koormavad mõlemad külvikorrad ühtlaselt brigaade, kellele nad

on kinnistatud. Sea-kaubafarmi jaoks on peale looduslike karjamaade projektitud farmi lähedale külvikorraväline maatükk pindalaga 2,6 ha, mis võetakse erikultuuride alla sigade karjatamiseks ja lisasööda saamiseks karjatamisperioodi kestel. Teiste loomarühmade käsutusse jäetakse eranditult looduslik karjamaa.

Kõlvikute ja külvikordade projektitud koosseisu analüüs näitab küsimuse soodsat lahendust niihästi külvipindalade plaaniülesande täitmise kui ka kindla söödabaasi loomise suhtes. Söötade bilanss (tab. 35) näitab, et ühistatud kari on kindlustatud üle omatarviduse kore-, mahlakate ja karjamaasöötadega. Kolhoosnikute isiklikus kasutuses olevad loomad on täielikult kindlustatud kore- ja karjamaasöötadega.

Tabel 35.

Söötade bilanss 1942. a. kohta (tsentnereis).

Näitajad	Koresöödad		Mahlakad söödad			Karjamaad (haljasmass)
	heinad	õled	silo	juurviljad	kartul	
Söötade vajadus:						
a) ühistatud kari . . .	3060	848	1799	1208	983	7827
b) kolhoosnikute isiklikus kasutuses olev .	1252	340	—	—	—	3299
Kokku	4312	1188	1799	1208	983	11 126
Söötade kogusaak . . .	5223	1434	1799	1225	1252	15 110
Bilanss	+911	+246	0	+17	+269	+3984

Kore-, mahlakate ja karjamaasööda vajaduse ning kogusaagi arvestus annab positiivse bilansi ka külvikordadele ülemineku aastatel.

Karjamaa haljasmassi saagiühtluse kontrollimine kuude viisi, pärast karjamaade parandamise abindite teostamist, annab järgmised tulemused (tab. 36).

Tabel 36.

Karjamaade haljassöötade bilanss kuude viisi, pärast karjamaade parandamist, protsentides vajadusest.

Mai	Juuni	Juuli	August	September
+15	+95	+36	+16	+34

Suur haljasmassi ülejääk üksikutel kuudel, eriti juunis, lubab mõningaid maatükke algul kasutada heinamaana, siis aga loomade karjatamiseks ädalal.

III. Külvikorra territooriumi organiseerimine.

Külvikorra territooriumi organiseerimise sisu seisneb külvikorraväljade, brigaadide maatükkide, põlluteede võrgu, veestamisehitiste, põllukaitse-metsaribade ja põllulaagrite paigutamises.

Külvikorraväljade paigutamine. Külvikorraväljade paigutamise aluseks on järgmised põhinõuded:

1) kolhoosi plaaniülesande täitmine külvipindalade suhtes;
2) viljakuse tõstmine;
3) töö- ja veojõu kokkuhoid tootmisprotsesside täitmisel;
4) tingimuste loomine õigeks töö organiseerimiseks ja põllumajanduslike masinate ning tööriistade kasutamiseks.

Külvikorraväljade paigutamise projekti koostamisel lahendatakse järgmised küsimused: väljade suuruste kindlaksmääramine; väljade paigutamine muldade ja reljeefi suhtes; uudselt kasutamisele võetavate maade lülitamine külvikorraväljadesse; väljade paigutamine kolhoosi majanduskeskuse suhtes ja väljade kuju kindlaksmääramine.

Väljade pindvõrdsus. Reeglikohaselt peab külvikorra iga väli koosnema ühest massiivist. Väljad peavad olema pindalalt võrdsed. Väljade pindvõrdsus tagab põhikultuuride külvipindalade püsivuse, mis on väga tähtis toodangu saagi ühtluse vaatepunktist rotatsiooniaastatel ja töökulutuse ühtluse mõttes. Eriti suurt tähtsust omab väljade pindvõrdsus siis, kui külvikorras esineb palju tööd nõudvaid (töömahukaid) kultuure.

Üksikuil juhtumeil võidakse lubada külvikorraväljade kõrvalekaldumisi välja keskmisest suurusest kuni 5%. Lina-piimakolhooside tingimustes ei või see ületada 2—3%, sest et isegi selline kõikumine peegeldub tunduvalt kolhoosi tootmise organiseerimisel.

Küsimus külvikorraväljade kõrvalekaldumise üle tuleb lahendada igal juhtumil konkreetseid tingimusi arvestades. Lubades väljade pindalade mittevõrdsust, on tarvis kontrollida, kuidas kõigub toodangu saak rotatsiooniaastate järgi, millist mõju see avaldab majapidamisele, kuidas muutub töö-, veojõu- ja tootmisvahendite vajadus.

Väljade mittepindvõrdsuse ilmse negatiivse mõju korral tootmise organiseerimisele on parem lubada väljade killustatust kui nende mittepindvõrdsust.

Muldade ja eelkultuuride arvestamine. Väljade paigutamisel avaldub mullaerimite mõju selles, et nad määravad nende või teiste kultuuride viljelemise võimalikkuse ja efektiivsuse, mõjustavad valmimise aega, nõuavad mitmesuguste agrotehniliste võtete teostamist viljakuse tõstmiseks. Muldade suhtes on parem selline väljade paigutamine, kus kõigil väljadel on võimalik plaaniülesandega ettenähtud kultuuride viljelemine ja kus on tagatud ühesuguste agrotehniliste võtete kasutamise võimalus kogu välja pindalal. Harilikult tuleb väljad paigutada ühesugustele muldadele, mis nõuavad harimiseks ühesugust agrotehniliste võtete kompleksi. Kui kolhoosis on järsult erinevaid muldi, siis on otstarbekohane võtta väljadesse mitmesuguseid mullaerimeid (tingimusel, et välju ei tükeldataks, ei killustataks), paigutades väljad selliselt, et üksikuil mullaerimitel oleks soodne organiseerida tootmisprotsesse.

Eelkultuure arvestatakse peamiselt selleks, et koostada kõige lühemate tähtaegade jooksul külvikorrale ülemineku õige plaan.

Väljade paigutamine reljeefi suhtes. Väljade paigutamisel reljeefi suhtes tuleb arvestada, et reljeefi erinevad osad saavad soojust ja valgust erinevalt ning on ebaühtlaselt kindlustatud niiskusega. See võib positiivselt või negatiivselt mõjuda selle või teise kultuuri viljelemisele. Reljeef avaldab teravat mõju keerukate põllumajanduslike masinate ja tööriistade tootlikkusele ja põletise kulutusele. Teravalt avalduva reljeefiga kolhoosides peavad külvikorraväljad maaharimise hõlbustamiseks ja jäärakute ning uhete tekkimise vältimiseks asetsema piki horisontaale, mitte aga põiki horisontaale.

Liigse niiskumisega rajoonides peab külvikorraväljade paigutamine toimuma selliselt, et oleks tagatud liigse vee äravool väljadelt. Selleks tuleb väljad nende pikema küljega paigutada nõrgalt väljendunud reljeefi puhul horisontaalidega risti või nendega tunduva nurga all, ja ainult teravalt avaldunud reljeefi korral (kallakus üle 3^0) tuleb asuda väljade paigutamisele horisontaalidega väikese nurga all või paralleelselt nendega. Paigutades väljad nii, et liigse niiskuse äravoolu tingimused oleksid tagatud, on tarvis järgida ka traktorite ja keerukate masinate ning tööriistade efektiivsema kasutamise nõudeid, sest et reljeefi suhtes mitteõige väljade paigutus toob endaga kaasa tööjõudluse normide alanemise, põletise ülekulutuse ja masinate kiirema kulumise.

Reljeefi suhtes tuleb väljad paigutada nii, et töö põhisuuna joonel kallakud ei ületaks 4—5^0. Kuni 4^0-liste kallakuteni võib väljad paigutada niihästi paralleelselt kui ka risti horisontaalidega, soovitav on aga väljad paigutada horisontaalidega paral-

leelselt või nendega väikese nurga all. Liigse niiskumisega kohtades ülearuse niiskuse äravoolu reguleerimise otstarbel tuleb püüda väljad paigutada horisontaalidega nurga all.

Uudismaade sissevõtmine külvikorraväljadesse. Uudismaade kasutuselevõtmine omab suurt rahvamajanduslikku tähtsust. Uudismaade lülitamine väljadesse peab toimuma sellise arvestusega, et külvikorrale ülemineku lähimatel aastatel oleks võimalik uudselt kasutusele võetavad maad ühendada põlispõllumaade massiividega ja kindlustada kogu projektitava välja harimiseks ühesuguste agrotehniliste võtete kasutamine. Neil juhtumeil, kui uudismaad on oma kvaliteedilt tunduvalt halvemad põlispõllumaadest, on tarvis ette näha agromelioratiivsete ürituste teostamine.

Toome mõningaid näiteid uudismaade sissevõtmisest väljadesse.

1. Uudismaad asetsevad põllumaa sees ühtlaselt üle kogu külvikorrapindala või piirnevad külvikorra kõigi väljadega. Sel juhtumil on kõige otstarbekohasem uuesti kasutusele võetavad maad jaotada ühtlaselt kõigisse väljadesse.

2. Uudismaad ei piirne kõigi väljadega ja nende pindala on väike. Sellisel juhtumil võib uudismaid võtta ainult mõnede väljade hulka. Kui aga kasutuselevõetavate maade pindala on suur, siis on parem üks osa neist võtta väljadesse, teisest osast aga moodustada iseseisev väli.

3. Kasutuselevõetavad maad asetsevad põllu suhtes üleribaselt. Sel juhtumil on võimalik: 1) 1—2 välja korraldamine uudismaadel; 2) uudismaade juurdelõikamine külvikorra 2—3 väljale sellise arvestusega, et väljad koosnevad kahest tükist; 3) uudismaade kasutamine väljaspool külvikorda; 4) iseseisva külvikorra organiseerimine uudismaadel.

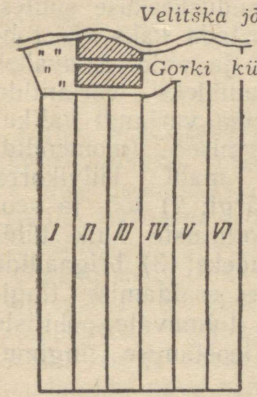
Tuleb rõhutada, et tervete väljade projektimine uudismaadele on lubatav vaid tingimusel, kui uudismaa on kergesti ja kiiresti kasutusele võetav ja kui see ei keerusta õigele külvikorrale üleminekut.

Väljade paigutamine majanduskeskuse suhtes. Majanduskeskuse suhtes on kõige levinumad kaks väljade paigutamise liiki: 1) kui kõik väljad ulatuvad asulani ja 2) kui asulani ulatub vaid osa välju, teine osa aga asetseb asula suhtes üleribaselt. Mõningad näited väljade paigutusest on toodud joonistel 37, 38, 39.

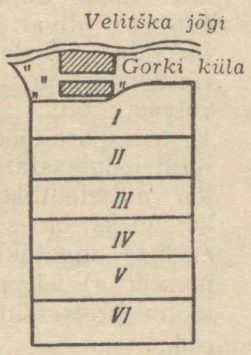
Kui kõik väljad ulatuvad majanduskeskuseni (joon. 37), võib raskesti transporditavad kultuurid paigutada väljade lähimatele otstele. See soodustab transporditööde mahu vähendamist. Kuid

väljade sellise paigutuse puhul asetsevad brigaadide maatükid asulast ebavõrdseil kaugustel.

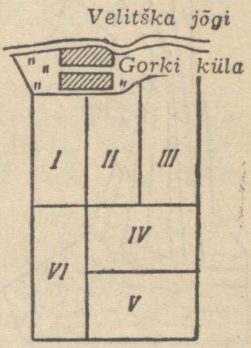
Väljade paralleelsel paigutamisel majanduskeskuse suhtes (joon. 38) on transporditööde maht suurem kui ristipaigutamise korral. See-eest saab sel juhtumil soodsamalt paigutada brigaadi maatükid, tagades neile võrdse kauguse majanduskeskusest (vt. „Brigaadide maatükkide paigutamine").



Joon. 37. Väljade paigutus, kus väljad oma otstega ulatuvad asulani.



Joon. 38. Väljade paigutus paralleelselt asulaga.



Joon. 39. Väljade paigutus.

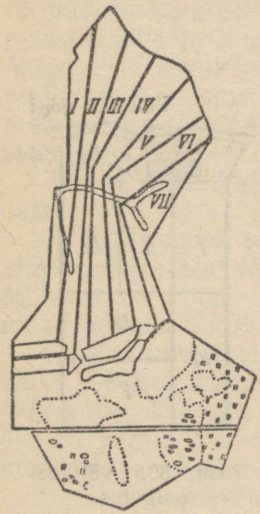
Väljade paigutamise iseloom majanduskeskuse suhtes tuleb igal juhtumil lahendada, lähtudes konkreetseist organisatsioonilis-majanduslikest ja looduslikest tingimustest.

Kui maakasutus on väike ja kui põllumaa asetseb majanduskeskusest mitte kaugemal kui 2—3 km, kultuurid külvikorras aga nõuavad enam-vähem ühtlast töö- ja veokulutust, siis võib vabalt kasutada ükskõik mis liiki väljade paigutamist. Kui külvikorras on olemas palju tööd nõudvaid ja raskesti transporditavaid kultuure, tuleb eelistada majanduskeskuseni ulatuvate väljade paigutamist, mis annab rea organisatsioonilis-majanduslikke eeliseid. Raskesti transporditavate ja töömahukate kultuuride puudumisel külvikorras, olgu kas või põllumaa tunduva kauguse korral asulast, võib kasutada väljade paigutamist paralleelselt majanduskeskusega, kindlustades kolhoosi alatiste brigaadide töö jaoks maksimaalselt mugavusi brigaadilaagrite loomise teel.

Mõnedes kolhoosides avaldavad väljade paigutamisele mõju

toodangu minuspunktid: tehased, esmase ümbertöötamise ettevõtted ja teised.

Leides väljade parima paigutuse majanduskeskuse suhtes, on selle kõrval tarvis luua põhiliste tootmisprotsesside täitmiseks soodne väljade kuju ja arvestada looduslike rajade ning looduslike takistuste asetust väljade osadeks killustamise vältimiseks.



Joon. 40. Väljade paigutus.

Et kindlaks teha, kuidas konkreetsel juhtumil on kõige otstarbekohasem paigutada väljad majanduskeskuse suhtes, tuleb mõnikord koostada kaks või rohkem projektivarianti ja neid omavahel võrrelda. Kriteeriumideks variantide võrdlemisel ja parema variandi valikul võivad olla järgmised momendid: 1) transporditööde maht külvikorra rotatsiooniaastate järgi; 2) töö- ja veojõu mittetootlike kulutuste hulk tühikäikudeks ja -sõitudeks; 3) brigaadide alatiste maatükkide eraldamise tingimused; 4) väljadel toimuvate põhiliste tootmisprotsesside teostamise tingimused.

Väljade kuju. Väljade õigel kujul on suur tähtsus tootmisprotsesside ratsionaalse organiseerimise suhtes. Toome negatiivse näite (joon. 40), mis on sellise olukorra kujukaks tõendiks. Selline väljade kuju raskendab tublisti tootmisprotsesside mehhaniseerimist ja töö organiseerimist.

Mida kõrgemal järjel on kolhoosides mehhaniseerimine, seda suuremat tähtsust omab väljade kuju kui tootmisprotsesside ratsionaalse organiseerimise välditamatult vajaliku tingimuse osa. Välja õige kuju annab võimaluse: 1) ratsionaalselt organiseerida tootmisprotsesse ja kõige efektiivsemalt kasutada keerukaid masinaid ning tööriistu; 2) kõige sobivamalt paigutada brigaadide maatükke.

Mida pikemad on tööeed, seda kõrgem on töötootlikkus ja tootmisvahendite ärakasutamine.

Omski masinakatsejaama andmete järgi traktori kasutamise koefitsient tööee mitmesuguse pikkuse puhul muutub järgmisel viisil (tabel 37).

Sellest tabelist nähtub, et tööee pikkus avaldab suurimat

mõju masinate tootlikkusele 250—1000 m piirides. Tööee pikendamisel üle 1000 m suureneb tootlikkus vähem.

Tabel 37.

Tööde nimetus	Tööee pikkus (meetreis)					
	250	500	1000	1500	2000	2500
Kündmine	0,59	0,65	0,70	0,71	0,72	0,73
Kultiveerimine	0,59	0,65	0,70	0,71	0,72	0,73
Külvamine	0,52	0,58	0,62	0,63	0,65	0,65

Teravilja-loomakasvatuskolhooside tingimustes, arvestades traktorite põhilisi tüüpe ja marke (СТЗ 15/30 HJ, ЧТЗ 40/60 HJ) ning looduslikke tingimusi (reljeef, mullad), võib orienteerivalt soovitada tööee pikkuseks 2,0—2,5 km, lina-piimakolhoosides — 1,5—2,0 km.

Õigesti määratud välja laius omab samuti suurt tähtsust tootmisvahendite efektiivse kasutamise ja töö organiseerimise vaatepunktist. Väljade laius ei või olla alla 200—300 m, sest vastasel korral raskendub keerukate masinate ja tööriistade rakendamine ning nende efektiivne kasutamine.

Välja vastuvõetavam kuju eespool mainitud tööee pikkuse puhul on ristkülik külgede vahekorraga 1 : 4 ja 1 : 6. Mida suuremad on väljad oma mõõtmetelt, seda suurem võib olla välja pikkuse ja laiuse vahe muude võrdsete tingimuste puhul. Siiski ei tule välju projektida liiga paeljatena ega määrata külgede vahekorda kindlaks väiksemana kui 1 : 8, kui see ei ole põhjustatud mõningaist eri tingimustest. Mainitud külgede vahekorrad omavad suhtelist tähtsust ja nad võivad olla vaid üldiseks orienteerimiseks väljade kuju kindlaksmääramisel.

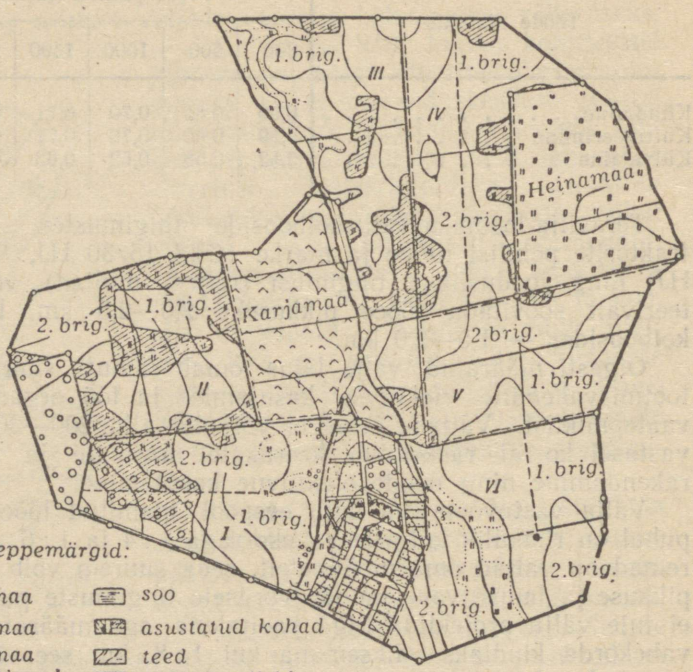
Väljade pikemad küljed, millede suunas toimuvad põhilised protsessid, peavad olema paralleelsed. Välja mitteparalleelsete külgede puhul tekivad kolmnurgad, millede harimine tingib asjatuid pöördeid ja sissesõite. Sellest tulenevalt raisatakse ebatootlikult palju aega, halveneb harimise kvaliteet ja sagenevad masinate purunemised.

Põllukaitse-metsaribade arvestus väljade projektimisel. Põuastes ja poolpõuastes rajoonides põua vastu võitlemisel ja viljakuse tõstmisel on väga tähtis abind põllukaitse-metsaribade istutamine.

Harilikult toimub metsaribade projektimine üheaegselt kolhoosisisese maakorralduse teostamisega.

Metsaribade paigutamise printsiibid, mis üksikasjaliselt on käsitletud käsiraamatu esimeses jaos „Sovhooside maakorraldus", on rakendatavad ka kolhoosi maakorraldusel.

Looduslike ja kunstlike tõkete arvestus väljade projektimisel. Harimise soodustamiseks peab külvikorra iga väli olema pro-



Joon. 41. Kolhoosi „Pjatiletka" maakorralduse projekt.

jektitud lausmassiivi kujul, et oleks tagatud üheaegne kündmise, külvamise ja koristamise võimalus kogu välja pindalal. Erand võib olla lubatud ainult neile kolhoosidele, kus põllumaa koosneb väikestest tükkidest. Välju ei tohi läbida kuristikud, jõekesed, kraavid, teed jne. Looduslikke ja kunstlikke takistusi tuleb kasutada väljade ja brigaadide maatükkide piiridena.

Neil juhtumeil, kui välju ei ole võimalik paigutada lausmassiividena, tuleb väljad projektida nii, et neid moodustavad

üksikud maatükid asetseksid kõrvuti ja et oleks tagatud hõlpus ühendus nende vahel.

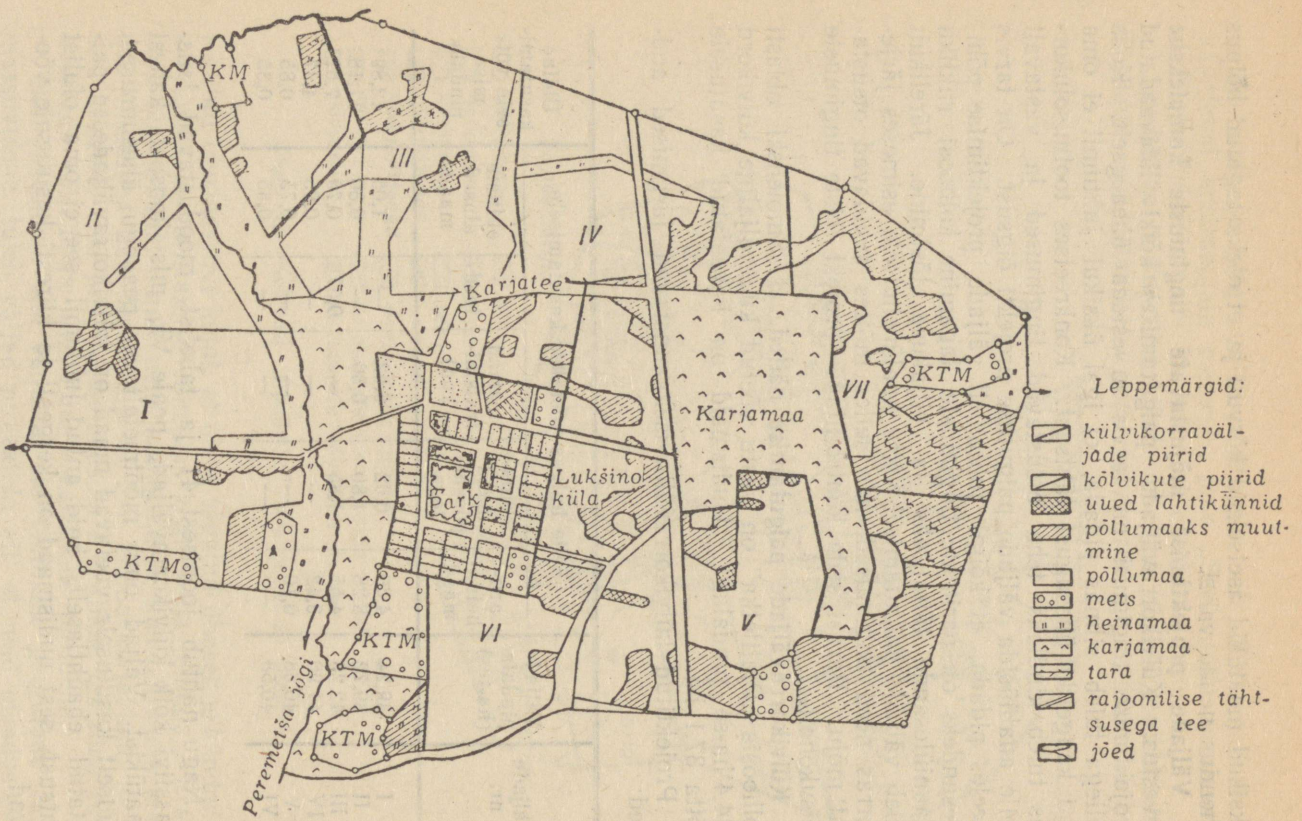
Väljade projektimist mõjustavate tingimuste kompleksne arvestus. Külvikorraväljade paigutamisel kõiki läbivaadatud projektimise tingimusi on tarvis arvestada üheaegselt. Koos sellega tuleb silmas pidada, et igal üksikul juhtumil ei oma nad kaugeltki ühesugust tähtsust. Konkreetses tootmisolukorras tuleb kindlaks teha otsustavad tingimused ja vastavalt neile analüüsida väljade paigutuse projekti õigsust. On tarvis meeles pidada, et kõigil juhtumeil väljade projektimise põhiülesandeks on parimate tingimuste tagamine kolhoosi riikliku plaaniülesande täitmiseks ja viljakuse tõstmine. Järelikult tuleb väljade paigutamisel võtta analüüsimisele esimeses järjekorras need tingimused, mis selles mõttes avaldavad otsustavat mõju. Pärast seda kontrollitakse projekt teiste tingimuste seisukohalt.

Külvikorraväljade paigutamise näited. 1. Smolenski oblasti kolhoosis „Pjatiletka" on vastu võetud kuueväljaline külvikord 244,4-ha-se pindalaga. Uudismaid on kavastatud kasutusele võtta 37,1 ha.

Projektitud külvikorravälju iseloomustavad järgmised andmed:

Väljade nr.	Väljade pindala (ha-tes)	Selle hulgas võetakse kasutamisele					Üldine kasutamisele võtmise pindala
		aruheinamaad	heinamaad põõsastega	metsad (raismikud)	teed	ehitiste alused maad	
I	39,24	4,60	0,62	6,62	—	1,05	12,89
II	39,72	8,28	1,80	0,30	—	0,80	11,18
III	42,28	4,55	1,85	—	0,57	0,70	7,67
IV	41,90	3,42	—	—	—	0,95	4,37
V	40,68	0,10	—	—	—	0,75	0,85
VI	40,58	—	—	—	—	0,35	0,35

Nagu nähtub joonisest 41 ja tabelist, moodustavad lausmassiivi kõik külvikorraväljad, peale VI, mis koosneb kahest maatükist. Väljad oma mõõtmetelt on peaaegu ühesuurused. Uudselt kasutusele võetavad maad on külvikorraväljadesse paigutatud ebaühtlaselt, kuid antud juhtumil see ei oma olulist tähtsust, sest uudismaad on kergesti ja kiiresti kasutusele võetavad.



Joon. 42. Väljade paigutus kolhoosis „Novõi putj". *KTM* — kohaliku tähtsusega mets; *KM* — kooli maatükk.

Väljad on paigutatud ühesugustele muldadele. Reljeefi suhtes on väljad paigutatud oma pikema küljega selliselt, et on loodud kõik soodsad võimalused tootmisprotsesside mehhaniseerimiseks ja üleliigse niiskuse äravoolu tagamiseks. Peaaegu kõik väljad ulatuvad asulani, mis tagab soodsa ja hõlpsa side nendega, samuti aga lubab väljade lähimatele osadele paigutada selliseid kultuure, nagu kartul, juurviljad, silokultuurid jm.

Harilikult on väljade pikemad küljed omavahel paralleelsed. Jäärakud, kuristikud, ojad, teed ja teised takistused on ära kasutatud väljade piiridena.

2. Kolhoosis „Novõi putj" on vastu võetud seitsmeväljaline külvikord kahe ristikuväljaga (joon. 42).

See näide on eelmisest keerukam. Maastikku lõikavate looduslike rajade tõttu koosnevad paljud külvikorraväljad mitmest maatükist.

Väljade projektimine lausmassiividena oleks antud juhtumil põhjustanud suuri melioratiivseid kulutusi.

Väljade kuju on samuti vähem soodne traktorite ja keerukate põllumajanduslike masinate tööks. Kuid selles näites on ka rida eeliseid. Üksikute väljade kõrvalekaldumine keskmisest suurusest ei ületa 1,5% (esimeses näites 5%). Uudismaa on ühtlaselt jaotatud kõigisse väljadesse.

Väljade paigutuse täielik iseloomustus on toodud tabelites 38 ja 39.

Tabel 38.

Väljade nr.	Maatükkide arv väljas	Välja pindala (ha-tes)	Selle hulgas muudetakse						Kokku
			maakorralduse teostamise momendil kasutusele võetuist	asulaist	aruheinamaast	põõsastikest ja raismikest	metsast	teedest	
I	1	52,85	1,05	0,60	5,27	—	—	0,17	7,09
II	2	53,00	—	1,20	2.85	—	—	0,10	4,15
III	2	52,79	—	0,40	3,44	3,00	—	0,58	7,42
IV	3	53,49	—	0,30	6,21	0,48	—	1,24	8.23
V	1	53,19	1,97	0,60	6,87	18,98	3,25	0,45	32,12
VI	2	51,92	2,31	0,35	7,25	5,13	—	0,40	15,44
VII	1	51,60	—	—	26,00	6,25	4,0	—	36,25
	12	368,84	5,33	3,45	57,89	33,84	7,25	2,94	110,7

Tabel 39.

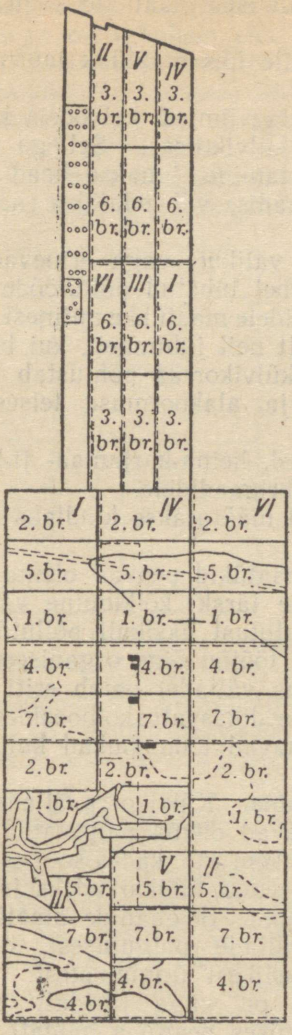
Väljade nr.	Ligikaudsed pindalad kallakuga				Väljade keskmine kaugus asulast	Väljade kuju		
	kuni 2%	2—4%	4—6%	üle 6%		laius	pikkus	külgede vahekord
I	45,85	7,0	—	—	1,20	720	800	1:1
II	43,00	10,0	—	—	1,70	400	630	1:1,5
III	52,79	—	—	—	0,87	450	850	1:2
IV	53,49	—	—	—	1,13	440	650	1:1,5
V	53,19	—	—	—	1,70	350	700	1:2
VI	43,19	5,7	—	3,0	1,16	350	770	1:2
VII	51,60	—	—	—	1,40	700	780	1:1

3. Dnepropetrovski oblasti Lenini-nimeline kolhoos, teravilja-loomakasvatussuunaga. Kolhoosis on vastu võetud kuueväljaline külvikord, mis asetseb kahel massiivil, asulale lähema massiivi pindala on 805,5 ha, kaugema pindala 2390 ha.

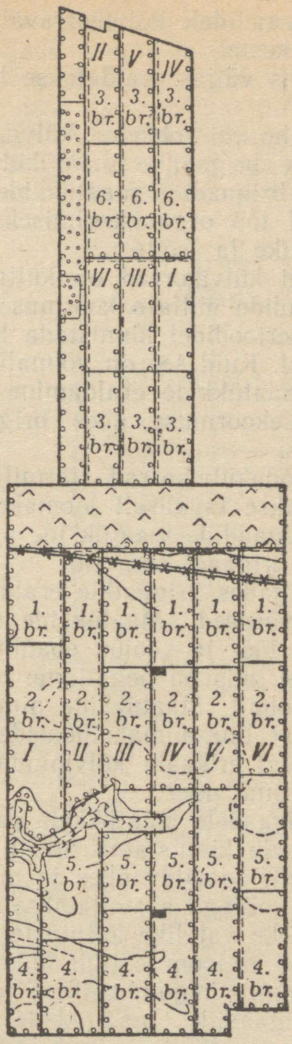
Kolhoosisisese maakorralduse teostamisel paigutati väljad järgmiselt (joon. 43).

Käesolevat projekti analüüsides võib väljade jaotust esimesel maatükil õigeks pidada. Väljadel on ristküliku kuju; külgede pikkused vastavad tootmisprotsesside mehhaniseerimise nõuetele. Väljad on kooskõlastatud metsaribade paigutusega; on tagatud brigaadide maatükkide õige paigutamine. Teises massiivis esineb väljade paigutamisel suuri puudusi. Massiivi põhjapoolses osas on metsariba taga võetud välja hulka 4—6- ja rohkema kraadilise kallakusega maatükk, millel esinevad uurised. Seda maatükki olnuks otstarbekohasem kasutada väljaspool põllukülvikorda. Massiivi samas osas ei ole arvestatud olemasolevat metsariba, mis on põhjustanud väljade vältimatu killustamise. Brigaadide maatükid paiknevad kahes kohas, mille tõttu tuleb iga brigaadi jaoks ehitada kaks laagrit. I, IV ja VI välja läbib tee, lõigates neid osadesse.

Kõrvaldanud loetletud puudused, võib väljad ja brigaadide maatükid teisel massiivil paigutada tunduvalt paremini, nagu see on näidatud joonisel 44. Sel juhtumil on brigaadide maatükkidel õige kuju ja pikkus 1500 meetrit ning rohkem, mis loob tingimused, et õigesti organiseerida kombainidega viljakoristamist. Väljade ja brigaadide maatükkide piirid on kooskõlastatud teede ja metsaribade paigutusega.



Joon. 43. Väljade paigutus Lenini-nimelises kolhoosis (1. variant).



Joon. 44. Väljade paigutus Lenini-nimelises kolhoosis (2. variant).

Brigaadide alatiste maatükkide paigutamine. Maa suhtes isikuvastutamatuse likvideerimise, töö õige organiseerimise ja maaharimise parandamise otstarbel kinnistatakse kolhoosi põllu-

tööbrigaadidele külvikorraväljades alatised maatükid kogu külvikorra kestel.

Igas väljas eraldatakse brigaadile üks maatükk lausmassiivina.

Kahe või rohkema külvikorra sisseviimisel kolhoosis kinnistatakse brigaadile maatükid ühes külvikorras. Sellega väldítakse brigaadide maatükkide killustamine, luuakse head tingimused töö organiseerimiseks brigaadis, vähendatakse asjatuid tühikäike ja -sõite.

Kui külvikorrad on kultuuride valikult väga erinevad, on brigaadide ühtlase koormuse otstarbel lubatud põllutööde üksikuil perioodidel kinnistada brigaadidele maatükke mitmest külvikorrast. Kuid see on võimalik ainult neil juhtumeil, kui brigaadile maatükkide eraldamine ühes külvikorras põhjustab liigse töö ülekoormuse ühes brigaadis ja alakoormuse teises brigaadis.

Söödakülvikorrad (farmilähedased, heina-karjamaa- jt.) kinnistatakse tavaliselt loomakasvatusbrigaadidele.

Brigaadide maatükkide pindalad määratakse kindlaks arvestades brigaadi suurust.

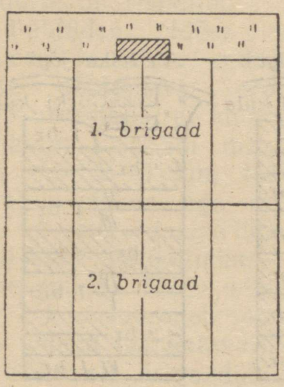
Väljades brigaadile eraldatud maatükid peavad olema pindalalt võrdsed. Maatükkide suuruste järsk kõikumine väljades tingib töö- ja veojõu ebaühtlast kulutust üksikuil põllutööperioodidel, mis on negatiivne moment tööjõu õige organiseerimise seisukohalt. Maatükkide pindvõrdsus väljadel omab eriti suurt tähtsust lina-piimakolhoosides ja peedikasvatuskolhoosides, kus tunduvat erikaalu külvipindalas omavad töömahukad kultuurid, nagu lina, peet.

Brigaadide maatükkide paigutamine. Külvikorraväljades brigaadidele kinnistatud maatükid peavad olema paigutatud kompaktselt, soovitav ühes ja mitte rohkem kui kahes-kolmes massiivis, millega saavutatakse tööprotsessis tühikäikudeks ja tühisõitudeks vajalike kulutuste kokkuhoid. Brigaadide maatükkide asetuse iseloom sõltub külvikorraväljade paigutusest, organisatsioonilis-majanduslikest ja looduslikest tingimustest.

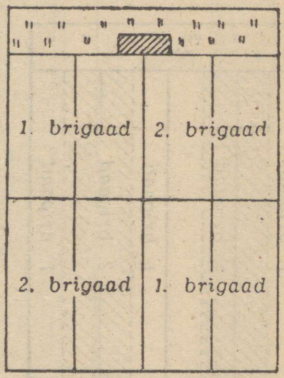
Brigaadide maatükkide asetus on väga tihedalt seotud külvikorraväljade paigutusega. Eelmises peatükis näidati külvikorraväljade paigutamise kolm põhiviisi kolhoosiasula suhtes: väljade paigutus ulatusega kuni asulani, paralleelne paigutus asula suhtes ja segapaigutus.

Kui külvikorraväljad ulatuvad asulani, võib brigaadide maatükid paigutada rindeliselt, rühmitada mitmeks massiiviks või paigutada malelauakujuliselt ja lõigata piki välja, ulatusega kuni asulani.

Brigaadide maatükkide rindeline paigutamine (joon. 45) on kõige otstarbekam siis, kui väljade kaugus asulast ei ületa 3 km. Sellistel juhtumitel brigaadides ei esine järske kõikumisi tühikäikude ja -sõitude kulutustes ega ole vajadust põllulaagrite korraldamiseks. Brigaadide maatükkide rindeline paigutamine võib olla lubatud ka tunduvalt piklike väljade puhul. Kuid neil juhtumeil korraldatakse brigaadide kaugetele maatükkidele alatised kultuursed laagrid.



Joon. 45. Brigaadide maatükkide rindeline paigutus.



Joon. 46. Brigaadide maatükkide malelauakujuline paigutus.

Brigaadide maatükkide malelauakujuline paigutamine (joon. 46) esineb harva ja on rakendatav neil juhtumeil, kui kolhoosis ei ole üle 2—3 brigaadi ja väljad ei ulatu asulast kaugemale kui 2—3 km. Brigaadide suure arvu puhul kolhoosis põhjustab malelauakujuline paigutusviis brigaadide maatükkide liigset killustamist.

Brigaadide maatükkide paigutamine piki välju, s. t. ulatusega asulani (joon. 47), on võimalik peamiselt neil juhtumeil, kui: 1) kolhoosis on organiseeritud ainult 2—3 brigaadi, 2) väljad ei asetse eriti kaugel ja 3) väljad omavad küllaldast laiust, mis tagab brigaadi maatükile soodsa kuju tootmisprotsesside organiseerimiseks. Kitsaste ja pikkade väljade puhul ei ole brigaadide maatükkide paigutamine piki välju ratsionaalne.

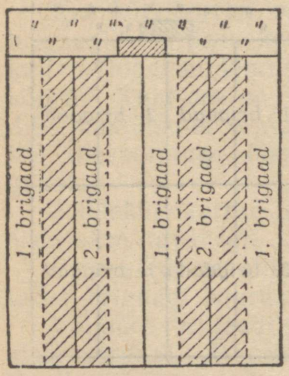
Väljade paigutamisel paralleelselt asulaga võivad brigaadide maatükid väljades asetuda kas asulani ulatudes ühe kompaktse massiivina või piki välju paiknedes üleribastena (joon. 48 ja 49).

Brigaadide maatükkide kõige ratsionaalsemaks paigutuseks on esimene viis (joon. 48). Brigaadide maatükkide sellise pai-

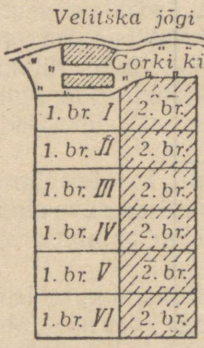
gutuse puhul vähenevad sõitudest ja käikudest tingitud kaod, maatükid on kompaktsed ja õige kujuga.

Brigaadide maatükkide paigutamine piki välju (joon. 49) on otstarbetu, sest et seejuures luuaksè maatükkide killustatus ja laialipillatus. Ainult üksikuil juhtumeil, sõltuvalt väljade kujust, võib seda erandina rakendada.

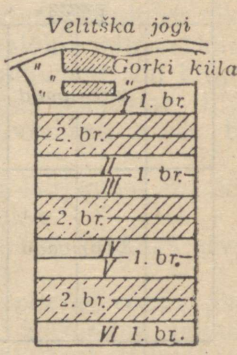
Väljade segapaigutuse puhul majanduskeskuse suhtes on brigaadide maatükkide paigutamise põhimiseks viisiks nende



Joon. 47. Brigaadide maatükkide paigutus piki välje, ulatusega asulani.



Joon. 48. Brigaadide maatükkide paigutus.



Joon 49. Brigaadide maatükkide paigutus.

eraldamine kompaktselt asetseva 2—3 massiivi kujul, mis moodustatakse maatükkide rühmitamise arvel külvikorra naaberväljadel. See brigaadide maatükkide paigutamise viis on kõige levinum.

Eespool on loetletud brigaadide maatükkide paigutamise mõningad viisid. Igal konkreetsel juhtumil tuleb leida selline paigutamisviis, mis kõige täielikumalt vastab tootmisprotsesside õige organiseerimise nõuetele.

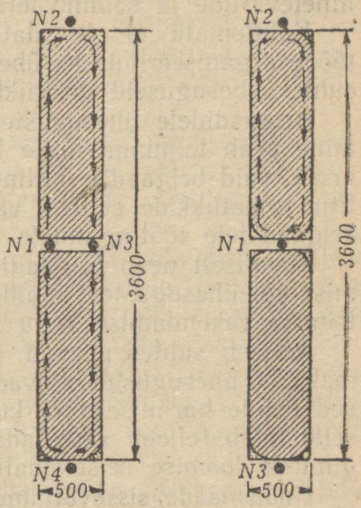
Brigaadide maatükkide kuju. Brigaadide maatükkide õige kuju omab väga suurt tähtsust, et tootmisprotsesse ratsionaalselt organiseerida ja tõsta töötootlikkust.

Töökoha kõige soodsam pikkus kündmisel, külvamisel ja koristamisel on 1,5—2 km. Tööee laius СТЗ- ja ХТЗ-traktoritega töötamisel kõigub kündmisel 65—70 m, külvamisel 150—170 m piirides. ЧТЗ-traktoriga töötamisel suureneb tööee ratsionaalne laius mainitud tööliikide puhul peaaegu kaks korda.

Kombainiga koristamisel ei tohi tööee pikkus olla alla 1,5—2 km, maatüki laius aga alla 250—300 m. Eesrindlased-kombainerid määravad mõnikord kindlaks kombainiga viljakoristamisel tööeed pikkusega 3—4 km, korraldades sellise maatüki keskele töötee (joon. 50).

Brigaadi matüki kõige otstarbekohasem kuju kõigil juhtumeil ja rakendatuna kõigile tööliikidele on ristkülik.

Lähtudes tööee mainitud pikkuse ja laiuse andmeist tootmise põhimistes protsessides, võib arvestada, et kõige otstarbekohasem brigaadi maatüki pikkus on 1,5—2 km; tööee minimaalne pikkus aga on 500 m, sest et selle edasine lühendamine põhjustab töötootlikkuse tunduva vähenemise. Tööee pikendamisel üle 2 km suureneb töö efektiivsus vähem märgatavalt.



Joon. 50. Tööete kuju.

Sõltuvalt brigaadide maatükkide mõõtmetest tööee mitmesuguse pikkuse puhul muutub maatükkide laius järgmiselt:

Brigaadi maatüki laius peab tagama põikiharimise rakendamise seal, kus see on vajalik, ja ratsionaalsed tingimused keerukate agregaatide kasutamiseks viljakoristamisel.

Igal juhtumil lahendatakse brigaadide maatükkide kuju määramise küsimus eraldi; seejuures arvestatakse rida teisi brigaadide maatükkide paigutamisele esitatavaid nõudeid.

Harilikult tuleb brigaadide maatükid väljadel paigutada nii, et nad oleksid traktoriga eraldi haritavad.

Brigaadide maatükkide pindalad (hektarites)	Brigaadi maatüki laius (meetreis) pikkuse puhul		
	0,5 km	1 km	2 km
10	200	100	50
25	500	250	125
50		500	250
100		1000	500

Mullaerimite arvestus brigaadide maatükkide paigutamisel. Sõltuvalt muldadest ja reljeefist tuleb brigaadide maatükid paigutada nii, et nad oleksid töötingimustelt võimalikult ühesugused. Selleks on tarvis arvestada külvi, harimise ja koristamise tähtaegu, maatükkide harimise raskust, taimede toitainetevarude ja sõnnikväetise vajalikku hulka.

Kahtlemata ei ole alati võimalik brigaadidele kinnistada tööde organiseerimiseks ühesuguseid tingimusi tagavaid ja igas suhtes ühesuguseid maatükke.

Brigaadidele ühesuguste töötingimuste saavutamise taotlemine peab toimuma mitte brigaadide maatükkide killustamise arvel, vaid brigaadile mitmesugustes külvikorraväljades projektitud maatükkide sellise valiku arvel, mis tagaks erinevatele brigaadidele töötingimuste võrdsuse.

Tavaliselt peab brigaadi maatükk koosnema ühest mullaerimist või ühesugustest muldadest, mis tagavad ühesuguse agrotehnika rakendamise kogu maatükil.

Reljeefi suhtes peavad brigaadide maatükid paiknema võimalikult ühesugustel nõlvadel, mis tagab ühesugused tingimused nende harimiseks ja kultuuride üheaegse valmimise. Peale selle tuleb reljeefi arvestada tööde mehhaniseerimise jaoks tingimuste loomise seisukohalt.

Uudismaade sissevõtmine brigaadide maatükkidesse. Uudismaad on tarvis ühtlaselt jaotada brigaadide vahel, arvestades nende kasutuselevõtmiseks vajalikke kulutusi.

Kui uudismaid nende asetuse tingimuste kohaselt ei saa jaotada ühtlaselt kõigi brigaadide kohta või kui nad langevad mingisse ühte brigaadi maatükki, siis tuleb projektis ette näha kolhoosi teiste brigaadide osavõtt uudismaa kasutuselevõtmisest.

Põllulaagrite paigutamine. Suurtes kolhoosides, kus põllud asetsevad asulast tunduval kaugusel, luuakse põllulaagrid.

Põllulaagrite põhilisteks tüüpideks on alatised ja liikuvad põllulaagrid.

Nagu praktika näitab, luuakse alatised põllulaagrid kolhoosides maatükkidele, mis asetsevad asulast üle 2 km kaugusel.

Põllulaager võib teenindada ühte või mitut brigaadi. Reeglikohaselt tuleb laager paigutada haritavate maatükkide keskkohta, et oleks tagatud kõige lühem ühendus nendega. Põllulaager on tarvis paigutada, arvestades teenindamisliini, võimalikult teenindamisliini keskkohta, kuivõrd neid liine mööda toimub veoste, tööjõu ja tootmisvahendite edasiliikumine. Laagrite jaoks on kõige otstarbekohasem valida koht väljade piiri-

del, kuid mitte väljade sees, nagu see mõnikord aset leiab. Põllulaager ja kolhoosiasula peavad olema omavahel ühendatud teega. Laagri asetsedes asulatevahelise tee ääres peab ta teest olema eemal 20—30 m; kui laager asetseb suurte magistraalteede lähedal, peab ta olema teest vähemalt 200 m eemal.

Põllulaagrile peab olema tagatud vesi. Seepärast tuleb see paigutada jõgede, ojade, tiikide või kaevude lähedale. Kui veeallikat pole olemas, tuleb ette näha kaevu ehitamise võimalus laagri alla valitaval platsil.

Põllulaagri alla platsi valikul on tarvis arvestada sanitaar-hügieenilisi ja ehitusnõudeid. Laagrit ei või asetada soostunud ja sanitaar-hügieenilises suhtes teiste ebasoodsate kohtade lähedusse.

Võimaluse korral tuleb laagrite alla eraldada plats haljasaladega. See annab võimaluse kolhoosnikutele organiseerida kultuurset ja tervislikku puhkust. On soovitav, et põllulaagri kõrval oleksid karjatamiskõlvikud tööloomade karjatamiseks.

Ühte brigaadi teenindava kultuurse laagri jaoks vajaliku platsi pindala kõigub 0,4 kuni 0,7 ha vahel. Suurtes kolhoosides, samuti aga ka ühe laagri poolt mitme brigaadi teenindamisel võib laagriplatsi suurus olla 1—1,5 ha.

Brigaadide maatükkide paigutamise näide. Kolhoosis „Pjatiletka" paiknevad brigaadide maatükid järgmiselt (joon. 41).

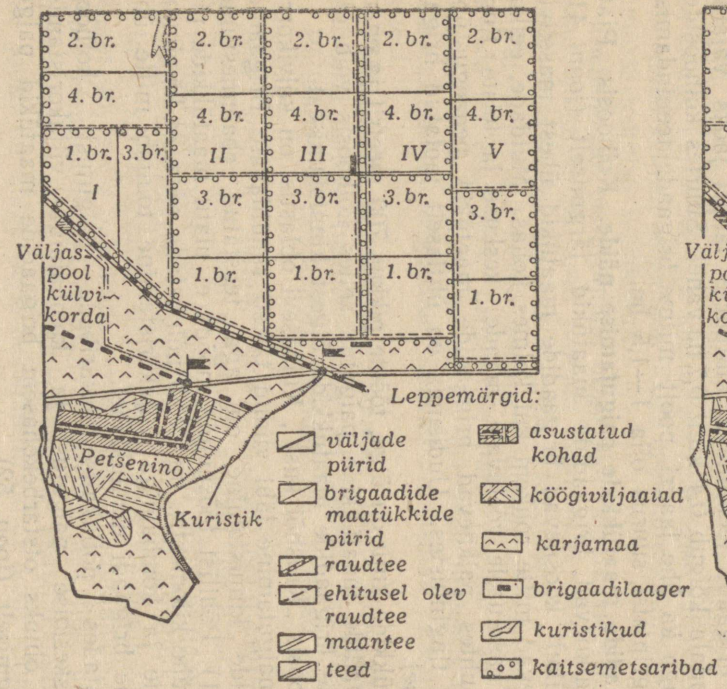
Harilikult koosnevad brigaadide maatükid ühest massiivist ja asetsevad mitte rohkem kui kolmes kohas. Muldade, eelkultuuride, kasutusele võetavate maade, keskuse ja teiste tingimuste suhtes paiknevad brigaadide maatükid peaaegu ühesugustes tingimustes. Uudismaa on ühtlaselt jaotatud brigaadide vahel.

Maatükkide kuju on õige, tööete pikkus 700 meetrit ja enam.

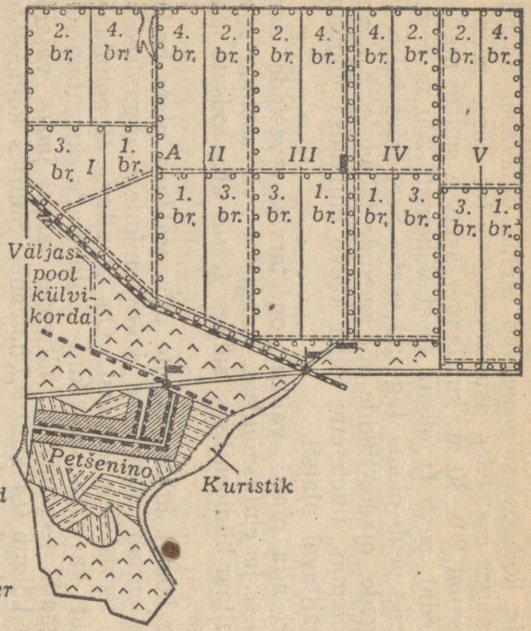
Brigaadide maatükkide paigutus selles kolhoosis võib olla hea näide brigaadide maatükkide õigest kinnistamisest.

Kolhoosis „Krasnõi kust", Kuibõševi oblastis, on külvikorraväljade paigutamine läbi viidud täiesti rahuldavalt. Brigaadide maatükkide kinnistamine on aga teostatud ebaõnnestunult (joon. 51). Põhilist töösuunda mööda ei ulatu maatükkide pikkus üle ühe kilomeetri, mis võib põhjustada seda, et kündmine, külvamine ja kombainiga viljakoristamine toimub mitte ühe, vaid kahe brigaadi maatükkidel.

Arvestades põllukaitse-metsaribade paigutust, kolhoosi majanduskeskuse paigutust ja kombainiga viljakoristamise nõudeid, olnuks otstarbekohasem brigaadide maatükid paigutada järgmiselt (joon. 52).



Joon. 51. Brigaadide maatükkide paigutus kolhoosis (1. variant).



Joon. 52. Brigaadide maatükkide paigutus kolhoosis (2. variant).

Sel juhtumil on brigaadide maatükkide paigutus kõige otstarbekohasem. Tööee pikkus on suurendatud kuni 2 km-ni. Põllukaitse-metsaribad on paremini paigutatud. On täielikult loodud võimalus kõigi tootmisprotsesside teostamiseks iseseisvalt iga brigaadi maatükil.

On olemas aga üks puudus — brigaadide maatükkide laialipillatus. Kuid antud juhtumil, brigaadide põllulaagrite olemasolu puhul, ei ole sel olulist tähtsust.

Põlluteede võrgu projektimine.

Põlluteed on väga sageli ühendatud magistraalteedega — rajooni- ja külateedega, eriti viimastega. Enne põlluteede projektimist tuleb kindlaks teha olemasolevate ja projektitavate magistraalteede võrk. Põlluteede võrgu projektimine toimub üheaegselt väljade, brigaadide maatükkide, metsaribade ja laagrite projektimisega ning sõltub nende paigutusest. Mõnikord võib põlluteede paigutus avaldada mõju külvikorraväljade ja brigaadide maatükkide paigutamisele. Põlluteedel võivad olla omad alajaotused: põllumagistraalid, lihtsalt põlluteed, teenindamisliinid ja ajutised põlluteed. Põllumagistraalid teenindavad tavaliselt mitut külvikorravälja ja brigaadide maatükki. Sageli ühitatakse neid küla- ja rajooniteedega.

Tavalised põlluteed teenindavad üksikuid välju ja brigaadide maatükke.

Teenindamisliine ei või asetada mitte ainult väljade ääri mööda, vaid ka nende keskele, näiteks kombainiga viljakoristamise puhul väljadel, millede tööee pikkus on 2—3 ja rohkem kilomeetrit. Teenindamisliinid ühitatakse sageli põlluteedega.

Ajutised põlluteed kujunduvad väljadele peamiselt sõnnikuveo ja väljadelt viljasaagi äraveo ajal. Vajaduse möödumisel küntakse nad üles.

Maakorraldusel ajutisi põlluteid ja teenindamisliine ei projektita.

Põlluteede projektimisel tuleb lähtuda järgmistest nõuetest:

1) põlluteed tuleb paigutada arvestades väljadel ja brigaadide maatükkidel toimuvate tootmisprotsesside õiget organiseerimist ja veoste liikumise põhisuunda;

2) iga külvikorraväli, brigaadi maatükk ja põllulaagrid peavad olema ühendatud asulaga lühimat teed mööda;

3) teed ei tohi lõigata brigaadide maatükke ja välju;

4) teed tuleb paigutada nii, et oleks tagatud kunstlike ehitiste (sildade, muldkehade jm.) ehituskulude miinimum;

5) põlluteed olgu kooskõlastatud metsaribade paigutusega, asetades teed vajaduse korral kõrvuti metsaribadega, neist lõuna või lääne poole.

Põlluteede paigutuse erinevate variantide võrdlemiseks võib kasutada transporditööde kulude vastandamist ja, lähtudes sellest, valida majanduslikult kõige kasulikum variant. Selleks arvatakse kaugused iga väljani või selle eraldi osani, määratakse ühelt hektarilt külvikorra rotatsiooni kestel veetavate veoste keskmine maht ja veoste korrutamise teel veo kaugusega tehakse kindlaks transporditööde suurus tonn-kilomeetreis. Siis arvatakse kokku kulud teedele, peamiselt ehitiste kulud. Teades ühe tonn-kilomeetri veo maksumust ja kunstlike ehitiste amortisatsiooni, ei ole raske määrata transpordikulude suurust, mis lubab valida teede paigutamise parima variandi.

Põlluteede võrgu projektimise näited. 1. Põlluteede paigutamine Kuibõševi oblasti kolhoosis „Krasnõi kust" (joon. 52) on tunduval määral tingitud maakasutust läbivaist raudteedest, milledest ülesõit on võimalik ainult kolmes kohas.

Kolhoosi maakasutust läbib idast läände maantee, mis ühtlasi on põllumagistraaliks. Riigile antavad saadused veetakse raudteejaama II, III, IV ja V välja lõikavat teed mööda ning teed mööda, mis asetseb künnimassiivist lõuna pool. Esimene tee lõikab I välja selle lõunapoolses osas, moodustades kolmnurga. Põlluteede võrgu sellise paigutamise aluseks olid järgmised arvestused.

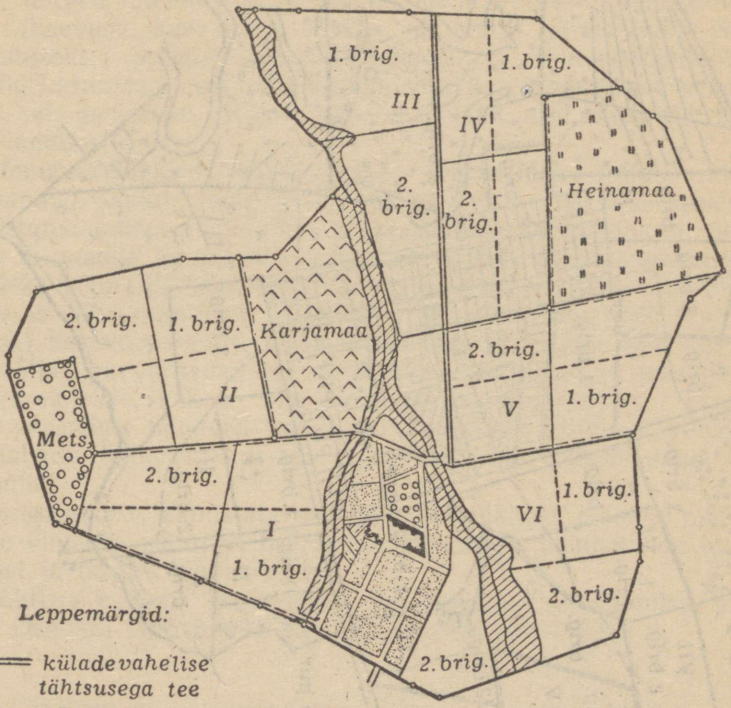
II, III, IV ja V väljalt raudteejaama minevad veosed võivad punktist *A* liikuda kas projektitud teed mööda, mis lõikab I väljal 1. ja 3. brigaadi maatükke, või sõites ümber I välja lõuna või põhja poolt. Teisel juhtumil pikeneb veotee 1,8 km võrra, mis selle teeosa ligikaudselt 2400-tonnise veokoormuse puhul annab 4320 tonn-kilomeetrit tarbetut vedu maksumusega 4320 rbl. Maatüki tükeldamisest tingitud liigsed kulud välja lõunapoolse osa harimiseks on tunduvalt väiksemad kui kokkuhoid transporditöödes.

Ülejäänud põlluteed on paigutatud vastavalt varem mainitud nõuetele. On tarvis osutada tähelepanu põlluteede ja metsaribade paigutuse vastastikusele seosele.

2. Kolhoosis „Pjatiletka" (joon. 53) läbib maakasutust lõunast põhja külavaheline tee aastase veokoormusega 1500 tonni neto. Idast läände kulgevad transiitveod ei ole suured ning neid võivad täielikult teenindada põlluteed.

Lisaks neile teedele teenindab II välja põllu ja karjamaa vaheline tee, IV ja V välja ning heinamaad teenindavad nende väljade ja heinamaa vahelised teed.

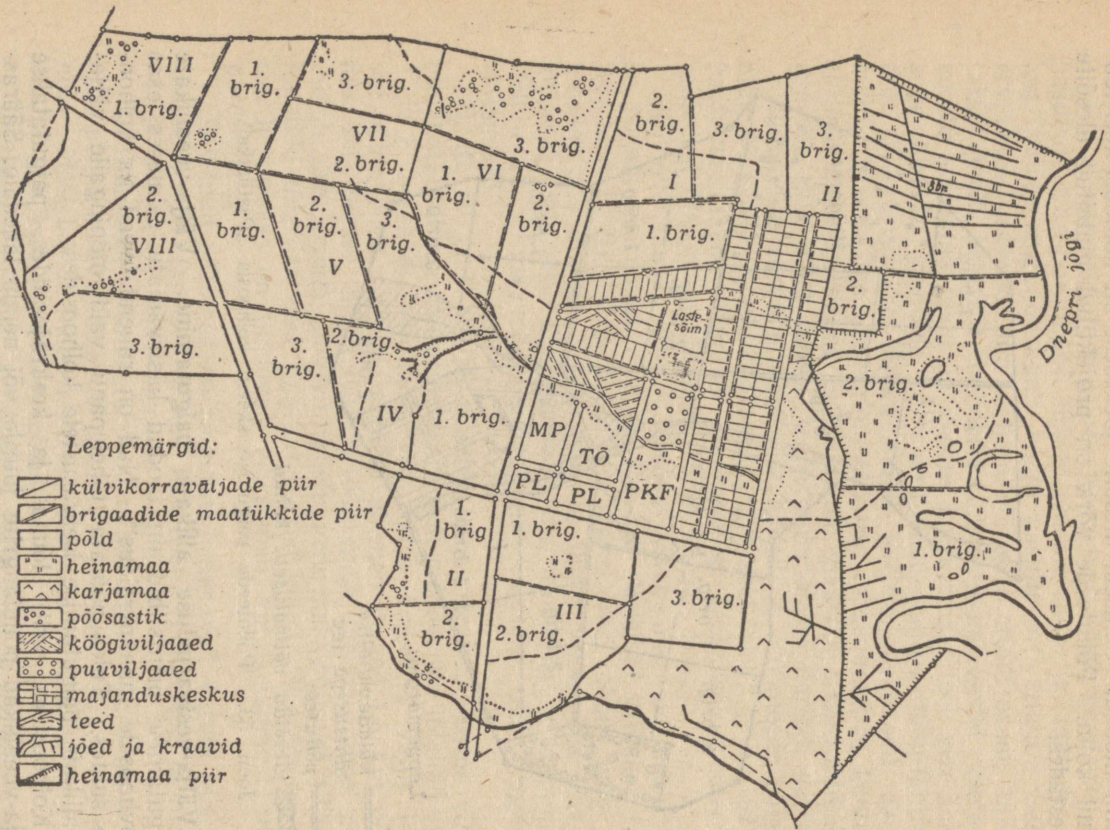
Kolhoosi maa-ala läbib soiste ja madalate kallastega jõeke. Ülesõit sellest madalikust ja jõekesest on võimalik vaid muldtammi mööda. Selliseid ülesõite jõekesest on kolhoosi territooriumil kolm. Põlluteede võrk on projektitud mainitud ülesõite arvestades.



Joon. 53. Põlluteede paigutuse skeem kolhoosis „Pjatiletka".

Välja-vesivarustuse allikate paigutamine. Välja-veeallikate paigutamise printsiibid on toodud käsiraamatu esimeses osas „Sovhooside maakorraldus". Nad on rakendatavad ka kolhooside suhtes. Tuleb pöörata tähelepanu vaid mõningaile välja-veeallikate paigutamise iseärasustele kolhoosides.

Kolhoosides, eriti lõuna- ja keskrajoonides, paigutatakse välja-veeallikad põllulaagrite juurde või nende lähedale. Säärastel juhtudel langeb sageli ära vajadus täiendavate veeallikate projektimiseks väljal. Veeallikad laagrite juures (tiigid, kaevud)



Joon. 54. Väljade ja brigaadide maatükkide paigutuse kava. *PM* — masinapark; *TÕ* — töö-õu; *PL* — põletiseladu; *PKF* — piimakaubafarm.

teenindavad kolhoosi brigaadi ja masina-traktorijaama traktoribrigaadi kõiki välja-tootmisprotsesse.

Teine iseärasus seisneb selles, et paljudes maakasutuselt mitte suurtes kolhoosides, eriti mittemustmulla-vööndi kolhoosides, kus on olemas suurel hulgal looduslikke veeallikaid (jõekesi, ojasid jm.), langeb täielikult ära vajadus täiendavate kunstlike vee-ehitiste (kaevude, kaevamite, tiikide) ehitamise järele välja-vesivarustuseks. Sellistel juhtudel kolhoosi- ja traktori-põllutööbrigaadid kasutavad oma vajadusteks vett kas looduslikest veeallikaist, mis asetsevad väljadel, või veeallikaist, mis asetsevad otseselt kolhoosiasulas.

Heinamaatükkide kinnistamine brigaadidele. Looduslikud heinamaad, samuti nagu põldki, peavad külvikorraväljades olema kinnistatud kolhoosi alatistele brigaadidele. Reeglikohaselt peab igale brigaadile kinnistama võimalust mööda ühe heinamaatüki, et oleks võimalik tööd õigesti organiseerida, vältida ebatootlikke käike ja sõite maatükilt maatükile. Maatüki kuju peab tagama hõlpsat heinakoristamise mehhaniseerimist. Väljade sees olevad või väljadega piirnevad heinamaatükid kinnistatakse neile põllutööbrigaadidele, kellede maatükkidega need piirnevad. Tunduvaid parandusi nõudvad maatükid jaotatagu brigaadide vahel võimalikult ühtlaselt, kui see ei põhjusta maatükkide suurt killustamist.

Brigaadidele kinnistatavate heinamaatükkide pindala määratakse kindlaks sõltuvalt brigaadide suurusest, heinamaade kvaliteedist ja teistest tingimustest.

Näitena esitame brigaadidele heinamaade kinnistamise projekti Dendino küla juures olevas kolhoosis (joon. 54).

IV. Territooriumi karjamaasisene organiseerimine kolhoosides.

Karjamaade kasutamise õige organiseerimine sõltub tunduvalt karjamaade territooriumi organiseerimisest.

Territooriumi karjamaasisese organiseerimise sisu seisneb:

1) karjamaade kinnistamises kolhoosi farmidele, veisekarjadele ja üksikuile loomarühmadele, samuti aga ka kolhoosnikute isiklikus kasutuses olevatele kariloomadele;

2) veisekarja maatükkide jaotamises järjekorras karjatamise kopliteks;

3) abi-majanduskeskuste ja jootmiskohtade paigutamises karjamaadel;

4) karjateede paigutamises;
5) karjamaade kasutamise kalendrilise plaani koostamises.

Karjamaade kinnistamine farmidele ja loomakarjadele. Enne kui asuda territooriumi karjamaasisesele organiseerimisele, peab olema kolhoosis kindlaks määratud karjade arv ja koosseis tootlikkuse ja vanuse tunnuste järgi. Sõltuvalt kolhoosi suurusest ja tema spetsialiseerumisest võib farmide ja loomakarjade arv kolhoosis olla mitmesugune. Ühtlasi tuleb kindlaks määrata kolhoosnikute isiklikus kasutuses olevatest loomadest moodustatud karjade arv.

Kindlaks määranud veise-, lamba- ja seakarjade arvu ning koosseisu, võib asuda nendele alatiste karjamaatükkide kinnistamisele. Kui kolhoos omab mitut suurt kaubafarmi (piima-, lamba- ja sea-kaubafarmid), siis võib karjamaad esialgu jaotada farmide vahel, hiljem aga juba karjade vahel.

Farmidele kinnistatud karjamaade suurus ja karjamaade maatükkide suurus määratakse loomade karjamaasööda vajaduse ja projektitava haljasmassi saagi arvutamise teel.

Ei tohi lubada karjamaade ala- ega ülekoormamist loomadega. Alakoormamise puhul ei kasutata karjamaad täielikult, rohi jääb söömata ja tallatakse maha, kuid mõnes koplis muutub rohi vanaks ja karedaks ning on hiljem halvasti söödav. Karjamaade ülekoormamine aga põhjustab karjamaade kiiret halvenemist.

Et loomi haljasmassiga ühtlaselt ja täielikult kindlustada kogu karjatamishooaja kestel, tuleb haljasmassi saagi arvutus teha, arvestades rohu uuesti kasvamist paljakssöötmise üksikute tsüklite või kuude järgi. See omab suurt tähtsust eriti seal, kus rohu uuestikasvamine karjatamishooaja eri perioodidel järsult kõigub.

Sõltuvalt konkreetseist tingimustest võib karjade maatükkide suuruse määramisel looduslikel karjamaadel lähtuda tollest paljakssöötmise tsüklist, milles haljasmassi saak oli kõige väiksem. Sellisel juhtumil on kariloomad täielikult varustatud haljasmassiga kogu karjatamishooaja kestel. Haljasmassi ülejääk teistes paljakssöötmise tsüklites tuleb koristada heinaks. Tingimustes aga, kui karjamaadest on puudus, kui suvel looduslik karjamaa hoopiski ei anna haljasmassi (karjamaa kõrbemine poolpõuastes või põuastes stepirajoonides), tehakse arvutus lähtudes teistest paljakssöötmise tsüklitest, seda üksnes sel tingimusel, et haljasmassi puudujääk üksikuil perioodidel kaetakse kultuurkarjamaade rajamise arvel või loomade lisasöötmise arvel.

Karjade maatükkide ükskõik millise määramisviisi puhul tuleb koostada haljasmassi bilanss paljakssöötmise tsüklite viisi, ära

näidates haljasmassi ülejäägi heinaks kasutamise ja karjamaasöötade puuduva osa saamise allikad.

Karjade maatükkide suuruse määramisel omab suurt tähtsust karjatamishooaja kestuse, s. t. karjatamise alguse ja lõpu kindlaksmääramine. See mõjustab haljasmassi määratavat vajalikku mahtu karjatamisperioodil. Tuleb silmas pidada, et liiga varase karjatamise puhul toimub mulla tihendamine, mis raskendab taimede edasist arenemist ja vähendab karjamaade produktiivsust. Liiga hiline loomade karjamaale laskmine viib selleni, et rohi vananeb, muutub kõvaks ja loomad söövad seda halvasti. Esimese kevadise karjamaa paljakssöötmisega ei tohi alustada enne, kui maa on kuivanud, rohukamar tugevnenud ja taimed on jõudnud areneda 10—15 cm kõrguseks. Heinamaa ädalal ei tohi karjatamist alustada varem kui kahe nädala pärast peale niitmist, karjatamine tuleb aga lõpetada kaks nädalat enne külmade saabumist.

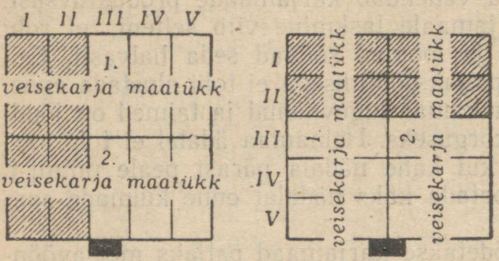
Veisekarjade poolt söödetakse karjamaad paljaks metsavööndis kuni neli-viis korda hooaja kestel, metsa-stepivööndis kuni kolm, kuivas stepis kuni kaks-kolm korda. Karjamaade paljakssöötmiste arv hooaja jooksul tuleb kindlaks määrata rakendatuna konkreetseile tingimustele ja karjamaade tüübile. Lammaste poolt hooajal karjamaade paljakssöötmiste arv on tihedasti seotud sisuse-ussidesse haigestumiste vastu võitlemise profülaktiliste abinditega. Majandeis, kus leidub sisuse-ussidesse haigestumisi, ei ole karjamaa sisuse-ussidest loomuliku desinfitseerimise otstarbel lubatud lammaste teiskordne tagasitulek maatükile enne 6 kuud. Neil juhtumeil, kui karjamaadest ei piisa, võib tagasitulekut lubada 3 kuu pärast.

Farmile või karjale võib kinnistada mitut tüüpi karjamaid, näiteks üks maatükk looduslikku karjamaad ja teine — karjamaakülvikorras; hooajakarjamaade olemasolu puhul üks maatükk kevadisi-sügisesi karjamaid, teine — suviseid karjamaid, kolmas — talviseid karjamaid. Peale selle võib karjadele kinnistada kõlvikuid, mida kõrvalt kasutades tarvitatakse karjamaana, näiteks heinamaid, millede ädalat kasutatakse karjatamiseks.

Looduslike karjamaade kasutamisel kombineeritud viisil, näiteks veiste ja lammaste karjatamisel või väärtusliku piimakarja ja täiskasvanud noorkarja karjatamisel, võidakse karjamaade kõige täielikuma ärakasutamise otstarbel üks ja sama maatükk kinnistada kahele karjale. Selliseil juhtumeil ei rahulda maatükk alati oma suuruselt mõlemaid karju. Seepärast tuleb maatüki pindala arvutamise aluseks võtta kolhoosi jaoks väärtuslikumate loomade kari, kuid teiste karjade karjatamise organiseerimine kohaldada eelmisega.

Karjade karjatamismaatükkide suuruse määramine peab toimuma samaaegselt nende paigutamisega.

Karjade maatükkide paigutamise aluseks tuleb võtta kolhoosi hinnalisematele loomadele paremate karjamaade tagamise printsiip. Veiste üksikute rühmade hulgas peab eelistama noorkarja (vasikaid), lüpsilehmi ja tõukarja. Nende jaoks olgu eraldatud paremad ja lähedal asetsevad karjamaad.



Leppemärgid:

I–V külvikorraväljad antud aastal karjamaana kasutatavad väljad

asula

Joon. 55. Karjade maatükkide paigutuse skeem karjamaaks kasutatavate väljade piirneva asetuse puhul.

Karjamaad lammastele on tarvis jaotada järgmiselt: talledega tõu-emalammastele eraldada paremad karjamaad lamblate läheduses; karjamaal nuumatavatele lammastele ja noorkarjale, pärast emalammastest võõrutamist, on samuti tarvis eraldada paremad karjamaad. Lüpsilammastele on vajalikud kõige mahlakamad ja haljasmassilt rikkamad maatükid. Jääradele, eriti meriinodele, kes kannatavad palavuse käes, tuleb eraldada karjamaad lambalautade lähedusse või ehitada neile karjatamiskohtadel varjualused.

Sigade jaoks, tiinetele ja imetajaile emistele eraldada karjamaad lähemale, teistele rühmadele kaugemale.

Hobuste karjamaad on soovitav ette näha välja-töökohtade ja tallide lähedale.

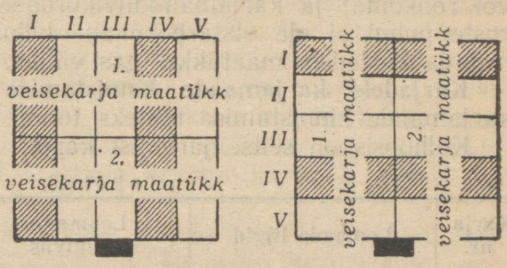
Karjade maatükkide paigutamisel tuleb taotleda seda, et maatükid oma kujult oleksid sobivad karjatamiskopleiks jaotamiseks, omaksid lähimat juurdepääsu jootmiskohtadele ja karjamaad majanduskeskusega või suvilaagriga ühendavaile magistraal-karjateedele.

Looduslikel karjamaadel karjade alatiste maatükkide kinnistamise näide tuuakse veidi allpool. Siinkohal on tarvis veel peatuda karjadele karjamaa-külvikordades maatükkide kinnistamise küsimusel.

Ühtedel juhtudel seatakse karjamaa-külvikorrad sisse karjamaasöötade puuduste katmiseks üksikuil hooaegadel, näiteks loo-

duslikel karjamaadel rohtkatte kõrbemise perioodil, teistel juhtudel looduslike karjamaade puudumisel või kui neid ei piisa loomade täielikuks varustamiseks. Sõltumata sellest seisneb kõigil juhtumeil küsimus karjamaade mingisuguses jaotamises loomakarjade vahel, kui karjamaa-külvikord on ette nähtud rohkema kui ühe karja jaoks.

Juba karjamaa-külvikorra väljade jaotamisel tuleb arvestada karjatamise ratsionaalse organiseerimise nõudeid. Väga tähtis on see-juures tagada loomadele mugav ja lähedane juurdepääs külvikorraväljadele.



Joon. 56. Karjade maatükkide paigutuse skeem karjamaaks kasutatavate väljade üleribase asetuse puhul.

Karjamaa-külvikord võib piirneda majanduskeskusega või olla sellest teataval kaugusel. Mõlemal juhtumil on kõige soodsam asend väljade ristiasend majanduskeskuse suhtes.

Arutleme karjadele maatükkide kinnistamise näidet karjamaa-külvikorras. Oletame, et 5-väljalises külvikorras, milles igal aastal kasutatakse karjatamiseks kaks välja, on tarvis kinnistada maatükk kahele karjale. Sellisel juhtumil karjade maatükid paigutatakse järgmiselt (joon. 55 — karjatamiseks kasutatavate väljade piirneva asetuse puhul, joon. 56 — üleribase asetuse puhul).

Analüüsides toodud skeeme, võib näha, et karjatamiseks kasutatavate väljade piirneval paiknemisel asetsevad karjade maatükid ühes massiivis, sellal kui nad väljade üleribase paiknevuse puhul killustatakse. Kahtlemata on karjatamiseks kasutatavate väljade piirnev paigutus kõige soodsam, olgugi et see ei ole alati võimalik, sest paigutus sõltub kultuuride, eelkultuuride jne. järjestusest. Seepärast tuleb projektimisel taotleda kultuuride sellist paigutamist, mis rotatsiooniperioodil tagab võimalikult rohkem kordi kahe karjatamiseks kasutatava välja piirnemist.

Loomakarjadele võib ka kinnistada kas üksikuid välju või nende osasid. Sellisel juhtumil ei toimu karjamaade kinnistamine alaliseks, kuid siin on olemas see eelis, et väärtuslikumad kar-

jad või noorkari (vasikad) võivad saada paremad karjamaad, s. t. esimeste kasutamisaastate rohu.

Karjadele karjamaa-külvikorras karjamaade kinnistamise küsimus võidakse lahendada ühel eespool kirjeldatud viisidest, sõltuvalt konkreetseist tingimustest, eriti arvestades väljade suurust ja karjade arvu. Karjade suure arvu puhul (kolme-nelja või rohkema) ja karjamaa-külvikordade pindalalt väikeste suuruste puhul ei ole otstarbekohane killustamise vältimiseks kinnistada karjadele maatükke igas väljas.

Karjadele karjamaade kinnistamise näited. Veisekarjadele karjamaade kinnistamise näiteks toome kolhoosi „Borba".

Kolhoosis on seitse järgmist karja:

Tabel 40.

Karja nr.	Loomade liigid	Loomade kuuluvus	Karilate asetus	Peade arv
1	Lehmad ja tiined mullikad	Piima-kaubafarm	Jemeljanovskoje küla	61
		Kolhoosnikute isiklikus kasutuses		24
			Kokku	85
2	Mullikad 1—2 aastani	Piima-kaubafarm	Suhholžino küla	9
	Noorkari 6 kuust kuni 1 aastani			15
	Lehmad ja tiined mullikad	Kolhoosnikute isiklikus kasutuses		19
	Mullikad 1—2 aastani			7
			Kokku	50
3	Vasikad	Piima-kaubafarm	Jemeljanovskoje küla	29
		Kolhoosnikute isiklikus kasutuses		11
			Kokku	40
4	Sead noorkarjaga	Sea-kaubafarm	Jemeljanovskoje küla	130
5	Hobused noorkarjaga	Ühistatud	samas	52
6	"	"	Suhholžino küla	16
7	Lambad	Lamba-kaubafarm	Jemeljanovskoje küla	282
		Kolhoosnikute isiklikus kasutuses	Jemeljanovskoje ja Suhholžino küla	117
			Kokku	399

Karjade koosseis ja arv on kindlaks määratud, lähtudes loomade liigist, nende vanusest ja karilate asetusest (kolhoosi kuulub kaks asulat — Jemeljanovskoje ja Suhholžino). Lehmakarju koos täiskasvanud noorkarjaga (tiinete mullikate ja mullikatega) on määratud kaks. Kahe hobusekarja moodustamine on tingitud eri asulates (Jemeljanovskojes ja Suhholžinos) asuvast kolhoosi kahe brigaadi olemasolust. Vasikad on eraldatud eri karjaks. Lambad moodustavad ühe lambakarja (tema jaoks projektitakse kaugkarjatamis-süsteem). Jemeljanovskoje külas asuva sea-kaubafarmi sead on komplekteeritud üheks karjaks.

Iga karja haljasmassi vajadus on määratud söödanormide vastava korrutamise teel loomade arvuga loomade vanuse ja liigiliste rühmade järgi.

Karjamaa põhiliigiks kolhoosis „Borba" on looduslikud aruheinamaad ja metsakarjamaad. Peale selle kasutatakse loomade karjatamiseks osaliselt teise kasutusaasta ristikuädalat ja heinamaade ädalat.

Karjade maatükkide pindala suurus on määratud iga karja karjamaasöötade vajaduste ja haljasmassi saagi alusel, arvestades karjamaade projektitavaid parandusi. Haljasmassi vajaduse ja saagi arvutus on antud summaarsel kujul kogu karjatamisperioodi jaoks ja kuude viisi (tab. 41).

Karjade karjatamismaatükid paigutatakse üksikute loomarühmade nõudeid arvestades. Lehmade ja täiskasvanud noorkarja esimesele karjale kinnistatakse karjamaad maakasutuse põhja- ja kirdepoolses osas, kolhoosi maakasutusse kiilduvas kohaliku tähtsusega metsas ja riiklikus metsafondis. Need maatükid asetsevad keskmiselt 2 km kaugusel majanduskeskusest (Jemeljanovskoje asulast).

Teisele karjale on karjamaad kinnistatud maakasutuse kagupoolses osas. See karja maatükk asetseb keskmiselt samuti 2 km kaugusel majanduskeskusest (Suhholžino asulast).

Kolmandale karjale, s. o. vasikatele, on karjamaad kinnistatud Jemeljanovskoje asula otseses läheduses (0,5 km kaugusel karilast). Rohtkatte kvaliteedilt on see maatükk kõige parem.

Sea-kaubafarmile on karjamaad kinnistatud Jemeljanovskoje asula juures vahetult farmi kõrval. Halja lisasööda tootmiseks ette nähtud väljaspool külvikorda olev maatükk paikneb samuti farmi lähedal, 0,5 km kaugusel.

Hobustele on karjamaad kinnistatud maatükkidele, mis asetsevad mõlema asula ja künnimassiivide lähedal.

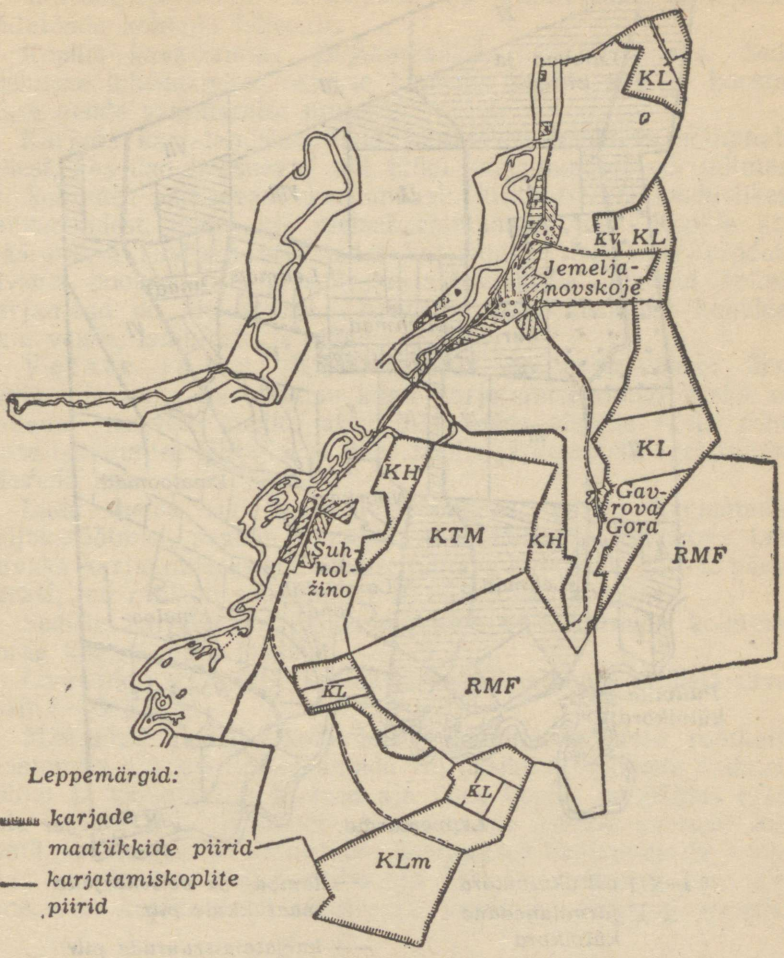
Lambakarjale on karjatamismaatükk eraldatud maakasutuse lõunapoolses osas, korraldades seal kaugkarjatamis-süsteemi.

Tabel 41.

Karjamaade jaotamine karjade viisi kolhoosis „Borba".

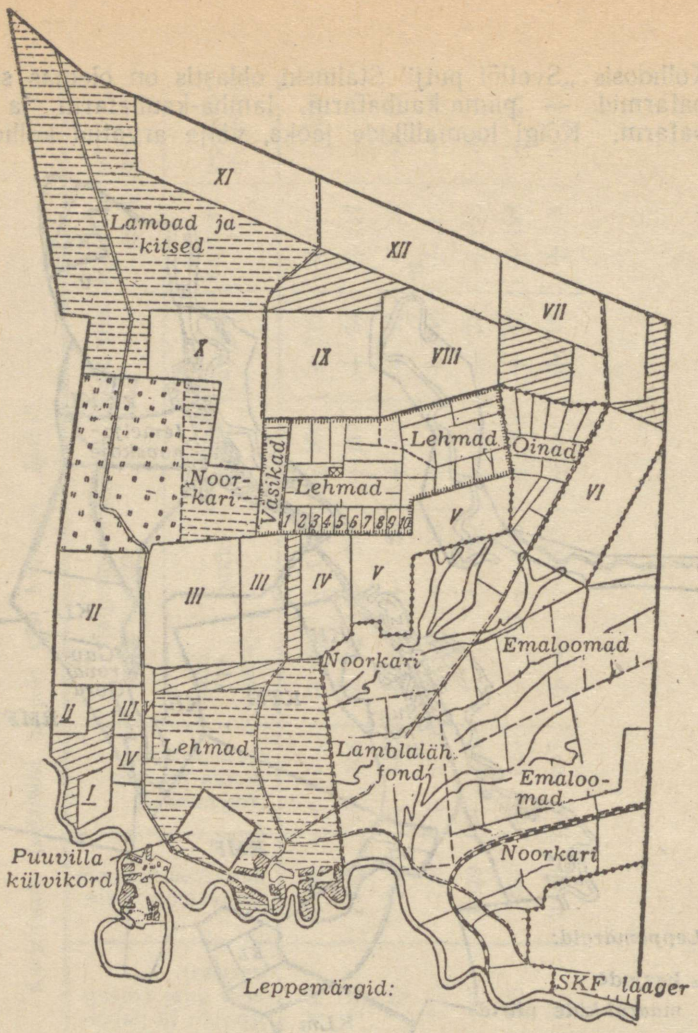
Karja nr.	Looduslike karjamaade pindala (hektarites)	Haljasmassi saak looduslikelt karjamaadelt (tsentnerites)	Ristiku ja heinamaa ädal (tsentnerites)	Haljasmassi vajadus (tsentnerites)	Haljasmassi üldine bilanss (tsentnerites)	Haljasmassi bilanss kuude viisi (tsentnerites) (+ ülejääk — puudujääk)					
						mai (15 päeva)	juuni	juuli	august	septem-ber	oktoober (8 päeva)
1	111,52	5 860	577	4 489	+ 1 948	+ 121	+ 1122	+ 505	+ 212	+ 236	— 248
2	38,95	1 648	237	1 380	+ 505	+ 22	+ 292	+ 116	+ 24	+ 117	— 66
3	4,71	205	140	201	+ 144	+ 10	+ 20	+ 10	+ 18	+ 59	+ 27
4	12,29	587	313	728	+ 172	+ 21	+ 58	+ 46	+ 36	+ 17	— 6
5	33,84	1 375	415	1 349	+ 441	— 3	+ 202	+ 56	+ 27	+ 158	+ 1
6	20,79	439	345	464	+ 320	— 4	+ 58	+ 10	+ 34	+ 198	+ 24
7	60,08	2 715	310	2 468	+ 557	+ 16	+ 437	+ 151	+ 16	+ 3	— 66

Kolhoosis „Svetlõi putj" Stalinski oblastis on olemas suured kaubafarmid — piima-kaubafarm, lamba-kaubafarm ja sea-kaubafarm. Kõigi loomaliikide jaoks, välja arvatud kolhoosni-



Joon. 57. Karjade maatükkide paigutus kolhoosis „Borba".
KL — karjamaa lehmadele; *KLm* — karjamaa lammastele; *KH* — karjamaa hobustele; *KV* — karjamaa vasikatele; *RMF* — riiklik metsafond.

kute isiklikus kasutuses olevad lehmad, projektitakse kaugkarjatamis-süsteem. Piima-kaubafarmile kinnistatud maatükk jaotatakse kolmeks karja maatükiks; kaks lehmadele ja üks vasi-



I–XII põllukülvikord
I–V farmilähedane külvikord
1–10 karjamaa-külvikord
lamba-kaubafarmi karjamaade piir
piima-kaubafarmi karjamaade piir
lamba- ja veisekarjade maatükkide piir
karjatamisruutude piir
kolhoosnikute isiklike loomade karjamaa
tööloomade maatükid
suvilaager

Joon. 58. Loomarühmadele kinnistatud karjade maatükkide paigutuse skeem kolhoosis „Svetlõi putj". *SKF* — sea-kaubafarm.

katele (joon. 58). Lamba-kaubafarmile kinnistatud karjamaa jaguneb viieks karja maatükiks. Peale selle on eraldatud eriline lamblalähedane fond lammaste karjatamiseks varakevad- ja hilissügisperioodil. Hobustele on kinnistatud karjamaad põllutööde kohtade lähedale.

Koplite kavastamine järjekorraliseks karjatamiseks. Selle küsimuse lahendamisel tehakse kindlaks koplite arv ja koostatakse nende paigutamise projekt.

Karjade karjatamismaatükid jaotatakse kopliteks sõltumata sellest, kas nad koosnevad üht tüüpi karjamaadest või mitmest eri kohtades paiknevast karjamaast: kultuur- või looduslikest karjamaadest, niidu- või metsakarjamaadest jne. Koplite arv määratakse kindlaks arvestades karjamaade iseloomu (produktiivsust, hooajalisust) ja selle karja spetsiifilisi nõudeid, kellele karjamaad on kinnistatud. Arutleme seda küsimust kohaldatuna veiste, lammaste ja sigade jaoks.

Veiste jaoks. Kui karjamaa on enam-vähem ühesugune ja tema kasutamine kogu karjatamisperioodi kestel on ühtlane, siis võib koplite arvu määramise aluseks võtta rohtkatte taastumise tähtajad ja ühes koplis järgemööda karjatamise päevade arv.

Liidu metsa- ja metsa-stepivööndites, pärast karjamaade paljakssöötmist, saabub rohtkatte taastumise ja karjamaa korduvaks karjatamiseks kõlblikkuse tähtaeg ligikaudu 25—45 päeva pärast, mil rohi on saavutanud 10—15-cm-se kõrguse.

Selliste karjamaade paljakssöötmine võib korduda kolm-neli korda kogu hooaja jooksul.

Loomade karjatamise kestus järjest ühes koplis ei ületa tavaliselt 5—6 päeva.

Määranud kindlaks konkreetsete tingimuste jaoks rohtkatte taastumise aja kas katsejaamade või üksikute vaatluste andmete põhjal ja karjatamise kestuse aja ühes koplis, on hõlpus määrata koplite arvu, järelikult aga ka nende pindala suurust. Juhtumil, kui karjale on kinnistatud ühesugused karjamaad ja karjamaa kasutamine karjatamishooaja kestel on enam-vähem ühtlane, võib koplite arvu arvutuseks kasutada järgmist valemit:

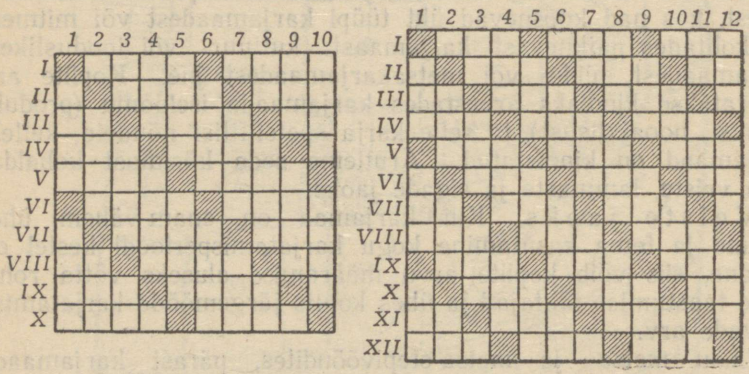
$$H = \frac{A}{K} + 1,$$

kus: H — koplite arv;
A — rohtkatte taastumise aeg;
K — karjatamise kestus (päevades) järjest ühel ruudul.
Jagatisele liidetav üks kujutab endast ühte tagavarakoplit,

mis on vajalik selleks, et ühest koplist teise üleminekul rohtkatte taastumise tähtajast täielikult kinni pidada.

Tavaliselt metsavööndis ühesugused ja karjatamishooaja kestel ühtlaselt kasutatavad karjamaad jaotatakse 6—10 kopliks, metsa-stepi- ja stepivööndites 8—12 kopliks.

Teatud aastaajal ühekordselt kasutatavad karjamaad (üheaastaste heinte külvid jt.) jaotatakse kopliteks vastavalt neil toimuva karjatamise päevade arvule. Sel juhtumil eespool too-



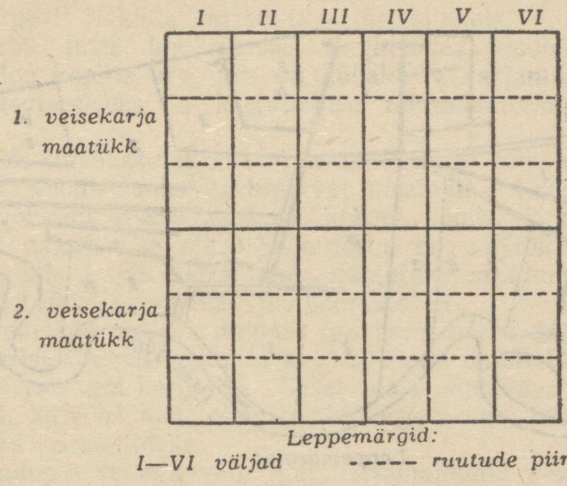
Joon. 59. Karjatamiseks ja heinaniitmiseks kasutatavate ruutude vaheldumise skeem.

dud valem ei kõlba koplite arvu määramiseks. Näiteks kui sellist karjamaad kasutatakse 30 päeva jooksul ja ühes koplis karjatamise aeg on 5 päeva, siis koplite arv võrdub kuuega.

Looduslike ja kultuurkarjamaade kombineeritud kasutamisel, kui karjamaad ei erine üksteisest hooajalisusega, vaid kui need ühendatakse peamiselt vajaliku arvu haljasmassi saamiseks, tuleb igal ühel neist kindlaks määrata selline arv kopleid, mis vastastikku üksteist täiendavad karjatamiskalendri kindlaksmääramise vaatepunktist. Näiteks kopleid peab kokku olema kümme, neist kultuurkarjamaal seitse ja looduslikul karjamaal kolm.

Mõningat iseärasust omab koplite arvu määramine karjamaakordades ja karjamaa-külvikordades.

Looduslike karjamaade eest hoolitsemise ja tootlikkuse tõstmise abindite hulgas soovitatakse karjamaadele anda süstemaatiliselt karjatamisest vabanemist iseseemendumiseks ja seda kas täieliku puhkusena või niites rohu pärast seemnete valmimist heinaks. Metsavööndis näiteks korraldatakse puhkus iga 3—5 aasta tagant, metsa-stepivööndis aga 4—5 aasta tagant.



Joon. 60. Niidukarjamaa-külvikorra väljade karjatamisruutudeks jaotamise skeem.

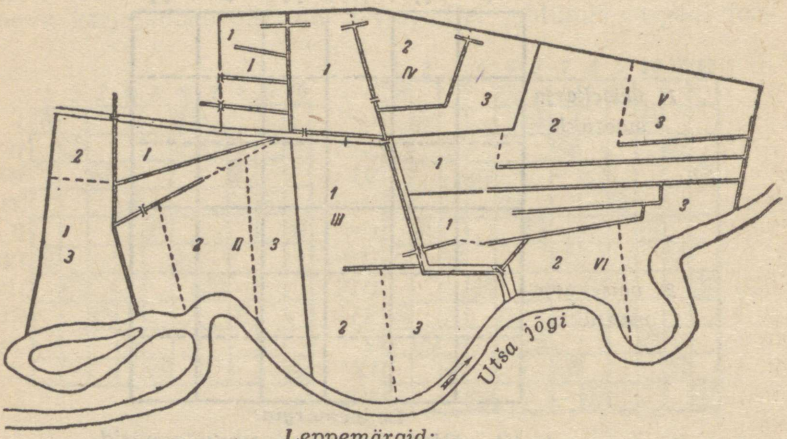
On täiesti ilmne, et projektimisel ei saa mööda minna sellest asjaolust. Et igal aastal karjatamise all oleks kindlaksmääratud arv kopleid, tuleb ette näha täiendavaid kopleid, mis välistatakse puhkuseks. Seda on tarvis teha selliselt, et ei rikutaks karjatamise ja puhkuse vaheldumise korda koplites. Näiteks karjatamiseks kasutatava kaheksa kopli puhul on täiendavaid kopleid tarvis kaks, kokku on aga kopleid tarvis kümme. Sel juhtumil on puhkuse ja karjatamise järjestikkus kopleid mööda täielikult silmas peetud (joon. 59).

Lisakoplite arvu määramiseks on tarvis karjatamiseks kindlaksmääratud koplite arv jagada karjamaa puhkusevaheliste aastate arvuga. Antud näites olnuks vaja kaheksa (karjatamisel olevate koplite arv) jagada neljaga (puhkuste vaheline aeg).

Karjamaa-külvikordades koplite kavastamise eriomadus seisneb selles, et iga karja jaoks igas külvikorraväljas määratakse kindlaks see arv kopleid, mis tuleb arvutuse kohaselt ühele karjatamiseks kasutatavale väljale. Võtame 6-väljalise niidukarja-

maa-külvikorra, milles karjatamiseks kasutatakse igal aastal kolm välja, ülejäänuist aga kaks on rohtkattega heinaks ja üks — teravilja-katekultuuriga (joon. 60 ja 61).

Oletagem, et külvikord on ette nähtud ühe karja jaoks, koplite arv aga peab olema üheksa. Järelikult tuleb niidukarjamaa-külvikorra iga väli jaotada kolmeks kopliks. Siit järeldub, et



Leppemärgid:

karjateed
kuivenduskraavid
karjatamisruutude piirid
I—VI väljade nr-d
1—3 karjatamisruutude nr-d

Joon. 61. Väljade ja karjatamisruutude paigutuse skeem seoses kuivenduskraavide asetusega.

karjade maatükid karjamaa-külvikordade väljades tuleb jaotada kopliteks, mille arv on kordne karjatamiseks ettenähtud väljade arvuga. Näiteks, kui esitatud juhtumil ei oleks kindlaks määratud üheksa, vaid, ütleme, kaheksa koplit, siis oleks see väljade kopliteks jaotamist väga keerustanud, oleks põhjustanud koplite üleribasuse ja oleks rikkunud koplite püsikestvust.

Kui karjamaa-külvikorras karjadele kinnistatakse maatükid üksikuis väljades või nende osades, kusjuures karjad ei ole oma koosseisult ja suuruselt ühesugused, rikutakse väljades püsikestvus. See aga põhjustab igal aastal koplite projektimise vajaduse igal karjamaana kasutataval väljal kohaldatuna karjadele, keda hakatakse neil karjatama.

Koplite arvu kindlaksmääramisel tuleb silmas pidada koplite suurust. Koplite väikese suuruse puhul, kui ei ole võimalik karja normaalne hargnemine ja karjale vastava liikumise võimaldamine, kerkib küsimus, kas tuleb organiseerida individuaalkarjatamine või tarastada koplid. Seepärast on parem vähendada koplite arvu. Väga suured koplid nende väikese arvu puhul põhjustavad süsteemitut karjatamist. Sellistel tingimustel võib kergesti rikkuda karjatamise järjestikkust.

Selliselt tuleb konkreetseis tingimustes kindlaks määrata optimaalne koplite arv, mis on küllaldane karjamaade efektiivseks kasutamiseks ja karjatamise ratsionaalseks organiseerimiseks.

Koplite kindlaksmääramisel lammastele ei tohi kasutada kirjeldatud, veiste jaoks kasutatavat meetodit. Lambakarjamaadel on võimalik sisuse-ussidesse, kopsu-, soolte- ja teistesse haigustesse nakatumise oht. Selle tõttu on vajalik karjamaade vahetus, mis tagab karjamaade kahjutuks muutmise. Haigestuste levitajatena esinevad just lambad ise.

Karjamaade vahetus toimub iga kuue päeva tagant, sest et kopsu-usside tõugud, sattudes koos söödaga lammaste organismi, on selles eas veel kahjutud. Sellest east vanemana on nad aga ohtlikud, kuivõrd nad, olles lamba organismis, muutuvad täiskasvanud parasiitideks.

Ühenduses sellega võib igat karjamaatükki majandis kasutada ainult üks kord aastas. Järelikult tuleb kogu lambakarja maatükk jaotada kuuepäevasteks kopliteks. Näiteks kui karjatamisperiood võrdub 180 päevaga, siis on koplite arv kolmkümmend.

On võimalik ka mõnede koplite kahekordne kasutamine: varakevadel ja hilissügisel, vaheajaga mitte alla 6 kuu. Nakatumise oht puudub sel juhtumil mitte ainult pikema vaheaja tõttu, vaid ka selle tõttu, et külm ja niiske ilmastik mõjustab negatiivselt parasiidi arenemist.

Kolhoosis, kus lammastel ei esine sisuse-ussidesse haigestumise juhtumeid, on lubatud koplite kahekordne kasutamine karjatamishooaja kestel, kuid vaheajaga mitte alla 3 kuu. Kahel viimasel juhtumil on koplite arv väiksem kui esimesel.

Sead nagu lambadki on ohustatud sisuse-ussidesse haigestumise nakkusest karjamaadel. Parasiidi arenemist uurides on kindlaks tehtud, et sead ei tohi ühel maatükil karjatuda üle 14—20 päeva. Seepärast majandeis, kus esineb sigade haigestumisi, tuleb karjamaa jaotada kopliteks sellesama printsiibi järgi nagu lammaste puhul. Kuid 14—20 päeva on liiga pikk aeg ühes karjakoplis karjatamiseks, tuleb arvestada 8—10 päeva.

Sigade, samuti aga ka teiste loomarühmade jaoks viiakse sageli sisse „haljaskonveier", mis koosneb eri perioodidel kasutamiseks valmivast mitme kultuuri segatisest, mille põhjal sead on ühtlaselt kindlustatud karjamaaga kogu suvihooaja kestel. Sellistel juhtudel tuleb iga kultuuri all olev pindala jaotada kopliteks, lähtudes karjatamise kestusest sellel pindalal ja ühes koplis karjatamise päevade arvust. Seejuures tuleb silmas pidada, et sead loomataudide vältimiseks ei või ühele ja samale maatükile tagasi tulla enne 3 aasta möödumist. Kui kultuurkarjamaad organiseeritakse nakatamata maatükkidel, võib seda aega lühendada.

Karjamaa jaotamisel kopliteks taotletakse tingimuste loomist karjatamise korra järgimiseks ja karjamaade ratsionaalseks kasutamiseks. Sellelt seisukohalt omab eriti olulist tähtsust koplite õige paigutus karja maatükkide piirides. Viimase all mõistetakse koplite suuruse ja kuju (külgede vahekorra) kindlaksmääramist ja koplite vastastikust paigutust, arvestades rohtkatte samalaadilisust, karjateede ning suvilaagrite jm. paigutust.

Koplite keskmine suurus määratakse juba koplite arvu kindlakstegemisel; selleks on ainult tarvis karja maatüki üldpindala jagada koplite arvuga. Kuid koplid ei saa alati olla oma suuruselt võrdsed. Seda tuleb taotleda ühesuguste karjamaade puhul. Koplite standardsuurus lihtsustab arvepidamist ja annab rea teisi eeliseid. Karjadele mitmesugust tüüpi karjamaade kinnistamise juhtumil võivad koplid olla suuruselt mitmesugused. Pindalalt absoluutset võrdsust ei ole tarvis taotledagi; tähtis on, et koplid oma koosseisult oleksid ühesugused, kuid haljasmassi saagi ja pindala suuruse poolest tagaksid nendel karjatamise organiseerimise võimaluse vastavalt kindlaksmääratud tähtaegadele.

Kujult on soovitav, et koplid oleksid täisnurksed ja et seal, kus see võimalik, kulgeksid nende piirid looduslikke rajasid mööda. Kopli külgede vahekord ei saa olla standardne, sest et külgede ühe ja sama vahekorra puhul pindalalt erinevate koplite pikkus ja laius ei ole ühesugune. Koplite külgede vahekordade kindlaksmääramisel tuleb alustada laiuse määramisest. Lähtudes sellest, et mistahes loomaliigi jaoks on parimaks viisiks karjatamine hargrivilise frondiga, peab kopli laius miinimumina olema võrdne karja iga looma normaalhaarete summaga. Haarde laius võrdub suurte sarvloomade jaoks 2 m, keskmiste jaoks 1,5 m ja väikeste jaoks 1 m, täiskasvanud sigade jaoks 1 m, kesikute ja lammaste jaoks 0,5 m. Kui karjas on näiteks 100 lehma, siis on kopli minimaalne laius 200 m.

Kui kopli pindala võimaldab, tuleb kopli laius teha kordseks minimaallaiusega, arvestades, et kari ühe päeva jooksul ei käi ühes ja samas kohas üle ühe korra ja et iga päev kari saab värske rohtkattega karjamaa. Seejuures tuleb arvestada ka kopli pikkust. Hea on, kui kopli pikkus arvestatakse selliselt, et sellel loomi karjatades saab selle läbi käia päevase ja öösise puhkuse vahelise karjatamiseks määratud aja jooksul. Koplite vastastikune paigutus peab tagama, et tühikäike oleks minimaalsel hulgal. Selleks on tarvis, et iga koppel oleks ühendatud jootmiskohaga ja suvibaasiga lühima alatise või ajutise karjatee kaudu.

Karjatamisruutude pikemate külgede suund tuleb paigutada arvestades valdavaid tuuli ja päikesekiirte langemist. Pikema külje suunas liigub kari karjatamise ajal. Tähtis on, et tuul (kevadel ja sügisel) puhuks küljelt, mitte aga eest või tagant. Seepärast peavad karjatamisruutude pikemad küljed omama tuulte suhtes ristisuunda. (Suvistel karjamaadel, vastupidi, on soovitav, et tuul palava ilmaga puhuks loomadele eest.) Et loomadele ei satuks silma päikesevalgus, peab pikemate külgede suund olema idast läände.

Abi-majanduskeskuste ja jootmiskohtade paigutamine karjamaadel. Kui karjamaad asetsevad tunduval kaugusel kolhoosi põhilisest majanduskeskusest, võib karjamaadel sisse seada abi-majanduskeskused.

Abi-majanduskeskused võib jaotada kahte alarühma: alatised ja ajutised. Alatiste hulka kuuluvad need, kuhu kari jääb talvperioodiks. Kõige sagedamini esinevad need suurtes loomakasvatuskolhoosides, mis asetsevad meie Liidu stepirajoonides, näiteks lamblad või veiste baasid. Sellega taotletakse karja lähendamise eesmärki karjamaadele ja heinamaadele, mis asetsevad kaugel põhilisest majanduskeskusest.

Ajutiste abi-majanduskeskuste hulka kuuluvad baasid, mis korraldatakse suviperioodiks veiste või sigade kaugkarjatamissüsteemi puhul.

Alatiste abi-majanduskeskuste ja veiste jaoks suvibaaside kõige otstarbekohasem paigutus on karjade maatükkide keskel, kuid mitte lihtsalt maatükkide geomeetrilises keskpunktis, vaid arvestades koplite, karjateede ja jootmiskohtade paigutust. See abikeskuste paigutus lähendab neid maksimaalselt koplitele.

Veiste suvibaasi alla valitav plats peab vastama järgmistele nõuetele:

1) omama hästi tuulduvat ja ärakuivavat pinnast;
2) omama väikest, vedelike äravooluks küllaldast kallet;

3) peab olema kaitstud külmade tuulte eest, stepirajoonides aga asetsema kõrgemal kohal, päevase palavuse leevendamiseks.

Väga tähtis tingimus platsi valikul on selliste looduslike veeallikate olemasolu, mis asetsevad roiskvete reostamise eest garanteeritud kaugusega (vähemalt 0,5 km) kohtades. Oma võimsuselt peab veeallikas (oja, tiik, kaev) täielikult tagama veetarviduse.

Suvibaas peab asetsema kaugel sõiduteedest, asulatest ja loomataudidesse haigestumise suhtes ebasoodsatest kohtadest.

Suuruselt peab plats olema küllaldane vajalike hoonete ja ehitiste paigutamiseks; siia kuuluvad: ruumid brigaadile, varjualused loomadele, jääkelder jm. 100-lehmalise karja jaoks on küllaldane 0,15—0,20 ha suurune plats.

Lamblate jaoks kohtade valikul tuleb arvestada järgmisi iseärasusi:

1) vältida kohti, mis asetsevad seisvate vetega veemahutite lähedal nõgudes, ja pindalasid, mis on kevadiste vete poolt üleujutatavad, olles seetõttu sisuse-ussidesse haigestumiste taimelavaks; koht peab olema kuiv ja kõrge, sest et lambad ei talu liigset niiskust; põhjavesi ei tohi olla maapinnale lähemal kui 3 meetrit;

2) jootmiskoht ei tohi olla lambalaudast kaugemal kui 0,5 km, kuid ka mitte lähemal kui 0,1 km. Jootmiskoha liiga lähike asetus lambalaudale võib põhjustada veeallika reostamise ja nakatumise;

3) heinamaad, olles talisöötade saamise allikateks, peavad asetsema lähedal selleks, et vähendada heinaveotööd.

Sigade suvilaagreid soovitatakse sanitaar-hügieenilisel otstarbel karjatamishooaja kestel 2—3 korda ümber paigutada ühest kohast teise. Koha vahetus kaitseb sigu sisuse-ussidesse haigestumise vastu. Seoses sellega tehakse ehitised sealaagrites kerged ja edasiveoks soodsad.

Platsid sealaagrite jaoks valitakse metsa või võsa servale, et sigu kaitsta suvepalavuse ja tuulte eest. Koht peab olema kuiv, kaugel sõiduteedest, mis väldib haiguste levimist, ja asetsema mitte karjamaal endal, vaid selle lähedal, kõrval. Laagri läheduses peab asetsema veemahuti, soovitav looduslik.

Peale abi-majanduskeskuste asetsevad karjamaadel karja öösisteks ja päevasteks peatumisteks lammaste, veiste jne. karjaaiad. Lammaste karjaedade asukohti muudetakse üheaegselt karjamaade vahetusega, niiske ilma puhul aga 2—3 päeva tagant. Varakevadel ja hilissügisel korraldatakse lammaste

karjamaad külma eest varjatud kohtades, suvel, vastupidi, palavuse mõju pehmendamise mõttes — kõrgendatud, tuulele avatud kohtades. Veiste karjaaedade asukohti on mittemustmulla-vööndi looduslikel karjamaadel samuti otstarbekohane muuta karjamaade väetamise ja nende viljakuse tõstmise eesmärgil. Jaroslavi katsejaama andmete järgi (kolhoosi „Krasnõi kollektivist" näitel) võivad 75 lehma 100 karjatamispäeva kestel tingimustel, et karjaaia asukohti muudetaks 16—17 päeva tagant, väetada 6-hektarise pindala. Seejuures tuleb pärast karja edasiajamist teise kohta väljaheited viivitamatult laiali loopida ja tasandada, et väetised oleksid jaotatud ühtlaselt, millega oleks välditud loomade poolt söödamatute rammutukkade kasvamine. Karjaaedade koha vahetamine ei ole vastuvõetav mitmeaastastel kultuurkarjamaadel ja külvikorraväljadel, mis omavad nõrka rohukamarat ja on seepärast tallamisohus.

Alatiste ja ajutiste abi-majanduskeskuste jaoks kuulub koha valik maakorraldaja ülesannete hulka maakorralduse projekti koostamisel. Mis aga puutub lammaste ja veiste karjaaedadesse, siis nende paigutamise kohti projektis ei märgita, kuivõrd nad hooaja jooksul on mitu korda muudetavad. Erandiks on veiste karjaaedade paigutamine kultuurkarjamaadel. Kuid ka neil juhtumeil piisab karjaaedade paigutamise vööndi määramisest, arvestades veeallikate asetust.

Jootmiskoht karjamaadel peab paiknema selliselt, et karjaajamised nendeni ei ületaks veiste jaoks 1,5—2 km, vasikate jaoks aga 1—1,5 km. Veemahutid peavad olema läbi uuritud nende kõlblikkuse kindlakstegemiseks vee kvaliteedi ja kvantiteedi suhtes. Neil juhtumeil, kui looduslikke veemahuteid ei ole, tuleb projektida kunstlikud veemahutid.

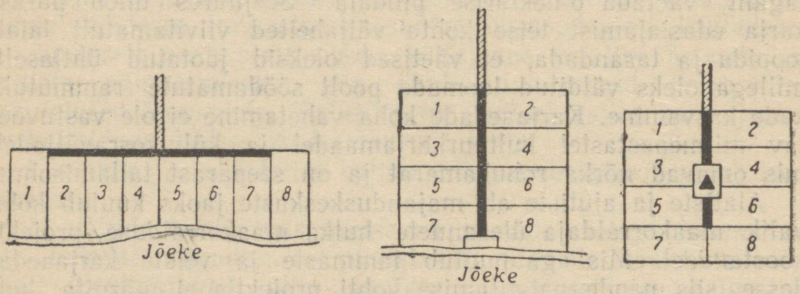
Jootmiskoha paiga valikul looduslike veemahutite juures tuleb silmas pidada, et vee juurde oleks soodne pääs. Stepirajoonides veetakse lammaste jaoks vesi sageli karjaaedadesse vaatides.

Karjateede paigutamine. Karjatamise ratsionaalse organiseerimise otstarbel on väga tähtis karjateede õige võrgu loomine. Põhinõuded karjateede võrgu suhtes on järgmised: esiteks, karjale karjamaadele ja jootmiskohtadele lühema juurdepääsu tagamine; teiseks, külvide, heinamaade ja karjamaade kaitsmine sööda- ja tallamiskahjude eest, ja kolmandaks, loomade koplisisese karjatamise organiseerimise soodustamine.

Karjateed võib jaotada kahte gruppi: alatised ja ajutised. Alatiste hulka kuuluvad majanduskeskust karjamaadega ühendavad ja pidevalt funktsioneerivad karjamaasisesed karjateed.

Ajutiste karjateede hulka kuuluvad need, mis karjamaa-külvikordade organiseerimise tingimustes on vajalikud vaid selle või teise välja karjatamiseks kasutamise aastal.

Haigestumiste sissetoomise vältimiseks ei tohi karjateid ühitada asulatevahelist tähtsust omavate sõiduteedega. Karjateede piisav laius 100-pealise veisekarja jaoks on 25 m, 100-pealise lambakarja jaoks — 16 m, 300-pealise lambakarja jaoks — 26 m, 700—800-pealise lambakarja jaoks — 30—35 m.



Joon. 62. Karjateede paigutuse skeem.

100-pealise seakarja jaoks on karjatee laius 15—16 m.

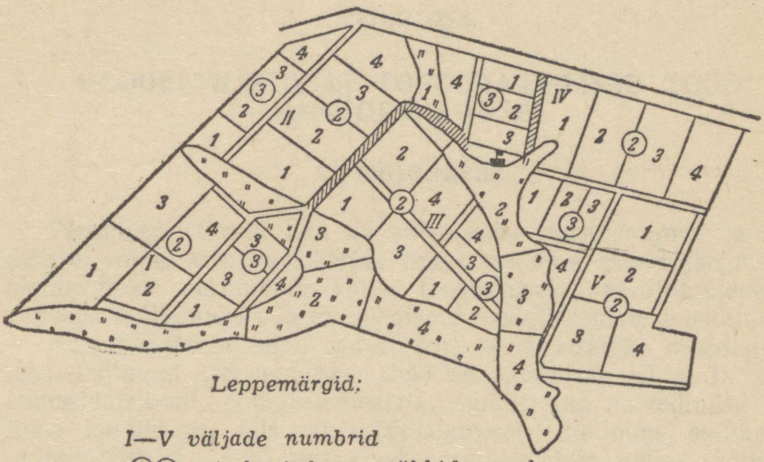
Majanduskeskusi karjamaadega ühendavad karjateed tuleb korraldada väljade ja karjade maatükkide piiridele. Neid võib ühitada põlluteede võrguga, nähes ette piisava laiuse karjaajamiseks.

Karja maatükkide sees on karjateed tarvis paigutada, arvestades jootmiskohti ja abi-majanduskeskusi. Kõige otstarbekohasem on karjatamisruutude ja karjateede paigutuse koridorisüsteem (joon. 62). Kuid praktiliselt ei ole see alati teostatav. Illustratsiooniks toome teise näite alatiste ja ajutiste karjateede paigutamisest lüpsilehmade karjale ja noorkarjale kinnistatud karja maatükkide sees (joon. 63).

Karjamaade kasutamise kalendrilise plaani koostamine. Territooriumi karjamaasisese organiseerimise projekti koostamise lõpetavaks etapiks on karjamaade koplite kasutamise kalendrilise plaani koostamine.

Kalendriline plaan peab olema koostatud sellise arvestusega, et kari kogu hooaja jooksul saaks ühtlaselt normaalselt

täiskasvanud rohtu. Igas koplis peab karjatamispäevade arv olema kooskõlastatud haljasmassi saagiga, mis määratakse paljakssöötmise tsüklite viisi kindlakstehtud rohukasvu alusel ja karja söötade vajadusega. Eri koplites võib karjatamispäevade arv paljakssöötmise tsüklite järgi, samuti aga ka paljakssöötmise ühes tsüklis olla mitmesugune. See sõltub kopli suurusest, koplite rohtkattest, ädala kasvust ja teistest asjaoludest.

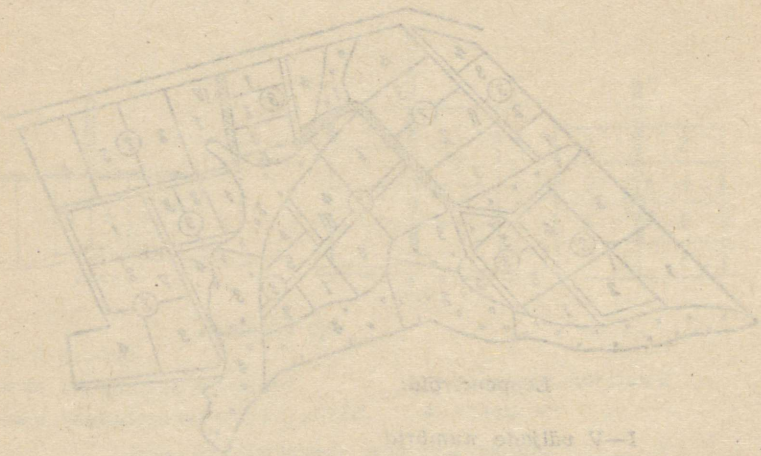


Joon. 63. Territooriumi karjamaasisese organiseerimise projekt.

Liidu keskrajoonides rohu normaalseks kasvamiseks pärast paljakssöötmist esimestel kuudel (mai, juuni) on tarvis 17—20 päeva. Pärast kahte paljakssöötmist (juulis, augustis, septembris) vajab rohi uuesti kasvamiseks 40—45 päeva. Selleks et kari kogu aja saaks siin küllaldaselt sööta ja, teisest küljest, et mitte lasta rohul vananeda, võib erinevates tingimustes toimida erinevalt. Näiteks, kui on karjamaade ülejääk, siis kevadel osa kopleid kasutatakse niiduks, et suve teisel poolel karjatada loomi ädalal ja võimaldada eranditult karjamaadena kasutatavaile koplitele pikemat puhkeaega. Selline karjamaade kasutamise reguleerimine kutsub esile koplites karjatamise tähtaegade diferentseerimise. Teravalt väljenduva

karjamaade hooajalisuse tingimustes kõigub karja igas koplis viibimise aeg peamiselt sõltuvalt koplite suurusest ja produktiivsusest. Koplites karjatamise erinev päevade arv võib kõikuda kultuur- ja looduslike karjamaade kombineeritud karjatamisel.

Kalendrilise plaani koostamisel tuleb arvestada karjamaade erinevate tüüpide paljakssöötmise järjestikkust.



TEINE OSA.

GEODEETILISED JA TOPOGRAAFILISED TÖÖD MAAKORRALDUSEL.

Sissejuhatus.

Plaanilise, samuti aga ka kõrguselise aluse loomist ja arendamist võidakse organiseerida maakorralduse puhul järgmisteks otstarveteks: aeromõõdistamise teostamiseks, aerofotoülesvõtete väliseks töötlemiseks ja maapealsete mõõdistamiste teostamiseks.

Aeromõõdistamiseks, samuti kui maapealseteks mõõdistamisteks tehtavad geodeetilised tööd on seotud II, III ja IV klassi triangulatsiooni, polügonomeetria, samuti ka nivellimise võrkude loomisega, mis on mõõdistamisele kuuluvas paikkonnas tugipunktideks. Eriti seisnevad aeroülesvõtete välise töötlemise otstarbel tehtavad tööd nii tunnetatud kontuuripunktide (tunnetusmärkide) ja geodeetilise aluse punktide sidumise tehnilistes võtetes kui ka aeromõõdistamise materjalide dešifreerimises ja nende järgi reljeefi joonestamises.

NSV Liidu Rahvakomissaride Nõukogu juures oleva Geodeesia ja Kartograafia Peavalitsuse 1939. a. instruktsioonides on V klassi triangulatsioon ja polügonomeetria välistatud tugivõrkude üldisest riiklikust süsteemist ja tervenisti loetud kohaliku (ametiasutisliku) iseloomuga niinimetatud töö põhitamise võrkude hulka.

Plaaniliseks põhitamiseks mõõtkavades 1 : 10 000, 1 : 25 000, 1 : 50 000 mõõdistamiste jaoks on geodeetiliseks aluseks üleriigilises koordinaatide süsteemis arvutatud I, II, III, IV klassi triangulatsiooni ja polügonomeetria punktid.

Kui paikkonnas puudub riiklik tugivõrk ja maatüki antud pindala ei ületa 200 ruutkilomeetrit, siis võib mõõdistamist teostada otseselt vaba töövõrgu alusel, mis on arvutatud analüütilisel teel. Mainitud mõõtkavades topograafilise mõõdistamise instruktsioon (NSV Liidu Rahvakomissaride Nõukogu juures

oleva Geodeesia ja Kartograafia Peavalitsuse Redbüroo 1939. a. väljaanne) nõuab tugipunktide järgmist arvu:

Mõõtkavade jaoks	Ilma järgneva tihendamiseta graafilisel meetodil		Järgneva tihendamisega graafilisel meetodil		Märkusi
	keskmiselt üks punkt	iga trapetsi raamides	keskmiselt üks punkt	iga trapetsi raamides	
1 : 50 000	120 km²-le	1 punkt	75 km²-le	3 punkti	Viimastel juhtudel võib üks punkt olla raamitagune, kuid raamist mitte kaugemal kui 5 cm
1 : 25 000	35 „	1 „	20—25 „	3 „	
1 : 10 000	14 „	1 „	7—10 „	3 „	

Tööpõhise punktide määramise trigonomeetriline meetod mõõdistamisel ja tunnetusmärkide sidumisel.

Põhilised nõuded. Tööpõhis täiendab riiklikku geodeetilist alust vajaliku arvu punktidega, millede abil peab olema tagatud:

a) mensulilisel ja tahhümeetrilisel mõõdistamisel — instrumendi asukoha määramine üksikasjade (peensuste) mõõdistamiseks ja reljeefi joonestamiseks;

b) aeromõõdistamisel — fototriangulatsiooniliste võrkude arendamine vajaliku täpsusega ja kõrguste siirmine kontuuripunktidele reljeefi joonestamiseks;

c) planšettide ühistamisel — planšettide küllaldane seos trapetsite raame mööda.

Tööpõhise punktide viga plaanilises asendis geodeetilise aluse lähimate punktide suhtes planšetil ei või ületada lahtisel maastikul ± 0,3 mm, kinnisel maastikul ± 0,4 mm.

Seejuures väikeste või riikliku geodeetilise aluse punktidest kaugel olevate maatükkide mõõdistamiste tööpõhistes määratakse eespool mainitud äärmised vead kindlaks iseseisvate võrkude lähtepunktide suhtes. Iseseisva tööpõhise võrgu koordinaadid määratakse siirmisega lähimast geodeetilisest või astronoomilisest punktist.

Kui aga iseseisev võrk asetseb tunduval kaugusel riiklikust geodeetilisest punktist, siis võib lähtepunkti koordinaate määrata antud rajooni jaoks olemasolevalt suurimamõõtkavaliselt kaardilt ligikaudselt.

1. Kameraalsed ja välised ettevalmistavad tööd.

Võrgu projekti koostamine. Võrgu projekti koostamine toimub suuremõõtkavalistel kaartidel, milleks:

a) tõmmatakse mõõdistamise rajooni piirjooned, kantakse kaardile mõõdistamistrapetsite raamid ja kõik antud rajoonis olemasolevad trigonomeetrilised ja polügonomeetrilised punktid, nivellimiskäikude reeperid ja kõrgusmärgid;

b) värviliste pliiatsitega rõhutatakse rajooni situatsioon: kuristikud, jõgede orud, ojad, metsamassiivid ja kõrge põõsastikuga kaetud maa-alad; tõstetakse esile võrgu punktidena kasutada võidavad maastiku alatised esemed;

c) märgitakse ära teravamad, iseloomustavamad ja väljapaistvamad reljeefi kohad; võimaluse korral tehakse kindlaks nende absoluutsed või relatiivsed kõrgused;

d) olenevalt maastiku tingimustest ja olemasolevaist lähtepunktidest projektitakse vajaduse korral lähte- ja kontrollbaasid ning ühed või teised süsteemid kolmnurkadest, mis oma tippudega ühtlaselt katavad planšette.

Et mitte keerustada järgnevaid arvutusi, tuleb taotleda võrkude projektimist enam või vähem lihtsate süsteemide kujul ja nimelt:

a) kolmnurkade ahelatena, s. t. piirnevate kolmnurkadena, mis sõltuvalt oludest asetsevad kas ridadena kõrgema klassi punktide või kahe baasi vahel;

b) ridadena geodeetilistest nelinurkadest;

c) ridadena tsentraalsüsteeme moodustavaist piirnevaist hulknurkadest ja lõppeks

d) üksikute punktide lülitamisega (põimimisega) otse- või vastulõigete meetodil.

Kolmnurkade küljed peavad olema 1 kuni 3 km, sidenurgad aga mitte alla 30^0 ja mitte üle 120^0.

Tugipunktidena võib kasutada maastiku alatisi esemeid.

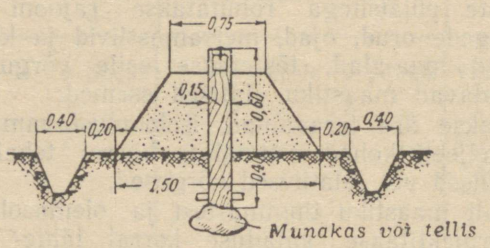
Koostanud võrgu projekti, on maastikul rekognostseerimise teel tarvis veenduda kavastatud punktide kõige kasulikumas asetuses.

Võrgu punktide rekognostseerimine. Kui projektitav võrk on iseseisev, siis on tarvis rekognostseerimist alata kohtade valikuga baaside jaoks; vastasel korral tuleb tööd alustada kõrgema klassi lähtepunktidest. Siirdudes punktilt punktile on tarvis püüda kindlaks teha otse- ja vastunähtavust vahenditult maapinnalt; võimaluse korral võtta punktide hulka kõrgeid ehitisi, milledele ei saa asuda instrumendiga, kuid milliseid võib kasu-

tada täiendavate tugipunktidena; sellised maastiku esemed tuleb ära märkida lõigete jaoks.

Kohad punktide jaoks valitagu võimalikult piiripeenardele, raismikele, majanduslikuks kasutamiseks kõlbmatuile maadele, märgistades neid ajutiste märkidega (vaiadega, muldkupitsatega jms.).

Lõpetanud rekognostseerimise, tuleb koostada töövõrgu lõplik skeem.



Joon. 64.

Tööpõhise geodeetiliste punktide tähistamine maastikul. Kõik geodeetilised punktid märgistatakse maastikul mõõdistamisrajooni tingimuste kohaselt, arvestades märkide säilivust kogu töö teostamise ja kontrollimise ajaks. Võrgu punktide tähistamine teostatakse tähistega.

Tähis on rinnakõrguselt 10—15 cm jämedune ritv (latt) pikkusega 6 kuni 10 m, mis kaevatakse maasse püstloodis ja kinnitatakse maapinnast 2 m kõrguselt tugedega. Tähiseks on soovitatav võtta laasitud ja kooritud okaspuu. Tüüsse, 20—25 cm kõrgusele otsast, tehakse ankur (20—30 cm kaugusele teineteisest lõigatakse tüüsse kaks vastastikku ristakat põikpuud pikkusega 0,5 m ja jämedusega 8 cm). Tähise tipust 1 m võrra allapoole asetatakse heinte või õlgedega täistopitud kott (mustaks värvitud). Ülemisest ja alumisest otsast lüüakse kott ridva külge raudnaeltega. Kotti võib asendada 0,5 m laiune ja 1 m pikkune õle- või haokubu. Peale selle lüüakse tähise tippu ristikujuliselt lauajupid, arvult 6 kuni 8, pikkusega 0,5 m, laiusega 0,05 m, paksusega 2—3 cm. Tähise pikkus mõõdetakse tipust kuni maapinna kõrguselt tähisesse raiutud täkkeni.

Tähis toestatakse 2 m kõrguselt 8 cm jämedustest lattidest tugedega, mis asetatakse üksteisest 120° all. Tugede tüüd kaevatakse maasse 20—30 cm ulatuses. Kui tähis projekteerub metsale või küntud põllule, siis asendatagu kott valgeks värvitud vineerilehega.

Kontuuri- ja abipunktide kindlustamine maastikul. Kontuuri- ja abipunktid kindlustatakse (märgistatakse) maastikul 1 m pikkuste ja umbes 10 cm jämeduste vaiadega, mis taotakse maasse 70 cm sügavuselt. Vaia erilisele labale tehakse kontuuri- või abipunkti numbrit, tööd teostava asutise initsiaale ja töö teostamise aastat sisaldav pealkiri (joon. 64).

Tunnetatud kontuuripunkti hõlpsa ülesleidmise tagamiseks kaevatakse vaia ümber võrdkülgse kolmnurga kujuliselt kraav külje pikkusega 1,5 m. Kraavi laius ja sügavus võetakse ühe labidatäiena, väljakaevatud muld aga seatakse ümber vaia, moodustades väikese kupitsa. Asustatud punktides, teedel jne. asetsevaid geodeetilisi punkte kraavidega ei ümbritseta.

2. Baasi pikkuse mõõtmine.

Üldised mõisted. Tööpõhise iseseisvais võrkudes teostatakse baasi pikkuse mõõtmine mitte üle 3^0 kallakusega maa-aladel (mööda raudtee tammi, maantee peenart, hästi siledaks sõidetud külavaheteed jms.). Baasi pikkus võib olla 1 kuni 1,5 km.

Levinumaks mõõteriistaks baasi pikkuse mõõtmisel on 20-meetrine teraslint skaalaga selle otstes. Baasi jääkide mõõtmiseks tarvitatakse ruletti. Lint peab olema kompareeritud, s. t. võrreldud normaallindiga. Võrdlemise tulemusena peab omatama lindi pikkust, sellele pikkusele vastavat temperatuuri ja pingutust, mille juures toimus võrdlemine. Tuleb silmas pidada, et temperatuuri muutumine $\pm 5^0$ võrra muudab 20-meetrise lindi pikkust $\pm$ 1 mm võrra ehk 1 : 20 000 võrra lindi pikkusest.

Brigaadi koosseis baasi pikkuse mõõtmisel. Baasi pikkuse mõõtmisel peab kuuluma brigaadi koosseisu: 1 tööde juhataja, 2 tehnikut, 2 töölist lindi jaoks ja ka vaiade maasse tagumiseks, joone puhastamiseks mätastest, rohust, põõsastest jm. ja 1 tööline instrumendi edasikandmiseks ning küüdivankri teenindamiseks.

Baasi joone ettevalmistamine mõõtmiseks. Baasi joone ettevalmistamine mõõtmiseks seisneb järgmises.

a) Üheminutilise teodoliidiga tähistatakse joon baasi otstesse asetatud tsentrite vahel, milleks tööline asetab joone sihile tähistamisega enda poole 5-meetrised tähised iga 200 meetri tagant (augud tähiste jaoks lüüakse enne maasse teravdatud vaiaga puuvasara abil); samal ajal kaks teist töölist puhastavad joone ebatasasustest, takistustest, löövad auke, eemaldavad rohtu, põõsaid jne.

b) Baasi joon jaotatakse sektsioonideks, 10 lindihaaret (200 m) igasse sektsiooni; tagumine tööline ühitab lindi skaala-detsimeetri keskkoha märgi tsentriga ja suunab eesmise töölise baasi sihile, seejärel torkab viimane lindi lõppkriipsu juures varda maasse, kolmas tööline aga, omades tasaseks saetud ülemiste otstega 25—30 cm pikkuseid valmistehtud vaiu, taob lindi skaala-detsimeetri keskkohal vaia maasse, jättes vaia otsa 2—3 cm võrra üle maapinna. Asetanud lindi teiskordselt, ühitab tagumine tööline skaala-detsimeetri keskkoha sisselöödud vaiaga, kinnitades lindi otsa vardaga; eesmine ja kolmas tööline teevad edasise töö eelnenu kohaselt. Nii mõõdetakse ja märgistatakse vaiadega kogu sektsioon ja kogu baas. Lindi kummagi otsa äärmine kõrvalekaldumine joone sihist ei tohi olla üle 10 cm.

c) Baasi pikkuse taandamiseks horisondile ja baasi otste kõrguste määramiseks nivellitakse baas otse- ja vastusuunas ringtahhümeetriga (või nivelliiriga), osadena mitte üle 200 m. Tahhümeetriga töötades juhitakse niitristiku horisontaalniit lati ülemisele otsale, instrumendi kõrgus aga mõõdetakse täpsusega kuni 1 cm. Nivelliiriga töötamisel järgitakse tavalisi tehnilise nivellimise reegleid.

Baasi pikkuse mõõtmise kord skaalalise lindiga. Baasi pikkuse mõõtmine toimub järgmiselt:

a) lint asetatakse numeratsiooni kasvamise suunas: üks vaatleja võtab aset eesmise, teine tagumise skaala juures; tööde juhataja asetub lindipoolsesse külge, vastu lindi keskkohta;

b) vaatlejad joonestavad vaiadele pliiatsiga joonlaua järgi peenikesed ristikujulised jooned: ühe — risti lindiga, teise — lindi äärt mööda;

c) pärast käsklust: „Lint!" pingutavad eesmine ja tagumine tööline linti dünamomeetri või vedrukaalu abil võrdselt kompareerimisaegsele pingele ja vastavad: „On!";

d) sedamaid sooritavad mõlemad vaatlejad üheaegselt lugemid täpsusega kuni 0,1 mm ja teadustavad tulemused selgelt tööde juhatajale: algul eesmine, pärast tagumine; saadud lugemid kirjutab tööde juhataja väliraamatusse ja annab teise käskluse: „Nihe!"; toimub pingutamine ja lugemite sooritamine eelnenu kohaselt, resultaat kirjutatakse väliraamatusse ja kogu operatsiooni korratakse kolmandat korda, ja seejärel arvutatakse vahe $E - T$;

e) vahed $E - T$ ei või teineteisest olla suuremad kui 1 mm; vastasel korral on tarvis lindi nihete arvu korrata seni, kuni saadakse nõutavad tulemused;

f) samaaegselt tuleb mõõta temperatuuri kuni 1^0-lise täpsu-

sega sektsiooni alguses, keskel ja lõpul; ilmastiku järskude muutumiste korral mõõdetakse temperatuuri täiendavalt;

g) kogu baas mõõdetakse kahekordselt: otse- ja vastusuunas (edasi ja tagasi).

Allpool esitatakse skaalalise lindiga baasi mõõtmise väliraamatu osa.

Sektsiooni nr.	Lindihaarde nr.	Otsesuunaline käik (edasi)			Lindihaarde nr.	Vastusuunaline käik (tagasi)		
		E	*T*	*E* − *T*		*E*	*T*	*E* − *T*
	0—1	69,7	29,3	40,4		49,6	09,3	40,3
		49,8	10,2	39,6	1—0	53,6	12,8	40,8
		69,5	29,7	39,8		80,0	40,0	40,0
				39,93				40,37
		66,0	22,7	43,3		73,5	29,8	43,7
VI	1—2	62,4	19,6	42,8	2—1	52,2	08,5	43,7
		65,0	22,0	43,0		60,0	17,0	43,0
				43,03				43,05
jne.	2—3	68,7	41,3	27,4		37,4	10,1	27,3
		93,2	66,1	27,1	3—2	34,1	7,0	27,1
		87,0	60,0	27,0		41,8	14,8	27,0
				27,17				27,13

3. Nurkade mõõtmine.

Teodoliidi kontrollimine ja õiendamine. Teodoliit peab vastama alljärgnevatele tingimustele:

1. Pikksilm peab omama sujuvat ja vaba liikumist.

2. Limbi tasapind peab olema risti instrumendi vertikaalse pööramisteljega; selle tingimuse kontrollimiseks pööratakse alidaadi aeglaselt telje ümber ja jälgitakse nooniuse asendit limbi tasapinna suhtes; alidaadi ringi tunduvate kõikumiste korral limbi suhtes tuleb instrument parandada mehhaaniku poolt.

3. Mõlema nooniuse järgi saadavate lugemite vahe on soovitav saada kõigilt limbi osadelt alati võrdsena 180°; vastasel korral ei või tahhümeetrilistel töödel piirduda lugemiga ühelt nooniuselt, vaid tuleb võtta kahe nooniuse lugemeist keskmine.

4. Teodoliidi põhi-, tõste-, kinnitus- ja mikromeetrilised kruvid, samuti aga ka statiivi kruvid peavad töötama usaldatavalt; otsakute ühendus statiivi jalgadega peab olema kindel.

Tõstekruvide raske käigu korral tuleb kruvikeerajaga lõdvendada vastavaid kinnituskruvisid. Hõõrduvaid instrumendi osi on tarvis perioodiliselt õlitada.

5. Bussooli arretiir peab töötama usaldatavalt: magnetnõela teravik peab olema hästi teritatud, nõel hästi magneeditud. Selle tingimuse kontrollimiseks on küllalt, kui arretiir keeratakse lahti ja magnetnõelal lastakse rahuneda; nõela ühe otsa järgi võtta lugem; siis viia nõel tasakaalust välja raud- või terasesemega ja lasta tal uuesti rahuneda; nõela sama otsa järgi teha teine lugem. Lugemite vahe ei tohi ületada 15′. Vastasel korral on tarvis teravik teritada.

Kui nõel rahuneb liiga aeglaselt, siis tuleb see vahetada või magneetida.

6. Bussooli nõel peab olema tasakaalustatud. Limb viia horisontaalasendisse ja kui seejuures nõel ei osutu paralleelseks bussooli rõnga tasapinnaga, tasakaalustatakse nõel kaeluse liigutamisega nõelal.

7. Pikksilma kollimatsioonitasapind peab läbima bussooli nulldiameetri või olema sellega paralleelne.

Pikksilma objektiivile asetada kate (mille keskel on auk), eemaldada bussooli ringilt kaas ja magnetnõel; pöörata pikksilm okulaariga allapoole, nii et vaatevälja keskele tuleks bussoolirõnga seesmine äär, ja vaadelda objektiivi katte august bussoolirõnga nullkriipsude asendit. Kui osutub, et nullkriipsud asetsevad vaatevälja keskel või võrdsel kaugusel, kuid keskkohast ühel ja samal pool, siis on nõutav tingimus täidetud. Vastasel korral lõdvendatakse bussooli alidaadi küljes hoidvaid kruvisid ja korraldatakse bussooli paigutust seni, kuni mainitud nõue on täidetud.

8. Niitristiku vertikaalniit peab asetsema pikksilma kollimatsioonitasapinnal. Instrument seada horisontaalasendisse, pikksilma niitide lõikepunkt aga suunata eseme selgelt nähtavale punktile. Pikksilma objektiivi ülestõstmisel ja allalaskmisel punkti kujutis ei tohi eemalduda vertikaalniidilt. Vastasel korral tuleb niitristiku rõngast okulaaris pöörata vastavas suunas.

9. Pikksilm peab andma teravalt piiristatuid, sarnaseid ja värvuseta kujutisi.

Valgele paberilehele joonestada ring, ruut ja võrdkülgne kolmnurk külgede mõõtmetega 5 cm ümber; figuurid täita tušiga. Leht seada üles 20—30 m kaugusele instrumendist. Figuuride kujutiste vaatlemisel pikksilmaga peavad need näima äärtest teravalt ja selgesti piiristatuina, kogu ulatuses mustadena ja värvilise ääriseta. Vastasel korral ei ole pikksilma optilised omadused rahuldavad.

10. Alidaadi pööramistelg peab ühtima limbi pööramisteljega.

Instrument seada horisontaalasendisse, limbi kinnituskruvi lõdvendada ja limbi keerata aeglaselt oma telje ümber. Kui alidaadil asetseva vesiloe mull jääb püsima keskele, siis on nõue täidetud.

Telgede mitteühtimist ei ole võimalik parandada väliolukorras. Kasutades sellist instrumenti, on tarvis rangelt jälgida vertikaalse pööramistelje vertikaalsust.

11. Pikksilma okulaaritoru liikumine objektiivitorus peab olema õige.

12. Kui latt on asetatud instrumendist 200 m kaugusele, siis ei tohi niitristiku niitide jämedus latil katta rohkem kui 0,5 cm.

13. Pikksilma toe küljes või horisontaalringi alidaadil oleva vesiloe telg peab olema risti instrumendi vertikaalse pööramisteljega.

Vesiloe telg asetada paralleelselt teodoliidi kahte tõstekruvi ühendava joonega (silma järgi); keerates kruvisid vastassuunaliselt, seada vesiloe mull keskele; teha lugem ühe nooniuse järgi, liita selle lugemiga 180° ja alidaadi pööramisega seada sama noonius saadud lugemile. Kui seejuures mull eemaldub keskkohast, siis nihutada vesiloe paranduskruviga mull kõrvalekaldumise poole kaare võrra, kaare teise poole võrra aga nihutada tõstekruvide keeramisega. Kontrollimist ja õiendamist korrata mitu korda, kuni nõutav tingimus on saavutatud.

14. Pikksilma horisontaalne pööramistelg peab olema risti instrumendi vertikaalse pööramisteljega (või paralleelne limbi tasapinnaga).

20—30 meetri kaugusel instrumendist riputada nöör koormisega (ripplood). Seada limb horisontaalasendisse. Suunata pikksilma niitristiku lõikepunkt ripploe nööri ülemisele otsale ja, kinnitanud alidaadi, kallutada aeglaselt pikksilm nööri kujutist mööda ülalt alla. Kui niitristiku keskpunkt ei eemaldu vertikaaljoonelt, siis tähendab see, et pikksilma viseerimistelg moodustab limbi tasapinnaga risti oleva tasapinna ja järelikult kontrollitav tingimus on täidetud. Vastasel korral tuleb pikksilma toe küljes oleva paranduskruvi kaudu toe kõrgust muuta nii, et niitristiku lõikepunkt pikksilma kallutamisel kas kattuks nööri kujutisega või liiguks sellega paralleelset joont mööda. Kontrollimist ja õiendamist korrata ka vertikaalringi teise asendi juures. Sama kontrollimist võib korraldada ka ilma ripploeta. Instrument üles seada; pikksilma niitristiku lõikepunkt suunata instrumendist 20 või 30 meetri kaugusel asetsevale mingile kõrgele punk-

tile; vaadeldav punkt projektida, kallutades pikksilma ülalt alla, kas maapinnale või seinale; märkida punkti projektsioon maapinnale vardaga või seinale pliiatsiga, pöörata siis pikksilm üle seniidi ja viseerida sellelesamale kõrgele punktile. Kui pikksilma allalaskmisel niitristiku lõikepunkt katab märgitud punkti, on kontrollitav nõue täidetud. Vastasel korral tuleb projektimisel saadud punktide omavaheline kaugus poolitada, siis aga, madaldanud või kõrgendanud ühte pikksilma tugedest toe paranduskruviga, saavutada seda, et kõrgele punktile suunatud niitristiku lõikepunkt allalaskmisel kattuks projektitud punktide vahekaugust poolitava punktiga.

15. Pikksilma viseerimistelg peab olema risti pikksilma horisontaalse pööramisteljega.

Limb seada horisontaalasendisse. Niitide lõikepunkt suunata kaugel asetsevale esemele. Horisontaallimbi mõlema nooniuse järgi teha lugemid (esimese järgi kraadid ja minutid, teise järgi ainult minutid) ja saadud resultaatidest võtta keskmine, näiteks:

$$\left.\begin{aligned} V_I &= 2^0 22' \\ V_{II} &= \quad 21' \end{aligned}\right\} \text{ keskm. } V = 2^0 21',5.$$

Siis pöörata pikksilm üle seniidi ja, pöörates alidaadi 180^0 võrra, viseerida sellelesamale kaugele punktile ning uuesti leida horisontaallimbi mõlema nooniuse lugemite keskmine väärtus, s. t., olgu

$$\left.\begin{aligned} P_I &= 182^0 19' \\ P_{II} &= \quad 18' \end{aligned}\right\} \text{ keskm. } P = 182^0 18',5.$$

Lugemite poolvahe mõlema ringi puhul:

$$C = \frac{V - (P \pm 180^0)}{2}$$

ehk

$$C = \frac{2^0 21',5 - (182^0 18',5 - 180^0)}{2} = +1',5$$

annabki pikksilma kollimatsioonivea, mis avaldab kontrollitava tingimuse nurgalise vea. Kollimatsiooniviga tuleb kaotada järgmiselt:

1) horisontaallimbi alidaad seada mikromeetrilise kruviga kummagi ringi asendi juures tehtud lugemite keskmisele, s. t. suurusele

$$\frac{V + (P \pm 180^0)}{2} = \frac{2^0 21',5 + 2^0 18',5}{2} = 2^0 20',$$

ja siis:

2) nihutada niitristik horisontaalsete, küljel olevate paranduskruvidega selliselt, et niitide lõikepunkt kataks vaadeldava punkti. Kontrolli ja õiendamist korratakse mitu korda ja selle teostamise puhul nõuab õiendamine ettevaatust niitristiku paranduskruvide kasutamisel.

16. Pikksilm peab olema seatud silma ja eseme järgi:

1) niitristik peab okulaarisse vaatajale näima teravalt paistvate mustade joontena. Pikksilm suunata taevale või valgele hästi valgustatud esemele ja liigutada kesta okulaaris seni, kuni niidid paistavad küllalt teravalt ja selgelt;

2) seadmine eseme järgi saavutatakse kremaljeeri abil.

Need kaks seadet peavad andma eseme-kujutise pikksilmas niitristiku tasapinnale; siiski ei tõenda niitristiku ja eseme-kujutise näiv selgus pikksilmas veel kummagi kujutise tasapinna täielikku ühtimist (silma mitteküllaldase tundlikkuse tõttu). Ühtesattumatust võib avastada silma liigutamisel okulaari ees, mille tagajärjel niitide lõikepunkt ei kata eseme ühte ja sama punkti. Eseme näiline liikumine ehk parallaks kaotatakse okulaaritoru liigutamise teel.

Horisontaalnurkade mõõtmise viisid. Horisontaalnurkade mõõtmisel sõltuvalt tehnilistest tingimustest kasutatakse kas ringvõtete viisi või kordusviisi.

Nurkade mõõtmine ringvõtete viisil tehakse järgmiselt:

a) *RV* juures paigaldada esimese nooniuse null limbi nulli lähedale; kinnitada alidaad ja vabastada limb;

b) teha lugemid: esimese nooniuse järgi kraadid, minutid, sekundid, teise nooniuse järgi ainult sekundid; tulemused kirjutada väliraamatusse;

c) pikksilm suunata algesemele (vasakule), kinnitada limb ja, töötades limbi mikromeetrilise kruviga, juhtida niitristiku niitide lõikepunkt täpselt esemele;

d) vabastada alidaad ja, pöörates seda kellaosuti käigu järgi, suunata teisele esemele, kinnitada alidaad ja alidaadi mikromeetrilise kruviga juhtida niitide lõikepunkt täpselt sellele esemele; teha lugem ja tulemus kirjutada väliraamatusse;

e) vabastada uuesti alidaad ja suunata kolmandale esemele, teha lugem, kirjutada see väliraamatusse, siis toimida täpselt samuti neljandale, viiendale jne. esemele juhtimisel ning poolvõte lõpetada vaatlusega esimesele esemele;

f) pöörata pikksilm üle seniidi ja *RP* juures, analoogiliselt eelmisele, vaadelda kõiki esemeid kellaosuti käigu vastu, kir-

jutades üles kõik lugemid; selles poolvõttes lõpetada vaatlused samuti algpunktiga; seega lõpetatakse täisvõte; edasi:

g) limb ümber asetada järgneva valemi kohaselt leitud kraadide arvule: $\frac{360^0}{2 \cdot n}$,

kus n on võtete arv;

h) teostada vaatlused kahes ringiasendis eespool mainitud korras. Vaatlused lugeda lõpetatuiks pärast tarviliku arvu võtete teostamist.

Saadud lugemite järgi pöörata tähelepanu suurusele $2c$, s. t. kahekordsele kollimatsioonivea suurusele, mis ühes ja samas võttes ei tohi ületada instrumendi kahekordset täpsust:

$$2c = V - (P - 180^0),$$

kus V on lugem asendis ring vasakul (RV) ja P — lugem asendis ring paremal (RP).

Instrumendi kahekordset täpsust ületav kollimatsiooniviga annab tunnistust kas instrumendi mitte küllalt kindlast ülesseadmisest või eksimusest lugemites. Sellistel juhtudel on tarvis vaatlused teha uuesti.

Nurkade mõõtmine kordusviisil teostatakse järgmiselt:

a) RV juures paigaldada esimese nooniuse null limbi nulli lähedale; kinnitada alidaad ja vabastada limb;

b) suunata pikksilm vasakpoolsele esemele, kinnitada limb ja, keerates limbi mikromeetrilist kruvi, juhtida niitristiku niitide lõikepunkt täpselt esemele;

c) teha lugemid — kraadid, minutid esimese nooniuse järgi, teise järgi aga ainult minutid; tulemused kirjutada väliraamatusse;

d) vabastada alidaad ja, pöörates seda kellaosuti käigu suunas, sihtida parempoolsele esemele; kinnitada alidaad ja, keerates alidaadi mikromeetrilist kruvi, juhtida täpselt esemele; võtta kraadid ja minutid esimese nooniuse järgi; see on kontroll-lugem (kirjutada väliraamatusse klambrites);

e) vabastada limb, pöörata see koos alidaadiga kellaosuti käigu vastu ja suunata pikksilm vasakpoolsele esemele, kinnitada limb ja limbi mikromeetrilise kruviga juhtida niitide lõikepunkt täpselt esemele;

f) vabastada alidaad ja, pöörates seda kellaosuti käigu järgi, suunata pikksilm parempoolsele esemele; kinnitada alidaad ja juhtida mikromeetrilise kruviga niitide lõikepunkt esemele jne., korrates mõõtmisi nõutav arv kordi lõpetada võtted alati parempoolsel esemel;

Horisontaalnurkade mõõtmise väliraamat.

Ringvõtete viis.

Ilm: *tuuline*
Nähtavus: *hea*
Vaatleja: *tehnik Kozlov*

Punkti nimetus: *signaal „Markova šiška"*

$2c = V - (P - 180^0)$

Kuupäev: *15. juulil 1933. a.*
Algus: $11^h\,25^m$
Lõpp: $12^h\,55^m$

Esemete nimetus	Nooniuse nr.	Lugemid V	Lugemid P	Keskmised V / $P - 180^0$	$2c$	$\frac{V + (P - 180^0)}{2}$	Suunad
						$0^0\ 2'\ 31'',3$	
Ivanovo, punkt	I	$0^0\ 2'\ 50''$	$180^0\ 2'\ 25''$	$0^0\ 2'\ 45'',0$	$+22,5$	$0^0\ 2'\ 33'',8$	$0^0\ 00'\ 00'',0$
	II	$40''$	$20''$	$22'',5$			
Vabriku korsten	I	$24^0\ 43'\ 40''$	$204^0\ 43'\ 30''$	$24^0\ 43'\ 37'',5$	$+12,5$	$24^0\ 43'\ 31'',2$	$24^0\ 37'\ 59'',9$
	II	$35''$	$20''$	$25'',0$			
Pumbamaja	I	$37^0\ 47'\ 30''$	$217^0\ 47'\ 10''$	$37^0\ 47'\ 27'',5$	$+22,5$	$37^0\ 47'\ 16'',2$	$27^0\ 41'\ 44'',9$
	II	$25''$	$00''$	$5'',0$			
Mošee torni tipp	I	$42^0\ 27'\ 35''$	$222^0\ 27'\ 30''$	$42^0\ 27'\ 30'',0$	$+5,0$	$42^0\ 27'\ 27'',5$	$42^0\ 21'\ 56'',2$
	II	$25''$	$20''$	$25'',0$			
Signaal Astahhovo . . .	I	$55^0\ 47'\ 05''$	$235^0\ 46'\ 45''$	$55^0\ 47'\ 2'',5$	$+20,0$	$55^0\ 46'\ 52'',5$	$55^0\ 41'\ 21'',2$
	II	$00''$	$40''$	$46'\ 42'',5$			
Ivanovo, punkt	I	$0^0\ 2'\ 45''$	$180^0\ 2'\ 20''$	$0^0\ 2'\ 40'',0$	$+22,5$	$0^0\ 2'\ 28'',8$	
	II	$35''$	$15''$	$17'',5$			

g) pärast kõigi võtete lõpetamist teha lugemid: esimese nooniuse järgi — kraadid ja minutid, teise järgi aga ainult minutid; tulemused kirjutada väliraamatusse;

h) mõõtmised kontrollida järgmiselt: võtta vahe viimase ja esimese lugemi vahel ning tulemus kirjutada lahtrisse „Vahe"; saadud vahe jagada korduste arvuga; tulemus kirjutada lahtrisse „Nurk" ning saadud nurk võrrelda kontrollnurgaga.

Instrumendivigade välistamiseks korrata nurkade mõõtmist *RP* puhul, milleks:

a) pikksilm pöörata üle seniidi ja, vabastanud alidaadi, suunata pikksilm vasakpoolsele esemele; teha lugemid, kirjutada väliraamatusse; edasi:

b) keerates alidaadi kellaosuti käigu vastu, limbi koos alidaadiga aga kellaosuti käigu järgi, teha vajalik arv kordusi eelnenu kohaselt, ilma kontroll-lugemita.

Kummagi ringiasendi juures toimunud ühe ja sama nurga mõõtmise tulemuste omavaheline erinevus ei tohi ületada nurkade mõõtmise kahekordset keskmist viga. Korduste suure arvu puhul alidaadi nooniuse null võib mööduda limbi nullist mitu korda. Sel juhtumil mõõdetava nurga suurus määratakse valemi järgi:

$$\alpha = \frac{i \cdot 360^0 + T - E}{k},$$

kus T on keskmine lugem „tagasi";
E — keskmine lugem „edasi";
i — nooniuse nulli möödumiste arv limbi nullist;
k — korduste arv.

Teades mõõdetava nurga α lähisväärtust α_0, võib leida nooniuse limbi nullist möödumiste arvu valemi järgi:

$$i = \frac{\alpha_0 \cdot k - (T - E)}{360^0}$$

Lubatavad tehnilised kõrvalekaldumised nurkade mõõtmisel. Horisontaalnurkade mõõtmiseks tööpõhise võrkudes rakendatakse 30-sekundilisi või 1-minutilisi teodoliite.

Nurkade mõõtmine töövõrgu punktidel teostatakse ainult kordusviisil: 30-sekundilise teodoliidiga — ühe täisvõttega 3 korduse juures ja 1-minutilise teodoliidiga — ühe täisvõttega 4 korduse juures. On kehtestatud järgmised lubatavad tehnilised kõrvalekaldumised horisontaalnurkade mõõtmiseks 30-sekun-

Horisontaalnurkade mõõtmise väliraamat.

Kordusviis.

Ilm: *pilvine*
Nähtavus: *hea*
Kujutised:

Nimetus: *tähis 5*
Jaam: *väljaspool tsentrit*
$\varrho = \frac{2{,}39}{(5{,}40-3{,}01)}$; $\Theta = 87^0\,34',0$

Kuupäev: *17. augustil 1933. a.*
Algus: $10^h\,30^m$
Lõpp: $10^h\,45^m$

1	Vaadeldava punkti nimetus 2	Lugemid P 3	Lugemid V 4	Keskmine lugemitest 5	Vahe (*k*-kordne nurk) 6	Nurk 7	Keskmine nurkadest 8	Märkusi 9
3	Tähisele nr. 214 . . .	$0^0\ 2',0$		$0^0\ 2',2$				
		$2',5$			$184^0\,44',6$	$61^0\,34',9$		
	Tähisele nr. 213 . . .	$(61^0\,37')$	Kontr.					
	Tähisele nr. 213 . . .	$184^0\,47',0$		$184^0\,46',8$			$61^0\,34',8$	
		$46',5$						
3	Tähisele nr. 214 . . .		$303^0\,46',5$	$303^0\,46',8$				
			$40',0$		$184^0\,44',4$	$61^0\,34',8$		
	Tähisele nr. 213 . . .		$128^0\,31',0$	$128^0\,31',2$				
			$31',5$					

dilise ja 1-minutilise teodoliidiga: ühe ja sama nurga kahe väärtuse vahe poolvõtetest (iga võtte piirides):

	30-sekundiline teodoliit	1-minutiline teodoliit
2 korduse puhul	30″	1′,0
3 „ „	20″	0′,6
4 „ „	12″	0′,4

Horisondi tingimuse vabaliikmete väärtused jaamas ei tohi ületada piire:

	30-sekundiline teodoliit	1-minutiline teodoliit
2 korduse puhul	$\pm 15'' \sqrt{n}$	$\pm 0',6 \sqrt{n}$
3 „ „	$\pm 12'' \sqrt{n}$	$\pm 0',4 \sqrt{n}$
4 „ „	$\pm 8'' \sqrt{n}$	$\pm 0',3 \sqrt{n}$

Horisontaalnurkade mõõtmise kord. Enne nurkade mõõtmise algust on tarvis koostada vaatluste programm, juhindudes järgnevast:

1) põhilised ja täiendavad punktid eraldada eri rühmadesse;

2) kolmnurkadesse kuuluvad nurgad ära märkida vahendituks mõõtmiseks, mitte lubades nurkade määramist mõõdetud nurkade summa lahutamise teel 180°-st;

3) põhilised nurgad määrata mõõtmiseks parima nähtavusega tundidel: päikese tõusust kuni kella 10-ni ja kella 15-st kuni päikese loojanguni, täiendavad nurgad — vaatlusteks päeva vähemsoodsail tundidel;

4) vaatlustel põhilistele punktidele tingimata märkida mõõtmiseks kõik täiendusnurgad 360°-ni (mõõtmiste kontrolliks jaamas).

Instrumendi kontrollimine enne vaatluste teostamist on kohustuslik. Instrumendi ülesseadmine nõuab erilist tähelepanu ja, arvestades vaatluse kohta, nõutav ülesseadmine tuleb teostada hoolikalt ning kindlalt (pehme pinnase korral eemaldada eelkõige rohukamar ja statiivi jalad vajutada tugevasti maasse; kaljuse pinnase puhul statiivi jalad asetada süvenditesse).

Teodoliidi ülesseadmine seisneb tsentreerimises, nivellimises ja pikksilma seadmises silma ning eseme järgi.

Tsentreerimine toimub järgmiselt:

Esialgselt lõdvendatakse jalgade kruvide mutrid (tiibmutrid), kinnitatakse ripplood ja seatakse statiivi jalad nii, et ripplood tuleks punkti kohale, statiivi pea aga oleks ligikaudu horisontaalne. Siis vajutatakse statiivi jalad ühtlaselt maa sisse, kinnitatakse tiibmutrid, lõdvendatakse põhikruvi vedru ja

instrumendi nihutamisega statiivi pead mööda tehakse lõplik tsentreerimine, mille järele kinnitatakse põhikruvi.

Nivellimine teostatakse järgmiselt:

a) alidaadi vesilood asetatakse kahe tõstekruvi suunas ja, pöörates neid vastassuunaliselt, seatakse vesiloe mull keskele;

b) alidaadi pööramisega asetatakse vesilood kolmanda tõstekruvi suunale ja, keerates seda tõstekruvi, seatakse vesiloe mull keskele. Mainitud tegevust korratakse seni, kuni vesiloe mull jääb keskele vesiloe igas asendis.

Omades alidaadil kahte vastastikku ristiolevat vesiloodi, lihtsustub nivellimine seega, et nendest ühe asetamisel kahe tõstekruvi suunale, teine asetub iseenesest kolmanda kruvi suunale, millega kaob vajadus alidaadi pööramiseks.

Tähistega märgistatud punktid tuleb enne vaatlusi vabastada tähistest, asetades tähise asemele auku tähise diameetriga võrdse vaia; pärast seda tsentreeritakse instrument hoolikalt vaia tsentri kohale.

Vertikaalnurkade mõõtmine. Tööpõhise tugipunktide kõrguste määramine teostatakse vastaksuunalise (otse ja vastu) geodeetilise nivellimisega, kasutades sama instrumenti, millega mõõdeti horisontaalnurki.

Vastaksuunalise geodeetilise nivellimise jooned peavad moodustama kinniste kolmnurkade süsteemi ja tuginema geomeetrilise nivellimisega määratud punktidele.

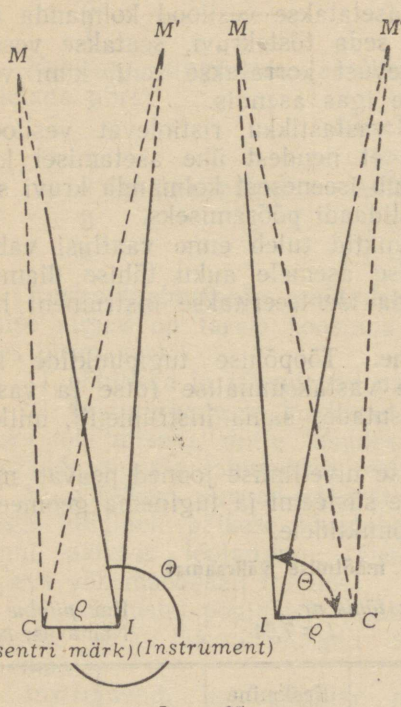
Vertikaalnurkade mõõtmise väliraamat.

Kuupäev: *21. juuni* punkt: *tähis nr. 7* Ilm: *pilvine*
Aeg: 14^h $i = 1{,}40$ $l = 7{,}94$ Nähtavus: *hea*

Esemete nimetus, nende joonised	Lugemid		Keskmine $\frac{V}{P}$	*N. A.*	α
	V	*P*			
1	2	3	4	5	6
Tähis nr. 5 . . .	357° 10′	2° 54′	357° 10′,0	+1′,75	+2° 51′,8
	10	53	2 53,5		
Vassiljevskoje . .	359 59	0 3	359 59,0	+1,25	+0 2,2
	59	4	0 3,5		
Tähis nr. 8 . . .	1 15	358 50	1 14,5	+2,00	−1 12,5
	14	49	358 49,5		

Vertikaalnurkade mõõtmine teostatakse teodoliidiga, mille vertikaalringi nooniuse täpsus on 1′ või 30″. Vertikaalringi juures olev vesilood peab omama jaotuse väärtust 20—30″. 1-minutilise teodoliidiga toimetatakse vertikaalnurga mõõtmist

igal punktil kolmekordselt, juhtides vaadeldavale punktile järjestikku niitristiku kolm horisontaalniiti, hoides seejuures vertikaalringi vesiloe mulli keskel. Vaatluste tulemused kirjutatakse väliraamatusse, kuhu vaadeldavaist punktidest tehakse ka joonised, ära näidates horisontaalniidi pealejuhtimise koha.



Joon. 65.

Vertikaalnurkade mõõtmine 30″-lise teodoliidiga teostatakse ühe täisvõttega vertikaalringi kahe asendi juures, juhtides niitristiku keskmise horisontaalniidi järjestikku kõigile vaadeldavaile punktidele kella-osuti käigu suunas ringi ühe asendi juures ja vastassuunaliselt ringi teise asendi juures.

Vertikaalringilt lugemi tegemise momendil peab vesiloe mull asetsema keskel.

Vertikaalnurki soovitatakse mõõta kella 10-st kuni kella 15-ni päeval.

Kaldnurga ja nulli aseme määramiseks vt. valemeid leheküljel 402. Nulli aseme kõikumised ei või ületada vertikaalringi nooniuse poolteisekordset täpsust.

Pärast vertikaalnurkade mõõtmist määratakse igal punktil: instrumendi horisontaaltelje kõrgus üle märgi tsentri ja vaadeldava objekti kõrgus üle maapinna.

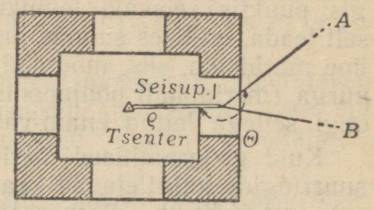
Kõrgusvahede arvutamine toimub logaritmide või kõrgusvahede tablite järgi lk. 421 toodud valemi kohaselt. Otse- ja vastukõrgusvahe erinevus ei tohi ületada $\pm$ 0,25 m vaadeldavate punktide kauguse ühe kilomeetri kohta.

Kõrguseline sulgemisviga arvutatakse iga kolmnurga järgi valemi põhjal: $\Delta h = h_1 + h_2 + h_3$, kus h_1, h_2, h_3 on kõrgusvahed kolmnurkade külgi mööda ja ei tohi ületada

$$\Delta h = \pm 0{,}12 \sqrt{l_1 + l_2 + l_3},$$

kus: l_1, l_2, l_3 on kolmnurga külgede pikkused meetrites.

Nurkade mõõtmine väljaspool tsentrit. Kaunis tihti ei saa mitmesugustel põhjustel instrumenti üles seada mõõdetava nurga tipu kohale. Sellistel juhtudel tuleb nurk mõõta väljaspool tsentrit, milleks tsentri lähedal (mitte kaugemal kui 2 m) märgitakse punkt ja, asetanud sellele kohale instrumendi, vaadeldakse kõik esemed tavalises korras. Pärast horisontaalnurkade mõõtmist, enne instrumendi mahavõtmist, mõõdetakse tsentreerimiselemendid (joon. 65), nimelt:



Joon. 66.

1) instrumendi keskpunkti ja märgi tsentri vaheline kaugus ϱ mõõdetakse sentimeetrise jaotusega ruleti abil, täpsusega kuni 1 cm, tingimata kaks korda: üks kord nullkriipsust, teine kord aga kas ruleti teise poolega, kui seal on erinevad jaotused, või ruleti suvalise osa lugemite vahe järgi;

2) jaama algsuuna ja märgi tsentri vaheline nurk Θ mõõdetakse esimene kord, juhtides pikksilma alg- või vasakpoolsele esemele alidaadi null-lugemile vastava asendi juures ja tehes limbilt lugemi pärast pikksilma juhtimist märgi tsentrile, teine kord — juhtides pikksilma samadele esemetele samas ringi asendis, kuid alidaadi suvalise asendi juures.

Kui märgi tsenter asetseb instrumendist sellisel kaugusel, mille puhul ei ole võimalik viseerida tsentrile, siis tuleb nurga saamiseks tõmmata üle märgi tsentri ja instrumendi tsentri projektsiooninöör ning viimase suunas välja panna pliiats või raudnael nii, et sellele oleks võimalik viseerida instrumendi pikksilmaga.

Tsentreerimiselementide asetuse skeemi näide plaanis on toodud joonisel 66.

4. Võrkude orienteerimine.

Tõelise asimuudi määramine Päikese järgi. Kui tööpõhise võrk on võimalik lülitada üleriigilisse alusvõrku, siis töövõrgu orienteerimine toimub direktsioonnurga lihtsa siirmisega ühele tööpõhise võrgu külgedest.

Riiklikust geodeetilisest alusest tunduval kaugusel asetsevais tööpõhise iseseisvais võrkudes teostatakse orienteerimist tõelise asimuudi määramise teel kas Päikese või Põhjanaela järgi (Krassovski viisi kohaselt).

Päikese järgi tõelise asimuudi määramise idee. Joone tõeliseks asimuudiks antud punktis nimetatakse geograafilisest meridiaanist ja antud joonest moodustatud sfäärilist nurka; asimuuti loetakse meridiaani põhjapoolsest otsast kellaosuti käigu suunas kuni antud jooneni. Niisiis, kui antud joone mingis punktis seisvale tehnikule-vaatlejale on enam-vähem täpselt teada, millises suunas just läheb tema seisupunkti geograafiline meridiaan, siis, mõõtnud meridiaani ja antud joone vahelise nurga (meridiaani põhjapoolsest otsast kellaosuti käigu suunas), ongi sellega leitud enam-vähem täpne otsitav tõeline asimuut.

Kuid geograafilised meridiaanid on Maa pooluseid läbivate suurringide kujutletavad kaared, ja tõelist asimuuti ei saa määrata vahenditult. Seepärast tekib vajadus geograafilise meridiaani leidmiseks antud punktis mingil kaudsel teel.

Geodeetilises praktikas on levinud geograafilise meridiaani, järelikult ka tõelise asimuudi määramiseks viisid kas Päikese või Põhjanaela järgi. Ülesanne taandatakse seega Päikese või Põhjanaela asendi määramisele taevalaotuses.

Iga taevakeha asend, samuti ka Päikese ja Põhjanaela asend, määratakse astronoomiliste koordinaatidega. Et meenutada ülesande lahendamise olemust, tuletame meelde eelkõige põhilisemaid teadmisi astronoomiast. Teatavasti omavad kõik taevakehad näivat liikumist; nad tõusevad taevavõlvi idapoolsest küljest, saavutavad suurima kõrguse ühes ja samas keskmises vertikaaltasapinnas ja laskuvad alla taevavõlvi läänepoolses osas, kusjuures nende kõrgused üle horisondi on erinevad ja nende poolt tõmmatud kaared on ebavõrdsed. Siiski tasapinnad, milledes toimub taevakehade näiv liikumine, on omavahel paralleelsed, täispöörde aeg aga jääb tähtede jaoks muutumatuks.

Tähed üksteise suhtes ümber ei asetu ja tähtkujude välimus jääb muutumatuks, nende näiv liikumine aga toimub nii, nagu pöörduks taevaskera (taevasfäär) ühe tervikuna mingi telje ümber; niisiis taevaskera on lõpmata suure raadiusega kujutletav sfääriline pind, millega koos toimub taevakehade liikumine ümber Maa. Taevaskera tsentriks on punkt, milles asub vaatleja, või Maa tsenter.

Kui mõtteliselt tõmmata joon, mis on risti ringidega, mida mööda toimub tähtede näiv liikumine, siis saadakse taevaskera pöörlemistelg ehk maailmatelg. Maailmatelje lõikepunktid taevaskeraga on liikumatud ja neid nimetatakse poolusteks. Üks neist — põhjapoolus — on horisondist kõrgemal,

põhjapoolkeras, teine — lõunapoolus — on horisondist madalamal, lõunapoolkeras. Need punktid on mõistagi kujutletavad punktid. Siiski mitte kaugel põhjapoolusest asetseb hele täht — Väikese Vankri (Väikese Karu) Alfa, mida seepärast nimetataksegi Põhjanaelaks. Üles otsinud selle tähe taevavõlvil, on hõlpus leida põhjapooluse ligikaudne suund, ja nimelt: selleks on joon vaatleja silmast Põhjanaelani.

Vaatleja pea kohal olevat punkti taevaskeral nimetatakse seniidiks. Kuni taevaskerani pikendatud joonel vaatleja all asetsevat ja seniidile vastasolevat punkti nimetatakse nadiiriks.

Seniiti, poolust ja vaatleja silma läbivat suurringi tasapinda nimetatakse meridiaanitasapinnaks.

Iga taevakeha, tehes täistiiru maailmatelje ümber, läbib meridiaanitasapinna kaks korda: üks kord — tõustes üle horisondi, seda momenti nimetatakse ülemiseks kulminatsiooniks, ja teine kord, laskudes alla horisondi poole, seda momenti nimetatakse alumiseks kulminatsiooniks. Ülemise ja alumise kulminatsiooni ajavahemik moodustab täpselt 24 tundi.

Päike läbib meridiaani ülemises kulminatsioonis keskpäeval. Seepärast meridiaani- ja horisonditasapinna lõikejoont nimetatakse keskpäevajooneks.

Keskpäevajoone ja horisondiringjoone lõikepunkte nimetatakse lõuna- ja põhjapunktiks (joon. 67).

Neist 90° võrra eemalseisvaid horisondi punkte nimetatakse ida- ja läänepunktiks.

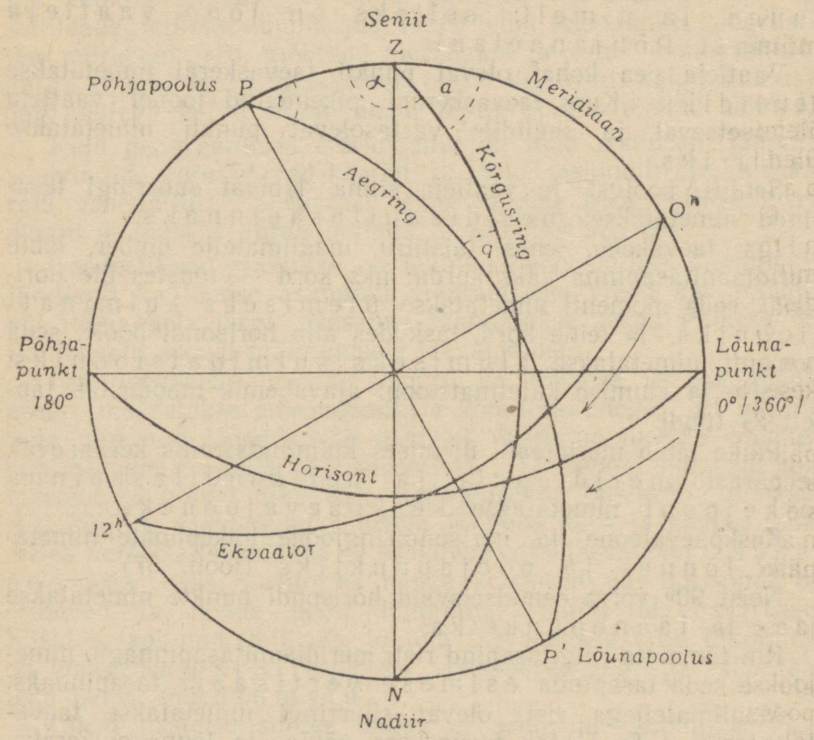
Kui tõmmata ringitasapind risti meridiaanitasapinnaga, nimetatakse seda tasapinda esimese vertikaali tasapinnaks.

Maailmateljega risti olevat suurringi nimetatakse taevaekvaatoriks. Ta jaotab taevaskera põhja- ja lõunapoolkeraks.

Taevaekvaator lõikab horisonti lääne- ja idapunktis.

Astronoomiline asimuut, kõrgus, seniidikaugus. Selleks et määrata Päikese asend taevaskeral, piisab, kui teada kahte nurka. Kui läbi Päikese tsentri tõmmata vertikaaltasapind, siis sellest tasapinnast ja meridiaanitasapinnast moodustatud nurka nimetatakse Päikese asimuudiks; seda mõõdetakse horisondi ringjoone kaarega lõunapunktist üle lääne, põhja ja ida (s. t. kellaosuti käigu suunas) 0°-st kuni 360°-ni; see on esimene nurk; teine nurk on vaatlejast Päikesele kulgeva vaatekiire ja horisondi vaheline nurk. Seda nurka nimetatakse Päikese kõrguseks. Asimuut ja kõrgus määravad täiesti Päikese

asendi taevaskeral. Neid suurusi nimetatakse astronoomilisteks koordinaatideks ja nad kuuluvad horisondiliste koordinaatide süsteemi (sest põhiliseks tasapinnaks nende juures on horisondi tasapind). Taevaskera ööpäevase liikumise tõttu Päikese asimuut ja kõrgus muutuvad pidevalt.



Joon. 67.

Kui Päike liiguks horisondile paralleelset ringi mööda, oleks vaatlusmomendil asimuudi määramiseks küllalt, kui teada ainult vaatlusaeg. Kuid Päike liigub aasta kestel suurringi mööda, mida nimetatakse **ekliptikaks**. See ring lõikub ekvaatoriga kahes punktis: **kevadpunktis** (kevadise pööripäeva punktis, 21. märtsil) ja **sügispunktis** (sügisese pööripäeva punktis, 21. septembril) ning ekvaatori tasapind moodustab ekliptika tasapinnaga nurga, mis on ligikaudu võrdne 23°27′.

Seepärast on Päikese kaugus poolusest vaatluse erinevail momentidel erinev ja seda mõõdetakse ekvaatorile risti olevat üle Päikese ja maailmatelje tõmmatud suurringi mööda. Seda ringi nimetatakse käände- ehk deklinatsiooniringiks.

Käänete ehk deklinatsioonide suurusi võib leida astronoomilistest tabelitest.

Vaatlusaega määratakse ehk ajaarvamist (tundide lugemist) toimetatakse sõltuvalt Päikese ülemisest kulminatsioonist. Päikese tsentri kahte järjestikust ülemise kulminatsiooni ajavahemikku nimetatakse tõeliseks päikese ööpäevaks.

Päikese ülemise kulminatsiooni momenti nimetatakse tõeliseks keskpäevaks. Astronoomilise aja arvamist Päikese järgi teostatakse sellest momendist ja see võetakse tõelise aja 0^h.

Ööpäeva osa — see on aegnurga (tunninurga) suurus; tõeline aeg vaatlusmomendil annab Päikese tsentri aegnurga suuruse.

Kui Päike jääks kinnistähtede suhtes paigale, siis tõeline päikese ööpäev võrduks taevaskera ühe pöördega, s. t. tähe-ööpäevaga. Täheaja ööpäeva alguseks võetakse kevadpunkti ülemise kulminatsiooni moment. Kuid oma praktikas me kasutame päikeseaega.

Taevaskera ööpäevases liikumises jääb Päike maha tähtedest ja seepärast on päikese-ööpäev pikem tähe-ööpäevast.

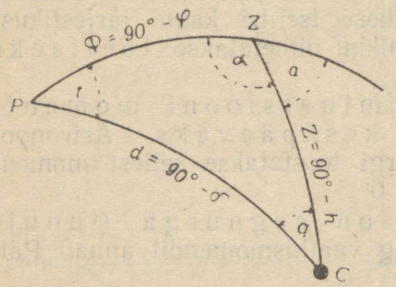
Päikese omaliikumine tähtede keskel moodustab ööpäeva jooksul umbes ühe kraadi ja sellise nurga võrra taevaskera pöördub $\frac{1}{15}$ tunni, s. t. 4 minuti jooksul. See moodustabki tähe- ja päikese-ööpäeva ligikaudse vahe, kuid see on muutuv. Päike jääb maha kord rohkem, kord vähem; järelikult tõelised päikese ööpäevad ei ole võrdsed ja seetõttu nad ei saa olla ajamõõtmise ühikuks. Seepärast teostatakse arvutamise kergendamiseks ajaarvamist ekvaatorit mööda ühtlaselt liikuva kujutletava keskmise päikese järgi, ja keskmise ekvatoriaalse päikese kahe järjestikuse ülemise kulminatsiooni ajavahemikku nimetatakse keskmiseks ööpäevaks.

Keskmise ekvatoriaalse päikese aegnurk väljendab keskmist aega; aegnurga arvamist loetakse 0^h kuni 24^h, jagades selle tundideks, minutiteks ja sekunditeks. Keskmise ja tõelise aja

vahet ehk parandust, mida tuleb teha tõelisele ajale, et saada keskmist aega, nimetatakse *ajavõrrandiks*. Ajavõrrandi suurus on erinev iga vaatluspäeva jaoks. Astronoomilistes aastaraamatutes antakse tabelid, mis sisaldavad ajavõrrandi iga päeva jaoks vastava märgiga.

Kohalik kodanlik aeg, see on kesköösi loetav keskmine aeg antud punkti jaoks.

Tsooni- (riba-) aeg on kokkulepitud aeg, mis vastab Maa pinnal kokkulepitud, iga 15° tagant meridiaanidest moodustatud tsoonidele (ribadele). 15°-line laiuste vahe vastab 1ʰ-le. Tsooniaja ööpäeva alguseks võetakse antud tsooni põhi- (kesk-) meridiaani kesköö. Tsooniaeg võib erineda kohalikust ajast poole tunni piirides.



Joon. 68.

Dekreediaeg on kokkulepitud aeg, mis kehtestatud valitsuse poolt majanduslikel kaalutlustel. Meil kehtib dekreediaeg ja ta on tsooniajast 1 tunni võrra ees.

Tõelise asimuudi määramine Päikese järgi. Päikese kõrgus mõõdetakse teodoliidiga vahenditult, Päikese asimuut aga arvutatakse sfäärilise abikolmnurga kaudu ehk, nagu astronoomias öeldakse, parallaktilise kolmnurga kaudu (joon. 68), mille küljed on:

1) ZC — seniidikaugus — kaare lõik seniitpunktist kuni Päikese tsentrini, leitakse valemi järgi:

$$z = 90^0 - h,$$

kus h on Päikese kõrgus, nurk, mis mõõdetakse teodoliidiga, kasutades vertikaalringi.

2) PC — poolusekaugus, s. t. deklinatsiooniringi kaare lõik Päikese tsentrist kuni pooluseni, leitakse valemi järgi:

$$d = 90^0 - \delta,$$

kus δ on Päikese deklinatsioon (kääne) ehk kaare lõik Päikesest kuni ekvaatorini; suurused δ antakse astronoomilistes tabelites.

3) PZ — seniitpunkti ja maailmapooluse vaheline kaarelõik leitakse valemi järgi:

$$\Phi = 90^0 - \varphi,$$

kus φ on vaatluspunkti laius, mis võetakse vahenditult kaardilt.

Päikese asimuut arvutatakse valemi järgi:

$$d = 90^0 - \delta;\quad \Phi = 90^0 - \varphi;\quad p = \tfrac{1}{2}(z + d + \Phi),$$

$$\tan\frac{\alpha}{2} = \frac{m}{\sin(p-d)},$$

kus

$$m = \sqrt{\frac{\sin(p-d)\sin(p-\Phi)\sin(p-z)}{\sin p}},$$

p on parallaktilise kolmnurga pool perimeetrit.

Teades Päikese asimuuti, võib määrata Maa pinnal oleva joone asimuudi, milleks piisab, kui mõõta nurk Päikese tsentri ja antud joone suuna vahel.

Päikese astronoomiline asimuut on nurk lõunapunktist kuni Päikese tsentrini, joone tõeline asimuut on aga nurk meridiaani põhjapoolsest otsast kuni antud jooneni (mõlemad loetud kella-osuti käigu suunas 0—360°). Seda peab arvestama joone tõelise asimuudi määramisel Päikese järgi.

Joone tõeline asimuut A saadakse valemist:

$$A = M - N_0,$$

kus N_0 on põhja ase instrumendi horisontaalringil,

M — lugem maapealsele esemele.

Vaatluste kord Päikese järgi tõelise asimuudi määramisel. Eelkõige on tarvis teada vaatluskoha laius φ ja pikkus λ. On küllaldane, kui mainitud andmed omada minuti kümnendikosadeni ja nad võetakse kilomeetriselt või kolmeverstaselt kaardilt graafiliselt, täpsusega mitte alla $\pm 0',5$.

Kui pikkus λ on antud Pulkovost, siis tuleb see ümber arvutada Greenwich'i pikkuseks, liites antule $30^019',6$.

Esimese vertikaali läheduses omab Päike väikseimat liikumist asimuudis ja suurimat — seniidikauguses, seepärast vaatlusviga asimuudis on väikseim Päikese läbimisel esimesest vertikaalist. Et seda arvestada, tuleb arvutada Päikese esimesest vertikaalist läbimise keskmine moment valemi järgi:

$$\cos t^0 = \cot\varphi \tan\delta,$$

kus t^0 on aegnurk kraadides,
φ — vaatluskoha laius,
δ — kääne (deklinatsioon) vaatluspäeva jaoks.

Näide. Vaatlus oli kavatsetud teostada 22. mail 1934. a. Leida Päikese läbimise keskmine moment esimesest vertikaalist.

Vaatluskoha laius	$\varphi = 55^0 20',0$
Vaatluskoha pikkus Pulkovost	$\lambda = 7^0 30',4$
	$+ 30^0 19',6$
Greenwich'ist	$\lambda = 37^0 50',0$

Päikese efemeriidide tabelist 1900. a. jaoks (lk. 222) vaatluspäevaks leiame: $\delta = +20^0 16',7$.

Otsitav Päikese esimesest vertikaalist läbimise keskmine moment leitakse arvutusega järgmise skeemi kohaselt:

$\log \tan \delta$	9,5676
$\log \cot \varphi$	9,8398
$\log \cos t'$	9,4074
t^0	$75^0 12'$

$h^h = 5^h 00^m 48^s$ või ümmarguselt $5^h 01^m$.

Et astronoomilise aja arvamist loetakse keskpäevast, siis Päikese läbimise ligikaudne moment esimesest vertikaalist on tsooniaja järgi kell 17 õhtul ja kell 7 hommikul. Kohalik aeg, sõltuvalt vaatluspunkti pikkusest, võib erineda tsooniajast kuni ± 30 minutit; mainitud vahe võib antud vaatlusviisi puhul jätta tähele panemata.

Vaatluste kontrolliks on tarvis teada, millise teekonna käib Päike asimuuti ja kõrgust mööda ühe ajaminuti kestel. Selleks on küllalt arvutada Päikese diferentsiaalsed liikumised asimuuti ja kõrgust mööda valemite järgi:

$$\Delta z' = 15 \cos \varphi,$$
$$\Delta a' = 15 \sin \varphi.$$

Eelnenud näite jaoks saame:

$$\Delta z' = 15 \cdot 0{,}57 = +8',3,$$
$$\Delta a' = 15 \cdot 0{,}82 = +12',3.$$

Allapoole paigutatud tabelid võimaldavad saada otsitavaid muutumisi otseselt.

Päikese käände (deklinatsiooni) määramine. Käände δ määramiseks piisab, kui omada käesolevasse käsiraamatusse paigutatud Päikese efemeriidid 1900. a. jaoks, millede järgi kääne arvutatakse valemi järgi:

$$\delta = \delta_1 + \Delta\delta\left(\frac{M-D}{1440} + k\right),$$

kus δ_1 on kääne vaatluste jaoks 1900. a. efemeriidide järgi,

$\Delta\delta$ — käände ööpäevane muutumine,
M — keskmine astronoomiline vaatlusaeg minuteis,
D — pikkus Greenwich'ist, avaldatud ajaminuteis,
k — parandus, tingitud aasta algusest.

Tabel Päikese kõrguse ja asimuudi diferentsiaalsete muutumiste kohta esimese vertikaali läheduses ühe ajaminuti jooksul.

$\Delta t = 1^m$ $\qquad$ $\Delta z' = 15 \cos\varphi$ $\qquad$ $\Delta a' = 15 \sin\varphi$

φ	Δz	Δa	φ	Δz	Δa	φ	Δz	Δa	φ	Δz	Δa
30°	13′,0	7′,5	40°	11′,5	9′,6	50°	9′,6	11′,5	60°	7′,5	13′,0
31	12,9	7,7	41	11,3	9,8	51	9,4	11,7	61	7,3	13,1
32	12,7	7,9	42	11,1	10,0	52	9,2	11,8	62	7,0	13,2
33	12,6	8,2	43	11,0	10,2	53	9,0	12,0	63	6,8	13,4
34	12,4	8,4	44	10,8	10,4	54	8,8	12,1	64	6,6	13,5
35	12,3	8,6	45	10,6	10,6	55	8,6	12,3	65	6,3	13,6
36	12,1	8,8	46	10,4	10,8	56	8,4	12,4	66	6,1	13,7
37	12,0	9,0	47	10,2	11,0	57	8,2	12,6	67	5,9	13,8
38	11,8	9,2	48	10,0	11,1	58	7,9	12,7	68	5,6	13,9
39	11,7	9,4	49	9,8	11,3	59	7,7	12,9	69	5,4	14,0
40	11,5	9,6	50	9,6	11,5	60	7,5	13,0	70	5,1	14,1

Ajatsoonide ääre- ja keskmeridiaanide pikkuste tabel.

Tsoon (riba)	Ääremeridiaanide pikkused				Keskmeridiaanide pikkused	
	kraadides		tundides		kraadides	tundides
	°	°	h m	h m	°	h
0	−7,30	kuni +7,30	−0 30	kuni +0 30	0	0
1	+7,30	„ 22,30	0 30	„ 1 30	15	1
2	22,30	„ 37,30	1 30	„ 2 30	30	2
3	37,30	„ 52,30	2 30	„ 3 30	45	3
4	52,30	„ 67,30	3 30	„ 4 30	60	4
5	67,30	„ 82,30	4 30	„ 5 30	75	5
6	82,30	„ 97,30	5 30	„ 6 30	90	6

Keskmise refraktsiooni tabel 760 mm õhurõhul ja +10° C temperatuuril.

Näiv seniidi-kaugus z'	Keskmine refraktsioon ϱ^0	Näiv seniidi-kaugus z'	Keskmine refraktsioon ϱ^0	Näiv seniidi-kaugus z'	Keskmine refraktsioon ϱ^0	Näiv seniidi-kaugus z'	Keskmine refraktsioon ϱ^0
0	′ ″	0	′ ″	0	′ ″	0	′ ″
35	0 41	47	1 02	59	1 37	71	2 48
36	0 42	48	1 05	60	1 41	72	2 58
37	0 44	49	1 07	61	1 45	73	3 09
38	0 45	50	1 09	62	1 49	74	3 21
39	0 47	51	1 12	63	1 54	75	3 35
40	0 49	52	1 14	64	1 59	76	3 50
41	0 51	53	1 17	65	2 04	77	4 08
42	0 52	54	1 20	66	2 10	78	4 28
43	0 54	55	1 23	67	2 16	79	4 52
44	0 56	56	1 26	68	2 23	80	5 20
45	0 58	57	1 29	69	2 31	81	5 54
46	1 00	58	1 33	70	2 39	82	6 35

Näide (vaatlused teostati 5. juunil 1932. a.).

$$M = 7^h35^m,8$$
$$D = 2^h31^m,1$$
$$M - D = 5^h04^m,7 = 304^m,7.$$

1900. a. tabelitest leiame:

$$\delta_1 = +22^0 29',4; \quad \Delta\delta = +6',6; \quad k = 0,609.$$

Asendanud leitud väärtused valemisse, saame:

$$\delta = +22^0 29',4 + 6',6\left(\frac{304^m,7}{1400} + 0,609\right) = +22^0 34',9.$$

Päikese käänet δ on küllaldane teada täpsusega kuni 0′,1.

Vaatluste teostamine.

1. Tõelise asimuudi määramiseks peab Päikese vaatlemisel kasutatav teodoliit olema varustatud okulaari jaoks raamistatud tumeda klaasi või prismaga. Luubid vertikaalringi juures on tingimata tarvilikud. Raamistatud tumeda klaasi puudumisel on tarvis tükk rohelist või suitsjat klaasi, ja vaatlejal tuleb enesel valmistada raam papist või vatmanpaberist, keerates diameetrilt okulaarile vastava toru, kuhu asetada suitsjas klaas.

2. Instrument kontrollitakse ja õiendatakse hoolikalt kohapeal $1\frac{1}{2}$ tundi enne vaatlust. Instrumendi ülesseadmiseks vaatluspunktis eemaldada mätas, suruda maasse instrumendi statiivi jalad ja kinnitada jalgade tiibmutrid. Limbi ja pikksilma tugede juures olevad vesiloed kontrollida mitu korda vesiloe olles erisugustes asendites.

3. Nulli ase ja kõrgusvahed arvutatakse üheminutiliste teodoliitide juures, millede vertikaalring on jaotatud 0^0-st kuni 90^0-ni, valemite järgi:

$$NA = \frac{RV - RP}{2}; \quad h = \frac{RV + RP}{2};$$

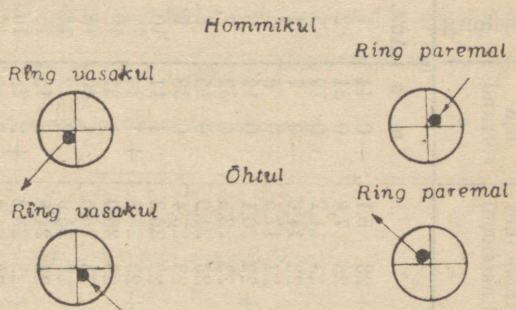
$$h = RV - NA; \quad h = RP + NA;$$

teistsuguste jaotustega ringide jaoks on teised valemid.

4. Vaatlused osutuvad usaldusväärsemaiks, kui esimene pool vaatlustest teha pool tundi enne Päikese läbimist esimesest vertikaalist, teine pool aga — pärast.

5. Taskukell õiendatakse tsooniaja järgi täpsusega kuni $\pm 5^m$.

6. Instrument üles seada märgi tsentri kohale, kust teostatakse vaatlusi; pikksilm seada asendisse *RV* (ring vasakul); ühitada alidaadi ja limbi null ning kinnitada alidaadi kinnituskruvi. Edasi, bussooli nõela deklinatsiooni määramiseks pöörata limbi koos alidaadiga seni, kuni magnetnõela põhjapoolne ots ühtib bussooli nulliga, seejärel kinnitada limb.



Joon. 69.

7. Vabastada alidaad, juhtides pikksilma maapealsele esemele (mille peale tahetakse asimuuti määrata), ja teha lugemid horisontaalringilt.

8. Okulaar katta tumeda klaasiga või prismaga ja vaatlused Päikesele teostada nii, nagu on näidatud joonisel, s. t. pealejuhtimise momendil peab horisontaal- ja vertikaalniit puudutama Päikese äärt, ja nimelt (joon. 69):

a) seada Päikese kujutis nõutavas veerandis nii, et parempoolne äär ei ulatuks vertikaalniidini;

Päikese efemeriidid 1900. aastal ja aasta algusest tingitud parandused *k*.

Kuupäev	Kääne (deklinatsioon) δ ° ′	Ajavõrrand ε m s	Kuupäev	Kääne (deklinatsioon) δ ° ′	Ajavõrrand ε m s	Kuupäev	Kääne (deklinatsioon) δ ° ′	Ajavõrrand ε m s	Aasta algusest tingitud parandused: aasta	k
Mai			Juuni			Aug.				
1	+14 54,7	−2 55	11	+23 3,1	−0 44	1	+18 10,2	+6 12	1930	+0,094
2	15 12,9	3 5	12	23 7,3	0 31	2	17 55,1	6 8	1931	−0,149
3	15 30,8	3 10	13	23 11,2	0 19	3	17 39,7	6 4	1932	+0,609
4	15 48,4	3 16	14	23 14,6	−0 7	4	17 24,0	6 0	1933	+0,367
5	16 5,8	3 22	15	23 17,5	+0 6	5	17 8,1	5 54	1934	+0,125
6	+16 23,0	−3 27	16	+23 20,1	0 19	6	+16 51,8	+5 49	1935	−0,117
7	16 39,8	3 32	17	23 22,3	0 32	7	16 35,3	5 42	1936	+0,640
8	16 56,4	3 36	18	23 24,0	0 45	8	16 18,5	5 35	1937	+0,398
9	17 12,7	3 40	19	23 25,4	0 58	9	16 1,5	5 28	1938	+0,156
10	17 28,7	3 42	20	23 26,3	1 11	10	15 42,2	5 19	1939	−0,086
11	+17 44,5	−3 45	21	+23 26,8	+1 24	11	+15 26,7	+5 11	1940	+0,672
12	17 59,9	3 47	22	23 26,9	1 37	12	15 8,9	5 1	1941	+0,429
13	18 15,0	3 48	23	23 26,6	1 49	13	14 50,9	4 51	1942	+0,187
14	18 29,8	3 48	24	23 25,9	2 2	14	14 32,6	4 41	1943	−0,055
15	18 44,3	3 49	25	23 24,8	2 15	15	14 14,1	4 30	1944	+0,703
16	+18 58,5	−3 48	26	+23 23,2	+2 28	16	+13 55,4	+4 18	1945	+0,461
17	19 12,4	3 47	27	23 21,3	2 40	17	13 36,4	4 6	1946	+0,218
18	19 25,9	3 46	28	23 18,9	2 53	18	13 17,3	3 53	1947	−0,024
19	19 39,1	3 43	29	23 16,1	3 5	19	12 57,9	3 40	1948	+0,734
20	19 52,0	3 41	30	+23 13,0	+3 17	20	12 38,3	3 26	1949	+0,492
21	+20 4,5	−3 38				21	+12 18,6	+3 12	1950	+0,250
22	20 16,7	3 34	Juuli			22	11 58,6	2 58		
23	20 28,6	3 30				23	11 38,4	2 42		
24	20 40,1	3 25	1	+23 9,4	+3 29	24	11 18,1	2 27		
25	20 51,2	3 20	2	23 5,4	3 41	25	10 57,6	2 11		
26	+21 2,0	−3 14	3	23 1,0	3 52	26	+10 36,9	+1 54		
27	21 12,4	3 8	4	22 56,1	4 3	27	10 16,0	1 38		
28	21 22,5	3 1	5	22 50,9	4 14	28	9 55,0	1 21		
29	21 32,2	2 54	6	+22 45,3	+4 25	29	9 33,8	1 3		

Mai	°	′	m	s
30	21	41,5	2	46
31	+ 21	50,4	— 2	38
Juuni				
1	+ 21	59,0	— 2	30
2	22	7,2	2	21
3	22	15,0	2	11
4	22	22,4	2	1
5	22	29,4	1	51
6	+ 22	36,0	— 1	41
7	22	42,2	1	30
8	22	48,1	1	19
9	22	53,5	1	7
10	22	58,5	0	56

Juuli	°	′	m	s
7	22	39,3	4	35
8	22	32,9	4	45
9	22	26,2	5	54
10	22	19,0	5	3
11	+ 22	11,4	+ 5	12
12	22	3,5	5	20
13	21	55,2	5	28
14	21	46,5	5	35
15	21	37,4	5	42
16	+ 21	28,0	+ 5	48
17	21	18,2	5	54
18	21	8,0	5	59
19	20	57,5	6	4
20	20	46,7	6	8
21	+ 20	35,5	+ 6	11
22	20	23,9	6	14
23	20	12,0	6	16
24	19	59,8	6	18
25	19	47,2	6	19
26	+ 19	34,3	+ 6	20
27	19	21,1	6	20
28	19	7,5	6	20
29	18	53,6	6	19
30	18	39,4	6	17
31	+ 18	25,0	+ 6	15

Aug.	°	′	m	s
30	9	12,4	0	45
31	+ 8	50,9	+ 0	27
Sept.				
1	+ 8	29,3	— 0	9
2	8	7,5	0	10
3	7	45,6	0	29
4	7	23,6	0	49
5	7	1,4	1	8
6	+ 6	39,2	— 1	28
7	6	16,8	1	48
8	5	54,3	2	8
9	5	31,7	2	29
10	5	9,1	2	49
11	+ 5	46,3	— 3	10
12	4	23,5	3	31
13	4	0,6	3	52
14	3	37,6	4	13
15	3	14,5	4	34
16	+ 2	51,4	— 4	55
17	2	28,3	5	17
18	2	5,1	5	38
19	2	41,8	5	59
20	1	18,6	6	21
21	+ 0	55,2	— 6	42
22	0	31,9	7	3
23	+ 0	8,5	7	24
24	— 0	14,8	7	45
25	0	38,2	8	6
26	— 1	1,6	— 8	27
27	1	25,0	8	45
28	1	48,4	9	7
29	2	11,8	9	27
30	— 2	35,2	— 9	47

Päikese seniidikauguste järgi tõelise asimuudi vaatluste väliraamat.

Instrument: *30″ teodoliit „Geodeesia" nr. 154.*

23. juulil 1931. a.

Punkt: *Šimsk.* Ilmastiku seis: *selge, vaikne.*

Vaatleja: *D. Rassadin.*

Vaadeldavate esemete nimetus	Ringi asend	Kella näitamine	Horisontaalringi lugemid		Vertikaalringi lugemid		Märkusi.
Korosteni k. kellatorn			4′00″	00″			
			00				
⊙	*Ring vasakul*	18^h50^m	236 46 30		341°37′30″		
				15		30″	
			00		30		
	Ring paremal	18 54	56 52 30		18 27 30		
⊙				30		30	
			30		30		
Korosteni k. kellatorn			180 4 30				
				30			
			30				
	$T_i =$	18 52	$N = 236°49′22″$		$h′ = 18°25′00″$		
	$P =$	3 0	$M = 0°4′15″$		$z′ = 71\ 35\ 00$		
					$\varrho′ = +\ 2\ 53$		
	$T_{gr} =$	15 52			$z = 71°37′53″$		

b) keerates pikksilma mikromeetrilist kruvi hoida Päikese ülemine äär horisontaalniidil;

c) Päikese parema ääre puutumise momendil lakata pikksilma liigutamast kõrguses ja võtta lugemid kellalt, kõigepealt sekundid, siis minutid ja tunnid, siis aga teha lugemid vertikaal- ja horisontaalringilt (mõlemate nooniuste järgi, seadnud vertikaalringi vesiloe mulli keskele). Tulemused kirjutada väliraamatusse (*RV*).

9. Pikksilm pöörata üle seniidi. *RP* juures (ring paremal) vaadelda samas järjekorras Päikese vasakpoolse ja alumise ääre puutumist.

10. Eemaldada klaas või prisma okulaarilt ja pikksilm juhtida kellaosuti käigu suunas maapealsele esemele. Võtta lugemid horisontaalringilt; kirjutada väliraamatusse. See on esimene t ä i e l i k v õ t e.

11. Teine võte: alata *RP* juures ja, vaadelnud ülalkirjeldatud korras, lõpetada *RV* juures. Nii teha vähemalt 2 täielikku võtet.

Mainitud vaatluskorra puhul vastavad horisontaal- ja vertikaalringi lugemite keskmised Päikese tsentri asendile tehnikvaatleja keskmisel kellavaatluse momendil.

Märkimised vaatluste väliraamatus.

T_i on vaatluse keskmine moment, keskmine aritmeetiline kella lugemitest;
p — tsooni number rahvusvahelise ajaarvamise juures;
T_{gr} — vaatluse moment keskmises Greenwich'i ajas;
z' — nähtav seniidikaugus, mis võrdub $90^0 - h'$, kus

$$h' = \frac{RP + (360^0 - RV)}{2},$$

kui vertikaalringil on jaotused 0^0-st kuni 360^0-ni, või

$$h' = \frac{RP + RV}{2},$$

kui vertikaalringi jaotused on 0^0-st kuni 90^0-ni;
ϱ on refraktsioonist tingitud parandus;
z — Päikese tõeline seniidikaugus $z = z' + \varrho$.
Edasi, kõik arvutused asetatakse järgmisse skeemi (vt. tab. lk. 226).

Päikese järgi tõelise asimuudi arvutamise järjestus.

1.	d	— Päikese käände täiendus kuni 90^0-ni, võrdudes $90^0 - \delta$, kus δ on Päikese kääne;
2.	z	— tõeline seniidikaugus;
3.	Φ	— vaatluskoha laiuse täiendus kuni 90^0-ni, võrdudes $90^0 - \varphi$;
4.	$2p$	— parallaktilise kolmnurga perimeeter;
5.	p	— parallaktilise kolmnurga poolperimeeter;
6.	$p - d$	— poolperimeetri vahed parallaktilise kolmnurga külgede pikkustega;
7.	$p - z$	
8.	$p - \Phi$	
9.	$\log \sin (p - d)$	— 6., 7. ja 8. rea suuruste siinuste logaritmid;
10.	$\log \sin (p - z)$	
11.	$\log \sin (p - \Phi)$	
12.	$\log \csc p$	— 5. rea suuruse koosekansi logaritm;
13.	$2 \log m$	— 9., 10., 11. ja 12. rea summa;
14.	$\log m$	— 13. rea suurus jagada kahega;
15.	$\log \tan \frac{\alpha}{2}$	— real 14 ja real 9 seisvate suuruste vahe;

16. $\frac{\alpha}{2}$ — 15. rea suurustest leitakse nurga α poolväärtus;
17. N — lugemid instrumendi horisontaalringilt;
18. α — 16. rea suuruse kahekordne väärtus;
19. N_0 — põhja ase instrumendi horisontaalringil; see võrdub $N \pm \alpha$, kusjuures ülemine märk võetakse Päikese tõusul, alumine — Päikese loojangul;
20. M — lugemid maapealsele esemele;
21. A — maapealsele esemele kulgeva suuna asimuut; $A = M - N_0$.

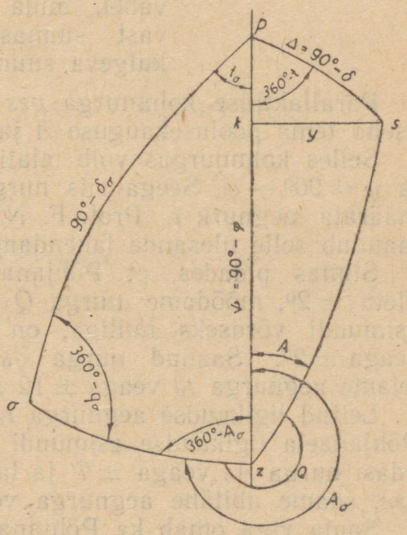
Tõelise asimuudi arvutamine Päikese järgi.

	Võtte nr. / Valemid	I	II	III	Märkusi
5.	p	85°17′,4	85°57′,0	86°36′,8	
1.	d	69 48 ,0	69 48 ,1	69 48 ,2	
2.	z	68 59 ,2	70 18 ,3	71 37 ,9	
3.	Φ	31 47 ,6	31 47 ,6	31 47 ,6	
4.	$2p$	170 34 ,8	171 54 ,0	173 13 ,7	
6.	$p - d$	15 29 ,4	16 8 ,9	16 48 ,6	
7.	$p - z$	16 18 ,2	15 38 ,7	14 58 ,9	
8.	$p - \Phi$	53 29 ,8	54 9 ,4	54 49 ,2	
5.	$\Sigma = p$	85 17 ,4	85 57 ,0	86 36 ,7	
14.	$\log m$	9,39077	9,39271	9,39342	
9.	$\log \sin (p - d)$	9,42662	9,44467	9,46120	
10.	$\log \sin (p - z)$	9,44228	9,43084	9,41247	
11.	$\log \sin (p - \Phi)$	9,90517	9,90882	9,91241	
12.	$\log \csc p$	0,00147	0,00109	0,00076	
13.	$2 \log m$	8,78154	8,78542	8,78684	
15.	$\log \tan \frac{\alpha}{2}$	9,96415	9,94804	9,93222	
16.	$\frac{\alpha}{2}$	42° 38′,3	41° 34′,8	40° 32′,8	
17.	N	292° 37′,5	354° 44′,2	236° 49′,4	Ühe võtte keskmine viga =
18.	α	85 16 ,6	83 9 ,6	81 5,6	= ± 0′,8.
19.	N_0	17 54 ,1	77 53 ,8	317 55,0	Tulemuse keskmine viga =
20.	M	60 3 ,5	120 4 ,5	0 4 ,2	= ± 0′,5.
21.	A	42° 9′,4	42° 10′,7	42° 9′,2	
		Keskmine = 42°9′,8 ± 0′,5.			

5. Tõelise asimuudi määramine Põhjanaela järgi.

(Krassovski viis.)

Viisi idee. Täheaja teatud momendile vastab mingile kahele tähele kulgevate suundade vahel olev teatud horisontaalnurk. See nurk, mida võib arvutada, esineb nende tähtede asimuutide vahena. Ja vastupidi, kahele tähele kulgevate suundade vahel antud horisontaalnurga järgi saab arvutada täheaja vastava momendi. Kui lähtuda neist asjaoludest ja määrata horisontaalnurk Põhjanaela ning mõne teise abitähe vahel, samuti ka horisontaalnurk Põhjanaela ja maapealse eseme vahel ning arvutada astronoomiliste reeglite kohaselt vastav täheaja moment ja Põhjanaela aegnurk, siis võib selle aegnurga järgi arvutada Põhjanaela asimuut.



Joon. 70.

Liites leitud asimuudiga Põhjanaela ja maapealse eseme vahelise horisontaalnurga, saame maapealse eseme asimuudi.

Liites leitud asimuudiga Põhjanaela ja maapealse eseme vahelise horisontaalnurga, saame maapealse eseme asimuudi.

Ülesande lahenduse olemus tõelise asimuudi määramisel Põhjanaela järgi. Joonisel 70 on:

p — taevaskera poolus;
z — vaatluskoha seniit;
s — Põhjanael;
σ — teine, abitäht;
A ja A_σ — Põhjanaela ja abitähe asimuut (põhja kulgevast suunast paremale kuni Põhjanaelale või abitähele kulgeva suunani);
t ja t_σ — Põhjanaela ja abitähe aegnurk (lõunasuunast paremale kuni Põhjanaelale või abitähele kulgeva suunani);

δ ja δ_σ — Põhjanaela ja abitähe kääne;
$\Delta = 90^0 - \delta$ — Põhjanaela poolusekaugus;
q_σ — abitähe parallaktiline nurk, mida loetakse seniidile kulgevast suunast paremale kuni poolusele kulgeva suunani;
φ — vaatluskoha laius;
Q — horisontaalnurk Põhjanaela ja abitähe vahel, mida loetakse Põhjanaelale kulgevast suunast paremale kuni abitähele kulgeva suunani.

Parallaktilise kolmnurga *pzs* põhjal määratakse Põhjanaela asend tema poolusekauguse Δ ja aegnurga t abil.

Selles kolmnurgas võib alati teada olla külg $\Delta = 90^0 - \delta$ ja $\psi = 90^0 - \varphi$. Seega siis nurga $pzs = A$ määramiseks tuleb määrata aegnurk t. Prof. F. N. Krassovski ettepaneku põhjal taandub selle ülesande lahendamine järgmiseks.

Silmas pidades, et Põhjanaela asimuut meie laiustes ei ületa $\pm 2^0$, mõõdame nurga Q ja, võttes esialgu Põhjanaela asimuudi võrdseks nulliga, on ilmne, et nurk A_σ saadakse veaga $\pm 2^0$. Saanud nurga q_σ kolmnurga *pzσ* lahendusest, leiame aegnurga t_σ veaga ± 12 ajaminutit.

Leitud ligikaudse aegnurga t_σ järgi leiame kolmnurgast *psz* Põhjanaela ligikaudse asimuudi veaga mitte üle $\pm 7'$. Võtnud edasi nurga A_σ veaga $\pm 7'$ ja lahendanud t_σ suhtes kolmnurga *pzσ*, saame abitähe aegnurga veaga mitte üle ± 1 ajaminuti.

Sama viga omab ka Põhjanaela aegnurk. Kasutades t_σ uut väärtust leitakse kolmnurgast *pzs* Põhjanaela asimuut veaga mitte üle $\pm 0',3$. Niisiis on ülesande lahendamismeetodi aluseks järkjärgulise lähendamise printsiip.

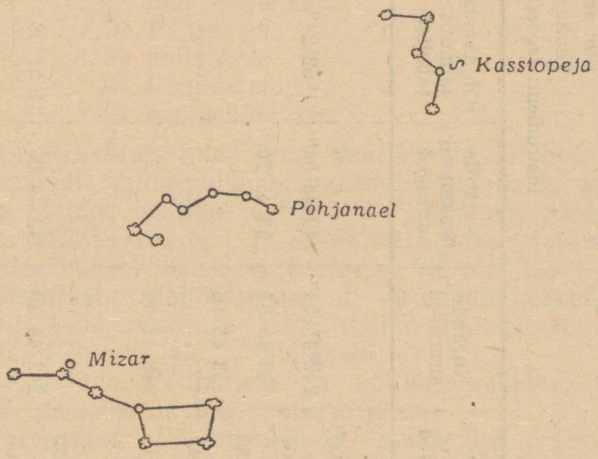
Laiusel $\varphi = 55^0$ tuleb teha kolm lähendust.
Laiusel $\varphi = 65^0$ on vajalik neli lähendust, kuid
laiusel $\varphi = 35^0$ on ainult kaks lähendust.

Et vaatlejat vabastada hulgalistest arvutustest, on M. N. Smirnovi poolt koostatud tabelid, kust vaatluskoha laiuse ja Põhjanaela ning abitähe vahel mõõdetud horisontaalnurga järgi leitakse vahenditult interpoleerimise teel Põhjanaela asimuudi lõplik väärtus.

Ettevalmistus vaatlusteks. Soovitav on omada 30″-list teodoliiti vesiloega pikksilma horisontaalsel pööramisteljel. Töötades üheminutilise teodoliidiga tuleb hoolikalt kontrollida, et pikksilma horisontaalne pööramistelg oleks risti instrumendi vertikaalse pööramisteljega.

Instrument peab olema varustatud niitristikut valgustava

peegliga (asetatakse objektiivi raamile) ja prismaga (keeratakse okulaarile); enne vaatlust on tarvis pikksilm fokuseerida vähemalt 1 km kaugusel oleva eseme järgi. Maapealne ese, millele määratakse asimuut, peab samuti asetsema vaatluspunktist vähemalt 1 km kaugusel. Instrumenti on tarvis valgustada elektri-, küünla- või petrooleumilaternaga. Joone ots valgustatakse samuti vastava valgusallikaga, mis asetatakse antud joone sihile.



Joon. 71.

Tsentreerinud teodoliidi ja seadnud selle üles kindlalt ning püsivalt, tuleb üles otsida Põhjanael ja abitäht. Põhjanaela, Mizari ja Kassiopeja suhteline asetus on kujutatud joonisel 71.

Põhjanael kuulub Väikese Vankri (Väikese Karu) tähtkujusse; Mizar — Suure Vankri (Suure Karu) tähtkujusse.

Tähe Mizari lähedal on palja silmaga nähtav väike täht; selle järgi on hõlpus leida Suure Vankri tähtede keskelt Mizarit.

Vaatluste teostamine. Maapealse eseme ja tähtede vaatlusel rakendatakse järgmist järjestust.

Ring vasakul. 1. Viseerida maapealsele esemele ja võtta lugemid horisontaalringilt.

2. Juhtida Põhjanaelale nii, et ta asetseks vertikaalniidil, horisontaalniidiga lõikumise lähedal. Põhjanaela asumise momendil niitide lõikepunktis lugeda kellalt aeg täpsusega kuni 5—10 sekundit, siis aga võtta lugemid horisontaalringilt.

Prof. Krassovski viisi järgi teostatava asimuudi vaatluse väliraamat.

Kuupäev: *5. septembril 1930. a.*
$z = 55^0 40'$
Mizar asub Põhjanaelast vasakul.

Märgi nimetus: *Popovi pür.*

Ilm: *selge, vaikne*
Vaatleja: *I. Ivanov*
Instrument: *teodoliit „Geodeesia" nr. 241.*

Vaadeldavad esemed	Lugemid kellalt	Lugemid horisontaal-ringilt	Kahe nooniuse keskmised	Nurkade suurused	Nurkade keskmised suurused	Põhjanaela asimuut tabelist	Maapealse eseme asimuut	Märkusi
		Ring vasakul						
Tähis nr. 5		0° 3′ 00″	0° 3′ 00″					
		00		242° 43′ 53″	242° 43′ 56″	1° 52′ 24″	244° 36′ 20″	
Põhjanael	21h 12m 20s	117 19 00	117 19 07					
		19 15		53 45 37	53 45 26			
Mizar	15 25	63 33 30	63 33 30					
		33 30		53 45 15				
Põhjanael	18 35	117 18 30	117 18 45					
		18 60						
Tähis nr. 5		0 3 00	0 2 45	242 44 00				
		2 30						
		Ring paremal						
Tähis nr. 5		180 3 30	180 3 30					
		3 30		242 44 30	242 44 00	1 51 06	244 35 06	
Põhjanael	21 24 30	297 19 00	297 19 00					
		19 00		54 43 30	54 43 45	Keskmine	244° 35′ 43″	
Mizar	27 35	242 35 30	242 35 30					
		35 30		54 44 00				
Põhjanael	30 30	297 19 30	297 19 30					
		19 30		242 43 30				
Tähis nr. 5		180 3 00	180 3 00					
		3 00						

3. Analoogiliselt vaadelda abitähte, võttes lugemid kellalt ja horisontaalringilt.

4. Uuesti vaadelda Põhjanaela, nagu on näidatud punkt kahes.

5. Juhtida pikksilm maapealsele esemele ja võtta lugem horisontaalringilt.

R i n g p a r e m a l. Tehes tarvilikke lugemeid viseeritakse ja vaadeldakse:

1) maapealne ese,
2) Põhjanael,
3) abitäht,
4) Põhjanael,
5) maapealne ese.

Igas poolvõttes tuleb teine vaatlus teha Põhjanaelale sellisel momendil, mille puhul ajavahemik Põhjanaela esimese vaatluse ja abitähe vaatluse vahel oleks ligikaudu võrdne ajavahemikuga abitähe vaatluse ja Põhjanaela teise vaatluse vahel.

Mittesümmeetrilisuse viga ajas ei või olla üle 1 minuti.

Väliraamatu läbitöötamine. 1. Arvutada keskmine horisontaalringi kahe nooniuse järgi tehtud lugemitest maapealsele esemele, Põhjanaelale ja abitähele.

2. Arvutada Põhjanaela ja abitähe vaheline horisontaalnurk Q iga kahe naabrusvaatluse jaoks.

3. Arvutada Põhjanaela ja maapealse eseme vaheline horisontaalnurk Q' iga kahe naabrusvaatluse jaoks.

4. Iga poolvõtte jaoks tuletada Põhjanaela ja abitähe kui ka Põhjanaela ja maapealse eseme vahelise nurga keskmine suurus.

Põhjanaela asimuudi arvutamine. M. N. Smirnovi tabelitest välja kirjutada neli asimuuti:

1) kaks neist kahe laiuse väärtuse jaoks, millede vahel on vaatluskoha laius;

2) kaks neist kahe horisontaalnurga väärtuse jaoks, millede vahel on horisontaalnurk; järjestikuselt interpoleerides esiteks antud laiusele φ, siis aga antud nurgale Q leitakse otsitav Põhjanaela asimuut A_p.

N ä i d e. 20. augustil 1939. a. mõõdeti laiusel $\varphi = 54^0 21'$ Põhjanaela ja Mizari vaheline horisontaalnurk $Q = 320^0 15',0$. Määrata Põhjanaela asimuut.

M. N. Smirnovi tabeleist maapealse eseme asimuudi määramiseks 1939. a. jaoks leiame:

$$Q = 320^0 \quad \frac{\varphi = 54^0}{A = 1^0 40',7} \quad \frac{\varphi = 55^0}{A = 1^0 42',8}$$

15. augustil

$Q = 321^0 \quad A = 1^039',7 \quad A = 1^041',7$
$Q = 320^0 \quad A = 1^040',6 \quad A = 1^042',7$

15. septembril

$Q = 321^0 \quad A = 1^039',6 \quad A = 1^041',6$

Interpoleerides laiusele $\varphi = 54^021'$, saame:

$$Q = 320^0 \ldots A = 1^040',7 + \frac{1^042',8 - 1^040',7}{60} \times 21 = 1^041',4$$

15. augustil

$$Q = 321^0 \ldots A = 1^039',7 + \frac{1^041',7 - 1^039',7}{60} \times 21 = 1^040',4$$

$$Q = 320^0 \ldots A = 1^040',6 + \frac{1^042',7 - 1^040',6}{60} \times 21 = 1^041',3$$

15. septembril

$$Q = 321^0 \ldots A = 1^039',6 + \frac{1^041',6 - 1^039',6}{60} \times 21 = 1^040',2$$

Interpoleerides horisontaalnurgale $Q = 320^015',0$, saame:

$$\text{15. augustil} \ldots A = 1^041',4 + \frac{1^040',4 - 1^041',4}{60} \times 15 = 1^041',2$$

$$\text{15. septembril} \ldots A = 1^041',3 + \frac{1^040',2 - 1^041',3}{60} \times 15 = 1^041',5$$

Interpoleerides 20. augustile, saame:

$$\text{20. augustil} \ldots A = 1^041',2 + \frac{1^041',5 - 1^041',2}{31} \times 5 = 1^041',3$$

Niisiis Põhjanaela tõeline asimuut:

$$A_p = 1^041',3.$$

Kogu arvutuste menetlus toimub lihtsamalt järgmise skeemi põhjal:

Q \ φ	54^0	55^0	$54^021'$	$Q = 320^015',0$ jaoks
1939. a. tabeleist				
15. augustil				
320^0	$1^040',7$	$1^042',8$	$1^041',4$	$A = 1^041',2$
321^0	$1^039',7$	$1^041',7$	$1^040',4$	
15. septembril				
320^0	$1^040',6$	$1^042',7$	$1^041',3$	$A = 1^041',5$
321^0	$1^039',6$	$1^041',6$	$1^040',2$	
			20. aug.	$A = 1^041',3$

Maapealse eseme tõelise asimuudi arvutamine teostatakse iga poolvõtte jaoks valemi järgi:

$$A_m = A_p + Q',$$

s. t. maapealse eseme asimuut võrdub Põhjanaela asimuudiga pluss Põhjanaela ja maapealse eseme vaheline horisontaalnurk.

Maapealse eseme asimuudi lõplik väärtus leitakse kui keskmine iga poolvõtte jaoks saadud väärtustest.

Keskmine ruutviga arvutatakse valemi järgi:

$$m = \pm\sqrt{\frac{[v^2]}{n(n-1)}},$$

kus v on asimuudi üksikute väärtuste kõrvalekaldumine keskmisest;

n — asimuudi vaatlemise võtete arv.

6. Trigonomeetrilise töövõrgu läbitöötamine.

Üldised alused. Kui trigonomeetriline töövõrk on seotud riikliku geodeetilise alusega, siis teostatakse läbitöötus ja tasandusarvutused Gauss-Krügeri koordinaatide süsteemis. Vastasel korral tehakse läbitöötus ja tasandusarvutused tavalistes tasapinnalistes ristkoordinaatides, koordinaatide suvalise alguse juures.

Gauss-Krügeri ristkoordinaatide süsteem. Maa pind on üsna lähedane ellipsoidi pinnale ja teda ei saa laiali laotada tasapinnale ilma voltideta ja rebestusteta või ilma moonutuseta. Kuid teadlase Gaussi uurimistega ja geodeedi Krügeri täiendavate arvutustega on kindlaks tehtud, et kui kogu Maa pind jaotada geograafiliste meridiaanidega tsoonideks ja iga tsoon kujutada Gaussi konformses silindrilises projektsioonis, siis iga tsooni piirides võib teostada geodeetilisi töid nagu tasapinnal, arvutades vaid joonte ja suundade moonutusest tingitud parandusi figuuride siirmisel ellipsoidilt tasapinnale.

Ühe pinna konformseks kujutiseks teisele nimetatakse kujutist, milles püsib sarnasus lõpmata väikestes osades.

Selle projektsiooni aluseks on omadus, mille juures tasapinnale kujutatud kauguste vahekord vastavate kaugustega ellipsoidil ehk kujutise mõõtkava sõltub nende joonte asimuutidest või suundadest. Teisiti öeldult, antud joone kujutise mõõtkava jääb igal juhul muutumatuks selle joone iga uue suuna puhul. Eriti telgmeridiaani kujutise mõõtkava säilib võrdlemisi väikesel ellipsoidi pinnal, ja praktiliselt tsoonid piiratakse teatud piiridega.

Laiust mööda võetakse tsooni ulatus põhjapoolusest kuni lõunapooluseni. Pikkust mööda võetakse tsooni ulatus sõltuvalt ülesseatud äärmistest moonutuse suurustest tsoonide äärtel.

Nii näiteks joonte moonutused tsooni äärtel ei ületa:

	Kuuekraadilises tsoonis	Kolmekraadilises tsoonis
Ekvaatoril	$\frac{1}{750}$	$\frac{1}{3200}$
45-ndal paralleelil . .	$\frac{1}{1500}$	$\frac{1}{6400}$

Iga tsooni piirides võetakse selle keskmine ehk telgmeridiaan X-de ehk abstsisside teljeks, ekvaator aga Y-de ehk ordinaatide teljeks. Telgmeridiaani ja ekvaatori lõikepunkt moodustab ristkoordinaatide süsteemi alguse, kus $X = 0$ ja $Y = 0$.

Ordinaate loetakse telgmeridiaani kujutisest ida poole plussmärgiga ja lääne poole miinusmärgiga. Abstsisse loetakse koordinaatide algusest põhja poole plussmärgiga ja lõuna poole miinusmärgiga.

Kogu NSV Liidu territooriumi jaoks on abstsissid positiivsed, seepärast plussmärki nende ette ei asetata.

Tsooni piiride lugemine algab Greenwich'i meridiaanist, läänest itta, nende kraadilised väärtused on NSV Liidu jaoks toodud tabelis, leheküljel 236.

Iga kuuekraadiline koordinaatide tsoon ühtib miljonilise kaardi lehe vastava kolonniga ja tsooni telgmeridiaan ühtib kolonni keskmeridiaaniga; koordinaatide kuuekraadilise tsooni number võrdub miljonilise kaardi lehtede vastava kolonni numbriga miinus 30. Tsooni telgmeridiaan määratakse valemi järgi:

$$\lambda = 6\,(n - 1) + 3,$$

kus n on kuuekraadilise tsooni number.

Kolmekraadiliste tsoonide telgmeridiaanide arvust pool ühtib kuuekraadiliste tsoonide telgmeridiaanidega, s. t. miljonilise kaardi lehtede kolonnide keskmeridiaanidega, teine pool ühtib aga neid kolonne piiravate meridiaanidega; kolmekraadilise tsooni number võrdub telgmeridiaani kraadide arvu jagatisele kolmega.

Tsooni telgmeridiaan määratakse valemi järgi:

$$\lambda = 3n,$$

kus n on kolmekraadilise tsooni number.

Välimaterjali läbitöötamine. Välimaterjali läbitöötamine toimub järgmises korras:

1. Kontrollitakse horisontaal- ja vertikaalnurkade mõõtmiste väliraamatud ja arvutatakse keskmised väärtused, ümardades tulemused 1′-lise teodoliidiga töötamisel kuni 0′,1; nurkade lõplikud väärtused kirjutatakse tindiga.

2. Koostatakse vastavas mõõtkavas võrgu skeem, millel otse- ja vastusuunas vaadeldud kolmnurkade küljed tõmmatakse musta tušiga täisjoontena, ühes suunas vaadeldud küljed tõmmatakse pooles ulatuses (arvates vaatluspunktist) täisjoonena, pooles ulatuses (vaadeldava punkti juures) punktiiriga. Alusvõrgu lähteküljed joonestatakse jämedate joontega, töövõrgu küljed aga peenikeste joontega. Kõik kolmnurgad nummerdatakse rooma numbritega, sidenurgad aga araabia numbritega. Sidekülgedeks nimetatakse võrgu kolmnurkade ühiseid külgi, sidekülgedele vastasolevaid nurki aga nimetatakse sidenurkadeks. Kõiki teisi külgi ja nurki nimetatakse vastavalt vahekülgedeks ja vahenurkadeks.

Kõigi kolmnurkade tippude juurde kirjutatakse tähiste numbrid, punktide, maastiku esemete jm. nimetused. Baaside jooned tõmmatakse kahe paralleeljoonega.

Vaadeldud asimuutidega küljed tõmmatakse täiendavalt katkendliku joonega.

3. Arvutatakse tõelised asimuudid.

4. Töötatakse läbi baaside pikkuse mõõtmise tulemused; kirjutatakse välja nende lõplikud pikkused ja tõelised asimuudid.

Baasi pikkuse arvutamine. Baasi pikkus arvutatakse valemi järgi:

$$D_0 = \left\{ nl_0 \pm \Sigma\,(E \pm T) + kl_0\,(t - t_0) + \right.$$
$$\left. + n\Delta l_0 - \frac{\Sigma h^2}{2l_0} + r \right\} - \frac{DH_0}{R},$$

kus D_0 on baasi lõplik pikkus;

n — lindihaarete arv;

l_0 — lindi pikkus kompareerimistemperatuuril;

E ja T — lugemid lindi eesmise ja tagumise skaala järgi;

k — terase laienemiskoefitsient. Teraslintide jaoks võetakse k võrdseks 0,000011, terastraatide jaoks — — 0,000008;

t — üksiku lindihaarde juures loetud temperatuur;
t_0 — lindi kompareerimistemperatuur;
Δl_0 — lindi kompareerimisest saadud lindi pikkuse parandus;
h — üksiku lindihaarde kõrgusvahe;
r — jäägi pikkus;
D — baasi ligikaudne pikkus kilomeetreis (valemis loogelistesse klambritesse suletud);
H_0 — baasi keskmine kõrgus üle merepinna (meetreis);
R — maaellipsoidi keskmine kõverusraadius.

Kuuekraadilised tsoonid.

Meridiaanid	Tsoonid						
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Läänepoolne	24°	30°	36°	42°	48°	54°	60°
Telgmeridiaan	27	33	39	45	51	57	63
Idapoolne	30	36	42	48	54	60	66 jne.

Kolmekraadilised tsoonid.

Meridiaanid	Tsoonid										
	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX
Läänepoolne	25,5	28,5	31,5	34,5	37,5	40,5	43,5	46,5	49,5	52,5	55,5
Telgmeridiaan	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57
Idapoolne . . .	28,5	31,5	34,5	37,5	40,5	43,5	46,5	49,5	52,5	55,5	58,5 jne.

Lk. 237 on toodud skeem baasi pikkuse arvutamiseks.

Kui baasi mõõdetakse mõõteriista otste fikseerimisega, siis baasi pikkuse arvutamise valemis kaob liige $\Sigma(E \pm T)$.

Baasi pikkuse arvutamise valemi kaks esimest liiget $nl_0 \pm \Sigma\ (E \pm T)$ on üldkujulised ja nende märgid määratakse sõltuvalt lindi skaaladel olevast numeratsioonist, nimelt:

a) kui kriipsude numbrid skaaladel lähevad ühes suunas lindi kummaski otsas, võtavad valemi kaks esimest liiget kuju:

$$nl + \Sigma(E - T);$$

Baasi pikkuse arvutamine.

Lint nr. 21/31
Rulett nr. 26

Lindi võrrand 19,4 m $+ (E \pm T) + 2{,}41$ mm
Pinge 15 kg $= 0{,}214$ mm

Arvutamisvalem: $D_0 = \left\{ nl_0 \pm \Sigma\,(E \pm T) + kl_0\,\Sigma\,(t - t_0) + n\,\Delta l_0 - \frac{\Sigma h^2}{2l_0} + r \right\} - \frac{DH_0}{R}$

Sektsioonide nr.	Mõõtmiste suund	Lindihaarete arv	nl_0 (m-tes)	$E \pm T$ (mm-tes)	$\Sigma\,(t - t_0)$	Temperatuurist tingitud parandus $kl_0\,\Sigma(t - t_0)$ (m-tes)	Lindi pikkusest tingitud parandus $n\,\Delta l_0$ (mm-tes)	Kallakusest tingitud parandus $\frac{\Sigma h^2}{2l_0}$	Sektsiooni pikkus ilma jäägita (mm-tes) (4+5+7+8+9)	Mõõdetud pikkus r (m-tes)	Sektsiooni üldpikkus (m-tes) (10+16)	Märkusi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Otse . .	22	426,8	1 746,4	+112°,5	+ 24,1	+ 53,0	— 69,3	428,554 2	13,461	442,015	Baasi keskmine kõrgus üle merepinna 1214 m
	Vastu .	22	426,8	1 743,1	+113 ,3	+ 24,3	+ 53,0	— 69,3	428,551 1	13,461	442,012	
2	Otse . .	28	543,2	2 043,8	+154 ,3	+ 33,1	+ 67,5	— 89,4	545,255 0	5,674	550,929	
	Vastu .	28	543,2	2 046,7	+166 ,4	+ 35,7	+ 67,5	— 89,4	545,260 5	5,674	550,934	
3	Otse . .	26	504,4	1 973,3	+126 ,1	+ 27,0	+ 62,7	— 95,7	506,367 3	17,327	523,694	
	Vastu .	26	504,4	968,6	+172 ,5	+ 37,0	+ 62,7	— 95,7	506,372 6	17,327	523,699	
4	Otse . .	76	1 474,4	5 763,5	+392 ,9	+ 84,2	+ 183,2	— 254,4	1 480,176 5	36,462	1 516,638	
	Vastu .	76	1 474,4	5 758,4	+452 ,2	+ 97,0	+ 183,2	— 254,4	1 480,184 2	36,462	1 516,646	

Baasi pikkus, merepinnale taandamata	1 516,642
Baasi pikkuse merepinnale taandamisest tingitud parandus	— 50
Baasi pikkus, taandatud merepinnale	1 516,592

b) kui kriipsude numbrid kasvavad lindi kummagi otsa poole, võtavad valemi liikmed kuju:

$$nl + \Sigma(E + T);$$

c) kui jaotuste numbrid kasvavad skaalade keskelt äärte poole, kirjutatakse valemi liikmed järgmiselt:

$$nl - \Sigma(E - T).$$

Baasi lõplik pikkus saadakse pärast redutseerimist tasapinnale Gauss-Krügeri projektsioonis, andes plussmärgiga paranduse:

$$\Delta S = S \frac{y^2}{2R^2},$$

mis valitakse Gauss-Krügeri projektsioonis joonte pikkuste tasapinnale redutseerimise tabelist (vt. lk. 298).

Kõik parandused arvutatakse kuni meetri tuhandikosadeni, lõplik baasi pikkus aga ümardatakse kuni meetri sajandikeni. Baasi mõõtmise relatiivne viga peab olema alla 1 : 20 000.

Edasi kirjutatakse väliraamatu esimese kaanelehe pöördele nende punktide nimetused ja numbrid, milledelt tehtud vaatlused on kantud antud väliraamatusse.

Pärast seda nurgad jaamades tasandatakse saadud horisondi sulgemisvea jaotamisega võrdselt igale nurgale põhisuundade rühmade jaoks ja nurkade summa sulgemisvea jaotamisega kõigile nurkadele täienduspunktide rühmade jaoks.

Pärast seda tehakse võrgu külgede eelarvutused vahenditult mõõdetud nurkade järgi, kasutades viiekohalisi logaritmide tabeleid. See on vajalik, et saada triangulatsiooni külgede ligikaudseid pikkusi tsentreerimiste arvutamiseks.

Kolmnurkade nr.	Punktide nimetus	Taandatud nurgad	Parandused	Tasapinnalised nurgad	Külgede (meetrites) logaritmid	Nurkade siinuste logaritmid	Külgede pikkused (meetrites)
1	2	3	4	5	6	7	8
					0,43612		
1	Tähis nr. 2	21°29′,4			2,72803	9,85953	
	„ nr. γ	46 21 ,4			3,02368	3,16415	
	„ nr. 1	112 09 ,3			3,13084	9,96669	
		180°00′,1					
		+ 0′,1					

Kolmnurkade nr.	Punktide nimetus	Taandatud nurgad	Parandused	Tasapinnalised nurgad	Nurkade siinuste logaritmid	Külgede (meetrites) logaritmid	Külgede pikkused (meetrites)
1	2	3	4	5	6	7	8
					0,06531	3,46759	
1	Tähis nr. 2	59°21′,4			9,93469	3,40288	2525,10
	„ nr. γ	73 53 ,3			9,98260	3,45019	2819,60
	„ nr. 1	46 45 ,0			9,86235	3,32994	2137,80
		179°59′,7					
		— 0′,3					

Kolmnurkade eelarvutused. Kolmnurkade ligikaudse lahendamise skeem on toodud lk. 238.

Kolmnurkade ligikaudse lahendamise järjekord seisneb järgmises:

Lahtris 3 : a) teisele reale kirjutada baasi või lähtekülje vastas olev paarisarvuliselt märgitud sidenurk; b) kolmandale reale kirjutada vahenurk; c) neljandale reale kirjutada paarituarvuliselt märgitud sidenurk.

Lahtris 6: teisele reale joone alla kirjutada lähtekülje või baasi logaritm, joone peale esimesele reale aga sellele küljele vastasnurga siinuse logaritmi täiendus.

Lahtris 7: teisele reale kirjutada vahenurga siinuse logaritm, neljandale reale aga kirjutada 3-nda lahtri neljandas reas asetseva paarituarvulise märkimisega nurga siinuse logaritm.

Ahela igas järgnevas kolmnurgas on lähtekülje logaritm eelneva kolmnurga sidekülje logaritmiks, mis on kirjutatud 6-nda lahtri neljandale reale.

Arvutamist võib teha ka teisiti (vt. tabelit lk. 239).

Lahtris 6: kirjutada nurkade log sin.

Lahtris 7: teisele reale kirjutada lähtekülje või baasi logaritm.

Lahtris 6: joone peale kirjutada teises reas seisva siinuse logaritmi täiendus.

Lahtris 7: joone peale kirjutada 6-ndas lahtris joone peal seisva logaritmi täienduse ja 7-ndas lahtris joone all oleva lähtekülje või baasi logaritmi summa.

Seejärel arvutada järjestikuselt nurkade (γ ja 1) siinuste logaritmide ja 7-ndas lahtris joone peal seisva logaritmi summad

ning tulemused kirjutada 7-ndasse lahtrisse vastavate nurkade reale.

Tsentreerimiste arvutamine. Omades eelarvutustest tööpõhise võrgu kolmnurkade külgede ligikaudseid suurusi, asutakse edasi tsentreerimiste arvutamisele. Tsentreerimised arvutatakse järgmise valemi järgi:

$$C'' = \varrho \frac{\sin (M - \Theta)}{S \sin 1''},$$

kus ϱ on kaugus instrumendi tsentrist kuni märgi tsentrini;
S — kaugus tsentrist kuni vaadeldava esemeni;
Θ — nurk algsuuna ja tsentri märgi vahel;
M — antud esemele kulgeva suuna kraadiline suurus.

Näide. Valemid:

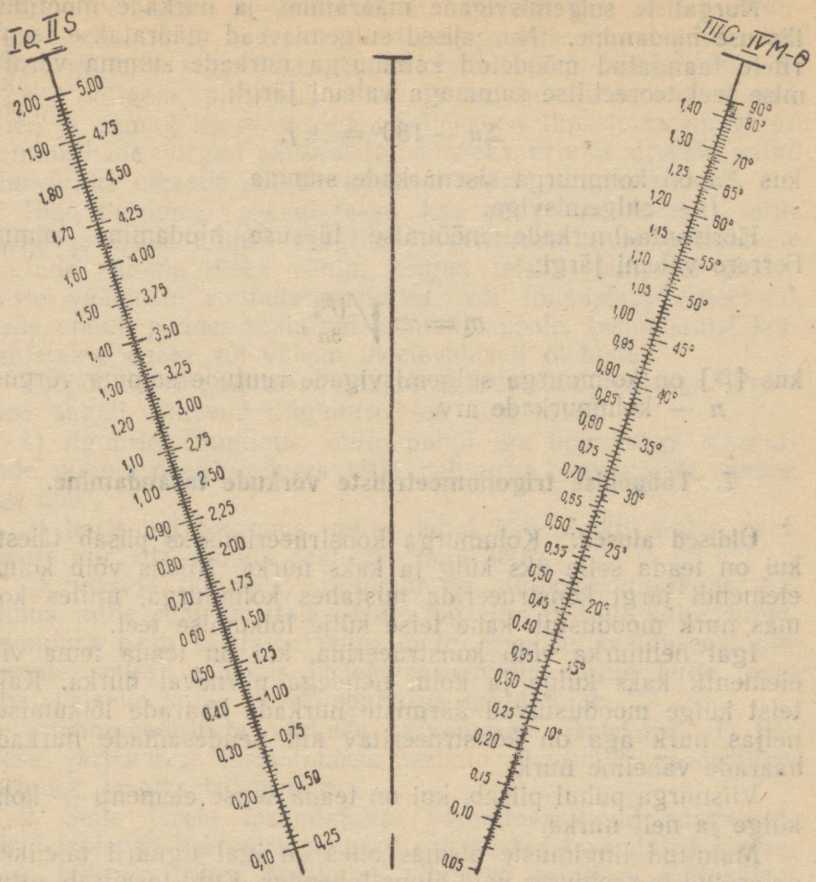
$$C'' = k \frac{\sin (M - \Theta)}{S}\ ;\ k = \frac{\varrho}{\sin 1''}$$

täiend. log sin $1'' = 5{,}3144$
$\varrho = 4{,}745 - 3{,}10 = 1{,}645$ m
5. log $\varrho = 0{,}2162$
6. täiend. log sin $1'' = 5{,}3144$
7. log $k = 5{,}5306$

Punkt A jaamas 1.

		Tähis nr. 1	Tähis nr. 2	Märkusi
1	M	0° 0′,0	43° 35′,6	Arvutusi on hõlpus kontrollida tsentreerimiste nomogrammiga (joon. 72).
2	Θ	82° 45′,0	82° 45′,0	
3	$(M - \Theta)$	277° 15′,0	320° 50′,6	
4	log sin $(M - \Theta)$	$9{,}9965_n$	$9{,}8003_n$	
8	log k	5,5306	5,5306	
9	täiend. log S	3,0164	4,8532	
10	log C''	$2{,}5435_n$	$2{,}1841_n$	
11	C''	−350″	−153″	
12	$C' - C''_0$	0′,0	+3′,3	
13	$M_{taand.}$	0° 0′,0	43° 38′,9	
14	Kontroll nomogrammi järgi (vt. lk. 241).			

Saanud tsentrile taandatud nurgad, ümardatakse edasi sulgemisvead kolmnurkades ja teostatakse siis trigonomeetrilises võrgus mõõdetud nurkade täpsuse hindamine.



Joon. 72.

Nomogrammi kasutamise reeglid.

1. Mõõdetud ϱ ja arvutatud $M - \Theta$ järgi tselluloidjoonlaua asetamisel skaalade I ja IV vastavate jaotuste juurde märgitakse pliiatsiga keskmisele joonele abipunkt.

2. Mõõdetava nurga haara pikkuse ja abipunkti järgi joonlaua uuesti asetamisega skaalalt III valitakse C kuni 0',001, mille suurus liidetakse suunale plussmärgiga, kui $M - \Theta$ on 0°-st kuni 180°-ni, ja miinusmärgiga, kui $M - \Theta$ on 180°—360° piirides.

3. $\varrho > 2$ m ja $S > 5$ km juures vähendatakse tsentreerimiste arvutamiseks suurused ϱ ja S kaks korda, kusjuures vastavalt vähendatakse ka saadud väärtused.

Nurgaliste sulgemisvigade määramine ja nurkade mõõtmise täpsuse hindamine. Nurgalised sulgemisvead määratakse tsentritele taandatud mõõdetud kolmnurga nurkade summa võrdlemise teel teoreetilise summaga valemi järgi:

$$\Sigma u - 180^0 = \pm f,$$

kus Σu on kolmnurga sisenurkade summa,
f — sulgemisviga.

Horisontaalnurkade mõõtmise täpsuse hindamine toimub Ferrero valemi järgi:

$$m = \pm \sqrt{\frac{[f^2]}{3n}},$$

kus $[f^2]$ on kolmnurga sulgemisvigade ruutude summa võrgus;
n — kolmnurkade arv.

7. Tööpõhise trigonomeetriliste võrkude tasandamine.

Üldised alused. Kolmnurga konstrueerimiseks piisab täiesti, kui on teada selle üks külg ja kaks nurka. Niisiis võib kolme elemendi järgi konstrueerida mistahes kolmnurga, milles kolmas nurk moodustub kahe teise külje lõikumise teel.

Igat nelinurka võib konstrueerida, kui on teada tema viis elementi: kaks külge ja kolm nendega piirnevat nurka. Kaks teist külge moodustuvad äärmiste nurkade haarade lõikumisel, neljas nurk aga on konstrueeritav kui nendesamade nurkade haarade vaheline nurk.

Viisnurga puhul piisab, kui on teada seitse elementi — kolm külge ja neli nurka.

Mainitud tingimuste olemas olles on igal figuuril täielikult määratud ja seejuures vaid ainus lahendus. Kuid tarvitseb antud figuuri lahendamiseks vajalikele tingimustele anda veel üks lisatingimus (kolmas nurk kolmnurgas, neljas nurk nelinurgas jne.), kui figuuri lahendamise võimalus kaotab oma määratavuse ja ühe ainsa lahendamise asemele tekib mitu uut.

Sellist lisatingimust nimetatakse liigseks tingimuseks. Liigseid mõõtmisi tehakse vajalike mõõtmiste kontrolliks, kuid teisest küljest, silmas pidades mõõtmisvigu ja liigse arvu mõõtmiste olemasolu, tekib mõõtmisresultaatide kooskõlastamise ehk tasandamise vajadus.

Et triangulatsioonis esinevad mõõtmiste objektidena nurgad ja küljed, siis võrkude tasandamise objektidena esinevad järelikult nende külgede või nurkade mõõtmisresultaadid, ja tasan-

damise ülesanne seisneb selles, et mõõtmisvigu jaotada figuuride elementidele sellise arvestusega, mille juures mistahes arvutuste kord kõigi figuuride elementide järgi annaks ühed ja samad külgede pikkused, ühed ja samad direktsioonnurgad, ühed ja samad koordinaadid. Selleks on ilmselt tarvis võrgu kolmnurkade nurgad parandada sellisteks, et nad alluksid antud alusvõrgus olevaile kõigile geomeetrilistele tingimustele.

Neid tingimusi saavutatakse kas range meetodiga, mille puhul peetakse silmas reeglit, et otsitavate nurgaparanduste ruutude summa oleks vähim kõigist teiste võimalike paranduste väärtuste ruutude summast, või lihtsustatud meetodil, mille puhul, püüdes mainitud printsiibi poole, tasandamist korraldatakse enam või vähem meelevaldseil oletustel.

Tööpõhise võrgud tasandatakse lihtsustatud viisidega. Praktikas sageli esinevad tingimused on järgmised:

1) figuuride tingimus, mille puhul iga kolmnurga sisenurkade summa peab võrduma 180°, nelinurga sisenurkade summa aga 360°;

2) horisondi tingimus, mille puhul ühe punkti ümber asetsevate nurkade summa peab võrduma 360°;

3) baaside (külgede) tingimus ja direktsioonnurkade tingimus, mille puhul mistahes külje logaritm ja selle külje direktsioonnurk peab saadama muutumatu arvulise avaldusena, olenemata sellest, millises järjekorras toimus antud külje logaritmi ja selle külje direktsioonnurga arvutamine.

Trigonomeetriliste võrkude tasandamise järjekord. 1. Esimeses järjekorras tasandatakse üksikud süsteemid: geodeetiline nelinurk, tsentraalsüsteemid.

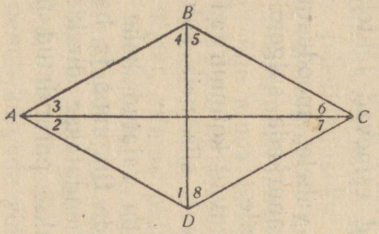
2. Selle järele tasandatakse varemtasandatud süsteemide piirides olevad kolmnurkade read ehk ahelad tasandatud süsteemide külgede vahel, kusjuures viimased esinevad lähtekülgedena.

3. Lähtekülgede ja lähtepunktide vahele moodustatakse lihtne kolmnurkade ahel, kusjuures kolmnurkade sulgemisviga jaotatakse võrdselt kõigile kolmele nurgale.

4. Kui kolmnurkade ahelatesse sisestuvad kolmnurgad juba tasandatud nurkadega eraldi süsteemidest, siis neis kolmnurkades ei kuulu nurgad enam muutmisele.

5. Kui kolmnurkade põhiline ahel on rajatud kahe külje vahele, kusjuures tekib direktsioonnurkade tingimus ja baaside tingimus, siis esimeses järjekorras lahendatakse direktsioonnurkade tingimus, mille järel lahendatakse parandatud nurkadega baasi tingimus.

Näide geodeetilise nelinurga tasandamiseks.



Valemid:

1. $1+2+3\ldots\ldots+8-360=w$

$(1)=(2)=(3)\ldots=(8)=-\frac{w}{8}$

$\delta=-\left(\frac{f}{4}+\frac{w}{8}\right)$

2. $(1+2)-(5+6)=f_1$; $(3+4)-(7+8)=f_2$

$(1)=(2)=-(5)=-(6)=-\frac{f_1}{4}$

$(3)=(4)=-(7)=-(8)=-\frac{f_2}{4}$

3. $\Sigma\log\sin[2n-1]-\Sigma\log\sin[2n]=v$

$\Delta=(1)=-(2)=(5)=-(6)=\ldots=(7)=-(8)=-\frac{v}{\Sigma n}$

$\Delta'=\frac{-v}{\Sigma n}=\frac{6}{111}=0',05$

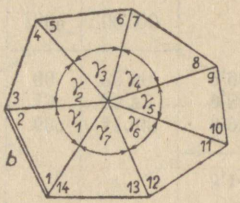
Saadud relatiivne viga: $\frac{\Delta s}{s}=\frac{v}{43\,000}=\frac{1}{7200}$

Tsentrile taandatud nurgad	$\frac{(1+2)}{(7+8)}$	$\frac{f_1}{f_2}$	$-\frac{f}{4}$	$-\frac{w}{8}$	$=\left(\frac{f}{4}+\frac{w}{8}\right)$	Parandatud nurgad	Nurkade siinuste logaritmid	Log sin muutumine 1′ jaoks	Teiskordne parandus Δ ±	Logaritmi parandus	Lõplikud nurgad
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	43° 55′,6	72° 21′,9		+0,02	+0′,05	+0,07	43° 55′,67	9,84121	13	+0′,05	+1	43° 55′,72
2	28° 26′,3		−0′,1	+0,03	+0,05	+0,08	28° 26′,38	9,67782	23	−0′,05	−1	28° 26′,33
5	38° 06′,3	72° 22′,0		−0,02	+0,05	+0,03	38° 06′,33	9,79034	16	+0′,05	+1	38° 06′,38
6	34° 15′,7			−0,03	+0,05	+0,02	34° 15′,72	9,75049	18	−0′,05	−1	34° 15′,67
3	37° 56′,1	107° 37′,7		+0,07	+0,05	+0,12	37° 56′,22	9,78872	17	+0′,05	+1	37° 56′,27
4	69° 41′,6		−0′,3	+0,08	+0,05	+0,13	69° 41′,73	9,97213	5	−0′,05	0	69° 41′,68
7	52° 01′,4	107° 38′,0		−0,07	+0,05	−0,02	52° 01′,38	9,89667	10	+0′,05	+1	52° 01′,43
8	55° 36′,6			−0,08	+0,05	−0,03	55° 36′,57	9,91656	9	−0′,05	0	55° 36′,52
Σ	359° 59′,6				+0′,40		360° 00′,00		111	0′,00		360° 00′,00
							Σlog sin [2n−1]	9,31694				
w	−0,4				−w		Σlog sin [2n]	9,31700				
								v −6				

Kolmnurkade lahendamine.

Punktid	Lõplikud nurgad		Nurkade siinuste logaritmid	Külgede logaritmid	Külgede pikkused	Punktid	Lõplikud nurgad		Nurkade siinuste logaritmid	Külgede logaritmid	Külgede pikkused
			3,22065	0,10332					3,10810	0,00091	
C	52⁰	01′,43	9,89668	3,11733		*C*	86⁰	17′,10	9,99909	3,10719	
D	99	32,24	9,99397	3,22462		*D*	55	36,52	9,91656	3,02466	
A	28	26,33	9,67781	2,89846		*B*	38	06,38	9,79035	2,89845	
	180⁰	00′,00					180⁰	00′,00			
			3,14520	0,02787							
B	69⁰	41′,68	9,97213	3,11733							
D	43	55,72	9,84122	2,98642							
A	66	22,60	9,96199	3,10664							
	180⁰	00′,00									

Näide tsentraalsüsteemi tasandamiseks.



Valemid:

1. $\Sigma\gamma - 360^0 = w$

   $\gamma' = \gamma - \frac{w}{n}$

2. $1 + \gamma'_1 + 2 - 180^0 = f$
3. $(1) = (2) = -\frac{f}{2}$ = esmased parandused
4. $\Sigma \log \sin [2n] - \Sigma \log \sin [2n-1] = v$
5. $\Delta' = (2) = -(1) = \ldots - (n) = \frac{v}{\Sigma n}$

kus Δ' — teiskordsed parandused

Tsentraalnurgad

Tsentrile taandatud nurgad γ		$-\frac{w}{n}$	Lõplikud nurgad γ'
γ_1	41°27′,2	+ 3	41°27′,5
γ_2	69°52′,6	+ 3	69°52′,9
γ_3	40°32′,4	+ 3	40°32′,7
γ_4	61°54′,2	+ 2	61°54′,4
γ_5	51°28′,5	+ 2	51°28′,7
γ_6	31°13′,7	+ 2	31°13′,9
γ_7	63°29′,7	+ 2	63°29′,9
Σ	359°58′,3	$-w$	360°00′,0
w	− 1′,7		

Kolmnurkade tasandamine

Kolmnurkade nr.	Tsentrile taandatud nurgad		$-\frac{f}{2}$	Parandatud nurgad	Nurkade (ilma nurkadeta γ') siinuste logaritmid	Siinuste logaritmide muutmine 1′ jaoks	Teiskordne parandus $\pm\Delta'$	Logaritmi parandus
I	2	53°27′,6	− 0,1	53°27′,5	9,90495	9	+ 0,1	+ 1
	γ'_1	41°27′,5						
	1	85° 5′,2	− 0,2	85°05′,0	9,99840	0	− 0,1	0
	Σ	180°00′,3						
	f_1	+ 0′,3						
II	4	55°30′,2	− 0,4	55°29′,8	9,91597	8	+ 0,1	+ 1
	γ'_2	69°52′,9						
	3	54°37′,8	− 0,5	54°37′,3	9,91135	9	− 0,1	− 1
	Σ	180°00′,9						
	f_2	+ 0′,9						

Kolmnurkade lahendamine

Lõplikud nurgad	Nurkade siinuste logaritmid	Külgede logaritmid	Külgede pikkused
		3,51717	
53°27′,6	9,90496	3,42213	2 643,2
41°27′,5	9,82098	3,38807	2 178,1
85°04′,9	9,99870	3,51552	3 277,7
180°00′,0			
		3,59959	
55°29′,9	9,91598	3,51557	3 277,7
69°52′,9	9,97265	3,57224	3 734,6
54°37′,2	9,91134	3,51093	3 243,0
180°00′,0			

											3,52022	
III	6	101°48′,9	+0,2	101°49′,1	9,99070	−2	+0,1	+1	101°49′,2	9,99071	3,51093	3 243,0
	γ′3	40°32′,7							40°32′,7	9,87256	3,39218	2 153,7
	5	37°38′,0	+0,2	37°38′,2	9,78579	16	−0,1	−2	37°38′,1	9,78577	3,30599	2 023,0
	Σ	179°59′,6							180°00′,0			
	f_3	−0,4										
											3,41607	
IV	8	50°54′,2	—	50°54′,2	9,88991	10	+0,1	+1	50°57′,3	9,88992	3,30599	2 023,0
	γ′4	61°54′,4							61°54′,4	9,94559	3,36166	2 299,6
	7	67°11′,4	—	67°11′,4	9,96464	6	−0,1	−1	67°11′,3	9,96463	3,38070	2 402,7
	Σ	180°00′,0							180°00′,0			
	f_4	−0,0										
											3,38405	
V	10	82°53′,1	+0,5	82°53′,6	9,99665	2	+0,1	0	82°53′,7	9,99665	3,38070	2 402,7
	γ′5	51°28′,7							51°28′,7	9,89341	3,27745	1 894,3
	9	45°37′,2	+0,5	45°37′,7	9,85420	12	−0,1	−2	45°37′,6	9,85418	3,23823	1 730,7
	Σ	179°59′,0							180°00′,0			
	f_5	−1,0										
											3,24222	
VI	12	82°15′,2	−0,2	82°15′,0	9,99601	2	+0,1	0	82°15′,1	9,99601	3,23823	1 730,7
	γ′6	31°13′,9							31°13′,9	9,71474	2,95696	905,6
	11	66°31′,4	−0,3	66°31′,1	9,96245	6	−0,1	−2	66°31′,0	9,96244	3,20466	1 602,0
	Σ	180°00′,5							180°00′,0			
	f_6	+0,5										
											3,42896	
VII	14	36°37′,4	+0,2	36°37′,6	9,77568	17	+0,1	+2	36°37′,7	9,77570	3,20466	1 602,0
	γ′7	63°29′,9							63°29′,9	9,95178	3,38074	2 403,0
	13	79°52′,4	+0,1	79°52′,5	9,99318	2	−0,1	−1	79°52′,4	9,99317	3,42213	2 643,2
	Σ	179°59′,7							180°00′,0			
	f_7	−0,3										

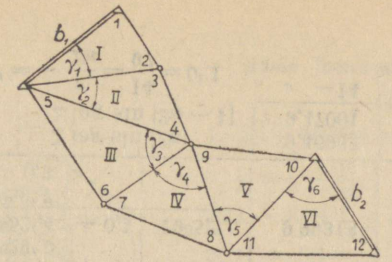
$$-\frac{\Sigma \log \sin [2n]}{\Sigma \log \sin [2n-1]} \quad \begin{matrix} 9{,}46987 \\ 9{,}47001 \end{matrix} \quad 97 \quad 0{,}0 \quad 14$$

$v \quad -14 \qquad\qquad 0{,}00$

$$\Delta' = -\frac{v}{\Sigma n} = \frac{14}{97} = 0',1$$

Saadud relatiivne viga:

$$\frac{\Delta s}{s} = \frac{s}{43\,000} = \frac{1}{3000}$$



$b_1 = 1\,756{,}1$
$b_2 = 1\,826{,}9$

Näide baasisüsteemi tasandamiseks.

Valemid:

1. $1 + 2 + \gamma_1 - 180^0 = f$
2. $(1) = (2) = (\gamma_1) = \frac{f}{3}$
3. $\Sigma \log \sin [2n-1] - \Sigma \log \sin [2n] + \log b_1 - \log b_2 = v;$
4. $\Delta' = (1) = -(2) = (3) = -(4) = \ldots = -\frac{v}{\Sigma n}$

Kolmnurkade tasandamine									Kolmnurkade lahendamine			
Kolmnurkade nr.	Tsentrile taandatud nurgad		Esmased parandused $-\frac{f}{3}$	Parandatud nurgad	Nurkade (ilma nurkadeta γ) siinuste logaritmid	Siinuste logaritmide muutumine 1′ jaoks	Teiskordne parandus $\pm\Delta'$	Logaritmi parandus	Lõplikud nurgad	Nurkade siinuste logaritmid	Külgede logaritmid	Külgede pikkused
										3,29821	0,05366	
I	2	62°06′,2	− 0,1	62°06′,1	9,94635	6	− 0,1	− 1	62°06′,0	9,94634	3,24455	1 756,1
	γ_1	29°33′,2	− 0,1	29°33′,1					29°33′,1	9,69504	2,99125	980,1
	1	88°20′,9	− 0,1	88°20′,8	9,99982	0	+ 0,1	0	88°20′,9	9,99982	3,29803	1 986,3
	Σ	180°00′,3		180°00′,0					180°00′,0			
	f_1	+ 0′,3										
										3,48425	0,18622	
II	4	40°38′,4	+ 0,1	40°38′,5	9,81380	15	− 0,1	− 2	40°38′,4	9,81378	3,29803	1 986,3
	γ_2	60°50′,3	+ 0,1	60°50′,4					60°50′,4	9,94115	3,42540	2 663,5
	3	78°30′,9	+ 0,2	78°31′,1	9,99122	2	+ 0,1	0	78°31′,2	9,99122	3,47547	2 969,0
	Σ	179°59′,6		180°00′,0					180°00′,0			
	f_2	− 0′,4										

										3,50496	0,02949	
III	6	110°52′,6	+ 0,1	110°52′,7	9,97050	— 5	— 0,1	+ 1	110°52′,6	9,97051	3,47547	2 969,0
	γ_3	29°39′,6	0	29°39′,6					29°39′,6	9,69447	3,19944	1 583,0
	5	39°27′,7	0	39°27′,7	9,80315	15	+ 0,1	+ 2	39°27′,8	9,80317	3,30813	2 033,4
	Σ	179°59′,9		180°00′,0					180°00′,0			
	f_3	— 0′,1										
										3,37344	0,06531	
IV	8	59°21′,8	— 0,1	59°21′,7	9,93470	7	— 0,1	— 1	59°21′,6	9,93469	3,30813	2 033,4
	γ_4	73°53′,3	— 0,1	73°53′,2					73°53′,2	9,98260	3,35604	2 270,6
	7	46°45′,1	0	46°45′ 1	9,86235	12	+ 0,1	+ 1	46°45′,2	9,86236	3,23580	1 721,6
	Σ	180°00′,2		180°00′,0					180°00′,0			
	f_4	+ 0′,2										
										3,23948	0,00368	
V	10	82°32′,8	+ 0,1	82°32′ 9	9,99632	2	— 0,1	0	82°32′,8	9,99632	3,23580	1 721,6
	γ_5	31°55′,0	0	31°55′,0					31°55′,0	9,72319	2,96267	917,9
	9	65°32′,0	+ 0,1	65°32′,1	9,95915	6	+ 0,1	+ 1	65°32′,2	9,95916	3,19864	1 580,5
	Σ	179°59′,8		180°00′,0					180°00′,0			
	f_5	— 0′,2										
										3,28434	0,08570	
VI	12	55°10′,8	0	55°10′,8	9,91431	8	— 0,1	— 1	55°10′,7	9,91430	3,19864	1 580,5
	γ_6	53°13′,7	0	53°13′,7					53°13′,7	9,90365	3,18799	1 542,5
	11	71°35′.4	+ 0,1	71°35′,5	9,97719	4	+ 0,1	0	77°35′,6	9,97719	3,26153	1 826,9
	Σ	179°59′,9		180°00′,0		72			180°00′,0			
	f_6	— 0′,1										

$\Sigma \log \sin [2n-1] \ldots 9{,}59288$

$\Sigma \log \sin [2n] \ldots\ldots 9{,}57398$

$v_1 \ldots\ldots 0{,}01690$

$+ \log b_1$	3,24455
$v_1 + \log b_1$	3,26145
$- \log b_2$	3,26153
v	— 8

$$\Delta' = \frac{v}{\Sigma n} = \frac{8}{72} = 0',1$$

Saadud relatiivne viga:

$$\frac{\Delta s}{s} = \frac{v}{43\,000} = \frac{8}{43\,000} = \frac{1}{5375}$$

6. Lahendanud figuuride, direktsioonnurkade ja baaside tingimuse, asutakse lõplikule kolmnurkade lahendamisele ja punktide koordinaatide arvutamisele.

7. Pärast võrgu tasandamist arvutatakse täiendavad punktid (vähemalt kolmest punktist otselõike juures ja neljast suunast vastulõike juures).

Leheküljel 244 on toodud näide geodeetilise nelinurga tasandamiseks.

Seletus tööpõhise võrkudes oleva geodeetilise nelinurga tasandamise skeemi juurde.

Figuuride tingimusest ja summade tingimusest määrata esmased parandused, milleks:

a) teise lahtrisse kirjutada vastakuti asetsevate kolmnurkade aluste juures olevad sidenurgad: 1, 2 ja 5, 6 ühest kolmnurkade paarist, 3, 4 ja 7, 8 teisest kolmnurkade paarist;

b) summeerida lahter 2, tulemus võrrelda 360°-ga, leitud sulgemisviga w jagada geodeetilise nelinurga nurkade arvuga, s. t. 8-ga, ja tulemus kirjutada vastupidise märgiga 6-nda lahtri kõigile ridadele;

c) võtta nurkade summa paariti $1+2$, $5+6$ ja $3+4$, $7+8$ ning tulemused kirjutada 3-ndasse lahtrisse;

d) leida 3-ndas lahtris saadud summade vahed, s. t. $(1+2)-(5+6)$ ja $(3+4)-(7+8)$, ning nende vahede tulemused f_1, f_2 kirjutada 4-ndasse lahtrisse;

e) vahedest ehk sulgemisvigadest f_1 ja f_2 jagada igaühte 4-ga ja saadud jagatised kirjutada 5-ndasse lahtrisse järgmiselt: neljale esimesele reale nelinurga esimese ja teise nurga vastu kas jagatise sama või vastupidise märgiga, kuid viienda ja kuuenda nurga vastu — vastupidise märgiga; täpselt samuti toimida suurusega: $\frac{f_2}{4}$ nurkade 5, 6 ja 7, 8 jaoks;

f) liita 5-nda ja 6-nda lahtri suurused, saadav summa kirjutada 7-ndasse lahtrisse; seega lõpeb esmaste paranduste otsimine;

g) esmased parandused 7-ndast lahtrist anda kõigile nurkadele 2. lahtris ja saadavad parandatud nurgad kirjutada 8-ndasse lahtrisse.

Kontroll. Nelinurga kõigi nurkade summa peab võrduma 360°; vastakuti seisvate kolmnurkade paariti võetud sidenurkade summad peavad olema omavahel võrdsed;

h) 5-kohaliste logaritmide tabelite järgi leida parandatud nurkade siinuste logaritmid, võttes ühtlasi siinuste logaritmide

vastavad tabelivahed ühe minuti tagant. Leitud andmed kirjutada 9-ndasse ja 10-ndasse lahtrisse.

Edasi määrata külgede tingimusest teisesed parandused, milleks:

i) liita eraldi paaritu- ja paarisarvuliste nurkade logaritmid; esimesest summast lahutada teine;

j) saadud vahe v jagada logaritmide muutuste summaga, s. t. 10-nda lahtri summaga, see annab teisese paranduse suuruse;

k) leitud suurus Δ' kirjutada 11-nda lahtri kõigile ridadele järgmiselt: nelinurga paarituarvuliste nurkade vastu — otsese märgiga, kuid paarisarvuliste vastu — vastupidise märgiga;

l) võtta 10-ndas ja 11-ndas lahtris olevate arvude korrutised ja tulemused kirjutada 12-ndasse lahtrisse;

m) 8-ndas lahtris olevatele parandatud nurkadele anda parandused 11-ndast lahtrist, millega lõpebki nelinurga lõplike nurkade leidmine (kirjutada skeemi viimasesse lahtrisse).

Kontroll (vt. punkt g).

Edasi, nelinurga lõplike nurkade, nurkade siinuste parandatud logaritmide ja nelinurga ühe külje logaritmi järgi leitakse kõigi nelinurga ülejäänud külgede logaritmid, mis on esitatud skeemis „Kolmnurkade lahendamine".

Seletus tsentraalsüsteemi tasandamise skeemi juurde (lk. 246).

1. Esmaste paranduste määramine.

a) Horisondi tingimusest määrata süsteemi tsentraalpunkti ümber asetsevate nurkade vead, milleks moodustada nende nurkade summa, võrrelda 360^0-ga ja saadav sulgemisviga jagada vastupidise märgiga võrdselt samadele nurkadele.

b) Tsentraalsüsteemi figuuride tingimusest määrata sulgemisvead kolmnurkades ja need jagada võrdselt kõigile nurkadele, välja arvatud nurgad γ_1, γ_2, $\gamma_3 \cdots$

c) Parandatud nurkade järgi (ilma γ-ta) leida nurkade siinuste logaritmid ja vastavad logaritmide muutumised ühe minuti tagant.

2. Teiseste paranduste määramine.

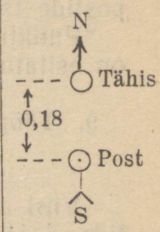
Külgede tingimusest määrata teisesed parandused järgmiselt: paarisarvuliste nurkade siinuste logaritmide summast lahutada paarituarvuliste nurkade siinuste logaritmide summa ja saadav vahe jagada logaritmide muutumise summaga; edasine tasandamine ei erine millegagi tasandamise korrast geodeetilises nelinurgas.

Kolmnurkade nr.	Punktide nimetused ja numbrid	Tasandatud nurgad	Direktsioonnurgad t	$\frac{\log \Delta x}{\log \cos t}$ $\log d$ $\frac{\log \sin t}{\log \Delta y}$	Koordinaatide juurdekasvud ±	Δx	±	Δy
	△ nr. 10	62° 10′,7						
				3,28197 9,97124 3,31073		0,00		0,00
			200° 37′,4		—	1 914,13	—	720,37
				9,54682 2,85755				
	♁ Holm	76° 07′,6						
				3,18754 9,75309 3,43445		+0,01		0,00
			304° 29′,8		+	1 540,07	—	2 241,10
				9,91601 3,35046				
	△ Kurõn	41° 41′,7						
				2,57292 9,09797 3,47495		+0,01		0,00
			82° 48′,1		+	374,04	+	2 961,47
				9,99656 3,47151				
					+	1 914,11	+	2 961,47
					—	1 914,13	—	2 961,47
						—0,02		0,00

Baasisüsteemi tasandamise kord on oma sisult analoogiline tsentraalsüsteemi tasandamise korraga, vahe seisneb vaid selles, et baasisüsteemis esmased parandused leitakse kohe figuuride tingimusest.

8. Trigonomeetrilise võrgu punktide juurdekasvude ja ristkoordinaatide arvutamine.

Töökoordinaatide arvutamine. Kui tootmistingimuste kohaselt tekib vajadus tööpõhise punktide koordinaatide saamiseks

Koordinaadid				Kaugus tähise keskpunktist kuni posti tsentrini	Tsentrite koordinaadid		Märgi joonis
±	x	±	y		X	Y	
—	6 409,88	+	18 269,13	0,18	—6 410,06	+18 269,13	
—	8 324,01	+	17 548,76	0,19	—8 324,20	+17 548,76	
—	6 783,93	+	15 307,66	0,17	—6 784,10	+15 307,66	

kiirendatud korras, võib selleks otstarbeks kasutada triangulatsiooni ülesannete lahendamise võtteid, mis on esitatud käesolevas käsiraamatus, § 9.

Juurdekasvude ja lõplike koordinaatide arvutamine. Kasutades kolmnurkade tasandatud nurki, külgede kooskõlastatud direktsioonnurki ja külgede logaritme, arvutatakse trigonomeetriliste võrkude koordinaatide juurdekasvud viiekohaliste logaritmide tabelite järgi täpsusega kuni 0,01 m valemite põhjal:

$$\Delta x = d \cos t,$$
$$\Delta y = d \sin t,$$

mis logaritmi kujul omavad avaldusi:

$$\log \Delta x = \log d + \log \cos t,$$
$$\log \Delta y = \log d + \log \sin t,$$

kus d on külje pikkus (meetrites);
t — direktsioonnurk.

Koordinaatide lõplikud väärtused arvutatakse tavalises korras, kusjuures tähiste tsentrite koordinaadid arvutatakse ümber postide tsentritele.

Punktide juurdekasvude ja koordinaatide arvutuslehe näidis on esitatud lk-del 252 ja 253.

9. Tööpõhise punktide koordinaatide arvutamise kiirendatud viisid [1].

Viisi alus. Kui kolmnurgas ABP (joon. 73) on antud punktide A ja B koordinaadid, siis punkti P koordinaadid leitakse avaldistest:

$$x_p = \frac{x_a \cot\beta + x_b \cot\alpha - y_a + y_b}{\cot\alpha + \cot\beta}, \quad (1)$$

$$y_p = \frac{y_a \cot\beta + y_b \cot\alpha + x_a - x_b}{\cot\alpha + \cot\beta}. \quad (2)$$

Kontroll:

$$x_b = \frac{x_p \cot\alpha + x_a \cot\gamma - y_p + y_a}{\cot\alpha + \cot\gamma}, \quad (3)$$

$$y_b = \frac{y_p \cot\alpha + y_a \cot\gamma + x_p - x_a}{\cot\alpha + \cot\gamma}. \quad (4)$$

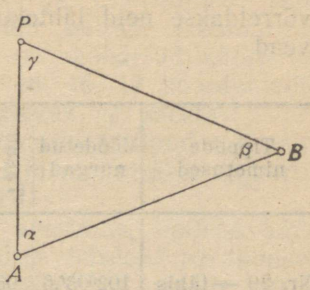
Kolmnurga tippude koordinaatide arvutamise skeem.

Punktide nimetus	Nurgad	Nurkade kootangensid	x	y
		$\cot\alpha + \cot\gamma$		
P	γ	$\cot\gamma$	x_p	y_p
A	α	$\cot\alpha$	x_a	y_a
B	β	$\cot\beta$	x_b	y_b
	$180^0 00',0$	$\cot\alpha + \cot\beta$		

[1] Näited on võetud V. Kogani artiklist ajakirjas „Геодезист" nr. 8, 1939. a.

Valemid (1), (2), (3) ja (4) lubavad aritmomeetri kasutamisel võrdlemisi kiiresti ja lihtsalt lahendada tööpõhise punktide koordinaatide arvutamisega seotud rea ülesandeid. Allpool tuuakse praktikas enamvähem sageli esinevaid näiteid.

Kolmnurkade ahela lülitamine vanema klassi triangulatsiooni külje ja punkti vahele. Antud kindelpunktide A, B, C (millede koordinaadid on teada) vahele on korraldatud neljast kolmnurgast koosneva ahela lülitamine (1. skeem). Määrata punktide 20, 33, 35 koordinaadid.



Joon. 73.

Arvutused tehakse järgmises korras:

1. 1. skeemi lahtris „Tippude nimetused" kirjutatakse välja kolmnurkade tipud, alates määratavast punktist (punktid valitakse võrgu skeemilt kellaosuti käigule vastupidises suunas).

2. Lahtris „Mõõdetud nurgad" arvutatakse sisenurkade summa ja määratakse sulgemisviga v.

3. Lahtrisse „Tasandatud nurgad" kirjutatakse suuruse $-\frac{v}{3}$ võrra parandatud nurgad.

4. Lahtrisse „Nurkade kootangensid" kirjutatakse tasandatud nurkade kootangensite suurused trigonomeetriliste funktsioonide väärtuste viiekohalistest tabelitest (Petersi ja teiste tabelid) kuni viienda kohani ja liidetakse igas kolmnurgas keskmise nurga kootangens eraldi ülemise ja alumise nurga kootangensiga, kirjutades esimese summa ülemise nurga kootangensiga kohakuti ülespoole, teise summa aga alumise nurga kootangensi alla.

5. Lahtrisse „x" ja „y" kirjutatakse esimese kolmnurga vastavate tippude vastu punktide B ja C koordinaatide väärtused.

Otsitava punkti koordinaatide määramise valemite järgi leitakse punkti 20 koordinaadid järgmiselt: võetakse ristakuti paiknevate abstsisside ja kootangensite korrutised ning resultaadid liidetakse; sellest summast lahutatakse esimese ordinaadi väärtus ja liidetakse teise ordinaadi väärtus. Saadud resultaat jagatakse kootangensite summaga, mis annab punkti 20 abstsissi suuruse.

Analoogiliselt arvutatakse punkti 20 ordinaat.

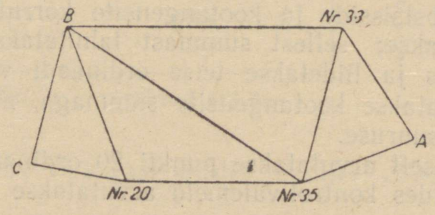
6. Kasutades kontrollvalemeid arvutatakse punkt C.

7. Teises kolmnurgas on lähtepunktideks punktid *B* ja 20; kolmandas — *B* ja 35. Arvutused ja kontroll toimub analoogiliselt eelnenule.

8. Viimases kolmnurgas arvutatakse punkti *A* koordinaadid, võrreldakse neid lähtekoordinaatidega ja määratakse sulgemisvead.

1. skeem.

Tippude nimetused	Mõõdetud nurgad	Tasandatud nurgad	Nurkade cot	*x*	Parandused	*y*	Parandused
			1,52417				
Nr. 20 — tähis	102°03',6	03',8	— 0,21371	11007,9	+ 0,2	45035,4	+0,1
B—püramiid	29 54 ,9	55 ,0	1,73788	13976,5		48529,9	
C—püramiid	48 01 ,0	01 ,2	0,89977	12884,4		42597,8	
	179 59 ,5	00 ,0	2,63765				
Nr. 20 — tähis				11008,1		45035,5	
			1,26597				
Nr. 35 — tähis	79 31 ,8	31 ,6	0,18486	10063,3	+ 0,4	48057,5	+0,3
B—püramiid	42 46 ,3	46 ,1	1,08111	13976,5		48529,9	
Nr. 20 — tähis	57 42 ,4	42 ,3	0,63204	11007,9		50035,4	
	180 00 ,5	00 ,0	1,71315				
Nr. 35 — tähis				10063,7		48057,8	
			0,52147				
Nr. 33 — tähis	65 48 ,1	47 ,9	0,44945	13585,2	+ 0,3	50542,4	+0,2
B—püramiid	85 53 ,0	52 ,8	0,07202	13976,5		48529,9	
Nr. 35 — tähis	28 19 ,6	19 ,3	1,85548	10063,3		48057,5	
	180 00 ,7	00 ,0	1,92750				
Nr. 33 — tähis				13585,5		50542,6	
			0,79212				
A—püramiid	58 50 ,8	51 ,0	0,60443	11178,0	+ 0,6	52880,4	+0,4
Nr. 33 — tähis	79 22 ,0	22 ,2	0,18769	13585,2		50542,4	
Nr. 35 — tähis	41 46 ,7	46 ,8	1,11920	10063,3		48057,5	
	179 59 ,5	00 ,0	1,30689				



9. Saadud sulgemisvead jaotatakse võrdeliselt kolmnurkade vahekülgede arvuga käikudele $B — 33 — A$ ja $C — 20 — 35 — A$.

Kolmnurkade ahela lülitamine vastastikku nähaolevate punktide vahele. Antud kindelpunktide C ja D (millede koordinaadid on teada) vahele on teostatud neljast kolmnurgast koosneva ahela lülitamine, kusjuures on mõõdetud külgnevad nurgad α ja β. Määrata punktide 8, 18, 16, 17 koordinaadid. Arvutusi toimetatakse järgmises järjekorras (2. skeem):

1. 2. skeemi kirjutatakse välja kolmnurkade tipud sellesama põhimõtte järgi nagu eelmises näiteski ja määratakse figuuride tingimuse kohaselt esmased parandused.

2. Koostatakse direktsioonnurkade tingimus, näiteks käiku $C — 8 — 16 — D$ mööda, ja määratakse teisesed parandused.

3. Antakse mõõdetud nurkadele esmaste ja teiseste parandute algebraline summa ja tulemused kirjutatakse lahtrisse „Tasandatud nurgad".

4. Antud kindelpunktidest võetakse ühe koordinaadid võrdseks nulliga (näiteks on võetud punkt D) ja määratakse (kaardi järgi) joone $D — 17$ ligikaudne pikkus; näites on joone $D — 17$ pikkus võrdne 1563 m.

Saanud asimuudi $(D — 17)$ [näites $(D — 17) = 17^{0}63',9$] ja koordinaadid $X_D = 0$, $Y_D = 0$, leitakse punkti 17 koordinaadid.

5. Punktide D ja 17 leppekoordinaatide järgi arvutatakse ahela kõigi tippude leppekoordinaadid sama reegli järgi, mis esines eelmises näites.

6. Määratakse siirmiskorrutaja ehk -koefitsient k valemi järgi:

$$k = \frac{\Delta x'_C}{x'_C} = \frac{\Delta y'_C}{y'_C},$$

kus $\Delta x'_C = (x_C - x_D) - x'_C$;

$\Delta y'_C = (y_C - y_D) - y'_C$.

7. Leitakse kõigi punktide leppekoordinaatidele parandused valemi järgi:

$$\Delta x = kx'; \quad \Delta y = ky'.$$

8. Määratakse koordinaatide lõplikud väärtused valemite järgi:

$$x_0 = x' + kx' + x_D; \quad y_0 = y' + ky' + y_D,$$

kus x', y' on leppekoordinaadid;

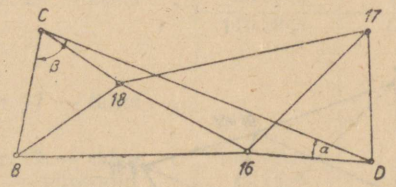
kx', ky' — parandused leppekoordinaatidele;

x_D, y_D — punkti D koordinaadid.

2. skeem.

Tippude nimetused	Mõõdetud nurgad	Parandused 1.	Parandused 2.	Tasandatud nurgad	Nurkade cot	$\frac{x}{\Delta x'}{x'}$	$\frac{y}{\Delta y'}{y'}$
					1,09225		− 7,6
Nr. 16 — tähis	47°33′,7	+ 0′,1	− 0′,1	47°33′,7	0,91382	+ 3,9	− 1495,8
D—püramiid	79 52,8	+ 0,1	+ 0,1	79 53,0	0,17843	+ 768,0	0,0
Nr. 17 — tähis	52 33,2	+ 0,1	0,0	52 33,3	0,76580	− 0,0	+ 458,6
	179 59,7	+ 0,3	0,0	180 00,0	0,94423	+ 1494,2	
Nr. 16 — tähis							5 655481,1
						5 810960,7	
					1,01911		− 14,0
Nr. 18 — tähis	36 11,7	+ 0,1	0,0	36 11,8	1,36647	+ 11,8	− 2773,6
Nr. 16 — tähis	109 09,3	+ 0,1	− 0,1	109 09,3	0,34736	+ 2315,9	− 1495,8
Nr. 17 — tähis	34 38,8	0,0	+ 0,1	34 38,9	1,44697	+ 768,0	+ 458,6
	179 59,8	+ 0,2	0,0	180 00,0	1,09961	+ 1494,2	
Nr. 18 — tähis							5 654196,9
						5 812516,5	
					1,80699		− 20,7
Nr. 18 — tähis	50 17,0	− 0,2	− 0,1	50 16,7	0,83085	+ 5,0	− 4082,3
Nr. 16 — tähis	45 41,8	− 0,2	− 0,1	45 41,5	0,97614	+ 983,8	− 1495,8
Nr. 18 — tähis	84 01,8	− 0,2	+ 0,2	84 01,8	0,10457	+ 768,0	− 2773,6
	180 00,6	− 0,6	0,0	180 00,0	1,08074	+ 2315,9	

Nr. 8 — tähis					5 811177,6	5 652881,5
				2,02851	+ 17,6	— 19,9
C — püramiid	48 42,7	+ 0,2	+ 0,1	48 43,0	0,87801	+ 3464,2	— 3930,8
Nr. 8 — tähis	40 59,7	+ 0,2	— 0,1	40 59,8	0,15050	+ 983,8	— 4082,3
Nr. 18 — tähis	90 17,0	+ 0,2	0,0	90 17,2	— 0,00500	+ 2315,9	— 2773,6
	179 59,4	+ 0,6	0,0	180 00,0	1,14550		
Nr. 17 — tähis						5 811690,6	5 657445,4
α	14 12,7		— 0,2				
β	52 06,7		— 0,2				



$x_D = 5\,810\,188{,}8$ $\quad$ $y_D = 6\,656\,984{,}5$

$x_C = 5\,813\,670{,}6$ $\quad$ $y_C = 6\,653\,033{,}8$

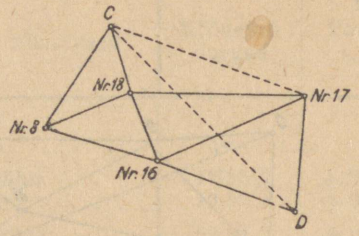
$x_C - x_D = +3481{,}8$ $\quad$ $y_C - y_D = -3950{,}7$

$x_C' = +3464{,}2$ $\quad$ $y_C' = -3930{,}8$

$\Delta x_C' = +17{,}6$ $\quad$ $\Delta y_C' = -19{,}9$

$$k = \frac{+17{,}6}{3464{,}2} = +0{,}00508; \qquad k = \frac{-19{,}9}{-3930{,}8} = +0{,}00507$$

3. skeem.



$x'_D = 10\,000{,}0 \quad y'_D = 10\,000{,}0 \quad (D - 17) = 0^0 00',0$

$x'_{17} = 11\,000{,}0 \quad y'_{17} = 10\,000{,}0 \quad D - 17 = 1000{,}0$

$\tan (D - C)' = 2{,}21216$

$\alpha = 65^0 40',5; \quad \alpha = 294^0 19',5$

$\tan (C - 17) = 8{,}02444$

$\alpha = 82^0 53',8; \quad \alpha = 97^0 06',2$

Lähtekoordinaadid $x_C = 5813670{,}6 \quad y_C = 6653033{,}8$

Arvutatud koordinaadid	5813671,4	6653033,4
	$v_x = +0{,}8$	$v_y = -0{,}4$

Tippude nimetused	Mõõdetud nurgad	Tasandatud nurgad	Nurkade cot	x'	y'	x	y
			1,09278			−0,3	+0,1
Nr. 16 — tähis . .	47°33',7	33',7	0,91435	10189,0	8941,2	5810961,0	6655480,9
D — püramiid . .	79 52 ,9	53 ,0	0,17843	10000,0	10000,0	5810188,8	6656984,5
Nr. 17 — tähis . .	52 33 ,2	33 ,3	0,76580	11000,0	10000,0	5811690,8	6657445,6
	179 59 ,3	00 ,0	0,94423				
Nr. 18 — tähis . .						5812516,6	6654196,8
			1,01911			−0,5	+0,2
Nr. 18 — tähis . .	36 11 ,7	11 ,8	1,36647	10895,7	7869,2	5812517,1	6654196,6
Nr. 16 — tähis . .	109 09 ,3	09 ,3	−0,34736	10189,0	8941,2	5810961,0	6655480,9

Nr. 17 — tähis . .	34 38,8	38,9	1,44697	11000,0	10000,0	5811690,8	6657445,6
	179 59,8	00,0	1,09961				
Nr. 8 — tähis . .						5811177,5	6652881,3
			1,80699			−0,6	+0,3
Nr. 8 — tähis . .	50 17,0	16,7	0,83085	8835,3	7319,0	5811178,1	6652881,0
Nr. 16 — tähis . .	45 41,7	41,5	0,97614	10189,0	8941,2	5810961,0	6655480,9
Nr. 18 — tähis . .	84 02,0	01,8	0,10457	10895,7	7869,2	5812517,1	6654196,6
	180 00,7	00,0	1,08071				
Nr. 16 — tähis . .						5810960,7	6655481,0
			2,02851			−0,8	+0,4
C — püramiid . .	48 42,8	43,0	0,87801	11380,6	6945,9	5813671,4	6653033,4
Nr. 8 — tähis . .	40 59,7	59,8	1,15050	9835,3	7319,0	5811178,1	6652881,0
Nr. 18 — tähis . .	90 17,0	17,2	−0,00500	10895,7	7869,2	5812517,1	6654196,6
	179 59,5	00,0	1,14550				
Nr. 17 — tähis . .						5811690,6	6657445,7
			3,10150			−0,2	+0,1
Nr. 17 — tähis . .	97 06,2	—	−0,12466			5811690,8	6657445,6
C — püramiid . .	17 13,3	—	3,22616			5813670,6	6653033,8
D — püramiid . .	65 40,5	—	0,45204			5810188,8	6656984,5
	180 00,0	—	3,67820				

Kolmnurkade ahela lülitamine vanema klassi triangulatsiooni punktide vahele, milledel puudub vastastikune nähtavus. Antud kindelpunktide C ja D (millede koordinaadid on teada) vahele on teostatud neljast kolmnurgast koosneva ahela lülitamine. Määrata punktide 8, 18, 16, 17 koordinaadid (3. skeem).

Arvutused teostatakse järgmises korras:

1. 3-nda skeemi esimeses neljas lahtris toimub sissekandmine ja arvutamine täpselt samuti, nagu see toimus 1. skeemi järgi.

2. Võetakse punkti D, asimuudi $(D - 17)$ ja joonepikkuse $D - 17$ väärtus võrdseks mingite leppearvudega.

Näites $x'_D = 10\,000{,}0$ ja $y'_D = 10\,000{,}0$, $(D - 17) = 0^g00'{,}0$ ja $D - 17 = 1\,000{,}0$ m. Selle põhjal $x'_{17} = 11\,000{,}0$ ja $y'_{17} = 10\,000{,}0$.

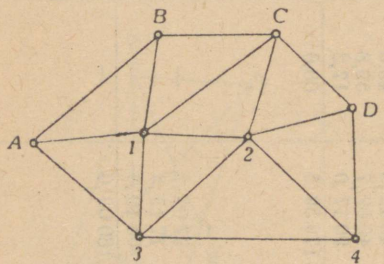
3. Kirjutatakse saadud leppekoordinaadid esimesse kolmnurka ja arvutatakse punkti 16 leppekoordinaadid x'_{16} ja y'_{16}.

4. Järjestikuselt arvutatakse ülejäänud punktide ja punkti C leppekoordinaadid.

5. Arvutatakse leppedirektsioonnurgad $(D - C)$ ja $(C - 17)$.

6. Arvutatakse fiktiivse kolmnurga $17 - C - D$ nurgad punktide 17, C ja D leppekoordinaatide järgi.

7. Kirjutatakse 3-ndasse skeemi viienda (fiktiivse) kolmnurga nurgad ja, kasutades lähtekoordinaate x_c, y_c ja x_D, y_D, arvutatakse lahtreis „x" ja „y" punkti 17 koordinaadid.



Joon. 73 a.

8. Punktide D ja 17 koordinaatide järgi arvutatakse esimeses kolmnurgas x_{16} ja y_{16}, teises kolmnurgas x_{18}, y_{18} jne., neljandas kolmnurgas x_c, y_c.

9. Võrreldakse arvutatud koordinaate x_c, y_c punkti C antud koordinaatidega, mis annab sulgemisvead v_x ja v_y.

10. Antakse arvutatud koordinaatidele käigu külgede arvuga (näites on võetud käigud $D - 17 - 18 - C$ ja $D - 16 - 8 - C$) võrdelised parandused, saades pärast seda koordinaatide lõplikud väärtused.

Kolmnurkade võrgu lülitamine vanema klassi punktide vahele. (joon. 73 a). Antud kindelpunktide A, B, C, D vahele on

lülitatud võrk kolmnurkadest tippudega 1, 2, 3, 4. Määrata punktide 1, 2, 3, 4 koordinaadid.

Arvutused teostatakse 1. skeemi järgi, mille kohaselt:

1) arvutatakse punkti 1 koordinaadid kolmnurkadest $1 — C — B$ ja $1 — B — A$, ja lõplikeks koordinaatideks võetakse aritmeetiline keskmine koordinaatide kahest väärtusest;

2) arvutatakse punkti 2 koordinaadid kolmnurkadest $2 — C — 1$ ja $2 — C — D$; aritmeetiline keskmine koordinaatide kahest väärtusest annab otsitava punkti 2 koordinaadid;

3) analoogiliselt arvutatakse punktide 3 ja 4 koordinaadid.

10. Tööpõhise triangulatsiooni teostamise materjalide ja toimikute loetelu.

Tööde teostamise tulemusena on tarvis saada järgmised materjalid:

1) võrgu põhi- ja täienduspunktide rekognostseerimise väliraamatud;

2) võrgu põhi- ja täienduspunktide asetuse skeem kaardil kõigi kolmnurkade külgede ja täienduspunktidele kulgevate suundade näitamisega; skeemile kantakse võrguga tagatud planšettide raamid;

3) baaside mõõtmise ja nivellimise väliraamatud;

4) asimuutide astronoomiliste vaatluste väliraamatud;

5) horisontaal- ja vertikaalnurkade mõõtmise väliraamatud;

6) tsentreerimiste määramise väliraamatud, visandid tsentreerimiselementide äranäitamisega;

7) kõik võrgu eelarvutuste materjalid, nimelt: tasandamine jaamas, tsentreerimiselementide arvutamine ja tsentreerimisparanduste tegemine, nurkade täpsuse hindamine Ferrero valemi järgi;

8) baaside pikkuste arvutamine ja nende täpsuse hindamine;

9) astronoomiliste asimuutide ja nende järgi direktsioonnurkade arvutamine ja nende täpsuse hindamine;

10) võrgu punktide asetuse skeem kõigi mõõdetud nurkade, kolmnurkade sulgemisvigade, mõõdetud baaside pikkuste, võrgu antud kindlate külgede ja astronoomilistest vaatlustest saadud direktsioonnurkade ja võrgu lähtepunktide koordinaatide äranäitamisega;

11) kõik võrgu tasandamismaterjalid;

12) kolmnurkade lõplik lahendamine;

13) võrgu punktide koordinaatide arvutamine;

14) võrgu punktide kõrguste tasandamine;

15) täienduspunktide koordinaatide ja kõrguste arvutamine;
16) trigonomeetrilise võrgu kõigi punktide kataloog;
17) teostatud töö tehniline aruanne.

Kõik arvutusmaterjalid tuleb esitada süstematiseeritud kujul, eriliste kaante vahel. Tehniline aruanne peab sisaldama järgmisi andmeid:

1) missugune organisatsioon teostas tööd, töö otstarve;
2) tööde teostamise aasta, töötäitjate ja tööjuhatajate perekonnanimed;
3) instrumendid ja nende numbrid, täpsus, firma;
4) tööde teostamise kirjeldus;
5) külgnevad andmed ja lähteandmed;
6) kolmnurkade arv, külgede keskmine pikkus;
7) täidetud tööd iseloomustavad andmed (baaside absoluutsed ja relatiivsed vead, astronoomiliste asimuutide vead, horisondi sulgemisvead, nurga keskmine viga, kolmnurkade keskmised ja maksimaalsed vead jne.).

Tööpõhise punktide määramise polügonomeetriline meetod.

11. Polügonomeetrilised ja teodoliitkäigud.

Põhilised juhtlaused. Kinnises ja poolkinnises paikkonnas, kus triangulatsiooni arendamine on raskendatud, rajatakse polügonomeetrilised käigud, nende alusel aga tavalise täpsusega teodoliitkäigud. Polügonomeetrilised ja teodoliitkäigud rajatakse mööda tasaseid, mõõtmiseks soodsaid kohti: mööda raudteid, maanteid, mööda pinnas- ja külavaheteid, mööda metsasihte, piiripeenraid, aasu jne.

Sõltuvalt mõõdistatava pindala ulatusest, lähte- või sidumispunktide olemasolust ning asetusest, maastiku reljeefist ja maakorraldusliku projekti iseärasustest polügonomeetrilised ja teodoliitkäigud arendatakse:

1) kahe tugipunkti vahele üksikute käikudena;
2) lõikuvate käikude võrguna või sõlmpunkte moodustavate käikude süsteemidena, mis toetuvad mitmele tugipunktile;
3) ühele tugipunktile toetuvate kinniste polügoonidena;
4) rippuvate, mittesulguvate, ühele tugipunktile toetuvate käikudena;
5) tugipunktidega mitte seotud kinniste käikudena.

Ulatuslike pindalade mõõdistamiseks rakendatakse sagedamini käikude teist süsteemi. Kinniseid ja rippuvaid käike rajatakse mõnede tugipunktide siirmiseks, et võrku ühtlaselt antud maa-alale jaotada.

Kui mõõdistamisrajoonis üldse puudub tugivõrk või kui see on tunduval kaugusel, siis polügonomeetriliste ja teodoliitkäikude arendamine toimub vabas ehk iseseisvas süsteemis, koordinaatide suvalisest algusest.

Kahe tugipunkti vahele rajatava polügonomeetrilise käigu pikkus ei tohi ületada 15 km, teodoliitkäigu pikkus aga 8 km. Kui käigud moodustavad sõlmpunktidega süsteemi, siis käiku mööda mõõdetav kaugus igast sõlmpunktist lähima tugipunktini ei tohi ületada 10 km polügonomeetriliste käikude jaoks ja 5 km teodoliitkäikude jaoks.

Rippuvate polügonomeetriliste käikude pikkus ei tohi ületada 6 km, teodoliitkäikude pikkus — 3 km.

Polügonomeetrilise käigu küljed ei tohi olla alla 150 m, teodoliitkäigu küljed aga alla 75 m.

Polügonomeetrilised käigud rajatakse võimalikult sirgekujuliselt (välja venitatult): üksikute joonte või joonte kogumi pöördenurgad (erinevused 180°-st) ei tohi ületada 5°.

Polügonomeetriliste käikude jaoks relatiivne viga ei tohi ületada:

1 : 3000 käikude jaoks pikkusega kuni 2 km;
1 : 4000 „ „ „ „ 5 km;
1 : 5000 „ „ „ „ 8 km.

Kinnise teodoliitpolügooni või triangulatsioonipunktide vahele rajatud teodoliitkäigu relatiivne jooneline sulgemisviga ei tohi olla üle 1 : 2000. Mõõtmiste ebasoodsate tingimuste puhul (sood, mägine maastik, padrikud) sulgemisviga lubatakse kuni 1 : 1500.

Polügooni või käigu absoluutne jooneline sulgemisviga ei tohi ületada 4 meetrit mõõtkava 1 : 10 000 juures ja 8 meetrit mõõtkava 1 : 25 000 juures.

Väljavenitatud polügoonid, sõltumata nende perimeetrist, lõigatakse läbi diagonaalkäikudega selliselt, et iga üksik polügoon omaks kuju pikkuse suhtega laiusse ligikaudu 1,5 kuni 1.

Polügonomeetria ühe nurga mõõtmise keskmine ruutviga ei tohi ületada 15″ ja teodoliitkäigus — 0′,5.

Polügonomeetrilistes käikudes tõelise asimuudi määramist teostatakse:

1) ühel sõlmpunktist väljuvaist külgedest;

2) kõigi käikude keskkohas, millede pikkus tugipunktide vahel või tugipunkti ja sõlmpunkti vahel või lõppeks sõlmpunktide vahel ületab 7 km;

3) kinniste figuuride keskkohas, millede perimeeter ületab 7 km;

4) rippuvate käikude otstes.

Kõrguste siirmine polügonomeetriliste käikude punktidele teostub riiklikelt kõrgusmärkidelt ja reeperitelt trigonomeetrilise nivellimise teel. Selliste käikude pikkus ei tohi ületada 15 km; mainitud kaugust ületavad käigud nivellitakse geomeetriliselt.

Teodoliitkäikudes teostub kõrguste siirmine trigonomeetrilise nivellimise teel.

Võrgu projekti koostamine ja rekognostseerimine. Käikude asetusprojekt koostatakse võimalikult suuremõõtkavalisel kaardil. Mõõdistamisrajooni jaoks võrkude projektimisel kogutakse vajalik plaaniline ja arvuline materjal, nimelt: olemasolevate trigonomeetriliste ja polügonomeetriliste punktide koordinaadid, võrgu külgede asimuudid, direktsioonnurgad ja joonte pikkused, kõrgusmärkide ja reeperite kõrgused, punktide ja nende asetuse kirjeldused ja visandid, teatmed teede seisukorrast ja maastiku iseloomust jne.

Selle materjali alusel koostatakse mõõdistamisrajooni koondkaart, millele kantakse võrguga tagamisele kuuluvate planšettide raamid, kõik horisontaalse ja kõrguselise põhise punktid ja tootmisülesandest tulenevad kaalutlused käikude viisi.

Enne rekognostseerimise algust koostatakse eelprojekti järgi rekognostseerimise plaan nii, et oleks välditud asjatud sõidud ja et oleks rekognostseeritud võimalikult suur käikude hulk lühima ajavahemiku kestel.

Maastiku rekognostseerimisel kontrollitakse eelprojekti koostamise õigsust, parandatakse ja täpsustatakse eelprojekti üksikuid osasid ning vajaduse korral töötatakse ümber kogu projekt; märgitakse kaardile maastiku püsivad esemed, mida võiks määrata polügonomeetrilistelt punktidelt lõigetega.

Iga käigu rekognostseerimist tuleb alustada ja lõpetada lähtetugipunktides, milledel uuritakse tsentrite seisukorda ja nähtavust kõrgema klassi naaberpunktidele. Kui lähtepunktiks on kellatorn või mingi muu ehitis, siis on tarvis üles otsida ja järele vaadata koordinaatide maapinnale kandmisel asetatud tsenter (ülekandepunkt), sellise puudumisel aga rekognostseerida koordinaatide siirmise viis käigu punktidele.

Polügonomeetriliste käikude käänupunktid valitakse lõplikult ainult pärast nähtavuse kindlaks tegemist juba lõplikult märgitud eelnevale ja esialgselt märgitud järgnevale punktile.

Sõlmpunktis tehakse kindlaks nähtavus kõigile sellesse sõlmpunkti kokkuvate käikude naaberpunktidele.

Sellega samaaegselt on soovitav:

a) polügonomeetrilised punktid asetada nii, et hiljem oleks hõlpus nendega siduda teodoliitkäiku;

b) punktid asetada silmapaistvaile, hõlpsasti ülesleitavaile kohtadele: teeristmeile, metsasihtidele, kõlvikute piirikäänakuile jms.;

c) et valitud koht maksimaalselt tagaks märgi säilivust ja liikumatust, s. t. oleks kõval ja kindlal pinnasel, kuivades kohtades, väljaspool sõidutee-osa, väljaspool maavarade kaevandamiskohti jne.

Lõplikult märgitud punkt kindlustatakse kohapeal 0,5 m pikkuse ja 10 cm jämeduse vaiaga, mis taotakse maasse maapinnaga tasa. Punkti tsenter märgitakse vaia otsa löödud raudnaela peasse tehtud ristiga. 0,2 m kaugusel tsentrist, joone sihist kõrvale, lüüakse teine samasuguste mõõtmetega vai — numbrivai, mis poole pikkuse ulatuses jäetakse üle maapinna. Kumbki vai ümbritsetakse maasse kaevatud kraaviga, millest kaevamisel saadud mullast tehakse vaiade kohale kupits.

Kaljustel, soistel, tuiskliivastel ja nendetaolistel pinnastel määratakse märgi tüüp kindlaks sõltuvalt kohalikest oludest, arvestades märgi maksimaalset säilivust.

Punkti asukoht märgitakse kaardile ja joonestatakse rekognostseerimise väliraamatusse, ära näidates kaugused lähimate kohapealsete esemeteni, suunad kaugelseisvaile maastikuesemeile ja käigu naaberpunktidele.

Käigu punktide rekognostseerimisel märgitakse ära maastiku punktidest need (kellatornid, kirikud, tornid, teravikud, vabrikukorstnad jm.), mida võib lõigata polügonomeetriliste käikude punktidelt, ja tehakse kindlaks need polügonomeetrilise võrgu punktid, milledest saab lõikeid teostada. Rekognostseerimise väliraamatusse märgitakse suunad lõigatavaile punktidele. Maastiku alaliselt püsivate esemete puudumisel asetatakse hästi nähtavaile kohtadele tähised.

Külgmised punktid lõigatakse vähemalt kolmest polügonomeetrilise käigu punktist. Külgmisele punktile kulgeva kahe suuna vaheline nurk ei tohi olla alla 30^0 ja kolmandast suunast moodustatud nurk ühe suunaga kahest eelmisest suunast ei või olla vähem 45^0-st.

On lubatud punktide lõikamine polügonomeetrilise käigu kahest punktist, kuid seejuures on tingimata vajalik nurga

mõõtmine määratavas punktis ja nõue, et see nurk oleks vähemalt 40°.

Kaugus polügonomeetrilistest punktidest kuni külgmiste punktideni ei või ületada 3 km.

Polügonomeetrilise käigu enda mõõtmiste ja arvutuste kontrolliks soovitatakse naabruses olevatele külgmistele punktidele külgnevaid suundi katta.

Et vähendada vigade mõju polügonomeetrilise käigu sulgemisveale, soovitatakse ära märkida nähtavaid suundi mõne käänupunkti tagant selleks, et nurkade mõõtmisel neid suundi vaadelda.

Need suunad märgitakse kaardile ja näidatakse ära rekognostseerimise väliraamatu vastavais kohtades.

Kui polügonomeetrilise käigu joonel esinevad käigu joonte otsest mõõtmist segavad tunduvad takistused (jõed, kuristikud, jäärakud jms.), siis tuleb rekognostseerimisel kindlaks teha ligipääsmatu kauguse määramise soodsaim viis.

Enne teodoliitkäikude kasutamist tööpõhisena maakasutuse piiri mööda tuleb kontrollida nende käikude kindlustamise püsivust kehtestatud piirimärkide kujuga. Vajaduse korral tuleb viimased taastada.

Mõõdistamise põhisena kasutatavaid teodoliitkäike ja polügoone on tarvis enne looduses kontrollida, ja kui nad ei vasta eespool esitatud nõuetele, tuleb neid käike ja polügoone korratavate mõõtmiste teel parandada.

Kõik rekognostseeritud ja koha peal kindlustatud käikude punktid nummerdatakse, seejuures ei ole lubatav ühesuguste numbrite kordumine mitmes kohas.

Rekognostseerimise tulemusena koostatakse polügonomeetriliste ja teodoliitkäikude punktide skeem.

Horisontaal- ja vertikaalnurkade mõõtmine. Polügonomeetrilises võrgus toimub horisontaalnurkade mõõtmine 30-sekundilise või 1-minutilise teodoliidiga kordusmeetodil. Enne tööde algust kontrollitakse ja õiendatakse teodoliit hoolsasti.

Teodoliitkäikudes horisontaalnurkade mõõtmist tehakse ühe võttega, asetades poolvõtte vahel limbi ümber ligikaudu 90° võrra.

Nurga mõõtmise vigade, peamiselt instrumendi ja tähiste ebatäpsest tsentreerimisest tingitud vigade vähendamise otstarbel kasutatakse polügonomeetrilistes käikudes niinimetatud kolmestatiivilise nurgamõõtmise viisi (nurgamõõtmine sundtsentreerimisega).

Töö kord selle süsteemi juures seisneb järgmises. Enne tööde algust tuleb kogu töösalk välja õpetada oma ülesande täitmiseks ja jaotada see kolme rühma üksikute tööliikide järgi: statiivide kohale asetamine, külgede mõõtmine ja teenindamine instrumendi juures.

Nurkade mõõtmine korraldatakse järgmiselt: asetanud polügonomeetrilise punkti kohale statiivi koos selle peal oleva instrumendiga, saadab vaatleja tagumisele ja eesmisele punktile (käikude ristumise kohas aga ka kokkuvate käikude naaberpunktidele) töölised, kes sinna üles seavad statiivid sihtimismärkidega; pärast seda mõõdab vaatleja nurgad. Lõpetanud nurkade mõõtmise, võtab töödejuhataja, liigutamata statiivi, instrumendi maha ja kannab selle edasi järgmisele statiivile, millelt eemaldab sihtimismärgi, asendades selle instrumendiga. Tagumisel punktil asetsev statiiv kantakse edasi ja seatakse üles eesmisele punktile.

Märkidega statiivi ülesseadmine käigu käänupunktide kohale toimub järgmisi nõudeid silmas pidades:

1) statiividevahelised kaugused ei tohi olla alla 150 m ja üle 1000 m.

2) käänunurgad peavad olema võimalikult 180° lähedal;

3) statiividevahelised jooned peavad olema soodsad mõõtmiseks ja kulgema mööda tasast maastikku;

4) valitud kohast peab hästi näha olema eelmine statiiv ja avanema küllaldane nähtavus käigu suunas;

5) statiivi ülesseadmise koht peab asetsema instrumendi küllaldast püsivust tagaval pinnasel.

Statiivide ülesseadmine peab toimuma silmas pidades järgmisi reegleid:

a) statiivide jalad peab maasse rõhutama kuni otsiste lõpuni;

b) liivastes ja soistes kohtades asetatakse statiivid vaiadele; heinamaadel eemaldatakse statiivi jalgade alt mätas (rohukamar);

c) statiivide pead peavad olema horisontaalsed ja kõik kinnituskruvid peavad olema kinni keeratud;

d) märgid seatakse alustel vesiloodide abil rangelt vertikaalsesse asendisse;

e) pärast märgi ülesseadmist lüüakse statiivi alla ripploe järgi vai maapinnaga tasa ja sellesse raudnael, mille pea ongi märgi projektsiooniks (käigu tipud).

Käigu suunaga risti, 0,20 m kaugusele, lüüakse teine vai, numbrivai, jättes sellest 0,15—0,20 m osa üle maapinna; sel-

lele vaiale tehakse laba, millele värvilise pliiatsiga kirjutatakse statiivi järjekorra number.

Kui käik rajatakse mööda metsa, siis peale numbrivaia tahutakse käigu tipu kohal olevale lähimale puutüvele 0,20 m pikkune laba, millele kirjutatakse statiivi number.

Neid labasid võib kasutada käigu tippude ülesotsimiseks täiendavate teodoliitkäikude rajamisel kui ka kontuuripunktide sidumiseks kontuurilis-kombineeritud mõõdistamisel.

Käigu rajamisel looklevaid metsateid mööda toimetatakse samaaegselt statiivide ülesseadmisega mõõtmisele kuuluvate joonte vajalik puhastamine. Vähemalt 150 m pikkuste käigukülgede saamiseks tuleb teekäänud õgvendada visiiride raiumise teel. Visiirid raiutakse 1,5—2,0 m laiuselt sellise arvestusega, et võimalikult mööduda suurtest puudest.

Käikude sidumine tugipunktidega teostub kõrgema klassi punktil mõlema külgneva nurga mõõtmisega kõrgema klassi kahele naaberpunktile. Üheainsa punkti olemasolu või nähtavuse korral mõõdetakse peale külgneva nurga ka veel selle täiendusnurk 360°-ni.

Sõlmpunktides mõõdetakse kõik punkti ümber asetsevad nurgad.

Punktides, kus on kavastatud sulgevad suunad, mõõdetakse samaaegselt naaberpunktidele kulgevate suundade vaheliste nurkade mõõtmisega ka nurgad sulgevate suundade vahel, ja ka nurgad nende ning käigu naaberpunktide suundade vahel.

Nurgad külgmistele punktidele mõõdetakse samuti nagu polügonomeetrilise käigu nurgad ja mõõtmine toimub üheaegselt viimastega.

Kõigil juhtumeil, kui ühes punktis esineb rohkem kui kaks suunda (sõlmpunkt, sulgevad suunad, suunad külgmistele punktidele, ligipääsmatuid kaugusi määravate figuuride punktid), mõõdetakse nii kahe naabersuuna vahelised nurgad kui ka neid 360°-ni täiendav nurk.

Ligipääsmatuid kaugusi määravais figuurides mõõdetakse nurgad 30-sekundilise teodoliidi puhul ühe täisvõttega nelja korduse juures või 1-minutilise teodoliidi puhul nelja täisvõttega, kusjuures iga võte koosneb neljast kordusest.

Polügonomeetrilise võrgu nurkade mõõtmisel lubatakse järgmisi lahkuminekuid:

a) ühe punkti ümber asetsevate nurkade summa erinevus 360°-st või mõõdetud nurkade summa erinevus kõrgema järje võrgu nurga suurusest ei tohi ületada $\pm 15'' \sqrt{n}$, kus n on mõõdetud nurkade arv;

b) nurga väärtuste kõikumine üksikuis poolvõtetes ei tohi ületada 30-sekundilise teodoliidi puhul kolme kordusega mõõdetud nurga jaoks 15″. Mõõtes nurki nelja kordusega ei tohi mainitud erinevused ületada 30-sekundilise teodoliidi jaoks 10″ ja 1-minutilise teodoliidi jaoks 20″;

c) kõrgema järje võrgust saadud kahe kindla direktsioonnurga vahele rajatud käigu nurkade summa kui ka kinnise polügooni nurkade summa ei või erineda teoreetilisest üle $\pm 20'' \sqrt{n}$, kus n on käigu nurkade arv.

Nurkade mõõtmisel teodoliitkäikudes *RP* ja *RV* juures mõõdetud nurkade vahe ei tohi ületada instrumendi nooniuste kahekordset täpsust. Sulgemisviga käigu nurkades ei tohi ületada $1',5 \sqrt{n}$, kus n on käigu nurkade arv.

Teodoliitkäikude sidumine kõrgema klassi võrgu punktidega teostatakse juhtumil, kui mainitud võrk on mõõdistataval territooriumil mitte kaugemal kui:

1,0 km	mõõdistatava	pindala	500 ha puhul
1,5 „	„	„	500—1000 „ „
2,0 „	„	„	1000—2000 „ „
2,5 „	„	„	2000—3000 „ „
3,0 „	„	„	3000—5000 „ „
4,0 „	„	„	5000—7000 „ „
5,0 „	„	„	üle 7000 „ „

Mainitud mõõtmetest kaugemal asetsevad teodoliitkäigud orienteeritakse tolle meridiaani järgi, mis määrati antud kolhoosi maakasutuse piiride mõõdistamise ajal temale maade põliseks kasutamiseks kinnistamisel.

Üheaegselt horisontaalnurkade mõõtmisega toimub ka vertikaalnurkade mõõtmine käigu punktide kõrgusvahede määramiseks. Polügonomeetriliste ja teodoliitkäikude vertikaalnurkade mõõtmist teostatakse ühe täisvõttega *RP* ja *RV* juures.

Igas jaamas mõõdetakse instrumendi ja viseerimismärkide kõrgus üle punkti tsentri ruleti abil täpsusega kuni 0,01 m ja tulemused kirjutatakse vertikaalnurkade mõõtmise väliraamatusse. Niitristiku keskmine horisontaalniit juhitakse täpselt märgi horisontaaljoonele, mille kõrgus üle statiivi pea peab võrduma instrumendi kõrgusega üle statiivi pea. Vertikaalnurga mõõtmisel rakendatakse järgmist korda: paremal oleva ringi juures, kus lõpetati horisontaalnurkade mõõtmine, vaadeldakse tagumist ja siis eesmist märki, pärast seda pööratakse pikksilm üle seniidi ja vasakul oleva ringi juures vaadeldakse märke vastupidises järjekorras.

Polügonomeetria rajamisel statiive mööda arvutatakse käigu tippude kõrgusvahed viseerimismärkide tsentrite vahel. Seepärast mõõdetakse instrumendi kõrgus ainult lähte- ja sõlmpunktides kui ka neil statiividel, kus töö katkestatakse ööseks.

Töö katkestamisel ööseks tuleb enne instrumendi ja statiivide koristamist hoolikalt kontrollida tagumise ja eesmise statiivi tsentreerimist ja mõõta kõigi kolme statiivi kõrgus. Peale selle mõõdetakse horisontaalnurkade mõõtmise juures viimasel statiivil kontrollnurk maastiku esemele. Järgmisel päeval tuleb tööd alustada kõigi vaatluste kordamisega, et veenduda, kas mainitud punktid on muutmatus olekus.

Vertikaalnurkade mõõtmisel on nulli ase ja kõrgusvahed tarvis arvutada maastikul.

Lahkuminek otse- ja vastukõrgusvahe vahel ühe ja sama joone jaoks ei või ületada $0{,}04l$, kus l on joonepikkus sadades meetrites. Nulli aseme kõikumine ühes jaamas ei või ületada 1′. Kõrgusvahede sulgemisviga ei tohi kindlaid kõrgusi omavate punktide vahel ületada $0{,}4\sqrt{Pd}$, kus P on käigu pikkus kilomeetreis, d — käigu joone keskmine pikkus, samuti kilomeetreis. Suurus d arvutatakse valemi järgi:

$$d = \frac{P}{n},$$

kus n on käigu punktide arv.

Tööprotsessi kestel tuleb läbi vaadata ja kontrollida väliraamatud, kus peavad olema välja kirjutatud horisontaalnurkade suurused kuni sekundini ja vertikaalnurkade suurused kuni 0′,1, arvutatud käikude nurgalised sulgemisvead ja määratud nende lubatavus.

Käigu külgede mõõtmine. Polügonomeetrilise käigu külgede mõõtmine teostatakse teraslindiga ühesugusel pingutusel. Lindi pingutamine toimub eriliste pingutuskeppidega, pingutamist aga reguleeritakse dünamomeetriga. Mõõtmisel lindi otsad märgitakse nugadega või kriipsudega maasse taotud vaiadele või eriliselt selleks paigutatud alustele.

Lindi pikkuse muutumise arvutamiseks sõltuvalt temperatuurist on küllalt, kui teatakse viimast $\pm 5^0$-ni. Temperatuuri muutumise korral $\pm 5^0$ võrra 20-meetrise lindi jaoks võrdub pikkuse muutumine 1 mm ehk 1 : 20 000 lindi pikkusest.

Lindi mainitud muutumine on tunduvalt väiksem mõõtmise enese täpsusest, seepärast on täpsem temperatuuri arvestamine tarbetu. Lindi etaloneerimisest (kompareerimisest) ja temperatuurist tingitud parandust on kõige lihtsam arvestada mõõdetud joontele ühiselt. Selleks otstarbeks koostatakse iga lindi

Joonte kallakusest tingitud paranduste tabel (millimeetreis).

Kald-nurgad	Kaugused											Kald-nurgad
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	
0° 00′	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0° 00′
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	10
20	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	20
30	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,8	30
40	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	1,4	40
50	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	2,1	50
1° 00′	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,5	3,0	1° 00′
10	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	4,1	10
20	0,2	0,6	0,8	1,1	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4	2,7	5,5	20
30	0,3	0,6	1,0	1,4	1,7	2,1	2,4	2,7	3,1	3,4	6,9	30
40	0,4	0,8	1,2	1,6	2,1	2,5	3,0	3,4	3,8	4,2	8,5	40
50	0,5	1,0	1,5	2,1	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	10,2	50
2° 00′	0,6	1,2	1,8	2,4	3,1	3,6	4,2	4,8	5,4	6,1	12,2	2° 00′
10	0,7	1,4	2,1	2,8	3,6	4,2	5,0	5,7	6,4	7,1	14,3	10
20	0,8	1,6	2,4	3,3	4,1	5,0	5,8	6,6	7,4	8,2	16,6	20
30	1,0	1,9	2,8	3,8	4,8	5,7	6,6	7,6	8,6	9,5	19,0	30
40	1,1	2,2	3,2	4,3	5,4	6,5	7,6	8,6	9,8	10,8	21,7	40
50	1,2	2,4	3,6	4,8	6,1	7,3	8,6	9,8	11,0	12,2	24,4	50
3° 00′	1,4	2,7	4,1	5,4	6,8	8,2	9,6	11,0	12,3	13,7	27,4	3° 00′
10	1,5	3,0	4,6	6,1	7,6	9,2	10,6	12,2	13,7	15,2	30,5	10
20	1,6	3,4	5,1	6,8	8,4	10,2	11,8	13,5	15,2	16,9	33,8	20
30	1,8	3,7	5,6	7,4	9,3	11,2	13,1	14,9	16,8	18,6	37,3	30
40	2,1	4,1	6,1	8,2	10,2	12,2	14,3	16,4	18,4	20,4	40,9	40
50	2,2	4,4	6,7	9,0	11,2	13,4	15,6	17,8	20,1	22,4	44,7	50
4° 00′	2,4	4,8	7,3	9,7	12,2	14,5	17,1	19,4	21,9	24,4	48,7	4° 00′
10	2,6	5,2	7,9	10,6	13,2	15,8	18,5	21,1	23,8	26,4	52,9	10
20	2,8	5,7	8,6	11,4	14,2	17,2	20,0	22,8	25,7	28,6	57,2	20
30	3,1	6,2	9,2	12,3	15,4	18,5	21,6	24,6	27,7	30,8	61,7	30
40	3,3	6,6	10,0	13,2	16,6	19,8	23,2	26,5	29,8	33,2	66,3	40
50	3,6	7,1	10,6	14,2	17,8	21,3	24,8	28,4	32,0	35,6	71,1	50

Kald-nurgad	Kaugused											Kald-nurgad
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	
5° 00′	3,8	7,6	11,4	15,2	19,0	22,8	26,6	30,4	34,2	38,1	76,1	5° 00′
10	4,1	8,1	12,2	16,2	20,3	24,4	28,4	32,5	36,6	40,6	81,3	10
20	4,3	8,6	13,0	17,3	21,6	26,0	30,3	34,6	39,0	43,2	86,1	20
30	4,6	9,2	13,8	18,4	23,0	27,6	32,2	36,8	41,4	46,0	92,1	30
40	4,8	9,8	14,6	19,6	24,4	29,3	34,2	39,1	44,0	48,8	97,7	40
50	5,2	10,4	15,5	20,7	25,8	31,1	36,2	41,4	46,6	51,8	103,6	50
6° 00′	5,4	11,0	16,4	21,9	27,4	32,8	38,4	43,8	49,3	54,8	109,6	6° 00′
10	5,8	11,6	17,4	23,2	28,9	34,7	40,5	46,2	52,1	57,8	115,7	10
20	6,1	12,2	18,3	24,4	30,5	36,6	42,7	48,8	54,9	61,0	122,1	20
30	6,4	12,8	19,2	25,7	32,1	38,6	45,0	51,4	57,8	64,2	128,6	30
40	6,8	13,5	20,2	27,1	33,8	40,6	47,3	54,1	60,8	67,6	135,2	40
50	7,1	14,2	21,3	28,4	35,5	42,6	49,7	56,8	63,9	71,0	142,1	50
7° 00′	7,4	14,9	22,4	29,8	37,2	44,7	52,2	59,6	67,1	74,5	149,1	7° 00′
10	7,8	15,6	23,4	31,2	39,1	46,8	54,6	62,5	70,3	78,1	156,3	10
20	8,2	16,4	24,5	32,7	40,9	49,1	57,2	65,4	73,6	81,8	163,6	20
30	8,6	17,1	25,6	34,2	42,8	51,3	59,8	68,4	77,0	85,6	171,1	30
40	8,9	17,8	26,8	35,8	44,7	53,6	62,6	71,5	80,4	89,4	178,8	40
50	9,3	18,6	28,0	37,3	46,6	56,0	65,3	74,6	84,0	93,3	186,6	50
8° 00′	9,7	19,4	29,2	38,9	48,6	58,4	68,1	77,8	87,6	97,3	194,6	8° 00′
10	10,1	20,2	30,4	40,6	50,7	60,8	71,0	81,1	91,2	101,4	202,8	10
20	10,6	21,1	31,6	42,2	52,8	63,4	73,9	84,4	95,0	105,6	211,2	20
30	11,0	22,0	33,0	43,9	54,9	65,9	76,8	87,8	98,8	109,8	219,7	30
40	11,4	22,8	34,2	45,6	57,1	68,5	79,9	91,3	102,8	114,2	228,3	40
50	11,8	23,7	35,6	47,4	59,3	71,2	83,0	94,8	106,8	118,6	237,2	50
9° 00′	12,3	24,6	36,9	49,2	61,6	73,8	86,2	98,5	110,8	123,1	246,2	9° 00′
10	12,8	25,5	38,3	51,1	63,8	76,6	89,4	102,2	114,9	127,7	255,4	10
20	13,2	26,4	39,7	53,0	66,2	79,4	92,6	105,9	119,1	132,4	264,8	20
30	13,7	27,4	41,1	54,8	68,6	82,2	96,0	109,7	123,4	137,1	274,3	30
40	14,2	28,4	42,6	56,8	71,0	85,2	99,4	113,6	127,8	142,0	284,0	40
50	14,6	29,4	44,1	58,8	73,4	88,2	102,8	117,5	132,2	146,9	293,8	50
10° 00′	15,2	30,4	45,6	60,8	76,0	91,2	106,3	121,5	136,7	151,9	303,8	10° 00′

jaoks paranduste tabel temperatuuri arvestamisega 5° tagant.

Joonte mõõtmine tuleb usaldada vilunud töölistele. Kui statiividevaheline joone pikkus on üle 500 m, siis tähistatakse joon enne mõõtmist. Kaugus tähiste vahel võetakse 250 m ümber, kusjuures mittetasasel maastikul tähised asetatakse reljeefi paindekohtadesse (murdekohtadesse) sellise arvestusega, et nad oleksid hästi nähtavad joone madalailt punktidelt.

Lintide pingutamine peab olema ühtlane ja vastama võimalikult pingele etaloneerimisel.

Polügonomeetrilise käigu joone mõõtmine seisneb järgmises: tagumine tööline ühitab lindi algkriipsu algpunktis märgitud kriipsuga ja eesmine tööline asetab lindi tagumise töölise poolt näidatud mõõdetava joone sihile. Asetanud lindi, pingutab eesmine tööline pingutuskepi abil linti nõutava pingega ja annab käskluse „On", sel momendil vajutab teine tööline noa lindi eesmise otsa kriipsu vastu. Selle järel tõmmatakse lint edasi joone sihti mööda, tagumine tööline ühitab lindi otsakriipsu noa teravikuga, eesmine aga pingutab linti ja annab käskluse eesmise kriipsu märkimiseks eelnenu kohaselt. Nii jätkub töö kuni joone lõpuni. Joone jääk mõõdetakse ruleti abil kuni 1-mm-se täpsusega.

Joone mõõtmist teostatakse otse- ja vastusuunas (edasi ja tagasi).

Mõõdetud pikkuse taandamiseks horisontaalsele pinnale mõõdetakse joone naabruses olevate paindepunktide vaheliste lõikude kaldnurgad. Kaldnurgad mõõdetakse 1-minutilise teodoliidi vertikaalringiga ringi kahe asendi juures.

Teodoliitkäikude jooned mõõdetakse 20-meetrise teraslindiga kaks korda või pikkuselt kahe erineva lindiga, märkides lindi otsad varrastega. Lindi asetamine sihile toimub silma järgi. Joonte kaldnurgad või, paindepunktide olemas olles, joonte osade

Joonte pikkus (meetrites)	Maastiku järgud		
	soodne	keskmine	ebasoodne
100	0,12	0,15	0,20
200	0,18	0,22	0,29
300	0,23	0,28	0,36
400	0,27	0,33	0,43
500	0,31	0,38	0,48
600	0,36	0,43	0,53
700	0,40	0,47	0,59
800	0,44	0,51	0,63
900	0,48	0,55	0,69
1000	0,51	0,59	0,73

kaldnurgad mõõdetakse alates 2^0-st eklimeetriga. Kahekordselt mõõdetud joonte vahe, arvestades lintide pikkuse erinevusest (kahe lindiga mõõtmise korral) tingitud parandust, ei tohi ületada leheküljele 275 paigutatud tabelis antud suurusi.

Ligipääsmatute kauguste mõõtmine. Sõltuvalt maastiku tingimustest määratakse ligipääsmatud kaugused:

a) kas kolmnurga kaudu, millel on mõõdetud üks külg (baas) ja kõik kolm nurka;

b) kas kahest kolmnurgast, milledel on üks ühine külg — ligipääsmatu kaugus;

c) kas geodeetilisest nelinurgast, millel mõõdetakse üks külg (baas) ja kõik suundadevahelised nurgad.

Eespool mainitud juhtumitest on kõige lihtsam rakendada ühe kolmnurga süsteemi, kusjuures baasi vastas olev nurk peab olema vähemalt 30^0. Kui aga see nurk on 25—30^0 piirides, tuleb kasutada geodeetilist nelinurka. Kui baasi vastas asetsev nurk moodustab 20 kuni 25^0, siis võetakse üht ühist külge omava kahe kolmnurga süsteem.

Ligipääsmatu kaugus arvutatakse samas, maastikul, kusjuures erinevus arvutatud külgedes ei tohi ületada piire, mis on lubatud käigu joonte mõõtmisel kahe lindiga. Allpool tuuakse näiteid ligipääsmatute kauguste määramiseks.

Otsesteks mõõtmisteks ligipääsmatute kauguste määramise näited.

1. viis:

AB on määratav joon.

Antud: külg $AC = b$ ja nurgad A ja C ning külg $BC = a$ ja nurgad B ja C.

Leida $AB = c$ valemite järgi:

1. $B = 180^0 - (A + C)$ või $A = 180^0 - (B + C)$;

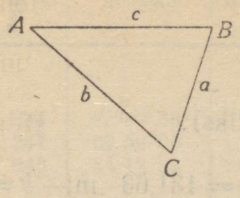
2. $a = \frac{b}{\sin B} \sin A$ või $b = \frac{a}{\sin A} \sin B$;

3. $c = \frac{b}{\sin B} \sin C$;

4. $c = \frac{a}{\sin A} \sin C$ (4. valem on kontrolliks).

Näide. Mõõdetud: nurk $A = 48^0 17',5$; nurk $C = 39^0 49',0$; $b = 119{,}84$ m.

Arvutused korraldatakse järgmiselt:



$A + C$	$88^0 06',5$	c	76,78
		$\log c$	1,88525
A	$48^0 17',5$	$\log b$	2,07860
C	$39^0 49',0$	tnd. $\log \sin B$	0,00024
B	$91^0 53',6$		
Summa	$180^0 00',1$	$\log \sin C$	9,80641
		tnd. $\log \sin A$	0,12694
		$\log a$	1,95190

$\log \sin A$	9,87306	$\log c$	1,88525
tnd. $\log \sin B$	0,00024	c	76,78
$\log b$	2,07860		
$\log a$	1,95190		

Lõplikult $c = 76,78$.

Välimõõtmiste tulemuste läbitöötamine. Polügonomeetriliste ja teodoliitkäikude mõõtmiste tulemuste läbitöötamise juurde kuuluvad järgmised toimingud:

1) nurgamõõtmise väliraamatute kontrollimine, s. t. nooniuste järgi tehtud lugemitest teiskordne keskmiste võtmine ja mõõtmistulemuste lõplik tuletamine, vertikaalnurkade väärtused kirjutatakse välja kuni 0',1; keskmised otse- ja vastukõrgusvahedest kirjutatakse kuni 0,01 m; lõplikud väärtused ja kõik parandused kirjutatakse väliraamatusse tindiga;

2) joonte pikkuste arvutamine otse- ja vastukäigu jaoks eraldi ning lõplike keskmiste väärtuste tuletamine kuni 0,01 m.

Läbitöötatud andmete põhjal koostatakse vastavas mõõtkavas käikude asetusskeem, millele kantakse koordinaatide järgi kõik lähteks antud tugipunktid, käikude punktid ja külgmised punktid, punktide nimetuste ja numbrite näitamisega, samuti kõik mõõdetud nurgad, lõplikud joonte pikkused, punktidevahelised kõrgusvahed ja nende suunad; horisondi tingimusest tulenevad sulgemisvead parandatakse enne nurkade kirjutamist skeemile.

Koostatud skeem joonestatakse tušiga ja kontrollitakse teise isiku poolt.

2. viis:

AB on määratav joon. Mõõdetud $AC = b$ ja $BC = a$ ja nurk C.

$AB = c$ määratakse valemitest:

1. $\tan \frac{1}{2}(A - B) = \frac{a-b}{a+b} \cot \frac{1}{2} C$;

2. $\frac{1}{2}(A+B) = 90^0 - \frac{1}{2}C$;
3. $A = \frac{1}{2}(A+B) + \frac{1}{2}(A-B)$;
4. $B = \frac{1}{2}(A+B) - \frac{1}{2}(A-B)$;
5. $c = \frac{b}{\sin B}\sin C$;
6. $c = \frac{a}{\sin A}\sin C$; (6. valem on kontrolliks).

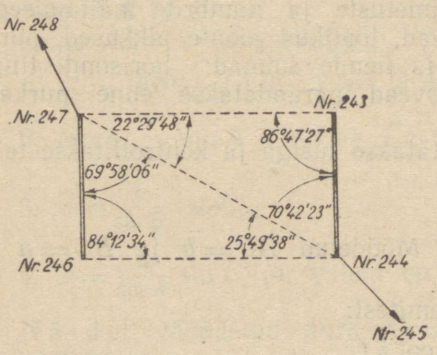
Näide. Mõõdetud: $C = 69^0 51',0$; $a = 131{,}63$ m; $b = 89{,}75$ m.

Arvutused korraldatakse järgmiselt:

a b	131,63 89,75	$\frac{1}{2}C$	$34^0 55',5$	c $\log c$	131,31 2,11829
$a-b$	+ 41,88	$\frac{1}{2}(A+B)$	$55^0 4',5$	$\log b$	1,95303
$a+b$	+221,38	$\frac{1}{2}(A-B)$	$15^0 9',5$	täiend. $\log \sin B$	0,19269
$\log (a-b)$	1,62201	C	$69^0 51',0$	$\log \sin C$	0,97257
täiend. $\log (a+b)$	7,65486	A	$71^0 14',0$	täiend. $\log \sin A$	0,02637
$\log \cot \frac{1}{2}C$	0,15599	B	$39^0 55',0$	$\log a$	2,11936
$\log \tan \frac{1}{2}(A-B)$	9,43286	Summa	$180^0 00',0$	$\log c$ c	2,11830 131,31

Lõplikult $c = 131{,}31$.

Ligipääsmatu kauguse arvutamine (aritmomeetril).



Punktide nr.	Mõõdetud nurgad	Parandused	Parandatud nurgad	Nurkade siinused	Külgede pikkused	Külgede nimetused
				375',87		
244	25°49',38"	— 6"	25°49',32"	0,435633	163,74	246 — 247
247	69 58 06	— 6	69 58 00	0,939493	353,13	246 — 244
246	84 12 34	— 6	84 12 28	0,994894	373,95	247 — 244
	180 00 18	— 18	180 00 00			
	$w = +18''$			374',58		
247	22°29'48"	+ 7	22°29'55"	0,382661	143,34	243 — 244
244	70 42 23	+ 8	70 42 31	0,943851	353,55	243 — 247
243	86 47 27	+ 7	86 47 34	0,998434	373,99	247 — 244
	179 59 38	+ 22	180 00 00			
	$w = -22''$					

Lõplik pikkus 247 — 244 on 373,97 m.

Nivellimistööd.

12. 5-nda järgu nivellimise teostamine.

Üldised teatmed. Topograafiliste mõõdistamiste põhiseks kõrguste suhtes on tugipunktide kõrgused. Juhtumil, kui antud planšetil tugipunktid ei oma kõrgusi arvates merepinnast, tuleb sooritada tehniline nivellimine ühele või kahele neist punktidest (lähimaist kõrgusmärkidest ja reepereist) selleks, et saadud kõrgused geodeetilise nivellimisega siirda planšeti kõigile ülejäänud punktidele.

Kui nivellimise kõrgusmärgid asetsevad planšettidest:

mõõtkavas 1 : 50 000 mitte üle 25 km kaugusel
„ 1 : 25 000 „ „ 10 „ „
„ 1 : 10 000 „ „ 5 „ „ ,

siis võib tehnilist nivellimist asendada tahhümeetrilise käigu rajamisega teodoliidi või kippreegli abil, kusjuures teodoliidi või kippreegli vertikaalringi alidaadi vesiloe jaotuse väärtus ei tohi ületada 1 min. ja vertikaalringi raadius peab olema vähemalt 10 cm.

5-nda järgu nivellimist teostatakse kas nivelliiriga, millel vesilood on pikksilma küljes, või kinnise nivelliiriga või lõppeks nivelliiriga, mille vesilood on pikksilma aluse küljes (Egault' tüüp).

Nivelliiri pikksilma suurendus peab olema vähemalt 18-kordne, vesiloe väärtuse jaotus mitte üle 25".

5-nda järgu nivellimisel kasutatakse kahe-küljelisi latte, mis on kolmemeetrised, Võsotski tüüpi, ja on sentimeetrise jaotusega.

Mägistes kohtades nivellimisel kinnitatakse igale latile neljas täiendav, külgejatkatav meeter. Lubatakse kasutada ka ühe-küljelisi lahtilükatavaid ja kokkupandavaid latte, jälgides töö juures rangelt nende üksikute osade ühenduse õigsust.

Nivelliiride kontrollimine ja õiendamine.

Egault' nivelliiri kontrollimine ja õiendamine. 1. Pikksilma viseerimistelg peab ühtima pikksilma geomeetrilise teljega:

a) nivelliir seada horisontaalasendisse, juhtida pikksilm latile ja võtta lugem keskmise niidi järgi;

b) pikksilm pöörata laagrites ümber geomeetrilise telje 180° ja uuesti võtta lugem latilt;

c) lugemite vahe kõrvaldada niitristiku nihutamisega selle paranduskruvide kaudu nii, et latilt saadaks keskmine lugem. Analoogiliselt kontrollida ja õiendada vertikaalniidi asend.

2. Niitristiku horisontaalniit peab olema tõepoolest horisontaalne (kui nivelliir on horisontaalasendis):

a) nivelliir seada horisontaalasendisse, juhtida pikksilm nii, et niitristiku horisontaalniit kataks mingit punkti;

b) mikromeetrilise kruviga liigutada pikksilma mõlemale poole. Kui horisontaalniit eemaldub vaadeldavalt punktilt, tuleb pikksilma asendit parandada aluse küljes oleva kruvi kaudu, millele toetub pikksilma küljes olev keel;

c) niisamuti kontrollida ja õiendada pikksilma ka teises asendis (ümber tõstetuna).

3. Vesiloe telg peab olema risti instrumendi vertikaalse pööramisteljega:

a) vesilood seada kahe tõstekruvi suunas, vesiloe mull ajada keskele; instrumendi ülemine osa pöörata 180° võrra;

b) kui vesiloe mull eemaldus keskkohast, tuleb mull tagasi ajada vesiloe paranduskruvi või elevatsioonikruviga kõrvale-kaldumise poole kaare võrra ja teise poole kaare võrra nivelliiri aluse tõstekruvidega. Õiendamine võib lugeda rahulda-

tuks, kui mulli kõrvalekaldumine ei ületa vesiloe ühe jaotuse piire.

4. Pikksilma toed peavad olema võrdsed:

a) nivelliir tuleb seada horisontaalasendisse, kahe tõstekruvi suunas seada üles latt 50 m kaugusele instrumendist, juhtida pikksilm latile ja teha lugem;

b) pikksilm laagrites ümber tõsta, instrumendi ülemine osa pöörata 180° võrra ja, jälgides vesiloodi, teha latilt uus lugem;

c) kui saadakse kaks erinevat lugemit, on tarvis pikksilma tugede juures olevate paranduskruvide abil õiendada toed võrdseteks nii, et vesiloe mulli keskel asetsedes lugem latilt oleks võrdne keskmisega kahest saadud lugemist.

5. Tappide diameetrid peavad olema võrdsed; see tähendab — pikksilma viseerimistelg peab olema paralleelne tappide moodustajaga:

a) 50 m pikkuse joone ühte otsa asetatakse latt püsti, teise otsa seatakse üles nivelliir (horisontaalasendisse), lati järgi mõõta kõrgus maapinnast kuni objektiivi või okulaari tsentrini, teha lugem latilt;

b) vahetada kohtadel nivelliir ja latt, korrata punktis „a" kirjeldatud tegevust;

c) tappide diameetrite võrdsus määrata valemi järgi:

$$x = \frac{h_1 + h_2}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2},$$

kus h_1, h_2 on lugemid latilt instrumendi kahe asendi puhul, i_1, i_2 — instrumendi vastavad kõrgused.

Suurus x ei tohi olla üle 4 mm.

Kinnise nivelliiri kontrollimine ja õiendamine. 1. Vesiloe telg peab olema risti instrumendi vertikaalse pööramisteljega (vt. Egault' nivelliiri kontrollimist ja õiendamist).

2. Pikksilma viseerimistelg peab olema paralleelne vesiloe teljega ehk teisiti, viseerimistelg peab olema risti instrumendi vertikaalse pööramisteljega:

a) 100 m pikkuse joone keskele asetada nivelliir, seada see horisontaalasendisse, joone otstesse lüüa vaiad ja nendele asetada latid; teha lugemid ja võtta nende vahed;

b) nivelliir viia joont mööda üle ükskõik kummale latile lähemale, nivelliir üles seada ja uuesti teha lattidelt lugemid; võtta lugemite vahe;

c) nivelliiri esimese ja teise seisukoha lugemite vahede võrdsus viitab nõutava tingimuse täitumisele.

Nende vahede erinevus ei tohi ületada latilt lugemise täpsust (1—2 mm) ja ta arvutatakse valemi järgi:

$x = d_1 \tan \alpha$ esimese lati järgi,
$y = d_2 \tan \alpha$ teise lati järgi,

kus

$$\tan \alpha = \frac{h_2 - h_1}{d_1 - d_2},$$

kusjuures h_2 ja h_1 on lugemid lattidelt;

d_1 — d_2 — vastavate lattide kauguse vahe.

Sõltuvalt vea märgist saavutatakse viseerimistelje õige asend järgmiselt: lõdvendanud niitristiku külgmised kruvid, nihutada niitristikut vertikaaltasapinnas ülemise ja alumise paranduskruviga.

Ümbertõstetava pikksilmaga ja pikksilma küljes oleva vesiloega nivelliiri kontrollimine ja õiendamine. 1. Vesiloe telg ja pikksilma geomeetriline telg peavad asetsema ühel tasapinnal.

Tõstekruvide kaudu seada vesiloe mull keskele; pöörata pikksilma ümber oma geomeetrilise telje mõlemale poole. Kui seejuures vesiloe mull eemaldub erisuunaliselt, ei ole tingimus täidetud. Tuleb õiendada vesiloe juures olevatest külgmistest paranduskruvidest.

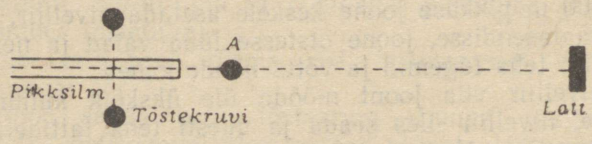
2. Vesiloe telg ja tappide moodustaja peavad olema paralleelsed.

Pöörata pikksilm kahe tõstekruvi suunda; seada vesiloe mull keskele; pikksilm laagrites ümber tõsta.

Kui mull eemaldub keskkohast, tuleb see tagasi ajada kõrvalekaldumise ühe poole kaare võrra vertikaalsete paranduskruvidega ja teise poole võrra tõstekruvidega.

Edasised kontrollid ja õiendused on analoogilised Egault' nivelliiri kontrollide ja õiendustega, nimelt — 1, 2, 3 ja 5 (kuid 3-nda nõude õiendamisel tuleb parandus teha pikksilma toe paranduskruvidega).

Vesiloe jaotuse väärtuse määramine lati järgi. 1. Latt asetada vertikaalselt hoone seina juurde 50 m kaugusele nivelliirist; instrument seada horisontaalasendisse.



Joon. 74.

2. Nivelliiri pikksilm asetada tõstekruvide suhtes nii, nagu on näidatud joonisel 74.

3. Mõõta täpselt kaugus lati ja nivelliiri vahel.

4. Pöörates tõstekruvi *A*, ajada vesiloe mull objektiivi poole, mulli mitte lastes metallkesta alla; teha lugemid mulli otste järgi ja latilt; tulemused kirjutada skeemile.

5. Sama tõstekruviga ajada vesiloe mull okulaari poole; võtta mulli otste ja lati lugemid; tulemused üles kirjutada.

	Lugem okulaaripoolse otsa järgi	Lugem objektiivipoolse otsa järgi	Vahe $p - v$	Lugem latilt a	Lati lugemite vahe $a_1 - a_2$	Kaar vesiloe jaotustes $n = \frac{(v_1 - v_2) + (p_1 - p_2)}{2}$	$\alpha'' = \frac{h}{D \sin 1''}$	$\mu'' = \frac{\alpha''}{n}$
1	+6	+6						
	0	+8	8	2,068				
	−6	+2	8	2,030	0,038	6	152″	25″
2	+6	+6						
	+1	+9	8	2,074				
	−5	+3	8	2,036	0,038	6	152″	25″
3	+6	+6						
	−2	+6	8	2,057				
	−3	0	8	2,019	0,038	6	152″	25″
4	+6	+6						
	0	+8	8	2,068				
	−6	+2	8	2,030	0,038	6	152″	25″
							Keskm.	25″

6. Arvutada vesiloe ühe jaotuse väärtus valemi järgi:

$$\mu'' = \frac{\alpha''}{n},$$

kus

$$\alpha'' = \frac{h}{D \sin 1''},$$

mille juures

$$h = a_1 - a_2,$$

s. t. lati lugemite vahe, ja n on kaare jaotuste arv, mille võrra mull edasi nihkus esimese ja teise võtte vahel, s. t.

$$n = v_1 - v_2 = p_1 - p_2,$$

kus omakorda

p_1 on lugem mulli objektiivipoolse otsa järgi
v_1 — „ „ okulaaripoolse „ „

vesiloe esimese asendi juures ja

p_2 } on vastavad lugemid vesiloe teise asendi juures.
v_2 }

7. Üleskirjutus ja arvutamine korraldada lk. 283 näidatud skeemi kohaselt.

Pikksilma suurenduse määramine. 1. Latt üles seada 25 m kaugusele nivelliirist.

2. Lugeda üheaegselt pikksilmas ja sellest mööda nähtavate jaotuste arv.

3. Palja silmaga nähtavate jaotuste arv jagada pikksilmas nähtavate jaotuste arvuga, saadud jagatis annab pikksilma otsitava suurenduse.

Ettevalmistus välitöödeks. Suuremõõtkavaliste kaartide ja kirjeldavate materjalide järgi: uurida tööde teostamise rajooni, ära märkida nivellimiskäigu soodsaim suund; koostada selle kirjeldus ja kaardile kanda kõik geodeetilised ja kõrguste tugipunktid. Määrata vajalik hulk materjale kõrgusmärkide ja reeperite asetamiseks; hankida geodeetilised instrumendid ja tööriistad, tehnilised abinõud ja väliraamatud, välivarustuse esemed, kantseleitarbed jms. Nivelliir üle vaadata, pöörates tähelepanu tõste-, kinnitus-, mikromeetriliste ja paranduskruvide õigele töötamisele; kontrollida pikksilma optikat ja okulaaritoru liikumist objektiivitorus. Laagrid, tapid ja lingid peavad olema korras. Lattidel ei tohi olla kõverusi, jaotuste pealekandmise selgus on kohuslik. Viga kriipsu pealekandmises ei tohi ületada 0,5 mm. Lati üldpikkust kontrollida kas lati kõrvale tõmmatud hästi kontrollitud sentimeetrise jaotusega ja millimeeterskaalalise ruletiga või varbsirkliga.

Rekognostseerimine. Rekognostseerimisega tehakse kindlaks nivellimiskäigu lõplik suund, märkides selle looduses ära ajutiste märkidega (vaiadega). Nivellimisjoone üldpikkus olgu võimalikult lühike. Käigud on tarvis rajada kinniste polügoonidena mööda teid, metsasihte, üldiselt mööda tasast ja lagedat maad, vältides laiu kuristikke, põõsaid ja muid takistusi.

Töö tehnika nivellimisel.

Nivelliiri ülesseadmine. 1. Nivelliiri seisukoht valitagu käigu teljele, sidepikettidevahelise kauguse keskele. Kuid sõltuvalt takistustest võib nivelliiri üles seada ka teljest kõrvale, silmas pidades nivelliiri seisukoha ja sidepunktide vahelise kauguse võrdsust.

2. Statiivi jalad reguleerida nii, et pärast nende kinnitamist kinnituskruvidega omaks statiivi pea enam-vähem horisontaalasendit.

3. Kinnitanud statiivi jalad kruvidega, asetada statiivi peale nivelliir. Tõstekruvid asetada ligikaudu nii, et üks neist oleks käigu telje suunas, kaks teist aga sellega risti, pärast seda kinnitada põhikruvi. Järgnevalt seada nivelliir horisontaalasendisse, lubades vesiloe mulli kõrvalekaldumist keskkohast mitte üle kahe jaotuse.

4. Latialustega töötades puhastada latialuse maasse löömiseks ettenähtud koht mättast. Olla ettevaatlik lattide ülesseadmisel ja kauguste mõõtmisel (latialusele mitte jalaga peale astuda). Töö vaheaegadel jätta latt kas kuivale maapinnale või toetada külje tahuga vastu seina. Valvata latialuste ja lattide pühtust.

Vaatluste kord jaamas; nivellimise väliraamat. 1. Pikksilm juhtida tagumise lati mustale küljele, kontrollida vesiloe mulli asendit ja, kui mull on keskkohalt eemaldunud, seada vesiloe suunale lähemaloleva tõstekruviga mull keskele, teha latilt lugem. See on vaade tagasi; tulemus kirjutada väliraamatu lahtrisse „Tagumine".

2. Pikksilm pöörata instrumendi vertikaalse pööramistelje ümber, juhtida eesmise lati mustale küljele ja, jälgides vesiloe mulli, teha lugem. See on vaade edasi; tulemus kirjutada lahtrisse „Eesmine".

3. Kui nivelliiril on vesilood kinnitatud instrumendi aluse külge, siis teise ja kolmanda lugemi vahel pikksilm tõstetakse laagrites ümber. Pikksilma laagrites ümber tõstnud, pööratakse instrumendi ülemine osa 180° võrra ja analoogiliselt eelmisega teha:

a) lugem eesmise lati punaselt küljelt ja tulemus kirjutada lahtrisse „Eesmine";

b) lugem tagumise lati punaselt küljelt ja tulemus kirjutada lahtrisse „Tagumine".

4. Sidepunktid läbi vaadelnud, saata tagumine latt kõigile vahelmistele punktidele, mille mustalt küljelt teha kõik vahelmised vaated.

5. Järgmisele jaamale siirdumisel jätta eesmine latt paigale.

6. Kõik lugemid lattidelt sooritada ühe keskmise niidi järgi.

Väliraamatusse kirjutamise kord kaheküljeliste lattidega nivellimisel. Lugemid tagumiselt latilt kirjutatakse väliraamatu 3-ndasse lahtrisse (1) ja (4), nende vastu lahtrisse 2 — tagu-

Väliraamat 5-nda järgu nivellimisel kaheküljeliste lattidega.

Jaamade nr.	Pikettide, reeperite ja vahelmiste punktide nr.	Lugemid latilt: Tagumine	Lugemid latilt: Eesmine	Lugemid latilt: Vahelmine	Kõrgusvahed: +	Kõrgusvahed: −	Keskmised kõrgusvahed: +	Keskmised kõrgusvahed: −	Instrumendi horisont (meetreis)	Absoluutsed kõrgused (meetreis)	Relatiivsed kõrgused (meetreis)	Märkusi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	43	5344(1) 657(4)				405(7)		404,5(9)	164,063(19)	163,406(18)		
44	44		5749(2) 1061(3)			404(8)				$163,001_5$(20)		
	43+20 m			845(5)						163,218(21)		
	43+74 m			915(6)						163,148(22)		
	44	6312 1626			128		128		164,628	$163,001_5$		
45	45		6184 1498		128					$163,129_5$(23)		
	44+ 86 m			1828						162,800		
	44+ 90 m			2418						162,210		
	44+100 m			1712						162,916		
		13939(10) −14492 −533	14492(11)		256(12) −533(16) $-\frac{533}{2}=-276,5$	809(13)	128(14) −276,5(17)	404,5(15)		163,406 $-0,276_5$ 163,129		

Märkus. Lahtritesse 6 ja 7 võib kõrgusvahede asemele kirjutada keskmine kahest tagumise ja eesmise lati lugemist. Sel juhtumil keskmine kõrgusvahe võrdub 6-nda ja 7-nda lahtri tulemuse vahega.

Väliraamat 5-nda järgu nivellimisel üheküljeliste lattidega.

Jaamade nr.	Pikettide, reeperite ja vahelmiste punktide nr.	Lugemid latilt			Kõrgusvahed		Keskmised kõrgusvahed		Instrumendi horisont (meetreis)	Absoluutsed kõrgused (meetreis)	Relatiivsed kõrgused (meetreis)	Märkusi
		Tagumine	Eesmine	Vahelmine	+	−	+	−				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7	6	1344(1)							173,261(19)	171,843(18)		
		1418(4)			594(9)		594(9)					
	7		749(2)		593(8)					172,437(20)		
			825(3)									
	6+13 m			845(5)						172,416(21)		
	6+35 m			407(6)						172,854(22)		
8	7	1620							173,940	172,437		
		1503				162		161				
	8		1782			160				172,276		
			1663									
9	8	2013								172,276		
		1902			908		909		174,178			
	9		1105		910					173,185(23)		
			992									
	8+43 m			1715						172,463		
		9800(10)	7116(11)		3006(12)	322(13)	1503(14)	161(15)		173,185		
		−7116			+ 2684(16)		+ 1342(17)			171,843		
		+2684								+ 1342		

Märkus. Lahtritesse 6 ja 7 võib kõrgusvahede asemele kirjutada keskmine kahest tagumise ja eesmise lati lugemist. Sel juhtumil keskmine kõrgusvahe võrdub 6-nda ja 7-nda lahtri tulemuse vahega.

mise piketi järjekorra number. Lugemid eesmiselt latilt kirjutatakse 4-ndasse lahtrisse (2) ja (3) ja nende vastu teise lahtrisse — eesmise piketi number. Lugemid vahelmistele punktidele kirjutatakse viiendasse lahtrisse (5) ja (6), kusjuures ühel ja samal real iga lugemiga teises lahtris näidatakse vahelmise punkti nimetus.

Positiivsed kõrgusvahed kirjutatakse lahtrisse 6, negatiivsed lahtrisse 7. Erinevus kõrgusvahedes iga lati külje järgi ei tohi ületada 3 mm. Rahuldavaist tulemustest arvutatakse keskmised kõrgusvahed, mis sõltuvalt märgist kirjutatakse väliraamatu 8-ndasse või 9-ndasse lahtrisse vt. lk. 286.

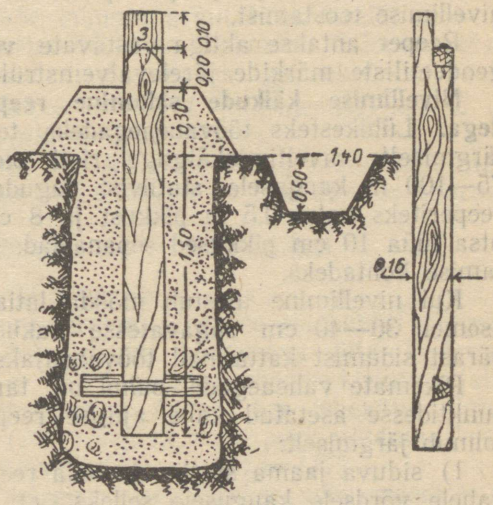
Üheküljeliste lattidega nivellimisel kirjutatakse mõõtmiste tulemused lk. 287 paigutatud väliraamatusse.

Väliraamatusse kirjutamise kord üheküljeliste lattidega nivellimisel. Esimese horisondi juures tehtud lugemid lattidelt kirjutatakse lattide punase külje lugemite asemele (1) ja (2), teise horisondi juures tehtud lugemid aga kirjutatakse lattide mustade külgede lugemite asemele (3) ja (4). Muus osas jääb üleskirjutamise kord samaks, mis on näidatud kaheküljeliste lattide nivellimise väliraamatu puhul. Kõik sissekanded väliraamatusse tuleb teha selgelt, lubamata mingeid kustutusi kummiga. Ekslikult kirjutatud numbrid kriipsutatakse läbi ühe kriipsuga ja kirjutatakse kõrvale õige resultaat. Valesti sooritatud statiivide sissekanded kriipsutatakse samuti läbi ja nende asendamiseks tehtud vaatlused kantakse väliraamatusse sama numbri alla, kirjutades juurde sõna „*bis*".

Nivellimiskäikude rajamise kord. Nivellimist teostatakse üksiku käiguna pikkuselt mitte üle 40 km, kusjuures käik kummagi otsaga toetub kõrgema järgu kõrgusmärkidele või reeperitele, samuti aga ka kinniseid käike mööda. Käigud üle 40 km pikkusega, samuti ka käigud, mis tuginevad kõrgema järgu märkidele ainult ühe otsaga, nivellitakse kas otse- ja vastusuunas (edasi ja tagasi) või kaks korda ühes suunas. Lubatakse nivellimist ka teineteise järel mineva kahe nivelliriga. Kõrgema järgu nivellimisele mitte tuginevate käikude otsad kindlustatakse alati reeperitega. Üheküljeliste lattidega nivellimine toimub igal juhtumil kas otse- ja vastusuunas või ühes suunas kahe iseseisva käiguna või kahe instrumendiga nivellimisel või lõppeks käigu nivellimisega instrumendi kahe omavahel vähemalt 5 cm võrra erineva horisondi juures. Nivellimine toimub mööda latialuseid, raud- või puuvaiu pikkuselt mitte alla 30 cm ja jämeduselt vähemalt 5 cm, kusjuures vaia pea olgu saetud hästi tasaseks.

Tehnilise nivellimise märgid ja nende asetamine. Nivellimise käigud kindlustatakse maastikul alatiste ja ajutiste märkidega. Alatiste reeperite vahelised äärmised kaugused on kindlaks määratud: asustatud kohtades 15 km ja väheasustatud kohtades 30 km.

Ajutised põhjareeperid kujutavad endast puuposte, mis tõrvatakse või põletatakse kogu maa sisse minevas osas ning lisaks veel 20 cm üle maapinna. Posti pikkus peab olema vähemalt 2 m, jämedus vähemalt 15 cm. Posti alumisse otsa lüüakse kaks ristakat põikpuud. Posti ülemisse otsa lõigatakse aste, kuhu taotakse sfäärilise peaga raudnael, mis ongi kõrguspunkt. Reeperi asetamiseks kaevatakse maasse 1,5 m sügavune auk laiusega, mis võimaldab mugavat töötamist. Post asetatakse augu põhja ja auk täidetakse kuni loomuliku maapinnani liiva ning kividega, kuid mitte saviga. Augus tambitakse posti ümber liiv ja kivid tihedalt; maapinnale posti ümber aga tehakse kupits, millele antakse ruudukujulise alusega tüvipüramiidi kuju mõõtmetega:



Joon. 75.

alumise aluse külg	.	.	1,35 m
ülemise „ „	.	.	0,75 „
kõrgus	.	.	0,30 „ .

Reeperi tipp peab ulatuma üle kupitsa pinna 0,2 m võrra. 1,2 m kaugusele reeperist kaevatakse kraav läbilõikega, nagu on näidatud joonisel 75.

Vajaduse korral tehakse kraavile veeäravool.

Ajutiste reeperitena võib kasutada nivellimiskäigu lähedal asetsevaid lati asetamiseks soodsaid ehitiste astmeid (eendeid), silla sambaid, piirimärke, kaevu salvesid, vaiu, jalgteeposte, suuri kive jms. Lati asetamise koht märgitakse neil juhtumeil värviga, kirjutades juurde märgi numbri ja asutise initsiaalid.

Põhjareeperite asetamisel kantakse reeperite asetamise väliraamatusse järgmised andmed:

a) asetatud reeperi kirjeldus, näidates reeperi mõõtmed ja asetussügavuse;

b) reeperi asetamise tingimused, pinnase läbikülmumise sügavus, liiva olemasolu, maakihtide skemaatiline läbilõige ja reeperi asetamise plaan, näidates ära kõik mõõtmed maastiku alaliste esemeteni. Paikkonna kaugemate väljapaistvate esemete peale näidatakse suunad, mis mõõdetakse bussooli järgi. Seina- ja põhjareeperid asetatakse aegsasti; seinareeperid asetatakse vähemalt ööpäev ja põhjareeperid vähemalt 5 ööpäeva enne nivellimise teostamist.

Reeper antakse aktiga vastavate võimuorganite kaitse alla geodeetiliste märkide järelevalveinstruktsiooni kohaselt.

Nivellimise käikude sidumine reeperite või kõrgusmärkidega. Lühikesteks töövaheaegadeks tehakse ajutine sidumine järgmiselt: nivellimiskäiguga risti olevale joonele mitte üle 75—100 m kaugusele statiivist taguda lihtsustatud ajutisteks reeperiteks kolm 0,5 m pikkust ja 8 cm jämedust vaia, nende otsa lüüa 10 cm pikkused sepanaelad. Naelte pead on lati asetamise kohtadeks.

Kui nivellimine teostub mööda latialuseid, siis tuleb vaiade asemel 30—40 cm sügavatesse aukudesse lüüa latialused ja pärast sidumist katta nad töövaheajaks ettevaatlikult mullaga.

Pikemate vaheaegade puhul on tarvis töö lõpetada eraldi punktidesse asetatud kahe ajutise reeperiga. Lõplik sidumine toimub järgmiselt:

1) siduva jaama statiiv asetada reeperi ja viimase latialuse vahele võrdsele kaugusele selleks, et lugemeid teha kremaljeeri muutmatu asendi juures;

2) nivellimise kõrgusmärgile riputada kas ripplatt või terasrulett nii, et selle null ühtiks märgi tsentriga;

3) kui kõrgusmärk asetseb seinas, tuleb enne niitristiku horisontaalniit projektida märgi tsentrit läbivale vertikaaljoonele, pärast seda aga ruletiga mõõta kaugus selle märgi tsentrist kuni horisontaalniidi projektsioonini;

4) sidumine sooritada instrumendi kahe horisondi juures. Pärast sidumise lõpetamist koostada joonis reeperite, latialuste ja neil olnud lattide asendist, pikksilma horisontaalniidi projektsioonist seinal ja selle vahekorrast kõrgusmärgiga, maapinnast jne., varustades skemaatilise joonise vastava kirjeldusega.

Väliraamatute paikne läbitöötamine. Väliraamatute kohapealset läbitöötamist teostatakse maastikul süstemaatiliselt ja see seisneb järgmises: arvutatakse väliraamatu lahtritesse 3,

4, 6, 7, 8 ja 9 kantud kõigi suuruste summad leheküljeti ja tulemused kirjutatakse lehekülje lõppu [vt. väliraamatuis (10), (11), (12), (13), (14) ja (15)]. Liidetakse algebraliselt suurused (12) ja (13), samuti liidetakse 8-nda ja 9-nda lahtri summad ning tulemused kirjutatakse alla (16) ja (17) = (14) + (15).

Leheküljelised summad peavad rahuldama võrdsusi: (10) — — (11) = (16); (17) = ½(16); vastasel korral tuleb kontrollida kõik kohapeal tehtud arvutused.

Kõigilt lehekülgedelt suuruste (17) summana saadav kõrgusvahe naabruses asetsevate alatiste reeperite vahel kirjutatakse sektsiooni lõppu. Kui sektsioon on nivellitud otse- ja vastukäiguga, siis kõrgusvahede summa arvutatakse eraldi otse- ja vastukäigu jaoks ning neist võetakse keskmine. Erinevus otse- ja vastukäikude kõrgusvahede summades iga sektsiooni jaoks ei või ületada suurust $\Delta h = \pm 30 \sqrt{L}$ millimeetrit, kus L on sektsiooni ühesuunaline pikkus kilomeetrites.

Kinnise nivellimiskäigu või kõrgema järgu nivellimise märkidele tugineva käigu osa sulgemisviga ei tohi ületada suurust:

$$\Delta h = \pm (20 \sqrt{L} + 2L) \text{ millimeetrit,}$$

kus L on käigu pikkus kilomeetrites.

Esialgsete kõrguste arvutamine. Eesmise sidepunkti kõrguse arvutamiseks tuleb tagumise punkti kõrgusega liita keskmine kõrgusvahe (18) + (19) = (20) ja saadud väärtus kirjutada lahtrisse 11, vastava punkti numbri vastu. Iga lehekülje algus- (18) ja lõpp-sidepunkti (23) kõrguste vahe peab võrduma keskmiste kõrgusvahede summaga (23) — (18) = (17).

Vahelmiste punktide kõrgused arvutatakse instrumendi horisondi (19) kaudu, milleks tagumise punkti kõrgusega liidetakse tagumisele punktile tehtud lugem, mis kaheküljeliste lattidega nivellimisel saadi lati mustalt küljelt või üheküljeliste lattidega nivellimisel — instrumendi teise horisondi juures (19) = (18) + + (4); instrumendi horisondi väärtused kirjutatakse 10-ndasse lahtrisse.

Vahelmiste punktide kõrgused (21) ja (22), mis võrduvad instrumendi horisondi ja vahelmisele punktile tehtud lugemi vahega (21) = (19) — (5) ja (22) = (19) — (6), kirjutatakse lahtrisse 11, vahelmise punkti numbri vastu.

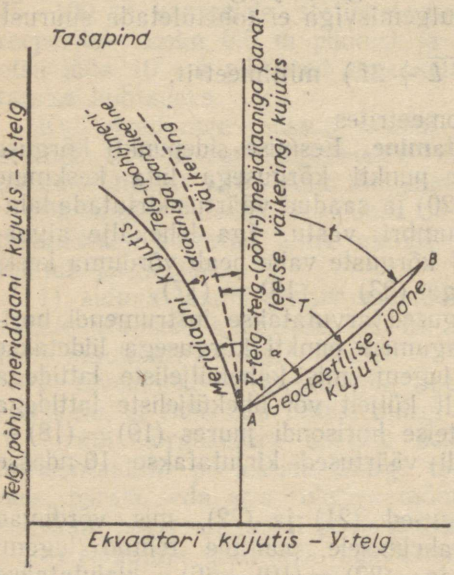
Nivellimise väliraamatute kameraalne läbitöötamine. Kameraalne läbitöötamine seisneb kõrgusvahede summa kontrollimises igas kahe naabruses oleva alatise reeperi vahelises käigus, olemasolevate tugipunktide vahel sulgemisvea arvutamises ja selle võrdlemises lubatavaga ja otse- ning vastukäikude nivelli-

mise resultaatide erinevuse kindlakstegemises. Pärast väliraamatute kontrollimist koostatakse nivellimiskäikude skeem võimalikult suuremõõtkavalisele kaardile ja alatiste ning ajutiste reeperite ja maastiku esemete kõrguste arvutamise leht. Nivellimiskäikude skeemil näidatakse kõik alatised ja ajutised reeperid ja nivellitud maastiku esemed, nendevaheliste käikude suunad kui ka 1 : 100 000 mõõtkavalise kaardi rahvusvaheline lehtede jaotus.

Polügonomeetrilise käigu läbitöötamine Gauss-Krügeri koordinaatide süsteemis.

13. Asimuudid, direktsioonnurgad, rumbid.

Üldine alus. Töövõrkude, -käikude ja -polügoonide punktide koordinaatide lülitamiseks üleriigilisse koordinaatide süsteemi (Gauss-Krügeri koordinaatide süsteemi) on tarvis need võrgud, käigud ja polügoonid orienteerida mitte mõne punkti meelevaldse meridiaani järgi, vaid Gauss-Krügeri koordinaatide tsooni põhimeridiaani (telgmeridiaani) järgi, millega seoses asimuudid, direktsioonnurgad ja rumbid saavad järgmised definitsioonid (joon. 76).



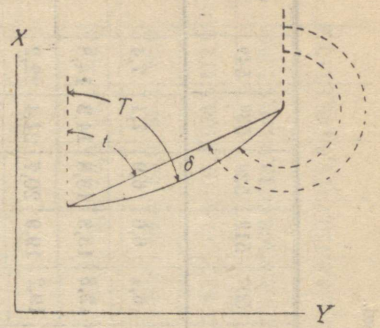
Joon. 76.

Mõne sirgjoone *tõeliseks asimuudiks* (α) sellel ringjoonel antud punktis nimetatakse sfäärilist nurka, mille moodustab see joon antud punkti läbiva geograafilise (tõelise) meridiaaniga; asimuuti loetakse meridiaani põhjapoolsest otsast kellaosuti käigu suunas.

Sirgjoone *sfääriliseks direktsioonnurgaks* (T) sellel sirgjoonel antud punktis nimetatakse sfäärilist nurka, mille moodustab see joon antud punkti läbiva põhimeridiaanile paralleelse väikeringiga; direktsioonnurga suurust loetakse

väikeringi põhjapoolsest otsast kellaosuti käigu suunas. Sirgjoone sfääriline direktsioonnurk sirgjoonel antud punktis on võrdne selle joone tõelise asimuudiga ilma meridiaanide koonduvuse suuruseta, s. t. $T = \alpha - \gamma$.

Meridiaanide sfäärilise koonduvuse (konvergentsiks) (γ) antud punktis nimetatakse nurka, mille moodustab selles punktis tõeline meridiaan tsooni põhimeridiaanile paralleelse väikeringiga. Meridiaanide koonduvuse suurus võib omada märki miinus, kui punktid asetsevad tsooni põhimeridiaanist lääne pool, või märki pluss, kui punktid asetsevad sellest ida pool.



Joon. 77.

Käigu joone tasapinnaliseks direktsioonnurgaks nimetatakse nurka käigu joone algus- või lõpp-punktis, mille moodustab seda joont tasapinnale kujutava kõvera kõõl väikeringi sirgjoonelise kujutisega samal tasapinnal. Tasapinnalise direktsioonnurga võib saada kas sfäärilisest direktsioonnurgast reduktsiooni teel $\delta = T - t$ valemist (joon. 77):

$$t = T - (T - t) = T - \delta$$

või tõelise asimuudi kaudu valemist:

$$t = \alpha - \gamma - \delta.$$

Reduktsioon δ arvutatakse valemist:

$$\delta = \tfrac{1}{2}\varepsilon_0 (x_{k+1} - x_k) y_m,$$

kus ε_0 on sfääriline liig;

x_{k+1}, x_k on kõõlu otste abstsissid;

$y_m = \frac{y_1 + y_2}{2}$ on antud kõõlu keskmine ordinaat.

Tasapinnaliste direktsioonnurkade ja polügooninurkade vaheline sõltuvus avaldatakse valemiga:

$$t_{k,\,k+1} = t_{k-1,\,k} + 180^0 - \beta_k,$$

s. t. järgneva joone tasapinnaline direktsioonnurk võrdub eelnenud joone tasapinnalise direktsioonnurgaga pluss 180^0 ja

Meridiaanide koonduvuse tabel.

$\gamma = [2]\, y \tan \varphi$

φ / y meetreis	40°	41°	42°	43°	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°	54°	φ / y meetreis
10 000	4,5	4,7	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,9	7,1	7,4	10 000
20 000	9,0	9,4	9,7	10,0	10,4	10,8	11,1	11,5	12,0	12,4	12,8	13,3	13,8	14,3	14,8	20 000
30 000	13,6	14,0	14,6	15,1	15,6	16,1	16,7	17,3	17,9	18,6	19,2	19,9	20,7	21,4	22,2	30 000
40 000	18,1	18,7	19,4	20,1	20,8	21,5	22,3	23,1	23,9	24,8	25,6	26,6	27,5	28,6	29,6	40 000
50 000	22,6	23,4	24,2	25,1	26,0	26,9	27,9	28,9	29,9	30,9	32,1	33,2	34,4	35,7	37,0	50 000
60 000	27,1	28,1	29,1	30,1	31,2	32,3	33,4	34,6	35,9	37,1	38,5	39,9	41,3	42,8	44,4	60 000
70 000	31,6	32,8	33,0	35,1	36,4	37,7	39,0	40,4	41,8	43,3	44,9	46,5	48,2	50,0	51,8	70 000
80 000	36,2	37,4	38,8	40,2	41,6	43,1	44,6	46,2	47,8	49,5	51,3	53,1	55,1	57,1	59,2	80 000
90 000	40,7	42,1	43,6	45,2	46,8	48,4	50,2	51,9	53,8	55,7	57,7	59,8	62,0	64,2	66,6	90 000
100 000	45,2	46,8	48,5	50,2	52,0	53,8	55,7	57,7	59,8	61,9	64,1	66,4	68,9	71,4	74,0	100 000

y meetreis \ φ	55°	56°	57°	58°	59°	60°	61°	62°	63°	64°	65°	66°	67°	68°	69°	φ \ y meetreis
10 000	7,7	8,0	8,3	8,6	9,0	9,3	9,7	10,1	10,6	11,0	11,5	12,1	12,7	13,3	14,0	10 000
20 000	15,4	15,9	16,6	17,2	17,9	18,6	19,4	20,2	21,2	22,0	23,1	24,1	25,3	26,6	28,0	20 000
30 000	23,0	23,9	24,8	25,8	26,8	27,9	29,1	30,3	31,6	33,1	34,6	36,2	38,0	39,9	42,0	30 000
40 000	30,7	31,9	33,1	34,4	35,8	37,2	38,8	40,4	42,2	44,1	46,1	48,3	50,6	53,2	56,0	40 000
50 000	38,4	39,8	41,4	43,0	44,8	46,6	48,5	50,6	52,8	55,1	57,6	60,4	63,3	66,6	70,0	50 000
60 000	46,1	47,8	49,7	51,7	53,7	55,9	58,2	60,7	63,3	66,1	69,2	72,4	76,0	79,9	84,0	60 000
70 000	53,8	55,8	58,0	60,3	62,6	65,2	67,9	70,8	73,8	77,1	80,7	84,5	88,6	93,2	98,0	70 000
80 000	61,4	63,8	66,2	68,9	71,6	74,5	77,6	80,9	84,4	88,2	92,2	96,6	101,3	106,5	112,0	80 000
90 000	69,1	71,7	74,5	77,5	80,6	83,8	87,3	91,0	95,0	99,2	103,8	108,6	113,9	119,8	126,0	90 000
100 000	76,8	79,7	82,8	86,1	89,5	93,1	97,0	101,1	105,5	110,2	115,3	120,7	126,6	133,1	140,0	100 000

miinus käigu järgi paremal pool asetsev nurk (parempoolne nurk).

Maastikul asetseva mistahes sirgjoone magnetiliseks asimuudiks sellel sirgjoonel antud punktis nimetatakse nurka, mille moodustab see joon antud punkti läbiva magnetilise meridiaaniga ja mida loetakse meridiaani põhjapoolsest otsast kellaosuti käigu suunas.

14. Polügonomeetriliste käikude arvutamine Gauss-Krügeri koordinaatide süsteemis.

Üldjuhis. Polügonomeetrilise käigu arvutamiseks Gauss-Krügeri koordinaatide süsteemis on tarvis, et käik oleks seotud vähemalt ühe triangulatsiooni- või polügonomeetriapunktiga, mille jaoks koordinaadid Gauss-Krügeri täisnurkses süsteemis on juba teada.

Tööpõhise polügonomeetriliste käikude läbitöötamisel Gauss-Krügeri koordinaatide süsteemis tuleb enne tasandusarvutuste teostamist käigu mõõdetud jooned redutseerida või teisiti öelduna, anda neile parandused sferoidilt tasapinnale siirmiseks. Polügonomeetrilise käigu külgede pikkuse redutseerimisparandused antakse tingimusel, kui käigu ordinaadi keskmine suurus y_m ületab $\pm$ 120 km antud tsooni telgmeridiaanist.

Tööpõhise polügonomeetriliste käikude jaoks parandusi nurkade siirmiseks tasapinnale ei määrata.

Direktsioonnurga arvutamist vaadeldud astronoomilise asimuudi järgi teostatakse lk. 293 näidatud valemi järgi.

Gaussi meridiaanide-koonduvuse arvutamine. γ arvutamist on mugav teostada lk. 294 paigutatud tabeli abil.

Näide. Trigonomeetriliste punktide vahele rajatud polügonomeetrilise käigu mingis punktis on vaadeldud astronoomiline kontrollasimuut $A = 20^0 43',8$. Leida direktsioonnurga suurus, kui vaatluspunkti laius $\varphi = 40^0 02'$ ja vaatluspunkti ordinaat $y = 250{,}4$ km.

Tabelist leiame vahenditult:

y	$\varphi = 40^0$
200 000	90′,00
50 000	22′,60
400	0,′18
250 400	112′,8

$$\gamma = 1^0 52',8.$$

Tabel joonte pikkuste redutseerimiseks tasapinnale. Gauss-Krügeri projektsioonis.

y km \ *s* m	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	*s* m \ *y* km
20	0,000	0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,004	0,004	0,004	0,005	20
30	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,007	0,008	0,009	0,010	0,011	30
40	0,002	0,004	0,006	0,008	0,010	0,012	0,013	0,016	0,018	0,020	40
50	0,003	0,006	0,009	0,012	0,015	0,018	0,021	0,024	0,027	0,031	50
60	0,004	0,009	0,013	0,018	0,022	0,026	0,031	0,035	0,040	0,044	60
70	0,006	0,012	0,018	0,024	0,030	0,036	0,042	0,048	0,054	0,060	70
80	0,008	0,016	0,024	0,031	0,039	0,047	0,055	0,063	0,070	0,078	80
90	0,010	0,020	0,030	0,040	0,050	0,060	0,069	0,079	0,089	0,099	90
100	0,012	0,025	0,037	0,049	0,061	0,073	0,085	0,098	0,110	0,122	100
110	0,015	0,030	0,045	0,059	0,074	0,089	0,104	0,119	0,133	0,148	110
120	0,018	0,035	0,058	0,070	0,088	0,106	0,124	0,141	0,159	0,177	120
130	0,021	0,041	0,062	0,083	0,104	0,124	0,145	0,166	0,186	0,207	130
140	0,024	0,048	0,072	0,093	0,120	0,144	0,168	0,192	0,216	0,240	140
150	0,028	0,055	0,083	0,100	0,138	0,165	0,193	0,221	0,248	0,276	150
160	0,031	0,063	0,094	0,126	0,157	0,188	0,220	0,251	0,282	0,314	160
170	0,035	0,071	0,106	0,142	0,177	0,213	0,248	0,277	0,319	0,354	170
180	0,040	0,079	0,119	0,159	0,199	0,238	0,276	0,318	0,357	0,379	180
190	0,044	0,089	0,133	0,177	0,221	0,266	0,310	0,354	0,398	0,443	190
200	0,049	0,098	0,147	0,196	0,245	0,294	0,343	0,392	0,441	0,491	200
210	0,054	0,108	0,162	0,216	0,270	0,324	0,379	0,432	0,486	0,541	210
220	0,059	0,119	0,178	0,237	0,297	0,356	0,416	0,475	0,534	0,594	220
230	0,065	0,130	0,195	0,259	0,324	0,389	0,454	0,519	0,584	0,649	230
240	0,071	0,141	0,212	0,286	0,353	0,424	0,494	0,565	0,636	0,707	240
250	0,077	0,153	0,230	0,307	0,383	0,460	0,537	0,613	0,690	0,767	250
260	0,083	0,166	0,249	0,332	0,415	0,498	0,581	0,663	0,746	0,829	260
270	0,090	0,179	0,268	0,358	0,447	0,537	0,626	0,715	0,805	0,894	270
280	0,096	0,192	0,289	0,385	0,481	0,577	0,673	0,769	0,865	0,962	280

Et vaatlus toimus tsooni lääneosas, siis otsitav direktsioonnurk:

$$t = 20^{0}43',8 + 1^{0}52',8 = 22^{0}36',6.$$

Polügonomeetrilise käigu külgede pikkuste reduktsioon tasapinnale. Kui antud käigu ordinaat ületab 120 km, siis selle käigu külgede pikkused tuleb redutseerida tasapinnale valemi järgi:

$$d_{k,\,k+1} = s_{k,\,k+1} + s_{k,\,k+1}\frac{y_m^2}{2R^2},$$

kus $y_m = \frac{y_A + y_C}{2}$ on ordinaadi keskmine suurus;

$s_{k,\,k+1}$ — käigu punktide k ja $k+1$ vahelise külje mõõdetud pikkus (horisontaalprojektsioon);

$d_{k,\,k+1}$ — sama külje pikkus tasapinnal Gauss-Krügeri projektsioonis;

y_C ja y_A — käigu alg- ja lõpp-punkti Gauss-Krügeri ordinaadid.

Parandus $s\frac{y_m^2}{2R^2}$ valitakse argumentide y_m ja s järgi lk. 297 paiknevast tabelist.

Näide. Polügonomeetrilises käigus AB alguspunkti A ordinaat = — 236 369,70 m, lõpp-punkti B ordinaat = = — 237 341,20 m; käigu külgede horisontaalprojektsioonid: $A - 1 = 172{,}68$ m; $1 - 2 = 218{,}55$ m; $2 - 3 = 143{,}00$ m; $3 - 4 = 196{,}04$ m; $4 - 5 = 387{,}48$ m; $5 - B = 160{,}29$ m.

Polügonomeetriline käik redutseerida Gauss-Krügeri tasapinnale.

Jaamade nr.	s käigu mõõdetud külgede horisontaalprojektsioonid (meetreis)	$s\frac{y_m^2}{2R^2}$ parandus (meetreis)	d külgede pikkused tasapinnal (meetreis)
A — 1	172,68	0,12	172,80
1 — 2	218,55	0,15	218,70
2 — 3	143,00	0,10	143,10
3 — 4	196,04	0,14	196,18
4 — 5	387,48	0,27	387,75
5 — B	160,29	0,11	160,40

Määranud keskmise ordinaadi

$$y_m = \frac{-237{,}3 - 236{,}4}{2} = -237 \text{ km},$$

leiame järgnevalt Gauss-Krügeri projektsioonis pikkuste tasapinnale redutseerimise paranduste tabelist (vt. lk. 298).

Polügonomeetrilise käigu edasine läbitöötamine toimub tavalises korras.

Teodoliit- ja nivellimispolügoonide tasandamine.

15. Prof. V. V. Popovi viis.

Viisi olemus. Geodeetilises tehnikas on maakorralduse juures laialt levinud prof. V. V. Popovi poolt välja töötatud geodeetiliste andmete kooskõlastamise lihtsustatud võtted kahe meetodi abil — polügoonide meetodi ja sõlmpunktide meetodi abil.

Mainitud meetodite järgi mistahes teodoliit- või nivellimisvõrgu tasandamine taandatakse lineaarsete võrrandite koostamisele ja lahendamisele.

Võrrandite lahendamiseks esildab prof. V. V. Popov kolm viisi. Selle või teise viisi rakendamine sõltub võrrandite iseärasustest, nõutavast täpsusest ja olemasolevaist arvutusabinõudest. Nurkade ja kõrgusvahede tasandamise resultaadid rahuldavad vähimruutude viisi põhiprintsiipi, mille juures mõõdetud suurustele antavate paranduste ruutude summa peab olema minimaalne.

Juurdekasvude kooskõlastamisel eeldatakse, et nende kaalud sõltuvad ainult joonte pikkustest ega sõltu nurkadest; kooskõlastamise tehnika taandatakse niisiis abstsisside ja ordinaatide lahustasandamisele, ja järelikult piirdutakse aritmeetiliste tehete lihtsa kogusega.

Prof. V. V. Popovi viisi olemus põhineb järgmistel printsiipidel. Kui on antud ilma diagonaalkäikudeta kinnine polügoon, mille kõik nurgad on mõõdetud võrdse täpsusega, siis polügoonis esineva sulgemisvea kaotamiseks tuleb anda mõõdetud nurkadele sellised parandused, millede summa võrduks saadud sulgemisveaga, võetult vastupidise märgiga. Ei ole raske mõista, et mõõdetud polügooninurkadele on võimalik leida lõpmata hulk ridu parandusi, millede summa osutub võrdseks antud sulgemisveaga. Et vältida määramatust paranduste leidmisel, on tarvis ülesande lahendamisel omada täiendavaid tingimusi, mis välistaksid selle määramatuse. Et polügooni iga nurga osali-

sus sulgemisvea kuhjumises on ühesugune, siis oleks ainuõige jagada sulgemisviga nurkade arvuga ja saadud sulgemisvea osa anda parandusena igale mõõdetud nurgale. Praktikas nii toimitaksegi: sulgemisviga jaotatakse võrdselt kõigile mõõdetud nurkadele. Sulgemisvea sellise jaotamise aluseks on järgmine omadus: mõõdetud nurkade kõigi paranduste ruutude summa on alati minimaalne, s. t. väiksem kõigi teiste, ka sulgemisviga kaotada võimaldavate paranduste ruutude summast.

Kui polügooninurgad mõõdeti mittevõrdse täpsusega, siis piisab igale nurgale anda tema kaalule vastav parandus ning seega eespool mainitud omadus väljendub järgmiselt: paranduste ruutude ja vastavate kaalude korrutiste summa on kõigist võimalikest parandustest miinimum. Praktikas ühe, ilma diagonaalideta kinnise polügooni sulgemisvigade jaotamisel järgitakse oluliselt sama printsiipi, mille kohaselt antakse parandusi pöördvõrdeliselt vastavate joonte pikkustega.

Kõrgusvahede kooskõlastamisel nivellimiskäigus võetakse kaaludeks nivellitud joonte pikkuste või jaamade arvu pöördarvud ja seepärast jaotatakse sulgemisviga võrdeliselt nende arvudega. Kahe antud kindelpunkti vahele rajatud üksiku lahtise käigu sulgemisviga jaotatakse analoogiliselt kinnise polügooni sulgemisvea jaotamisega, s. t. ka sel juhtumil leiab aset sulgemisvea jaotamine võrdselt igale võrdtäpse mõõtmise resultaadile.

Eespool mainitud printsiibid ongi prof. V. V. Popovi poolt pandud aluseks meelevaldse kujulise võrgu tasandamisele polügoonide kui ka sõlmpunktide meetodiga. Mõlemad need meetodid on ühetaoliselt rakendatavad mistahes teodoliitvõrgu tasandamiseks ja nad annavad ühesuguse resultaadi, mis teatavail tingimustel rahuldab vähimruutude meetodi nõudeid. Siiski on arvutusoperatsioonide lihtsus ja kiirus mainitud meetodite juures praktika mitmesugustel juhtudel erinev. Et vigadevõrrandite lahendamine moodustab tasandamisel peamise osa arvutustöödest, siis kahest meetodist on ilmselt ratsionaalsem see, mille juures võrrandite arv osutub vähimaks.

Reegel, mille järgi kindlalt võib öelda, millist kahest meetodist on otstarbekohasem kasutada polügoonide tasandamisel, on järgmine: m kinnisest polügoonist koosneva võrgu tasandamise juures polügoonide meetodil leitakse sõltumatute võrrandite arv valemist:

$$r = m + k - 1,$$

kus m on kinniste polügoonide arv;
k — antud kindelpunktide arv.

Sõlmpunktide meetodiga tasandamise juures võrrandite arv võrdub otsitavate sõlmpunktide arvuga, kusjuures juhtumil, kui antud polügoonide võrgus puuduvad antud kindelpunktid, siis üks sõlmpunktidest selles võrgus võetakse kokkuleppe kohaselt antud kindelpunktiks, mis vähendab võrrandite arvu ühe võrra. Niisiis, kui osutub, et $r < r_1$, siis tuleb tasandada polügoonide meetodiga; vastasel korral on kasulik sõlmpunktide meetod. Kui $r = r_1$, siis on otstarbekohasem tasandada polügoonide meetodi järgi, sest et andmed võrrandite koostamiseks, ja eriti sulgemisvead, saadakse seejuures lihtsamini ja kiiremini kui sõlmpunktide meetodi juures.

Praktiliselt tuleb lähtuda sellest, et kui võrk on esitatud ilma antud kindelpunktideta, siis on kasulikum rakendada polügoonide meetodit, kuid antud kindelpunktidega võrgu juures on parem rakendada sõlmpunktide meetodit.

Eespool on mainitud, et võrrandite lahendamiseks esitatakse kolm viisi:

a) järkjärguliste lähenduste,
b) ligikaudsete valemite ja
c) võrrandite otsese lahendamise viis.

Kõige lihtsamaks ja mugavamaks viisiks tuleb tunnistada järkjärguliste lähenduste viisi. Ligikaudsete valemite viis on kasulik keerukate võrkude kooskõlastamisel ja eriti abstsisside ning ordinaatide tasandamisel, sest et tasandamisvalemid nii esimeste kui ka teiste jaoks on ühed ja samad. Kui siiski lahendamisele kuuluvate võrrandite arv ei ületa kahte-kolme, on nende otsene lahendamisviis kasulikum järkjärgulisest lahendamisviisist.

Üldiselt tuleb aga märkida, et suure arvu polügoonide ühine kooskõlastamine on ükskõik missuguse eelnimetatud viisi seisukohalt suur ülesanne, seepärast on otstarbekohasem selline võrk jaotada trigonomeetrilistele punktidele toetuvaiks osadeks. Selliste punktide puudumisel tuleb eraldada põhipolügoonid, need tasandada ja siis, võtnud põhipolügoonide punktid antud kindelpunktideks, tasandada ka ülejäänud polügoonid.

Maakorralduse tingimustes maakasutuse piire mööda rajatud teodoliitkäigud tasandatakse diagonaalkäikudega ühiselt nii nagu polügoonide rühm. Maakasutuse rühmade teodoliitkäigud tasandatakse samuti ühiselt.

Lühikesi piirijooni mööda rajatud teodoliitkäikude osad, mis ei ole mõõtmiseks soodsad, tasandatakse tugipolügooni punktide vahele ja neid võib kasutada mõõdistamiskäikudena.

Sulgemisvigade võrrandite koostamise kord teodoliitpolügoonides.

1. näide. **Normaalvõrrandite koostamine vabade polügoonide jaoks nurkade paranduste järgi.**

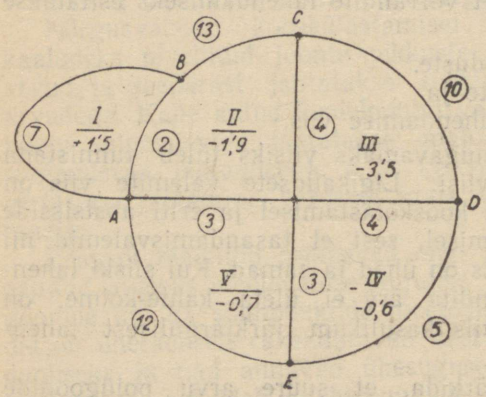
Antud: teodoliitvõrk (joon. 78) viiest vabast polügoonist, nende polügoonide nurgalised sulgemisvead ja külgede arv iga üksiku käigu järgi.

Tuleb koostada normaalvõrrandid antud võrgu jaoks.

Normaalvõrrandite koostamise kord on järgmine:

1. Joonestada tabel, milles horisontaalridade arv vastab polügoonide arvule, vertikaallahtrite arv on aga kahe võrra suurem.

2. Eraldada värvilise pliiatsiga või jämedamate joontega diagonaalselt asetsevate ühenimeliste vertikaallahtrite ja horisontaalridade lõikumisest moodustatud ruudud.



Joon. 78.

3. Read ja lahtrid märkida vastavalt polügoonide numbritele.

4. Juhindudes sellest, et

a) nurgamõõdulistes võrkudes külgede üldsummad moodustavad normaalvõrrandite ruutkoefitsiendid, millede märgid on alati positiivsed;

b) ruutkoefitsientide suhtes sümmeetriliselt asetsevad koefitsiendid esinevad arvudena, mis väljendavad naaberpolügoonide (piirnevate polügoonide) ühiste külgede summat ja mis teodoliitpolügoonides võetake alati miinusmärgiga;

c) normaalvõrrandite vabaliikmed väljendavad antud võrgu iga kinnise polügooni sulgemisviga, kusjuures vabaliikme märgid vastavad sulgemisvigade märkidele; diagonaalrea ruutudesse kirjutada üldsumma iga polügooni kohaselt, võrgu naaberlülide külgede summa aga kirjutada diagonaalrea suhtes sümmeetriliselt asetsevatesse ülejäänud ruutudesse.

5. Lahtrisse „Vaba kontrollperimeeter" kirjutada polügoonide vabad lülid.

6. Kontroll. Lülide summa ühenimeliste vertikaallahtrite või horisontaalridade järgi koos kontrollperimeetriga peab võrduma diagonaalrea antud numbri all olevasse ruutu kirjutatud polügooni külgede arvuga.

7. Üksikute polügoonide sulgemisvead koos oma märkidega kirjutada lahtrisse „Sulgemisvead".

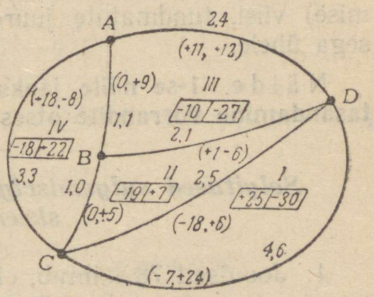
Juhindudes eespool mainitud reeglitest kujuneb normaalvõrrandite tabel antud näite jaoks järgmiseks:

Polügoonide nr.	Polügoonide nr.					Sulgemis-vead	Kontroll-perimeeter
	1	2	3	4	5		
1	+9	−2	—	—	—	+1',5	7
2	−2	+22	−4	—	−3	−1,9	13
3	—	−4	+18	−4	—	−3,5	10
4	—	—	−4	+12	−3	−0,6	5
5	—	−3	—	−3	+18	−0,7	12

2. näide. **Normaalvõrrandite koostamine koordinaatide juurdekasvude paranduste järgi.**

Antud sulgemisvead koordinaatide juurdekasvudes iga kinnise polügooni järgi ja kilomeetrites avaldatud perimeetrid iga üksiku lüli järgi (joon. 79).

Normaalvõrrandite koefitsientide tabel koostatakse taoliselt eelmise tabeliga, kirjutades diagonaalrea ruutudesse polügoonide perimeetrite üldsummad; lahtrisse „Kontrollperimeeter" — polügoonide vabad lülid; lahtrisse „Sulgemisvead" — Δx ja Δy vastavad sulgemisvead; ülejäänud ruutudesse kirjutada polügoonide naaberlülid.



Joon. 79.

Polügoonide nr.	Polügoonide nr.					Sulgemis-vead		Vaba kontroll-perimeeter
	1	2	3	4	5	v_x	v_y	
1	+ 7,1	— 2,5	—	—	—	+ 25	— 30	4,6
2	— 2,5	+ 5,6	— 2,1	— 1,0	—	— 19	+ 7	0,0
3	—	— 2,1	+ 5,6	— 1,1	—	— 10	— 27	2,4
4	—	— 1,0	— 1,1	+ 5,4	—	— 18	+ 22	3,3
5	—	—	—	—	—	—	—	—

Võrrandid esimese polügooni jaoks (esimesest horisontaalreast) kujunevad:

$$+ 7{,}1\,\Delta x_1 - 2{,}5\,\Delta x_2 + 25 = 0; \qquad + 7{,}1\,\Delta y_1 - 2{,}5\,\Delta y_2 - 30 = 0.$$

Analoogiliselt koostatakse ülejäänud kolm paari võrrandeid.

Normaalvõrrandite koostamine varem osaliselt kooskõlastatud piiridega polügoonide jaoks. Sel juhtumil on normaalvõrrandite koostamise tehnika analoogiline eelnenuga. Tuleb ainult silmas pidada, et kooskõlastatud piiridega piirnevates polügoonides sulgemisvead jaotatakse kooskõlastamata lülidele, eeldades, et kooskõlastatud piiride kaalulised suurused on võrdsed nulliga.

Sulgemisvigade võrrandite lahendamine (otsene viis). Vähimruutude meetodis kasutatakse võrrandite lahendamiseks Gaussi skeemi, mille väärtus seisneb selles, et samaaegselt tundmatute määramisega leitakse ka nende kaalud. Kuid teodoliitkäikude üksikute elementide täpsuse hindamiseks ei ole vajadust, piisab ainult joonte ja nurkade mõõtmise täpsuse üldhinnangust. Seepärast rakendatakse sulgemisvigade võrrandite lahendamiseks lihtsamat ja kaudset viisi — tundmatute elimineerimise (välistamise) viisi, tundmatute juures olevate koefitsientide taandamisega ühele.

Näide. **1-se näite jaoks** (lk. 302) **võetud võrgu nurkade tasandamine võrrandite otsese lahendamise viisiga.**

Selgitused sulgemisvigade võrrandite lahendamise skeemi juurde.

1. Jooniselt 78 nähtub, et I polügoon piirneb ainult II polügooniga, seepärast kuulub tundmatu x_1 sellesse kahte võrran-

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	v	
I	+9 +1	−2 −0,22				+1,5 +0,17	$x_1 = 0{,}22\,x_2 - 0{,}17 = -0{,}14$
II	−2 −1	+22 +11	−4 −2		−3 −1,5	−1,9 −0,95	
		+10,8 +1	−2 −0,19		−1,5 −0,14	−0,78 −0,07	$x_2 = 0{,}19\,x_3 + 0{,}14\,x_5 + 0{,}07 = +0{,}13$
III		−4 −1	+18 +4,5	−4 −1		−3,5 −0,88	
V		−3 −1		−3 −1	+18 +6	−0,7 −0,23	
			+4,31 +1	−1 −0,23	−0,14 −0,03	−0,95 −0,22	$x_3 = 0{,}23\,x_4 + 0{,}03\,x_5 + 0{,}22 = +0{,}26$
			−0,19 −1	−1 −5,26	+5,86 +30,8	−0,30 −1,58	
IV			−4 −1	+12 +3	−3 −0,75	−0,6 −0,15	
				−5,49 −1	+30,8 +5,61	−1,80 −0,33	$x_4 = 0{,}28\,x_5 + 0{,}13 = +0{,}16$
				+2,77 +1	−0,78 −0,28	−0,37 −0,13	
					+5,33 +1	−0,46 −0,09	$x_5 = +0{,}09$

disse. Sellest lähtudes tuleb asuda x_1 välistamisele (elimineerimisele), milleks on tarvis kirjutada skeemi algusesse esimese ja teise võrrandi koefitsiendid ja vabaliikmed.

2. Jaganud kõik esimese võrrandi liikmed 9-ga, teise võrrandi liikmed aga 2-ga, nii et koefitsient x_1 juures ühes neist võrrandeist võrduks $+1$-ga, teises aga -1-ga, saame teisendatud võrrandid, mis värvilise tindiga kirjutatakse vastavate algvõrrandite alla.

3. Võtta esimese teisendatud võrrandi liikmete summa teisega ja tulemus kirjutada skeemi teise jätku algusesse; see võrrand ei sisalda x_1.

4. Skeemi teise jätku ülejäänud kahele reale kirjutada III ja V polügooni võrrandid, mis sisaldavad tundmatu x_2.

5. Skeemi teise jätku kolm võrrandit teisendada järgmiselt: esimene neist jagada 10,8-ga, teine 4-ga ja kolmas 3-ga; siis liita esimene võrrand teisega ja esimene võrrand kolmandaga. Saadakse kaks võrrandit ilma x_2, mis tuleb kirjutada skeemi kolmanda jätku algusesse.

6. Skeemi kolmanda jätku viimasele reale kirjutada polügooni neljas võrrand ja analoogiliselt eelmisele välistada x_3.

7. Kaks võrrandit ilma x_3 kirjutada skeemi neljandasse jätku ja eelmise reegli kohaselt välistada x_4.

8. Skeemi viiendas jätkus saadakse üks võrrand ühe tundmatuga x_5, mis tulebki siinsamas määrata.

9. Asetanud x_5 ühte ühele taandatud võrrandeist neljandas jätkus, leiame x_4.

Täpselt samuti määratakse x_3, x_2, x_1.

K o n t r o l l. Iga polügooni paranduste summa peab võrduma nende polügoonide vastavate sulgemisvigadega.

Polügooni nurkade parandamine toimub järgmiselt. Võrgu perifeerial (piirdel) asetsevate käikude jaoks ühele nurgale kuuluvad parandused peavad võrduma vastava x-ga, s. t. käigus AB iga nurk peab saama paranduse $+x_1$, käigus BC — $+x_2$, käigus CD — $+x_3$ jne. Kahele naaberpolügoonile ühiste sisekäikude jaoks peavad parandused olema võrdsed vastava kahe x vahega. Nii näiteks käigus CF II polügooni sisenurgad peavad saama paranduse $x_2 - x_3$, sama käiku mööda paremal pool asetsevad III polügooni nurgad peavad saama paranduse $x_3 - x_2$. Täpselt samuti jaotatakse parandused ka teistele sisekäikudele.

Polügooni nurkade arvutatud parandused esitatakse järgnevas tabelis:

Võrgu osad (käigud)	Külgede (nurkade) arv	Parandused (minuteis)	
		ühele nurgale	kõigile nurkadele
AB	7	— 0,14	— 1,0
BA	2	— 0,27	— 0,5
BC	13	+ 0,13	+ 1,8
CF	4	— 0,13	— 0,5
FA	3	+ 0,04	+ 0,1
CD	10	+ 0,26	+ 2,6
DF	4	+ 0,10	+ 0,4
DE	5	+ 0,16	+ 0,8
EF	3	+ 0,07	+ 0,2
EA	12	+ 0,09	+ 1,0

Ümardamistest tingitud vead on kõrvaldatud tavalisel lihtsustatud viisil.

Näide. **Tasandamine võrgu koordinaatide juurdekasvude võrrandite otsese lahendamise viisiga 2-se näite jaoks** (lk. 303). Märkinud parandused Δx jaoks x kaudu ja Δy jaoks y kaudu ja võtnud lk. 304 asetsevast tabelist võrrandite vastavad koefitsiendid, lahendatakse võrrandid sellekohase skeemi (vt. lk. 308) järgi.

Selgitused võrrandite lahendamise skeemi juurde.

1. Esimeses järjekorras on välistatud I polügooni tundmatud x_1 ja (y_1) kui I ja II polügooni kuuluvad. Need võrrandid on kirjutatud skeemi esimese jätku ridadele.

Lahtrisse s on kirjutatud nende võrrandite koefitsientide summa.

2. Koefitsiendid $x_1(y_1)$ juures on taandatud ühele, jagades esimese võrrandi + 7,1-ga ja teise võrrandi + 2,5-ga. Siis on võetud kahe teisendatud võrrandi summa, võttes siia juurde ka lahtris s seisvad arvud ning tulemus on kirjutatud skeemi teise jätku esimesse ritta. Selle võrrandi liikmete sissekandmist kontrollitakse kõigi tema koefitsientide liitmisega; tulemusena peab saadama samal real lahtris s seisev arv.

3. Edasi on skeemi kirjutatud polügoonide kolmas ja neljas võrrand ning nende jaoks leitud arv s. Koefitsiendid $x_2(y_2)$ juures on taandatud ühele vastava võrrandi jagamisel arvudega + 1,89, + 2,1 (neljas võrrand jääb muutumatuks, sest et selles võrrandis koefitsient $x_2(y_2)$ juures võrdub 1-ga), pärast seda

on välistatud ka see tundmatu. Samas korras on välistatud tundmatu $x_3(y_3)$.

4. Ülejäänud võrrandist ühe tundmatuga $x_4(y_4)$ on määratud x_4 sõltuvalt v_x-st ja y_4 sõltuvalt v_y-st.

Võrrandite lahendamise skeem.

	$x_1(y_1)$	$x_2(y_2)$	$x_3(y_3)$	$x_4(y_4)$	v_x	v_y	s	
I	+ 7,1	− 2,5			+ 25	− 30	− 0,4	$x_1 = 0{,}35\ x_2 -$
	+ 1	− 0,35			+ 3,52	− 4,22	− 0,05	$- 3{,}52 = -1{,}62$
								$y_1 = 0{,}35\ y_2 +$
								$+ 4{,}22 = +5{,}11$
II	− 2,5	+ 5,6	− 2,1	− 1	− 19	+ 7	− 12	
	− 1	+ 2,24	− 0,84	− 0,40	− 7,6	+ 2,8	− 4,8	
		+ 1,89	− 0,84	− 0,40	− 4,08	− 1,42	− 4,85	$x_2 = 0{,}44\ x_3 + 0{,}21$
		+ 1	− 0,44	− 0,21	− 2,16	− 0,75	− 2,56	$x_4 + 2{,}16 = +5{,}42$
								$y_2 = 0{,}44\ y_3 - 0{,}21$
								$y_4 + 0{,}75 = +2{,}53$
III		− 2,1	+ 5,6	− 1,1	− 10	− 27	− 34,6	
		− 1	+ 2,67	− 0,52	− 4,76	− 12,9	− 16,5	
IV		− 1	− 1,1	+ 5,4	− 18	+ 22	+ 7,3	
			+ 2,23	− 0,73	− 6,92	− 13,6	− 19,0	$x_3 = 0{,}33\ x_4 +$
			+ 1	− 0,33	− 3,10	− 6,10	− 8,53	$+ 3{,}10 = +4{,}86$
								$y_3 = 0{,}33\ y_4 +$
								$+ 6{,}10 = +5{,}26$
			− 1,54	+ 5,19	− 20,2	+ 21,2	+ 4,74	
			− 1	+ 3,37	− 13,1	+ 13,8	+ 3,07	
				+ 3,04	− 16,2	+ 7,7	− 5,46	$x_4 = +5{,}32$
				+ 1	− 5,32	+ 2,54	− 1,80	$y_4 = -2{,}54$

5. Leitud tundmatute järkjärgulise asendamisega vastavaisse võrrandeisse on määratud ülejäänud tundmatud. Lõplikud summaarsed parandused on näidatud joonisel 79 ümmargustes

sulgudes vastavate käikude vastas. Vasakpoolsed arvud sulgudes on parandused Δx jaoks, parempoolsed — Δy jaoks; nende märgid vastavad käikudele polügoonides, milledesse nad on kirjutatud. Naaberpolügoonide jaoks on märgid vastupidised.

16. Polügonomeetriliste käikude süsteemi tasandamine.

Rippuva käigu tasandamine. 1. Mõõdetud nurkade järgi arvutatakse käigu kõigile külgedele direktsioonnurgad valemi järgi:

$t_n = t_{n-1} + 180^0 - u$ — parempoolsete nurkade jaoks,

$t_n = t_{n-1} - 180^0 + \lambda$ — vasakpoolsete nurkade jaoks,

kus t_n ja t_{n-1} on direktsioonnurgad eelmise ja järgneva külje jaoks;

u — polügonomeetrilise käigu parempoolne nurk;

λ — polügonomeetrilise käigu vasakpoolne nurk.

2. Arvutatakse koordinaatide juurdekasvud käigus:

$$\Delta x_n = d_n \cos t_n,$$
$$\Delta y_n = d_n \sin t_n.$$

3. Arvutatakse käigu punktide koordinaadid:

$$X_n = X_{n-1} + \Delta x_{n-1},$$
$$Y_n = Y_{n-1} + \Delta y_{n-1},$$

kus X_n ja X_{n-1}, Y_n ja Y_{n-1} on järgneva ja eelmise punkti koordinaadid;

Δx_{n-1} ja Δy_{n-1} — nende punktide vahel asetseva joone koordinaatide juurdekasvud.

Kahe antud kindelpunkti vahelise üksiku käigu tasandamine. 1. Arvutatakse käigu mõõdetud nurkade summa ja leitakse kõrgema klassi joonte direktsioonnurkade järgi, millega külgneb polügonomeetriline käik, käigu nurgaline sulgemisviga valemi järgi:

$W_u = t_n - t_1 + \Sigma u - (n+1)\ 180^0$ — parempoolsete nurkade jaoks,

$W_u = t_1 - t_n + \Sigma \lambda - (n+1)\ 180^0$ — vasakpoolsete nurkade jaoks,

kus W_u on käigu nurgaline sulgemisviga;

t_n ja t_1 — kõrgema klassi külgede direktsioonnurgad;

n — käigu külgede arv;

Σu — käigu parempoolsete nurkade summa;

$\Sigma \lambda$ — käigu vasakpoolsete nurkade summa.

2. Lubatav sulgemisviga jaotatakse võrdselt vastupidise märgiga kõigile käigu nurkadele ja parandatud nurkadega arvutatakse käigu külgede direktsioonnurgad, siis aga arvutatakse käigu koordinaatide juurdekasvud.

3. Leitud koordinaatide juurdekasvude järgi määratakse käigu joonelised sulgemisvead koordinaatide telgesid mööda:

$$W_x = \Sigma\Delta x - (X_n - X_1),$$
$$W_y = \Sigma\Delta y - (Y_n - Y_1),$$

kus W_x ja W_y on sulgemisvead koordinaatide telgesid mööda;
$\Sigma\Delta x$ ja $\Sigma\Delta y$ — kogu käigu koordinaatide juurdekasvude summa;
X_1 ja Y_1 — käigu alguspunkti koordinaadid;
X_n ja Y_n — käigu lõpp-punkti koordinaadid.

Sulgemisvigadest W_x ja W_y arvutatakse käigu jooneline sulgemisviga valemi järgi:

$$\Delta p = \sqrt{W_x^2 + W_y^2}$$

ja relatiivne sulgemisviga, jagades Δp käigu perimeetriga.

4. Kui saadud käigu relatiivne sulgemisviga ei ületa lubatavat, siis sulgemisvead W_x ja W_y jaotatakse vastupidise märgiga koordinaatide juurdekasvude arvutatud väärtustele ja parandatud juurdekasvude järgi leitakse käigu kõigi punktide koordinaadid valemite järgi:

$$X_n = X_{n-1} + \Delta x_{n-1},$$
$$Y_n = Y_{n-1} + \Delta y_{n-1}.$$

Koordinaatide juurdekasvude sulgemisvead jaotatakse võrdeliselt käigu külgede pikkustega.

Nurkade tasandamine polügoonides, kus on mõõdetud tõelisi asimuute (ilma sisekäikudeta). 1. Sulgemisviga nurkades määratakse valemi järgi:

$$f = (\alpha_n - \alpha_1) \pm (\Sigma\beta - 180^0)n,$$

kus $(\alpha_n - \alpha_1)$ on asimuutide vahe, mille vahele on rajatud teodoliitkäik,
α_1 — algusasimuut,
α_n — lõppasimuut,
$(\Sigma\beta - 180^0)$ — käigu nurkade summa ilma 180^0; see võetakse märgiga pluss käigu parempoolsete nurkade jaoks ja märgiga miinus — vasakpoolsete nurkade jaoks,
n — käigu nurkade arv.

2. Kui tõelise asimuudi määramise punktide ordinaatide vahe ületab 1 km, siis sulgemisvea valemisse tuleb paigutada meridiaanide koonduvusest tingitud parandus, ja siis:

$$f = (a_n - a_1) \pm (\Sigma\beta - 180^0)n + \gamma,$$

kus suurusel γ on plussmärk, kui käigu lõpp asetseb telgmeridiaanist lääne pool ja miinusmärk, kui käigu lõpp asetseb sellest ida pool.

Ilma sisekäikudeta kinnises polügoonis nurkade sulgemisviga jaotatakse kõigile mõõdetud nurkadele võrdselt.

Edasised toimingud ei erine millegagi eelnenud juhtumist.

Ühe sõlmpunktiga polügonomeetriliste käikude süsteemi tasandamine. 1. Kui sõlmpunkti juures asetseva ühe joone (sõlmjoone) direktsioonnurk, mis on saadud astronoomilistest vaatlustest, võetakse antuna, siis osutub polügonomeetriliste käikude süsteemi nurkade tasandamiseks süsteem jagatuks kolmeks sõltumatuks käiguks, milledest igaüks tasandatakse nii, nagu see on näidatud üksiku käigu jaoks.

2. Kui aga eespool mainitud direktsioonnurk kuulub tasandamisele, siis arvutatakse astronoomiliste vaatluste põhjal direktsioonnurka omava joone (sõlmjoone) jaoks peale selle veel direktsioonnurgad lähteandmete põhjal kõigi kolme käigu mõõdetud nurkade järgi, lugedes neid käike rippuvaiks, järgmise valemi alusel:

$$t_n^k = t_1 + n \cdot 180^0 - \Sigma u \quad \text{parempoolsete nurkade jaoks}$$

või

$$t_n^k = t_1 - n \cdot 180^0 + \Sigma\lambda \quad \text{vasakpoolsete nurkade jaoks.}$$

Peale selle arvutatakse nende direktsioonnurkade kaalud valemi järgi:

$$P_k = \frac{k}{n_k},$$

kus P_k on direktsioonnurga kaal,

n_k — direktsioonnurga arvutamiseks kasutatud nurkade arv,

k — meelevaldne, kuid ühe süsteemi kõigi direktsioonnurkade jaoks muutumatu koefitsient.

Sõlmjoone direktsioonnurga lõplik väärtus arvutatakse valemi järgi:

$$t = \frac{t'_n P_1 + t''_n P_2 + \ldots + t_n^k P_k}{P_1 + P_2 + \ldots + P_k},$$

mis võetaksegi kindlana (antuna). Siis teostatakse iga käigu tasandamine üksiku käigu tasandamiseks esitatud reeglite kohaselt.

3. Parandatud nurkade järgi määratakse käigu kõigi joonte direktsioonnurgad ja joonepikkuste järgi aga leitakse koordinaatide juurdekasvud valemite järgi:

$$\Delta x_k = d_k \cos t_k,$$
$$\Delta y_k = d_k \sin t_k.$$

Summeeritakse koordinaatidele juurdekasvud iga käigu järgi käigu algusest kuni sõlmpunktini ja saadud summa kohaselt arvutatakse sõlmpunkti koordinaadid igast käigust:

$$X_n^k = X_1^k + \Sigma \Delta x_k$$
$$Y_n^k = Y_1^k + \Sigma \Delta y_k$$

kus X_n^k ja Y_n^k on sõlmpunkti koordinaadid, arvutatud käigust k;

X_1^k ja Y_1^k — käigu k lähtepunkti koordinaadid.

Saadud koordinaatide kaalud P_x^k ja P_y^k valitakse tabelist (vt. lk. 329) käigu külgede arvu ja käigu asimuudi järgi.

Sõlmpunkti koordinaatide lõplikud väärtused arvutatakse valemi järgi:

$$X_n = \frac{X'_n P'_x + X''_n P''_x + \ldots + X_n^k P_x^k}{P'_x + P''_x + \ldots + P_x^k},$$

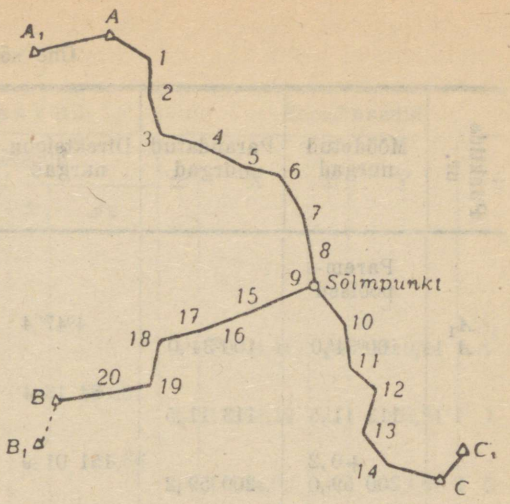
$$Y_n = \frac{Y'_n P'_y + Y''_n P''_y + \ldots + Y_n^k P_y^k}{P'_y + P''_y + \ldots + P_y^k}.$$

4. Saadud sõlmpunkti koordinaadid võetakse kindlaina (antuina) ja süsteem jaotatakse seega üksikuteks omaette käikudeks, kus koordinaatide juurdekasvud tasandatakse nii, nagu see on kirjeldatud üksiku käigu jaoks; samuti arvutatakse ka käigu punktide koordinaadid.

Näide ühe sõlmpunktiga polügonomeetriliste käikude süsteemi tasandamiseks. Lehekülgedel 313—315 on paigutatud näide sõlmjoone direktsioonnurga ja sõlmpunkti koordinaatide kõige tõenäolisema väärtuse arvutamiseks joonisel 80 kujutatud kolmest polügonomeetrilisest käigust koosneva süsteemi jaoks. Arvutused toimuvad kolmel arvutuslehel. Esimene neist on direktsioonnurga kõige tõenäolisema väärtuse arvutamiseks. Teine skeem on sõlmpunkti koordinaatide kõige tõenäolisema väärtuse arvutamiseks ja kolmas — lähtepunktide (antud kin-

delpunktide) ja sõlmpunkti vaheliste üksikute käikude arvutamiseks.

Et lähtepunktide (antud kindelpunktide) vaheliste üksikute käikude arvutamine on samatüübiline kõigi kolme käigu jaoks, siis on küllalt, kui arvutust illustreerida ühe näitega, ütleme esimese käigu jaoks. Arvutused esimese ja teise skeemi järgi tuuakse täielikult.



Joon. 80.

t_n lõpliku väärtuse määramine.

Käikude nr.	t	$t - t_0$	n	$P = \frac{k}{n}$	$P(t - t_0)$
1	333°45′,4	+ 3′,4	9	1,0	+ 3′,4
2	333 44,6	+ 2,6	7	1,3	+ 3,4
3	333 42,0	0,0	8	1,2	0,0
Astr.	333 44,1	+ 2,1	—	1,6	+ 3,4

$$t_0 = 333^{0}42',0\,;\; k = 9\,;\; t_n = 333^{0}42',0 + \frac{10',2}{5,1} = 333^{0}44',0$$

x_n ja y_n lõplike väärtuste määramine.

Käikude nr.	x	$x - x_0$	$P(x - x_0)$	p	$P = \frac{k}{p}$	y	$y - y_0$	$P(y - y_0)$
1	+16293,88	+0,19	+0,228	2586,4	1,2	+6397,04	0,00	0,000
2	+16294,18	+0,49	+1,127	1279,2	2,3	+6398,14	1,10	2,530
3	+16293,69	0,00	0,000	1500,6	2,0	+6398,11	1,07	2,140
	—	—	+1,355	—	5,5	—	—	4,670

$x_0 = +16293,69$ $\quad x_n = +16293,69 + 0,25 = +16293,94$

$y_0 = +6397,04$ $\quad y_n = +6397,04 + 0,85 = +6397,89$

$k = 3000$

Punktide nr.	Mõõdetud nurgad	Parandatud nurgad	Direktsioonnurgad	Joone pikkuste horisontaalprojektsioonid	Koordinaatide arvutamine	
					±	Δx
	Parempoolsed			I. Polügonomeetriline käik		
A_1			4°47′,4			
A	100°34′,0	100°34′,0				
						+1
			84 13,4	295,73	+	29,77
1	113 11,5	113 11,5				
	+0,2		151 01,9	183,10	—	160,19
2	200 59,0	200 59,2				
	+0,2		130 02,7	140,40	—	90,33
3	210 28,0	210 28,2				
	+0,2		99 34,5	399,15	—	+1 66,39
4	142 27,0	142 27,2				
	+0,2		137 07,3	295,45	—	+1 216,51
5	198 35,0	198 35,2				
	+0,2		118 32,1	318,30	—	+1 152,05
6	142 00,5	142 00,7				
	+0,2		156 31,4	267,40	—	245,27
7	184 49,0	184 49,2				
	+0,2		151 42,2	353,20	—	310,99
8	177 58,0	177 58,2				
			153 44,0	333,15	—	+1 298,57
9	—	—				
Σu	1471°02′,0	1471°03′,4		2585,88	+	29,77
	1471 03,4				—	1540,30
W_u	— 1′,4				$\Sigma \Delta_x$	—1510,53
						—1510,47
					W_x	— 0,06

dinaatide juurdekasvud						Koordinaadid				
tatud		parandatud				±	X	±	Y	Punktide nr.
±	Δy	±	Δx	±	Δy					
punktist A kuni punktini nr. 9										
						+	17804,41	+	4610,94	A_1 A
	+10									
+	294,27	+	29,78	+	294,37					
						+	17834,19	+	4905,31	1
	+6									
+	88,60	−	160,19	+	88,66					
						+	17674,00	+	4993,97	2
	+5									
+	107,48	−	90,33	+	107,53					
						+	17583,67	+	5101,50	3
	+12									
+	393,59	−	66,38	+	393,71					
						+	17517,29	+	5495,21	4
	+10									
+	201,04	−	216,50	+	201,14					
						+	17300,79	+	5696,35	5
	+10									
+	279,63	−	152,04	+	279,73					
						+	17148,75	+	5976,08	6
	+9									
+	106,53	−	245,27	+	106,62					
						+	16903,48	+	6082,70	7
	+11									
+	167,43	−	310,98	+	167,54					
						+	16592,50	+	6250,24	8
	+12									
+	147,53	−	298,56	+	147,65					
						+	16293,94	+	6397,89	9
+	1786,10	−	1510,47	+	1786,95					
	0,00									
$\Sigma\Delta_y$	+1786,10									
	1786,05									
W_y	−0,85									

$$\Delta p = \pm\sqrt{(-0{,}06)^2 + (0{,}85)^2} = \pm 0{,}85$$

$$\frac{\Delta p}{p} = \frac{0{,}85}{2586{,}88} = \frac{1}{3040}$$

Mitme sõlmpunktiga polügonomeetriliste käikude süsteemi tasandamine (kaudsete mõõtmiste meetod). 1. Eelkõige tuleb koostada polügonomeetriliste käikude skeem (joon. 81), millel:

a) näidata kõik käikude algus- ja sõlmpunktid kui ka kõik nende vahelised käigud;

b) anda igale käigule teatud suund, märkides seda skeemil noolega; käikude suunad valitakse suvaliselt, kuid hiljem neid ei muudeta kuni tasandamise lõpuni;

c) iga sõlmpunkti juurde kirjutada astronoomilistest vaatlustest saadud direktsioonnurgad, kusjuures vaba võrgu puhul need direktsioonnurgad võetakse kindlaina ja antud käikude süsteem jaguneb seega üksikuteks käikudeks, millede läbitöötamine toimub üksikute käikude tasandamise reeglite kohaselt. Kui aga võrk on lülitatud kõrgema klassi võrgu süsteemi, siis iga direktsioonnurga alla kirjutatakse selle kaal, mis määratakse valemi järgi:

$$P = \frac{k}{0{,}01 m^2},$$

kus m on asimuudi keskmine ruutviga sekundeis (võetakse arvutustest),

k — suvaline, antud süsteemi direktsioonnurkade jaoks muutumatu koefitsient.

2. a) Ligikaudsete direktsioonnurkade ja (sidumise kohtades) antud asimuutide järgi arvutada käikude sulgemisvead valemi järgi:

$$W_u = t_n - t_1 - (n+1)\,180^0 + \Sigma u \quad \text{parempoolsete nurkade jaoks,}$$

$$W_u = t_1 - t_n - (n+1)\,180^0 + \Sigma \lambda \quad \text{vasakpoolsete nurkade jaoks,}$$

kus t_n ja t_1 on käigu algus- ja lõppasimuut;

n — käigu külgede arv;

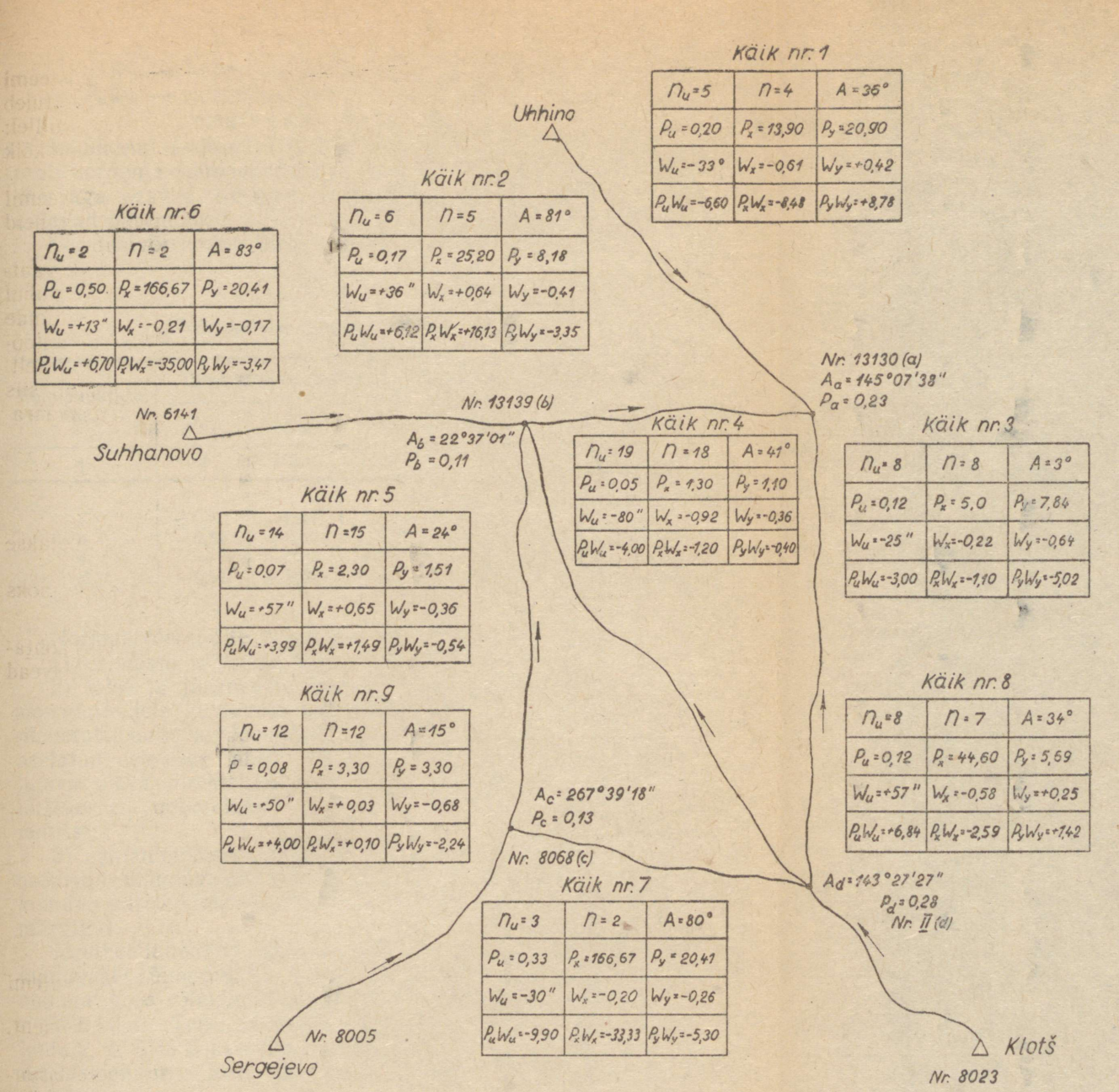
Σu — parempoolsete mõõdetud nurkade summa;

$\Sigma \lambda$ — vasakpoolsete mõõdetud nurkade summa;

b) skeemile paigutatud tabelitesse kirjutada:

n_u — antud käigu nurkade arv;

P_u — käigu nurgaline kaal, mis on leitud valemi järgi: $P_u = \frac{k}{n_u}$ (kus k on sama koefitsient, mida kasutati direktsioonnurkade kaalude arvutamisel);


Käik nr. 1
n_u=5 | n=4 | A=35°
P_u=0,20 | P_x=13,90 | P_y=20,90
W_u=-33° | W_x=-0,61 | W_y=+0,42
P_uW_u=-6,60 | P_xW_x=-8,48 | P_yW_y=+8,78
Uhhino
Käik nr. 2
n_u=6 | n=5 | A=81°
P_u=0,17 | P_x=25,20 | P_y=8,18
W_u=+36" | W_x=+0,64 | W_y=-0,41
P_uW_u=+6,12 | P_xW_x=+16,13 | P_yW_y=-3,35
Käik nr. 6
n_u=2 | n=2 | A=83°
P_u=0,50 | P_x=166,67 | P_y=20,41
W_u=+13" | W_x=-0,21 | W_y=-0,17
P_uW_u=+6,70 | P_xW_x=-35,00 | P_yW_y=-3,47
Nr. 13130 (a)
A_a=145°07'38"
P_a=0,23
Nr. 6141
Suhhanovo
Nr. 13139 (b)
A_b=22°37'01"
P_b=0,11
Käik nr. 4
n_u=19 | n=18 | A=41°
P_u=0,05 | P_x=1,30 | P_y=1,10
W_u=-80" | W_x=-0,92 | W_y=-0,36
P_uW_u=-4,00 | P_xW_x=-1,20 | P_yW_y=-0,40
Käik nr. 3
n_u=8 | n=8 | A=3°
P_u=0,12 | P_x=5,0 | P_y=7,84
W_u=-25" | W_x=-0,22 | W_y=-0,64
P_uW_u=-3,00 | P_xW_x=-1,10 | P_yW_y=-5,02
Käik nr. 5
n_u=14 | n=15 | A=24°
P_u=0,07 | P_x=2,30 | P_y=1,51
W_u=+57" | W_x=+0,65 | W_y=-0,36
P_uW_u=+3,99 | P_xW_x=+1,49 | P_yW_y=-0,54
Käik nr. 9
n_u=12 | n=12 | A=15°
P=0,08 | P_x=3,30 | P_y=3,30
W_u=-50" | W_x=+0,03 | W_y=-0,68
P_uW_u=+4,00 | P_xW_x=+0,10 | P_yW_y=-2,24
Käik nr. 8
n_u=8 | n=7 | A=34°
P_u=0,12 | P_x=44,60 | P_y=5,69
W_u=+57" | W_x=-0,58 | W_y=+0,25
P_uW_u=+6,84 | P_xW_x=-2,59 | P_yW_y=+1,42
A_c=267°39'18"
P_c=0,13
Nr. 8068 (c)
A_d=143°27'27"
P_d=0,28
Nr. II (d)
Käik nr. 7
n_u=3 | n=2 | A=80°
P_u=0,33 | P_x=166,67 | P_y=20,41
W_u=-30" | W_x=-0,20 | W_y=-0,26
P_uW_u=-9,90 | P_xW_x=-33,33 | P_yW_y=-5,30
Nr. 8005
Sergejevo
Klotš
Nr. 8023

Joon. 81.

W_u — käigu nurgaline sulgemisviga;
$P_u W_u$ — nurgalise kaalu korrutis nurgalise sulgemisveaga, vastavate märkidega.

3. Skeemi andmeil koostada normaalvõrrandid, millede arv peab võrduma sõlmpunktide arvuga, tundmatutena neis võrrandeis aga peavad esinema ligikaudsetele direktsioonnurkadele antavad parandused.

Normaalvõrrandite üleskirjutamine toimub tabelis 1.

Tabel 1.

Direktsioonnurkade normaalvõrrandite tabel.

Sõlmpunktide nr.	Direktsioonnurkadele kuuluvate paranduste nimetused					
	$\Delta\alpha_a$	$\Delta\alpha_b$	$\Delta\alpha_c$	$\Delta\alpha_d$	S	$\Sigma P_u W_u$
1	2	3	4	5	6	7
a	+0,72	−0,17	—	−0,12	+0,43	−3,48
b	−0,17	+0,90	−0,07	−0,05	+0,61	+0,57
c	—	−0,07	+0,61	−0,33	+0,21	−9,89
d	−0,12	−0,05	−0,33	+0,90	+0,40	+23,74

Normaalvõrrandite tabeli koostamise kord on järgmine:

1) esimesse lahtrisse kirjutatakse sõlmpunkti numbrid;

2) teise ja järgnevate lahtrite kohale kirjutatakse direktsioonnurkadele kuuluvate paranduste nimetused esimese lahtri numeratsioonile analoogilises järjekorras, s. t., kui punkt *d* on asetatud esimeses lahtris neljandale kohale, siis ka punkti *d* juures oleva direktsioonnurga paranduse nimetus kirjutatakse järjekorras neljandasse lahtrisse, alates loendamist teisest lahtrist;

3) samanimeliste ridade ja lahtrite ristumiskohtadesse, mis asetuvad diagonaalselt tabeli ülemisest vasakpoolsest nurgast alumise parempoolseni, kantakse ruutkoefitsiendid (kõik plussmärgiga).

Ruutkoefitsiendid kujutavad endast võrrandi koostamisele kuuluvast sõlmpunktist väljuvate kõigi käikude kaalude P_u summat koos sõlmpunkti juures oleva direktsioonnurga kaaluga.

Näide. Teise võrrandi jaoks võrdub ruutkoefitsient käikude 2, 4, 5 ja 6 kaalude summaga pluss punkti *b* juures oleva direktsioonnurga kaal, s. t. $0{,}17 + 0{,}05 + 0{,}07 + 0{,}50 + 0{,}11 = 0{,}90$;

4) teised ülejäänud koefitsiendid kirjutatakse välja sel juhtumil, kui punktist, mille jaoks võrrand on kirjutatud, kulgeb käik punktile, mille juures asetseb asimuut, või teisiti öeldult, kui on kolmas käik rea numbriga punktist lahtri numbriga punktile.

Kõik need koefitsiendid varustatakse miinusmärgiga.

N ä i d e. Esimese võrrandi jaoks on koefitsiendid välja kirjutatud järgmiselt: lahtrisse Δa_b — käigu nr. 2 kaal — 0,17; lahtris Δa_c koefitsient puudub, sest et vastavalt puudub käik punktist a punktini c; lahtrisse Δa_d on kirjutatud käigu nr. 3 kaal — 0,12;

5) arvutatakse koefitsientide summa iga võrrandi jaoks eraldi ja tulemus kirjutatakse lahtrisse S.

K o n t r o l l. a) Sõlmpunktist, mille jaoks on võrrand kirjutatud, lähtepunktidesse kulgevate käikude kaalude summa pluss sõlmpunkti juures asetseva direktsioonnurga kaal peab võrduma sama võrrandi koefitsientide summaga (see summa on alati positiivne);

b) üle ruutkoefitsientide tõmmatud diagonaali suhtes sümmeetriliselt asetsevate võrrandite koefitsientide summad peavad olema ühesugused;

6) tabeli viimasesse lahtrisse kirjutatakse normaalvõrrandite vabaliikmed, mis esinevad võrrandi koostamisele kuuluvast punktist väljuvate kõigi käikude jaoks korrutise $P_u W_u$ algebralise summana, kusjuures üksiku korrutise märk on skeemis seisvale märgile vastupidine sel juhtumil, kui käik, mille jaoks korrutis on kirjutatud, väljub võrrandi numbrit kandvast punktist; kui aga käik suundub sellesse punkti, siis skeemil korrutise $P_u W_u$ ees seisev märk jääb muutmatuks.

Näiteks käigus nr. 2 on märk korrutise $P_1 W_1$ ees muudetud vastupidiseks, sest et see käik väljub punktist b.

4. N o r m a a l v õ r r a n d i t e l a h e n d a m i n e (järkjärguliste lähenduste viis). Direktsioonnurkade ligikaudsetele väärtustele paranduste leidmine toimub tabel 2 järgi.

Tabel 2 täitmise ja normaalvõrrandite lahendamise kord on järgmine:

a) esimese normaalvõrrandi (rida a, tabel 1) kõik koefitsiendid jagada sama võrrandi ruutkoefitsiendiga; jagamise tulemused kirjutada 2. tabeli esimesele reale, olles muutnud märgid vastupidisteks; koefitsientide summa jagamisest ruutkoefitsiendiga saadud jagatise märki mitte muuta;

b) täpselt samuti toimida teise, kolmanda jne. võrrandi koefitsiendiga, silmas pidades eespool mainitud märkide reeglit.

Kontroll. 2. tabeli ühel real seisvate kõigi suuruste summa peab võrduma ühega. Kontrollsumma kirjutatakse kuuendasse lahtrisse sulgudes;

c) arvutada tundmatute lähisväärtused: võrrandite vabaliikmed $\Sigma P_u W_u$ (tab. 1) jagada vastavate ruutkoefitsientidega ja jagatis kirjutada vastupidise märgiga esimesest võrrandist (reast a, tabel 1) esimesse lahtrisse (reale $x^{(1)}$, tabel 2), teisest võrrandist teise lahtrisse jne.

Tabel 2.

Direktsioonnurkade normaalvõrrandite lahendamine.

Võrrandite nr.	Paranduste nr.				
	$\Delta\alpha_a$	$\Delta\alpha_b$	$\Delta\alpha_c$	$\Delta\alpha_d$	$\frac{S}{[ii]}$
1	2	3	4	5	6
a	—	+0,24	—	+0,17	+0,59 (1,00)
b	+0,19	—	+0,08	+0,06	+0,68 (1,01)
c	—	+0,11	—	+0,54	+0,34 (0.99)
d	+0,13	+0,06	+0,37	—	+0,44 (1,00)
$x^{(1)}$	+4,83	−0,63	+16,21	−26,37	
$\Delta^{(1)}$	−4,63	−0,25	−14,34	+ 0,67	
$x^{(2)}$	+0,20	−0,88	+1,87	—	
$\Delta^{(2)}$	+0,05	−1,10	+0,24	+0,03	
Parandused	+0,″15	−1″,98	+2″,11	−25″,67	
$\alpha_{\text{ligik.}}$	145°07′38″	22°37′01″	267°39′18″	143°27′27″	
$\alpha_{\text{lõpl.}}$	145 07 38	22 36 59	267 39 20	143 27 01	

Rida $x^{(1)}$ tab. 2 väljendab tundmatute esimesi lähisväärtusi.

5. Leitud esimeste tundmatute lähisväärtuste jaoks arvutada esimesed parandused valemite järgi:

$$\left.\begin{aligned}
\Delta_1^{(1)} &= a_{I,2}x_2^{(1)} + a_{I,3}x_3^{(1)} + a_{I,4}x_4^{(1)} + \ldots + a_{I,n}x_n^{(1)} \\
\Delta_2^{(1)} &= a_{II,1}x_1^{(2)} + a_{II,3}x_3^{(1)} + a_{II,4}x_4^{(1)} + \ldots + a_{II,n}x_n^{(1)} \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
\Delta_n^{(1)} &= a_{n,1}x_1^{(2)} + a_{n,2}x_2^{(2)} + a_{n,3}x_3^{(2)} + \ldots + a_{n,(n-1)}x_{n-1}^{(2)},
\end{aligned}\right\} \quad (1)$$

kus $a_{I,2}$, $a_{I,3}$ ... $a_{I,n}$ on esimese võrrandi koefitsiendid, mis on paigutatud normaalvõrrandite lahendamise tabeli esimesse ritta (rida *a*);

$a_{II,1}$, $a_{II,2}$ ... $a_{II,n}$ — teise võrrandi koefitsiendid, mis on paigutatud sama tabeli teise ritta (rida *b*) jne.;

$x_1^{(1)}$, $x_2^{(1)}$ ... $x_n^{(1)}$ — tundmatute väärtused esimeses lähenduses;

$x_1^{(2)}$, $x_2^{(2)}$ ... $x_n^{(2)}$ — tundmatute teised lähisväärtused, arvutatud valemite järgi:

$$\left.\begin{aligned} x_1^{(2)} &= x_1^{(1)} + \Delta_1^{(1)} \\ x_2^{(2)} &= x_2^{(1)} + \Delta_2^{(1)} \\ \hline x_n^{(2)} &= x_n^{(1)} + \Delta^{(1)} \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

Paranduste $\Delta_1^{(1)}$, $\Delta_2^{(1)}$ ... $\Delta_n^{(1)}$ arvutamise tehnika seisneb järgmises:

a) 2. tabeli esimese rea võrrandi kõik koefitsiendid, alates teisest lahtrist, korrutada vastavate, samades lahtrites seisvate väärtustega reast $x^{(1)}$, tulemused algebraliselt liita ja saadav summa kirjutada rea $\Delta^{(1)}$ esimesse lahtrisse;

b) esimesest lahtrist liita suurused $x^{(1)}$ ja $\Delta^{(1)}$ ning saadav summa kirjutada reale $x^{(2)}$;

c) korrutada suurused $x^{(2)}$ ja $a_{II,1}$ esimesest lahtrist ning saadud tulemusega liita algebraliselt kõik 2. tabeli teise võrrandi koefitsientide korrutised, alates kolmandast lahtrist, vastavate sama lahtri lähisväärtustega $x^{(1)}$. Saadav summa kirjutada teise lahtrisse, reale $\Delta^{(1)}$;

d) teisest lahtrist liita suurused $x^{(1)}$ ja $\Delta^{(1)}$ ning edasist paranduste leidmist toimetada analoogiliselt eelnenuga;

e) arvutada teised, kolmandad jne. parandused valemite järgi:

$$\left.\begin{aligned} \Delta_1^{(n)} &= a_{I,2}\Delta_2^{(n-1)} + a_{I,3}\Delta_3^{(n-1)} + \ldots + a_{I,n}\Delta_n^{(n-1)} \\ \Delta_2^{(n)} &= a_{II,1}\Delta_1^{(n)} + a_{II,3}\Delta_3^{(n-1)} + \ldots + a_{II,n}\Delta_n^{(n-1)} \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \Delta_n^{(n)} &= a_{n,1}\Delta_1^{(n)} + a_{n,2}\Delta_2^{(n)} + \ldots + a_{n,(n-1)}\Delta_{n-1}^{(n)} \end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

tehes arvutusi seni, kuni kõigi paranduste suurused muutuvad nõutavast täpsusest väiksemaks; arvutuste tehnika on analoogiline eespool tooduga.

Kui mõned parandustest osutuvad ettekirjutatud täpsusest väiksemaks, sellal kui teised seda täpsust ületavad, lakatakse edasisest arvutamisest vastavais lahtrites;

f) leida paranduste lõplikud väärtused valemi järgi:

$$x_i = x_i^{(1)} + \Delta_1^{(1)} + \Delta_2^{(2)} + \ldots,$$

milleks võtta igas lahtris, alates suurusest $x_i^{(1)}$, seisvate kõigi arvude summa, välja arvatud suurused reas $x_1^{(2)}$;

g) paranduste suuruste alla kirjutada direktsioonnurkade jaoks võetud lähisväärtused, liita leitud parandustega ja lõplikud ehk tasandatud direktsioonnurkade väärtused kirjutada viimasele reale.

6. Tasandanud sõlmjoonte direktsioonnurgad, tuleb edasi asuda sõlmpunktidevaheliste nurkade tasandamisele käikude viisi (üksiku käigu tasandamise reeglite kohaselt).

7. Ühe nurga mõõtmise keskmine ruutviga arvutatakse valemi järgi:

$$M = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta P]}{(m-n)k}},$$

kus m on käikude arv süsteemis,

n — sõlmpunktide arv,

k — suvaline koefitsient, mida on kasutatud kaalude arvutamisel:

$[\Delta\Delta P] = [PW_uW_u] + \{[P_uW_u]_a\Delta t_a + [P_uW_u]_b\Delta a_b + \ldots\}$;

$[PW_uW_u]$ on üksikute P_uW_u ja vastavate sulgemisvigade korrutiste summa (kõik need suurused võetakse skeemilt);

$[P_uW_u]_k\Delta a_k$ — võrrandi vabaliikme ja temale vastava direktsioonnurga paranduse korrutised.

Näites on keskmine ruutviga arvutatud järgmiselt:

$$[P_uW_uW_u] = +2034{,}53,$$
$$[P_uW_u]_k\Delta a_k = 631{,}9243,$$
$$[P\Delta\Delta] = 1402{,}6057,$$
$$m - n = 9 - 4 = 5,$$
$$k = 1,$$

$$M = \pm \frac{1402{,}6051}{5} = \pm 280{,}5211 = \pm 16''{,}45.$$

8. Tasandanud kõigi käikude nurgad, arvutatakse nende järgi külgede direktsioonnurgad, siis aga nende direktsioonnurkade ja külje pikkuste järgi — koordinaatide juurdekasvud.

9. Arvutatakse sõlmpunktide ligikaudsed koordinaadid valemite järgi:

$$X_n = X_1 + \Sigma\Delta x,$$
$$Y_n = Y_1 + \Sigma\Delta y,$$

kus X_1 ja Y_1 on kõrgema klassi lähima punkti koordinaadid,
$\Sigma\Delta x$ ja $\Sigma\Delta y$ — käigu juurdekasvude summa kõrgema klassi punktist kuni sõlmpunktini.

10. Vastavalt käikude suundadele arvutatakse skeemi järgi kõigi käikude sulgemisvead W_x ja W_y valemite järgi:

$$W_x = X_n - X_1 - \Sigma\Delta x,$$
$$W_y = Y_n - Y_1 - \Sigma\Delta y,$$

lugedes saadud ligikaudsed koordinaadid kindlaina; leitud sulgemisvead kirjutatakse skeemile vastavaisse tabelitesse; sinnasamasse kirjutatakse käigu külgede arv n ja käigu asimuut A, mis võetakse skeemilt või arvutatakse valemi järgi:

$$\tan A = \frac{\Sigma\Delta y}{\Sigma\Delta x}.$$

11. Argumentide n ja A kohaselt valitakse tabelist (lk. 329) P_x ja P_y, s. t. abstsisside ja ordinaatide summade kaalud kõigi käikude jaoks ning saadud andmed kirjutatakse skeemile; siiasamasse skeemile kirjutatakse ka korrutised.

Koostada normaalvõrrandid eraldi abstsisside ja ordinaatide jaoks reeglite kohaselt, mis on ette nähtud normaalvõrrandite koostamiseks direktsioonnurkade jaoks, kusjuures numbrit k kandvale punktile kuuluva normaalvõrrandi koefitsient arvutatakse kui kõigi punkti k kokkuvate käikude kaalude summa; ruutkoefitsiendi märk on pluss. Ülejäänud koefitsiendid kirjutatakse vastavasse lahtrisse ainult siis, kui lahtri numbrit kandev punkt ühendatakse käigu punktiga k. Koefitsiendiks on selle käigu kaal. Kõik need koefitsiendid kirjutatakse tabelisse miinusmärgiga.

Võrrandi vabaliige saadakse kui suuruste $P_u W_u$ algebraline summa kõiki punktis k lõikuvaid käike mööda. Suurused $P_u W_u$ võetakse skeemil oleva märgiga, kui käik on suunatud punkti k ja vastupidise märgiga, kui käik on suunatud sellest punktist välja.

K o n t r o l l. Lahtrisse S väljakirjutatud koefitsientide summa peab alati olema positiivne ja võrduma kas nende käi-

kude kaalude summaga, mis ühendavad punkti k kõrgema klassi punktidega, või nulliga, kui punkt ei ole käigu abil otseselt ühendatud ühegi kõrgema klassi punktiga. Koefitsiendid, mis asetsevad mööda ruutkoefitsiente tõmmatud diagonaaliga sümmeetriliselt, peavad olema võrdsed.

Abstsisside ja ordinaatide normaalvõrrandite koefitsiendid skeemil kujutatud süsteemi jaoks on antud järgnevais tabeleis:

Abstsisside normaalvõrrandite koefitsientide tabel.

Sõlmpunktide nr.	Paranduste nimetused					
	Δx_a	Δx_b	Δx_c	Δx_d	S	$P_x W_x$
a	+44,10	— 25,20	—	— 5,00	+ 13,90	— 6,55
b	—25,20	+195,47	— 2,30	— 1,30	+166,67	+50,48
c	—	— 2,30	+172,27	—166,67	+ 3,30	+34,72
d	— 5,00	— 1,30	—166,67	+217,57	+ 44,60	—33,04

Ordinaatide normaalvõrrandite koefitsientide tabel.

Sõlmpunktide nr.	Paranduste nimetused					
	Δy_a	Δy_b	Δy_c	Δy_d	S	$P_y W_y$
a	+36,92	— 8,18	—	— 7,84	+20,90	— 0,41
b	— 8,18	+31,20	— 1,51	— 1,10	+20,00	+ 1,06
c	—	— 1,51	+25,52	—20,41	+ 3,00	+ 7,00
d	— 7,84	— 1,10	—20,41	+35,04	+ 5,69	—12,14

Abstsisside ja ordinaatide normaalvõrrandite lahendamine teostatakse täpselt samuti nagu direktsioonnurkade võrrandite lahendaminegi (vt. tabelid lk. 326, 327).

Saanud kõigi sõlmpunktide koordinaatide lõplikud väärtused, tasandatakse koordinaatide juurdekasvud otstes kindelpunkte omavate üksikute käikude järgi. Nende käikude tasandamine toimub üksiku käigu tasandamise reegli kohaselt. Näitena on eelmistel lehekülgedel toodud süsteemi ühe käigu täielik tasandamine ja selle käigu kõigi punktide koordinaatide arvutamine.

Polügoonide tasandamine prof. A. S. Tšebotarjovi viisi järgi (ekvivalentne asendamise viis). Viisi alus (joon. 82).

Kui punktide B ja C vahele on rajatud, oletame, kolm käiku:

Z_1 — B, 1, 2, 3, 4, C,
Z_2 — B, 5, 6, 7, 8, 9, C,
Z_3 — B, 10, 11, 12, 13, 14, 15, C,

Punktide nr.	Mõõdetud nurgad	Parandatud nurgad	Direktsioonnurgad	Joone pikkuste horisontaalprojektsioonid	Koor-arvu-	
					±	Δx
9083	Vasakpoolsed					Käik nr. 4
	—3		323°27′02″			
II.	198°29′46″	198°29′43″				+0,12
	— 3		341 56 45	853,22	+	811,21
9195	153 03 17	153 03 14				+4
	—3		314 59 59	268,98	+	190,19
9196	182 27 18	182 27 15				+3
	—3		317 27 14	215,02	+	158,41
9197	174 22 40	174 22 37				+3
	—3		311 49 51	209,45	+	139,69
9198	185 32 26	185 32 23				+3
	—3		317 22 14	225,11	+	165,63
9199	177 00 24	177 00 21				+2
	—3		314 22 35	152,99	+	106,99
8200	179 16 10	179 16 07				+3
	—3		313 38 42	230,66	+	159,20
8201	181 54 46	181 54 43				+3
	—3		315 33 25	192,89	+	137,72
8202	179 28 12	179 28 09				+2
	—3		315 01 34	144,34	+	102,11
8203	175 52 56	175 52 53				+2
	—3		310 54 27	108,90	+	71,31
8204	183 21 38	183 21 35				+2
	—3		314 16 02	176,00	+	122,85
8205	174 53 43	174 53 40				+2
	—3		309 09 42	138,02	+	87,16
8206	171 05 23	171 05 20				+3
	—3		300 15 02	160,76	+	80,99
8207	180 17 25	180 17 22				+3
	—3		300 32 24	139,96	+	71,12
8208	178 31 40	178 31 37				+5
	— 3		299 04 01	313,32	+	152,22
8209	163 20 02	163 19 59				+5
	—3		282 24 00	439,69	+	94,42
8210	191 56 56	191 56 53				+3
	—3		294 20 53	259,86	+	107,14
8211	250 27 02	250 26 59				+5
	—3		4 47 12	558,80	+	556,82
13139	17 49 10	17 49 07				
8118			202 36 59			
Σu	3299°10′54″	3299°09′57″		4787,97	$\Sigma\Delta x$	+3315,18
	3299 09 57				+	3315,83
W_u	+57″				W_x	−0,65

dinaatide juurdekasvud						Koordinaadid			
tatud			parandatud			±	X	±	Y
±	Δy	±	Δx	±	Δy				
	−0,01					+	121038,63	—	13720,45
—	264,43	+	811,33	—	264,44				
	−1					−	121849,96	—	13984,89
—	190,20	+	190,23	—	190,21				
	−1					+	122040,19	—	14175,10
—	145,39	+	158,44	—	145,40				
						+	122198,63	—	14320,50
—	156,06	+	139,72	—	156,06				
						+	122338,35	—	14476,56
—	152,46	+	165,66	—	152,46				
						+	122504,01	—	14629,02
—	109,35	+	107,01	—	109,35				
						+	122611,02	—	14738,37
—	166,91	+	159,23	—	166,91				
						+	122770,25	—	14905,28
—	135,05	+	137,75	—	135,05				
						+	122908,00	—	15040,33
—	102,02	+	102,13	—	102,02				
						+	123010,13	—	15142,35
—	82,30	+	71,33	—	82,30				
						+	123081,46	—	15224,65
—	126,03	+	122,87	—	126,03				
						+	123204,33	—	15350,68
—	107,02	+	87,18	—	107,02				
						+	123291,51	—	15457,70
—	138,87	+	81,02	—	138,87				
						+	123372,53	—	15596,57
—	120,54	+	71,15	—	120,54				
						+	123443,68	—	15717,11
—	273,86	+	152,27	—	273,86				
						+	123595,95	—	15990,97
—	429,43	+	94,47	—	429,43				
						+	123690,42	—	16420,40
—	236,75	+	107,17	—	236,75				
						+	123797,59	—	16657,15
+	46,72	+	556,87	+	46,72				
						+	124354,46	—	16610,43
$\Sigma\Delta y$	−2889,95	+	3315,83	—	2889,98				
	−2889,98								
W_y	+0,03		$\Delta p = \pm\sqrt{(-0,65)^2+(+0,03)^2} = \pm 0,65$						
			$\frac{\Delta p}{p} = \frac{1}{7350}$						

Võrrandite nr.	Paranduste nr.				
	Δx_a	Δx_b	Δx_c	Δx_d	$\frac{S}{[ii]}$
a	—	+0,57	—	+0,11	+0,31 (0,99)
b	+0,13	—	+0,01	+0,01	+0,85 (1,00)
c	—	+0,01	—	+0,97	+0,02 (1,00)
d	+0,02	+0,01	+0,77	—	+0,20 (1,00)
$x^{(1)}$	+0,15	−0,26	−0,20	+0,15	
$\Delta^{(1)}$	−0,13	0	+0,14	−0,05	
$x^{(2)}$	+0,02	−0,26	−0,06	—	
$\Delta^{(2)}$	−0,01	—	−0,05	−0,04	
$\Delta^{(3)}$	—	—	−0,04	−0,03	
$\Delta^{(4)}$	—	—	−0,03	−0,02	
$\Delta^{(5)}$	—	—	−0,02	−0,02	
$\Delta^{(6)}$	0	0	−0,02	−0,01	
Parandus	+0,01	−0,26	−0,22	−0,02	
x igik.	+124247,48	+124354,81	+121313,98	+121038,65	
x lõpl.	+124247,49	+124354,55	+121313,76	+121038,63	

siis võib joone AB direktsioonnurga siirda joonele CD kolme käiku mööda: mööda käiku Z_1, Z_2 ja mööda käiku Z_3.

Täpselt samuti võib joone CD juurdekasvu siduda joone AB juurdekasvuga sama kolme käigu järgi.

Sulgemisvead nurkades ja juurdekasvudes mainitud käike mööda ei ole ilmselt ühesugused. Nurkade sulgemisvea jaotamisel võib igaüht neist käikudest asendada ekvivalentse nurgaga γ valemi järgi:

$$\gamma = \Sigma\beta - (n-1)\cdot 180^0,$$

kus $\Sigma\beta$ on käigu suuna suhtes parempoolsed nurgad või

$$\gamma = (n+1)\cdot 180^0 - \Sigma\lambda,$$

kus $\Sigma\lambda$ on käigu suhtes vasakpoolsed nurgad, kaaludega vastavalt:

$$p_1 = \frac{1}{n_1}; \quad p_2 = \frac{1}{n_2}; \quad p_3 = \frac{1}{n_3},$$

Võrrandite nr.	Paranduste nr.				
	Δy_a	Δy_b	Δy_c	Δy_d	$\frac{S}{[ii]}$
a	—	+0,22	—	+0,21	+0,57 (1,00)
b	+0,26	—	+0,05	+0,03	+0,65 (0,99)
c	—	+0,06	—	+0,81	+0,13 (0,99)
d	+0,22	+0,03	+0,58	—	+0,16 (1,00)
$y^{(1)}$	+0,01	−0,03	−0,28	+0,37	
$\Delta^{(1)}$	+0,07	+0,09	+0,30	+0,03	
$y^{(2)}$	+0,08	+0,06	+0,02	—	
$\Delta^{(2)}$	+0,03	+0,02	+0,03	+0,02	
Parandus	+0,11	+0,08	+0,05	+0,42	
$y_{\text{ligik.}}$	−13576,34	−16610,45	−15281,46	−13720,86	
$y_{\text{lõpl.}}$	−13576,24	−16610,37	−15281,41	−13720,44	

kus n_1, n_2, n_3 on nurkade arv igas käigus. Kõigi kolme käigu jaoks ekvivalentse nurga kõige tõenäolisem väärtus saadakse valemi järgi:

$$\gamma_{1,\,2,\,3} = \frac{\gamma_1 p_1 + \gamma_2 p_2 + \gamma_3 p_3}{p_1 + p_2 + p_3}.$$

Käikude külgede juurdekasvude tasandamisel võib igaühte neist asendada sulgeva joone BC juurdekasvuga järgmiste valemite kohaselt:

$$\Delta x_{BC} = [\Delta x] = \sum_{1}^{n-1} \Delta x,$$

$$\Delta y_{BC} = [\Delta y] = \sum_{1}^{n-1} \Delta y$$

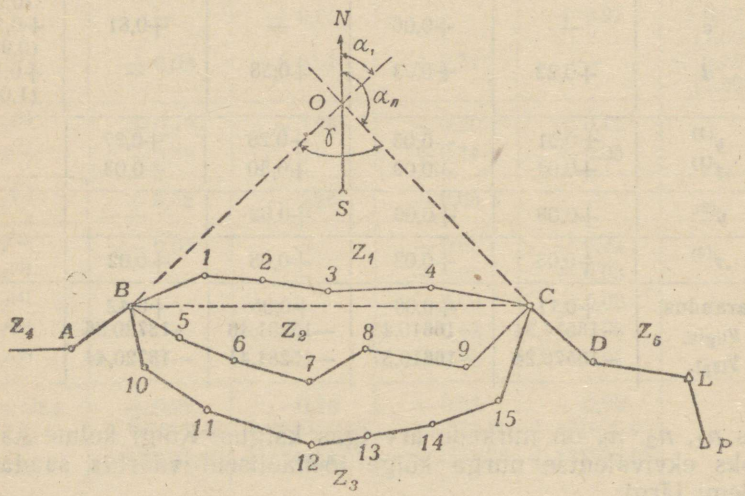
vastavate kaaludega:

$$r_1 = \frac{1}{\sum_{1}^{n-1} l_1}; \quad r_2 = \frac{1}{\sum_{1}^{n-1} l_2}; \quad r_3 = \frac{1}{\sum_{1}^{n-1} l_3},$$

kust sulgeva joone juurdekasvude kõige tõenäolisemad väärtused kõigi kolme käigu jaoks saadakse valemi järgi:

$$\Delta x_{1,2,3} = \frac{(\Delta x)_1 r_1 + (\Delta x)_2 r_2 + (\Delta x)_3 r_3}{r_1 + r_2 + r_3},$$

$$\Delta y_{1,2,3} = \frac{(\Delta y)_1 r_1 + (\Delta y)_2 r_2 + (\Delta y)_3 r_3}{r_1 + r_2 + r_3}.$$



Joon. 82.

Punkte *B* ja *C*, kus teodoliitkäigud kokkuvad, nimetatakse sõlmpunktideks.

Kui nurk γ saadakse negatiivne, siis tuleb temaga liita 360^0.

Näide. Antud on polügoonide süsteem, mis on kujutatud joonisel 83.

Antud süsteem tuleb tasandada ekvivalentse asendamise viisi kohaselt. Tasandamine teostada järgmises järjekorras:

1. Ära märkida sõlmpunktid.

2. Kujutleda ennast seisvana figuuri keskel ja andvat igale sõlmpunktide vahel paiknevaist käikudest suund kellaosuti käigu järgi (märkida noolega).

3. Kogu käikude süsteem asendada ühe polügooniga, milleks:

a) käigud Z_1, Z_5 asendada joonte (2 — 1) ja (7 — 8) vahelise nurga $\gamma_{1,5}$ kõige tõenäolisema väärtusega;

Tabel kaalude P_x ja P_y määramiseks.

Külgede arv n \ Käigu direktsioonnurk	0^0	10^0	20^0	30^0	40^0	50^0	60^0	70^0	80^0	90^0
2	200,00	204,08	227,27	256,41	322,58	454,55	666,67	1111,11	1666,70	2500,00
3	133,33	136,99	149,25	169,49	204,08	270,27	370,37	526,32	769,23	909,00
4	100,00	102,04	109,90	125,00	149,25	185,19	243,90	333,33	434,78	476,19
5	80,00	81,97	87,72	97,09	112,36	136,99	169,49	212,77	250,00	260,27
6	66,66	67,57	71,94	79,37	88,50	104,17	121,95	144,93	163,93	169,49
7	57,14	57,80	60,61	65,36	71,43	80,65	90,09	100,00	109,89	112,36
8	50,00	50,51	52,08	54,95	58,82	63,69	68,96	73,53	77,52	78,74
9	44,44	44,84	45,56	46,95	48,78	51,28	53,19	55,25	56,50	57,14
10	40,00	40,16	40,32	40,65	41,15	41,67	42,02	42,55	42,74	42,92
11	36,36	36,23	35,84	35,46	34,72	34,25	33,56	33,22	32,89	32,79
12	33,33	33,00	32,05	31,15	29,85	28,57	24,47	26,60	26,18	25,97
13	30,77	30,40	29,15	27,40	25,64	23,98	22,57	21,55	20,92	20,75
14	28,57	27,93	26,39	24,39	22,22	20,33	18,80	17,73	17,12	16,89
15	26,67	25,91	24,04	21,69	19,34	17,33	15,80	14,73	14,12	13,91
16	25,00	24,15	22,03	19,38	16,89	14,90	13,39	12,35	11,78	11,59
17	23,53	22,57	20,16	17,39	14,75	12,87	11,43	10,46	9,93	9,76
18	22,22	21,19	18,55	15,67	13,11	11,20	9,84	8,94	8,45	8,29
19	21,05	19,88	17,12	14,12	11,63	9,78	8,52	7,70	7,25	7,11
20	20,00	18,73	15,80	12,79	10,34	8,61	7,42	6,68	6,27	6,14

b) käigud Z_6 ja Z_3 asendada joonte (9 — 10) ja (1 — 13) vahelise nurgaga $\gamma_{3,6}$, tingimata kaasa arvates ka külgnevad nurgad.

4. Saadud polügoonis $Z_4, \gamma_{1,5}, Z_2, \gamma_{3,6}$ arvutada sisenurkade summa ja seda võrrelda teoreetilisega valemist $2d(n-2)$. Saadakse polügooni sulgemisviga.

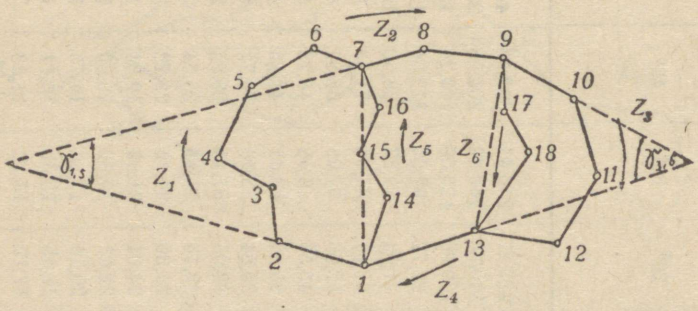
5. Leitud sulgemisviga jaotada polügooni nurkadele kaalude kohaselt, lugedes, et nurkade arv, mida sisaldab ekvivalentne nurk

$$\gamma_{1,5} = \frac{1}{p_{1,5}} = n_{1,5},$$

nurkade arv, mida sisaldab ekvivalentne nurk

$$\gamma_{3,6} = \frac{1}{p_{3,6}} = n_{3,6},$$

nurkade arv, mida sisaldab käik Z_2, vastab n_2,
„ „ „ „ „ Z_4 „ n_4.



Joon. 83.

6. Leida nurkade esialgsete ja lõplike ekvivalentsete väärtuste vahe, s. t.:

$\gamma_1 - \gamma_{1,5} = f_1$; $\gamma_5 - \gamma_{1,5} = f_5$; $\gamma_3 - \gamma_{3,6} = f_3$; $\gamma_6 - \gamma_{3,6} = f_6$.

7. Sulgemisvead $f_1, f_5, f_3, f_6, f_2, f_4$ jaotada vastavatele käikudele võrdeliselt nurkade arvuga.

8. Asendada Z_1, Z_5 juurdekasvude summa joone (1 — 7) juurdekasvu kõige tõenäolisema väärtusega ning Z_6 ja Z_3 juurdekasvude summad joone (9 — 13) juurdekasvude kõige tõenäolisema väärtusega.

9. Arvutada juurdekasvude sulgemisvead polügoonis: 1, 7, 8, 9, 13, 1.

10. Leitud juurdekasvude sulgemisviga jaotada pöördvõrdeliselt käikude perimeetritega, andes 100-m-sele joonepikkusele kaalu võrdse ühega.

Allpool on toodud numbriline näide ekvivalentse asendamise viisiga tasandamiseks vastavalt joonisele 83. Arvutused toimuvad kolmel arvutuslehel. Esimene arvutusleht on sõlmnurkade ehk ekvivalentsete nurkade (γ) kõige tõenäolisemate väärtuste arvutamiseks, teine — käikude juurdekasvude summade kõige tõenäolisemate väärtuste arvutamiseks, ja kolmas — üksikute käikude arvutamiseks (vt. lk. 332—334, 336 ja 337). Et sõlmpunktidevaheliste üksikute käikude arvutusleht on ühetüübiline kõigi käikude jaoks, siis käsiraamatus arvutusi illustreeritakse ainult kahe käigu Z_2 ja Z_3 järgi.

Esimese ja teise arvutuslehe kohane arvutamine on esitatud täielikult.

Sisekäikudega polügooni tasandamine sulgemisvigade võrdlemise viisiga. Polügooni tasandamine taandatakse sellele, et:

a) polügooni sisenurkade summa oleks võrdne 180^0 $(n-2)$;

b) abstsisside ja ordinaatide juurdekasvude summa eraldi võetult võrduks nulliga.

Nurkade kooskõlastamine.

1. Valmistada polügooni skemaatiline joonis kõigi sisekäikudega; peale kirjutada mõõdetud nurgad.

2. Igas käikudest moodustatud väljas (osapolügoonis) arvutada mõõdetud nurkade summa ja seda võrrelda teoreetilisega.

3. Sulgemisviga nurkades ei tohi ületada

$$0',5\sqrt{n},$$

kus n on polügooni tippude arv.

4. Kui sulgemisviga osutub lubatavast suuremaks, siis tuleb kontrolli teostada järgmises korras:

a) kontrollida mõõdetud nurkade väljakirjutamist,

b) kontrollida summade kokkuvõtmist ja nende arvutamist väliraamatus,

c) kontrollida mõõtmisi looduses.

Lubamata sulgemisviga vastupidiste märkidega kahes väljas kontrollitakse eelkõige nende väljade ühisel käigul.

Nurka, milles võib eeldada jämedat viga, otsitakse järgmiselt:

a) ilma nurkade ja juurdekasvude kooskõlastamiseta arvutada polügooni tippude koordinaadid (täpsusega kuni 1 m);

Sõlm- ehk ekvivalentsete nurkade (γ) kõige tõenäolisemate väärtuste arvutusleht.

Käikude nr.	$\Sigma\beta - (n-1)\cdot 180^0$ $(n+1)\cdot 180 - \Sigma\lambda$	Nurkade arv n	Kaal p	Parandused n nurgale	Märkusi
$\frac{Z_1}{\Sigma\beta}$	$932^0 07'$	6		$-2',0$	$\gamma_{1,5} = 32^0 00' + \frac{7\cdot 0.17 + 2\cdot 0{,}20}{0{,}17 + 0{,}20} =$ $= 32^0 00' + \frac{1{,}59}{0{,}37} = 32^0 04',3$
$(n-1)\cdot 180^0$	900^0				Lõplik väärtus $\gamma_{1,5} = 32^0 04',3 + 0',7 = 32^0 05',0$
γ_1	$32^0 07'$	6	0,17	$-2',0$	
$\frac{Z_5}{\Sigma\beta}$	$932^0 02'$	5		$+3',0$	
$(n-1)\cdot 180^0$	720^0				
	$212^0 02'$				
γ_5	$32^0 02'$	5	0,20	$+3',0$	
$\gamma_{1,5}$	$32^0 04',3$	2,7	0,37	$+0',7$	
$\frac{Z_3}{\Sigma\beta}$	$379^0 32',0$	3		$-2',0$	$\gamma_{3,5} = 19^0 30' + \frac{2\cdot 0{,}33 - 2\cdot 0{,}25}{0{,}33 + 0{,}25} = 19^0 30' +$
$(n-1)\cdot 180^0$	360^0				

Käikude nr.	$\Sigma\beta-(n-1)\cdot 180^0$ $(n+1)\cdot 180-\Sigma\lambda$	Nurkade arv n	Kaal p	Parandused n nurgale	Märkusi
$(n-1)\cdot 180^0$	360^0				$+\frac{0{,}16}{0{,}58}=19^0 30' - 0',3 = 19^0 29',7$
γ_3	$19^0 32'$	3	0,33	$-2',0$	Lõplik väärtus $\gamma_{3,6}=19^0 29',7+0',3=19^0 30',0$
$\frac{Z_6}{\Sigma\beta}$	$919^0 28'$	4		$+2',0$	
$(n-1)\cdot 180^0$	540^0				
	$379^0 28'$				
γ_6	$19^0 28'$	4	0,25	$+2',0$	
$\gamma_{3,6}$	$19^0 29',7$	1,7	0,58	$+0',3$	
$\gamma_{1,5}$	$32^0 04',3$	2,7		$+0',7$	
$\gamma_{3,6}$	$19^0 29',7$	1,7		$+0',3$	
Z_2	$316^0 30',0$	2,0		$+0',5$	
Z_4	$351^0 54',0$	2,0		$+0',5$	
	$719^0 58',0$				
$(n-2)\cdot 180^0$	720^0				
	$-2',0$	8,4		$+2',0$	

Käikude juurdekasvude summade kõige tõenäolisemate väärtuste arvutusleht.

Käikude nr.	Juurdekasvude summad Δx	Juurdekasvude summad Δy	Kaugused (10³ m-tes)	Kaal r	$\delta\Delta x$	$\delta\Delta y$	Märkusi
Z_1	+ 970,23	— 54 99	19,9	0,05	—0,01	+0.11	$\Delta x_{1,5} = +970{,}16 + \frac{0.07 \times 0{,}05}{0{,}05 + 0{,}093} = +970{,}16 + \frac{0{,}0035}{0{,}143} =$
Z_5	+ 970,16	— 54,69	10,7	0,093	+0,06	—0,19	$= +970{,}16 + 0{,}02 = +970{,}18$
$\Delta x_{1,5}$; $\Delta y_{1,5}$	+ 970,18	— 54,79	7,0	0,143	+0,04	—0,19	$\Delta y_{1,5} = -54{,}69 - \frac{0{,}3 \times 0{,}05}{0{,}05 + 0{,}093} = +54{,}69 - \frac{0{,}015}{0{,}143} =$
							$= -54{,}69 - 0{,}10 = -54{,}79$
							Lõpl. väärt. $\Delta x_{1,5} = +970{,}18 + 0{,}04 = +970{,}22$
							$\Delta y_{1,5} = -54{,}79 - 0{,}09 = -54{,}88$
Z_3	— 839,85	—109,90	15,8	0,063	0.01	—0,39	$\Delta x_{3,6} = -839{,}85 - \frac{0{,}08 \times 0{,}104}{0{,}063 + 0{,}104} = -839{,}85 - \frac{0{,}00832}{0{,}167} =$
Z_6	— 839,93	—110.39	9,6	0,104	+0,07	+0,0	$= -839{,}85 - 0{,}05 = -839{,}90$
$\Delta x_{3,6}$; $\Delta y_{3,6}$	— 839,90	—110,21	6,0	0,167	+0,04	—0,08	$\Delta y_{3,6} = -109{,}90 - \frac{0{,}49 \times 0{,}104}{0{,}063 + 0{,}104} = -109{,}90 - \frac{0{,}05096}{0{,}167} =$
							$= -109{,}90 - 0{,}31 = -110{,}21$
							Lõpl. väärt. $\Delta x_{3,6} = -839{,}90 + 0{,}04 = -839{,}86$
							$\Delta y_{3,6} = -110{,}21 - 0{,}08 = -110{,}29$
$\Delta x_{1,5}$; $\Delta y_{1,5}$	+ 970,18	— 54,79	7,0		+0,04	—0,09	
$\Delta x_{3,6}$; $\Delta y_{3,6}$	— 839,90	—110,21	6,0		+0,04	—0,08	
Z_2	+ 69,35	+693,80	7,1		+0,04	—0,09	
Z_4	— 199,78	—528,47	5,6		+0,03	—0,07	
	+1039,53	+693,80					
	—1039,68	—693,47					
	— 0,15	+ 0,33	25,7				

b) määrata sulgemisvea direktsioonnurk valemi järgi:

$$\tan t = \frac{\Sigma \Delta y}{\Sigma \Delta x};$$

c) siis teostada arvutamine valemite järgi:

$$x = \frac{\Sigma \Delta y}{2 \sin t \cdot \sin \frac{u}{2}} \cdot \sin\left(t + \frac{u}{2}\right),$$

$$y = -\frac{\Sigma \Delta y}{2 \sin t \cdot \sin \frac{u}{2}} \cdot \cos\left(t + \frac{u}{2}\right),$$

kus u on sulgemisviga nurkades;

d) leitud x ja y järgi otsida polügooni koordinaatide hulgast neile lähedaste koordinaatidega punkt; selles punktis kontrollida nurk. Viis on rakendatav juhtumil, kui viga on ainult ühes nurgas, joone pikkused aga on mõõdetud ilma jämedate vigadeta.

5. Pärast mõõdetud nurkade kokkuarvamist tuleb teostada nurkade ümardamine, ära jättes osad alla 0′,5 ja kuni üheliseni ümardades osad üle 0′,5; 0′,5-ga võrdsed osad jäetakse ära või ümardatakse terveteni, arvestades sulgemisvea vähenemist.

6. Nurgad uuesti summeerida ja leida lõplikud sulgemisvead; need kirjutada vastavate märkidega skemaatilisele joonisele.

7. Sulgemisvead jaotada järgmises korras:

a) esimeses järjekorras vähima tippude arvuga väljadele, mis ei ulatu polügooni välispiirini;

b) teises järjekorras — väljadele, mis ei ulatu välispiirini;

c) kolmandas järjekorras — väljadele, mis külgnevad välispiiriga, kuid mis omavad vähima arvu nurki;

d) viimases järjekorras kooskõlastada väljad, mis peaaegu ühtivad polügooni piiridega ja mis omavad suurima arvu nurki.

8. Naaberväljadel ühesuguste märkidega sulgemisvead jaotada esimeses järjekorras mitte naabernurkadele, vaid teistele, arvestades sulgemisvea vähenemist.

9. Nurkade parandused kirjutada skemaatilisele joonisele punase tindiga.

Koordinaatide juurdekasvude kooskõlastamine.

1. Nurgad kooskõlastanud, arvutada juurdekasvud ja nende summa.

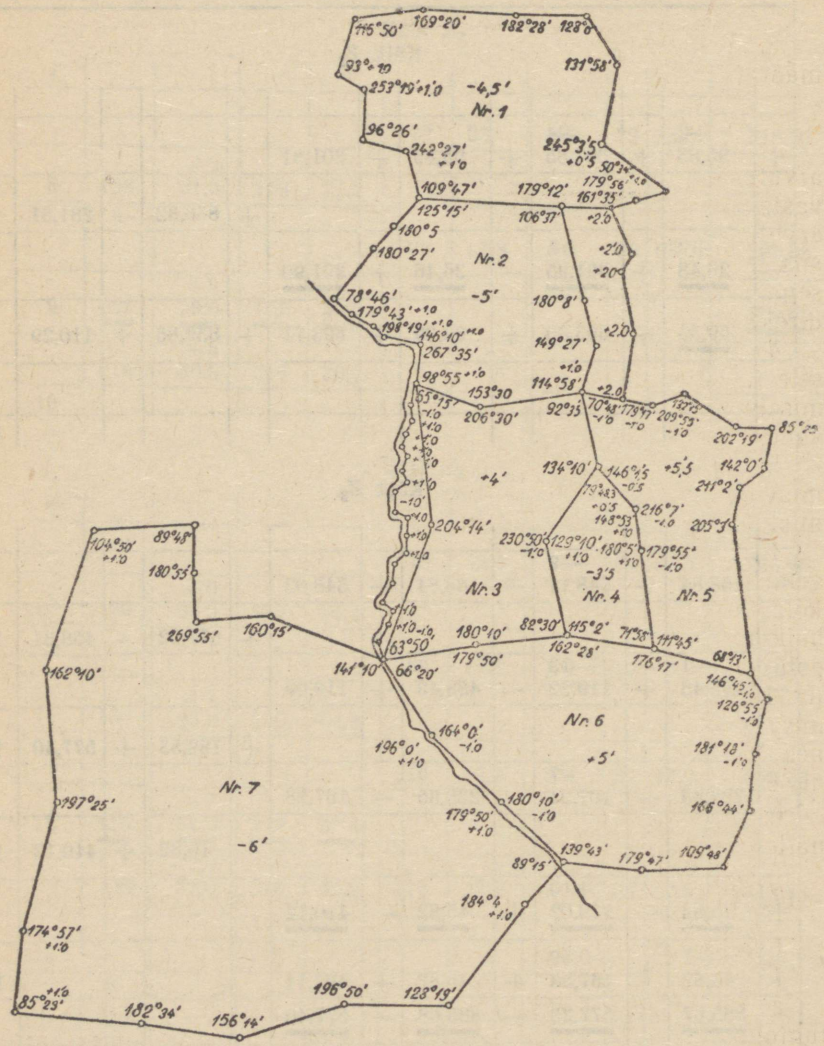
Tippude nr.	Sisenurgad				Direktsioonnurgad		Rumbid			Joonte pikkus (hor. proj.)
	Mõõdetud		Parandatud				Nimetus			
	°	′	°	′	°	′		°	′	
1	2		3		4		5			6
					Käik Z_2					
7										
					72	23	NO	72	23,0	316,70
8	158	+2 31,0	158	31,2						
					93	51,8	SO	86	08,0	392,85
9	157	+3 59,0	157	59,3						709,55
	316	+5 30,0	316	30,5						
10										
					Käik Z_3					
9										
					115	52,5	SO	64	07,5	386,90
10	129	−6 36,0	129	35,4						
					166	17,1	SO	13	43,0	502,81
11	130	+7 05,0	130	04,3						
					216	12,8	SW	36	13,0	283,03
12	119	−7 51,0	119	50,3						
	379	−2,0 32,0	379	30,0	276	22,5	NW	83	37,5	412,58
13										1585,32

Juurdekasvud								Koordinaadid				Tippude nr.
Arvutatud				Parandatud								
±	Δx	±	Δy	±	Δx	±	Δy	±	x	±	y	
7		8		9		10		11		12		1
Käik Z_2												
												7
	+2		−4									
+	95,83	+	301,85	+	95,85	+	301,81					
								+	866,32	−	281,61	8
	+2		−5									
−	26,48	+	391,95	−	26,46	+	391,90					
+	69,35	+	693,80	+	69,39	+	693,71	+	839,86	+	110,29	9
												10
Käik Z_3												
												9
			−9									
−	168,84	+	348,11	−	168,84	+	348,02					
								+	671,02	+	458,31	10
	−1		−13									
−	488,48	+	119,22	−	488,49	+	119,09					
								+	182,53	+	577,40	11
			+7									
−	228,35	−	167,21	−	228,35	−	167,28					
								−	45,82	+	410,12	12
			+10									
+	45,82	−	410,02	+	45,82	−	410,12					
	−1		−0,39									
+	45,82	+	467,33	+	45,82	+	467,11					13
−	885,67	−	577,23	−	885,68	−	577,40					
−	839,85	−	109,90	−	839,86	−	110,29					

Jooneline sulgemisviga arvutada valemi järgi:

$$F = \pm \sqrt{[\Delta x]^2 + [\Delta y]^2}.$$

2. Äärmine sulgemisviga arvutada valemi järgi:
tasase, lahtise ja kindla pinnasega ehk I järgu maastiku jaoks



Joon. 84.

$3M = 0{,}53P + 0{,}2$; mitte suurte tihnikutega, madala ja pehme pinnasega keskmise murdmaastiku ehk II järgu maastiku jaoks $3M = 0{,}65P + 0{,}3$; soise, suurte tihnikutega, järsku muutuva reljeefiga murdmaastiku ehk III järgu maastiku jaoks $3M = 0{,}75P + 0{,}3$,

kus M on polügooni keskmine jooneline sulgemisviga meetreis;
P — polügooni perimeeter kilomeetreis.

3. Kui sulgemisviga osutub lubatavast suuremaks, siis määrata sulgemisvea direktsioonnurk valemi järgi:

$$\tan t = \frac{\Sigma \Delta y}{\Sigma \Delta x},$$

arvutustest otsida leitule lähedane direktsioonnurk ja kontrollida vastavad juurdekasvud. Kui viga ei ilmne, siis kontrollida arvutused uuesti, kui aga eksimust ka sel juhtumil ei avastata, siis tuleb töö kontrollida looduses, alates nende joonte mõõtmisega, millede direktsioonnurgad on lähedased sulgemisvea direktsioonnurgale.

4. Lubatavad sulgemisvead kirjutada skemaatilisele joonisele ja, juhindudes samade reeglite järgi, mis nurkade tasandamiselgi, jaotada sulgemisvead võrdeliselt polügooni külgedele vähima nurkade arvuga väljas.

5. Tasandamisprotsessis tuleb hoolsasti jälgida kõigi sulgemisvigade suuruste muutumist, mitte lubades nende suurenemist üle esialgsete väärtuste.

Leheküljel 338 tuuakse skeem nurkade tasandamiseks sulgemisvigade võrdlemise viisil. Selles skeemis on alguses kooskõlastatud polügooni nr. 4-nda nurgad märkide arvestusega hulknurkades nr. 3, nr. 5 ja nr. 6. Siis on nurgad parandatud polügoonides nr. 3 ja nr. 5, silmas pidades, et pärast polügooni nr. 4-nda kooskõlastamist polügooni nr. 3-ndaga vähenes sulgemisviga 1′,0 võrra, polügooni nr. 5-nda sulgemisviga aga vähenes 2′,5 võrra. Edasi on parandatud polügoonide nr. 2. ja nr. 6. nurgad ning lõppeks polügoonide nr. 1. ja nr. 7. nurgad.

Nurgalise sulgemisvea äärmiseks lubatavaks suuruseks on näites võetud $1'{,}5\sqrt{n}$.

17. Trigonomeetrilise võrgu punktide kõrguste tasandamine.

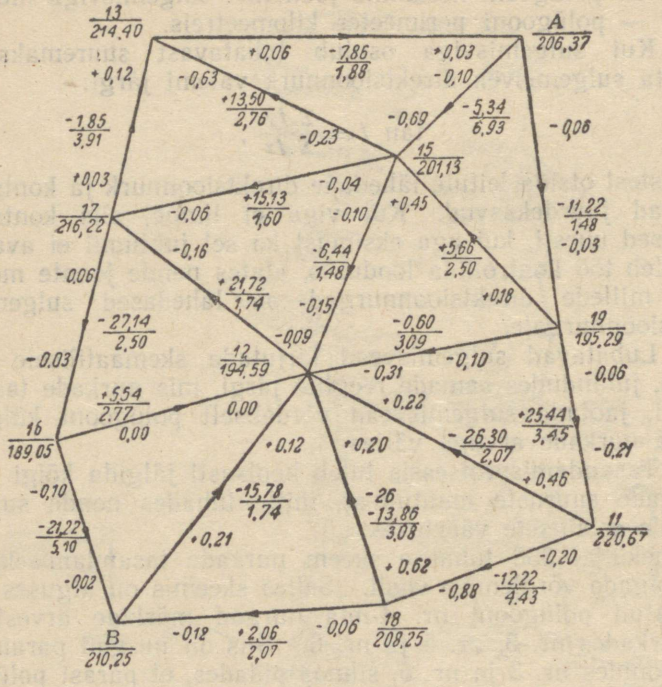
Esialgselt on tarvis:

1. Koostada võrgu skeem, millele:

a) suures mõõtkavas kanda kõik trigonomeetrilised punktid, tugipunktid, millede alusel teostatakse võrgu tasandamine, ära märkides nende nimetused, numbrid ja kõrgused;

b) kõrguste siirmise teostamise korras ühendada punktid omavahel sirgjoontega; näidata nooltega nende suunad ja kirjutada neid mööda keskmised otse- ja vastukõrgusvahedest;

c) Lk-le 341 paigutatud tabelist kirjutada välja üksikute kõrgusvahede kaalud.



Tabel on koostatud valemi järgi:

$$p = \frac{k}{d^2},$$

kus d on kaugus kilomeetrites, mille jaoks mõõdeti kõrgusvahe;
k — suvaline, kuid antud tasandatava võrgu jaoks muutumatu arv.

Kaalud tuleb leida kuni 0,01.

Leitud kaalude väärtused kirjutada iga kõrgusvahe alla, eraldades kaalu kõrgusvahest joonega murru kujul.

2. a) Määrata käikude sulgemisvead antud kindelpunktide vahel;

b) leitud sulgemisvead jaotada võrdselt kõigile kõrgusvahedele vastavaid käike mööda;

d	d^2	$p = \frac{1000}{d^2}$	d	d^2	$p = \frac{1000}{d^2}$
1,0	1.00	10,00	2,6	6,76	1,48
1,1	1,21	8,26	2,7	7,29	1,37
1,2	1,44	6,94	2,8	7,84	1,28
1,3	1,69	5,92	2,9	8,41	1,19
1,4	1,96	5,10	3,0	9,00	1,11
1,5	2,25	4,44	3,1	9,61	1,04
1,6	2,56	3,90	3,2	10,24	0,98
1,7	2,89	3,46	3,3	10,89	0,92
1,8	3,24	3,09	3,4	11,56	0,87
1,9	3,61	2,77	3,5	12,25	0,82
2,0	4,00	2,50	3,6	12,96	0,77
2,1	4,41	2,27	3,7	13,69	0,73
2,2	4,84	2,07	3,8	14,44	0,69
2,3	5,29	1,89	3,9	15,21	0,66
2,4	5,76	1,74	4,0	16,00	0,62
2,5	6,25	1,60			

c) antud kindelpunktide vahelisi käike mööda arvutada kõigi punktide ligikaudsed kõrgused ja nende suurused kirjutada punktide numbrite alla punase tindiga.

3. Ligikaudsete kõrguste järgi arvutada iga joont mööda sulgemisvead, kasutades valemit:

$$\Delta h_i = H_{2i} - H_i - h_i,$$

kus Δh_i on sulgemisviga joont mööda;

h_i — kõrgusvahe sama joont mööda;

H_{2i} — joone lõpu ligikaudne kõrgus (noolega näidatud suunas);

H_i — suurust Δh omava joone alguse ligikaudne kõrgus; skeemile kirjutada vastavaid jooni mööda punase tindiga.

4. Võtta sulgemisvigade korrutised kõrgusvahede kaaludega $-p_i \cdot \Delta h$ ja tulemused kirjutada skeemile vastavaid jooni mööda sinise tindiga.

5. Koostada normaalvõrrandite koefitsientide tabel järgmiselt:

a) ülemisele horisontaalreale ja äärmisse vasemasse lahtrisse ühes ja samas numbrite järjekorras kirjutada kõigi tasandatavate punktide numbrid (välja arvatud antud kindel- või lähtepunktid);

b) skeemilt valida iga horisontaalrea jaoks ruutkoefitsiendid (mis seisavad samanimeliste ridade ja lahtrite lõikumiskohas), mis saadakse võrrandi koostamiseks oleva rea numbrit kandvasse punkti skeemil kokkuvate suundade järgi võetud kõrgusvahede summana; need kirjutada plussmärgiga.

Näide. Punkti nr. 13 jaoks ruutkoefitsient võrdub 3,91 + + 2,76 + 1,88 = 8,55;

c) välja kirjutada ülejäänud koefitsiendid, juhindudes järgmisest reeglist: rea numbrit omavalt punktilt võtta suund lahtri numbrit omavale punktile; selle suuna kaal annab otsitava koefitsiendi, mis kirjutatakse miinusmärgiga antud rea ja antud lahtri lõike kohale.

Näide. Rea 13 numbriga punktilt on kaks suunda lahtrite numbritega, ja nimelt 15 ja 17. Kõrgusvahe kaal suuna 13—15 jaoks on 2,76; see arv ongi koefitsient, mille kirjutame rea 13 ja lahtri 15 lõikumiskohta miinusmärgiga. Kõrgusvahe kaal suuna 13—17 jaoks aga on 3,91; see ongi teine koefitsient, mille kirjutame rea 13 ja lahtri 17 lõikumiskohta miinusmärgiga. Et punktilt nr. 13 mingisuguseid teisi suundasid ei ole (suund punktile *A*, kui suund antud kindelpunktile tabelis puudub), siis kõik ülejäänud lahtrid reas nr. 13 kriipsutatakse läbi. Koefitsiendid, mis asetsevad sümmeetriliselt üle ruutkoefitsientide ülemisest vasakust nurgast alumise parempoolse nurgani tõmmatud diagonaali suhtes, peavad olema ühesugused;

d) võtta võrrandite numbreid omavailt punktidelt tugipunktidele suunatud kõrgusvahede kaalude summad ja tulemused kirjutada lahtrisse *S*. Lahtris *S* peab arvud saama kas plussmärgiga või võrdsed nulliga. Negatiivseid summasid ei saa olla;

e) punktis, mille number on samane rea numbriga, võtta algebraline summa kõigist, niihästi antud kindelpunktidele kui ka otsitavaile punktidele kulgevaist suundadest; see summa on vabaliige võrrandile, mis kannab võetud punkti numbrit.

Nii määrata kõigi võrrandite vabaliikmed. Vabaliikme märk määratakse järgmiselt: kui nool näitab kõrgusvahe suunda võrrandi numbrit omavale punktile, võetakse märk $p\Delta h$ ees see, mis on näidatud skeemil; kui nool näitab punktist väljuvat suunda, võetakse märk $p\Delta h$ ees vastupidine skeemil näidatud suunaga. Järgnevalt tuleb asuda normaalvõrrandite lahendamisele (järkjärguliste lähenduste viisiga).

6. Tabel II täitmine ja normaalvõrrandite lahendamise tehnika kui ka punktide lõplik kõrguste arvutamine teostatakse

I. Normaalvõrrandite koefitsientide tabel.

Punkti nr.	15	13	19	11	12	17	16	18	S	$\Sigma p \Delta h$
15	+15,27	−2,76	−2,50	—	−1,48	−1,60	—	—	+6,93	+0,60
13	−2,76	+8,55	—	—	—	−3,31	—	—	+1,83	−0,57
19	−2,50	—	+10,52	−3,45	−3,09	—	—	—	+1,48	−0,01
11	—	—	−3,45	+9,95	−2,07	—	—	−4,43	0,00	+0,21
12	−1,48	—	−3,09	−2,07	+15,97	−1,74	−2,77	−3,08	+1,74	+0,99
17	−1,60	−3,91	—	—	−1,74	+9,72	−2,50	—	0,00	−0,26
16	—	—	—	—	−2,77	−2,50	+10,37	—	+5,10	+0,02
18	—	—	—	−4,43	−3,08	—	—	+9,58	+2,07	−1,38

II. Normaalvõrrandite lahendamine ja punktide lõplike kõrguste arvutamine.

Punktide nr. / Võrrandite nr.	Punktide nr. 15	13	19	11	12	17	16	18	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	—	+0,18	+0,16	—	+0,10	+0,10	—	—	+0,45 (0,99)
II	+0,32	—	—	—	—	+0,46	—	—	+0,22 (1,00)
III	+0,24	—	—	+0,33	+0,29	—	—	—	+0,11 (1,00)
IV	—	—	+0,35	—	+0,21	—	—	+0,45	0,00 (1,01)
V	+0,09	—	+0,19	+0,13	—	+0,11	+0,17	+0,19	+0,11 (0,99)
VI	+0,16	+0,40	—	—	+0,18	—	+0,26	—	0,00 (1,00)
VII	—	—	—	—	+0,27	+0,24	—	—	+0,49 (1,00)
VIII	—	—	—	+0,46	+0,32	—	—	—	+0,22 (1,00)
x	−0,039	+0,067	+0,001	−0,021	−0,062	+0,027	−0,002	+0,144	
	+ 9	+ 3	− 32	+ 41	+ 24	+ 16	0	− 3	
	−0,030	+0,070	−0,031	+0,020	−0,038	+0,043	−0,002	+0,141	
	− 1	+ 7	+ 20	+ 11	+ 6	+ 3	− 2	+ 7	
	+ 5	+ 3	+ 6	+ 7	+ 4	+ 3	+ 2	+ 4	
Parandused	−0,026	+0,080	−0,005	+0,038	−0,028	+0,049	+0,002	+0,152	
Ligikaudsed H	201,13	214,40	195,29	220,67	194,59	216,22	189,05	208,25	
Lõplikud H	201,10	214,48	195,29	220,71	194,56	216,27	189,05	208,40	

samade valemite järgi ja samas korras, mis leidsid aset mitme sõlmpunkti direktsioonnurkade tasandamisel (lk. 316).

Töö täpsuse hindamine toimub järgmise valemi järgi:

$$M = \pm \sqrt{\frac{[p\Delta^2]}{(m-n)^k}},$$

kus $[p\Delta^2]$ on $[p\Delta h\Delta h] + \{[p\Delta h]_1 x_1 + [p\Delta h]_2 x_2 + \ldots\}$;

m — mõõdetud kõrgusvahede arv, mis võrdub joonte arvuga skeemil;

n — määratavate punktide arv;

k — konstantne arv, mis võetud kaalude arvutamisel;

$[p\Delta h\Delta h]$ — kõigi skeemis seisvate punaste ja siniste arvude korrutiste summa;

$[p\Delta h]$ — lahtri $\Sigma p\Delta h$ (I tabel) arvude ja punkti kõrguse paranduse lõplike väärtuste korrutis.

Kaaluühiku keskmine ruutviga ehk 1 km kaugusele kõrguse siirmise viga eespool toodud näite jaoks on:

$$M = \pm \sqrt{\frac{0{,}790819}{11.10}} = \pm 0{,}085 \text{ m}.$$

Sidumised.

18. Tunnetusmärkide sidumine geodeetilise aluse punktidega.

Üldised alused. Siduda aeroülesvõtete tunnetatud kontuuripunkte geodeetilise aluse punktidega — see tähendab määrata nende plaaniline, tarviduse korral aga ka kõrguseline asend tugipunktide suhtes. Tunnetusmärkide geodeetilise aluse punktidega sidumise kogu protsess taandub:

a) maastikul tuntult asetsevate kontuuripunktide rühma tunnetamisele aeroülesvõttel;

b) kindlakstehtud tunnetusmärkide läbitorkimisele vastavais kohtades aeroülesvõttel ja tunnetuspunktide visandite joonestamisele nende aeroülesvõtete pöördel;

c) tunnetusmärkide kindlustamisele maastikul;

d) tunnetusmärkide geodeetilisele määramisele tugivõrgu suhtes.

Punktide tunnetamine. Tunnetusmärkide paigutamise projekti kuuluvad tingimata geodeetilise aluse punktid, mis tunnetatakse ja seotakse kontuuripunktidega sõltumata sellest, kas nad rahuldavad või ei rahulda projektis ettenähtud punktide paigutust.

Kontuuripunktide hulgast võidakse valida tunnetusmärkidena neid maastiku esemeid, mis aerofotoülesvõtetel määratakse kuni 0,1-mm-se täpsusega ja mis küllaldase teravusega on kujutatud üldist kattumist omavatel aerofotoülesvõtetel. Selliste esemete hulka võivad kuuluda: teede, kraavide, tarade lõikekohad, külvipindade figuuride nurgad, madalad (alla 2 m) põõsad ja teised situatsiooni üksikasjad; tuleb vältida tunnetusmärkidena puude ja teiste kõrgete maastiku esemete kasutamist. Selleks et luua küllaldaselt rahuldav tunnetusmärkide asetusprojekt ja selle teostamise võimalus looduses, ei maksa anda kontuuripunkte kuristikes, jõgede deltades, puude, põõsaste keskel ja teistes kinnistes kohtades, vaid püüda neid paigutada lahtistesse, geodeetilist määramist võimaldavaisse kohtadesse. Kavastanud tunnetusmärgi, on tarvis kontrollida sellele juurdepääsu võimalust tema ortogonaal-(rist-)projektsiooni määramiseks.

Kontuuripunktide tunnetamise tehnika seisneb vastavate punktide leidmises aeroülesvõtetel projekti koostamisel kavastatud ringikeste piirides ja nende võrdlemises identsete punktidega maastikul, kusjuures neid punkte kontrollitakse mitme lähedase kontuuri järgi. Kontuuripunktide valikul tuleb nõuda, et nende samastamine toimuks täpsusega mitte alla 0,5 m mõõtkava 1 : 10 000 jaoks ja mitte alla 1,0 m mõõtkava 1 : 25 000 jaoks, et need punktid ei asetseks kontuuride nüri- või teravnurgaliste lõikumiste kohal ja et nad oleksid kujutatud kõigile kattuvaile aeroülesvõtetele.

Tunnetanud kontuuripunkti, torgatakse ta järgnevalt peenikese nõelaga aeroülesvõttele ja selle aeroülesvõtte pöördele joonestatakse tunnetusmärgi ümbruses olevate kontuuride visand. Läbitorgitud punktid nummerdatakse aeroülesvõttel määratud süsteemis ja maastikul märgitakse nii, nagu on mainitud leheküljel 197.

Kontuuripunktide sidumine geodeetilise aluse punktidega teostatakse, sõltuvalt tehnilistest tingimustest, kas analüütilisel meetodil — teodoliidiga, või graafiliselt — mensuliga.

Tunnetusmärkide sidumise analüütiline meetod. See meetod on kasutatav kõigil praktika juhtumeil, sõltumata sellest, kas antud paikkond on kinnine või lahtine, kusjuures on olulise tähtsusega asjaolu, et sidumise analüütiline meetod ei nõua geodeetilise aluse punktide koordinaatide olemasolu just sidumise teostamise ajal, vaid piisab ainult sellest, et maastikule on ehitatud triangulatsiooni- või polügonomeetriapunktide märgid.

Tunnetusmärkide sidumise graafiline meetod. See sidumise meetod seisneb punktide plaanilise asetuse graafilises määramises mensuli ja kippreegliga ning teda praktiseeritakse sel juhtumil, kui aeromõõdistamise rajoonis on antud geodeetiline alus ja arvutatud selle aluse punktide koordinaadid, kusjuures mainitud meetod on kasulik dešifreerimis- ja reljeefi joonestamistööde üheaegsel teostamisel.

Tunnestusmärkide sidumise graafiline meetod, sõltuvalt tehnilistest tingimustest, teostatakse kas geomeetrilise võrgu arendamise teel või punktide lõigetega määramise viisil või lõppeks mensulkäikude rajamise teel.

Seal, kus geomeetrilise võrgu punkt ühtib aeroülesvõtte kontuuripunktiga, tehakse selle tunnetamine otseselt, kusjuures samaaegselt kontrollitakse nähtavust sellelt punktilt võrgu teistele tähistele ja punktidele. Kui siiski vajalik nähtavus puudub kas üldse või osaliselt, siis tehakse kindlaks projektitud kontuuripunktile mõne teise koha valiku võimalus.

Kontuuripunktide tunnetamise võtted graafilise meetodiga ei erine millegagi sellelaadilistest võtetest maapealsel mõõdistamisel.

19. Maakasutuse piire mööda rajatud teodoliitkäikude sidumine geodeetilise aluse punktidega.

Ettevalmistavad tööd. Enne välistööde algust teostatakse järgmised eeltööd:

1) koondatakse enda jaoks andmed töörajoonis olevatest tugivõrkudest, koostatakse nendest skemaatilised joonised, hangitakse geodeesia teadetebüroost maastiku alalistelt esemetelt maapinnale kantud punktide, tunnetusmärkide ja tsentrite koordinaadid, polügonomeetria kindlustatud punktide kirjeldused ja andmed asimuudipostide (orienteerimispunktide) kohta;

2) kõik tugivõrgu punktid kantakse võimalikult suuremõõtkavalisele rajooni kaardile;

3) määratakse maakasutuse piire mööda rajatud teodoliitkäikude asetus tugipunktide suhtes ja jaotatakse kõik teodoliitkäigud tasandamiseks mugavateks süsteemideks;

4) koostatakse kalkale või vahapaberile (pauspaberile) koondjoonis mõõtkavas 1 : 10 000 või 1 : 25 000; joonisele tõmmatakse antud mõõtkavadele vastavad trapetsid, kantakse tugipunktid, maakasutuse piire mööda rajatud teodoliitkäigud (pidevate joontega), diagonaal- ja kontrollkäigud (punktiiriga),

samuti kirjutatakse ka kolhooside maakasutuste vastavad nimetused;

5) vahapaberile koostatakse iga maakasutuse või nende rühmade piire mööda joonis, millele märgitakse mõõdetud nurkade ja joonte keskmised väärtused, milleks võetakse andmed ainult kontrollitud väliraamatust.

Projekti koostamine. Sidumiste projekt peab ette nägema teodoliitkäikude sidumiste järjekorra ja nende käikude tasandamise viisid, kusjuures polügoonide süsteem peab olema jaotatud nii, et selle süsteemi iga üksik lüli kuuluks tasandamisele lihtsaimal viisil.

Ühtlasi peetakse silmas järgmisi tingimusi:

a) sidumispunktide-vahelised käikude lülid kavastatakse nii, et nende pikkus ei ületaks 4 kilomeetrit mõõtkava 1 : 10 000 puhul ja 7 kilomeetrit mõõtkava 1 : 25 000 puhul, kaugus sidumispunktidest kuni sõlmpunktideni aga ei ületaks 3 kilomeetrit mõõtkava 1 : 10 000 puhul ja 6 kilomeetrit mõõtkava 1 : 25 000 puhul;

b) maakasutuse piire mööda rajatud teodoliitkäikude sidumise projekt peab ette nägema sõlmpunktide sidumise: direktsioonnurkade mugava, soodsa ja usaldusväärse siirmise sõlmjoontele või antud käigu külgedele, tugipunktide maksimaalse kasutamise sidumispunktidena, tarviliku arvu sidekäike, mis on rajatud maakasutuse piire mööda kulgevate teodoliitkäikude vahele viimaste kitsastes koonduvuskohtades.

Kõik projekti koostamise kaalutlused peavad lähtuma välismõõtmiste minimaalsest hulgast ja tasandusarvutuste lihtsusest.

Teodoliitkäikude sidumise viisid tugipunktidega. Praktikas võivad aset leida järgmised sidumise viisid:

1) otsene sidumise viis;

2) võrgu küljele sellise sidekolmnurga konstrueerimine, mille tipp asub ringpiiri punktis;

3) teodoliitkäigu rajamise teel tugipunktist kuni ringpiiri punktini;

4) koordinaatide allakandmisega märgi tipust maapinnale;

5) otselõikeviis;

6) vastulõikeviis (Pothénot' ülesande järgi);

7) kombineeritud (liit-) lõike viis;

8) Hanseni ülesande järgi.

Tehnilised nõuded sidumiste teostamisel. Sidumiselementide (joonte, nurkade) mõõtmine peab toimuma mõnevõrra täpsemalt ja hoolikamalt kui joonte ja nurkade mõõtmine maakasutuse piire mööda, sest et need elemendid on side-elemen-

did koordinaatide ja direktsioonnurkade siirmisel olemasolevalt tugivõrgult seotavaile käikudele. Jämedate vigade vältimiseks tuleb eriliselt suurt tähelepanu pöörata kontrollmõõtmistele, sissekannetele väliraamatuisse, skeemide ja visandite koostamisele. Kui sidumine toimub teodoliitkäigu rajamisega, siis selle käigu jooned mõõdetakse otse- ja vastusuunas töötäitja otsesel järelevalvel. Sidekäikude jooned peavad olema vähemalt 150 m pikad ja kogu käik on tarvis rajada lindiga mõõtmiseks küllaldaselt soodsat maastikku mööda. Kui joonte kallakus ületab 2°, siis tingimata mõõdetakse selle joone kaldnurk. Sidekäigu käänunurgad mõõdetakse kas üheminutilise teodoliidiga kolme korduse juures või 30″-lise teodoliidiga kahe poolvõtte juures, paigutades poolvõtete vahel limbi ümber ligikaudu 90° võrra.

Direktsioonnurga siirmine käigu sidejoonele teostatakse kahelt antud kindlalt suunalt, kusjuures saadud väärtused omavahel ei või erineda üle ühe minuti. Direktsioonnurga siirmine sidejoonelt ringpiirile teostatakse ringpiiri kahele pikemale naaberjoonele, kusjuures mõõdetakse ringpiiri mõlemad jooned kui ka nende vaheline nurk.

Direktsioonnurga siirmine sõlmpunkti juures toimub kõigile siin kokkuvaile piirijoontele. Saadud nurga- ja joonemõõtmise andmed võrreldakse teodoliitkäigu mõõtmisel ringpiiri mööda saadud andmetega ning lubamata erinevuste puhul tehakse täiendavaid nurga- ja joonemõõtmisi sedasama ringpiiri mööda.

Kõik mõõtmisandmed kirjutatakse väliraamatusse; sealsamas koostatakse ka teostatud sidumiste joonised ja üksikasjalised skeemid. Lõppresultaatide tuletus ning nende võrdlemine ringpiiri rajamisel saadud andmetega toimub maastikul, töökohal.

Teodoliitkäigu sidumise otsene viis. Kui antud teodoliitkäigu tippude hulka saab otseselt lülitada ühe olemasolevaist antud kindelpunktidest, siis selline sidumise viis kujutab endast kõige lihtsamat ja elementaarsemat juhtumit. Selle viisi juures seisneb sidumise tehnika nii parem- kui ka vasakpoolsete nurkade hoolikas mõõtmises.

Teodoliitkäigu sidumine juhtumil, kui võrgu küljele on konstrueeritud selline kolmnurk, mille tipp asub ringpiiri punktis. Kui võrgu kahest punktist on nähtavus käigu käänupunktile, siis koordinaatide siirmist sellele punktile võib teostada lahendades kolmnurga *PQC*, milles mõõdetakse kõik tema sisenurgad, kusjuures kolmnurga nurgad ei või olla alla 30° ja üle 120°; sulgemisviga kolmnurga nurkade summas aga ei tohi

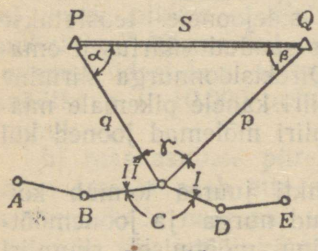
ületada 1′, mis jaotataksegi kõigile kolmele nurgale võrdselt (joon. 85).

Direktsioonnurga siirmiseks teodoliitkäigu küljele mõõdetakse kaks külgnevat nurka I ja II. Edasi, lahendades kolmnurga PQC leitakse kaugused PC ja QC valemi järgi:

$$PC = \sin\beta \cdot \frac{S}{\sin\gamma}; \quad QC = \sin\alpha \cdot \frac{S}{\sin\gamma}$$

ja direktsioonnurgad avalduste järgi:

$$(PC) = (PQ) + \alpha; \quad (QC) = (QP) - \beta.$$



Joon. 85.

Siis arvutatakse koordinaatide juurdekasvud ja punkti C otsitavad koordinaadid valemite järgi:

$$x_C = x_P + \Delta x_{PC}; \qquad y_C = y_P + \Delta y_{PC};$$
$$x_C = x_Q + \Delta x_{QC}; \qquad y_C = y_Q + \Delta y_{QC};$$

Koordinaatide väärtused kahest määramisest ei tohi omavahel erineda üle 0,2 m. Lõppeks koordinaatide kahest saadud väärtusest määratakse keskmine. Leheküljel 351 tuuakse näide ja skeem ülesande lahendamiseks järgmiste valemite alusel:

1. $p = \sin\alpha \frac{S}{\sin\gamma}$. 2. $q = \sin\beta \frac{S}{\sin\gamma}$. 3. $(PC) = (PQ) + \alpha$.
4. $(QC) = (QP) - \beta$. 5. $\Delta x_{PC} = q\cos(PC)$.
6. $\Delta y_{PC} = q\sin(PC)$. 7. $\Delta x_{QC} = p\cos(QC)$.
8. $\Delta y_{QC} = p\sin(QC)$. 9. $x_C = x_P + \Delta x_{PC} = x_Q + \Delta x_{QC}$.
10. $y_C = y_P + \Delta y_{PC} = y_Q + \Delta y_{QC}$.

Ringpiiri sidumine teodoliitkäigu rajamise teel. Kui tugivõrgu punkt asetseb ringpiiri lähedal, ringpiiri käänupunkti ja tugipunkti kaugust aga saab mõõta otseselt, siis sidumine toimub järgmiselt. Mõõdetakse tugipunkti ja käänupunkti vaheline kaugus kaks korda (lubades kahe mõõtmistulemuse erinevust kahekordsete mõõtmiste lubatavate vahede tabelis näidatud suuruste piirides) ja külgnevad nurgad sidekäigu joone ning kahele naabertugipunktile kulgevate suundade vahel. Selle järel direktsioonnurga siirmiseks ringpiiri joontele mõõde-

Koordinaatide siirmise ülesande lahendamine juhtumil, kui võrgu küljele on konstrueeritud sidekolmnurk, mille tipp asub ringpiiri punktis.

Lähteandmed		Kauguste $PC=q$ $QC=p$ arvutamine		Punkti C koordinaatide arvutamine			
					$x_Q = -20066{,}95$		
x_P	−17651,21	p	3215,81	x_C	−20066,95	x_C	−20066,94
y_P	− 554,65	log p	3,50729	x_Q	−17651,21	x_Q	−17621,09
x_Q	−17621,09	log sin α	9,96472	Δx_{PC}	− 2415,74	Δx_{QC}	− 2445,85
y_Q	+ 2576,85	täiend. log sin γ	0,04690	log Δx_{PC}	3,38305	log Δx_{QC}	3,38843
log S	3,49577	log S	3,49577	log cos (PC)	9,96284	log cos (QC)	9,88114
(PQ)	89°26′,9	log sin β	9,87754	log q	3,42021	log p	3,50729
α	67°11′,2	log q	3,42021	log sin (PC)	9,59834	log sin (QC)	9,81241
β	48°57′,8	q	2631,54	log Δy_{PC}	3,01855	log Δy_{QC}	3,31790
γ	63°51′,0						

(PC) ja (QC) määramine.

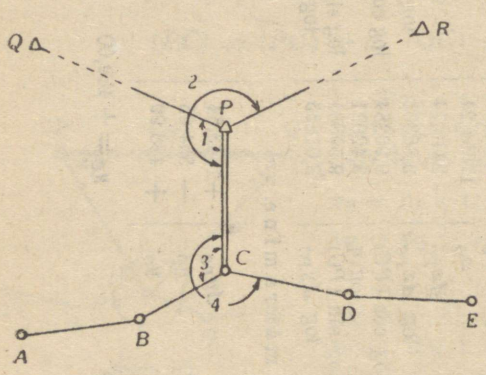
(PQ)	89°26′,9	(PQ)	269°26′,9	Δy_{PC}	+1043,64	Δy_C	−2087,85
α	67°11′,2	β	48°57′,8	y_P	− 554,65	y_Q	+2576,85
(PC)	156°38′,1	(QC)	220°29′,1	y_C	+ 488,99	y_C	+ 489,00

$(QC)-(QP)=63°51′=\gamma$ (kontroll)

$y_C = +489{,}00$

takse ringpiiri seotavas punktis samuti kaks külgnevat nurka seotavasse punkti kokkuvate ringpiiri joonte ja sidekäigu joone vahel. Kontrolli otstarbeks mõõdetakse täiendavalt seotavat punkti moodustavate ringpiiri joonte pikkused ja nende joonte vaheline nurk. Leitud väärtusi võrreldakse ringpiiri mõõtmisel saadud mõõtmisresultaatidega. Järgnevalt määratakse kaks korda sidejoone PC direktsioonnurk valemi järgi (joon. 86):

$$(PC) = (PO) - 1; \quad (PC) = (PR) - 2,$$



Joon. 86.

kahe leitud väärtuse vahel ei tohi lubada erinevust üle 1′. Saadud kahest rahuldavast väärtusest määratakse direktsioonnurga keskmine väärtus, pärast seda leitakse sidejoone koordinaatide juurdekasvud, seotava punkti koordinaadid ja piirijoonte direktsioonnurgad valemi järgi:

$$\Delta x_{PC} = d \cos (PC); \quad \Delta y_{PC} = d \sin (PC);$$

$$x_C = x_P + \Delta x_{PC}; \quad y_C = y_P + \Delta y_{PC};$$

$$(CB) = (CP) - \angle PCB = (PC) \pm 180^0 - 3;$$
$$(CD) = (CP) - \angle PCD = (PC) \pm 180^0 - 4.$$

Leitud direktsioonnurkade omavaheline erinevus peab võrduma ringpiiri joonte vahelise nurgaga, s. t.

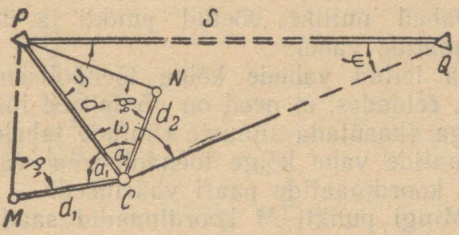
$$(CB) = (CD) = \angle BCD.$$

Sidumine tugipunkti märgi tipust koordinaatide maapinnale allakandmise viisiga. Neil juhtumeil, kui ringpiiri sidumist tugipunktiga ei ole võimalik teostada otseselt, rakendatakse tugipunkti märgi tipu koordinaatide allakandmise viisi ringpiiri seotavale punktile (joon. 87).

Oletame, et ringpiiri punktist C paistavad punktid P ja Q, samuti on olemas nähtavus punktide P ja Q vahel. Sellises olukorras võetakse punkti C juures 2 baasi, pikkuselt kumbki ligikaudu võrdne punkti C kaugusega punktist P, arvestades, et nende baaside otstest paistaks punkt P, kolmnurkade PCM

ja PCN nurgad ei oleks aga alla 30^0 ja mitte üle 120^0. Järgnevalt mõõdetakse pikkused kaks korda, kusjuures kummagi baasi kahekordse mõõtmise tulemuste vahe ei tohi ületada leheküljele 272 paigutatud tabelis olevaid suurusi. Baasipunktides N, M ja C mõõdetakse nurgad α_1, α_2, β_1, β_2 ja nurk ω, samuti ka külgnevad nurgad piirijoonte CB ja CD ning võrgu punktidele P ja Q kulgevate suundade vahel.

Edasi lahendatakse kolmnurgad MCP ja NCP kauguse $PC = d$ suhtes ning kahest saadud väärtusest leitakse keskmine, kolmnurgas PCQ kauguste d ja S ning nurga ω järgi leitakse nurk ψ. Saanud nurgad ω ja ψ kolmnurgast PCQ, arvutatakse punkti P juures olev nurk φ, mis ongi külgnevaks nurgaks direktsioonnurga siirmiseks sidejoonele PC. Ja saa-



Joon. 87.

dud andmete varal arvutatakse lõppeks PC koordinaatide juurdekasvud ning punkti C koordinaadid.

Leheküljel 355 tuuakse tugipunkti märgi tipust ringpiiri punktile koordinaatide allakandmise arvutused järgmiste valemite alusel:

1. $d_1 = \dfrac{b_1 \sin \beta_1}{\sin(\alpha_1 + \beta_1)}$
2. $d_2 = \dfrac{b_2 \sin \beta_2}{\sin(\alpha_2 + \beta_2)}$
3. $d_{CP} = \dfrac{d_1 + d_2}{2}$
4. $(PQ) = \dfrac{y_Q - y_P}{x_Q - x_P}$
5. $S = \dfrac{y_Q - y_P}{\sin(PQ)} = \dfrac{x_Q - x_P}{\cos(PQ)}$
6. $\psi = \dfrac{d \cdot \sin \omega}{S \cdot \sin 1'}$
7. $\varphi = 180^0 - (\psi + \omega)$
8. $(PC) = (PQ) + \varphi$
9. $\Delta x_{PC} = d \cdot \cos(PC)$
10. $\Delta y_{PC} = d \cdot \sin(PC)$
11. $x_C = x_P + \Delta x_{PC}$
12. $y_C = y_P + \Delta y_{PC}$

Valemid 4 ja 5 arvutatakse juhtumil, kui kataloogis puuduvad vastavad andmed.

Sidumine otselõike viisiga. Seotava punkti koordinaatide määramiseks otselõike viisiga on tarvis mõõta vähemalt kaks suunda kahest tuntud punktist, kusjuures kontrolli otstarbel mõõtmised toimetatakse harilikult kolmest tuntud punktist.

Allpool esitatakse näide seotava punkti koordinaatide leidmiseks otselõike viisiga. Näide on antud koordinaatide arvutamiseks aritmomeetriga ja logaritmide tabelitega.

Otselõikega koordinaatide vahede meetodi järgi määratava täienduspunkti lõplike koordinaatide tasandamine ja arvutamine. Otselõikega määratava punkti lõplike koordinaatide tasandamine ja arvutamine teostatakse järgmiselt:

1) üks koordinaatide paaridest võtta nulliks;

2) leida vahed nulliks võetud punkti ja ülejäänud kahe punkti koordinaatide vahel;

3) arvutada leitud vahede kõige tõenäolisemad väärtused kaalude alusel, eeldades, et need on võrdelised lõikenurkade siinuste ruutudega (kasutada siinuste ruutude tabeleid).

4) koordinaatide vahe kõige tõenäolisema väärtusega liita nulliks võetud koordinaatide paari väärtused.

N ä i d e. Mingi punkti M koordinaadid saadi otselõigetest kolm korda:

		x	y
punktidest	$A - B$	257,20	418,80
„	$B - C$	257,65	418,30
„	$C - D$	256,95	418,00

Lõigetest moodustatud nurgad osutusid vastavalt võrdseiks:

$$t_2 - t_1 \ldots 19^{0}55',2$$
$$t_3 - t_2 \ldots 31^{0}01',1$$
$$t_4 - t_3 \ldots 50^{0}56',3$$

Võtnud punktidest $C - D$ saadud koordinaatide väärtused nulliks, moodustame koordinaatide vahed nullilise ja kahe teise

Abiskeem (PQ) ja S arvutamiseks.

y_Q		x_Q		$\log(y_Q - y_P)$		$\log(y_Q - y_P)$		$\log(x_Q - x_P)$
y_P		x_P		$\log(x_Q - x_P)$		$\log \sin(PQ)$		$\log \cos(PQ)$
$(y_Q - y_P)$		$(x_Q - x_P)$		$\log \tan(PQ)$ (PQ)		$\log S$	$\log S_{ksk.}$	$\log S$

Aluspunkti märgi tipust koordinaatide maapinnale allakandmise ülesande lahendamine.

	$PC = d$ arvutamine					Punkti C koordinaatide arvutamine	
x_P	−4355,27	log b_1	2,13341	log b_2	2,06461	x_C	−4210,94
y_P	+2411,45	log sin β_1	9,96912	log sin β_2	9,96048	x_P	−4355,27
log S	3,55613	täiend. log sin $(\alpha_1 + \beta_1)$	0,12669	täiend. log sin $(\alpha_2 + \beta_2)$	0,20408	Δx_{PC}	+ 144,33
(PQ)	346°09′,1	log d_1	2,22922	log d_2	2,22917	log Δx_{PC}	2,05817
b_1	135,96	d_1	169,52	d_2	169,50	log cos (PC)	9,82897
b_2	116,04	$d_{CP} = \frac{d_1 + d_2}{2} = 169{,}51$				log d	2,22920
α_1	63°01′,3	(PC) arvutamine				log sin (PC)	9,86823
β_1	68°38′,9	log d	2,22920	ψ	+2°25′,4	log Δy_{PC}	2,09743
$(\alpha_1 + \beta_1)$	131°40′,2	log sin ω	9,95314	ω	116°08′,4	Δy_{PC}	+ 125,15
α_2	75°23′,3	täiend. log sin 1′	3,53627	$\psi + \omega$	118°33′,8	y_P	+2411,43
β_2	65°55′,5	täiend. log S	6,44387	$\varphi = 180° - (\psi + \omega)$	61°26′,2	y_C	+2536,58
$(\alpha_2 + \beta_2)$	141°18′,8	log ψ'	2,16248	(PQ)	346°09′,0		
ω	116°08′,4	ψ'	145′,4	(PC)	47°35′,2		

paari vahel, s. t.

$A-B$ ...	$+0{,}25$	$+0{,}80$
$B-C$ ...	$+0{,}70$	$+0{,}30$
$C-D$ ...	$0{,}00$	$0{,}00$

Võttes lõikenurkade siinuste ruudud vastavaiks kaaludeks, leiame siinuste ruutude tabeleist kaalude väärtused:

$19^{0}55',2$ jaoks	$=0{,}12$
$31^{0}01',1$ „	$=0{,}26$
$50^{0}56',3$ „	$=0{,}78$
Kaalude summa	$=1{,}16$

Kasutades aritmeetiliste keskmiste valemeid:

$$\delta_x = \frac{\delta x_1 \cdot P_{1,2} + \delta x_2 \cdot P_{2,3} + \delta x_3 \cdot P_{3,4}}{\Sigma P},$$

$$\delta_y = \frac{\delta y_1 \cdot P_{1,2} + \delta y_2 \cdot P_{2,3} + \delta y_3 \cdot P_{3,4}}{\Sigma P},$$

leiame:

$$\delta_x = \frac{0{,}25 \times 0{,}12 + 0{,}70 \times 0{,}26 + 0{,}0 \times 0{,}78}{1{,}16} = + \frac{0{,}212}{1{,}16} = +0{,}19,$$

$$\delta_y = \frac{0{,}80 \times 0{,}12 + 0{,}30 \times 0{,}26 + 0{,}0 \times 0{,}78}{1{,}16} = + \frac{0{,}174}{1{,}16} = +0{,}15.$$

Punkti M koordinaatide kõige tõenäolisemad väärtused on:

$$x = x_0 + \delta x = +256{,}95 + 0{,}19 = 257{,}14,$$
$$y = y_0 + \delta y = +418{,}00 + 0{,}15 = 418{,}15.$$

Sidumine vastulõikeviisiga (Pothénot' ülesande järgi). Täienduspunkti määramine vastulõikega seisneb kolmele antud punktile A, B ja C kulgevate suundade vaheliste nurkade mõõtmises määratavas punktis.

Kui määratav punkt asetseb kolme antud punkti läbival ringjoonel, siis sel juhtumil muutub ülesande lahendamine määramatuks, s. t. ringjoonel asetseva mistahes punkti koordinaadid rahuldavad ülesande tingimust. Praktikas tuleb vältida täienduspunkti sellise asukoha valikut, kus punkt asetseks kolme antud punkti läbiva ringjoone lähedal. Kui aga määratav punkt asetseb antud punktidest moodustatud kolmnurga sees või sellest väljaspool, kuid ühe tipu vastas ja kolmnurga külgede pikenduste vahel, siis neil juhtumeil vastulõikeülesande lahendamine tagab rahuldavaid tulemusi. Kui määratava punkti juures mõõta ainult kaks nurka α ja β, siis ei ole vastulõikeülesande järgi toimuval punkti määramisel kontrolli. Seepärast on tarvis

täienduspunkti määramise kontrolliks mõõta kolmas nurk γ — liigsele punktile.

Kombineeritud lõige. Kui peale kahe nurga α ja β mõõta veel lisanurk ühes antud punktis, näiteks nurk 1, siis saame kombineeritud lõike.

Kombineeritud lõige kõrvaldab vastulõike määramatu lahenduse juhtumil, kui otsitav punkt asetseb kolme lähtepunkti läbival ringjoonel.

Kombineeritud lõike lahendamine on analoogiline otselõike lahendamisega kolmest mitte ühele ja samale võrgukolmnurgale kuuluvast punktist.

20. Seotavate punktide koordinaatide arvutamise kiirendatud viisid.

Otselõige. Omades punktide A ja B lähtekoordinaadid ja direktsioonnurgad (AP) ja (BP) lõigatavale punktile P, leitakse punkti P koordinaadid otselõikest Gaussi valemite järgi:

$$x_P = \frac{x_A \tan (AP) - x_B \tan (BP) + y_B - y_A}{\tan (AP) - \tan (BP)}.$$

$$y_P = (x_P - x_A) \tan (AP) + y_A.$$

Kontroll:

$$x_A = \frac{x_P \tan (AP) - x_B \tan (AB) + y_B - y_P}{\tan (AP) - \tan (AB)}.$$

Juhtumil, kui üks direktsioonnurkadest on lähedal 90°-le või 270°-le, on eespool toodud valemite asemel lihtsam kasutada järgmisi valemeid:

$$y_P = \frac{y_A \cot (AP) - y_B \cot (BP) + x_B - x_A}{\cot (AP) - \cot (BP)}.$$

$$x_P = (y_P - y_A) \cot (AP) + x_A.$$

Kontroll:

$$y_A = \frac{y_P \cot (AP) - y_B \cot (AB) + x_B - x_P}{\cot (AP) - \cot (AB)}.$$

Koordinaatide arvutamiseks kahe suuna lõikude andmete kasutamisel (vt. aritmomeetri ja logaritmide abil lahendamist lk. 360—363) leitakse punkti P koordinaadid tunduvalt kiiremini Gaussi valemite järgi alljärgneva skeemi kohaselt:

Punktide nimetused	Direktsioon-nurgad	Direktsioonnurgad	x	y
P	(AB)	$\frac{\tan(AP) - \tan(AB)}{\tan(AB)}$	x_P	y_P
A	(AP)	$\tan(AP)$	x_A	y_A
B	(BP)	$\frac{\tan(BP)}{\tan(AP) - \tan(BP)}$	x_B	y_B

Punktide nimetus	Direktsioon-nurgad	Direktsioon-nurgad	x	y
Punkt Ivanovo		$-1,06386$		
		$+0,42620$	$+2906,52$	$-1350,43$
Tähis nr. 10 .	$75^0 06',5$	$-0,63766$	$+2354,50$	$-998,43$
Tähis nr. 2 . .	$327^0 28',5$	$+3,76073$		
		$-4,39839$	$+3082,63$	$-688,09$

$$x = \frac{[2354,50 \times (-0,63766) - (3082,63 \times 3,76073)] - 688,09 + 998,43}{-4,39839} =$$

$$= +2906,52$$

$$y = (2906,52 - 2354,50) \times (-0,63766) - 998,43 = -1350,43$$

Kontroll:

$$\tan(AB) = \frac{-688,09 + 998,43}{3082,63 - 2354,50} = \frac{+310,34}{+728,13} = +0,42620$$

$$x_A = \frac{+2906,52 \times (-0,63766) - 3082,63 \times 0,42620 - 688,09 + 1350,43}{-1,06386} =$$

$$= +2354,50$$

Resultaadid saadi samad, mis nimetatud näiteski.

Erinevused meetri kümnendikkudes ei oma tähtsust töökoordinaatide jaoks.

Vastulõige. (Pothénot' ülesanne). Lahenduse kord (vt. skeemi nr. 5).

1. Täidetakse skeemi nr. 5 read 1, 2, 3, 4, 5.
2. Kolmandale reale kirjutatakse nurgad, valides neid jooniselt kellaosuti käigu järgi.
3. Kuuendale reale kirjutatakse mõõdetud nurkade kootangensid, moodustatakse nende summad ja arvutatakse $\tan(BP) = z_1 : z_2$ (vt. skeem nr. 5 lk-l 368).

4. Arvutatakse tan $(BP) = z_3 : z_4$ — see ongi kontroll.

5. Kui (BP) on 90^0 ja 270^0 lähedane, siis tan (BP) asemel arvutatakse cot $(BP) = z_2 : z_1 = z_4 : z_3$.

6. Leitakse punkti P otsitavad koordinaadid x_P ja y_P.

Hanseni ülesanne. Antud on joon MN, mille otste koordinaadid on teada; sirge PQ otstest on mõõdetud lähtepunktidele M ja N nurgad 1, 2, 3 ja 4.

Määrata punktide P ja Q koordinaadid.

Ülesande lahendamise kord (vt. skeem nr. 6).

Ülesanne lahendatakse ja kontrollitakse lk. 254 esitatud valemite järgi.

a) Juhtum, kus punktid P ja Q joonisel asetsevad lähtejoonest MN lõuna pool.

1. Kokkuleppe kohaselt võetakse punkti M koordinaadid võrdseks nulliga, külje pikkus $MP = 1000{,}0$ m ja direktsioonnurk $(MP) = (M - 20) = 180^0 00'{,}0$.

Sellisel juhtumil $x'_P = 1000{,}0$; $y'_P = 0{,}0$.

2. Kirjutatakse kolmnurkade tipud skeemil näidatud järjekorras ja kirjutatakse välja vastavad mõõdetud nurgad; vastu esimese ja teise kolmnurga tippu kirjutatakse leppekoordinaadid.

3. Esimeses kolmnurgas arvutatakse x'_Q ja y'_Q ning kontrollitakse arvutusi kontrollvalemite järgi.

4. Kirjutatakse välja x'_Q ja y'_Q väärtused teise kolmnurka ja analoogiliselt eelnenuga leitakse x'_N ja y'_N.

5. Määratakse väärtus:

$$\tan (MN) = \frac{y'_N}{x'_N}$$

ja direktsioonnurk (MN) ning $\varphi = (MP)' - (MN)'$.

6. Kolmnurga PNM nurkade ja punktide M ning N järgi arvutatakse x_P ja y_P väärtused.

7. Kolmnurgast NPQ arvutatakse x_Q ja y_Q väärtused.

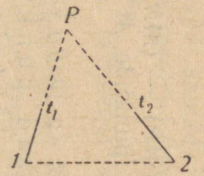
b) Juhtum, kus määratavad punktid P ja Q joonise järgi asetsevad lähtejoonest MN põhja pool (skeem nr. 6).

Sel juhtumil $x'_P = +1000{,}0$, $y'_P = 0{,}0$, $(MP) = 0^0 0'{,}0$ ja arvutuste skeem jääb muutuseta.

Skeem nr. 1.

Koordinaatide arvutamine kahe suuna lõikudest aritmomeetri abil (otselõige).

Valemid:



$$1.\ x - x_1 = \frac{(y_2 - y_1) - (x_2 - x_1)\tan t_2}{\tan t_1 - \tan t_2} = \frac{A}{K}$$

$$2.\ y - y_1 = (x - x_1)\tan t_1$$

$$3.\ x - x_2 = \frac{(y_2 - y_1) - (x_2 - x_1)\tan t_1}{\tan t_1 - \tan t_2} = \frac{B}{K}$$

$$4.\ y - y_2 = (x - x_2)\tan t_2;$$

$$5.\ x = x_1 + (x - x_1) \qquad 6.\ y = y_1 + (y - y_1)$$
$$x = x_2 + (x - x_2) \qquad y = y_2 + (y - y_2)$$

Määratav punkt Ivanovo

Antud punktid:

2. Tähis nr. 2	$-y_2$	−688,09	$-x_2$	+3082,63	$-t_1$	327°28′,5
1. Tähis nr. 10	y_1	−998,43	x_1	+2354,50	t_2	255°06′,5
	$y_2 - y_1$	+310,34	$x_2 - x_1$	+728,13	$t_1 - t_2$	72°22′,0

1	$-\tan t_1$	−0,63766	5	$-(y_2 - y_1)$	+310,34	6	$-(y_2 - y_1)$	+310,34
2	$\tan t_2$	+3,76073	7	$(x_2 - x_1)\tan t_2$	+2738,30	8	$(x_2 - x_1)\tan t_1$	−464,30
3	$K = \tan t_1 - \tan t_2$	−4,39839	9	A. Vahe	−2427,96	10	B. Vahe	+774,74
4	$\frac{1}{K}$	−0,22730						

11			x_1	+2354,50	12			x_2	+3082,63
13		+	$x - x_1$	+552,02	14		+	$x - x_2$	−176,12
15			x	+2906,52	16			x	+2906,51
17			y_1	−998,43	18			y_2	−688,09
19		+	$(x - x_1) \tan t_1$	−352,00	20		+	$(x - x_2) \tan t_2$	−662,34
21			y	−1350,43	22			y	−1350,43

Määratav punkt Ivanovo

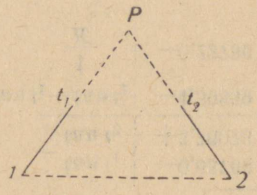
Antud punktid:

2. Aleksejevo, IV kl. p.
1. Tähis nr. 8

			y_2	−2272,15			x_2	+2661,35		t_1	147°28′,5
			y_1	+1686,50			x_1	+3433,66		t_2	75°06′,5
			$y_2 - y_1$	−585,65			$x_2 - x_1$	−772,31		$t_1 - t_2$	72°22′,0
1		$\tan t_1$	−0,63766	5	−	$y_2 - y_1$	−585,65	6	−	$y_2 - y_1$	−585,65
2		$\tan t_2$	+3,76073	7		$(x_2 - x_1) \tan t_2$	−2904,40	8		$(x_2 - x_1) \tan t_1$	+492,46
3	$K = \tan t_1 - \tan t_2$		−4,39839	9		A. Vahe	+2318,85	10		B. Vahe	−1078,11
4	$\frac{1}{K}$		−0,22736	11		x_1	+3433,66	12		x_2	+2661,35
				13	+	$x - x_1$	−527,14	14	+	$x - x_2$	+245,06
				15		x	+2906,52	16		x	+2906,41
				17		y_1	−1686,50	18		y_2	−2272,15
				19	+	$(x - x_1) \tan t_1$	+336,14	20	+	$(x - x_2) \tan t_2$	+921,60
				21		y	−1350,36	22		y	−1350,55

Skeem nr. 2.

Koordinaatide arvutamine kahe suuna lõikudest logaritmide abil (otselõige).



Valemid:

1. $x - x_1 = \dfrac{(y_2 - y_1) - (x_2 - x_1)\tan t_2}{\tan t_1 - \tan t_2} = \dfrac{A}{K}$
2. $y - y_1 = (x - x_1)\tan t_1$
3. $x - x_2 = \dfrac{(y_2 - y_1) - (x_2 - x_1)\tan t_1}{\tan t_1 - \tan t_2} = \dfrac{B}{K}$
4. $y - y_2 = (x - x_2)\tan t_2$
5. $x = x_1 + (x - x_1)$ $\quad x = x_2 + (x - x_2)$
6. $y = y_1 + (y - y_1)$ $\quad y = y_2 + (y - y_2)$

Määratav punkt Ivanovo

Antud punktid: 2. Tähis nr. 2, 1. Tähis nr. 10

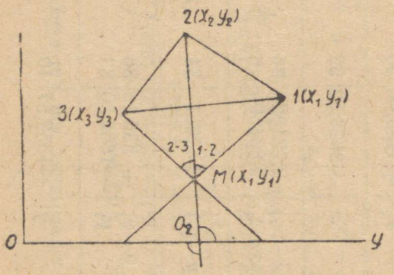
t_1	327°28′,5	y_2	−688,09	x_2	+3082,63	t_1	147°28′,5	y_2	−2272,15	x_2	+2661,35
t_2	255°06′,5	y_1	−998,43	x_1	+2354,50	t_2	75°06′,5	y_1	−1686,50	x_1	+3433,66
$t_1 - t_2$	72°22′,0	$y_2 - y_1$	+310,34	$x_2 - x_1$	+ 728,13	$t_1 - t_2$	72°22′,0	$y_2 - y_1$	− 585,65	$x_2 - x_1$	− 772,31
7		$-\tan t_1$	−0,63766			7		$-\tan t_1$	−0,63766		
8		$\tan t_2$	+3,76073			8		$\tan t_2$	+3,76073		
9	$K = \tan t_1 - \tan t_2$		−4,39839			9	$K = \tan t_1 - \tan t_2$		−4,39839		
10		$\log K$	0,64330n			10		$\log K$	0,64330n		

Antud punktid: 2. Aleksejevo, IV kl. punkt, 1. Tähis nr. 8

1		2,86221	2		2,86221	1		2,88779*n*	2		2,88779*n*
3	$+\log(x_2-x_1)$	0,57527	4	$+\log(x_2-x_1)$	9,80459*n*	3	$+\log(x_2-x_1)$	0,57527	4	$+\log(x_2-x_1)$	9,80459*n*
	$\log\tan t_2$			$\log\tan t_1$			$\log\tan t_2$			$\log\tan t_1$	
13	Summa	3,43748	14	Summa	2,66680*n*	13	Summa	3,46306*n*	14	Summa	2,69238
15		+ 310,34	16		+310,34	15		— 585,65	16		—585,65
17	$-\frac{y_2-y_1}{(x_2-x_1)\tan t_2}$	+2738,30	18	$-\frac{y_2-y_1}{(x_2-x_1)\tan t_1}$	—464,30	17	$-\frac{y_2-y_1}{(x_2-x_1)\tan t_2}$	—2904,40	18	$-\frac{y_2-y_1}{(x_2-x_1)\tan t_1}$	+492,46
19	A	—2427,96	20	B	+774,64	19	A	+2318,85	20	B	—1078,11
21		3,38524*n*	22		2,88910	21		3,36527	22		3,03262*n*
11	$-\log A$	0,64330*n*	12	$-\log B$	0,64330*n*	11	$-\log A$	0,64335*n*	12	$\log B$	0,64335*n*
	$\log K$			$\log K$			$\log K$			$-\log K$	
23	$\log(x-x_1)$	2,74194	24	$\log(x-x_2)$	2,24580*n*	23	$\log(x-x_1)$	2,72192*n*	24	$\log(x-x_2)$	2,38927
27		+ 552,00	28		— 176,12	27		— 527,14	28		+ 245,06
29	$+\frac{x-x_1}{x_1}$	+2354,50	30	$+\frac{x-x_2}{x_2}$	+3082,63	29	$+\frac{x-x_1}{x_1}$	+3433,66	30	$+\frac{x-x_2}{x_2}$	+2661,35
31	x	+2906,50	32	x	+2906,51	31	x	+2906,52	32	x	+2906,41
25		2,74188	26		2,24580*n*	25		2,72192*n*	26		2,38927
5	$+\log(x-x_1)$	9,80459*n*	6	$+\log(x-x_2)$	0,57527	5	$+\log(x-x_1)$	9,80459*n*	6	$+\log(x-x_2)$	0,57527
	$\log\tan t_1$			$\log\tan t_2$			$\log\tan t_1$			$\log\tan t_2$	
33	$\log(y-y_1)$	2,54647*n*	34	$\log(y-y_2)$	2,82107*n*	33	$\log(y-y_1)$	2,52651	34	$\log(y-y_2)$	2,96454
35		— 351,94	36		— 662,33	35		+ 336,13	36		+ 921,60
37	$+\frac{y-y_1}{y_1}$	— 998,43	38	$+\frac{y-y_2}{y_2}$	— 688,09	37	$+\frac{y-y_1}{y_1}$	—1686,50	38	$+\frac{y-y_2}{y_2}$	—2272,15
39	y	—1350,37	40	y	—1350,42	39	y	—1350,37	40	y	—1350,55

Vastulõike arvutamine

$$1)\ \cot\Theta_2 = \frac{\Delta y_{1-2}\cot(1-2) - \Delta y_{2-3}\cot(2-3) + \Delta x_{3-1}}{-\Delta y_{3-1} + \Delta x_{1-2}\cot(1-2) - \Delta x_{2-3}\cot(2-3)} = \frac{\text{lug.}}{\text{nim.}}$$



$$3)\ \Delta y_2 = \Delta x_2 \cot\Theta_2$$

$$5)\ y = y_2 + \Delta y_2$$

$$\Delta x_{1-2} = x_2 - x_1$$

1. Tähis nr. 1 2. Kara-

Lähteandmed:

$x_1 = -21\,551{,}34$
$x_2 = -25\,282{,}14$
$x_3 = -33\,092{,}28$

x ja y arvutamine

28	(24×1)		24	$\cot(1-2) - \cot\Theta_2$	+1,281384	1	Δy_{1-2}
29	(25×2)		25	$\cot(2-3) - \cot\Theta_2$	+1,429590	2	Δy_{2-3}
						6	Δx_{3-1}
31	(26×4)		26	$-\{1 + \cot(1-2)\cot\Theta_2\}$	−3,393662		
32	(27×5)		27	$1 - \cot(2-3)\cot\Theta_2$	+0,590875	4	Δx_{1-2}
			30	$N = 28 + 29$	+13850,72	5	Δx_{2-3}
		Kontroll	33	$N = 31 + 32$	+13850,72	3	Δy_{3-1}
			34	$1 + \cot^2\Theta_2$	+2,068881		
			35	$\left(\frac{33}{34}\right) = \Delta x_2$	+6694,78	13	$[\Delta y]$
			36	x_2	−25282,14	14	$[\Delta x]$
			37	x	−18587,36		
			38	$\Delta x_2 \cot\Theta_2 = \Delta y_2$	+ 6921,51		
			39	y_2	−16146,27		
			40	y	− 9224,76		

Märkusi. 1. Üksikuid korrutisi tehteis nr. 15, 16, 17, 19, 20, 21, 28, 29, aritmomeetril ilma üksikuid korrutisi kustutamata.
2. Tehted nr. 34 ja 40 on tarvis korrata kontrolli mõttes.

$$2)\ \Delta x_2 = \frac{N}{1+\cot^2\Theta_2};\ N = \Delta y_{1-2}\{\cot(1-2) - \cot\Theta_2\} -$$
$$-\Delta x_{1-2}\{1+\cot(1-2)\cot\Theta_2\} =$$
$$= \Delta y_{2-3}\{\cot(2-3) + \cot\Theta_2\} + \Delta x_{2-3}\{1-\cot(2-3)\cot\Theta_2\}$$

$$4)\ x = x_2 + \Delta x_2 \qquad \Delta y_{1-2} = y_2 - y_1$$
$$6)\ \Delta x_{2-3} = x_3 - x_2 \qquad \Delta y_{2-3} = y_3 - y_2$$
$$\Delta x_{3-1} = x_1 - x_3 \qquad \Delta y_{3-1} = y_1 - y_3$$

tšarovo 3. Glušitsa

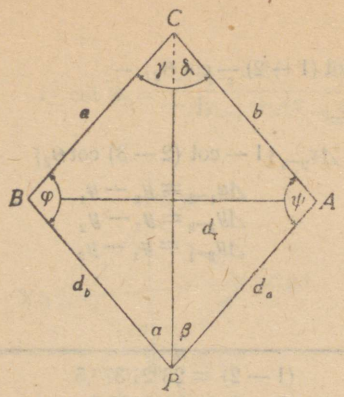
$y_1 = -17\,074{,}68$ $\quad (1-2) = 23^{\circ}21'37'',5$
$y_2 = -16\,146{,}27$ $\quad (2-3) = 68\ 2436{,}6$
$y_3 = -\ 3\,229{,}60$

---

cot Θ_2 arvutamine

+ 928,41	+2,315251	7	cot (1—2)	15	(1×7)	
+12916,67	−0,395723	8	—cot (2—3)	16	(2×8)	
+11540,94	+1,000000	11	+1 000 000	17	(6×11)	
				18	Σ	+8579,029
− 3730,80	+2,315251	9	cot (1—2)	19	(4×9)	
− 7810,14	−0,395723	10	—cot (2—3)	20	(5×10)	
−13845,08	−1,000000	12	−1 000 000	21	(6×12)	
				22	Σ	+8297,994
0				23	cot Θ_2 $\left(\frac{18}{22}\right)$	+1,033867
0					cot (1—2)	+2,315251
					cot (2—3)	+0,395723

31, 32 soovitatakse mitte välja kirjutada, vaid anda korraga korrutiste summa



$$\tan(BC) = \frac{y_C - y_B}{x_C - x_B}$$

$$\tan(AC) = \frac{y_C - y_A}{x_C - x_A}$$

$$(y_C - y_B) - (y_C - y_A) = y_A - y_B$$

$$(x_C - x_B) - (x_C - x_A) = x_A - x_B$$

$$\tan\frac{1}{2}(\varphi - \psi) = \cot(45^0 + Q)\tan\frac{1}{2}(\varphi + \psi)$$

$$\varphi = \frac{1}{2}(\varphi + \psi) + \frac{1}{2}(\varphi - \psi)$$

B . . . △ Stupino		C . . . △ Sokolova	
y_C	+38143,214	x_C	+ 41,134
y_B	+39143,652	x_B	+6432,741
y_A	+35243,224	x_A	+4441,734
$y_C - y_B$	− 1000,438	$x_C - x_B$	−6391,607
$y_C - y_A$	+ 2899,990	$x_C - x_A$	−4000,600
$y_A - y_B$	− 3900,428	$x_A - x_B$	−2391,007
(BC)	148°53′45″,47	$\log a$	3,810866
(AC)	144 03 43 ,44	$\log\sin\alpha$	9,209099
$\gamma + \delta$	44°50′02″,03	$\log(a:\sin\alpha)$	4,541767
+ α	169 17 27 ,20	$\log b$	3,693826
β	87 33 39 ,20	$\log\sin\beta$	9,999666
Σ	301°41′08″,43	$\log(b:\sin\beta)$	3,694220
$\varphi + \psi = 360^0 - \Sigma$	58 18 51 ,57	$\log\tan Q$	0,847547
$\log(a:\sin\alpha)$	4,541767	$\log(a:\sin\alpha)$	4,541767
$\log\sin(\alpha + \varphi)$	8,874038	$\log\sin\varphi$	9,048371
$\log d_b$	3,415805	$\log d_c$	3,590138
+ (BC)	188°53′45″,47	(BP)	195°18′50″,39
φ	6 25 04 ,92	α	169 17 27 ,20
(BP)	195°18′50″,39	(PC)	4°36′17″,59
$\log d_b$	3,415805	$\log d_b$	3,415805
$\log\sin(BC)$	9,421783	$\log\cos(BP)$	$9{,}984299_n$
$\log \Delta y_b$	2,837588	$\log \Delta x_b$	$3{,}400104_n$
Δy_b	− 688,000	Δx_b	−2512,485
y_B	+39183,652	x_B	+6432,741
y_P	+38455,652	x_P	+3920,256

$y_P = +38455{,}654$
$x_P = +3920{,}257$

nr. 4.
arvutamine
abil)

$$\psi = \frac{1}{2}(\varphi + \psi) - \frac{1}{2}(\varphi - \psi)$$

$$(\varphi + \psi) = 360^0 - \Sigma$$

$$a = \frac{y_C - y_B}{\sin\ (BC)} = \frac{x_C - x_B}{\cos\ (BC)}$$

$$b = \frac{y_C - y_A}{\sin\ (AC)} = \frac{x_C - x_A}{\cos\ (AC)}$$

$$d_b = \sin\ (\alpha + \varphi)\ \frac{a}{\sin\ \alpha}$$

$$d_c = \sin\ \varphi\ \frac{a}{\sin\ \alpha}$$

$$d_c = \sin\ \psi\ \frac{b}{\sin\ \beta}$$

$$d_a = \sin\ (\beta + \psi)\ \frac{b}{\sin\ \beta}$$

$$\tan Q = \frac{a}{\sin\ \alpha} : \frac{b}{\sin\ \beta}$$

$$\Sigma = \gamma + \delta + \alpha + \beta$$

$$\Delta y_b = d_b \sin\ (BP)$$

$$\Delta x_b = d_b \cos\ (BP)$$

$$\Delta y_a = d_a \sin\ (AP)$$

$$\Delta x_a = d_a \cos\ (AP)$$

$$y_P = y_B + \Delta y_b = y_A + \Delta y_a$$

$$x_P = x_B + \Delta x_b = x_A + \Delta x_a$$

pustõn

A . . . △ Oka

$\log (y_C - y_B)$	$3{,}000190_n$	$\log (y_C - y_A)$	3,462396
$\log (x_C - x_B)$	$3{,}\ 05610_n$	$\log (x_C - x_A)$	3,602125
$\log \tan (BC)$	9,194580	$\log \tan (AC)$	9,860271
$\log \sin (BC)$	$9{,}189324_n$	$\log \sin (AC)$	9,768570
$\log \cos (BC)$	$9{,}994844_n$	$\log \cos (AC)$	9,908299
$\log a$	3,810866 3,810866	$\log b$	3,693826 3,693826
Q	$81^0 54' 54'',05$	$^1/_2 (\varphi + \psi)$	$29^0 09' 25'',78$
$Q + 45^0$	126 54 54 ,05	$^1/_2 (\varphi - \psi)$	—22 44 20 ,86
		φ	6 25 04 ,92
$\log \cot (Q + 45^0)$	$9{,}875774_n$	ψ	51 53 46 ,64
$\log \tan\ ^1/_2 (\varphi + \psi)$	9,746556	$\alpha + \varphi$	175 42 32 ,12
		$\beta + \psi$	139 27 25 ,84
$\log \tan\ ^1/_2 (\varphi - \psi)$	$9{,}622330_n$	$\gamma + \delta$	44 50 02 ,03
		σ	$359^0 59' 59'',99$
$\log (b : \sin \beta)$	3,694220	$\log (b : \sin \beta)$	3,694220
$\log \sin \psi$	9,895917	$\log \sin (\beta + \psi)$	9,812924
$\log d_c$	3,590137	$\log d_a$	3,507144
(AP)	$92^0 09' 56'',80$	(AC)	$144^0 03' 43'',44$
β	87 33 39 ,20	ψ	51 53 46 ,64
(PC)	$4^0 36' 17'',60$	(AP)	$92^0 09' 56'',80$
$\log d_a$	3,507144	$\log d_a$	3,507144
$\log \sin (AP)$	9,999690	$\log \cos (AP)$	$8{,}577348_n$
$\log \Delta y_a$	3,506834	$\log \Delta x_a$	$2{,}084492_n$
Δy_a	+ 3212,431	Δx_a	— 121,476
y_A	+35243,224	x_a	+4041,734
y_P	+38455,655	x_P	+3920,258

Arvutas — B. Litovkin
10. novembril 1932. a.

Skeem nr. 5.

Vastulõige (Pothénot' ülesanne) nelja punkti järgi.

Valemid:

$$z_1 = y_A \cot \alpha - y_B (\cot \alpha + \cot \beta) + y_C \cot \beta + x_A - x_C$$

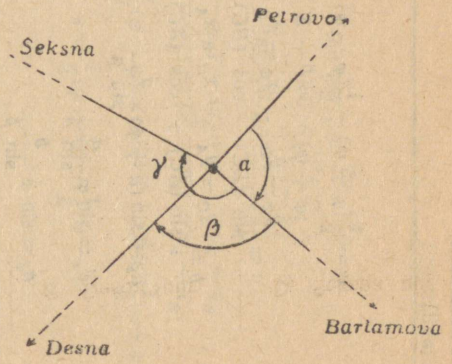
$$z_2 = x_A \cot \alpha - x_B (\cot \alpha + \cot \beta) + x_C \cot \beta - y_A + y_C$$

$$\tan (BP) = z_1 : z_2$$

$$\left.\begin{aligned} z_3 &= y_A \cot \alpha - y_B (\cot \alpha + \cot \gamma) + y_D \cot \gamma + x_A - x_D \\ z_4 &= x_A \cot \alpha - x_B (\cot \alpha + \cot \gamma) + x_D \cot \gamma - y_A + y_D \\ \tan (BP) &= z_3 : z_4 \end{aligned}\right\} \text{ kontroll.}$$

$$x_P = \frac{x_A \tan (AP) - x_B \tan (BP) + y_B - y_A}{\tan (AP) - \tan (BP)} = \frac{x_C \tan (CP) - x_D \tan (DP) + y_D - y_C}{\tan (CP) - \tan (DP)}$$

$$y_P = (x_P - x_A) \tan (AP) + y_A = (x_P - x_D) \tan (DP) + x_D$$



1. Lähtepunktid	A. Petrovo, pür.	B. Barlamova, pür.	C. Desna, pür.	D. Seksna, pür.
2. Määratav punkt		P. Tähis nr. 11		
10. Direktsioonnurgad	284°16′06″	320°27′48″	44°29′36″	134°46′36″
9. Direktsioonnurkade tan	— 3,93232	— 0,82543 — 0,82544	+ 0,98248	— 1,00777
11. Tangensite vahed		— 3,10689		+ 1,99025
4. Lähte x	5811690,5	5810960,8	5811177,7	5813670,6
5. Lähte y	5657445,5	5655481,1	5652881,5	5653033,8
6. nurkade cot	cot α + 1,36658	$-\Sigma_1$ cot — 1,47117	cot β + 0,10459	cot γ — 10,04227
3. nurgad	$\alpha = 36°11'42''$	$-\Sigma_2$ cot + 8,67569	$\beta = 84°01'48''$	$\gamma = 174°18'48''$
12. x_P		5812516,6		5812516,5
13. $x_P - x_{lähte}$	+ 826,1		— 1154,1	
14. y_P	5654197,0		5654196,9	
15. Lõpl. x_P		5812516,6		
Lõpl. y_P		5654197,0		

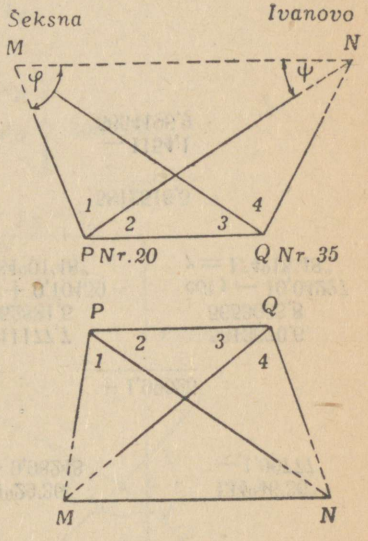
7. $z_1 = +\ 2925{,}4$
$z_3 = +\ 25280{,}9$

8. $z_2 = -\ 3544{,}1$
$z_4 = -\ 30627{,}0$

Skeem nr. 6.

Hanseni ülesanne.

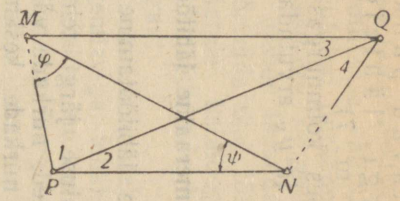
Nurgad	Tipud	Nurgad	Nurkade cot	x'	y'	x	y
			1,26590	Nurga φ arvutamine			
3	Q	79°31′,8	0,18480	−631,03	+583,69		
täiend.	M	42 46 ,1	1,08110	0	0		
1 + 2	P	57 42 ,1	0,63213	−1000, 0	0		
		180°00′,0	1,71323				
			2,84623				
täiend.	N	29°42′,8	1,75224	+ 279,22	+349,28	13585,2	50543,2
2	P	42 25 ,8	1,09399	−1000, 0	0	11008,8	45037,1
3 + 4	Q	107 51 ,4	−0,32216	− 631,03	+583,69	10064,6	48058,6
		180°00′,0	0,77183				
			5,03527				
1	P	15°16′,3	3,66250	$4 = 28°19′,6$		11008,8	45037,1
ψ	N	36 04 ,3	1,37277	$\tan(MN) =$ $= 1,25091$		13585,2	50543,2
φ	M	128 39 ,4	−0,79991	$(MN) =$ $= 51°20′,6$		13976,5	48529,9
		180°00′,0	0,57284	$\varphi = 128°39′,4$			



Skeem nr. 7.

Hanseni ülesanne.

Nurgad	Tüüp	Nurgad	Nurkade cot	x'	y'	x	y
			0,57293	Nurga φ arvutamine			
3	Q	36°04′,5	1,37274	+ 279,39	+349,32		
täiend.	M	128 39 ,2	−0,79981	0	0		
1	P	15 16 ,3	3,66250	−1000, 0	0		
		180°00′,0	2,86269				
			2,84623				
4	Q	29°42′,8	1,75224	+ 279,39	+349,32	13585,5	50542,8
2	P	42 25 ,8	1,09399	−1000, 0	0	11008,4	45036,4
täiend.	N	107 51 ,4	−0,32216	− 630,98	+583,77	10064,3	48058,3
		180°00′,0	0,77183				
			0,81705				
1 + 2	P	57°42′,1	0,63213			11008,4	45036,4
ψ	N	79 31 ,4	0,18492	tan (MN) = 0,92518		10064,3	48058,3
φ	M	42 46 ,5	1,08085	(MN) = 137°13′,5		13976,5	48529,9
		180°00′,0	1,26577	φ = 42°46′,5			



c) Juhtum, kus määratavad punktid P ja Q asetsevad joonise järgi lähtejoonest MN mõlemale poole (skeem nr. 7).

Sel juhtumil piisab, kui teises kolmnurgas ära vahetada read ja nende väärtused, s. t. x_N ja y_N arvutada alumisel real, x_Q ja y_Q aga ülemisel real.

21. Sidumismaterjalide kameraalne läbitöötamine.

Sidumismaterjalide kameraalne läbitöötamine seisneb järgmises.

1. Kontrollitakse kahe nooniuse järgi tehtud lugemitest kõik keskmiste väärtuste arvutused, nurkade väärtuste arvutused igas poolvõttes, samuti ka nurkade keskmiste väärtuste arvutused kahest poolvõttest.
2. Kontrollitakse kahest mõõtmisest keskmiste joonepikkuste arvutused, leitakse joone kallakusest sõltuvad parandused ja kirjutatakse väliraamatusse mõõdetud joonte vastavate keskmiste väärtuste alla miinusmärgiga.
3. Kõik nurkade ja joonte keskmised väärtused kirjutatakse tindiga.
4. Arvutatakse sidumispunktide koordinaadid ja sidejoonte direktsioonnurgad.
5. Koostatakse sidumispunktide kataloog.
6. Käikude skemaatilistel joonistel märgitakse sidumise käänupunktid (ringikestega) vastavalt sidumiste numbritele kataloogis.
7. Määratakse kindlaks käikude tasandamise kord, järjestus ja tasandamisviisid, kusjuures pikemate joontega, käänupunktide vähima arvuga ja mõõtmisteks soodsamat maastikku mööda kulgevad lühikesed käigud eraldatakse tasandamiseks esimesse rühma; teise rühma eraldatakse kõik ülejäänud käigud ja need võivad tugineda nii sidumispunktidele kui ka esimese rühma käikude punktidele; teise rühma käikude punktid ei või esineda tugipunktidena järgnevail kooskõlastamistel.
8. Maakasutuse piire mööda rajatud teodoliitkäikude tasandamine sidumise alusel võrgu punktidega teostatakse: a) sidumispunktide vahele rajatud üksiku käigu tasandamisviisiga; b) sõlmpunkti viisiga; c) prof. V. V. Popovi viisiga; d) prof. A. S. Tšebotarjovi (ekvivalentse asendamise) viisiga.
9. Käikude tasandamisel soovitatakse järgmist korda:

a) kavastatud tasandusarvutuse viisi kohaselt kirjutatakse koordinaatide arvutamislehele nurkade keskmised väärtused

ja joonte horisontaalprojektsioonid; kõik andmed võetakse jooniselt ja kontrollitakse väliraamatu järgi;

b) väljakirjutatud nurkade ja joonepikkuste väärtused võrreldakse maakasutuse ringpiiri vastavate andmetega (mis on saadud pärast nende tasandamist); erinevused joonepikkustes ja nurkades kõrvaldatakse tõsikindlate andmete järgi;

c) koordinaatide kataloogist kirjutatakse välja lähteandmed, s. t. sidumispunktide koordinaadid ja seotud piirijoonte direktsioonnurgad;

d) käikude viisi arvutatakse nurkade summa, määratakse nurgaline sulgemisviga, tehakse kindlaks lubatav sulgemisviga, siis aga teostatakse nurkade tasandamine ja käigu joonte direktsioonnurkade määramine;

e) koordinaatide juurdekasvud arvutatakse kas kahe isiku poolt või erisuguste tabelite järgi;

f) iga käigu viisi arvutatakse juurdekasvude summa kokku, määratakse sulgemisvead koordinaatide juurdekasvudes ja nende järgi leitakse üldised joonelised ning relatiivsed vead; lubatavad joonelised vead jaotatakse sulgemisveale vastupidise märgiga võrdeliselt joonte pikkustega;

g) arvutatakse maakasutuse piiripunktide koordinaadid ja nende saadud väärtused kirjutatakse tindiga koordinaatide arvutuslehele täpsusega kuni 0,1 m;

h) koostatakse käikude või sõlmpunkti skeem koordinaatide arvutuslehe lahtris „Märkusi";

i) teostatakse sõlmjoonte direktsioonnurga ja sõlmpunktide koordinaatide kõige tõenäolisemate väärtuste määramine.

10. Punktide numeratsioon teostatakse järgmiselt:

a) kõik teodoliitkäikude punktid märgitakse araabia numbritega, alates ühest, sidekäikude punktid aga — vene alfabeedi väikeste tähtedega;

b) ringpiiri mõõtmisel kasutatud ringpiiri punktide numeratsioon näidatakse joonisel murru nimetajana;

c) käikude numeratsioon igal maatükil tehakse omas järjekorras, alates ühega; sõlmpunktid nummerdatakse rooma numbritega.

11. Pärast tasandamist on tarvis koondjoonisele kirjutada:

a) käikude ja sõlmpunktide tasandamise järjekord;

b) iga käiku mööda vastavad sulgemisvead (nurgalised, joonelised, absoluutsed, relatiivsed);

c) käikude pikkused kilomeetrites kuni 0,1 km-ni;

d) käänupunktide arv; kusjuures

esimeses rühmas tasandatud käigud tõmmatakse rohelise

tušiga, teises rühmas — kollasega; esimese rühma sõlmpunktid näidatakse roheliste ringikestega ja teise rühma sõlmpunktid — kollaste ringikestega.

12. Pärast arvutustööde lõpetamist koostatakse iga käigu viisi vastav seletuskiri, kogu rajooni kohta aga koostatakse koondseletuskiri.

Ringpiiride sidumismaterjalide loetelu. Ringpiiride kõigi sidumistööde tulemusena koostatakse:

t ö ö r a j o o n i v i i s i:

1) rajooni skemaatiline kaart, sellel ära näidates üksikud jaoskonnad, kus toimus piiride sidumine;

2) tugivõrgu skemaatiline joonis ja geodeetilise aluse lähtepunktide õigekstunnistatud kataloog;

3) seletuskiri kogu rajooni arvutustööde juurde;

4) tööde kontrollimise ja vastuvõtmise aktid;

i g a j a o s k o n n a v i i s i:

1) jaoskonna koondjoonis, sellel ära näidates:

a) maakasutuse piiri mööda rajatud teodoliitkäigud ja looduses kontrollimise kontrollkäigud;

b) geodeetilised tugipunktid ja teostatud sidumine; käigud otsesel sidumisel tõmmatakse punases tušis täisjoonega, lõiked aga — punktiirjoonega;

c) maakasutuse piiripunktide ja sidumispunktide numbrid kui ka käikude ja sõlmpunktide numbrid vastavalt koordinaatide lehele;

d) esimese ja teise rühma käigud, märkides neid värviliste pliiatsitega;

e) andmed, mis käike iseloomustavad pikkuselt kilomeetreis, käänupunktide arvult, nurgalistelt ja joonelistelt sulgemisvigadelt (absoluutsetelt ja relatiivseilt);

2) seletuskiri arvutustööde juurde kogu jaoskonna ulatuses;

3) joonised üksikute maakasutuste või nende rühmade viisi neile ära märkides nurkade ja joonepikkuste keskmised väärtused;

4) sidumiste väliraamatud;

5) sidumiste arvutusmaterjalid ja sidumispunktide koordinaatide kataloog;

6) käikude tasandamise ja koordinaatide arvutuslehed;

7) käikude tasandamise tööjoonised;

8) maakasutuse piiripunktide koordinaatide kataloogid.

Tehnilise asjaajamise vormistamine. Sidumise ja maakasutuse piiride koordinaatide ümberarvutamise dokumentide süstematiseerimist soovitatakse toimetada järgmises korras.

1. Vastavalt eespool toodud loetelule õmmeldakse iga dokumentide rühm eraldi jaoskondade viisi pehmekaanelisse mappi; mapile kirjutatakse tema järjekorra number, dokumentide nimetus ja jaoskonna number.

2. Kõik jaoskonda kuuluvad pehmed mapid paigutatakse antud jaoskonna üldisesse kõvakaanelisse mappi, mille kaane esiküljele kirjutatakse: rajoon, oblast, trapetsite nomenklatuur, töötäitmise aasta, töö nimetus, töötäitja ja salga juhataja või vanema maakorraldaja perekonnanimi.

Kõvakaanelise mapi kaane siseküljel antakse dokumentide loetelu üksikute pehmete mappide kaupa, ära näidates nende numbrid, dokumentide nimetused ja lehekülgede numbrid mappide viisi. Toimiku lehtede üldarv näidatakse ära kõva mapi kaante kolmandal leheküljel.

3. Kogu rajooni jaoks ühiste dokumentide (rajooni kaart, tugipunktide kataloog, rajooni seletuskiri, kontrollimisaktid jms.) jaoks võetakse eraldi kõvakaaneline mapp, millesse paigutatakse pehmed kaustad nendesse õmmeldud dokumentidega.

Kõik sidumis- ja ümberarvutamismaterjalid, välja arvatud välimaterjalid, vormistatakse ja kirjutatakse tindiga.

Teodoliitmõõdistamised ja maakasutuste ringpiiride määramine.

22. Maakasutuste ringpiiride määramine.

Maastiku ülevaatus. Maastiku ülevaatust teostatakse tehniliste toimingute ulatuse ja järjekorra kui ka vastava organisatsiooni ja mõõdistamistööde täitmise kindlaksmääramise otstarbel.

Tavaliselt omavad kõik kolhoosid oma maakasutuste kohta plaanimaterjale. Seepärast tuleb maakorraldamisele kuuluva maa-ala ülevaatust toimetada olemasoleva plaanimaterjali järgi, milledele silmamõõduliselt ja ainult vajaduse piirides märgitakse kõik muudatused maakasutuse piirides, kõlvikute koosseisus ja jaotamises jms. Ringpiiri läbikäimisel märgitakse ära looduses säilinud piirimärgid või nende tõepärased jäljed. Kui mõõdistamisele kuuluvad maakasutused ei oma mingeid plaanimaterjale, siis koostatakse esialgsel maastiku ülevaatusel silmamõõduline joonis, millel näidatakse maakasutuse piirid, teed, jõed, ojad, kuristikud, farmid, kõlvikute, külvikorraväl-

jade, brigaadide maatükkide asetused jms. Oma mõõtmetelt suuremate pindalade ülevaatust toimetatakse teedest, jõgedest, ojadest, kuristikest, piiripeenardest, metsasihtidest jms. piiratud osade viisi. Pärast kogu pindala ülevaatust koondatakse üksikute osade joonised maakorraldamisele kuuluva maa-ala skemaatiliseks üld- ehk koondjooniseks.

Maastiku ülevaatuse ja rekognostseerimise andmete alusel ning koondjoonise materjalide järgi koostatakse mõõdistamistööde plaan.

Maakasutuste ringpiiride määramise tehnilised toimingud. Maakasutuste ringpiiride määramise tööd seisnevad ringpiiri joonte pikkuste, nende rumbide ja kaldnurkade mõõtmises ning nende joonte vaheliste horisontaalnurkade, samuti aga ka looduslike rajade piirijoonte kindlaksmääramiseks vajalike andmete mõõtmises.

Kõik arvulised andmed võib saada kas olemasolevast plaanimaterjalist või eri mõõtmiste kaudu looduses. Uutele mõõtmistele ringpiiri mööda tuleb asuda ainult sel juhtumil, kui olemasoleva plaanimaterjali täpsus ei vasta antud mõõdistamise täpsusele või on selle plaani üksikud osad kannatanud mingite muudatuste all või, lõppeks, teadaolevate kaalutluste järgi plaani üks või teine osa langeb mingi kahtluse alla.

Maakasutuse ringpiiri määramise tehnilised toimingud looduses koosnevad:

a) maakasutuse ringpiiri käänupunktide märgistamisest looduses;

b) piiri käänupunktide vaheliste joonte tähistamisest;

c) nende joonte pikkuste, nende joonte vaheliste horisontaalnurkade, joonte kaldnurkade ja rumbide mõõtmisest;

d) looduslike piiride määramisest;

e) maakasutuste piiride määramise küllaldase täpsuse tagamiseks tehtavatest täiendusmõõtmistest;

f) vanade piirimärkide ülesotsimisest.

Kuidas määrata magnetnõela kõrvalekaldumist olemasoleva plaani meridiaanist. Kui looduses on säilinud kaks ühe ja sama joone otstes asetsevat piirimärki, siis magnetnõela kõrvalekaldumise määramine vana plaani meridiaanist teostatakse järgmiselt:

1. a) ühe piirimärgi kohale seatakse üles teodoliit, lõdvendatakse alidaadi kinnituskruvi ja kinnitatud limbi juures pööratakse alidaad alguses jämeda, siis mikromeetrilise liigutamise teel kuni magnetnõela ühtimiseni bussooli nullkriipsuga; pärast

seda võetakse nooniuste järgi lugemid ja arvutatakse neist keskmine;

b) kontrollitakse nõela asendit ja limbi liikumatust, alidaadi pööramisega juhitakse pikksilma niitristiku vertikaalniit joone teise otsa püstitatud tähisele, tehakse uuesti nooniustelt lugemid ja arvutatakse neist keskmine;

c) arvutatakse saadud keskmiste lugemite vahe, mis ongi joone magnetiline asimuut;

d) maastiku joonele plaanilt võetud vastav rumb arvutatakse ümber magnetiliseks asimuudiks;

e) arvutatakse plaanilt leitud ja otseselt mõõdetud antud joone magnetiliste asimuutide vahe; saadud magnetiliste asimuutide vahe kujutabki endast magnetnõela kõrvalekaldumist; seejuures, kui vahe on positiivne, toimub nõela kõrvalekaldumine ida poole, kui vahe on negatiivne, siis toimub kõrvalekaldumine lääne poole.

2. Kui looduses on säilinud ringpiiri kahele erinevale otsale kuuluvad piirimärgid, siis määratakse magnetnõela kõrvalekaldumine neid märke ühendava joone jaoks.

3. Kui ühest säilinud piiripunktist ei ole teist näha ega ole võimalik nende vahele otseselt ajada sirgjoont, siis nende punktide vahele rajatakse diagonaalkäik, mille pealekandmisest ja arvutamisest määratakse neid kahte punkti ühendava joone pikkus ja rumb. Pärast seda võrreldakse plaanilt ja diagonaalkäigu rajamisest saadud kaugust kahe antud piirimärgi vahel. Kui diagonaalide pikkused osutuvad ühesugusteks, siis nende diagonaalide rumbide vahe väljendabki magnetnõela kõrvalekaldumise suurust.

4. Kui ringpiiril ei ole üldse säilinud piirimärke või on säilinud ainult üks neist, siis magnetnõela ligikaudne kõrvalekaldumine tuletatakse piirnevaist või lähedastest maakasutuste ringpiiridest.

Ringpiiri joonte ettevalmistamine mõõtmisteks. Ringpiiri läbikäimisel märgistatakse joonte käänupunktid ajutiste vaiadega, millede ümber kaevatakse väikesed kupitsad. Joonte ja nurkade mõõtmiseks märgistatud käänupunktidesse asetatakse tähised vertikaalselt, kusjuures joone tähistamist toimetatakse joontel, mille pikkus ületab 250 m, või kui joone otsad ei ole teineteisele nähtavad. Tasasel maastikul püstitatakse tähised mitte harvemalt kui 100 m tagant, vähendades seda kaugust vastavalt lainjale maastikule. Jooned tähistatakse hästi kontrollitud ja õiendatud teodoliidiga, tähiseid aga asetatakse alates võimalikult kaugemast otsast.

Metsastes või üldse taimestikuga kattunud kohtades tuleb enne joonte mõõtmisele asumist jooni mööda sihid hästi puhastada ja vajaduse korral rohi maha niita.

Ringpiiri joonte pikkuste mõõtmine. Piirijoonte pikkuste mõõtmine toimub kaks korda: üks kord teraslindiga lugemi täpsusega kuni 0,01 m, teine kord kaugusemõõtjaga (kontrolliks).

Joonte mõõtmisel tuleb hoolega jälgida, et töölised asetaksid lindi joonele antud sihti mööda ja pingutaksid linti nõutava pingega, et maasse torgatavad vardad seisaksid vertikaalselt ja et fikseeritud lindi otsad asetataks täpselt nende varraste juurde. Tehnik on eriti kohustatud isiklikult valvama tööliste poolt varraste üksteisele üleandmise loendust. Vardad antakse tagumise töölise poolt eesmisele üle iga joone mõõtmise alguses. Pikkade joonte mõõtmisel varraste üleandmine toimub pärast seda, kui tagumise töölise kätte koguneb 10 varrast, kusjuures varraste üleandmise momendiks peab lint olema asetatud joont mööda edasi ja vastavalt pingutatud. Iga mõõdetud saja meetri tagant lüüakse maasse kaks vaia, milledest üks lüüakse maapinnaga tasa (varda asemele) ja teine — kõrvale, kõrgusega 25 cm maapinnast, millel värvilise pliiatsiga näidatakse sadade meetrite arv joone algusest. Joone pikkus, mida ei saa mõõta otseselt, määrakse ligipääsmatu kauguse määramise viisil.

Seal, kus ringpiiri joon läheb üle looduslikule piiri-rajale, määratakse viimase piir magistraaljoonte rajamisega, s. t. loodusliku piiri-raja kaldale kaugusega mitte üle 100 m rajatakse sirgjooned, võimalikult maakorraldamisele kuuluvale pindalale.

Magistraaljooned kavastatakse võimalikult pikemad ja nende mõõtmine toimub ringpiiri joonte mõõtmise reeglite kohaselt. Loodusliku piiri-raja joon määratakse igast antud mõõtkavas märgatavast käänakust magistraaljoonele tõmmatud ristjoonte süsteemiga, kusjuures kahe naaberristjoone kaugus teineteisest ei tohi ületada 100 m. Loodusliku piiri-raja käänakut kujutav punkt määratakse ristjoone pikkusega sellest punktist kuni magistraaljooneni ja ristjoone aluse kaugusega magistraaljoone algusest. Ristjooned pikkusega kuni 20 m tõmmatakse silma järgi, teistel juhtudel ekkeri abil.

Kui loodusliku piiri-raja laius ei ületa 20 m, siis selle vastaskallas mõõdetakse otseselt lindi või ruletiga; loodusliku piiri-raja 20- kuni 300-m-se laiuse juures määratakse tema vastaskallas kas kaugusemõõtjaga või lõigete viisiga, üle 300-m-se laiuse puhul aga ainult lõigete viisiga.

Abijooned. Kui ringpiir koosneb reast järjestikustest lühikestest joontest (mitte üle 50 m), siis peale nende joonte ja joontevaheliste nurkade mõõtmise teostatakse veel selle ringpiiri osa otsi ühendava abijoone mõõtmine. Abijoone pikkus ja külgnevad nurgad selle abijoone ja piirijoonte vahel mõõdetakse ringpiiri külgede ja nurkade mõõtmise reeglite kohaselt. Samasuguste abijoontega ühendatakse soid, tihnikuid ja üldse joonte ning nurkade vastava mõõtmise jaoks ebasoodsaid kohti mööda kulgevate joonte rea otsad.

Abijooned rajatakse võimaluse korral piiri lähedale mõõtmiseks soodsasse kohta, näiteks mööda teid, piiripeenraid ja üldse kindlat pinnast mööda, nii et nad omaksid võimalikult väiksema arvu käänakuid ja et need viimased oleksid üksteise suhtes nähtavad.

Diagonaaljooned. Juhtumil, kui ringpiir koosneb suurest arvust joontest (üle 50) või kui piirijoonte üldpikkus on suur või lõppeks, kui piirijoontest moodustatud polügoonis on vastasolevate piiride poolt tekitatud kitsaid kohti, siis teatud kohtades piiri käänakud ühendatakse omavahel diagonaaljoontega või -käikudega. Diagonaalkäike kavastades tuleb taotleda seda, et nad rajataks piiride lähenemise kõige kitsamasse kohta, et nad sisaldaksid eneses minimaalse arvu külgi ja et nad sulgeksid võimalikult suurema külgede arvuga osa ringpiirist. Joonte pikkuste ja nurkade mõõtmine diagonaalkäikudes teostatakse ringpiiri külgede ja nurkade mõõtmise reeglite kohaselt.

Nurkade mõõtmine. Piirijoontest moodustatud horisontaalnurgad mõõdetakse üheminutilise teodoliidiga. Horisontaalnurkade mõõtmine toimub järgmiselt.

a) mõõdetava nurga tipu kohale seatakse üles teodoliit, limbi kinnituskruvi kinnitatakse ja alidaadi ning pikksilma lõdvendatud kinnituskruvi juures juhitakse jämeda pööramisega niitristiku niitide lõikepunkt käigu järgi tagumise tähise alumisele otsale; siis kinnitatakse alidaadi ning pikksilma kinnituskruvid ja mikromeetriliste kruvide keeramisega tehakse niitristiku niitide lõikepunkti täpne pealejuhtimine vaadeldavale tähisele;

b) tehakse lugemid nooniuste järgi ja tulemused kirjutatakse väliraamatusse, kusjuures numbriga I või tähega *A* märgitud nooniuse järgi loetakse kraadid ja minutid, teise nooniuse järgi aga ainult minutid;

c) saadud lugemeist arvutatakse keskmine, säilitades esimese nooniuse järgi saadud kraadide arvu;

d) lõdvendatakse alidaadi ja pikksilma kinnituskruvid, juhitakse niitide lõikepunkt käigu järgi eesmise tähise alumisele otsale, ja edasi toimitakse analoogiliselt eelnenuga;

e) tagumisele tähisele viseerimisel saadud lugemite keskmisest lahutatakse eesmisele tähisele viseerimisel saadud lugemite keskmine;

f) lõdvendatakse limbi ja pikksilma kinnituskruvid, limb pööratakse ligikaudu 90° võrra ja pikksilm pööratakse üle seniidi;

g) kinnitanud limbi kinnituskruvi ja lõdvendanud alidaadi kinnituskruvi, korratakse nurga mõõtmine eelnenu järgi. Ring paremal ja ring vasakul mõõdetud nurkade suuruste vahel ei või ületada 1′,5; vastasel korral on tarvis nurgamõõtmist uuesti korrata. Lubatavate erinevuste korral arvutatakse mõõdetava nurga lõplik keskmine väärtus.

Nurga mõõtmine väljaspool ringpiiri tippu. Kui nurga tipp on tema kohale teodoliidi ülesseadmiseks ligipääsmatu, siis nurgamõõtmine teostatakse mingist temale lähedalolevast punktist (mitte kaugemal kui 2—4 m) ja saadud nurgale antakse parandus, mis arvutatakse minuteis valemi järgi:

$$C' = \frac{\varrho}{\sin 1'}\left(\frac{\sin (D+\Theta)}{a} - \frac{\sin \Theta}{b}\right),$$

kus C' — on parandus mõõdetava nurga jaoks, minuteis;

ϱ — teodoliidi seisupunkti kaugus ligipääsmatu punkti tipust;

Θ — nurk ligipääsmatu punkti tippu ja käiku mööda eesmise tähise vahel;

a ja b — kaugused ligipääsmatust punktist kuni tagumise ja eesmise tähiseni, vastavalt käigu suunale.

$$\sin 1' = 0{,}00029 \text{ ja } \log \sin 1' = 6{,}4637.$$

Näide. Mõõdetud: nurk $D = 60°12',5$; $\varrho = 0{,}89$ m;

$$a = 514{,}3 \text{ m}; \quad b = 987{,}4 \text{ m}; \quad \Theta = 190°14'.$$

Määrata parandus C.

Arvutused paigutatakse järgmiselt:

$\log \varrho$	9,9494
$\log \sin 1'$	6,4637
$\log \frac{\varrho}{\sin 1'}$	3,4857
$\log \sin (D + \Theta)$	9,9742
täiend. $\log a$	7,2888
	$0{,}7487_n$ ehk $-5',61$
$\log \frac{\varrho}{\sin 1'}$	3,4857
$\log \sin \Theta$	9,2496
täiend. $\log b$	7,0055
	$9{,}7408_n$ ehk $-0',55$

Otsitav nurk osutub võrdseks nurga D ja paranduse C suuruste algebralise summaga, s. t.

$$y = \angle D + \angle C = 60^0 12',5 - 5',06 = 60^0 07',4.$$

Kaldnurkade mõõtmine. Kui ringpiiri külgede kallakused on 2^0 või suuremad, tuleb mõõta nende külgede vastavad kaldnurgad. Erinevad kaldnurgad antud küljel mõõdetakse joonel märgitud osade kaupa. Teodoliidiga mõõdetakse kaldnurk järgmiselt:

a) ühte antud joone otspunktidest seatakse üles teodoliit; mõõdetakse instrumendi kõrgus maapinnast kuni pikksilma horisontaalse pööramisteljeni ja leitud suurus kantakse kallaku joone teise otsa püstitatud tähisele, alt ülespoole;

b) tähisel märgitud punktile juhitakse pikksilma niitristiku keskmine horisontaalniit ja, kinnitanud pikksilma kinnituskruvi, võetakse lugemid vertikaalringi nooniuste järgi (vertikaalringi lugemite kord sõltuvalt vertikaalringi jaotustest, vt. lk. 403).

Piirijoonte magnetiliste otse- ja vasturumbide mõõtmine. Joonte rumbid määratakse järgmiselt:

a) ühte joone otspunktidest seatakse üles teodoliit;

b) joone teise otsa püstitatud tähisele juhitakse pikksilma niitristiku vertikaalniit, lõdvendanud magnetnõela kinnituskruvi;

c) bussooli magnetnõelal lastakse rahuneda ja siis määratakse, kumb magnetnõela otstest asetseb pikksilma objektiivile lähemal ja kummale poole magnetnõelast kaldus viseerimisjoon (või bussooli nullide joon); seega määratakse viseerimisjoone suund ilmakaarte suhtes;

d) loetakse magnetnõela kummagi otsa näitamised täpsusega kuni $\frac{1}{4}^0$ ja võetakse siis nendest lugemitest keskmine, sellega määratakse rumbi kraadiline suurus.

Siirdunud teodoliidiga joone teise otsa, määratakse vasturumb analoogiliselt eespool mainitud reeglite järgi. Otse- ja vasturumbi suuruste vahe ei või ületada $\frac{1}{2}^0$. Selle tingimuse rikkumine nõuab teiskordseid mõõtmisi. Magnetiliste anomaa-

liate juures ei ole tarvis teostada kõigi külgede rumbide mõõtmist, piirdudes vaid maastiku iseloomustamiseks rumbide tarviliku arvu määramisega.

Piirimärkide ülesotsimine ja taastamine. Piirimärkide ülesotsimiseks tuleb kasutada vastavaid plaanimaterjale ja tehnilisi dokumente, mis võimaldavad küllalt kiiresti ja edukalt lahendada selle ülesande. Põhilisteks andmeteks vanade märkide ülesotsimisel on plaanidel või arvutuslehtedel esinevad ringpiiri joonte pikkuste ja joonte rumbide arvulised väärtused. Kui mingi joone mõlemad otsad on võimalik maastikul täpselt kindlaks teha ja kui selle joone pikkus on vähemalt 100 m, siis võib antud ringpiiri kõigi ülejäänud märkide taastamist teostada eelmise maakorralduse juures mõõdetud külgede vaheliste nurkade abil.

Enne kui vanu rumbilisi andmeid kasutada, on neile tarvis anda parandus, mis on tingitud magnetnõela kõrvalekaldumisest sellelt meridiaanilt, mille järgi on valmistatud käesolev plaan, s. o. magnetnõela idapoolse kõrvalekaldumise juures joonte rumbid nimetustega NO ja SW vähendatakse nõela kõrvalekaldumise võrra, kuid joonte rumbid nimetustega NW ja SO suurendatakse sama suuruse võrra. Läänepoolse kõrvalekaldumise puhul tuleb toimida vastupidiselt.

Piirimärkide ülesotsimist teostatakse plaanil näidatud rumbide või joontevaheliste nurkade kui ka joonte pikkuste järgi, alustades järkjärguliselt piirimärkide kaheldamatuist jälgedest, tähistades ja mõõtes vastavaid jooni maastikul ja otsides iga joone lõpus märgi jälgi. Kui ringpiiri kogu ulatusel üldse ei ole säilinud märke, siis toimetatakse nende tunnuste otsimist naabermaavalduste säilinud piirimärkidest.

Direktsioonnurkade ja rumbide arvutamine. Pärast nurkade kooskõlastamise lõpetamist asutakse ringpiiri külgede direktsioonnurkade ja rumbide arvutamisele.

Direktsioonnurgad arvutatakse valemi järgi:

$$t_{n+1} = t_n + 180^0 \mp \lambda,$$

kus t_n on eelnenud joone direktsioonnurk, t_{n+1} — järgneva joone direktsioonnurk, $-\lambda$ — parempoolne nurk, käigu järgi, $+\lambda$ — vasakpoolne nurk, käigu järgi.

Direktsioonnurkade arvutamist alustatakse ringpiiri sellest küljest, mille direktsioonnurk on teada. Kui aga on teada ainult külgede rumbid, siis mingi joone rumb arvutatakse ettevalmistavalt ümber vastavaks direktsioonnurgaks.

Iga järgneva külje direktsioonnurga järgi leitakse rumb,

rumbilise nurga suurus aga kontrollitakse vastava järgneva ja eelneva joone vahelise astrolaabilise nurgaga.

Joone magnetiliseks rumbiks nimetatakse joone horisontaalprojektsiooni ja magnetnõela lähema otsa vahelist nurka. Rumb on alati teravnurk. Rumbi kraadilist suurust saadab tingimata joone suunale vastav nimetus.

Joone direktsioonnurga ja rumbi vaheline seos.

		tasa-pinnaline	direkt-sioonnurk	
Kui rumb on NO : r^0_1,	siis			$t_1 = r^0_1$
„ „ „ SO : r^0_2	„	„	„	$t_2 = 180^0 - r^0_2$
„ „ „ SW : r^0_3	„	„	„	$t_3 = 180^0 + r^0_3$
„ „ „ NW : r^0_4	„	„	„	$t_4 = 360^0 - r^0_4$

Kui direktsioonnurk esineb piirides:

$0 < t_1 < 90^0$,	siis	rumb on	NO : r^0_1,	kus $r^0_1 = t_1$
$90 < t_2 < 180^0$	„	„ „	SO : r^0_2,	„ $r^0_2 = 180^0 - t_2$
$180 < t_3 < 270^0$	„	„ „	SW : r^0_3,	„ $r^0_3 = t_3 - 180^0$
$270 < t_4 < 360^0$	„	„ „	NW : r^0_4,	„ $r^0_4 = 360^0 - t_4$.

Nurga suurus tema haarade direktsioonnurkadest määratakse valemi järgi:

$$\alpha = t_2 - t_1,$$

kus t_2 on parempoolse haara direktsioonnurk,
t_1 — vasakpoolse „ „ .

Astrolaabilise nurga (s. o. vähema kui 180^0) suurus määratakse nurga haarade rumbidest järgmiselt.

1. Kui rumbide nimetuste esimesed tähed on samad, teised aga erinevad, siis

$$\beta = r^0_1 + r^0_2.$$

2. Kui rumbide nimetuste esimesed tähed on erinevad, teised aga samad, siis

$$\beta = 180^0 - (r^0_1 + r^0_2).$$

3. Kui rumbide nimetused on täiesti samad, siis

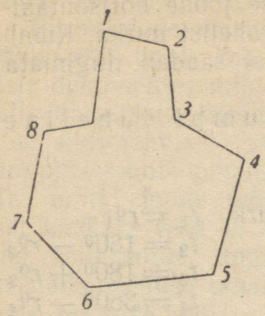
$$\beta = r^0_1 - r^0_2.$$

4. Kui rumbide nimetused on täiesti erinevad, siis

$$\beta = 180^0 - (r^0_2 - r^0_1).$$

Märkus. Rumbide vahe moodustamisel kahes viimases valemis tuleb suuremast rumbist lahutada väiksem.

Näide hulknurga külgede direktsioonnurkade ja rumbide arvutamiseks. Antud hulknurga sisenurgad (joon. 88):



Joon. 88.

1) — 68°11′; 2) — 102°37′; 3) — 253°19′; 4) — 123°14′; 5) — 118°28′; 6) — 109°7′; 7) — 112°24′; 8) — 134°18′; 9) — 238°22′.

Arvutada selle hulknurga külgede direktsioonnurgad ja rumbid, kui joone (3—4) rumb on: SO: 43°15′.

Kasutades eespool toodud valemeid paigutatakse arvutused järgmises korras:

Direktsioonnurk	(3—4) ...	136°45′	... SO: 43°15′
		+ 180	
		316 45	
		— 123 14	
„	(4—5) ...	193 31	... SW: 13°31′
		+ 180	
		373 31	
		— 118 28	
„	(5—6) ...	255 3	... SW: 75°03′
		+ 180	
		435 3	
		— 109 7	
„	(6—7) ...	325 56	... NW: 34°04′
		+ 180	
		505 56	
		— 112 24	
„	(7—8) ...	393 32	... jne.

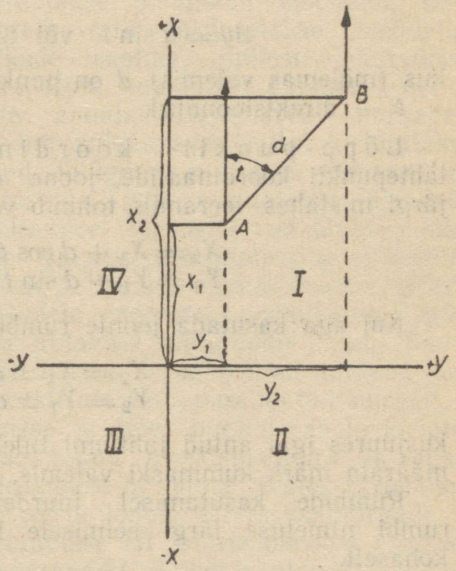
Et joone (7—8) direktsioonnurk saadi üle 360°, siis tuleb sellest lahutada 360°. Saadud vahe 33°32′ kujutab endast joone (7—8) direktsioonnurka.

Edasisi arvutusi jätkatakse samuti nagu eespool näidatud seni, kuni saadakse lähtekülje (3—4) direktsioonnurk, mis ongi sooritatud arvutuse kontrolliks.

Koordinaatide arvutamine. Geodeesias punkti asukoht tasapinnal määratakse kahe vastastikku risti oleva joone suhtes ristjoontega, mis on tõmmatud sellest punktist kummalegi

joonele. Joont *XX* nimetatakse abstsisside teljeks, joont *YY* — ordinaatide teljeks, mõlemaid jooni kokku aga nimetatakse koordinaatide telgedeks. Telgede lõikepunkti nimetatakse koordinaatide alguseks (joon. 89).

Lõiku *X*-telge mööda koordinaatide algusest kuni punktist *B* sellele teljele tõmmatud ristjoone aluseni nimetatakse punkti *B* abstsissiks. *Y*-telje niisugust lõiku nimetatakse aga punkti *B* ordinaadiks. Punkti *B* abstsissi ja ordinaati kokkuvõetuna nimetatakse selle punkti koordinaatideks ja punkti sellist määramise meetodit koordinaatide meetodiks. Koordinaatide teljed jaotavad tasapinna neljaks osaks, mida nimetatakse veerandeiks. Veerandite loendamine geodeesias toimub vastavalt direktsioonnurga muutumisele kellaosuti käigu suunas.



Joon. 89.

Lõike abstsisside telge mööda loetakse koordinaatide algusest ülespoole positiivseiks, allapoole — negatiivseiks; ordinaatide telge mööda — koordinaatide algusest paremale poole positiivseiks, vasakule poole negatiivseiks.

Niisiis erinevais veerandites asetsevate punktide jaoks abstsisside ja ordinaatide märgid omavad allpool toodud tabelis näidatud väärtusi:

Rumbid	Direktsioonnurk	Veerand	Δx	Δy
NO	0^0 kuni 90^0	I	+	+
SO	90^0 „ 180^0	II	−	+
SW	180^0 „ 270^0	III	−	−
NW	270^0 „ 360^0	IV	+	−

Abstsisside ja ordinaatide juurdekasvude arvutamine. Kui X_1 on punkti A abstsiss, X_2 — punkti B abstsiss ja Y_1 — punkti A ordinaat, Y_2 — punkti B ordinaat, siis abstsisside juurdekasv arvutatakse valemi järgi:

$$\Delta x = d \cos t \quad \text{või} \quad \Delta x = X_2 - X_1.$$

Ordinaatide juurdekasv arvutatakse valemi järgi:

$$\Delta y = d \sin t \quad \text{või} \quad \Delta y = Y_2 - Y_1,$$

kus (mõlemas valemis) d on punktide A ja B vaheline kaugus, t — direktsioonnurk.

Lõpp-punkti koordinaatide arvutamine lähtepunkti koordinaatide, joone direktsioonnurga ja pikkuse järgi mistahes veerandis toimub valemite järgi:

$$X_2 = X_1 + d \cos t = X_1 + \Delta x$$
$$Y_2 = Y_1 + d \sin t = Y_1 + \Delta y.$$

Kui aga kasutada joonte rumbe, siis võtavad valemid kuju:

$$X_2 = X_1 \pm d \cos r$$
$$Y_2 = Y_1 \pm d \sin r,$$

kusjuures igal antud juhtumil tuleb rumbi nimetuse järgi enne määrata märk kummaski valemis.

Rumbide kasutamisel juurdekasvude märk määratakse rumbi nimetuse järgi eelmisele leheküljele paigutatud tabeli kohaselt.

Kasulik on meeles pidada, et: a) abstsisside põhjapoolsed juurdekasvud on positiivsed, lõunapoolsed — negatiivsed; b) ordinaatide idapoolsed juurdekasvud on positiivsed, läänepoolsed — negatiivsed.

Ringpiiri koordinaatide arvutamine. Koordinaadid arvutatakse ringpiiri, abijoonte ja diagonaalkäikude kõigi käänupunktide jaoks, seejuures, kui piiride mõõtmisel rea järjestikuste lühikeste või ebasoodsais tingimustes mõõdetud ringpiiri joonte otsad on seotud abijoontega, koordinaatide arvutamine teostatakse ennekõike ainult nendest abijoontest ja teistest ringpiiri joontest moodustatud hulknurga jaoks, pärast seda alles ringpiiri lühikeste joonte või ebasoodsais tingimustes mõõdetud selle piiri joonte otste jaoks.

Koordinaatide arvutamine koosneb koordinaatide juurdekasvude arvutamisest, juurdekasvude sulgemisvea määramisest,

juurdekasvude kooskõlastamisest ja joonte käänupunktide koordinaatide arvutamisest.

Koordinaatide arvutusleht on toodud lk. 336.

Kinnise polügooni tippude koordinaatide arvutamise kord ja skeem.

I lahtrisse kirjutatakse polügooni tippude numbrid;

II lahtrisse kirjutatakse polügooni mõõdetud sisenurgad; alla kirjutatakse mõõdetud nurkade summa, millest lahutatakse teoreetiline nurkade summa; nende vahe annab sulgemisvea nurkades. Saadud sulgemisvea alla kirjutatakse antud polügooni nurkades lubatav sulgemisviga, mis arvutatakse ülesande määramise täpsusele vastavast valemist. Sulgemisvea jaotamine mõõdetud nurkadele toimub samas lahtris kõigile nurkadele võrdselt, vastupidise märgiga antavate paranduste kujul. Sama lahtri teise ossa, mõõdetud nurkade kõrvale, kirjutatakse parandatud nurgad.

III lahtrisse esimese ja teise punkti vahele kirjutatakse antud direktsioonnurk ja edasi kirjutatakse arvutuse kestel järjestikuselt teiste joonte direktsioonnurgad;

IV lahtrisse kirjutatakse III lahtris olevaist direktsioonnurkadest ümberarvutatud rumbid;

V lahtrisse kantakse maastikul mõõtmistest saadud polügooni joonte pikkused: kallakud jooned enne seda parandatakse tingituna kaldnurgast;

VI ja VII lahtrisse kirjutatakse koordinaatide juurdekasvud Δx ja Δy. Juurdekasvude märgid määratakse rumbi nimetuse kohaselt IV lahtrist; juurdekasvud summeeritakse lahtrite kaupa ja tulemused kirjutatakse nende lahtrite alla.

Need on sulgemisvead abstsissides ja ordinaatides, millede järgi arvutatakse absoluutsed ja relatiivsed vead perimeetris.

Järgnevalt arvutatakse parandused juurdekasvudes Δx ja Δy perimeetri 100 meetrile. Teades selle paranduse suurust, arvu-

tatakse parandused iga joone Δx-le ja Δy-le eraldi, tulemused kirjutatakse vastupidise märgiga vastavate juurdekasvude alla.

K o n t r o l l. Juurdekasvude paranduste summa peab võrduma nende vastavate sulgemisvigadega (vastupidiste märkidega).

VIII ja IX lahtrisse kirjutatakse parandatud juurdekasvud;

X ja XI lahtrisse kantakse esimese punkti vastu polügooni esimese tipu koordinaadid, siis aga järjestikuse arvutuse kohaselt kirjutatakse teiste punktide koordinaadid. Lõpus peab saadama esimese punkti koordinaadid, mis kontrollina kirjutatakse iga lahtri alla.

Juurdekasvude tabelid. Juurdekasvude, järelikult ka koordinaatide arvutamise kiirendamiseks ja lihtsustamiseks kasutatakse erilisi juurdekasvude tabeleid, näiteks F. G. Gaussi poolt koostatud ja prof. A. S. Tšebotarjovi toimetusel välja antud „Tabelid ristkoordinaatide arvutamiseks". On olemas samasugused prof. P. M. Orlovi tabelid nimetuse all: „Ristkoordinaatide juurdekasvude tabelid".

Gaussi tabelite selgitavas tekstis prof. A. S. Tšebotarjov annab üksikasjalisi juhendeid ja näiteid tabelite kasutamiseks ja esitab tabelite laiu rakendamisvõimalusi mitmekesiste tehniliste küsimuste lahendamisel. Gaussi juurdekasvude tabelid on varustatud terve rea abitabelitega, nagu logaritmiliste, trigonomeetriliste, arvude ruutude, korrutiste jt. tabelitega.

23. Teodoliitmõõdistamised.

Maakasutuste kontuuride ja kõlvikute mõõdistamist teostatakse ringpiiride ja diagonaalkäikude raames rajatud m õ õ d i s t a m i s k ä i k u d e alusel, millede tihedus määratakse töötäitja poolt sõltuvalt mõõdistamise tingimustest.

J o o n t e m õ õ t m i n e mõõdistamiskäikudes toimub kaks korda: üks kord teraslindiga, teine kord kaugusemõõtjaga (kontrolliks). Joontel, mille kallakus ületab 3°, mõõdetakse kaldnurgad. Mõõdistamiskäikude pikkus ei või ületada 3 km mõõtkavas 1 : 10 000 mõõdistamisel ja 6 km mõõtkavas 1 : 25 000 mõõdistamisel. Relatiivne sulgemisviga seejuures on lubatav 1 : 1000 kuni 1 : 700; halbade mõõtmistingimuste puhul ja alla ühe kilomeetri käikude juures lubatav sulgemisvea suurus võib olla kuni 1 : 500.

N u r k a d e m õ õ t m i s t teostatakse vertikaalringi kahe asendi juures, lubades poolvõtete vahelisi erinevusi mitte üle 2′.

Nurgaline sulgemisviga mõõdistamiskäikudes ei või ületada piire $2' \sqrt{n}$.

Mõõdistamiskäikude käänupunktid märgistatakse 0,5 m pikkuste ja 5—6 cm jämeduste vaiadega, mille ümber kaevatakse kolmnurgakujuliselt kraav.

Kõlvikute kontuuride ja maakasutusobjektide mõõdistamine toimub polaar-, lõigete, ringkäigu, ristjoonte ja tähiselt tähisele mõõtmise viisiga.

Mõõdistamise polaarviis. Kui mõõdistamisele kuulub lahtine ja mõõtmisteks avatud maa-ala, siis piisab teodoliidi ülesseadmisest mõõdistatava maa-ala keskele ja tähiste püstitamisest kontuuri kõigile käänakuile. Mõõtnud kõigile tähistele direktsioonnurgad või rumbid ja kaugused instrumendi seisupunktist kuni iga tähiseni, võib valmistada mõõdistatava kontuuri plaan nõutavas mõõtkavas. Polaarviis on mugav, lihtne ja kasulik juhtumil, kui joonte mõõtmine toimub kaugusemõõtjaga, kusjuures kaugused ei või ületada 200 m mõõtkava 1 : 10 000 puhul ja 300 m mõõtkava 1 : 25 000 puhul.

Lõigete viis. Seda viisi tavaliselt kasutatakse ligipääsmatute kauguste määramiseks (näiteks jõe vastaskalda mõõdistamine). Lõigete viis võib olla kahesugune — otse- ja vastulõike viis.

Otselõige. Kui maastiku kahe punkti asukoht plaanil on juba teada, siis kolmanda punkti määramiseks on küllaldane instrument järjestikuselt üles seada ühte ja teise teadaolevasse punkti ja kummastki neist määrata direktsioonnurk või rumb määratavale punktile kulgeva suuna jaoks. Neist mõõtmistest piisab kolmanda punkti asukoha määramiseks plaanil; see saadakse 2-st antud punktist tõmmatud 2 sirge lõikepunktina.

Vastulõiget rakendatakse mitmesugustel juhtudel ligipääsmatute kauguste määramiseks.

a) Mõninga punkti asukoha võib määrata kahe tuntud, kuid ligipääsmatu punkti järgi, mõõtes määratavas punktis nendelt antud punktidelt määratavale punktile kulgevate joonte vastudirektsioonnurgad või vasturumbid. Vastudirektsioonnurkade või vasturumbide muutmisel otsesteks, taandub ülesanne seega otselõikeks.

b) Kui on tarvis määrata kaugus kahe punkti vahel, näiteks kummalgi pool jõge asuvate punktide vahel, siis on küllaldane, kui ühest neist punktidest mööda jõe kallast rajada baas ja see ära mõõta; pärast seda instrument asetada järjestikuselt baasi otspunktidesse ja mõõta direktsioonnurgad või rumbid baasijoont mööda ning ligipääsmatule punktile kulge-

vat suunda mööda. Neist andmeist piisab ligipääsmatute punktide vahelise kauguse määramiseks.

Lõigete viisi rakendatakse üksikasjade, näiteks jõe vastaskalda mõõdistamiseks järgmiselt: tööpiirkonda kuuluva kalda osas valitakse mõõtmiseks soodne baas arvestusega, et selle baasi otstest oleks nähtav kogu mõõdistatav kallas. Mõõdistamisele kuuluval kaldal valitakse käänakuid iseloomustavad punktid ja märgitakse need tähistega; pärast seda seatakse ühte baasi otsa üles instrument, mõõdetakse baasi ja kõigile püstitatud tähistele kulgevate suundade direktsioonnurgad või rumbid; mõõtmiste andmed kantakse väliraamatusse. Analoogiliselt toimitakse baasi teises otsas. Saadud andmeist piisab vastaskalda kontuuri joonestamiseks.

Lõigetega määratavate punktide äärmine kaugus ei või ületada 200 m mõõtkava 1 : 10 000 puhul ja 300 m mõõtkava 1 : 25 000 puhul.

Ristjoonte viis ehk ristkoordinaatide viis. Seda viisi on soodne kasutada juhtumil, kui mõõdistatav maatükk kujutab endast ühes suunas pikaks venitatud figuuri. Ristjoonte viis seisneb järgmises: figuuri mööda ligikaudu selle keskele rajatakse ja tähistatakse hoolsasti sirgjoon. Seda joont nimetatakse teljeks ehk magistraaljooneks. Siis minnakse telje ühest otsast teise otsa suunas; vasakul ja paremal olevaist figuuri käänakutest tõmmatakse ristjooned, mõõtes ühtlasi joont ja märkides kõik kaugused telje algusest kuni ristjoonte alusteni. Ühtlasi mõõdetakse ka ristjoonte eneste pikkused kummalegi poole telge. Ristjooned pikkusega alla 20 m tõmmatakse silma järgi, üle 20 m — ekkeri abil. Ristjoonte pikkused mõõdetakse ruletiga. Ristjoonte pikkusi ei ole lubatud võtta üle 100 m mõõtkavas 1 : 10 000 mõõdistamisel ja üle 200 m mõõtkavas 1 : 25 000 mõõdistamisel.

Situatsiooni mõõdistamist rippuva käiguga lubatakse ühe joonena mitte üle 400 m mõõtkavas 1 : 10 000 mõõdistamisel ja mitte üle 600 m mõõtkavas 1 : 25 000 mõõdistamisel. Lindiga mõõdetavad kaugused kontrollitakse kaugusemõõtjaga, suunad — lugemitega bussoolilt. Põhi- või mõõdistamiskäikudega sidumise korral sidepunktides mõõdetakse mõlemad külgnevad nurgad.

Kontuuride piirjoonte ja üksikute figuuride pindalade mõõdistamisele esitatavad nõuded. Kõlvikute kontuuride piirjoonte määramise vea äärmine suurus ei tohi ületada plaanil 0,5 mm selgelt väljendatud kontuuride piirjoonte puhul ja 1 mm kontuuride ebaselgete piirjoonte puhul. Mõõdistamisele kuuluvate

üksikute kontuuride väikseim pindala on kindlaks määratud 0,1 ha mõõdistamisel mõõtkavas 1 : 10 000, 0,25 ha — mõõtkavas 1 : 25 000 ja 1 ha — mõõtkavas 1 : 50 000.

Kui põllumaakõlvikus esineb suurel hulgal teiste kõlvikute pihutatud kontuure või kui teistes kõlvikutes esineb palju põllumaa pihutatud kontuure, siis on mõõtkava 1 : 10 000 puhul vähimaks mõõdistamisele kuuluvaks pindalaks 0,04 ha.

Teodoliitmõõdistamise andmete läbitöötamine koosneb järgmisest: kontrollitakse nurkade arvutused; arvutatakse joonte horisontaalprojektsioonid ja ligipääsmatud kaugused; koostatakse kõigi tugi- ja mõõdistamise-teodoliitkäikude skemaatiline joonis; tasandatakse mõõdetud nurgad ja leitakse direktsioonnurgad; arvutatakse ja tasandatakse koordinaatide juurdekasvud, pärast seda aga leitakse punktide koordinaadid.

Plaanide ja kontuurkalkade koostamine ning nende vormistamine. Mõõdistamisandmete järgi kantakse vatmanpaberile koordinaatide järgi kõik teodoliitkäigud; kantakse plaanile kõlvikute kontuurid ja teised mõõdistamiste objektid; mõõdistamiskäigud perimeetrilt alla 15 cm plaanil võidakse plaanile kanda arvutatud rumbide järgi.

Sulgemisvead rumbide järgi pealekandmisel ei või ületada $\frac{1}{300}$ mõõtkava 1 : 10 000 jaoks ja $\frac{1}{200}$ mõõtkava 1 : 25 000 jaoks.

Horisontaalse teodoliitmõõdistamise plaanid koostatakse eraldi iga kolhoosi kohta lõuendile, papile või kalkale kleebitud vatmanpaberi ühele lehele. Vatmanpaberi üksiku lehe suurus ei tohi ületada 60 × 60 cm. Kui kolhoosi maakasutus ei mahu ühele mainitud mõõtmetega lehele, siis koostatakse plaan mitmel lehel. Koostatakse kaks kontuurkalkat: esimesele kantakse maakasutuste piirid, kõlvikute kontuurid ja kõik mõõdistatud maastiku esemed, tugikäikude punktid; teisele — maakasutuste piirid, külvikordade väljade, brigaadide maatükkide ja külvikultuuride piirid.

Külvikordade väljad nummerdatakse rooma numbritega, brigaadide maatükid aga araabia numbritega.

Kui külvikultuure ei ole mõõdistatud, siis teist kalkat ei koostata; olemasolevad külvikordade väljad ja brigaadide maatükid kantakse esimesele kalkale. Välju, brigaadide maatükke ja külvikultuure plaanil välja ei joonestata. Plaanile, samuti ka esimesele kalkale, kirjutatakse: oblasti, krai, vabariigi, rajooni, külanõukogu ja kolhoosi nimetused, mõõdistamise aeg, kolhoosi ringpiiride rumbid ja joonte pikkused, mõõdistamise

mõõtkava (kolhooside rühma jaoks numbrid ja joonte pikkused kirjutatakse vaid mõõdistamise välispiiri mööda); antakse naabermaade kirjeldus; näidatakse kõlvikute eksplikatsioon, koordinaatide võrk, töötäitja ja töö vastuvõtjate (salgajuhataja, inspektori) perekonnanimed. Teisele kalkale kirjutatakse kolhoosi nimetus, mõõtkava, töötäitja ja töö vastuvõtjate perekonnanimed ning mõõdistamise aeg. Pealkirjade standardid kehtestatakse maakorralduse ja külvikordade osakondade poolt. Plaanide ja kalkade väljajoonestamine toimub NSV Liidu Ministrite Nõukogu juures oleva Geodeesia ja Kartograafia Peavalitsuse leppemärkides. Kalkad joonestatakse välja lihtsustatult, välijoonestamise korras.

Mensulmõõdistamised.

24. Üldised alused.

Topograafilisi mõõdistamisi maakorraldusel teostatakse mõõtkavades 1 : 50 000, 1 : 25 000, 1 : 10 000 ja selle otstarve on topograafiliste plaanide saamine kolhooside või sovhooside territooriumi organiseerimiseks.

Üleriigilist tähtsust omavate, eespool mainitud mõõtkavades tehtavate topograafiliste mõõdistamiste põhiline koormus ja täpsus määratakse kindlaks NSV Liidu Ministrite Nõukogu juures asuva Geodeesia ja Kartograafia Peavalitsuse eri instruktsioonidega; täiendav koormus maakorralduse projektimise jaoks määratakse NSV Liidu Põllumajandusministeeriumi Maakorralduse ja Külvikordade Peavalitsuse eri instruktsioonidega.

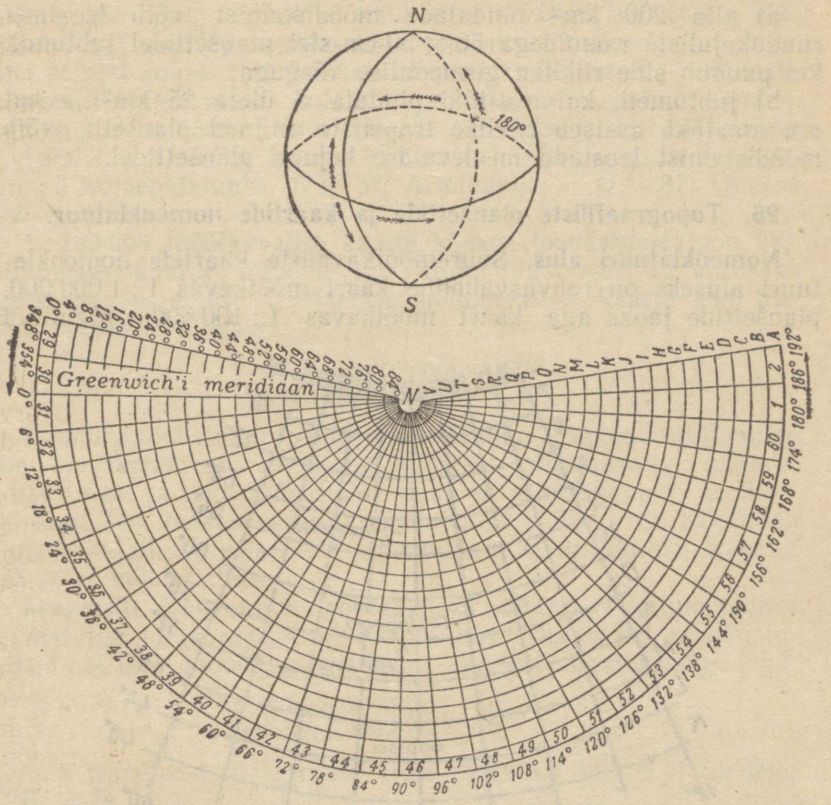
Eri rajoonide (tee-, viinamarja- jt.) territooriumi organiseerimiseks suuremates mõõtkavades (1 : 5000, 1 : 2500) korraldatavaid topograafilisi mõõdistamisi üleriigiliste instruktsioonidega ei reguleerita. — nad kuuluvad täielikult mõõdistamiste eri liikide hulka, mida organiseeritakse NSV Liidu Põllumajandusministeeriumi Maakorralduse ja Külvikordade Peavalitsuse vastavate instruktsioonide alusel.

Maakorralduse otstarbeks mõõtkavades 1 : 50 000, 1 : 25 000, 1 : 10 000 teostatavatel topograafilistel mõõdistamistel on tarvis silmas pidada järgmisi üleriigilise iseloomuga põhinõudeid.

Mõõdistamised teostatakse Gauss-Krügeri projektsiooni kuuekraadilistes tsoonides meridiaanide ja paralleelide joontest piiratud trapetsitena: mõõtkava 1 : 50 000 jaoks külgedega 10′ laiust ja 15′ pikkust mööda; mõõtkava 1 : 25 000 jaoks külge-

dega 5′ laiust ja 7′,5 pikkust mööda; mõõtkava 1 : 10 000 jaoks külgedega 2′,5 laiust ja 3′,75 pikkust mööda.

Trapetsite raamide geograafiline asend määratakse rahvusvahelise lahterdamise (joonitamise) nomenklatuuriga, kusjuures mõõtkavas 1 : 50 000 mõõdistamise trapetseid põhja pool



Joon. 90.

65° paralleeli võib ühendada paariti tingimusel, et paaritu numbriga trapets ühineks järgneva paarisnumbrilise trapetsiga.

Topograafilisi mõõdistamisi mõõtkavades 1 : 25 000 ja 1 : 10 000 tuleb teostada ainult neil maatükkidel, kus vajadus nende järele on põhjendatud tegelike nõuetega kontuuride, esemete ja reljeefi mõõdistamise täpsuse suhtes. Kui aga sellised nõuded esitatakse ainult maastiku kontuuride ja esemete suh-

tes, siis lubatakse reljeefi joonestamist teostada antud rajooni riiklike mõõdistamiste mõõtkavale vastavate lõikepindadega.

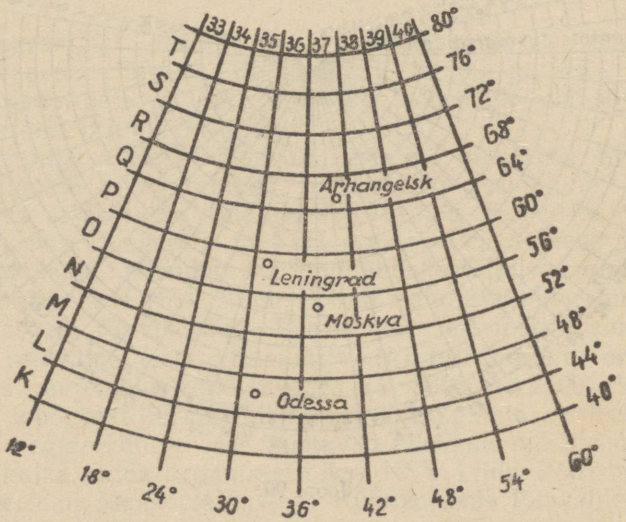
Neis kohtades, kus riiklikud plaanimaterjalid on juba olemas, võib mõõdistamisi teostada ilma reljeefi joonestamiseta. Eriti topograafiliste mõõdistamiste jaoks mõõtkavas 1 : 10 000 lubatakse üleriigilistest nõuetest järgmisi kõrvalekaldumisi:

a) alla 200 km² pindalade mõõdistamist võib teostada ruudukujuliste raamidega 50 × 50-cm-stel planšettidel juhtumil, kui puudub side riikliku geodeetilise võrguga;

b) juhtumeil, kui maatüki pindala ei ületa 25 km² ja kui see maatükk asetseb riiklike trapetsite mitmel planšetil, võib mõõdistamist teostada meelevaldse kujuga planšettidel.

25. Topograafiliste planšettide ja kaartide nomenklatuur.

Nomenklatuuri alus. Suuremõõtkavaliste kaartide nomenklatuuri aluseks on rahvusvaheline kaart mõõtkavas 1 : 1 000 000, planšettide jaoks aga kaart mõõtkavas 1 : 100 000. Mainitud



Joon. 91.

mõõtkavades kaardid on omavahel seotud nende raamide suuruselt lehtede kordse arvuga. 1 : 1 000 000-lises mõõtkavas koostatud kaardi lehed omavad külgede mõõtmeid: 6° pikkust ja 4° laiust mööda. Koordinaatide süsteemiks nende jaoks esineb: ekvaator ja meridiaanid 0° ning 180°, kusjuures Greenwich'i

meridiaan on võetud nullmeridiaanina. Ekvaator ja paralleelid jagatakse iga 6°, meridiaanid aga — iga 4° tagant (joon. 90).

1 : 1 000 000 mõõtkavalise kaardi lehtede loendamine. Miljoniliste kaartide ridade loendamist teostatakse alates ekvaatorist põhja- ja lõunapooluse poole, neid ridu aga märgitakse ladina tähestiku suurte tähtedega, s. t. rida 0°-st kuni 4°-ni tähistatakse *A*-ga; rida 4°-st kuni 8°-ni — *B*-ga jne. (joon. 91). Kolonnide (tulpade) loendamist teostatakse Greenwich'i meridiaani teisest osast (üle Vaikse ookeani minevast, ehk 180°-st) kellaosuti käigu vastu; kolonnid märgitakse araabia numbritega, s. t. 1 — 180°-st kuni 186°-ni; 2 — 186°-st kuni 192°-ni jne.

Niisiis, miljonilise kaardi leht, millel, ütleme, asub Moskva, kannab nomenklatuuri: *N* — 37, Arhangelsk — *Q* — 37; Odessa — *L* — 36 jne.

1 : 100 000 mõõtkavalise kaardi lehtede loendamine (joon. 92). Miljonilise kaardi trapetsi iga külje jagamisel 12 võrdseks osaks moodustatakse 1 : 100 000 mõõtkavalise kaardi 144 trapetsi raamid külgedega:

meridiaani mööda 20′
paralleeli mööda 30′

Sajatuhandeliste trapetsite loendamine toimub miljonilise lehe vasakpoolsest ülemisest nurgast parempoolse alumise nurga poole ja neid märgitakse araabia numbritega 1, 2, 3 ... jne. kuni 144 kaasaarvatuna. Kirjutis *M* — 25 — 144 väljendab viimase sajatuhandelise lehe nomenklatuuri miljonilise trapetsi reas *M* ja kolonnis 25.

Trapetsite loendamine mõõtkavas 1 : 50 000. Sajatuhandelise trapetsi iga külje jagamisel kaheks võrdseks osaks moodustuvad 1 : 50 000 mõõtkavalise nelja traptesi raamid külgedega:

meridiaani mööda 10′
paralleeli mööda 15′

ja neid trapetseid märgitakse vene tähestiku suurte tähtedega *А*, *Б*, *В* ja *Г*.

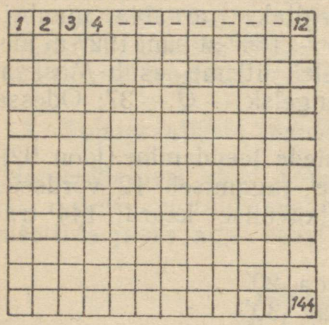
Kirjutis *M* — 25 — 144 — *В* väljendab viiekümnetuhandelise kaardi kolmanda trapetsi nomenklatuuri eespool mainitud miljonilise ja sajatuhandelise lehe raamides.

Trapetsite loendamine mõõtkavas 1 : 25 000 (joon. 93). 1 : 50 000 mõõtkavalise trapetsi iga külje jagamisel kaheks võrdseks osaks moodustuvad 1 : 25 000 mõõtkavalise nelja trapetsi raamid külgedega:

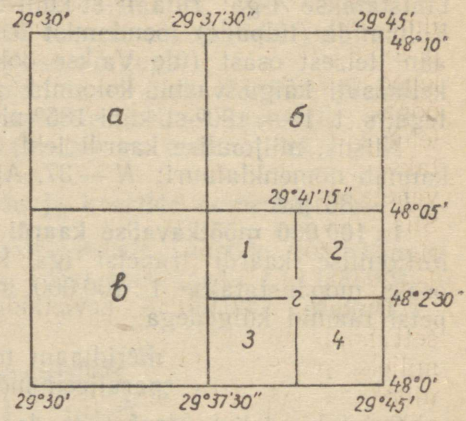
meridiaani mööda 5′
paralleeli mööda 7′30″

ja neid trapetseid märgitakse vene tähestiku väikeste tähtedega: *а*, *б*, *в* ja *г*.

Kirjutis *M* — 25 — 144 — *B* — *в* väljendab kahekümneviietuhandelise kolmanda trapetsi nomenklatuuri miljonilise ja sajatuhandelise trapetsi raamides, mis olid kõne all eespool.



Joon. 92.



Joon. 93.

Trapetsite loendamine mõõtkavas 1 : 10 000 (joon. 93). 1 : 25 000 mõõtkavalise trapetsi iga külje jagamisel kaheks võrdseks osaks moodustuvad 1 : 10 000 mõõtkavalise kaardi nelja trapetsi raamid külgedega:

meridiaani mööda 2′30″
paralleeli mööda 3′45″

ja neid märgitakse araabia numbritega 1, 2, 3, 4.

Kirjutis *M* — 25 — 144 — *B* — *в* — 2 väljendab kümnetuhandelise kaardi teise trapetsi nomenklatuuri miljonilise kaardi trapetsi *M* — 25 raames ja sajatuhandelise 144-nda, viiekümnetuhandelise *B* ning kahekümneviie-tuhandelise trapetsi piirides.

26. Eeltööd.

Vatmanpaberi kleepimine otseselt mensulilauale. 1) Vees lahjendatud munavalge kloppida vahule ja määrida sellega lauda;

2) vatmanpaberi ülemine pind niisutada veega ja lasta ära kuivada, selle järel alumine pind määrida kliistriga;

3) asetanud vatmanpaberi otseselt lauale, toimitakse järgnevalt samuti nagu eespool mainitud juhtumil.

Niiskes ja vihmarikkas paikkonnas on vatmanpaberi kleepimist otstarbekohasem teostada otseselt lauale, sest et munavalge allub vähe niiskuse toimele.

Vatmanpaberi kleepimine vineerile. Vineer peab olema tasane, ilma oksteta ja ilma igasuguste riketeta; vineeri töötlemine ja lõikamine toimub lehtedena, mõõtmetega 60 × 60 cm. Vineerilehed niisutatakse esialgselt märja lapiga ning hoitakse 4—6 ööpäeva kestel pressi all. Vatmanpaberi kleepimine vineerilehtedele toimub vedela puusepaliimiga, mille järel neid hoitakse 5—6 päeva pressi all (iga päev neid uuesti ladudes ja vahetades ülemiste, keskmiste ning alumiste lehtede kohti). Siis, kleepinud vineeri äärtele kartulijahust valmistatud kliistriga õhukese kirjutuspaberi, hoitakse lehti uuesti pressi all 1—2 ööpäeva.

Ümbriku kleepimine planšetile. Mõõdistamise ajal tuleb planšett hoida tolmu, muda, kippreegli joonlaua jälgede jm. eest, milleks on tarvis aleksandria paberi leht väljastpoolt kergelt niisutada veega ja asetada planšetile, üle planšeti ulatuvad paberi ääred määrida kliistriga ning keerata ümber laua servade ja kleepida laua alumise pinna külge.

Vineeri kleepimine mensulilauale. Enne vineeri kleepimist mensulilauale tõmmatakse viimase servale tušiga nool paralleelselt vineeri ülemiste kihtidega. Vineerileht kleebitakse mensulilauale kartulijahukliistriga, naelutatakse peenikeste naeltega ja kuivatatakse 1—2 ööpäeva jooksul.

Täisnurkse võrgu ja mõõdistamise trapetsite konstrueerimine planšetile.

Koordinaatide võrgu konstrueerimine. Antud trapetsi raamide konstrueerimiseks valmile planšetile tuleb esialgselt peale kanda täisnurkne koordinaatide võrk ruutude külgedega 10 cm (kui planšeti aleksandria paberist ümbrik on halva kvaliteediga, siis on võrgu konstrueerimine parem teostada otseselt vatmanil). Koordinaatide võrku on mugav konstrueerida Drobõševi joonlaua abil, s. t. vaskjoonlauaga, mille pikkus on 1,023 m, laius 55 mm ja paksus 4 mm ja mille üks äär on lamestatud. Joonlaua telge mööda on asetatud väljalõiked (aknad), millede ääred moodustavad ringide kaari raadiusega 10, 20, 30, 40 jne. kuni 80 cm. Joonlaua ots kujutab endast samuti ringjoone kaart raadiusega 1 m, arvates esimese väljalõike nullväärtu-

sest. On olemas ka väikesemõõtmelised (72 cm) Drobõševi joonlauad.

Täisnurkse võrgu konstrueerimine väikesemõõtmelise joonlauaga teostatakse järgmiselt:

1. Joonlaud asetada paralleelselt planšeti alumise äärega; täpselt teritatud kõva pliiatsiga tõmmatakse väljalõigete lamestatud ääri mööda kaared 50 cm-ni, viimane kaasaarvatult.

2. Joonlaud ümber asetada planšeti parempoolsele äärele, ligikaudu risti planšeti alumise äärega ja paralleelselt parempoolsega. Joonlaua null ühitada viiekümnenda sentimeetri äärt mööda tõmmatud kaare keskkohaga; joonlaua väljalõigete lamestatud ääri mööda tõmmata kaared, alates esimese ja lõpetades kuuenda väljalõikega.

3. Joonlaud asetada silma järgi planšeti diagonaali mööda vasakpoolsest alumisest nurgast parempoolsesse ülemisse nurka. Ühitada joonlaua null esimese kaare (vasakpoolses alumises nurgas) keskkohaga. Joonlauda pöörata selle punkti ümber kuni joonlaua otsakaare ja äsja tõmmatud viiekümne sentimeetri väljalõike kaare lõikumiseni parempoolses ülemises nurgas. Saadakse täisnurkne kolmnurk detsimeetrilise jaotusega kaatetitel.

4. Täpselt samuti sooritada neljanda punkti konstrueerimine planšeti vasakust ja ülemisest äärest. Vastavate punktide ühendamisel saadakse ristkülik.

5. Joonlaua lamestatud äärt mööda tõmmata ristküliku vastaskülgedel olevatele vastavatele kaartele puutujad.

6. Saadud võrk kontrollida, võrreldes sirkli haaretega omavahel üksikute ruutude diagonaale ja mõõtes ruutude külgi, kusjuures igaüks neist peab võrduma 10 cm-ga.

Mõõdistamistrapetsite nurkade tippude konstrueerimine. Kui mensuli mõõdistamist teostatakse topograafiliste planšettide ja kaartide nomenklatuuriga kindlaksmääratud trapetsite raamides, siis, konstrueerinud koordinaatide täisnurkse võrgu, asutakse järgnevalt mõõdistamistrapetsi nurkade tippude konstrueerimisele. Geograafiliste koordinaatide antud väärtustele vastavad Gauss-Krügeri ristkoordinaadid määratakse kas eri tabelite või geograafilistest koordinaatidest ristkoordinaatide ümberarvutamise valemite järgi.

Edasi asutakse tugivõrgu punktide pealekandmisele Gauss-Krügeri ristkoordinaatide järgi.

Kui aga mensulmõõdistamine toimub sõltumatult riiklikust alusest vaba tugivõrgu baasil, siis töövõrgu koordinaadid kantakse planšetile otseselt täisnurkse võrgu alusel.

Trapetsi raamide konstrueerimises ja aluspunktide pealekandmises lubatakse viga mitte üle 0,2 mm plaanil.

Kontrollinud teostatud pealekandmise, torgitakse järgnevalt kõik planšetile kantud trapetsi punktid, koordinaatide võrgu lõikepunktid ja aluspunktid peenikese nõelaga läbi aleksandria paberi vatmanpaberile nii, et viimasele jääksid iga pealekantud punkti peenikesed, kuid selged torked.

Kogu eespool mainitud töö peab toimuma hoolsasti ja täpselt, silmas pidades, et sellest sõltub järgneva mõõdistamistöö kvaliteet.

Lõpuks tõmmatakse tušis välja planšetti katvale aleksandria paberile koordinaatide võrk, trapetsi raam, kõik punktid nende nimetustega, punktide kõrgused üle maapinna ja üle merepinna (murru kujul), kirjutatakse juurde trapetsi kõigi nurkade laiused ja pikkused, trapetsi nomenklatuur (ülespoole raami), mõõdistamise mõõtkava, mõõdistamise teostamise aasta, salgajuhataja perekonnanimi ja topograafi (töötäitja) perekonnanimi.

Planšettide juurde kõrgus- ja kontuurkalka valmistamine. Mõõdistamise protsessis geomeetrilise võrgu punktide kõrguste, mensulkäikude üleminekupunktide ja reljeefi iseloomustavate punktide pealekandmiseks valmistatakse kõrguskalka, mõõdistamise kontuuride pealekandmiseks aga valmistatakse kontuurkalka. Kõrgus- ja kontuurkalkade jaoks kasutatakse lõuendkalkat või vahapaberit (pauspaberit). Kalka asetatakse planšetile: lõuendkalka puhul mattküljega ülespoole, kusjuures kalka ääred ulatugu 5 cm võrra üle planšetiraami. Veidi kaugemal nurkadest kinnitatakse kalka planšetile rõhknaeltega. Kummalegi kalkale kopeeritakse (tušis): täisnurkne võrk, raam, trapetsid, planšeti nomenklatuur, trapetsi nurkade geograafilised koordinaadid ja kõik tugipunktid. Kontuurkalkale kirjutatakse ainult punktide nimetused, kõrguskalkale aga peale selle märkide kõrgused ja numbrid kui ka kõrgused merepinnast (murru kujul — esimesed andmed lugejas musta tušiga, teised — nimetajas karmiiniga); kalkad märgitakse vastavalt pealkirjaga „kõrguskalka", „kontuurkalka"; peale selle kirjutatakse mõõdistamise mõõtkava ja aasta, salgajuhataja ja töötäitja perekonnanimi.

Kõik eespool mainitud eeltööd tuleb teostada enne tööde algust. Pealkirjad peavad olema tehtud selgelt, puhtalt, lihtsa šriftiga.

Planšeti hoidmiseks tolmu, muda, vihma jne. eest tarvitatakse planšeti katet, millele õmmeldakse vooder paksust pakkimis- ja kuivatuspaberist.

Enne mõõdistamisele väljasõitu peab tehnik üle vaatama saadud instrumendid, kontrollima vajalike abinõude ja päraldiste olemasolu ning veenduma nende täielikus korrasolekus töö jaoks.

27. Kippreegli kontrollimine ja õiendamine.

Geodeetiliste instrumentide valmistamise kaasaegne tehnika muudab tarbetuks vajaduse välioludes kontrollida kippreegli joonlauda, vertikaalringi jaotuste pealekandmist, pikksilma omadusi ja vertikaalringi juures oleva vesiloe jaotuse väärtust. Mainitud kontrollimisi tuleb teostada instrumentide vastuvõtmisel vabrikust, erilises olukorras (erilise sisustuse juures).

Väliolukorras tuleb perioodiliselt sooritada järgmisi kontrolle.

1. Joonlaual asetseva vesiloe telg peab olema paralleelne joonlaua alumise tasapinnaga. Mensul üles seada varjulisse kohta, planšett nivellida silma järgi (statiivi selle või teise jala sisserõhumisega või kaugemale asetamisega). Kippreegel asetada kahe tõstekruvi suunas ja neid tõstekruvisid vastassuunaliselt pöörates ajada vesiloe mull keskele.

Joonlaua lamestatud äärt mööda tõmmata joon; kippreegel ümber asetada 180° võrra ja lamestatud äär uuesti asetada tõmmatud joonele. Kui ilmneb, et mull eemaldus keskkohast, siis vesiloe paranduskruvidega mull ajada tagasi kõrvalekaldumise poole kaare võrra, parandades kõrvalekaldumise teise poole mensuli tõstekruvidega; kontrolli ja õiendamist korrata vajalik arv kordi.

2. Niitristiku vertikaalniit peab olema risti joonlaua alumise tasapinnaga. Planšett seada horisontaalasendisse, 20 m kaugusele instrumendist riputada nööri otsa lood; juhtida kippreegli pikksilm nöörile nii, et niitristiku vertikaalniit kataks nööri; kui niitristiku vertikaalniit moodustab nööriga mõnesuguse nurga, siis tuleb niitristiku raami (diafragmat) pöörata seni, kuni niitristiku vertikaalniit ühtib loodi nööriga või võtab sellega paralleelse asendi.

3. Kippreegli pikksilma pööramisel ümber horisontaaltelje peab viseerimistelg moodustama joonlaua tasapinnaga ristioleva tasapinna. Selleks on tarvis, et:

a) viseerimistelg oleks risti kippreegli horisontaalse pööramisteljega;

b) kippreegli horisontaalne pööramistelg oleks paralleelne kippreegli joonlaua alumise tasapinnaga.

Tingimuse „*a*" kontrollimine ja õiendamine. Planšett seada horisontaalasendisse; pikksilma niitristiku niitide lõikepunkt juhtida kaugelolevale ja selgesti nähtavale esemele; joonlaua lamestatud äärt mööda tõmmata joon; kippreegel ümber asetada 180° võrra ja joonlaua lamestatud äär asetada selle joone juurde, kippreegli pikksilm pöörata üle seniidi ja uuesti sihtida sama eseme suunas. Niitide lõikepunkt peab ühtima sihitava esemega; kui nõutavat ühtimist ei ole, siis sellega paljastub pikksilma kollimatsiooniviga, mille parandamine toimub niitristiku nihutamise teel niitristiku juures olevate küljepealsete paranduskruvidega niitide lõikepunkti poole kõrvalekaldumise võrra vaadeldavast esemest. Kontrolli ja õiendamist korratakse 2—3 korda.

Tingimuse „*b*" kontrollimine ja õiendamine. Niitristiku niitide lõikepunkt juhtida instrumendist 20—30 m kaugusel asetsevale torni tipule või mingile kõrge ehitise teravikule. Järgnevalt pikksilma objektiivi alla lasknud, projektida niitristiku niitide lõikepunkt ehitise seinale, märkides selle projektsiooni pliiatsiga. Siis pikksilm pöörata üle seniidi ja niitristiku niitide lõikepunkti projektimist korrata uuesti. Kui projektitud punktid ei ühti, siis tõestab see kippreegli samba vildakat asendit. Samba vildakus parandatakse samba ja joonlaua ühenduskohas olevate paranduskruvidega.

4. Pikksilma viseerimistelje pöördumise tasapind peab olema paralleelne joonlaua lamestatud äärega. Planšett seada horisontaalasendisse. Niitristiku niitide lõikepunkt juhtida kaugele esemele. Joonlaua lamestatud ääre otstesse torgata kaks nööpnõela; kippreegel eemaldada ja palja silmaga viseerida samale esemele, kasutades neid nööpnõelu läbivat tasapinda. Viseerimisjoone mitteühtimine parandatakse samba toru keeramisega selle telje ümber vastava paranduskruvi abil. Kui sammas on joonlauaga kinnitatud umbselt, siis sellist instrumendi puudust välioludes kõrvaldada ei saa.

28. Vertikaalnurkade mõõtmine.

Kaldnurgad. Nulli ase. Antud punktile kulgevast suunast ja horisontaaljoonest moodustatud nurka nimetatakse selle punkti kaldnurgaks. Antud punktile kulgevast suunast ja vertikaaljoonest moodustatud nurka nimetatakse selle punkti seniidikauguseks.

Kui vaadeldav punkt asetseb horisondi joonest ülalpool, siis kaldnurk loetakse positiivseks; vastasel korral nurk loetakse negatiivseks.

Nurga arvuline väärtus võib muutuda piirides: 0^0-st kuni $+90^0$-ni ja 0^0-st kuni -90^0-ni.

Peaaegu kõigil kaasaegseil instrumentidel pöördub pikksilm koos vertikaalringiga püsivalt kinnitatud alidaadi juures; alidaadi liikumatut asendit kontrollitakse tema külge kinnitatud vesiloega.

Tingimus, mida peab rahuldama vertikaalring, seisneb järgmises.

Kui vertikaalringi alidaadi juures oleva vesiloe telg on paralleelne viseerimisteljega, siis lugem vertikaalringil peab olema võrdne nulliga. Et aga vertikaalringid rahuldavad mainitud tingimust harva, siis lugem selle tingimuse juures enamasti erineb nullist. Lugemit, mis saadakse vertikaalringilt juhtumil, kui viseerimistelg on paralleelne vesiloe teljega, nimetatakse nulli asemeks.

Et võimalikud numeratsioonid vertikaalringil on: 0^0-st kuni 360^0-ni; 0^0-st kuni 60^0-ni ja 300^0-st kuni 360^0-ni; 0^0-st kuni 60^0-ni või kuni 90^0-ni kummalegi poole, siis sõltuvalt sellest kasutatakse ka erinevaid valemeid nulli aseme ja vertikaalnurkade määramiseks lugemite järgi.

Nulli aseme (*NA*) määramine. Nulli ase määratakse järgmiselt. Instrument seada horisontaalasendisse. Pikksilma niitristiku niitide lõikepunkt juhtida kaugel asetsevale ja selgesti nähtavale punktile nii, et keskmine horisontaalniit läbiks punkti, vertikaalniit aga oleks selle lähedal. Vertikaalringi alidaadi vesiloe mull seada keskele. Teha lugemid vertikaalringi mõlema nooniuse järgi; pöörata instrumendi ülemine osa 180^0 võrra, pikksilm aga üle seniidi ja eespool mainitud korras juhtida samale punktile; seada vesiloe mull keskele ja uuesti võtta lugemid vertikaalringilt.

Kui jaotused lähevad 0^0-st kuni 360^0-ni või 0^0-st kuni 60^0-ni ja 300^0-st kuni 360^0-ni, siis *NA* määratakse valemi järgi:

$$NA = \frac{RP + RV}{2},$$

s. t. nulli ase võrdub mõlema ringseisu juures ühele ja samale punktile viseerimisel tehtud lugemite poolsummaga, kusjuures jaotuste puhul 0^0-st kuni 60^0-ni ja 300^0-st kuni 360^0-ni või 0^0-st kuni 360^0-ni, 60^0-st väiksema lugemiga liidetakse 360^0.

Näide:

$$RP = 3^{0}46'$$
$$RV = 356^{0}10'$$
$$NA = \frac{RP + RV}{2} = \frac{363^{0}46' + 356^{0}10'}{2} = \frac{719^{0}56'}{2} = 359^{0}58'.$$

Kui jaotused lähevad 0^{0}-st mõlemale poole kuni 60^{0}-ni või kuni 90^{0}-ni, siis:

$$NA = \frac{RP - RV}{2}.$$

Näide:

$$RP = +\,15^{0}18'$$
$$RV = +\,14^{0}40'$$
$$NA = \frac{15^{0}18' - 14^{0}40'}{2} = +\,19'.$$

Nulli aseme (*NA*) õiendamine (parandamine). Juhtumil, kui *NA* on suur või kui ta ei esine ümmarguse arvuna, on parem *NA* suurust muuta, lähendades teda nullile järgmisel viisil:

a) mistahes punkti jaoks määrata kahe ringi seisu juures tehtud vaatlustest kaldnurk;

b) alidaadi juures oleva kruvi abil seada vertikaalringi nooniusele kaldnurgaga võrdne lugem;

c) kontrollida keskmise niidi ühtimist viseeritava punktiga ja vajaduse korral nad ühitada pikksilma mikromeetrilise kruviga;

d) vertikaalringi alidaadi juures oleva vesiloe mull seada keskele vesiloe paranduskruvide abil.

Juba pärast teiskordset parandust ületab *NA* harva 3'. *NA* edasiseks vähendamiseks ei ole mingit vajadust. Vertikaalnurkade mõõtmisel peab nulli ase olema alati muutumatu. Praktiliselt võib *NA* kõikumist lubada vertikaalringi nooniuse täpsuse piirides.

Kaldnurkade mõõtmine. Enne vertikaalnurkade mõõtmisele asumist tuleb tutvuda vertikaalringi jaotuste numeratsiooniga.

Sõltuvalt ringi jaotuste numeratsioonist arvutatakse kaldnurgad alltoodud valemeist ühe vastava valemi järgi ja nimelt:

a) kui jaotused vertikaalringil on nummerdatud 0^{0}-st kuni 360^{0}-ni või 0^{0}-st kuni 60^{0}-ni ja 300^{0}-st kuni 360^{0}-ni, siis:

$$\alpha = \frac{RP - RV}{2},$$

või *NA* (nulli aseme) kaudu:

$$\alpha = RP - NA = NA - RV.$$

Aritmeetiliste tehete sooritamisel lugemile alla 60^0 liidetakse 360^0.

Näide:

$$RP = 3^0 46',$$
$$RV = 356^0 10'.$$

$$\alpha = \frac{RP - RV}{2} = \frac{363^0 46' - 356^0 10'}{2} = +3^0 48'.$$

$$NA = \frac{RP + RV}{2} = \frac{363^0 46' + 356^0 10'}{2} = 359^0 58';$$

või

$$\alpha = RP - NA = 360^0 46' - 359^0 58' = +3^0 48',$$
$$\alpha = NA - RV = 359^0 58' - 356^0 10' = +3^0 48';$$

b) kui jaotused lähevad 0^0-st mõlemale poole 60^0-ni või 90^0-ni, siis:

$$\alpha = \frac{RP + RV}{2},$$

või

$$\alpha = RP - NA = RV + NA.$$

Näide:

$$RP = +15^0 18',$$
$$RV = +14^0 40'.$$

$$NA = \frac{15^0 18' - 14^0 40'}{2} = +19'.$$

$$\alpha = \frac{RP + RV}{2} = \frac{15^0 18' + 14^0 40'}{2} = \frac{29^0 58'}{2} = +14^0 59',$$

või

$$\alpha = RP - NA = 15^0 18' - 19' = +14^0 59',$$
$$\alpha = RV + NA = 14^0 40' + 19' = +14^0 59'.$$

29. Kaugusemõõtja latid.

Kaugusemõõtja konstantide määramine. Pikksilmade süsteem võib olla:

a) tavalise fokuseerimisega,

b) sisefokuseerimisega.

Konstantide määramisel tuleb lähtuda, sõltumata pikksilmade süsteemidest, järgmisest valemist:

$$S = Kl + C,$$

kus

$$K = \frac{S - C}{l},$$

kus Ramsdeni ja Huygensi pikksilmade jaoks:

$$C = f + d.$$

Kaugusemõõtja konstandid määratakse enne tööde algust. $C = f + d$ määramine. Kippreegli pikksilm juhtida kaugel asetsevale esemele; ruletiga mõõta pikksilma mööda kaugus niitristikust kuni objektiivini, mis annab suuruse f, ja kaugus objektiivist kuni instrumendi horisontaalse pööramisteljeni, mis annab suuruse d. Suuruste f ja d summa annab suuruse C.

K määramine. Kaugusemõõtja varem valmistatud lattide jaoks on tarvis esialgselt kindlaks teha kaugusemõõtja koefitsient. Selleks valitakse tasane horisontaalne maastik, seatakse üles instrument ja tema seisupunkti tsentrist märgitakse sirgjoont mööda kaugused C, $50 + C$, $100 + C$, $150 + C$ ja $200 + C$ meetreis, märgistades neist igaühe maasse löödud vaiaga. Siis, asetanud lati järjestikuselt märgitud joonte otstesse ja juhtinud iga kord niitristiku alumise vertikaalniidi lati nullile, tehakse ülemise vertikaalniidi järgi latilt lugemid:

$$l_1, l_2, \ldots l_4.$$

Otsitav K määratakse valemi järgi:

$$K = \frac{S - C}{l},$$

kus S on kogu joone pikkus (s. t. $50 + C$, $100 + C$ jne.); C — kaugusemõõtja konstant; l — kasutatud joone pikkusele vastav lugem latilt.

K lõplikuks väärtuseks võetakse aritmeetiline keskmine mitmest määramisest. Kui koefitsient K ei võrdu 100-ga, siis sellist latti pikaajalise töö juures ei kasutata, sest et 100-st erinev koefitsient nõuab abitabeleid latilt tehtud lugemite üleviimiseks vastavaiks kaugusteks. Aja kokkuhoiu mõttes on parem valmistada uued kaugusemõõtja latid.

Kaugusemõõtja juurde lattide valmistamine (joon. 94). Kaugusemõõtja latid, arvult 2—3 ühe instrumendi kohta, valmistatakse tehniku enda poolt kuivadest siledaks hööveldatud ilma oksteta laudadest, pikkusega 4,2 m, laiusega 10 cm ja paksusega 3,0 kuni 3,5 cm. Tuule mõju vähendamise otstarbel lõigatakse lati üks ots kahest küljest 1 m ulatuses „koonuseks" selliselt, et lati ülemine ots jääks 4—5 cm laiu-



Joon. 94.

seks. Antud kippreegli jaoks kaugusemõõtja koefitsient peab võrduma 100-ga, milleks:

a) eespool mainitu kohaselt määrata $C = f + d$,

b) instrumendi seisupunkti tsentrist märkida tasasele maapinnale sirget mööda lõigud C, $50 + C$, $100 + C$, $150 + C$, $200 + C$ ja lõikude otsad märgistada vaiadega;

c) latt asetada kindlalt ja ripploe järgi punkti $50 + C$, juhtinud niitristiku alumise horisontaalniidi lati ülemisele otsale, märkida latil ülemisest horisontaalniidist projektitud koht. Analoogiliselt toimida punktides $100 + C$, $150 + C$ ja $200 + C$. Latile projektitud lõikude erinevus ei tohi ületada 0,5 cm, vastasel korral tuleb lõikude projektimist uuesti korrata. Lattide jaotamine tuleb teostada nii, nagu on näidatud joonisel 94;

d) lati ääre ja jaotuskolmnurkade alustest moodustatud joone vahelist riba mõõtkava 1 : 50 000 ja 1 : 25 000 jaoks ei jaotata; mõõtkava 1 : 10 000 jaoks see jaotatakse 2-cm-steks osadeks.

Kaugusemõõtjaga toimuva joonemõõtmise kontrolliks on lati jaotus tarvis teha kaheküljeline, milleks kolmnurkade alused lati teisel küljel konstrueerida esimesel küljel olevate kolmnurkade aluste suhtes vahekorras 10 : 11. (Lati esimene külg värvida musta, teine külg aga punase värviga, kusjuures lati musta külje kolmnurga aluseks võtta näiteks 10 cm ja punase külje kolmnurga aluseks vastavalt 11 cm.) Eraldusmärgid (ringikesed, ristkülikud) värvida mustal küljel punase värviga, punasel küljel aga musta värviga.

Kaugusemõõtja lattide kontrolli teostatakse ühe ja sama joone mõõtmise teel teraslindiga ja kaugusemõõtjaga. Mõõtmiste tulemuste erinevus ei tohi olla üle 1 : 300 lindiga mõõdetud joone pikkusest.

Kaugusemõõtjaga joonemõõtmise tehnika. Asetanud mõõdetava joone ühte otsa instrumendi, asetatakse joone teise otsa vertikaalasendisse kaugusemõõtja latt. Juhtinud pikksilma latile, seatakse okulaari kesta liigutamisega niitristik

silma järgi nii, et niidid paistaksid teravalt ja selgelt. Fokuseeritakse pikksilm lati järgi. Lugem latilt koosneb täismeetreist, üksikuist kolmnurkadest ja nende vastavaist osadest. Iga kolmnurga alus mustal küljel vastab 10 m-le koefitsiendi $K = 100$ juures. Järelikult 10 kolmnurka latil vastab 100 m-le maastikul. Kolmnurkade tipud jaotavad kolmnurgad pooleks, mis vastab maastikul 5 m-le. Üksikuid meetreid on hõlpus lugeda kas lati äärel olevate sellekohaste jaotuste järgi või nende puudumisel silma järgi, kusjuures kolmnurkade osad võetakse arvesse seda täpsemalt, mida suurem on mõõtkava.

Kui maastiku olude tõttu ei ole lugemit võimalik sooritada kahe äärmise niidi järgi, siis võib nõutava lugemi saada, korrutades keskmise ja alumise või keskmise ja ülemise niidi vahelise lugemi kahega. Tuleb meeles pidada, et kauguse viga sel juhtumil on kaks korda suurem kauguse veast, mis tekib äärmiste niitidega mõõtmisel.

Lati punase külje jaotuskolmnurga alus on suurem musta külje kolmnurga alusest, seega ühele ja samale kaugusele vastav lugem punaselt küljelt on väiksem musta külje vastavast lugemist. Et aga lati musta külje kolmnurga alus suhtub punase külje kolmnurga alusesse nii nagu 10 : 11-sse, siis selleks, et punase külje järgi sooritatud lugemist saada mustale küljele vastavat lugemit, tuleb punase külje lugem korrutada 1,1-ga, s. t., et on tarvis punase külje lugem suurendada sama lugemi ühe kümnendiku võrra.

30. Mensuliga töötamise tehnika.

Mensuli ülesseadmine antud punkti kohale saavutatakse:

1) *tsentreerimisega*, s. t. planšeti punkti asetamisega üle maastiku vastava punkti, mis toimub mensuli nihutamisega statiivi jalgade ümberpaigutamise teel;

2) *orienteerimisega*, s. t. planšetile kantud tugipunktide asetamisega vastavalt tugipunktidele maastikul, mis teostatakse mensuli pööramisega ümber tema vertikaaltelje;

3) *nivellimisega*, s. t. planšeti ülemise tasapinna seadmisega horisontaalasendisse, mis teostatakse mensuli aluse juures olevate tõstekruvide keeramisega.

Praktikas saavutatakse kolm mainitud operatsiooni kahe võttega, esiteks jämedalt, silma järgi, siis aga lõplikult. Puitalusega statiividel planšeti jäme liigutamine toimub lõdvastatud põhikruvi juures, aga metallalusega statiividel — lõdvastatud kinnituskruvi juures. Kui mõõdistamist teostatakse mõõtkavas

1 : 5000 ja väiksema puhul, siis ei ole tsentreerimiseks hargi kasutamine vajalik, on küllaldane, kui seda operatsiooni teostada mõlemas võttes silma järgi. Orienteerimine teostatakse kas suundade või bussooli järgi.

Orienteerimine bussooli järgi. Planšetile tõmmatud magnetilise meridiaani suuna juurde asetada bussooli karbi äär, vabastada arretiir, lasta magnetnõelal rahuneda ja planšetti pöörata seni, kuni nõela otsad ühtivad bussooli nulldiameetriga; kui alus on puust, siis täpne ühitamine toimub mensuli aluse mikromeetrilise kruviga, kinnitatud põhikruvi juures; kui aga alus on metallist, siis kinnitatud kinnituskruvi juures.

Orienteerimine suundade järgi. a) Mensul üles seada maastiku punktile, mille asend ja millest väljuvad suunad planšeti teistele punktidele on antud;

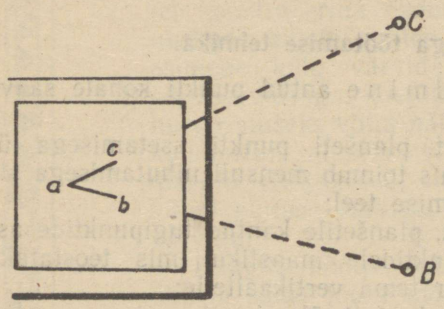
b) kippreegli joonlaua lamestatud äär asetada orienteerimisjoone juurde;

c) planšetti p ö ö r a t e s ja vaadates silmaga üle pikksilma juhtida pikksilm orienteerimisjoone otspunktile;

d) põhikruvi kinnitada, kui on puitalus (või kinnitada kinnituskruvi, kui on metallalus);

e) pöörates planšetti mikromeetrilise kruvi positiivse keeramisega juhtida kippreegli pikksilma niitide lõikepunkt punktile.

Planšeti püsikuse kontrollimine. Planšeti äärt kergelt rõhuda ülalt ja küljelt ja kui seejuures orienteerimine ei muutu, tõendab see, et planšett on küllalt püsikas.

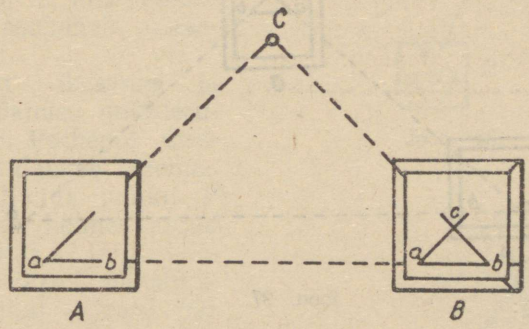


Joon. 95.

Ühes ja samas seisupunktis tööprotsessi kestel tuleb planšeti orienteerimist aeg-ajalt kontrollida.

Nurga konstrueerimine planšetil (joon. 95). Planšetil on antud joon *ab* ja sellel punkt *a*. Konstrueerida nurk *cab*, mis oleks võrdne nurgaga *CAB* maastikul. Mensul üles seada punktis *A*; punkt *a* tsentreerida üle punkti *A* ja planšeti pööramisega orienteerida joon *ab* joone *AB* järgi. Vasaku käega võtta kippreegel kolonnist kinni ja, vaadates üle pikksilma, suunata see joone *AC* järgi, joonlaua lamestatud äär nihutada 1—2 cm kaugusele punktist *a*.

Liigutades parema käega joonlaua lähemat omapoolset otsa, tuua viseeritav punkt *C* pikksilma vaatevälja piiridesse, asetades vertikaalniidi punkti *C* lähedale, selle järel aga joonlaua järjestikuse libistamisega planšetti mööda nihutada joonlaud iseendaga enam-vähem paralleelselt seni, kuni joonlaua lamestatud äär puudutab punkti *a*, niitristiku niitide lõikepunkt katab ühtlasi punkti *C*. Joonestanud pliiatsiga joonlaua lamestatud äärt mööda punktist *a* nõutava suuna, saame otsitava nurga *CAB*.



Joon. 96.

Kolmanda punkti määramine kahe antud punkti järgi (joon. 96). Otselõige. Planšetil on antud joon *ab* ja sellel punktid *a* ja *b*, mis vastavad maastiku punktidele *A* ja *B*. Leida kolmanda punkti *C* asukoht planšetil.

Mensul asetada punkti *A* ja, tsentreerinud punkti *a* üle punkti *A*, orienteerida planšett joone *AB* järgi. Siis eelnenu kohaselt konstrueerida maastikul oleva nurgaga *CAB* võrdne nurk *cab*.

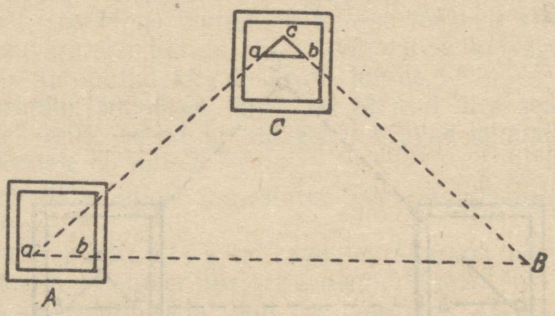
Siirduda punkti *B* ja samal viisil konstrueerida nurk *cba*. Suundade *ac* ja *bc* lõikepunkt annab planšetil maastiku punktile *C* vastava punkti *c*.

Ülesande lahendamise selline meetod kannab bipolaarsete koordinaatide meetodi nimetust.

Omades bussooli, võib sama ülesande lahendada teisiti. Orienteerinud planšeti punktis *A* bussooli järgi, tõmmata punktist *a* suund punktile *C*; analoogiliselt eelmisega tõmmata punktist *b* teine suund punktile *C*. Nende kahe suuna lõikepunkt annab otsitava punkti. Ülesande lahendusest järgneb, et otselõige on rakendatav juhtumil, kui kahe antud punkti kohale on võimalik üles seada mensul.

Kui aga mõningail põhjustel üks punktidest on ligipääsmatu, siis võidakse kolmanda punkti asukoht planšetil saada vastulõikega.

Vastulõige (joon. 97). Planšetil on antud punktid *a* ja *b* (vastavad maastiku punktidele *A* ja *B*). Oletame, et punkti *B* kohale ei ole võimalik mensulit üles seada. Leida planšetil kolmanda punkti *C* asukoht.



Joon. 97.

Planšetil konstrueerida punkti *a* juurde maastikul asetseva nurgaga *CAB* võrdne nurk *cab*. Mensuliga siirduda punkti *C*. Planšetil määrata silma järgi punkti *C* asukoht. Mensul orienteerida joonestatud suuna *ac* järgi. Viseerinud kippreegliga üle punkti *b* punktile *B*, joonestada suund *bB*, mille lõikepunkt suunaga *ac* annab otsitava punkti *C*. Suundade *bB* ja *ac* lõikumisest moodustatud nurk ei tohi olla alla 40° ja üle 140°. Bussooli abil lahendatakse seesama ülesanne järgmiselt. Planšett orienteerida punktis *C* bussooli järgi. Viseerides kippreegliga üle punkti *a* punktile *A* ja üle *b* punktile *B*, joonestada vastavad suunad; nende lõikumine annab otsitava punkti *C*.

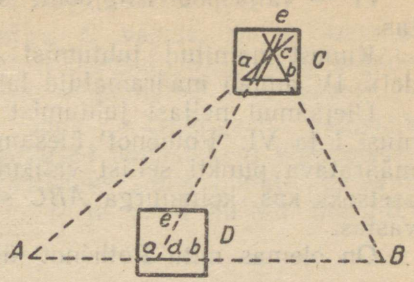
Kui mõlemad punktid *A* ja *B* on ligipääsmatud, siis kasutatakse järgmist viisi.

Kolmanda punkti määramine kahe antud punkti järgi abipunktiga (joon. 98). Planšetil on antud punktid *a* ja *b*, mis maastikul vastavad punktidele *A* ja *B*. Leida punkt *C*.

Sirgel *AB* või selle pikendusel valida abipunkt *D* (tähiste või kahepeeglilise ekkeri abil). Planšetil märkida joonel *ab* punkt *d*, mis ligikaudu vastaks punkti *D* asukohale maastikul.

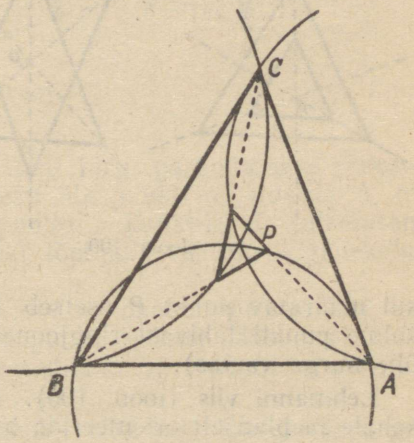
Punktis *D* mensul üles seada ja planšett orienteerida joone *ab* järgi. Viseerida üle punkti *d* punktile *C* ja tõmmata

suund *de*. Eemaldada punktist *D* mensul ja instrumendi seisukoha asemele püstitada tähis; siirduda punkti *C*. Punkti *C* asukoht planšetil märkida joonel *de* silma järgi, selle kohale asetada mensul ja orienteerida *ed* järgi. Viseerida üle punkti *a* punktile *A* ja üle punkti *b* punktile *B*, pärast seda joonestada suunad *aA* ja *bB*; nende lõikumine annab punkti *c*, mis vastab punkti *C* asukohale maastikul.



Joon. 98.

Pothénot' ülesanne ja selle lahendamise mitmesugused viisid. Pothénot' ülesande lahendamise olemus seisneb neljanda punkti *P* määramises kolme antud punkti *A*, *B* ja *C* järgi. Oletame, et *A*, *B* ja *C* on punktid maastikul (joon. 99) ning *a*, *b*, *c* nendele vastavad punktid planšetil. Neid mõttes ühendades saame kolmnurgad *ABC* ja *abc*. Olgu *P* neljas punkt maastikul, mille asukoht on tarvis leida planšetil. Seadnud mensuli üles maastiku punkti *P*, orienteerida planšett punktide *A*, *B*, *C* suhtes ja viseerimisel punktist *a* punktile *A*, punktist *b* punktile *B* ning punktist *c* punktile *C* välja tõmmata suunad, saame planšetil lõikepunkti *p*, mis vastab punktile *P* maastikul. Juhtumil, kui planšett on orienteeritud ligikaudselt, saame ühe lõikepunkti asemel kolm punkti, mis moodustavad niinimetatud vigadekolmnurga. Sõltuvalt määratava punkti *P* mitmesugusest asukohast punktide *A*, *B* ja *C* suhtes võib punkt *P* asetseda:



Joon. 99.

I — kolmnurga *ABC* sees;

II — kolmnurga *ABC* ühel küljel;

III — väljaspool kolmnurka *ABC*, kuid selle kolmnurga ümberringjoone sees;

IV — punkte A, B ja C läbival ringjoonel;

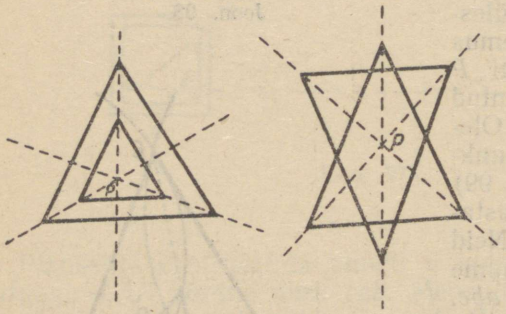
V — väljaspool ringjoont, kolmnurga ABC ühe külje vastas;

VI — väljaspool ringjoont, kolmnurga ABC ühe nurga vastas.

Kuuest mainitud juhtumist II on mitteusaldatav (ebakindel), IV annab määramatuid lahendusi.

Ülejäänud neljast juhtumist annavad usaldatavamaid tulemusi I ja VI. Pothénot' ülesande lahendamisel tuleb taotleda määratava punkti sellist valikut, mille puhul määratav punkt asetseks kas kolmnurga ABC sees või kolmnurga ühe nurga vastas.

On olemas mitu Pothénot' ülesande lahendamise viisi: Lehmanni, Bohnenbergeri, Besseli, Bolotovi ja Grunerti viis. Igaüks neist on otstarbekohane ja kasulik teatud tingimustes.



Joon. 100.

Kui mõõdistamisrajoonis puudub magnetiline anomaalia, tuleb Pothénot ülesande lahendamiseks rakendada Lehmanni viisi (on kasulik I ja VI juhtumil, s. t. siis, kui määratav punkt P asetseb kolmnurga ABC sees või neid kolme punkti läbivast ringjoonest väljaspool ning kolmnurga ühe nurga vastas).

Lehmanni viis (joon. 100). Mensul üles seada punkti P kohale ja planšett orienteerida bussooli järgi, viseerinud vasaku ringi juures maastiku antud punktidele järjestikuselt üle punkti a punktile A, üle punkti b punktile B ja üle punkti c punktile C, tõmmata vastavad suunad. Saadakse vigadekolmnurk. Otsitav punkt määratakse planšetile järgmiselt:

a) kui punkt P asetseb kolmnurga ABC sees, asetseb punkt p planšetil samuti vigadekolmnurga sees;

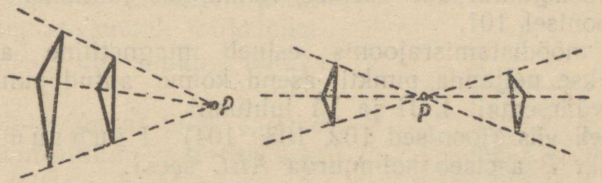
b) kui punkt P asetseb väljaspool kolmnurka ABC, kuid seespool antud punkte läbivat ringjoont, asetseb punkt p planšetil väljaspool vigadekolmnurka ja vigadekolmnurga selle külje vastas, mis on suunatud maastiku keskmisele punktile;

c) kui punkt P asetseb külje AB vastas, kuid antud punkte

A, *B* ja *C* läbivast ringjoonest väljaspool, asetseb punkt *p* planšetil vigadekolmnurgast väljaspool ja nurga taga, mis on keskmisele punktile *C* suunatud külje vastas;

d) kui punkt *P* asetseb nurga *C* vastas, nurga haarade pikenduste vahel, asetseb punkt *p* planšetil väljaspool vigadekolmnurka ja keskmisele punktile *C* suunatud külje vastas.

Kõigil juhtumeil kantakse punkt *p* esialgselt planšetile pliiatsiga silma järgi, nii et kaugused temast kuni vigadekolmnurga külgedeni osutuksid võrdelisteks sama punkti vastavate kaugustega antud punktidest *a*, *b* ja *c*. Planšetil märgitud



Joon. 101.

punkti *p* ja antud kaugema punkti järgi parandatakse planšeti orienteerimist, viseeritakse uuesti üle punkti *a* punktile *A*, üle punkti *b* punktile *B* ja üle punkti *c* punktile *C*; tulemusena saadakse kas otsitav lõikepunkt lõplikult või uus vigadekolmnurk.

Esimesel juhtumil jääb üle otsitav punkt lõplikult läbi torgata; teisel juhtumil, märkinud punkti *p* teise lähenduse, tuleb planšeti orienteerimist veel parandada ja korrata viseerimist eespool mainitud viisil.

Lehmanni viis on lihtne, annab väikesed vigadekolmnurgad ja üldiselt head resultaadid.

Kui Lehmanni viisi juures juba pärast esimest võtet ei saada vigadekolmnurka, tuleb kontrollida, kas saadud lõikepunkt ei asetse punkti *A*, *B* ja *C* läbival ringjoonel või selle lähedal, milleks mikromeetrilise kruviga tuleb planšeti orienteerimine rikkuda ja uuesti tõmmata suunad *aA*, *bB*, *cC*. Kui ka sel korral ei saada vigadekolmnurka, võib tõendada, et punkt *p* asetseb ringjoonel ning seetõttu tuleb punkti *p* pealekandmisele suhtuda ettevaatlikult, kontrollides seda viseerimisega maastiku teistele punktidele. Kui aga määratav punkt ei asetse punkti *A*, *B* ja *C* läbival ringjoonel, annab neljanda punkti rangema määramise Bohnenbergeri viis (joon. 101).

Bohnenbergeri viis annab usaldusväärseid resultaate I, II ja VI juhtumi jaoks, s. t. tingimusel, kui määratav punkt p asetseb kas kolmnurga ABC sees või selle ühel küljel või väljaspool ringjoont ja kolmnurga ühe nurga vastas.

Planšeti üles seadnud, edasi:

a) orienteerida planšett bussooli järgi ja saada esimene vigadekolmnurk;

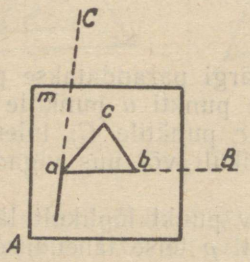
b) muuta planšeti orienteerimine mikromeetrilise kruviga ja saada teine vigadekolmnurk;

c) ühendada vigadekolmnurkade vastavad tipud sirgjoontega; nende lõikepunkt annab otsitava punkti;

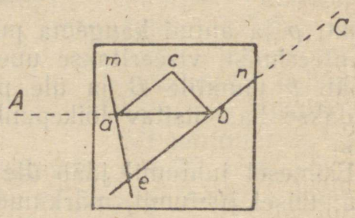
Vigadekolmnurkade asetuse võimalikke juhtumeid on kujutatud joonisel 101.

Kui mõõdistamisrajoonis esineb magnetiline anomaalia, määratakse neljanda punkti asend kolme antud punkti järgi, usaldusväärsemalt I, II ja VI juhtumil.

Besseli viis (joonised 102, 103, 104). I juhtum (määratav punkt P asetseb kolmnurga ABC sees).



Joon. 102.



Joon. 103.

a) Mensul üles seada otsitavas punktis P, kujutleda ennast seisvat maastiku vasakus punktis, s. t. punktis A, planšett orienteerida suunaga ab punktile B ja, viseerinud keskmisele punktile C, tõmmata sirgjoon am.

b) Järgnevalt kujutleda ennast seisvat maastiku parempoolses punktis, s. t. punktis B, planšett orienteerida suunaga ba punktile A ja, viseerinud uuesti punktile C, tõmmata sirge bn.

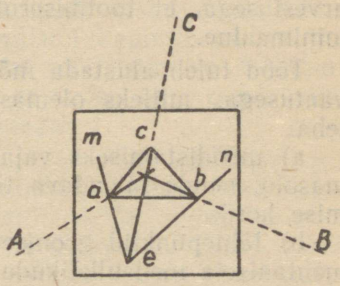
Joonte bn ja am pikenduste lõikumine annab abipunkti e.

c) Planšetil ühendada punkt c punktiga e, kusjuures saadakse orienteerimisjoon; joonlaua lamestatud äär asetada orienteerimisjoone ce juurde ja planšeti pööramisega viseerida punktile C ning planšett kinnitada.

d) Viseerinud punktist *a* punktile *A* ja punktist *b* punktile *B*, tõmmata vastavad suunad; nende lõikumine orinteerimisjoonega annab otsitava punkti kas korraga või vigadekolmnurga sees.

Sel juhtumil orienteerimisjoonel on tunduv pikkus ja otsitav punkt määratakse küllalt täpselt.

II juhtum: (määratav punkt *P* on kolmnurga *ABC* ühel küljel). Määramise võtted jäävad samadeks nagu I juhtumi juures, kuid abijooned saadakse paralleelsed, mis ei moodusta lõikepunkti. See annab tunnistust sellest, et planšett on juba orienteeritud ja jääb üle vaid orienteerimise teel punktist *c* punktile *C* tõmmata suund, mille lõikumine joonega *ab* annab otsitava punkti.



Joon. 104.

Võimaluse korral tuleb saadud punkti kontrollida viseerimisega maastiku teistele punktidele.

VI juhtum: (määratav punkt *P* asetseb väljaspool ringjoont, kuid kolmnurga *ABC* ühe nurga vastas).

Mensul asetada väljapoole kolmnurka *ABC* ühe tema nurga vastu. Sooritada needsamad võtted, mis I juhtumi jaoks. Abipunkt *e* saadakse väljaspool kolmnurka *abc* küllaldaselt pika orienteerimisjoonega. Kui abisuundade *am* ja *bn* lõikumine osutub väljaspool planšetti, siis selleks, et saada orienteerimissuund, on tarvis:

a) külgedel *ac* ja *bc* märkida punktid, mis neid külgi jagavad mingis vahekorras (näiteks 1 : 2, 1 : 3 jne.).

b) üle valitud punktide tõmmata lisasuunad, paralleelsed *am*- ja *bn*-ga; nende lõikumine annab abipunkti *e*; ühendanud selle abipunkti punktiga *c*, saame orienteerimissuuna. Edasised võtted on needsamad nagu I juhtumi puhul.

Bolotovi viis (ei ole rakendatav IV juhtumi puhul, s. t. kui määratav punkt *P* asetseb punkte *A*, *B*, *C* läbival ringjoonel):

a) asetada määratavasse punkti *P* mensul ja orienteerida see ligikaudselt;

b) planšetile asetada leht vahapaberit, võtta sellel meelevaldne punkt;

c) kinnitanud vahapaberi, tõmmata märgitud punktist suunad maastiku kolmele antud punktile;

d) nihutades vahapaberit planšetti mööda saavutada tõmmatud suundade läbimist antud punktidest *a*, *b*, *c*;

e) vahapaberil olev punkt läbi torgata planšetile.

Võimaluse korral kontrollida leitud punkti asukoht teistele punktidele viseerimise teel.

31. Geomeetriline võrk, selle rajamine ja määramine.

Maastiku ülevaatus. Tulnud oma planšetile (oma jaoskonda), peab tehnik hoolitsema elu- ja töökorteri leidmise eest sellise arvestusega, et tootmisprotsessis ebatootlike sõitude arv oleks minimaalne.

Tööd tuleb alustada mõõdistamisele kuuluva maastiku ülevaatusega, milleks olemasoleva kaardi järgi tuleb kindlaks teha:

a) mõõdistamiseks vajalike geodeetiliste aluspunktide olemasolu, nende täiendava tihendamise vajadus ja selle tihendamise kord;

b) lähtepunktid geomeetrilise võrgu arendamiseks ja instrumentaalsete mensulkäikude rajamiseks;

c) piirnevate planšettidega geodeetilise seose tagamise võimalused ja viisid.

Maastiku ülevaatuse tulemusena tuleb koostada vastav tööde plaan.

Geomeetriline võrk on kolmnurkade või polügoonide süsteem, mille punktid saadakse planšetile mensuliga erandi-tult graafilisel teel otse- või vastulõikemeetodiga. Geomeetrilise võrgu rajamine nõuab hoolikat läbimõtlemist, sest ta peab olema vahendituks põhiseks üksikasjade mõõdistamisel jaoskonna lahtistel maa-aladel ja usaldusväärseks aluseks käikude rajamisel jaoskonna kinnistel osadel.

Geomeetriline võrk kavastatakse ja rajatakse järgmiselt.

1. Arvutatakse võrku lülitatavate tähiste ja maastiku alatiste esemete üldarv järgmiste kaalutluste põhjal:

a) mõõtkavas 1 : 50 000 — mitte üle 60 ja mitte alla 40 tasasel stepimaastikul;

b) mõõtkavas 1 : 25 000 — mitte üle 30 ja mitte alla 20 tasasel stepimaastikul;

c) mõõtkavas 1 : 10 000 — mitte alla ühe punkti igale ruutkilomeetrile.

Maastiku alatistest esemetest lülitatakse geomeetrilise võrgu punktide hulka ehitiste korstnad, teravikud ja lipuvardad, tor-

nid, vahitornid, veetornid, tuuleveskid, üksikult seisvad puud ja maastiku muud kõrged esemed.

2. Geomeetrilised punktid peavad moodustama lausvõrgu lahtistes kohtades haarates ümber kinniseid kohti (metsatükke) ühtedest tugipunktidest teisteni kulgevate kolmnurkade ahelatega. Geomeetrilist võrku katkestavates vahemetsades on vaja kinnitada kõrgete puude külge tähiseid geomeetrilise võrgu üksikute osade omavaheliseks sidumiseks.

3. Harilikult rajatakse võrk korraga kogu jaoskonna ulatuses. Kui aga jaoskonna üksikud osad on raskesti ligipääsetavad tööde teostamiseks või kui kohapealsete olude tõttu punktide säilimine mõõdistamise kogu perioodi kestel on kaheldav või, lõppeks, kui tootmislik-ökonoomilistel kaalutlustel on tarvis kinni pidada teatavast järjestusest mõõdistamise teostamisel, lubatakse neil juhtumeil võrgu rajamist teha osade viisi, neid viivitamatult sidudes naaberlülidega.

4. Geomeetriline võrk märgitakse maastikul tähistega, milleks valitakse võimalikult kuivad teritatud otsaga ridvad pikkusega 5—7 m ja jämedusega 6—7 cm; tähise ülemisse otsa, 2—3 dm tipust, lüüakse ristikujulised põikpuud. Tuust murdmata õlgi seotakse nööriga kinni allpool tuusti keskkohta; õlgede otsad painutatakse ühtlaselt sissepoole, pärast seda seotakse uuesti nööriga kõvasti kinni. Selliselt seotud õletuust vajutatakse tihedalt kuni põikpuuni tähise tipu otsa. Tähiste asjatute veo- ja laialikandmise kulude vältimiseks tuleb neid valmistada jaoskonna mitmes osas, kui selleks on võimalusi.

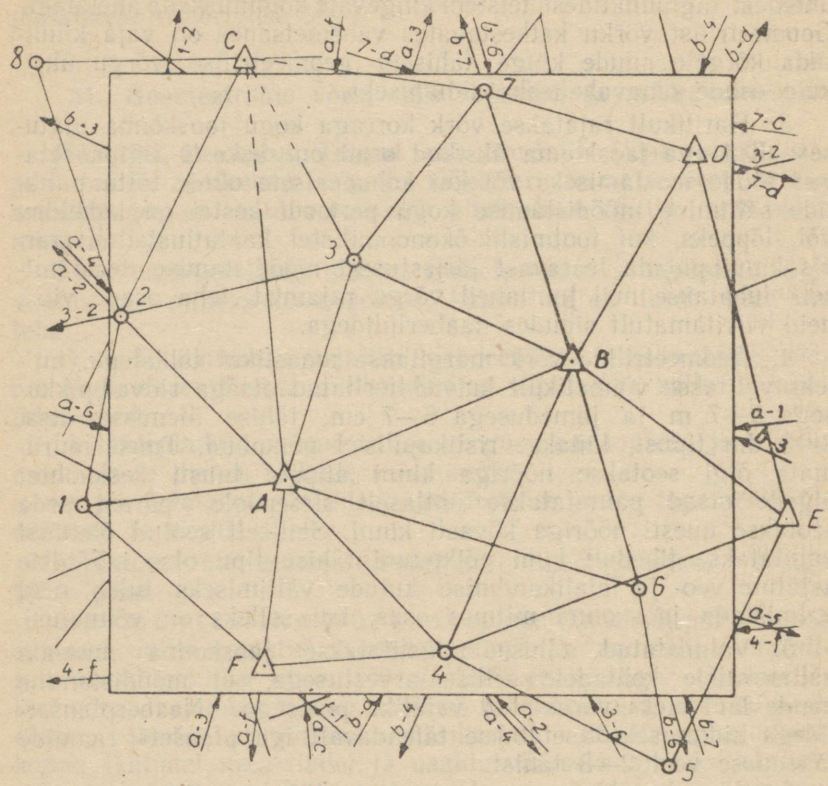
5. Valmistatud tähised püstitatakse jaoskonna maa-ala valitsevatele kohtadele sellise arvestusega, et mõõdistamine nende läbi oleks varustatud vajaliku põhisega. Naaberplanšettidega sidumiseks asetatakse täiendavalt iga planšeti raamide lähedusse veel 2—3 tähist.

6. Kõrvuti tähistega, maaga tasa, lüüakse väikesed vaiad, pärast seda mõõdetakse tähiste pikkused põikpuust kuni vaiani 1 cm täpsusega. Tulemused kirjutatakse väliraamatusse ja tähiste sellekohastele tahkudele (labadele). Et olla veendunud üle maapinna mõõdetud tähiste kõrguse muutumatuses kogu mõõdistamise ajal, tehakse kirvega märk tähisele maapinna kõrguselt.

7. Asudes geomeetrilise võrgu punktide määramisele, lõigatakse planšetti katvast aleksandria paberist (ümbrikust) välja tükid geodeetiliste punktide kohalt selleks, et tuua nähtavale vatmanpaberile torgatud punkti augukesed.

8. Instrumendi seisukoht määratava punkti kohal valitakse

järgmiselt: tähis võetakse maa seest välja ja planšett tsentreeritakse silma järgi täpsusega 0,2 ja 0,5 ja 1 m, vastavalt mõõtkavale 1 : 10 000, 1 : 25 000 ja 1 : 50 000.



Joon. 105.

9. Püstitatud tähised ja maastiku alatised esemed, mis lülitatakse võrku, tuleb planšetil määrata kas otse- või vastulõikega, arvestades seda, et iga punkt oleks saadud vähemalt kolmest geodeetilise aluse punktist nurga all mitte alla 40° ja mitte üle 140° (joon. 105).

Joonisel on näidatud geodeetilise aluse ja geomeetrilise võrgu punktide skemaatiline paigutus; geomeetrilise võrgu punktide määramise kord on järgmine.

Seadnud mensuli üles punkti *A* ja orienteerinud planšeti tuntud punktide *B*, *C*, *F* järgi, tõmmatakse suunad kippreegli *RV* juures üle punkti *A* kõigile nähtavaile tähistele ja maastiku alatistele esemetele, millede lõikamine antud punktist on kasulik. Suunad punktidele tõmmatakse hästi teritatud pliiatsiga nii lõikumispiirkonnas kui ka planšeti raamide taga, kirjutades nende joonte kummagi otsa juurde vastavad punktide nimetused või numbrid.

Võtta endale juhiseks, lõpetanud suuna joonestamise, kontrollida planšeti orienteerimise muutumatust; suundade suure arvu juures orienteerimist kontrollida vaatluste vaheajal.

Järgnevalt mõõdetakse vertikaalnurgad kõigile vaadeldavatele punktidele kindlas järjestuses (kellaosuti käigu järgi) esiteks *RP* juures, siis aga vastupidises järjestuses *RV* juures. Vaatluste resultaadid kirjutatakse väliraamatusse.

Lugemiste mugavuse mõttes asetatagu kippreegel planšeti selle ääre lähedale, kuspool asetseb vertikaalring.

Pikksilma niitristiku horisontaalniit juhitakse õletuusti all olevale tähise põikpuule nii, et vertikaalniit asetseks viseeritava punkti lähedal.

Seadnud vertikaalringi alidaadi juures oleva vesiloe mulli keskele, vaadatakse pikksilmasse ja kontrollitakse horisontaalniidi asendi muutumatust, selle järel sooritatakse minutite lugemine mõlemalt nooniuselt, kraadide lugemine aga ühelt nooniuselt, tulemused kirjutatakse väliraamatusse.

Mõõtnud latiga või ruletiga instrumendi kõrguse maapinnast kuni kippreegli horisontaalse pööramisteljeni täpsusega kuni 1 cm, kirjutatakse saadud resultaat samuti väliraamatusse.

Vertikaalnurkade mõõtmine ei ole lubatud päikese tõusu ega loojangu ajal, sest et kiired refraktsiooni muutumised mõjustavad tugevasti mõõtmiste täpsust. Vertikaalnurkade mõõtmise paremaks ajaks on kas aeg kella 8-st hommikul kuni kella 16-ni õhtul või pilves ilmaga. Selle tingimuse rikkumine märgitakse väliraamatusse.

Pärast seda arvutatakse nulli ase; *NA* suurus võib kõikuda vertikaalringi täpsuse piirides.

Järgnevalt siirdunud mensuliga punktile *B* ja mensuli üles seadnud, orienteeritakse planšett. *RV* juures üle punkti *B* tõmmatakse suunad geomeetrilise võrgu väjalikele punktidele (niihästi seisupunkti piirides kui ka planšeti raamide taha); kontrollitakse orienteerimist, mõõdetakse vertikaalnurgad mõlema ringi juures; tuletatakse *NA*.

Kui igaüks lõigetega määratavaist punktidest (nr. 3, 4,

6, jne.) on otselõikega määratud ainult kahe suunaga (punktidest *A* ja *B*), siis sellest üksi ei piisa ja on veel tarvis kas lõigata neid kolmandate suundadega või nende määramise täpsust kontrollida vastulõikega (meie skeemis kolmandad suunad moodustavad *D* — 7, *E* — 4). Kui mainitud suunad või vastulõiked annavad sama punkti, mis kaks esimestki, siis leitud punkt tuleb ümbritseda ringikesega ja läbi torgata vatmanpaberile.

Punktilt punktile tuleb üle minna pärast kõigi toimingute lõpetamist ja kontrollimist igal punktil. Saadud punkt lugeda usaldatavaks sel juhtumil, kui kõik kolm suunda kokkuvad mõõdistamise graafilise täpsuse piirides antud mõõtkavas. Vigadekolmnurga tekkimisel otselõigetest on tarvis kontrollida punktide määramise täpsust teistelt punktidelt (või antud punktilt vastulõikega, pidades kõige paremaiks suundadeks neid, mis lõikuvad 60°—90°-liste nurkade piirides).

Üksikuile või ligipääsmatuile punktidele määratakse vaatlused vähemalt võrgu kolmest punktist viseerimise teel. Analoogiliselt tuleb toimida punktide määramisel Pothénot' ülesande järgi (vastu- ehk tagasiviseerimistest).

Antud trapetsil arendatavasse geomeetrilisse võrku tuleb lülitada naabertrapetsitega ühiseid punkte vähemalt kaks iga raami külje lähedal. Ühiste punktide horisontaalprojektsioonis ei tohi erinevus ületada 0,5 mm.

Pidada meeles reegel: planšett orienteerida kaugema eseme järgi, lõigata lähimat tähist viseerides tähise alumisele otsale, ja mida rohkem vaatlusi on antud punktile tehtud, seda täpsemalt on punkt määratud.

Iga päev pärast koju jõudmist tuleb geomeetriline võrk kopeerida kõrguskalkale, nummerdades punktid ja joonestades suunad: otselõigetest — pooles ulatuses täisjoontega ja pooles ulatuses punktiirjoontega, vastulõigetest aga täisjoontega.

Magnetilise meridiaani suuna määramine ja magnetnõela telgmeridiaanist kõrvalekaldumise määramine. Mensulkäikude rajamisel ja üleminekupunktide määramisel planšeti bussooli järgi õigesti orienteerimise otstarbel tuleb üheaegselt geomeetrilise võrgu arendamisega kindlaks teha magnetilise meridiaani suund. Üldiselt öelduna, kääne (deklinatsioon) määratakse maastiku punktides iga 3—4 km tagant ühtlaselt üle kogu mõõdistatava maa-ala. Magnetnõela kääne ehk nurk tõelise meridiaani põhjapoolsest suunast kuni magnetilise meridiaani põhjapoolse osani määratakse geodeetilise tugivõrgu punktides, milleks:

a) asetada mensul trigonomeetrilise võrgu punktile ja planšett hoolikalt orienteerida triangulatsioonivõrgu teise hästi nähtava punkti järgi; orienteerimine kontrollida teiste hästi nähtavate punktide järgi;

b) asetada bussooli äär instrumendi seisupunktile lähima trapetsi raami juurde, magnetnõel vabastada, lasta sellel rahuneda;

c) magnetnõela kummagi otsa järgi teha lugemid kraadi kümnendikosadeni;

d) lähendades magnetnõelale teras- või raudeseme, viia magnetnõel välja rahulikust asendist, selle järel lasta tal rahuneda, pärast seda teha uuesti lugemid ja kahest määramisest võtta aritmeetiline keskmine. Üksikuist määramistest arvutada keskmine kääne kogu planšeti jaoks sel juhtumil, kui nende omavaheline erinevus ei ületa $0^0,5$;

e) magnetnõela otsad ühitada nulldiameetri kriipsudega ja bussooli karbi äärt mööda tõmmata planšetile keskmine suund antud planšeti jaoks; vaatlused kirjutada väliraamatusse;

f) kameraalolukorras leitud magnetilise meridiaani suund torkida nõelaga vatmanpaberile ja tõmmata välja tušis; magnetnõela kääne näidata samaaegselt kõrguskalkal (sinise tušiga);

g) käändele võtta märgiks pluss, kui magnetnõela põhjapoolne ots trapetsi raamist kaldus ida poole ja miinus, kui nõela ots kaldus samast raamist lääne poole.

Kui mõõdistamisrajoonis ilmneb magnetiline anomaalia, tuleb seda uurida nõela käänete täiendavate määramiste teel, arvestades 3—4 määramist 1 ruutkilomeetrile.

Geomeetrilise võrgu kõrguste arvutamine. Pärast välitööde lõpetamist:

a) koostatakse skemaatiline joonis, sidudes tähised geodeetiliste tugipunktide vahele kolmnurkade ridadega või teiste lihtsaimakujuliste kinniste figuuridega ja püüda mõõdetud suundadele lisaks märkida liigseid suundi kontrolliks ja võimalike jämedate eksimuste kõrvaldamiseks;

b) hoolikalt ja ettevaatlikult mõõdetakse sirkliga mõõtkava järgi tähistevahelised kaugused, mis lähevad võrgu kõrguste arvutamistesse;

c) kontrollitakse kaldnurkade välisarvutusi, hoolikalt varustades neid märkidega;

d) arvutatakse kõrgusvahed kas Savitski või Drobõševi või Tugulovi ja teiste tabelite järgi valemi põhjal:

$$h = S \tan \alpha + r + i - l,$$

kus S on geomeetrilise võrgu punktide vaheline kaugus, mis on plaanilt võetud mõõtkava järgi sirkliga;

i — instrumendi kõrgus;

a — kaldnurk;

l — vaadeldava tähise kõrgus;

r — Maa kumerusest ja refraktsioonist sõltuv parandus.

Tabelite kasutamisjuhised ja kõrgusvahede määramise näited on antud tabelite eessõnades.

Arvutanud kõrgusvahed, on edasi tarvis kontrollida naabertähiste otse- ja vastukõrgusvahed, lubades erinevusi nende vahel:

a) mõõdistamisel mõõtkavas 1 : 10 000 mitte üle 0,3 m kilomeetrile;

b) mõõdistamisel mõõtkavas 1 : 25 000 või 1 : 50 000 mitte üle 0,4 m kilomeetrile kauguste juures kuni 2 km ja mitte üle 0,3 m kauguste juures 2-st kuni 6 km-ni.

Eespool mainitud suurusi ületavad erinevused kõrvaldada töö kontrollimisega.

Lõplikult kindlakstehtud otse- ja vastukõrgusvahedest võtta keskmised ja need vastavate märkidega kirjutada polügoonide käike mööda. Kõrgusvahed summeerida neidsamu käike või polügoone mööda.

Sulgemisvead polügoonides ja erinevused kõrgustes naabertrapetsite ühiste punktide jaoks ei tohi ületada:

Mõõtkavade jaoks	Mõõdistamise põhitamisel reljeefi lõikepindade vahe puhul	Sulgemisvead
1 : 50 000	10 km	1,5 m
1 : 25 000	5 „	1,0 „
1 : 10 000	2 „	0,5 „

Mõõdistamise tööpõhise punktide kõrguste määramise äärmised vead (geomeetrilise nivellimise punktide suhtes), olenemata instrumentide ja määramise meetodite kasutamisest, ei tohi ületada:

Mõõtkavade jaoks	Mõõdistamise põhitamisel reljeefi lõikepindade vahe puhul	Sulgemisvead
1 : 50 000	10 m	±1,0 m
1 : 25 000	5 „	±0,50 „
1 : 10 000	2 „	±0,25 „

Punktide nr.	Kaugused	Kauguste summa algus-punktidest	Keskmised kõrgus-vahed	Arvutatud kõrgused	Paran-dused	Parandatud kõrgused
	km	km	m	m	m	m
	I polügoon					
A	2,2	2,2	—4,08	100,00	+0,00	100,00
1	2,0	4,2	—5,62	95,92	+0,15	96,07
3	2,5	6,7	—3,41	90,30	+0,29	90,59
4	4,1	10,8	—0,62	86,89	+0,46	87,35 $\frac{-1,11}{15,9} = -0,07$
5	3,0	13,8	+5,23	86,27	+0,75	87,02
2	2,1	15,9	+7,39	91,50	+0,96	92,46
A				98,89	+1,11	100,00
				100,00		
	$\Sigma = 15,9$		$\Delta H = -1,11$			
	II polügoon					
4	1,8	1,8	+2,14	87,35	—0,00	87,35
6	3,0	4,8	—2,92	89,49	—0,04	89,45 $\frac{+0,21}{10,1} = +0,02$
8	3,2	8,0	—0,86	86,57	—0,10	86,47
7	2,1	10,1	+1,52	85,71	—0,16	85,55
				87,23	—0,21	87,02
				87,02		
	$\Sigma = 10,1$		$\Delta H = +0,21$			
	III polügoon					
6	2,6	2,6	—1,80	89,45	—0,00	89,45
9	2,5	5,1	+0,54	87,65	—0,01	87,64 $\frac{+0,04}{10,0} = +0,004$
B	2,5	7,6	—1,12	88,19	—0,02	88,17
10	2,4	10,0	—0,56	87,07	—0,03	87,04
				86,51	—0,04	86,47
				86,47		
	$\Sigma = 10,0$		$\Delta H = +0,04$			

Vertikaalnurkade mõõtmiste tulemused, kaugused, märkide ja instrumendi kõrgused, samuti aga ka kõrgusvahede arvutused tööpõhise punktide kõrguste määramisel kirjutatakse topograafilisse väliraamatusse.

Punktide nr.	Kaugused	Kauguste summa alguspunktidest	Parandatud kõrgused	Parandused	Lõplikud kõrgused
	km	km	m	m	m
A	2,2	2,2	100,00	—0,00	100,00
1	2,0	4,2	96,07	—0,01	96,06
3	2,5	6,7	90,59	—0,02	90,57
4	1,8	8,5	87,35	—0,03	87,32 $\frac{+0,05}{13,6}=+0,004$
6	2,6	11,1	89,45	—0,04	89,41
9	2,5	13,6	87,64	—0,05	87,59
			88,17	—0,05	88,12
	$\Sigma=13,6$		$\Delta=+0,05$		
A	2,1	2,1	100,00	—0,00	100,00
2	3,0	5,1	92,46	—0,01	92,45
5	2,1	7,2	87,02	—0,02	87,00 $\frac{+0,05}{15,4}=+0,004$
7	3,2	10,4	85,55	—0,03	85,52
8	2,5	12,9	86,47	—0,04	86,43
10	2,5	15,4	87,04	—0,05	86,99
			88,17	—0,05	88,12
	$\Sigma=15,4$		$\Delta=+0,05$		

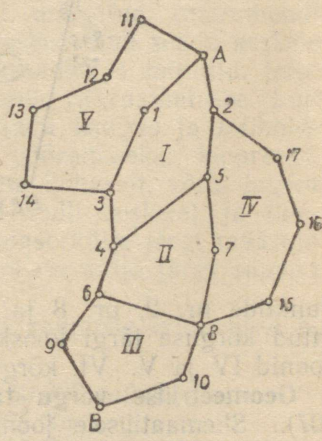
Väliraamatu lõpus on tarvis koostada kõigi geomeetriliste punktide nimistu, ära näidates nende punktide lõplikud kõrgused ja järjestikune numeratsioon.

Võrgu kõrguste tasandamine polügoonide viisi. Joonisel 106 on märgitud polügoonid, mis toetuvad kahele trigonomeetrilisele punktile *A* ja *B*. Tasandamine algab I polügoonist, mis on rajatud punktist *A* kuni sama punktini. Antud polügoonis kõigi joonte jaoks olemasolevate keskmiste kõrgusvahede järgi arvutatakse, lähtudes punkti *A* kõrgusest, kõigi teiste punktide kõrgused. Tulemused kirjutatakse lahtrisse „Arvutatud kõrgused". Saanud punkti *A* „arvutatud kõrguse", leitakse I polügooni sulgemisviga, mis jaotatakse võrdeliselt alguspunktist loetud kauguste summadele. Paranduste ja arvutatud kõrguste järgi leitakse antud polügooni parandatud kõrgused. Edasi arvutatakse I polügooni punktide nr. 4 ja nr. 5 paran-

Punktide nr.	Kaugused	Kauguste summa alguspunktidest	Keskmised kõrgusvahed	Arvutatud kõrgused	Parandused	Parandatud kõrgused
	km	km	m	m	m	m
	IV polügoon					
2	2,3	2,3	−6,02	92,45	−0,00	92,45
17	2,6	4,9	−5,14	86,43	−0,02	86,41
16	2,6	7,5	+2,14	81,29	−0,05	81,24 $\frac{+0,10}{10,5} = +0,01$
15	3,0	10,5	+3,10	83,43	−0,08	83,35
8				86,53	−0,10	86,43
				86,43		
	$\Sigma = 10,5$			$\Delta = +0,10$		
	V polügoon					
A	2,2	2,2	−5,00	100,00	+0,00	100,00
11	2,5	4,7	−1,76	95,00	+0,08	95,08
12	2,6	7,3	+1,28	93,24	+0,17	93,41 $\frac{-0,47}{12,7} = -0,03$
13	2,4	9,7	−1,10	94,52	+0,27	94,79
14	3,0	12,7	−3,32	93,42	+0,35	93,77
3				90,10	+0,47	90,57
				90,57		
	$\Sigma = 12,7$			$\Delta = -0,47$		

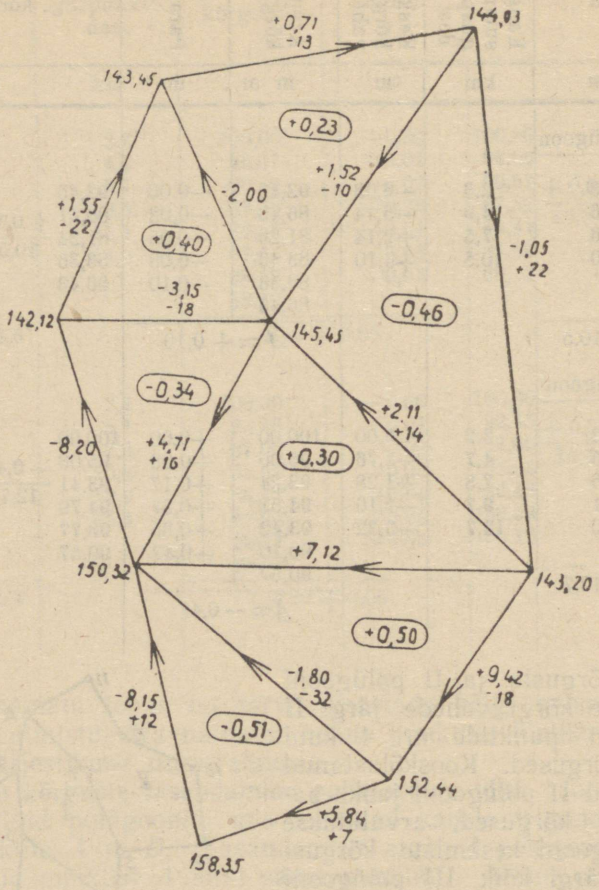
datud kõrguste ja II polügooni keskmiste kõrgusvahede järgi II polügooni punktide nr. 4 kuni nr. 5 kõrgused. Kooskõlastanud ja saanud II polügooni jaoks parandatud kõrgused, arvutatakse III polügooni keskmiste kõrgusvahede järgi kõik III polügooni punktide kõrgused punktide nr. 6 ja nr. 8 vahel.

III polügoonist arvutatud punkti *B* kõrguse ja sama punkti antud kõrguse järgi leitakse uus sulgemisviga, mis jaotatakse võrdeliselt küljepikkuste summadele: alguspunktist *A* vasakpool-



Joon. 106.

set käiku mööda kõigile punktide kõrgustele *A*-st kuni *B*-ni ja parempoolset käiku mööda kõigile punktide kõrgustele *A*-st kuni *B*-ni, millega lõpeb kolme polügooni kooskõlastamine.



Joon. 107.

Punktide nr. 2, nr. 8 ja nr. 3 lõplike kõrguste ja punkti *A* antud kõrguse järgi kooskõlastatakse nendega piirnevad polügoonid IV ja V. Vt. kõrguste tasandamise näidet lk. 423—425.

Geomeetrilise võrgu tasandamine kolmnurkade viisi (joon. 107). Skemaatilisele joonisele kirjutatakse keskmised otse- ja vastukõrgusvahedest, mille järel need summeeritakse iga kolm-

nurga viisi. Sulgemisvead kolmnurkades jaotatakse võrdeliselt nende külgede pikkustele, kusjuures sidekülgedele jaotatakse sulgemisviga tingimusel, kui naaberkolmnurgad omavad vastupidiste märkidega sulgemisvigu; vastasel korral jaotatakse sulgemisvead ainult vahekülgedele.

32. Instrumentaalsed mensulkäigud.

Mõõdistatava jaoskonna maa-ala kinnistes osades arendatakse geomeetriline võrk lähtepunktide vahele instrumentaalsete põhimensulkäikude kaudu, mis rajatakse geodeetilise aluse, analüütilise tööpõhise ja geomeetrilise võrgu punktide vahele kas kinniste polügoonidena või kahele punktile toetuvate sirgekujuliste käikudena. Mensulkäikude rajamisel tuleb silmas pidada järgmisi tingimusi:

a) vigade kuhjumise vältimiseks on kinniseid polügoone tarvis siduda geodeetiliste või geomeetriliste punktidega sagedamini;

b) tugipunktide arv tuleb jaotada ühtlaselt kinniseid ja metsaseid pindalasid mööda;

c) mensulkäigud rajatakse mööda teid, metsasihte ja visiire kaugusega üksteisest 250-st kuni 300 m-ni.

Tööde kord mensulkäikude rajamisel. 1. Mensul üles seada põhise lähtepunktis; mõõta instrumendi kõrgus maapinnast kuni kippreegli horisontaalse pööramisteljeni (täpsusega kuni 1 cm) ja märkida latile instrumendi kõrgus.

2. Latihoidja saata esimesele punktile; *RV* juures pikksilma niitristiku horisontaalniit juhtida latil märgitud instrumendi kõrgusele; vertikaalringi juures oleva vesiloe mull seada keskele ja teha lugemid (ühe nooniuse järgi kraadid ja minutid, teise järgi ainult minutid); tulemused kirjutada väliraamatusse. Lati musta külje järgi lugeda kaugusemõõtjaga kaugus ja latihoidjale anda signaal lati punase poole pööramiseks; kippreegli pikksilm *RP* juures juhtida latile eelnenu kohaselt, võtta lugem vertikaalringilt (seadnud enne vesiloe mulli keskele) ja tulemus kirjutada väliraamatusse. Lati punase külje järgi määrata kaugusemõõtjaga kaugus ja võrrelda musta külje järgi saadud kaugusega.

Kui lati kummagi külje järgi loetud kauguste erinevused ei ületa:

5	m	maastikul,	mõõtkava 1 : 50 000	puhul,
2,5	„	„	„ 1 : 25 000	„
1	„	„	„ 1 : 10 000	„

Kaugusemõõtjaga määratud joonte kallakusest tingitud paranduste tabel.

$$s = s_1 \cos^2 \alpha \qquad s_1 = kl + c$$

s \ α		1^0	5^0	6^0	7^0	8^0	9^0	10^0	11^0	12^0	13^0	14^0	15^0	16^0	α / s
10	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	10
20	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	20
30	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	30
40	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,3	2,7	3,0	40
50	0,1	0,2	0,4	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5	1,8	2,2	2,5	2,9	3,4	3,8	50
60	0,2	0,3	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,2	2,6	3,0	3,5	4,0	4,6	60
70	0,2	0,3	0,5	0,8	1,0	1,4	1,7	2,1	2,5	3,0	3,5	4,1	4,7	5,3	70
80	0,2	0,4	0,6	0,9	1,2	1,6	2,0	2,4	2,9	3,4	4,0	4,7	5,4	6,1	80
90	0,2	0,4	0,7	1,0	1,3	1,7	2,2	2,7	3,3	3,9	4,6	5,3	6,0	6,8	90
100	0,3	0,5	0,8	1,1	1,5	1,9	2,4	3,0	3,6	4,3	5,1	5,8	6,7	7,6	100

s \ α	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	α \ s
10	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,5	10
20	0,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,0	3,3	3,6	3,8	4,1	4,4	4,7	5,0	20
30	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,2	6,6	7,0	7,5	30
40	3,4	3,8	4,2	4,7	5,1	5,6	6,1	6,6	7,1	7,7	8,2	8,8	9,4	10,0	40
50	4,3	4,8	5,3	5,8	6,4	7,0	7,6	8,3	8,9	9,6	10,3	11,0	11,8	12,5	50
60	5,1	5,7	6,4	7,0	7,7	8,4	9,2	9,9	10,7	11,5	12,4	13,2	14,1	15,0	60
70	6,0	6,7	7,4	8,2	9,0	9,8	10,7	11,6	12,5	13,4	14,4	15,4	16,4	17,5	70
80	6,8	7,6	8,5	9,4	10,3	11,2	12,2	13,2	14,3	14,4	16,5	17,6	18,8	20,0	80
90	7,7	8,6	9,5	10,5	11,6	12,6	13,7	14,9	16,1	17,3	18,5	19,8	21,2	22,5	90
100	8,6	9,6	10,6	11,7	12,8	14,0	15,3	16,5	17,9	19,2	20,6	22,0	23,5	25,0	100

kanda tõmmatud joonele kahest lugemist saadud keskmine joone horisontaalprojektsioon, mis võetakse mõõtkava järgi sirkliga.

Horisontaalse viseerimiskiire juures määratakse kaugus kaugusemõõtja järgi valemi põhjal:

$$s = kl + c.$$

Kallaka viseerimiskiire ja vertikaalselt asetatud lati juures määratakse kaugus s kaugusemõõtjaga valemi järgi:

$$s = s_1 \cos^2 \alpha,$$

kus

$$s_1 = kl + c.$$

Viseerimiskiire kallakusest tingitud parandused leitakse kaugusemõõtjaga määratud joonte kallakusest tingitud paranduste tabelist. Tabelid on koostatud valemi $\Delta s = s_1 \cos^2 \alpha$ järgi.

N ä i d e. Mõõdetud kaldnurk $\alpha = +20^0 15'$,

joone pikkus $s_1 = 180{,}52$.

Interpoleerimise teel leiame:

	20^0 jaoks	21^0 jaoks
100	11,7	12,8
80	9,4	10,3
0,52	0,06	0,06
180,52	21,16	23,16

$\Delta s = 21{,}66$, järelikult $s = 180{,}52 - 21{,}66 = 158{,}86$.

Pärast seda arvutatakse NA ja kaldnurk, kontrollides viimase suurust NA kaudu. Kui latil märgitud instrumendi kõrgus ei ole millegi pärast nähtav, juhitakse kippreegli pikksilma keskmine horisontaalniit lati ülemisele otsale.

Järgnevalt tuleb kaldnurga ja punktide vahelise kauguse järgi määrata kõrgusvahe. Kui kippreegli keskmine niit juhitakse instrumendi kõrgusele, siis

$$h = s \tan \alpha + r,$$

kusjuures Maa kumerusest ja refraktsioonist tingitud parandust r ei arvestata kuni 300-m-ste kaugusteni. Kui aga keskmine niit juhitakse lati ülemisele otsale, siis

$$h = s \tan \alpha + i + r - l,$$

kus r on Maa kumerusest ja refraktsioonist tingitud parandus, mida samuti arvestatakse kauguste puhul üle 300 m;
i — instrumendi kõrgus;
l — lati pikkus.

3. Instrumendiga siirduda esimesele punktile ja mensul üles seada; mõõta instrumendi kõrgus ja see lattidele märkida. Lähtepunktile ja teisele punktile saata latihoidjad. Planšett orienteerida kas lähtepunktist esimesele punktile joonestatud suuna järgi (käigu pika külje puhul) või bussooli järgi (lühikese külje puhul).

4. *RV* juures juhtida kippreegli niitristiku horisontaalniit instrumendi kõrgusele (või lati ülemisele otsale); tagumise lati järgi võtta lugem vertikaalringilt ja lugem kaugusemõõtjalt (ainult mustalt küljelt); tulemused kirjutada väliraamatusse. Sama ringi juures kippreegli pikksilm juhtida teisele latile ja sooritada kõik punktis 2 mainitud operatsioonid, mille järele kippreegli pikksilm uuesti juhtida tagumisele latile ja vertikaalringilt võtta lugemid. Igakordsel vertikaalringi lugemisel seada vesiloe mull keskele.

5. Arvutada kaldnurgad „tagasi" ja „edasi" kummastki ringist, tehes kontrollimise *NA* kaudu, pärast seda aga leida kõrgusvahed: vastukõrgusvahe lähte- või esimesele punktile ja otsekõrgusvahe järgnevale või teisele punktile.

6. Erinevused otse- ja tagasikõrgusvahe vahel peavad piirduma eespool mainitud suurustega. Otse- ja vastukõrgusvahest võtta keskmised.

7. Lubatav sulgemisviga jaotada iga punkti juures sulgemisveaga paralleelseid jooni mööda võrdeliselt lõpp-punkti kaugusele käigu alguspunktist.

8. Äärmisi sulgemisvigu ületavate sulgemisvigade saamisel kontrollida hoolikalt kõrgusvahede arvutamise ja joonte pikkuste planšetile kandmise õigsust. Kui seejuures eksimusi ei avastata, korrata mõõtmisi käigu vastassuunas neidsamu punkte mööda, kuni viga üles leitakse.

9. Mensulkäikude punktid kindlustada vaiadega ja nende ümber kaevata kolmnurga-kujuliselt kraavikesed.

Käigu valitsevad ja väljapaistvad punktid märkida tähistega. Naaberplanšette katvad metsamassiivid varustada siduvate mensulkäikudega, sidudes need lähimate tähistega.

Lihtsustatud mensulkäigud. Lihtsustatud mensulkäike rajatakse abikäikudena põhilistele mensulkäikudele reljeefi mõõdistamise otstarbel jaoskonna maa-ala metsastes osades kui „bussoolkäike üle punkti". Töö järjekord selle viisi juures on järgmine:

1. Mensul üles seada põhise lähtepunktis; mõõta instrumendi kõrgus ja märkida see lattidele; bussooliringilt lugeda suund.

2. Latihoidja lähetada esimesele punktile, viseerinud latile, joonestada planšetile suund ja, lugenud joonepikkuse lati ühelt küljelt, kanda saadud kaugus tõmmatud joont mööda planšetile, pärast seda mõõta kaldnurk ringi kahe seisu juures.

3. Käigu esimene punkt mensuli ülesseadmisest vahele jätta, jättes sinna latihoidja, ja mensul üles seada teisele punktile; teine latihoidja lähetada kolmandale punktile; mõõta kaugus kuni käigu esimese punktini, tõmmata suund kolmandale punktile, mõõta selleni kaugus ja kanda planšetile. Kaldnurgad mõõta *NA* muutumatuse korral ringi ühe seisu juures. Jätkates nii edasiminekut üle ühe (järgneva) punkti, sulgeda käik lõpptugipunktis.

Töö suuremaks lihtsustamiseks lubatakse kippreegli pikksilm seada nulli aseme järgi, lugedes punktidevahelisi kõrgusvahesid otse lattidelt.

Kimisele maastikule siirdumisel määrata magnetnõela kääne, seistes tugipunktide järgi rangelt orienteeritud punktil.

Bussoolikäike üle punkti võib teha pikkusega kuni:

a) 5 km mõõtkava 1 : 50 000 jaoks,
b) 3 „ „ 1 : 25 000 „
c) 1,5 „ „ 1 : 10 000 „ .

Käigu sulgemisviga plaanis ei tohi ületada $\frac{1}{100}$ käigu üldpikkusest. Sulgemisviga kõrgustes arvestatakse samuti nagu tavaliste instrumentaalsete käikude jaoks.

Kõik mõõtmised käikudes, sõltumata nende täpsusest, peab kantama käikude mõõtmise väliraamatusse, nummerdades need arvu ja punktide järgi, kirjutades käigu põhise algus- ja lõpppunktid, nende kõrgused, rajamise aja jms.

Üleminekupunktid. Üleminekupunktideks nimetatakse mensuli seisupunkte, mis valitakse maastiku üksikasjade mõõdistamisel ja mis määratakse geomeetrilise võrgu punktidest ühel tuntud viisidest.

Tingimused, mida peavad rahuldama üleminekupunktid, on järgmised:

a) üleminekupunktid tuleb paigutada valitsevatele kohtadele, kust selgelt on näha mõõdistatav maastik ja kust on kõige kergem teostada antud jaoskonna mõõdistamist;

b) kaugusemõõtjaga mitmesuguste mõõtkavade jaoks määratavad pikkused ei tohi ületada eespool näidatud piire;

c) üleminekupunktide vahelised kaugused mõõdetakse kipp-reegli pikksilma niitristiku äärmiste niitide järgi või, kui lati kujutis pikksilmas on väiksem äärmiste niitide vahelisest kaugusest, siis keskmise ja kummagi äärmise niidi lugemite vahede summa järgi (niitristiku niitide ebasümmeetrilisusest tingitud vigade vähendamise otstarbel). Kauguse mõõtmist toimetatakse lati punase ja musta külje järgi, andes mõõtmistulemustele viseerimiskiire kallakusest tingitud paranduse. Joone otse- ja vastumõõtmiste resultaatide maksimaalne erinevus lubatakse:

kuni 10 m mõõtkava 1 : 50 000 jaoks,
„ 5 „ „ 1 : 25 000 „
„ 2 „ „ 1 : 10 000 „ .

Kõigi üleminekupunktide kõrgused määratakse otse- ja vastusuunas kahe nooniuse järgi, vertikaalringi kahe seisu juures, kusjuures saadud kõrgusi kontrollitakse 3—4 punkti tagant mõõtmistega vastuviseerimistest lähima 2—3 tugipunktile, milledeni kaugused võetakse planšetilt sirkliga vastava mõõtkava kohaselt.

Kaugusemõõtjaga üleminekupunktide vahel mõõdetud kauguste tabel.

Mõõtkava	Maastik (meetreis)				Märkusi
	Suure arvu kontuuridega, keeruka reljeefiga	Keskmise arvu kontuuridega, jämeda reljeefiga	Vähese arvu kontuuridega, jämeda reljeefiga	Stepimaastik	
1 : 50 000	250—300	300—400	500—600	800—1000	
1 : 25 000	150—200	200—300	300—400	400— 500	
1 : 10 000	100—150	150—200	200—300	300— 400	

Nõutava täpsuse saavutamiseks ja jämedate eksimuste kõrvaldamiseks tuleb üleminekupunktid paigutada geodeetilise, geomeetrilise, polügonomeetrilise põhise punktide vahele või instrumentaalsete mensulkäikude punktide vahele, moodustades nendega kinniseid polügoone.

Mõõtkavade 1 : 50 000, 1 : 25 000, 1 : 10 000 jaoks üleminekupunktide asukoht määratakse geodeetilise aluse või tööpõhise punktide suhtes äärmise veaga, mis ei ületa 0,3 mm plaanil.

Üleminekupunktide kõrguste määramise viga tööpõhise punktide suhtes ei tohi ületada:

1 m mõõtkava 1 : 50 000 jaoks,
0,5 „ „ 1 : 25 000 „
0,25 „ „ 1 : 10 000 „ .

Lubatav sulgemisviga jaotatakse antud rea kõigile üleminekupunktidele, kusjuures tingimata parandatakse viimastes punktides tehtud mõõdistamine. Kui sulgemisviga osutub lubatavast suuremaks, tuleb kogu töö teha uuesti. Kui sulgemisviga on 0,1 reljeefi võetud lõikepindade vahest, siis viimase üleminekupunkti kõrguseks tuleb võtta kahe tulemuse keskmine.

Mõõtmiste andmed kirjutatakse väliraamatusse, tehes töö kohal kõik vajalikud arvutused kõrgusvahede tabelite järgi.

Kõik üleminekupunktid kopeeritakse kõrguskalkale, märkides need punktid ringikestega ja kirjutades nende kõrvale kõrgused ning numbrid väliraamatu kohaselt.

Üleminekupunktidest moodustatud polügoonid märgitakse kalkale vastavate murdjoontega.

Piketipunktid. Piketipunktideks nimetatakse lattide seisupunkte reljeefi murdekohtades nende kõrguste määramiseks ja nende järgi maastiku horisontaalide joonestamiseks. Piketipunktide arv ja nende kaugus mensuli seisupunktist sõltub mõõdistatava maa-ala reljeefi iseloomust.

Piketipunkti kõrgus arvutatakse valemi järgi:

$$H_1 = H_0 + s \tan \alpha$$

tingimusel, et kippreegli pikksilma niitristiku horisontaalniit oli juhitud latile märgitud instrumendi kõrgusele.

Latipunktid. Latipunktideks nimetatakse lati seisupunkte kontuuride piire mööda; latipunktid võetakse kontuuride joonestamiseks instrumendi seisupunkti ümbruses.

Kaugused latipunktideni loetakse kaugusemõõtja järgi kippreegli kahe äärmise niidi vahelt. Mõõtmiste tulemusi väliraamatusse ei kirjutata.

33. Maastiku mõõdistamine mensuliga.

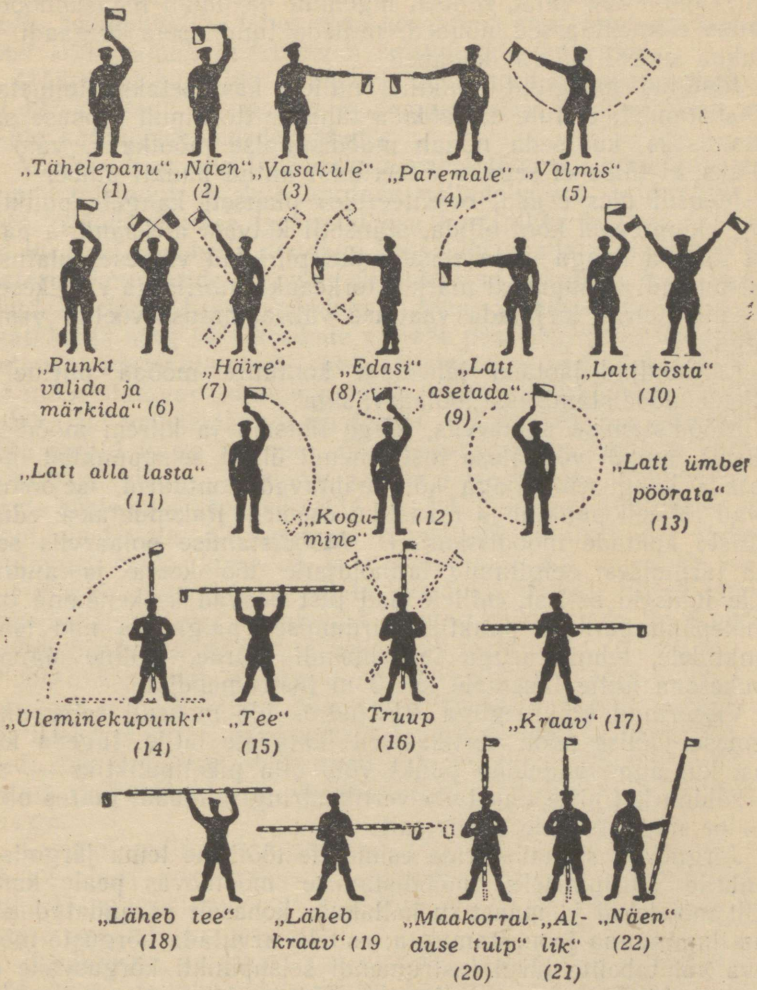
Situatsiooni mõõdistamine. Lähtepunktiks mõõdistamistööde jaoks antud jaoskonna maa-alal võib olla iga punkt planšetil, mis kuulub kas geomeetrilise või geodeetilise võrgu või instrumentaalsete mensulkäikude punktide hulka. Kuid töö kiirendamiseks tuleb:

a) mõõdistamist alustada planšeti kaugemast nurgast, kui elukorter on alaline ja asetseb planšeti ühes punktis, või

b) alustada ümber elukoha asetsevaist kohtadest, liikudes

ringjoonelt tsentri poole, kui töö kestel on võimalus korterit mitu korda muuta.

Võtta endale juhiseks, et tööle väljudes tuleb kontrollida mõõdistamiseks vajalike abinõude ja riistade olemasolu.



Joon. 108.

Mõõdistamist teenindavate isikute arv, peale tehniku, peab koosnema ühest vanemast töölisest, kahest latihoidjast-töölisest ja töölisest veokiga jaoskonna maa-alal edasisõiduks ja instru-

mentide veoks. Juba mõõdistamise algusest peale ei tohi hoolida ajast, et töölistele õpetada järgmisi oskusi: mõõdistamisvõtted ja mensuli ülesseadmine maastiku punktis (jäme orienteerimine, nivellimine, tsentreerimine), signaliseerimise reeglid ja ülemineku punktide valik, reljeefi lugemine ja muud mensulmõõdistamise elementaarsed nõuded, millede tundmiseta brigaadi töö edukus suurel määral kahaneb.

Jõudnud märgitud punktile, millelt kavatsetakse toimetada mõõdistamist, ei tule eemaldada tähis mitte ainult täpsuse saavutamiseks, kui seda nõuab mõõdistamise mõõtkava, vaid ka selleks, et tähis ei segaks viseerimist antud punkti ümber.

Mensul üles seada, orienteerides planšeti kaugete punktide järgi, kippreegel kontrollida, planšetti katvast aleksandria paberist lõigata noaga välja seisupunkti piirkond väikeses ulatuses, instrumendi seisupunkti märkiv torkeauk ümbritseda ringikesega ja selle juurde kirjutada vaatluse väliraamatust võetud vastav kõrgus.

Latihoidjad jaotada lähemaid kontuure mööda piiride ja reljeefi mõõdistamiseks „polaarviisiga".

Mõõdistamise polaarviis, kõige lihtsam ja kiirem mõõdistamisviis, annab võimaluse instrumendi ühest seisupunktist mõõdistada kaugusemõõtjaga kõik nähtavad kontuurid, iseloomustavad reljeefi punktid ja maastiku esemed. Rakendatakse eduga lahtiste kohtade mõõdistamisel. Mõõdistamise polaarviis seisneb järgmises: selgitanud latihoidjaile töö korra ja andnud neile juhiseid sellest, millele nad just peavad keskendama oma tähelepanu punktilt punktile siirdumisel, paigutada nad lähtepunktidele, tehnik asugu instrumendi juurde, tööline signaallipukesega mitte lähemale kui 3 m instrumendist.

Viseerinud kippreegliga *RV* juures üle mensuli seisupunkti esimese töölise poolt vertikaalselt hoitavale latile, lugeda kaugus, kui aga vaadeldav punkt võib olla piketipunktiks — siis ka kaldnurk (mitte unustada vertikaalringi alidaadi juures oleva vesiloe mulli keskele seadmast).

Järgnevalt signaliseerida esimesele töölisele tema järgmisele punktile siirdumiseks, mõõdistamise mõõtkavas peale kanda latilt mõõdetud ja maastiku kallakuse kohaselt parandatud kaugus ilma suuna joonestamiseta; esiteks arvutada kõrguste mõõtkava või tabelite järgi instrumendi seisupunkti kõrgusvahe üle piketipunkti, siis aga piketipunkti kõrgus, kirjutades selle hästi teritatud pliiatsiga plaanile sirkli torke juurde (ruumi kokkuhoiu eesmärgil jätta kirjutamata meetrite arvu konstantse osa). Väliraamatusse sissekandeid mitte teha. Pärast seda *RV* juures viseerida teise latihoidja latile, signaliseerida teisele latihoid-

jale tema järgmisele punktile siirdumiseks, mõõdetud kaugus peale kanda, arvutada piketi kõrgus (kui määratav punkt on ühtlasi ka piketipunktiks) ja see kirjutada vastava torke juurde. Täpselt samuti viseerida esimese latihoidja seisupunktile, mõõtmised teostada taoliselt eelmise viisiga, viseerida teise latihoidja seisupunktile, tehes seda kordamisi seni, kuni on mõõdistatud kõik vajalik instrumendi seisupunkti ümbruses.

Määranud punktide asukohad, tuleb need ühendada punktiirvõi täisjoontega (vastavalt leppemärkidele), siludes jooni kõlvikute kontuuride murdekohtades.

Maakasutuse piirid käänakute vahel tõmmata joonlaua järgi sirgete täisjoontega, külvikordade väljade piirid — punktiirjoonega. Mõõdistamise teostatud osa kontrolliks koguda latihoidjad mensuli juurde ja nendega koos läbi vaadata planšetile joonestatud kontuurid; ebaõiged ühendamised kindlaks teha ja kõlvikud märkida leppemärkidega; teha maakasutuse erinevate maatükkide ning külvikordade väljade pealkirjad, planšeti raame ületavate teede nimetused jne. Avastanud lüngad ja ekslikkused mõõdistatavas kontuuris, tuleb latihoidjad saata uuesti kahtlastele ja vahelejäänud kohtadele. Kontrollinud mõõdistatu, anda suund uuele jaamale, üleminekupunktile, järgides eespool toodud juhendeid. Jaamast jaama järjestikusel üleminekul on tarvis süstemaatiliselt võrrelda planšetile saadud kontuuride piirjooni vastavate piirjoontega maastikul, kontrollides andmete usutavust teede, kraavide ja muude maastiku objektide laiuse üle, mis on saadud latihoidjate avalduste põhjal. Enesekontrolli otstarbel tuleb igast järgnevast jaamast mõõdistada 3—4 punkti, mis olid juba mõõdistatud eelmisest jaamast.

Seal, kus kontuuripunkte või maastiku esemeid tuleb määrata kui ligipääsmatuid (korstnad, üksikult seisvad puud, need või teised objektid padrikuis, jõgede vastaskaldad ja üldse esemed, mis asetsevad üle kaugusemõõtjaga määramise piiride antud mõõtkavas), on mõõdistamine tarvis teostada lõigete viisiga.

Eespool mainitud juhtumeil on lõigete viis mugav, kuid nõuab suurt ettevaatlikkust, tähelepanelikkust ja korralikkust niihästi latihoidjate poolt punktide valikul kui ka tehniku poolt nende punktide määramisel.

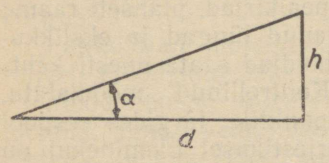
Kontuuride ja maastiku esemete kujutamine topograafiliste mõõdistamiste plaanidele tuleb teostada üldkohuslikes leppemärkides, kusjuures antud mõõtkavas väljendatavad mõõdistamisobjektid kantakse plaanile nende mõõtmete ja piirjoonte täpse edasiandmisega. Ilma mõõtkavata leppemärke kasutatakse väikesi mõõtmeid omavate maastiku esemete kujutamiseks.

Täpsuselt peab horisontaalne mõõdistamine rahuldama järgmist nõuet: äärmised vead maastiku esemete ja kontuuride plaanilises asetuses planšetil ei tohi ületada 1 mm geodeetilise aluse punktide suhtes.

34. Reljeef ja selle kujutamine.

Maapinna reljeefi plaanile kujutada — see tähendab näidata maastiku üksikute punktide relatiivseid või absoluutseid kõrgusi, nõlvade (või veerude) suundi ja järsakusi kui ka maapinna kõrgendike ja madalike vastastikust asendit, seost ja üldist kuju.

Reljeefi kujutamise meetodeid on palju. Topograafilistel mõõdistamistel maakorralduse juures on võetud igal pool üks reljeefi kujutamise meetod — horisontaalide meetod.



Joon. 109.

Horisontaalid — need on kinnised kõverjooned (või nende osad), mis moodustuvad reljeefi lõikamisel teineteisest võrdsel kaugusel seisvaist horisontaalseist tasapindadest.

Nõlva alus, kalle, lõikevahe (joon. 109). Kahe horisontaali vahelist kaugust d plaanil nimetatakse nõlva aluseks. Horisontaalidevahelist kõrgust h nimetatakse reljeefi lõikepindade kõrgusvaheks ehk reljeefi lõikevaheks. Nõlva alusest ja kahe naaberhorisontaali ristjoonest moodustatud nurka α nimetatakse nõlva järsakuse ehk kallakuse nurgaks. Järsakuse nurga, lõikevahe ja nõlva aluse vahel on järgmine sõltuvus:

$$\text{kalle } i = \tan\alpha = \frac{h}{d}, \quad \text{nõlva alus } d = h\cot\alpha,$$

$$\text{lõikevahe } h = d\tan\alpha.$$

Nõlva aluste ja kallete diagramm (joon. 110). Horisontaalidevaheliste kallakute graafilist määramist teenindavad nõlva aluste (ehk järsakuste) ja kallete nomogrammid, mis arvutatakse ja konstrueeritakse järgmiste valemite alusel:

$$d = h\cot\alpha, \quad i = \tan\alpha = \frac{h}{d}.$$

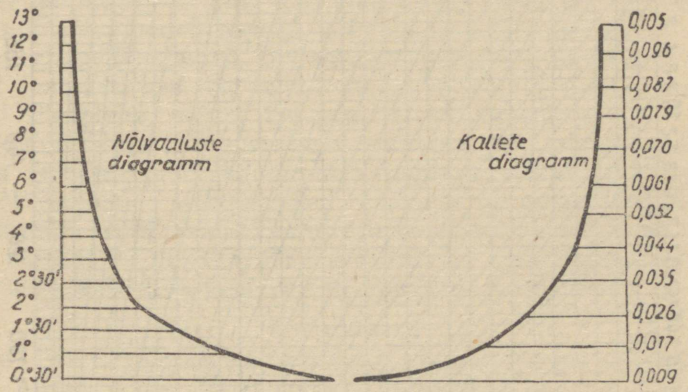
Nõlva aluste mõõtkava konstrueeritakse järgmiselt: tõmmata vertikaaljoon ja kanda sellele võrdsed lõigud. Läbi jaotuspunktide tõmmata horisontaaljooned ja nendele kanda antud

plaani mõõtkavas nõlva alused. Nende otsad ühendada sujuva kõverjoonega, mis ongi nõlva aluste diagramm. Samal viisil konstrueeritakse kallete diagramm.

Kasutades diagramme võib määrata kaht naaberhorisontaali lõikava sirge lõigu kallakuse kraadilist suurust, milleks on tarvis:

a) mõõta plaanil sirkliga horisontaalidevaheline lõik;

b) kanda see nõlva aluste diagrammile paralleelselt joonestatud ristjoontega, nii et sirkli üks teravik asetseks vertikaaljoonel, teine aga kõverjoonel;



Joon. 110.

c) vertikaalskaala järgi lugeda kallakuse nurk, vajaduse korral nurga suurust interpoleerides silma järgi.

Praktikas määratakse sageli kallakuse nurga asemel kalle, mis leitakse kallete diagrammilt eespool mainitud viisil.

Kõrgused ehk altituudid. Punkti absoluutseks kõrguseks ehk altituudiks nimetatakse maapinna punkti kõrgust üle ookeanipinna (üle nullnivoo).

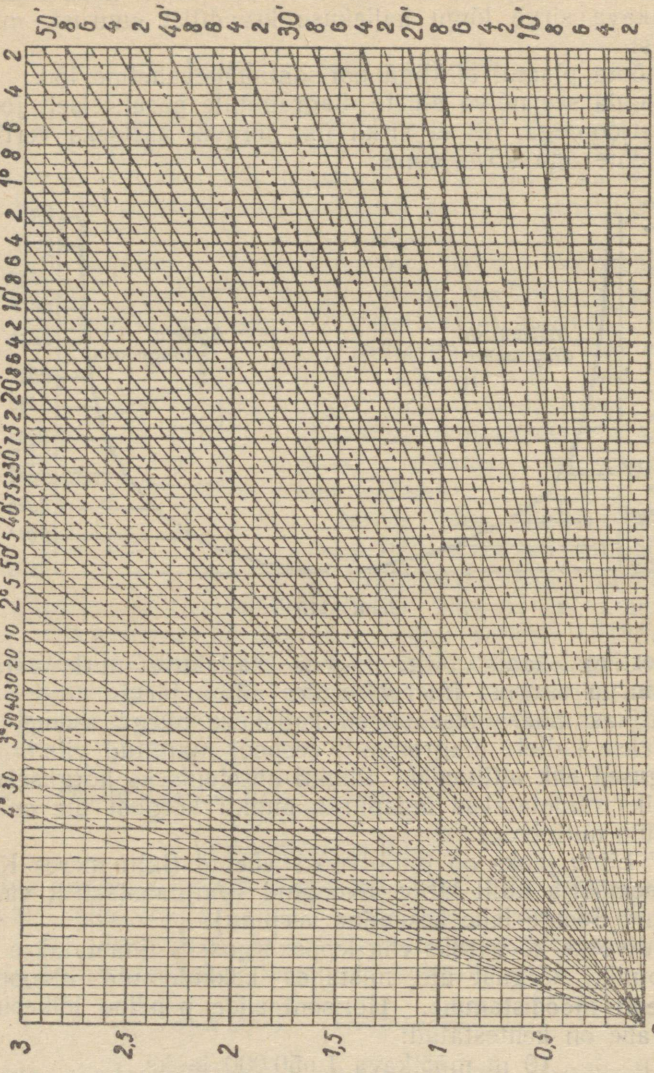
NSV Liidu jaoks on nullnivooks võetud Balti meres Kroonlinna veemõõtja nulli läbiv nivoopind (paljuaastastest vaatlustest leitud Soome lahe keskmine veepind).

Relatiivseks kõrguseks ehk leppekõrguseks nimetatakse maapinna punkti kõrgust üle mistahes kokkulepitud nivoopinna.

Reljeefi mõõdistamine. Horisontaalide põhiline lõikepindade kõrgusvahe on kehtestatud:

10 m	mõõtkava 1 : 50 000	jaoks,
5 „	„ 1 : 25 000	„
2 „	„ 1 : 10 000	„ .

Reljeefi üksikasjade kujutamiseks reljeefi suure lõikevahe juures võetakse abiks lisahorisontaalide tõmbamine pool- ja isegi veerandhorisontaalide näol, märkides neid kriipsjoonega.



Joon. 111.

Stepimaastikus tuleb peale horisontaalide anda tihendatud võrk reljeefi iseloomulike punktide kõrgustest. Horisontaalidega

kujutamata jäänud järsud astmed, järsandikud, veeuurded, augud jms. märgitakse üldkasutatavate leppemärkidega.

Praktiliselt reljeefi mõõdistamisel tuleb juhinduda järgmistest põhimomentidest.

Mõõdistamist teostada ainult neid kohti mööda, mis otseselt on nähtavad tehnikule endale.

Antud jaamast mõõdistatud reljeefi üksikud kesksed või karakteersed kohad tuleb tingimata mõõdistada kontrollpikettidega naaberjaamadest. Tähendatud reeglist kõrvalekaldumine võib aset leida ainult kinnistes kohtades.

Piketipunktide valikut teostatakse arvestusega, et nendevahelised nõlvajooned oleksid võimalikult ühetaolised.

Reljeefi mõõdistamist toimetatakse nõlva all, mitte ülal asetsevast jaamast, sest et paljud maastiku voldid ülalt vaadates näivad siledatena, nõlvad ise aga näivad järsematena.

Piketipunktide kõrgusvahede määramine toimub polaarviisiga (mõõtes jooni kaugusemõõtjaga ja kaldnurki kippreegliga *RV* juures). Kõrgusvahed valitakse kõrguste mõõtkavalt.

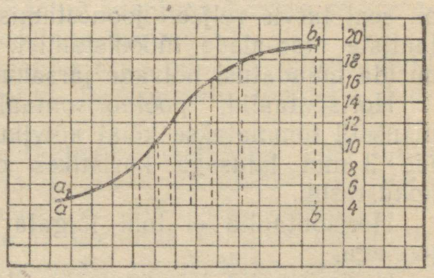
Kõrguste mõõtkava. Väikeste kaldnurkade juures võib kasutada kõrguste mõõtkavaks nimetatavat nomogrammi, mis konstrueeritakse järgmise valemi kohaselt (joon. 111):

$$h = s \tan \alpha.$$

Reljeefi joonestamine toimub järgmises korras:

1. Antud lõikevahe kohaselt, arvestades looduses olevaid reljeefi piirjooni, kantakse alguses horisontaalid kõrgustike jalal, siis aga nende tipul.

2. Tõmmatud horisontaalide vahele märgitakse vahepealsed horisontaalid, jagades nõlva aluseid võrdseiks osadeks horisontaalide arvu kohaselt, kui maastiku kallakus on ühesugune, või jagades nõlva aluse vastavaiks mittevõrdseiks osadeks, lähendades ja eemaldades horisontaale omavahel, kui nõlva järsakus ei ole ühesugune.



Joon. 112.

Vähevilunud tehnikul tuleb reljeefi joonestamist toimetada millimeeterpaberi abil järgmisel viisil (joon. 112).

Olgu punkti a_1 kõrgus = 4,7 m,
„ „ b_1 „ = 19,5 „.

Sirkliga mõõta kaugus ehk nõlva alus punktide a_1 ja b_1 vahel ning saadud lõik kanda meelevaldsele sirgele *ab*, lõigu otstes tõmmata ristjooned ning kanda neile vabas mõõtkavas kõrgused, seejuures graafiku mõõtmete vähendamiseks kõrgustes ära jättes väiksemas kõrguses olev paaris-täismeetrite arv, s. t. võttes $a_1 = 0{,}7$ m ja $b_1 = 15{,}5$ m. Pealekantud kõrguste otsad ühendada käega kõverjooneliselt, mis kujutabki maastiku profiili punktide a_1 ja b_1 vahel. Edasi kõvera a_1b_1 ja paarismeetreid kujutavate millimeeterpaberi joonte lõikepunktidest tõmmata sirgele *ab* ristjooned, millede alused annavad horisontaalide asukoha. Siis millimeeterpaber murda *ab* mööda ja, asetanud selle planšetile vastavate punktide juurde, kopeerida nende vahele kõik joonel *ab* leitud jaotused.

Saanud samal viisil horisontaalide kohad ka teistele nõlva alustele, jääb üle ühendada omavahel kõik võrdsete horisontaalide punktid juhindudes maastiku iseloomust.

Horisontaalide joonestamine ja maastiku reljeefi numbriline iseloomustus. Horisontaalide tõmbamise hõlbustamiseks soovitatakse üksikasjade mõõdistamise protsessis visandada horisontaalide ligikaudsed asendid, haarates eelkõige reljeefi skeleti (mäejalad ja -tipud, siis seljakute, orgude ja nõvajoonte suunad, augud, sadulkohad jm.).

Kinnises maastikus rajada mõõdistamiskäigud nõvajooni ja sellega ristiolevaid suundi mööda, samuti aga ka mööda teid, metsasihte, jalgradu, lagendikke, põlendikke, raismikke, jõgede ja ojade orge, raiudes äärmistel juhtudel kitsaid visiire.

Selleks et õigemini jälgida reljeefi vorme kinnisel maastikul, on seal tarvis reljeefi joonestamist toimetada pärast piirnevate lahtiste maa-alade mõõdistamist. Mägistes kohtades hoolega uurida muudatusi nõlvade järsakuses.

Horisontaalid, poolhorisontaalid ja täiendushorisontaalid planšetil tõmmatakse kõiki kõlvikuid ja asulaid mööda. Plaanil üle 3 mm laiusega kuristikes on horisontaalide tõmbamine kohustuslik.

Horisontaalid ei tohi lõigata teid, mis on märgitud kahe joonega.

Horisontaalid joonestatakse plaanile pidevjoonega, poolhorisontaalid pikakriipsulise kriipsjoonega, täiendushorisontaalid aga lühikriipsulise kriipsjoonega, juurde kirjutades iseloomustavais kohtades kõrgusi.

Põhilise lõikevahega horisontaalidele kirjutatakse juurde kõrgusarvud valikuliselt, asetades üle kogu plaani pindala numbrid nii, et nad oma alusega asetseksid nõlva languse suunas.

Reljeefi kiiremaks lugemiseks ja nõlvade suuna selgitamiseks varustatakse horisontaalid nõlva kriipsudega, mis väljuvad horisontaalist nõlva languse suunas. Nõlva kriipsude asetamine on vajalik horisontaalidele, mis kujutavad tippe, sadulaid, sulglohke ja sellesarnaseid reljeefi vorme.

Ilmekuse tõstmiseks ja horisontaalide lugemise lihtsustamiseks tõmmatakse iga viies horisontaal jämedamalt.

Reljeefi graafilise horisontaalidega kujutamise täienduseks antakse reljeefi numbriline iseloomustus, mille koostamiseks kirjutatakse plaanile kõrgusarvud valitsevaile, reljeefi iseloomustavamaile punktidele, alaliste teede ja metsasihtide ristumiskohtadele, piiride ja peenarde käänudele, väljaspool asulaid olevate põllukaevude ja allikate asukohtadele, orienteerimist teenindavate üksikult seisvate puude juurde, teenäitajate ja tuuleveskite asukohtade juurde jne. Tasaste kohtade jaoks tuleb anda reljeefi üksikasjalikum numbriline iseloomustus, näidates täiendavalt reljeefi joonestamiseks kasutatavaist kõrgustest tähtsamaid kõrgusi.

Plaanidel näidatakse ka jõgede, jõekeste, ojade, kanalite, järvede ja suurte tiikide veepiirdes võetud punktide kõrgused järgmistes kohtades: teede ülemineku kohtades jõgedest ja jõekestest, veskite juures, vabrikute ja tehaste juures, all- ja pealpool tammi, jõgede, jõekeste ja ojade allikate ning suudmete juures, veemõõdusildade juures, kärestikel ja põikmadalikel. Selliste punktide kõrguste küllaldase arvu puudumisel antakse vooluvete ja veebasseinide pindade kõrgused iga 2—3 km tagant. Tammide juures võetud veepinna kõrgused antakse murrukujuliselt: lugejas ülalpool tammi võetud veepinna kõrgus ja nimetajas allpool tammi võetud veepinna kõrgus.

Reljeef tuleb joonestada vajaliku arvu punktide alusel, kuid tingimata loodusest. On keelatud horisontaale tõmmata kõrguste järgi kodus.

Kõrgus- ja kontuurkalkade täitmine. Aeg-ajalt, kuid mitte harvemini kui kaks korda nädalas, kopeerida planšeti välistöödega töötlemise järgi kõrguskalkale kõik üleminekupunktid, täienduspunktid, kõik maastiku ja veepinna karakteersed punktid, märkides instrumendi seisupunktid ringikestega, punkt keskel (kui nende jaoks ei ole leppemärki), kirjutades nende juurde kõrgused kuni kümnendikmeetrini; mainitud punktid ühendada punaste joontega nende vastastikuse seose määramise järjekorras.

Kontuurkalkad täidetakse sulega kontuuride piire mööda nõutavais leppemärkides, tehes pealkirjad tušis, ilma joonistamata, silma järgi, vabalt, käelt.

Pärast välitööde lõpetamist tuleb kontuur- ja kõrguskalkad viia täielikku kooskõlasse planšetiga selleks, et neid võiks kasutada planšeti viimistlemise ja korrektuuri juures järgneval perioodil.

Peale selle peab üksikutel kalkadel või pausidel valmistatama niinimetatud „ühistamisäärised", mis on materjaliks naaberplanšettide mõõdistamistulemuste võrdlemisel.

„Ühistamisääristel" on tarvis näidata planšeti raamide sees mõõdistatav riba raamist 2 cm ulatuses ja kogu raamitagune mõõdistamisriba.

Tahhümeetrilised tööd.

35. Tahhümeetrilised käigud.

Üldised alused. Tahhümeetrilisi mõõdistamisi võib organiseerida: topograafilise mensulmõõdistamise asemel; kõrguste siirmiseks mensulitöödel; marsruut-mõõdistamise otstarbel; plaanimaterjali saamiseks sovhooside ja kolhooside majanduskeskuste planeerimise ja ümberplaneerimise otstarbeks.

Harilikult on mensulmõõdistamise asendamine tahhümeetrilisega massiliste topograafiliste tööde juures otstarbetu ja mittekasulik.

Põhilisi tahhümeetrilisi käike rajatakse mensulkäikude asemele neil juhtumeil, kui tugipunktide süsteemist planšetil ei piisa situatsiooni ja reljeefi mõõdistamiseks ja olemasolevate punktide vahelised kaugused ei luba põhiliste mensulkäikude rajamist.

Sellistel juhtudel peab tahhümeetriliste käikude pikkus olema:

mitte üle	20	km	mõõtkavas	1 : 50 000
„ „	10	„	„	1 : 25 000
„ „	3	„	„	1 : 10 000.

Tahhümeetriliste käikude jooned mõõdetakse kaugusemõõtjaga ja nende pikkused mainitud mõõtkavade jaoks ei tohi olla alla 100—150 m. Tähendatud pikkusi ületavad kaugused mõõdetagu osade kaupa kaheküljeliselt latilt.

Horisontaalnurki mõõdetakse üheminutilise teodoliidi abil ühe võttega, limbi ümberasetamisega poolvõtete vahel. Vertikaalnurki mõõdetakse ringi kahe seisu juures, vesiloe mulli keskel olles.

Kui vertikaalringi diameeter on alla 10 cm ja selle juures oleva vesiloe jaotuse väärtus on üle ühe minuti, siis käigu punktide kõrgused siirdakse kippreegliga.

Tunduva ulatusega käikudes, mitte harvem kui 10 km tagant, samuti aga ka järskude käänakute kohtades, määratakse tõeline asimuut täpsusega mitte alla 1′.

Rippuvaid tahhümeetrilisi käike lubatakse

mitte üle 5 km		mõõtkavas	1 : 50 000
„ „ 2	„	„	1 : 25 000
„ „ 1	„	„	1 : 10 000

tõelise asimuudi mõõtmise kohustusega instrumendi viimases seisupunktis täpsusega mitte alla 1′.

Tahhümeetriliste käikude punktide kõrguste tasandamine teostatakse kas kinnisi polügoone mööda või põhivõrgu punktide vahel samuti nagu geomeetrilise võrgu punktide tasandamine mensulmõõdistamise juures.

Äärmine nurgaline sulgemisviga ei tohi ületada $1',5\sqrt{n}$, kus n on käigu nurkade arv.

Käigu sulgemisviga plaanis peab olema piirides:

1 : 300	käigu pikkuse	puhul	kuni 2 km	
1 : 400	„	„	„	2 kuni 3 km
1 : 500	„	„	„	3 „ 6 „
1 : 600	„	„	„	6 ja rohkem km.

Käigu käänupunktid kindlustatakse vaiade ümber kaevatud kraavidega.

Lihtsustatud tahhümeetrilised käigud ehk bussoolkäigud seisnevad selles, et käigu kõigi joonte suunad väljendatakse tahhümeetri bussoolilt loetud rumbidega või asimuutidega. Viimast viisi rakendatakse magnetiliste anomaaliate puudumise korral ja korraliku bussooli olemasolul tahhümeetri juures.

Lühikeste külgedega käikudes (mööda metsateid, jalgteid jms.) võib asimuutide või rumbide mõõtmine toimuda mitte käigu igas punktis, vaid üle punkti.

Lühikesi jooni mööda bussoolkäik mitte ainult ei kiirenda tööd, vaid ta on ka tahhümeetrilisest käigust võrdlemisi täpsem, silmas pidades, et viseerimisjoonte pikkused plaanile kantuna on lühemad bussooli magnetnõela pikkusest.

Asimuudiline lugemine bussoolilt sooritatakse magnetnõela kummagi otsa järgi täpsusega kuni 15′, lugedes täiskraadide arvu nõela lõunapoolse otsa järgi, kui bussooli nullkriips asetseb pikksilma okulaari kohal, ja põhjapoolse otsa järgi, kui oku-

laari kohal asetseb bussooli 180°-line jaotuskriips. Magnetnõela teise vastava otsa järgi võetakse lugem ainult kraadi veerandosades. Asimuudi suurus võrdub lugemite keskmisega, ümardatud 15'-ni. Juhtumil, kui bussooli jaotused lähevad kella-osuti käigu järgi, tuleb saadud lugem lahutada 360°-st.

Rumbiliste nurkade nimetused määratakse järgmises korras:

Kui objektiivile lähimaks magnetnõela otsaks on	ja bussooli rõnga nullkriips asetseb magnetnõela otsast	siis rumbi nimetuseks on
põhjapoolne	paremal	NO
„	vasakul	NW
lõunapoolne	paremal	SW
„	vasakul	SO

Kui bussoolkäigu külgede suunad mõõdeti magnetiliste rumbide järgi, siis nende taandamiseks antud tsooni telgmeridiaanile on tarvis rumbidega NW ja SO liita magnetnõela kõrvalekaldumine telgmeridiaanist, rumbidest NO ja SW aga lahutada mainitud kõrvalekaldumise suurus.

Bussooli magnetnõela kõrvalekaldumise määramine telgmeridiaanist. Kui tahhümeetrilise mõõdistamise rajoon tööde teostamise momendiks on varustatud põhivõrguga, määratakse magnetnõela kõrvalekaldumine kui vahe põhivõrgu joone tasapinnalise direktsioonnurga ja magnetilise suuna vahel, s. t. $\Delta = t - a$, kus Δ plussmärgiga annab idapoolse kõrvalekaldumise, miinusmärgiga — läänepoolse.

Magnetiliste anomaaliate puudumise korral võib käigu mistahes ühe külje jaoks leitud magnetnõela kõrvalekaldumise laiendada kõigile teistele külgedele, mis asetsevad mitte kaugemal kui 7 km antud joonest. Sellest ulatusest kaugemal on magnetnõela kõrvalekaldumine tarvis määrata uuesti.

Sel juhtumil, kui mõõdistamisrajoon ei ole varustatud põhivõrguga ja järelikult ei esine võimalust magnetnõela kõrvalekaldumise määramiseks põhivõrgu direktsioonnurkade järgi, tuleb kõrvalekaldumine määrata käigu mingi külje tõelise asimuudi mõõtmise kaudu.

Maapealse eseme sfääriline direktsioonnurk määratakse valemi järgi:

$$T = \alpha - \gamma,$$

kus α on tõeline asimuut maapealsele esemele;

γ — meridiaanide koonduvus.

Et aga tahhümeetriliste käikude jaoks, millede külgede ordinaadid on alla ühe kilomeetri, võetakse tasapinnaline direktsioonnurk võrdseks sfäärilisega (suuna reduktsioonist tingitud paranduse väiksuse tõttu), siis $t = T$, seepärast magnetnõela kõrvalekaldumine määratakse valemi järgi:

$$\Delta = t - a.$$

Orienteerides tahhümeetrit magnetilise meridiaani alusel direktsionaalsuuna järgi, avaldavadki Δ-le vastavad bussooli lugemid nullkriipsust vahenditult joonte otsitava direktsionaalsuuna. Kui Δ on plussmärgiga, siis pööratakse bussooli rõngast Δ võrra vasakule, miinusmärgi puhul aga vastavalt paremale.

36. Tahhümeetrilised mõõdistamised.

Tahhümeetri ülesseadmine. Tahhümeetrilise käigu igas jaamas toimub tahhümeetri ülesseadmine järgmiselt:

a) instrument tsentreeritakse ja seatakse horisontaalasendisse;

b) limb orienteeritakse;

c) mõõdetakse instrumendi kõrgus (vertikaalne kaugus maapinnast kuni pikksilma pööramisteljeni);

d) määratakse nulli ase.

Tahhümeetri limb orienteeritakse:

a) kas meridiaani järgi, kui puuduvad kohalikud magnetilised anomaaliad ja kui tahhümeetri bussool on nõutavalt korras;

b) või eelmise suuna järgi.

Tahhümeetri orienteerimine magnetilise meridiaani järgi. Nooniuse null ühitada limbi nulliga ja limbi pöörata koos instrumendi kogu ülemise osaga seni, kuni bussooli magnetnõela otsad ühtivad nulldiameetriga.

Tahhümeetri orienteerimine eelmise suuna järgi. Muutes eelmisest jaamast instrumendi antud seisupunktile tehtud lugemit 180^0 võrra, ühitada saadud lugemiga nooniuse null ja, pöörates limbi, viseerida eelmisele jaamale, pärast seda limb kinnitada.

Praktiseeritakse veel tahhümeetri orienteerimise teistsugust viisi, nimelt: igas jaamas alidaadi nooniuse null ühitatakse limbi nulliga, selle järel limbi pöörates orienteeritakse tahhümeeter eelmise suuna järgi.

Vaatluste ja mõõtmiste kord. Tahhümeetri üles seadnud ja orienteerinud, on järgnevalt tarvis:

Tahhümeetriline käik. Nr. — jaama nr.

Vaatleja:

Algus . . . . . Lõpp . . . . . .

Abiline:

„ ” . . . . . 193 . a.

i — instrumendi kõrgus

H — jaama kõrgus

Jaama nr. = i = H =	Vaadeldavad punktid	Lugemid		Nurk või rumb (otse)	Joone horisontaalprojektsioon	Lugemid		NA (nulli ase)	α — kaldnurk	h' — kõrgusvahe ($h' = d \tan \alpha$)	l — viseeritava eseme kõrgus	$\pm h = d \tan \alpha + i - l + r$ otse ja vastu	$\pm h$ — keskmised käigu suunas	$\pm \Delta h$ — parandused	$\pm h$ — parandatud	H — määratava punkti kõrgus (altituud)	Tahhümeetrilise käigu visand
		Horisontaalringilt				Vertikaalringilt											
		P	V			P	V										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Tahhümeetrilise mõõdistamise väliraamatu näidis.

Seisupunkti nr.	Seisupunkti kõrgus — H	Pikettide litrid	Lugemid horisontaalringilt	S	α	h	Pikettide kõrgused	Krokii

1) mõõta instrumendi kõrgus seisupunktist kuni pikksilma horisontaalse pööramisteljeni ja märkida instrumendi kõrgus lattidele;

2) püstitada latt jaamas nr. I;

3) pöörates alidaadi (limb on ülesseadmise juures kinnitatud) juhtida pikksilm latile; võtta lugem latilt; seadnud vertikaalringi juures oleva vesiloe mulli keskele, juhtida niitristiku keskmine horisontaalniit latil märgitud instrumendi kõrgusele või lati ülemisele otsale;

4) võtta lugemid vertikaal- ja horisontaalringilt; mõõtmiste tulemused kirjutada väliraamatusse;

5) pikksilm pöörata üle seniidi ja uuesti juhtida latile ning, korranud neidsamu toiminguid, võtta lugemid kummaltki ringilt, arvutada nulli ase, joone 0 — I asimuut ja mõõdetud joone horisontaalprojektsioon, samuti ka kõrgusvahe jaamalt nr. 0 jaamale nr. I.

Järgnevalt siirduda instrumendiga jaama nr. I. Instrument üles seada, limb orienteerida ja, lõdvendanud alidaadi ja pikksilma kinnituskruvi, sooritada edasi järgmised toimingud:

1) mõõta instrumendi kõrgus ja see märkida lattidele; latid püstitada jaamades nr. 0 ja nr. II;

2) viseerida nulljaamale;

3) võtta lugemid nulljaama püstitatud latilt, vertikaalringilt, siis aga horisontaalringilt; pöörata pikksilm üle seniidi; korrata lugemid; määrata nulli ase ja kontrolliks võrrelda eelmisel jaamal saadud nulli asemega; arvutada joone I — 0 asimuut ja kaugusemõõtjaga mõõdetud joone horisontaalprojektsioon.

Järgnevalt sooritada vajalikud lugemid jaama nr. II suunas, korrates kõiki toiminguid eespool mainitud järjekorras.

Vahe mõõdetud magnetiliste ja arvutatud asimuutide vahel on lubatud mitte üle $0^0,5$. Viga üle $0^0,5$ tõendab kas eksimust instrumendi orienteerimisel või horisontaallimbi lugemisel. Bussooli järgi orienteerimisel võis lubamatu vahe tekkida mõningaist mõjustustest magnetnõelale.

Mõõdistamise teostamine. Lugemite saamise ühetaolise süsteemi kindlaksmääramiseks jaama ümbruse mõõdistamisel tuleb piketipunktide valik teostada limbi nullkriipsust kellaosuti käigu suunas.

Piketipunktide vertikaalnurkade mõõtmine toimub ringi ühe seisu juures, kaldnurkade lõplikud suurused aga arvutatakse nulli aseme kaudu vastavate valemite järgi.

Tahhümeetrilise käigu riba mõõdistamise piirides on mugav pidada piketipunktide ühte pidevat numeratsiooni (araabia

numbritega, erinevalt jaamadest, mis nummerdatakse rooma numbritega).

Piketipunktide kõrgusvahede arvutamine toimub vastavate tahhümeetriliste tabelite järgi. Tahhümeetrilise mõõdistamise tulemuste vormistamise iseärasus (kameraaltööde lahutamine välistööde menetlusest), erinevalt mensulmõõdistamisest, nõuab tehnikult järgmist töö korda: mitte hiljem kui järgmisel päeval pärast mõõdistamise teostamist tingimata kanda plaanile mõõdistatud reljeef ja situatsioon. Materjali kuhjumine raskendab tunduvalt väliste mõõtmisandmete vormistamist ja sageli põhjustab lubamatuid vigu ning eksimusi. Reljeefi mõõdistamisprotsessis osutatud ettevaatlikkus ja hoolikus võib kaotada oma väärtuse, kui mõõtmiste tulemusi ei realiseerita õigeaegselt.

Situatsiooni ja reljeefi mõõdistamise reeglid jäävad samadeks kui mensulmõõdistamise juureski.

Krokii. Mõõdistamise krokii tähendab visandit ehk skitsi, mis koostatakse instrumendi iga seisupunkti jaoks. Krokii mõõtkava valitakse võimalikult suur ja järgnevalt piisab selle säilitamisest leheküljeti, lubades mõõtkava suurendamist või vähendamist, olenevalt situatsiooni ja reljeefi keerukuse astmest. Krokii alla võetud väliraamatu osa iga lehekülg on kohaks, kuhu kujutatakse üks või mitu jaama koos kõigi vajalike mõõdistatud situatsiooni ja reljeefi detailidega. Ühe jaama kujutamist ei või jaotada väliraamatu kahele leheküljele.

Krokiis välja joonestatud kohtade omavaheliseks seondamiseks tuleb igal leheküljel märkida viimane jaam eelmiselt leheküljelt ja punktidest need, millede läheduses esinevad järgmisel leheküljel jätkuvad horisontaalid.

Välimõõtmiste andmeis, üleskirjutustes ja joonestustes paremaks orienteerimiseks tuleb tavaliselt pärast päevase töö lõpetamist koostada üldskeem jaamade situatsiooni, maastiku esemete jm. vastastikusest asendist.

Tahhümeetrilise käigu väliraamat. Kõik käigu jaamade mõõtmistulemused kirjutatakse tahhümeetrilise mõõdistamise väliraamatusse, mille näidis on antud lk. 448.

Ei ole lubatud kaldnurkade mõõtmiste üleskirjutamisel piirduda ainult lõppresultaatidega, s. t. suurustega $d \tan \alpha$; on tarvis üles kirjutada otsesed lugemid vertikaalringilt.

Leheküljele 448 paigutatud tahhümeetrilise käigu väliraamatu näidis võib rahuldada: a) teodoliit-tahhümeetriliste, b) tahhümeetriliste ja c) bussoolkäikude mõõtmiste üleskirjutamist.

Tahhümeetrilise mõõdistamise resultaatide kameraalne läbitöötamine peab toimuma mõõdistamise enese protsessis. Pärast mõõdistamise lõpetamist jääb ainult selle kõige täpsustamine, mis kutsub esile mingeid kahtlusi ning mis nõuab lõplikku viimistlust jms.

Tahhümeetriliste käikude pealekandmine toimub kas direktsioonnurkade või rumbide järgi malliga või koordinaatide järgi.

Teist viisi tuleb rakendada siis, kui tahhümeetriline käik võib ühtlasi olla ka teodoliitkäiguks.

Teodoliitkäigu jaamade tasandamine ja arvutamine teostatakse tavalises korras.

Kõrguste kooskõlastamine ja arvutamine toimub samuti kui mensulmõõdistamise puhul.

Piketid kantakse plaanile malli abil. Kasutades krokii andmeid kantakse plaanile ühtlasi ka situatsioon.

Aeromõõdistamise materjalide kasutamine maakorraldusel.

37. Aeromõõdistamise materjalide dešifreerimine.

Üldmõisteid. Aeromõõdistamise materjalide järgi kontuurplaanide koostamise aluseks on fotoplaanide dešifreeritud reproduktsioonid, fotoskeemid ja aeroülesvõtted.

Eristatakse topograafilist ja spetsiaalset dešifreerimist.

Topograafilise dešifreerimise hulka kuuluvad topograafiliste leppemärkidega avaldatavate maastiku objektide tunnetamise ja kindlakstegemisega seotud toimingud, mida teostatakse üldkohustuslike tehniliste instruktsioonide järgi. Mainitud instruktsioonide kohaselt dešifreeritakse tugipunktid ja orienteerimispunktid, asustatud kohad, vabrikud, tehased ja tööstuslikud ettevõtted, kõlvikud, ühendusteed, sideabinõud ja nende juures olevad ehitised, veed ja nende juurde kuuluvad ehitised, piirid ja maastiku reljeef.

Dešifreerimise spetsiaalsesse liiki kuulub peale topograafiliste objektide täiendavate objektide ja maastiku eriiseloomuliste esemete tunnetamine ning kindlakstegemine.

Maakorralduse ja maade arvelpidamise otstarbeks teostatakse tavaliselt üldist topograafilist dešifreerimist tunnetades ja selgitades sellega maakasutuste, külvikorraväljade, brigaadide maatükkide, eelkultuuride, uudismaade jne. piire.

Dešifreerimine fotoplaanide reproduktsioonidel on tunduvalt lihtsam ja mugavam kui fotoskeemide ja aeroülesvõtete järgi.

Üksikutel aeroülesvõtetel teostatakse dešifreerimist ainult ülesvõtte kasulikul pindalal, kattumisega 1—2 cm.

Dešifreerimise teostamine on võimalik ka kontaktäratõmmetel, samuti aga ka suurendatud aeroülesvõtetel.

Aeroülesvõtete kasulike pindalade piiristamine. Kui dešifreerimise teostamiseks on olemas ainult aeroülesvõtted, siis enne töö teostamisele asumist tuleb piiristada nende kasulikud pindalad. Kasulike pindalade piiristamist teostatakse järgmises korras:

1) aeroülesvõtted monteeritakse algmontaažist olemasoleva reproduktsiooni järgi;

2) aeroülesvõtete igal paaril torgatakse läbi identsed punktid, mis asetsevad kahe naaberülesvõtte kattumispindala ligikaudu poolitava sirge läheduses ja mis määravadki pikikattumise kasuliku pindala piiri;

3) monteeritakse naabermarsruudid ja põikikattumise järgi analoogiliselt torgitakse identseid punkte kattumise pindala keskele;

4) saadud punktid kantakse üle kattuvaile naaberülesvõtetele ja, lugedes need kindlaiks punktideks, määratakse kasulike pindalade järgnevad piirid; naaberülesvõtete kõrvalekaldumist kattumise keskkohast lubatakse mitte üle 1 cm.

Dešifreerimistöö organiseerimine. Dešifreerimistöid teostatakse maakasutajate volinike juuresolekul; nendele volinikele on pandud kohustus näidata maakasutuse ja õue-aiamaade piire, selgitada kõlvikute liike ja nende faktilist kasutamist, kindlaks määrata erinevate maatükkide, jõgede, ojade, kuristike jne. nimetused.

Külanõukogus vormistatakse asustatud punktide ja kolhooside nimetused, majapidamiste (kolhoosiperede) hulk ja elanike arv nendes punktides. Olemasolevaid fotomaterjale uuritakse hoolikalt, kavastatakse marsruutkäigud üle kogu territooriumi ja asutakse maatükkidel ringkäigule (ülevaatusele) antud maala looduslikke piire mööda. Et vältida lünki ja laialipaisatud, süsteemitut dešifreerimise organiseerimist, on tarvis taotleda kõigi maatükkide järjestikust kaasahaaramist, eraldades teatud maatükke keskseiks ja otsustavaiks. Pärast dešifreerimise lõpetamist koostatakse akt looduses näidatud piiride, kõlvikute, maatükkide nimetuste jne. üle, mis kirjutatakse alla töötäitja ja volinike poolt.

Dešifreerimise tehnika. Kavastanud dešifreerimise marsruudid ja tööde järjekorra neid marsruute mööda, on järgnevalt tarvis aerofotomaterjal orienteerida, milleks, kindlaks teinud aerofotomaterjalil selgesti väljendunud suured, hõlpsasti tunne-

tatavad kontuurid või objektid, tuleb neid võrrelda identsete kontuuride ja objektidega maastikul. Paigutanud aerofotomaterjali vastavalt plaanil ja maastikul märgitud punktidele, saavutame materjali nõutava orienteerimise.

Dešifreerimisprotsess teostatakse järgmiste tehniliste võtetega.

Vahenditu tunnetamine on kontuuride ja maastiku esemete dešifreerimise lihtsaim viis; mida kvalifitseeritum on töötäitja, seda laiemad on selle viisi rakendamise võimalused, seda lihtsamalt täidetakse tema poolt dešifreerimisprotsess, seda tulemusrikkam on tema töö.

Lõigetemeetodit rakendatakse ülesvõttel ebaselgelt, nõrgalt või puudulikult kujutatud dešifreeritava objekti piiride puhul. Sel juhtumil tuleb ülesvõttel leida otsitava piiri lähedal hästi tunnetatavaid kontuuripunkte, neist vähemalt kolm ära märkida tunnetuspunktidena ja, mõõtnud ruleti või lindiga maastikul neist tunnetuspunktidest kaugused kuni otsitava piiri määravate konkreetsete punktideni, kanda vastavas mõõtkavas need punktid sirkli abil ülesvõttele. Lõiked liialt teravate või nüride nurkade all annavad ebakindlaid resultaate.

Magistraaljoonte viis. Ülesvõttel ebaselgelt kujutatud kontuuri võib dešifreerida, rakendades magistraaljoonte viisi. Selleks märgitakse kaks usaldatavat tunnetusmärki, nende vahele rajatakse maastikul sirgjoon ja selle joone suhtes ristjooneliste mõõtmetega mõõdistatakse nõutav kontuur, pärast seda täpsustatakse mõõtmise tulemuste järgi otsitav kontuur ülesvõttel, kasutades sirklit ja vastavat mõõtkava.

Ristmõõdete viis. Ülesvõttel hästi kujutatud objektist moodustatud sirgjoone lähedal olevad, ülesvõttele pealekandmisele kuuluvad kontuuripunktid määratakse sellele sirgele tõmmatud ristjoonte pikkustega ja ristjoonte aluste kaugustega tunnetusmärgist.

Mensulmõõdistamise viisi kasutatakse dešifreerimise keerukail juhtumeil, kus lihtsaimate võtete rakendamine on ilmselt raskendatud või võimatu.

Maakasutuste piiride pealekandmine. Enne dešifreerimistööde teostamist hangitakse rajooni põllumajandusosakonnast kõik maakasutuse piiride andmed ja koostatakse piiride paus, kinnitades selle rajooni põllumajandusosakonna vanema maakorraldaja juures. Järgnevalt käiakse läbi kõik piirid looduses, tunnetatakse piirimärgid ja torgitakse need fotoplaanile, mille järel torgetega märgitud punktide vahele joonestatakse leppemärkide kohaselt piir. Kui tööd teostatakse fotoskeemide või aeroüles-

võtete järgi, koostatakse nende pöördele iga piirimärgi kohta visand, andes vastavad mõõtmed lähedaste kontuuride suhtes.

Kui mingil põhjusel ei ole võimalik dešifreerimist teostada nõutava täpsusega, määratakse piirimärkide asukohad teodoliit- või mensulkäikudega.

Praktiseeritakse ka piiride kameraalset pealekandmist pauspaberi (vahapaberi) abil. Sellise viisi rakendamine nõuab töojuhataja erilist luba, erilist ettevaatlikkust ja hoolikust, kusjuures usaldatavalt dešifreeritud punktide vaheline piiri ulatus ei tohi ületada 1 km piirijoonte keskmiste pikkuste juures kuni 200 m ja 1,5 km piirijoonte keskmiste pikkuste juures üle 300 m.

Kui maakasutuste piirid on keerukad, maastik aga, mida mööda nad kulgevad, vähese kontuurilisusega, on piiripunktide vahenditu dešifreerimine otstarbekam asendada piiride analüütilise määramisega, s. t. koordinaatide järgi määramisega, kusjuures maakasutuse piiride sidumine geodeetilise aluse punktidega teostatakse samaaegselt ülesvõtete sidumistööde läbiviimisega.

Lubatavad kõrvalekaldumised dešifreerimisel. Äärmine viga kontuuride pealekandmisel dešifreerimise juures mõõtkavades 1 : 10 000, 1 : 25 000 ja 1 : 50 000 on kindlaks määratud: a) selgesti väljendatud piiridega kontuuride jaoks mitte üle 0,5 mm plaanil; b) ebaselgesti väljendatud piiridega kontuuride jaoks mitte üle 1,0 mm plaanil; c) ebamääraste piirjoontega kontuurid määratakse ligikaudselt.

Dešifreerimisel eraldamisele kuuluv vähim kontuur on kindlaks määratud: a) mõõtkavas 1 : 25 000 — 4 mm² majanduslikku tähtsust omavate kontuuride jaoks ja 10 mm² majanduslikku tähtsust mitteomavate kontuuride jaoks; b) mõõtkavas 1 : 10 000 — 10 mm² majanduslikku tähtsust omavate kontuuride jaoks ja 25 mm² majanduslikku tähtsust mitteomavate kontuuride jaoks; c) väikekontuurilises rajoonis mõõtkava 1 : 10 000 jaoks võib vähimaks kontuuriks määrata 4 mm².

Dešifreerimise resultaatide väljajoonestamine maastikul. Dešifreeritud kontuurid ja esemed maastikul, tööde kohal, joonestatakse välja aerofotomaterjalidel vastavais leppemärkides, pehme pliiatsiga ja tähistatakse järjekorranumbritega.

Märkimises raskusi tekitavad kontuurid ja maastiku esemed kirjeldatakse kontuurilehel. Kontuurilehte peetakse planšettide viisi.

Üldkasutatavaid leppemärke mitteomavad kõlvikud ja objektid märgitakse töötäitja enda poolt täiendavate leppemärkidega,

mis tingimata peavad olema näidatud ja seletatud kontuurilehel.

Päeva jooksul läbitöötatud pindala joonestatakse tööpäeva lõpul välja tušis üldkohustuslikes topograafilistes leppemärkides järgmiste värvidega:

a) *musta tušiga* — administratiivsed ja majanduslikud piirid, asustatud kohad, tugipunktid, orienteerimisesemed ja nende nimetused, teed, kontuuride piirid, kõlvikute leppemärgid, jõgede ja erinevate maatükkide nimetused jne.;

b) *sinise tušiga* — külvikordade väljade, brigaadide maatükkide ja külvikultuuride piirid;

c) *rohelise tušiga* — jõed, ojad, järved, tiigid, kaevud, soode kriipsud jne.;

d) *punase tušiga* — kõik numbrilised andmed, kontrolldešifreerimine ja kontrollimistööd.

Topograafiliste plaanide kameraalse töötlemise instruktsioonides on antud üksikasjalised juhised aerofotomaterjalide väljajoonestamise reeglite ja korra kohta.

Kui välisjoonestamine on toimunud fotoplaanil, peab viimane olema täiesti kõlblik reprodutseerimiseks. Dešifreeritud fotoülesvõtted või fotoskeemid on aluseks dešifreerimistulemuste ülekandmiseks fotoplaanile. Kontuuride ülekandmine toimub kontuuride fotojoonte järgi ülesvõtte ja fotoplaani fotojoonte identsuse kindlakstegemise teel. Ebaselgete kujutiste puhul kasutatakse väliraamatu visandit.

Kui dešifreeritud ülesvõtted on taandatud fotoplaani mõõtkavale, kasutatakse fotoülesvõtteilt kontuuride ülekandmisel pauspaberit, mis asetatakse fotoplaanile pauspaberil varem alusena kindlaksmääratud usaldavate objektide järgi.

Kui dešifreerimise tulemused kantakse fotoplaanile fotoülesvõtetelt või fotoskeemidelt, mis ei ole taandatud mõõtkavale, siis kasutatakse graafilist muutuvat mõõtkava või proportsionaalsirklit.

Raamide ühistamine. Kui dešifreerimine teostus fotoplaanide järgi, siis ühistamine raame mööda toimub naaberfotoplaanide vahel. Ühistatavate fotoplaanide raamide lahkuminekud ei tohi ületada 1 mm, vastasel korral teostatakse nende raamide ühistamine kilomeetervõrgu otste järgi. Ühistamiseks kopeeritakse pauspaberile antud fotoplaani lõuna- ja idapoolsest raamist 2 cm laiune riba, millele tušiga joonestatakse tingmärkides kõik kontuurid ja maastiku esemed.

Saadud kopeering murtakse ühistatavat raami mööda, asetatakse piirneva naaberraami juurde ja tehake kindlaks kontuuride ühtsus kui ka nende piirid.

Lubamata lahkuminekute ja avastatud lünkade korral tehakse kõik parandused dešifreerimise kontrollimise teel looduses. Pikilahkuminekuid kontuurides lubatakse: a) maastikul selgesti esinevate kontuuride jaoks 0,9 mm; b) maastikul ebaselgesti esinevate kontuuride jaoks 1,1 mm.

Lubatavad lahkuminekud kontuurides parandatakse vahenditult ühistamise juures.

Proportsionaalsirkli seadmine. Kui aeroülesvõtte mõõtkava on teada, teostatakse proportsionaalsirkli seadmine antud aeroülesvõttelt võetud kauguste ülekandmise tabeli järgi. Siiski sirkli seadmist on võimalik teostada ka teisiti.

1. juhtum. Aeroülesvõtte vähendamise juures töötades. Ülesvõttel hästi kujutatud kahe punkti vahel mõõdetakse maastikul kaugus pikkusega 250—300 m. Sirkli liigend-kelk seatakse nii, et sirkli lühemate haarade teravikud annaksid mõõdetud kauguse normaalmõõtkava kohaselt, pikemate haarade teravikud aga aeroülesvõtte kohaselt. Siis mõõdetakse maastikul analoogiliselt eelmisega teine, esimesega ristiolev sirgjoon ja kontrollitakse sirkli seadet teise sirgjoone järgi. Pärast seda kinnitatakse kelgu kruvi ja sirklit kasutatakse antud aeroülesvõtte kasuliku pindala piirides.

2. juhtum. Aeroülesvõtte suurendamise juures töötades teostatakse samad mõõtmised, mis 1. juhtumi jaokski, ja sirkli lühemate haarade teravikkude vahe seatakse aeroülesvõtte järgi, pikemate haarade teravikkude vahe aga normaalmõõtkava järgi.

Põikmõõtkavade kogum. Põikmõõtkavade kogum koostatakse tavaliselt mõõtkavadest, mis üksteisest erinevad joonelise mõõtkava nimetaja 250 ühiku võrra, näiteks piiride 1 : 12 000-st kuni 1 : 13 000-ni; 1 : 14 000-st kuni 1 : 15 000-ni jne. Mõõtkavasid valmistatakse ka metallil või tselluloidil ja neid kasutatakse nagu tavalisi põikmõõtkavasid.

Graafiline muutuv mõõtkava. Selleks et lihtsustada mõõtkava määramist aeroülesvõtte järgi, et leida nõutav punktidevaheline kaugus või kanda antud kaugus aeroülesvõttele, piisab, kui omada muutuva mõõtkava nomogramm.

Nomogrammi konstrueerimise printsiip on järgmine.

Millimeeterpaberi väikesele lehele konstrueeritakse täisnurk. Selle nurga horisontaalhaarale kantakse pikkus, ütleme 1000 m, neis mõõtkavades, milledega tuleb tegelda töötades aeroülesvõtetega, s. t. oletame mõõtkavades 1 : 14 800; 1 : 14 400; 1 : 14 000; 1 : 13 600; 1 : 13 200, ja pealekantud joonte otsad märkida vastavalt 148, 144, 140, 136, 132. Selle järel võetakse täisnurga vertikaalhaaral 100 mm kaugusel nurga tipust punkt

O ja ühendatakse see pealekantud lõikude otstega, pärast seda tõmmatakse punkti *O* ja täisnurga tipu vahele iga 10 mm tagant nurga horisontaalhaaraga paralleelsed jooned, märkides neid, alates nurga tipust, vastavalt 900, 800, 700 jne. kuni 100. Seega on muutuva mõõtkava konstrueerimine lõpetatud.

Aeroülesvõtte mõõtkava määramine nomogrammi järgi. Olgu maastikul tunnetatud aeroülesvõtte kaks kontuuripunkti ja mõõdetud nende vaheline kaugus. Nõutakse määrata aeroülesvõtte mõõtkava. Selleks tuleb aeroülesvõttelt võtta sirkli avasse tunnetatud punktide vaheline lõik, asetada sirkli üks teravik nomogrammi vertikaalsele küljele, tunnetatud punktide vahelisele maastiku joone pikkusele vastavasse punkti, ja sirkli teise teravikuga otsida horisontaaljoont mööda selle lõikepunkt kallaku joonega; selle kallaku joone juurde kirjutatud number annabki otsitava mõõtkava. Kui horisontaaljooned kallakute joontega lõikuvad viimaste intervallis, asetseb otsitav mõõtkava ilmselt samuti naabermõõtkavade intervallis.

Kahe punkti vahelise kauguse määramine aeroülesvõttelt nomogrammi järgi. Olgu antud aeroülesvõtte mõõtkava; on tarvis leida kahe punkti vahelise lõigu pikkus selle aeroülesvõtte järgi. Selleks tuleb aeroülesvõttelt võtta sirkli avasse antud punktide vaheline lõik ja, liigutades sirkli ava ülespoole paralleelselt nomogrammi alusega nii, et sirkli ühe haara teravik liiguks mööda kallakjoont või kahe kallakjoone vahelist suunda mööda, mis on vastav aeroülesvõtte mõõtkavale, märkida sirkli teise haara teraviku ühtimine nomogrammi vertikaalse küljega; see koht ongi punktiks, mis vastab otsitavale kaugusele.

Kauguste kandmine aeroülesvõttele nomogrammi järgi on eelmisele pöördülesanne ja hõlpsasti teostatav eespool toodud seletuste varal.

38. Reljeefi joonestamine aerofotomõõdistamise materjalidel.

Üldised alused. Reljeefi joonestamine aerofotomaterjalide järgi võib toimuda fotoplaanide reproduktsioonidel, fotoülesvõtetel või kontaktäratõmmetel.

Sõltuvalt maakorraldustööde teostamise tingimustest võib reljeefi joonestamisprotsessi organiseerida kas koos dešifreerimisprotsessiga või sellest lahus.

Aerofotomaterjalide järgi jäävad reljeefi joonestamise nõuded, reljeefi kujutamise meetodid, lubatud vead mitmesugustes mõõtkavades ja reljeefi joonestamise tehnika üldiselt samadeks nagu topograafilise mensulmõõdistamise juures, kuid siiski esineb siin rida erandeid, mida vaatleme allpool.

Reljeefi joonestamine fotoplaanide reproduktsioonidel. Reljeefi pealekandmine fotoplaanide reproduktsioonidele mõõtkavades 1 : 10 000 ja 1 : 25 000 baseerub tehnilise nivellimise punktidel. Kõrguste siirmine nivellimispunktidelt geodeetilise võrgu punktidele ja sidepunktidele (kontuuri tunnetuspunktidele) toimub geodeetilise nivellimise teel. Geomeetrilise võrgu arendamine aga ja mensulkäikude rajamine fotoplaani reproduktsioonide detailse kõrguspõhise jaoks taandub mensuliga vaid punktide kõrguste määramiseks, sest et punktide plaaniline asend määratakse reproduktsioonikontuuridega. Seepärast kõrgusvahe valemis $h = d \tan \alpha$ võetakse suurus d vahenditult reproduktsioonilt sirkliga. Kui kõrguspunktid ei ühti kontuuripunktidega, seotakse nad vastavalt lähimate kontuuripunktidega.

Kõrguspunkti asukoht reproduktsioonil määratakse lähimast selgesti väljendunud kontuuripunktist kaugusemõõtja lati abil, orienteerides seejuures planšeti bussooli järgi.

Magnetnõela kõrvalekaldumine määratakse kõigil geomeetrilise ja analüütilise võrgu punktidel, samuti aga ka mensulkäikude punktidel iga 3—4 km tagant. Üleminekupunktiks võib olla mistahes kontuuripunkt, mis maastikul on tunnetatud fotoplaani reproduktsiooni järgi, kusjuures üleminekupunktid valitagu nii, et neilt avaneks võimalikult lai vaatepiir.

Seal, kus kõrguskäiku mööda puudub vajalik arv kontuuripunkte, siirdakse kõrgused järjestikuselt ühelt punktilt teisele.

Mensuli ülesseadmine ja selle orienteerimine põhivõrkude järgi, samuti aga ka bussooli järgi, toimub tavalises korras.

Kui mõnesugustel põhjustel ei ole võimalik vahenditult tunnetada vajalikku üleminekupunkti, määratakse selle asend reproduktsioonile graafilisel teel, mensuli abil, ühe viisiga järgmistest võimalikest viisidest: a) Pothénot' ülesande järgi; b) orienteerimisega bussooli järgi ja lõikega kahest lähimast tunnetatud kontuuripunktist, kontrollides kaugel oleva punkti järgi; c) lähimast kontuuripunktist kauguse määramisega lati järgi ja planšeti orienteerimisega bussooli järgi; kui aga bussool puudub, siis kauguse määramisega lati järgi kahest kontuuripunktist, mis otsitava punktiga moodustavad ligikaudu võrdkülgse kolmnurga, ja planšeti orienteerimisega kaugel olevate punktide järgi; d) kauguse määramisega kaugusemõõtja järgi kolmest tunnetatud kontuuripunktist.

Üleminekupunktide kõrgused määratakse vähemalt kahelt punktilt või kahelt naabruses asetsevalt tunnetusmärgilt. Kõrguspunktide valikut kergendab mõningal kaugusel asetsevate, hästi tunnetatavate ja oma aluse piirjoontelt selgesti nähtavate

kontuuride kasutamine (üksikud puud, põõsad, ehitised, metsatukad jms.), silmas pidades, et kaugus kontuurideni sel juhtumil võetakse otseselt reproduktsioonilt, vertikaalnurkade mõõtmine aga toimub pikksilma juhtimisega eseme alusele.

Analoogiliselt sellele toimitakse, kui reproduktsioonil esinevad selgelt tunnetatavad teede, piiride ja muude sirgjooneliste kontuuride jooned, milledel punktide kõrgused määratakse samuti ilma latita, otsese viseerimisega kontuuripunktile, määrates punkti asukoha kontuurijoone lõikamise teel, kusjuures kippreegli joonlaua ja kontuurijoonega moodustatud nurk ei või olla alla 40°.

Väikeste kõrgusvahedega tasandikel ja luhtadel, neile iseloomuliku reljeefiga maa-aladel — vanad kuivanud jõesängid, uhteaugud jne. — soovitatakse kõrgusi määrata horisontaalse viseerimiskiire juures (märkinud instrumendi kõrguse latile ja lugedes kõrgusvahed vahenditult).

Maastiku reljeefi detailide — kuristike, häilude, jõesängide, üksikute nõgude — fotograafiline kujutis hõlbustab oluliselt töötäitjal reljeefi joonestamise menetlust fotoplaanide reproduktsioonide järgi, seepärast nende detailide maksimaalne ärakasutamine reproduktsioonidel kiirendab tunduvalt tööd.

Metsastes kohtades, seal, kus puude võrad varjavad maatükkide kontuure, toimub reljeefi joonestamine samaaegselt situatsiooni mõõdistamisega — instrumentaalselt, kas otseselt reproduktsioonil või puhtal paberilehel, viimasel juhtumil maastiku mõõdistatud kontuurid ja reljeef kantakse reproduktsioonile pauspaberi abil. Kontuurid dešifreeritakse vajaduse korral pärast kõrguspunktide valikut ja horisontaalide joonestamist. Horisontaalide pealekandmine maastikul toimub pliiatsiga. Reljeefi joonestamise ülesande teostamise menetluses peetakse samuti kõrguskalkat nagu tavalise topograafilise mensulmõõdistamise puhul.

Reljeefi joonestamine fotoskeemidel ja aeroülesvõtetel. Kui maakorraldustööde tingimuste kohaselt nõutakse, et tuleb teostada nii aeromõõdistamine kui ka reljeefi joonestamine ühe välitööde hooaja kestel, on tarvis eelkõige antud maa-ala põhitada kõrguste suhtes, mille järel asutakse nõutavale reljeefi joonestamisele. Kõrguspõhise võrk koosneb tavaliselt tehnilise nivellimise käikudest ja põhilistest mensuli kõrguskäikudest. Reljeefi joonestamine fotoskeemidel toimub marsruudiliste fotoskeemide järgi.

Marsruudilised fotoskeemid on ühe marsruudi fotoskeemide kasulikest osadest koostatud fotoskeemid, kusjuures marsruudi

mõõtkava 6—8 ülesvõtte piirides jääb ligikaudu muutumatuks. Reljeefi joonestamine aeroülesvõtetel (kontaktäratõmmetel) toimub nende kasulike pindalade piirides, kusjuures piiristamine tehakse enne reljeefi joonestustööde algust. Fotoskeem või aeroülesvõte kinnitatakse mensulilauale ja orienteeritakse kippreegli abil tunnetusmärkide järgi selliselt, et orienteerimisjooned läbiksid võimalikult ülesvõtte keskkoha ega oleks mitte lühemad kui 2,5 cm.

Kui jaamade valikuks ei piisa tunnetatavaist kontuuridest, määratakse instrumendi seisupunkti plaaniline asend planšeti orienteerimise teel bussooli järgi, kasutades vastulõiget lähimailt tunnetusmärkidelt.

Iga üksiku fotoskeemi või aeroülesvõtte jaoks eraldi määratud mõõtkavad kujutavad endast fotoskeemilt või aeroülesvõttelt võetud sentimeetreis avaldatud pikkuse jagatist vastava maastiku pikkusega meetreis, kusjuures jagamiseks kasutatav pikkus võetakse fotoskeemilt või aeroülesvõttelt ülesvõtte peapunktist 3-cm-se raadiusega tõmmatud ringi piirides. Kaugus maastikul võetakse mõõtkava 1 : 25 000 jaoks mitte üle 300 m ja mõõtkava 1 : 10 000 jaoks mitte üle 200 m.

Karakteersete punktide kõrguste määramine ja reljeefi joonestamine toimub samuti nagu fotoplaanide reproduktsioonidel, rakendades kauguste pealekandmiseks proportsionaalsirklit või põikmõõtkavade kompleksi.

Reljeefi joonestamise kontrolliks tuleb kõrguspunktide valik teostada vähemalt 0,5 cm võrra väljapoole kasulike pindalade piire.

Pindalade arvutamine.

39. Pindalade arvutamise mehhaaniline viis.

Sõltuvalt olemasolevaist tingimustest ja andmeist võidakse maatüki pindala arvutada kolmel viisil: mehhaaniliselt, graafiliselt ja analüütiliselt. Praktikas leiab aset ka kombineeritud viis, mis koosneb kolme eespool mainitud viisi võtete teatavast ühendamisest.

Planimeetrid. Pindalade arvutamise mehhaaniline viis toimub planimeetritega.

On olemas kaunis suur mitmekesisus jooneliste ja polaar-, liht- ja kompensatsioon-, alalise ja muudetava vardaga planimeetrite süsteemide konstruktsioonides. Tootmises levinum ja rakendamises mugavam on Coradi kompensatsioon-planimeeter ja Amsleri liht-polaarplanimeeter.

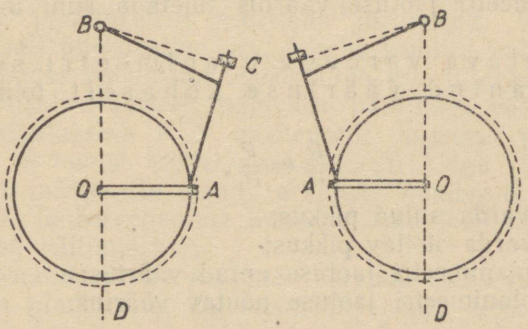
Planimeetri uurimine. Enne planimeetri uurimist tuleb saavutada ratta sujuv liikumine, kõrvaldada ratta telje võnkumine pesades ja ratta trumli ning nooniuse vahele jätta vajalik vaheruum.

Planimeetri uurimine toimub järgmiselt (joon. 113):

a) kontrolljoonlaud asetada planšetile, joonlaua nõel rõhuda paberisse ja pliiatsiga märkida kriipsu lähteasend;

b) pooluse vasakul (*PV*) seisu juures planimeeter asetada nii, et planimeetri varda mõõteteravik asetuks kontrolljoonlaua auku, mõõteratta põia tasapind aga läbiks pooluse;

c) võtta lugem μ_1 järjestikku numbrilaualt, trumlilt ja nooniuselt ning tulemus kirjutada skeemi;



Joon. 113.

d) planimeetriga vedada ümber kontrolljoonlaua kohane ring kaks korda, pärast kumbagi ümbervedamist teha lugemid μ_2 ja μ_3 ning tulemused kirjutada sellessesamasse skeemi;

e) moodustada vahed $\mu_2-\mu_1$ ja $\mu_3-\mu_2$; nende vahede erinevuse korral üle 2 jaotuse teha täiendavalt kolmas ümbervedamine;

f) planimeeter üles seada seisu poolusega paremal (*PP*) ja eespool mainitud operatsioonid korrata uuesti;

g) võtta $(\mu_3-\mu_2)$ ja $(\mu_2-\mu_1)$ keskmine väärtus pooluse kummagi seisu juures;

h) poolus ümber asetada joont *BD* mööda, moodustades varraste vahele teravnurga ja toimida eelnenu kohaselt; samuti moodustada varraste vahele nürinurk ja uuesti toimida eespool mainitu kohaselt;

i) planimeetri iga asendi jaoks arvutada pooluse kummagi seisu juures saadud keskmiste väärtuste vahe;

k) kui suurim nendest vahedest ületab 10 jaotust, siis planimeeter on tööks kõlbmatu.

Planimeetri jaotuse väärtuse määramine:

a) asetada planimeeter plaanile, mille pindalad kuuluvad arvutamisele;

b) pooluse kummagi asendi juures kaks korda ümber vedada koordinaatide võrgu kolm-neli ruutu, mis asetsevad tähe *Г*-kujuliselt;

c) üleskirjutamist toimetada lk. 466 toodud skeemi kohaselt, joonisel ära märkides ruutude asetuse;

d) kõigist ümbervedamistest koostada ühe ruudu pindala keskmine väärtus planimeetri jaotustes;

e) ruudu pindala meetreis väljendav arv jagada planimeetri jaotuste vastava arvuga;

f) planimeetri jaotuse väärtus tuletada kuni 5-nda märgi täpsusega.

Muudetava vardaga planimeetri seadmine jaotuse antud väärtuse kohaselt toimub valemi alusel:

$$\frac{R}{R_1} = \frac{P}{P_1},$$

kus R on varda antud pikkus;
R_1 — varda otsitav pikkus;
P — planimeetri jaotuse antud väärtus;
P_1 — planimeetri jaotuse nõutav väärtus.

Näide.

Antud: varda pikkus $R = 308{,}3$; jaotuse väärtus $P = 0{,}09256$. Planimeetri varras seada jaotuse väärtuse $P_1 = 0{,}08$ jaoks.

$$\frac{308{,}3}{R_1} = \frac{0{,}09256}{0{,}08};$$

varda otsitav pikkus:

$$R_1 = \frac{308{,}3 \cdot 0\,08}{0{,}09256} = 266{,}5.$$

Seadnud planimeetri varda leitud pikkusele, määratakse jaotuse lõplik väärtus koordinaatide võrgu ruutude ümbervedamise teel.

Üldpindalade arvutamine planimeetriga. Kindlaks määranud planimeetri jaotuse väärtuse antud plaaneti või fotoplaani jaoks, asutakse üksikute maakasutuste üldpindalade määramisele, milleks eelkõige tuleb juhinduda järgmisest:

a) silma järgi või figuuri kiire ümbervedamisega määrata pooluse asukoht;

b) planimeeter asetada selliselt, et ümbervedamisel varraste vahel ei tekiks liiga teravaid ega liiga nürisid nurki;

c) ümbervedamise alguspunkt valida nii, et ratta pöia tasapinna pikendus läbiks ligikaudu planimeetri pooluse;

d) varda mõõteteraviku liikumisel alguspunkti juures mööda kontuurijoont väikese pikkuse võrra peab ratas selle tagajärjel pöörduma minimaalse kiirusega;

e) ümardatud või sümmeetriliste figuuride ümbervedamisel peavad planimeetri mõõteteravik ja poolus asetsema figuuride sümmeetria teljel.

Seejärel asutakse figuuri pindala otsesele määramisele ja nimelt:

a) planimeetri üles seadnud asendisse poolus paremal, rõhutakse sõrme kerge vajutusega pooluse nõel paberisse;

b) kirjutatakse lugem enne ümbervedamist (esimene lugem). Lugemine planimeetrilt sooritada järgmiselt: lugeda esiteks numbrilaualt ühekohaline arv, teiseks trumlilt kahekohaline arv ja kolmandaks nooniuselt ühekohaline arv, näiteks: neli, viis — kaheksa, üheksa (4589); nägemise parallaksi vältimiseks lugemisel paigutatakse silm mõõtevarda suunas; varda (mõõteteraviku) vedamist toimetada kellaosuti käigu järgi kiirusega, mis lubab mõõteratta trumlil eraldada numbreid; sirgjooneliste kontuuride ümbervedamine toimugu ilma joonlaua abita (ühekülgse vea vältimiseks);

c) lõpetanud ümbervedamise paremal asetseva pooluse juures, võtta planimeetri lugemismehhanismilt teine lugem; teise ja esimese lugemi vahe väljendab ümberveetud figuuri pindala planimeetri jaotustes; kui vähendatava absoluutne suurus osutub lahutatavast väiksemaks, siis liidetakse vähendatavale arv 10 000;

d) muutmata planimeetri asendit, korrata maatüki ümbervedamist paremal asetseva pooluse juures ja võtta kolmas lugem; teise ja esimese ning kolmanda ja teise lugemi vahed ei tohi omavahel erineda rohkem kui 4 jaotuse võrra; lubamatute erinevuste puhul tuleb planimeetri olles samas asendis figuur ümber vedada kolmas kord, leida uus lugemite vahe ja kahest lubatavast vahest võtta keskmine;

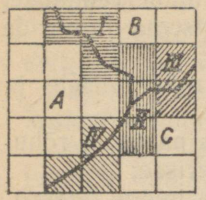
e) analoogiliselt sooritada kõik toimingud planimeetri asendis poolusega vasakul;

f) pooluse kummagi asendi juures saadud keskmistest väärtustest võtta ümberveetud figuuri pindala lõplik keskmine väärtus;

g) korrutanud planimeetri jaotuse väärtuse ümberveetud figuuri pindala väljendava jaotuste arvuga, leitakse otsitav pindala hektarites.

Juhtumil, kui maakasutused omavad tunduvalt suuri pindalasid, toimub iga sellise pindala määramine Savitši viisiga.

Savitši viis. Seda viisi kasutatakse paberi deformatsiooni mõju kõrvaldamise otstarbel ja vajaliku täpsuse saavutamiseks suuremate kui 400-cm²-ste figuuride pindalade arvutamisel.



Joon. 114.

Savitši viis seisneb järgmises (joon. 114):

a) arvutatava figuuri sees loendatakse koordinaatide võrgu täisruutude arv ja ühe ruudu pindala korrutatakse saadud arvuga;

b) kontuuri ülejäänud osad jaotatakse rühmadesse 3—4 ruudu piirides;

c) planimeetri pooluse kummagi asendi juures arvutatakse kontuuri A pindala a ja kontuuri B pindala b trumli jaotustes;

d) ümberveetud ruutude geomeetriline pindala korrutatakse suhetega $\frac{a}{a+b}$ ja $\frac{b}{a+b}$, mis annab vastavalt kontuuri A ja kontuuri B pindala hektarites, s. t.

$$F_A = F \cdot \frac{a}{a+b}; \quad F_B = F \cdot \frac{b}{a+b},$$

kus F on maatükke A ja B moodustavate ruutude pindala;

a — kontuuri A pindala planimeetri jaotustes;

b — „ B „ „ „ ;

e) antud planšetti kuuluvad pindalad summeeritakse, võrreldakse planšeti trapetsi pindalaga ja saadav sulgemisviga, kui see on lubatavuse piirides, jaotatakse üksikutele pindaladele võrdeliselt viimaste suurustega, kusjuures parandusele antakse vastupidine sulgemisvea märk.

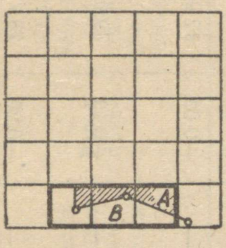
Kontuuride pindalade arvutamine. Üksikute kontuuride pindalade arvutamine ja kooskõlastamine maakasutustes toimub kooskõlastatud üldpindalade piirides.

Iga kontuur veetakse planimeetriga ümber kaks korda pooluse ühe seisu juures. Kahest ümbervedamisest saadud jaotustevahe ei tohi ületada: kahte jaotust, kui määratava pindala suurus ei ületa 50 cm²; kolme jaotust, kui pindala suurus on 50 cm² kuni 200 cm² piirides, ja nelja jaotust, kui pindala on üle 200 cm². Suuremate erinevuste juures tehakse kontuuri täiendavaid ümbervedamisi.

Kahest lubatavast tulemusest võetakse keskmine ja korrutatakse sellega planimeetri jaotuse väärtus, arvestades, et tulemuse saab hektari sajandikosades. Pärast seda üksikute kontuuride pindalad summeeritakse ja võrreldakse maatüki üldpind-

Maatüki nr. 40 üldpindalade arvutamine planimeetriga.

Planšett N—25—144—*B* — *б*—2



Maakasutus „Staraja Gora"
Planimeeter alalise vardaga
Firma Coradi nr. 23 073
$R = 309{,}5$
$M = 1 : 10\,000$
$P = \frac{S}{N} = 0{,}09245$
25. juulil 1930. a.

Ümberveetud kontuuri nr.		Planimeetri lugemid	Lugemite vahed $\mu_2 - \mu_1$ $\mu_3 - \mu_2$	Keskmine lugemite vahedest $\frac{(\mu_2-\mu_1)+(\mu_3-\mu_2)}{2}$	Ümberveetud kontuuri pindala (planimeetri jaotustes)	Kontuuri pindala (hektarites)	Maatüki arvutatud üldpindala
		PP					
	μ_1	7 541					
Ruudud	μ_2	0 772	3 231	3 232,5			
	μ_3	4 006	3 234				
		PV			3 235,5	300,00	
	μ_1	3 954					
	μ_2	7 192	3 238	3 238.5			
	μ_3	0 431	3 239				
		PP					
B	μ_1	0 345					
	μ_2	2 318	1 973	1 973,5			
	μ_3	4 292	1 974				
		PV			1 974,5	116,92	
	μ_1	7 105					
	μ_2	9 080	1 975	1 975,5			
	μ_3	1 056	1 976				

$$S_A = S\frac{c-b}{c}, \quad \text{kus} \quad S = 300{,}00 \text{ ha}$$

$$c = 3\,235{,}5$$
$$b = 1\,974{,}5$$
$$c - b = 1\,261{,}0$$

$$S_A = 300\frac{1261{,}0}{3235{,}5} = 116{,}92 \text{ ha} \qquad P = \frac{S}{N} = \frac{300}{3\,235{,}5} = 0{,}09245$$

Maatüki nr. 22 situatsioonikontuuride pindala arvutamine planimeetriga.

Planšett N — 25 — 144—*B*—6—2
Planimeeter nr. 19 349
$R = 309{,}5$; $P = 0{,}09245$; $M = 1 : 10\,000$

Kontuuri nr. plaanil	Kõlvikute nimetus	Planimeetri lugemid	Lugemite vahed $\mu_2-\mu_1$ $\mu_3-\mu_2$	Keskmine lugemite vahedest $\frac{(\mu_2-\mu_1)+(\mu_3-\mu_2)}{2}$	Arvutatud pindala (hektarites)	Parandustekoefitsient	Parandused	Kooskõlastatud pindala (hektarites)	Märkusi
1	Põld	8 111 8 354 8 957	 243 243	243,0	22,47	—	—0,05	22,42	
2	Lehtpuumets . .	8 886 9 026 9 167	 140 141	140,5	12,99	—	—0,03	12,96	Tee 0,14
3	Männimets . . .	2 456 2 997 3 539	 541 542	541,5	50,00	—	—0,13	49,93	
4	Põld	9 701 0 555 1 408	 854 853	853,5	78,91	—	—0,20	78,71	

Järg.

Kontuuri nr. plaanil	Kõlvikute nimetus	Planimeetri lugemid	Lugemite vahed $\mu_2-\mu_1$ $\mu_3-\mu_2$	Keskmine lugemite vahedest $\frac{(\mu_2-\mu_1)+(\mu_3-\mu_2)}{2}$	Arvutatud pindala (hektarites)	Parandustekoefitsient	Parandused	Kooskõlastatud pindala (hektarites)	Märkusi
5	Heinamaa, lage .	4 581 4 859 5 139	 278 280	279,0	25,78	—	—0,07	25,72	 Jõeke 0,64
6	Heinamaa, põõsastega	9 572 9 980 0 388	 408 408	408,0	37,72	—	—0,10	37,62	
7	Karjamaa . . .	0 311 1 061 1 810	 750 749	749,5	69,29	—	—0,17	69,12	 Kraav 0,12 Tee 0,54
8	Õue-aiamaa . .	4 811 5 186 5 562	 375 376	375,5	34,71	—	—0,08	34,63	 tänavate all 1,27 tiik 0,42
	Kokku . .	—	—	331,94	—	—	—	—	—
	Peab olema .	—	—	331,11	—	—	—	—	—
	Sulgemisviga	—	—	+0,83	—	—	—	—	—

alaga. Lubatav sulgemisviga jaotatakse vastupidise märgiga kõigile antud rühmadele kuuluvatele pindaladele võrdeliselt pindalade suurustega.

Suuremad pindalad jaotatakse osadesse teid, metsasihte, kraave ja muid planšetielemente mööda.

Väikestest killustatud kontuuridest pihutatud maatükkide pindalad arvutatakse esialgu ilma neid arvestamata; seejärel määratakse väikeste pihutatud kontuuride pindalad ja nende summa lahutatakse maatüki pindalast. Väikeste kontuuride pindalasid on otstarbekohane määrata kas planilt sirkliga graafiliselt võetud andmeist või paleti abil, kontrollides määramise tulemusi nendesamade abinõudega, kuid teiste arvuliste andmetega.

Teede, jõgede ja üldse paelkontuuride pindalad määratakse kui sellise kontuuri plaanilt mõõdetud pikkuse ja mõõdistamisel või dešifreerimisel looduses kindlakstehtud laiuse korrutis. Üldpindalade süsteemis paelkontuuride pindalade arvutamiskord on analoogiline väikeste kontuuride eespool mainitud arvutamise korraga.

Teoreetilise pindala piirides kooskõlastatavate maakasutuste üldpindalade summas ei tohi sulgemisviga ületada $0{,}05\sqrt{p}$; maakasutuse üldpindala piirides kooskõlastatavate üksikute kontuuride summas ei tohi sulgemisviga ületada $0{,}08\sqrt{p}$; kus p on mõlemal juhtumil pindala ruutsentimeetreis plaanil.

Nende valemite järgi arvutatud lubatavad absoluutsed ja relatiivsed sulgemisvead mitmesuguste pindalade jaoks on järgmised:

p cm²-tes	$\pm 0{,}05\sqrt{p}$ cm²-tes	$\frac{\Delta p}{p}$ relatiivne sulgemisviga	$\pm 0{,}08\sqrt{p}$ cm²-tes	$\frac{\Delta p}{p}$ relatiivne sulgemisviga
300	0,87	1 : 345	1,39	1 : 216
500	1,12	1 : 446	1,79	1 : 280
700	1,32	1 : 530	2,12	1 : 330
1 000	1,58	1 : 632	2,53	1 : 354
1 200	1,73	1 : 694	2,77	1 : 453
1 500	1,94	1 : 773	3,10	1 : 484
1 800	2,12	1 : 850	3,40	1 : 530
2 000	2,24	1 : 893	3,53	1 : 558
2 500	2,50	1 : 1 000	4,00	1 : 625

Lubatav sulgemisviga jaotatakse võrdeliselt pindalade sulgemisveale vastupidise märgiga, kusjuures mõõtkavades 1 : 10 000 ja 1 : 25 000 pindalad arvutatakse täpsusega kuni 0,01 ha, mõõtkavas 1 : 50 000 täpsusega kuni 0,1 ha.

Nummerdatud ja kooskõlastatud kontuuride pindalad, pärast väikeste pihutatud kontuuride mahaarvamist, kirjutatakse kontuurkalkale, ümardades pindalade numbrilised väärtused mõõtkava 1 : 10 000 jaoks kuni hektari sajandikosadeni ja mõõtkavade 1 : 25 000 ning 1 : 50 000 jaoks hektari kümnendikosadeni. Kontuuride numbrid pindalade arvutuslehel ja kalkal peavad olema ühed ja samad.

Kooskõlastatud pindalad kirjutatakse kontuurkalkale järgmiselt:

$$\frac{h - 34}{150{,}80}, \text{ s. t. } \frac{\text{heinamaa nr. } 34}{\text{pindala } 150{,}80 \text{ ha}}$$

Pindalade tulemusena koostatakse eksplikatsioon maakasutuste viisi.

Kontuuripaus. Planšeti või fotoplaani koopiat pauspaberile nimetatakse kontuuripausiks. Pausid valmistatakse enne kontuuride arvutamist; paberile kopeeritakse musta tušiga igalt planšetilt või fotoplaanilt kehtivais leppemärkides kõik kõlvikud ja kõik maastiku objektid, millede pindalad kuuluvad arvutamisele. Iga planšeti või fotoplaani ulatuses peetakse numeratsiooni ühes süsteemis, nimelt araabia numbritega, alates ühest; üksikute maakasutuste piirides planšeti või fotoplaani ulatuses kontuuride loendamise kord jääb samuti rangelt järjekindlaks, vältides ühe ja sama numbri kordumist kahes maakasutuses. Kontuuri number ja kontuuri kooskõlastatud pindala kirjutatakse pausile punase tušiga murru kujul: lugejasse — number, nimetajasse aga pindala suurus, kusjuures pausile märgitud kontuurinumber peab vastama pindalade arvutuslehele kirjutatud sama kontuuri numbrile. Kontuuripausi ülemise raami taha kirjutatakse rajoon, oblast ja planšeti nomenklatuur. Alumisse parempoolsesse nurka paigutatakse kontuuripausi valmistaja ja pindalade arvutaja perekonnanimi.

Dešifreeritud fotoplaanide reproduktsioonidele kontuuripausi ei valmistata ja pindalade arvutamine toimub otseselt reproduktsioonide järgi.

Koond-eksplikatsioonide koostamine. Koond-eksplikatsioonid koostatakse planšettide või fotoplaanide ja maakasutuste viisi tervikuna järgmises korras:

1. Iga planšeti või fotoplaani piirides arvutatakse kokku üksikute kõlvikute pindalad iga maakasutuse kohta.

2. Planšeti või fotoplaani piirides arvutatakse kokku kõlvikute pindalad kõigi maakasutuste viisi ja saadav summa kirjutatakse vastava lehe kokkuvõtte reale.

3. Saadud andmete järgi koostatakse koond-eksplikatsioon planšetist või fotoplaanist.

4. Sissekanded kontrollitakse järgmiselt: planšeti või fotoplaani piirides iga maakasutuse üksikute kõlvikute pindalade summa peab võrduma selle maakasutuse üldise (kooskõlastatud) pindalaga; kõigi kõlvikute pindalade summa peab võrduma antud planšeti või fotoplaani teoreetilise pindalaga.

5. Eksplikatsioonist kirjutatakse välja maakasutuse üksikute maatükkide pindalad planšettide või fotoplaanide viisi.

6. Üksikute maatükkide pindalad summeeritakse maakasutuste viisi.

7. Saadud andmete järgi koostatakse koond-eksplikatsioon iga maakasutuse kohta.

Arvutusi kontrollitakse järgmiselt: üksikute kõlvikute pindalade summa peab võrduma maakasutuse maatükkide pindalade summaga.

Planšeti või fotoplaani koond-eksplikatsiooni koostamiseks kui ka maakasutuse koond-eksplikatsiooni koostamiseks omab arvutusleht ühte ja sama vormi.

40. Pindalade arvutamise graafiline viis.

Pindalade arvutamise graafiline viis seisneb elementaarsete figuuride (trapetsi, kolmnurga jm.) pindalade määramises sirkli ja mõõtkavalise joonlaua abil.

Pindalade graafilise arvutamise juures on tarvis:

1) maatükk jaotada mitmesuguste pindala määravate mõõtmetega geomeetrilisteks figuurideks, kusjuures nende mõõtmete vahekord ei ole harilikult lubatud alla 1 : 4;

2) taotleda looduses mõõdetud joonepikkuste laialdasemat kasutamist. See tõstab pindalade arvutamise täpsust 1,5—2 korda;

3) iga figuur mõõta kaks korda eri aluste juures;

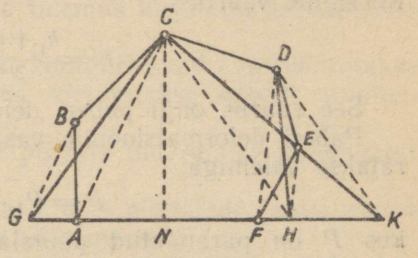
4) üldpindala puhul võtta arvesse paberi deformatsioonist tulenev parandus.

Pindalade määramise graafiline viis hulknurkse figuuri kolmnurgaks muutmise teel (joon. 115). Muuta kuusnurk *ABCDEF* pindvõrdseks kolmnurgaks. Pikendame kuusnurga seda külge (*AF*), mis jääb saadava kolmnurga aluseks ja loob pindala

arvutamiseks kasuliku kujundi ja mille pikendus ei lõika maatükki.

Asendame kolmnurga ABC pindvõrdse kolmnurgaga, paigutades selle kolmnurga ühe külje joone AF pikendusele.

Otsitavaks aluseks võtame joone AC. Siis, tõmmanud tipust B joonega AC paralleelse joone BG ja märkinud selle joone mistahes punktis kolmnurga uue tipu (käesoleval juhtumil G), saame uuesti konstrueeritud kolmnurga AGC, mis on pindvõrdne kolmnurgaga ABC.



Joon. 115.

Samal viisil muudame kolmnurga DEF pindvõrdseks kolmnurgaks DHF, seejärel kolmnurga CDH pindvõrdseks kolmnurgaks CKH. Tulemusena kuusnurk $ABCDEF$ asendub pindvõrdse kolmnurgaga CKG, mille pindala arvutatakse graafiliselt.

Üldiselt öelduna figuuri muutmisel kolmnurgaks ei ole vajadust paberile tõmmata kõiki jooni, piisab ainult nende joonte otste märkimisest valitud baasile.

Juhtumil, kui maatükil on suur hulk nurki, võib teda muuta kaheks pindvõrdseks kolmnurgaks.

Paberi deformatsiooni arvestus. Pindala arvutamist võib tunduvalt mõjustada paberi deformatsioonist tingitud viga, see viga on seda suurem, mida suurem on arvutatav pindala.

Deformatsioonikoefitsient moodustab ligikaudu 1 : 400, mõnedel juhtumeil ulatub kuni 1 : 200 ja isegi kuni 1 : 100.

Deformatsioonist tingitud vea arvestamiseks on tarvis teada just selle paberi deformatsioonikoefitsienti, millele on kujutatud arvutatav pindala.

Deformatsioonikoefitsient määratakse valemi järgi:

$$k = \frac{d_0 - d}{d_0},$$

kus d_0 on joone nominaalne (teoreetiline) pikkus,

d — plaanilt mõõdetud joone pikkus.

Suurus k määratakse praktiliselt järgmiselt: mõõta kahe ristaka joone pikkused, leida väärtused k_1 ja k_2 ning leida suurus k kui aritmeetiline keskmine k_1-st ja k_2-st.

Näide.

a) Mingi ruudu külje nominaalpikkus planšetil x-telje suunas $d_0 = 50$ cm, sama külje mõõdetud pikkus $d = 49{,}80$ cm.

$$k_1 = \frac{50 - 49{,}80}{50} = \frac{1}{250}.$$

b) Sama ruudu külje nominaalpikkus y-telje suunas $d_0 = 50$ cm, mõõdetud $d = 49{,}75$ cm; sel juhtumil

$$k_2 = \frac{50 - 49{,}75}{50} = \frac{1}{200}.$$

Keskmine väärtus:

$$k = \frac{k_1 + k_2}{2} = \frac{1}{222}.$$

See suurus ongi paberi deformatsioonikoefitsient.

Paberi deformatsioonile vastavalt parandatud pindala määratakse valemiga:

$$P = P_1 + P_1 \cdot 2k,$$

kus P on parandatud pindala,

P_1 — mõõdetud pindala,

k — keskmine deformatsioonikoefitsient.

Näide.

Olgu mõõdetud pindala $P_1 = 500{,}0$ ha. Parandatud pindala on:

$$P = 500{,}0 + \frac{500{,}0}{112} = 504{,}5 \text{ ha}.$$

Pindalade arvutamine palettidega. Ruudulisi palette rakendatakse väikeste kontuuride pindalade arvutamisel, mis omavad korrapäratut kuju ja looklevaid piirjooni.

Palett on tselluloidplaat, millele on kantud jaotustena ruudustik.

Paleti mõõtühikuks on tavaliselt 1-cm²-ne pindala. Iga ruut jaotatakse 25-ks ruuduks küljepikkustega 2 mm, üks ruutudest aga jaotatakse 100-ks ruuduks külgedega 1 mm.

Paleti ruutude jaotuse väärtus erinevais mõõtkavades omab järgmisi väärtusi:

Ruutude pindalad	Mõõtkavad		
	1 : 10 000	1 : 25 000	1 : 50 000
mm²	Pindalad (hektarites)		
100	1,0	6,25	25,0
25	0,25	1,5625	6,25
4	0,04	0,25	1,00
1	0,01	0,0625	0,25

Paleti käsitamine seisneb järgmises:

a) Palett asetatakse kontuurile nii, et jaotusi kandev pind asetseks otseselt plaanil.

b) Loendatakse antud kontuurisse mahtuvate täisruutude arv ja kontuuri äärtel olevate poolikute ruutude suurus hinnatakse silma järgi.

c) Võetakse ruudu mõõtkava kohase jaotuse väärtuse korrutis kontuuri ruutude arvuga ja tulemus kirjutatakse pindalade arvutuslehele.

d) Muudetakse paleti asendit kontuuri suhtes ja määratakse uuesti figuuri pindala; tulemus kirjutatakse samuti arvutuslehele.

Keskmine üksikuist kontuuri pindala määramise tulemustest annab otsitava pindala.

Tuleb silmas pidada, et alla 1 cm^2 pindalade jaoks annab palett täpsemaid resultaate kui planimeeter.

Tähelepanu väärib G. I. Gorohhovi palett, mille abil saab: projektida maatükke antud pindalaga maatükkide antud pikkuse või laiuse juures; arvutada mitmesuguste geomeetriliste figuuride pindalasid; arvutada teede, jõekeste, kraavide ja mitmesuguse laiusega ribade all olevaid pindalasid; määrata maastiku kallet plaani horisontaalide järgi ja teostada rida arvutusi maakorraldusliku projektimise juures.

Nomogramm on konstrueeritud, arvestades tööd plaanidel, mõõtkavades 1 : 10 000, 1 : 25 000 ja 1 : 50 000.

41. Pindalade arvutamise analüütilised viisid.

Pindalade arvutamise valemid. Pindalade arvutamise analüütiline viis seisneb vajalike pindalade suuruse määramises kas otseselt maastikul saadud andmetel või nende funktsioonide järgi, rakendades geomeetria, trigonomeetria ja analüütilise geomeetria valemeid. Praktikas on see viis võrdlemisi vähe kasutatav, kuid ta on sageli vajalik töömahukate kultuuride rajoonides ja asustuskohtade projektimisel.

Selle viisi iseärasus seisneb selles, et samaaegselt projektimisega saadakse andmed projekti kandmiseks loodusesse. Pindalade arvutamiseks kasutatakse kõige sagedamini alljärgnevaid valemeid.

Kolmnurga jaoks:

1) $p = \frac{1}{2}ah$;

2) $p = \frac{1}{2}\frac{a \sin B \sin C}{\sin (B+C)}$;

3) $p = \frac{1}{2}ab \sin C$; 4) $p = \frac{a^2}{2(\cot B + \cot C)}$;

5) $p = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$;

6) $p = \frac{1}{2}(\Delta x_1 \Delta y_2 - \Delta x_2 \Delta y_1)$; $s = \frac{a+b+c}{2}$,

kus a, b, c on kolmnurga küljed.
h — kolmnurga kõrgus;
B, C — vastavate külgede vastas olevad kolmnurkade nurgad;
p — kolmnurga pindala.

Ristküliku jaoks:

7) $p = a \cdot b$, kus a, b on ristküliku küljed.

Nelinurga jaoks:

8) $p = \frac{1}{2}\{(\Delta x_1 + \Delta x_2)(\Delta y_2 + \Delta y_3) - (\Delta x_2 + \Delta x_3)(\Delta y_1 + \Delta y_2)\}$, kus Δx_1, Δx_2, Δx_3, Δy_1, Δy_2, Δy_3 on külgede juurdekasvud.

Parallelogrammi jaoks:

9) $p = a \cdot h$, 10) $p = ab \sin C$,

kus a on alus, kus a, b on parallelogrammi küljed.
h — kõrgus.

Trapetsi jaoks:

11) $p = \frac{1}{2}(a + b)$ 12) $p = \frac{a^2 + b^2}{2(\cot \alpha + \cot \beta)}$

13) $p = ah - \frac{h^2(\cot \alpha + \cot \beta)}{2}$,

kus a, b on trapetsi paralleelsed küljed;
h — trapetsi kõrgus;
α, β — trapetsi sisenurgad.

Valemid 1, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13 on mugavad aritmomeetri kasutamisel.

Hulknurga pindala arvutamine tema tippude koordinaatide järgi. Hulknurga pindala arvutamisel tema tippude koordinaatide järgi toimitakse järgmiselt:

a) allpool toodud vormi kohaselt koostatud arvutuslehele kantakse arvutusele kuuluvat pindala ümbritseva ringpiiri kõik koordinaadid; samasse kirjutatakse peale selle veel kord kahe esimese punkti koordinaadid (lahtrid I ja II);

b) I lahtris olevate arvudega teostatakse lahutamine üle rea ülalt alla, s. t. esimese rea arvust lahutatakse kolmanda rea

Hulknurga pindala arvutamine tema tippude koordinaatide järgi.

Valemid $\begin{cases} \text{I.} \ldots 2F = \Sigma Y_n(X_{n-1} - X_{n+1}) \text{ või } 2F = \Sigma Y_n[-(\Delta x_{n-1,n} + \Delta x_{n,n+1})] \\ \text{II.} \ldots 2F = \Sigma X_n(Y_{n+1} - Y_{n-1}) \text{ või } 2F = \Sigma X_n[\ \ (\Delta y_{n-1,n} + \Delta y_{n,n+1})]. \end{cases}$

Tippude nr.	X	Y	$X_{n-1} - X_{n+1}$ või $(\Delta x_{n-1,n} + \Delta x_{n,n+1})$	$Y_{n+1} - Y_{n-1}$ või $(\Delta y_{n-1,n} + \Delta y_{n,n+1})$	$Y_n(X_{n-1} - X_{n+1})$ või $Y_n[-(\Delta x_{n-1,n} + \Delta x_{n,n+1})]$		$X_n(Y_{n+1} - Y_{n-1})$ või $X_n(\Delta y_{n-1,n} + \Delta y_{n,n+1})$	
1	0,00	10,00			+	−	+	−
2	+ 45,09	+ 137,49	+ 71,13	+ 335,75	−	9 779,7	15 136,0	−
3	+ 71,13	+ 335,75	+ 48,51	+ 326,35	−	16 287,2	23 213,3	−
4	+ 93,60	+ 463,84	+ 58,66	+ 217,95	27 208,9	−	20 400,1	−
5	+ 12,47	+ 553,70	+ 252,24	+ 89,50	139 665,3	−	1 116,1	−
6	− 158,64	+ 553,34	+ 239,06	+ 145,01	132 281,5	−	−	23 004,4
7	− 226,59	+ 698,71	+ 95,60	+ 87,60	66 796,7	−	−	19 849,3
8	− 254,24	+ 640,94	+ 54,79	− 114,67	35 117,1	−	29 153,7	−
9	− 281,38	+ 584,04	+ 39,76	− 158,18	23 221,4	−	44 508,7	−
10	− 294,00	+ 482,76	+ 44,94	− 395,80	21 695,2	−	116 365,2	−
11	− 326,32	+ 188,24	− 55,66	− 337,67	−	10 477,4	110 188,5	−
12	− 238,34	+ 145,09	− 90,20	− 132,53	−	13 087,1	31 587,2	−
13	− 236,12	+ 55,71	− 110,07	− 98,86	−	6 132,0	23 342,8	−
14	− 128,27	+ 46,23	− 120,99	− 73,20	−	5 593,4	9 389,4	−
15	− 115,13	− 17,49	− 128,27	− 46,23	2 243,4	−	5 322,5	−
1	0.00	0.00	− 160,22	+ 154,98	−	0	0	−
2	+ 45,09	+ 137,49	+ 785,05	+ 357,14	448 229,5	61 356,8	429 726,5	42 853,7
			− 785,05	− 1 357,14	$2F = 386\,872{,}7$		$2F = 386\,872{,}8$	
			0	0	$F = 193\,436$ m²			
	(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)	(VI)	(VII)	(VIII)

arv, teise rea arvust neljanda rea arv jne. Iga tulemus kantakse vastava märgiga vahelejäävale reale III lahtrisse; kõigi nende vahede arv peab võrduma koordinaatide arvuga, vahede summa aga — nulliga;

c) II lahtris olevate arvudega teostatakse lahutamine samuti üle rea, kuid altpoolt ülespoole, s. t. kolmanda rea arvust lahutatakse esimese rea arv, neljanda rea arvust — teise rea arv jne., ning resultaadid kirjutatakse vastavate märkidega vahelejäänud ridadele IV lahtrisse; nende vahede summa peab samuti võrduma nulliga;

d) II ja III lahtris seisvad arvud korrutatakse ridade kaupa ja korrutised kirjutatakse vastavalt nende märkidele V või VI lahtrisse, ümardanud tulemused kuni kümnendikosadeni;

e) korrutatakse ridade kaupa lahtrites I ja IV seisvad arvud ja korrutised kirjutatakse vastavalt nende märkidele VII või VIII lahtrisse, olles samuti ümardanud tulemused kuni kümnendikosadeni;

f) võetakse lahtrites V, VI, VII ja VIII seisvate arvude lahtrite summa; leitakse lahtrite arvude summade vahed:

$$(V) - (VI) \text{ ja } (VII) - (VIII);$$

kahest saadud vahest, nende küllaldase sobilikkuse korral, leitakse keskmine, mis annabki arvutatava hulknurga kahekordse pindala. Saadud suurus jagatakse kahega ja leitakse hulknurga pindala lõplik suurus.

Arvutustel soovitatakse silmas pidada järgmisi kontrollvõtteid:

1. I lahtri arvude ülalt alla üle rea lahutamisi, s. o. $(X_{n-1} - X_{n+1})$-kujuliste vahede saamisi kontrollitakse $(\Delta X_{n-1,n} + \Delta X_{n,n+1})$-kujuliste summade arvutamise teel, kusjuures need summad tuleb võtta miinusmärgiga.

2. II lahtri arvude alt üles üle rea lahutamist, s. o. $(Y_{n+1} - Y_{n-1})$-kujuliste vahede saamist kontrollitakse $(\Delta Y_{n-1,n} + \Delta Y_{n,n+1})$-kujuliste summade arvutamise teel.

3. Abstsisside vahede järgi kahekordse pindala arvutamise tulemus, lahtrite V, VI, VII ja VIII arvude ümardamise tagajärjel kuni kümnendikosadeni, võib erineda ordinaatide vahede järgi arvutatud tulemustest mitte üle $\frac{n}{10}$ m², kus n on hulknurga tippude arv.

4. Tunduvate vigade juures tuleb kontrollida korrutise märke ja kümnendikosade eraldamist komaga.

42. Materjalid projektimiseks.

Üldised kaalutlused. Mensulmõõdistamise planšettidel rakendatakse projektimise graafilist või mehhaanilist viisi. Projektimise analüütiline viis nõuab geodeetiliste andmete olemasolu plaanil.

Praktiliselt, lähtudes majanduslikust seisukohast, maatükkide eraldamisel lubatav viga võib kõikuda 1% kuni 3% piirides, s. o. $\frac{1}{100}$ kuni $\frac{1}{35}$ maatüki pindalast. Suurte maatükkide jaoks rahuldab seda täpsust täielikult mõõdistamise ja projektimise graafiline viis. Nurgamõõdulise mõõdistamise plaanidel ja geodeetiliste andmetega plaanidel kasutatakse enamail juhtumeil samuti projektimise graafilist ja mehhaanilist viisi. Et sel juhtumil maakasutuste piirid kui maakorraldusprojekti tehniline põhis ja kui projekti loodusesse kandmise alus saadakse täpsemalt kui mõõdistamise graafilise viisi juures, tõuseb maatükkide sees toimuva projektimise täpsus sellistel plaanidel kahtlemata. Tuleb siiski tähendada, et täpsuse tõus on märgatav ainult suurte mõõtkavade puhul.

Kui looduses projektitud pindalade täpsus ei rahulda antud põllumajandusliku ettevõtte majanduslikke nõudeid, võib looduses pindala saamise täpsuse tõstmiseks käia kahte teed: a) anda plaanil küllalt tihe teodoliitkäikude võrk ja projektimine teostada analüütilise meetodiga; b) suurendada mõõdistamise mõõtkava ja projektimine teostada graafilise või mehhaanilise viisiga.

Projektimise analüütiline viis nõuab nurgamõõdulise mõõdistamise korraldamist.

Kui aga geodeetilised andmed on olemas ainult maakasutuste piire mööda, situatsioon aga on mõõdistatud graafiliselt, siis täpsus, mida annab projektimise analüütiline viis, väheneb tunduvalt ja selle viisi rakendamine tiheda situatsiooni juures kutsub esile ajakaotuse ilma kogu projekti täpsuse märgatava tõstmiseta.

Projektimine mitmekesistel plaanimaterjalidel. Maakorralduse projektide koostamisel tuleb sageli kasutada väga mitmekesist plaanimaterjali. Mensulmõõdistamise planšettide kõrval esinevad väga sageli nurgamõõdulise mõõdistamise plaanid, fotoplaanid, fotoskeemid ja üksikud aerofotoülesvõtted, mitmet liiki koopiad ja väljavõtted plaanidest jne. Seepärast tekib vajadus

kõigi nende materjalide ühteviimiseks üldisesse süsteemi ühes mõõtkavas, teisiti öelduna, nõutakse üld- või koondkaartide koostamist. Koondplaan koostatakse täisnurkset võrku omavale tihedale paberile, millele kantakse koordinaatide järgi kõik koordinaatide ühele ühisele algusele taandatud geodeetilised andmed, trigonomeetriliste ja polügonomeetriliste võrkude tugipunktid, planšettide raamid, maakasutuste ringpiiride käänupunktid. Detailide ülekandmine toimub pantograafiga või tihendatud võrgu järgi proportsionaalsirkli abil sel juhtumil, kui see ülekandmine on ühenduses mõõtkava muutmisega, ja pauspaberi abil, kui mõõtkava jääb muutmatuks. Viimasel juhtumil on kasulikum niihästi täpsuse kui ka koondkaardi kiire valmistamise seisukohalt kleepida üksikud plaanid või planšetid koondplaanile. Koondkaart on jämedam kui originaalid, millede järgi ta koostati, ja ta teenindab peamiselt eskiisilist projektimist, kusjuures teatud juhtumeil võib teda eduga kasutada ka lõplikuks projektimiseks.

Fotoplaanide järgi on projektimise meetodid kui ka nende täpsus analoogilised mensulmõõdistamise planšettide järgi projektimise meetoditega ja täpsusega.

Fotoplaanidel võib teha ka analüütilist projektimist, kui fotoplaanid on varustatud küllaldase geodeetilise alusvõrguga. Fotoplaanide graafiline täpsus loetakse võrdseks mensulmõõdistamise planšettide täpsusega.

Fotoskeemide ja aeroülesvõtete järgi erinevad projektimise meetodid oluliselt kõigil eespool vaadeldud plaanilis-topograafilistel materjalidel toimuvaist projektimise meetodeist.

Fotoskeemide täpsus on tunduvalt väiksem fotoplaanide täpsusest; sellekohased uurimused on näidanud, et fotoskeemil mõõtkavas 1 : 15 000 saab maatükke projektida vaid täpsusega, mis vastab topograafiliste plaanide täpsusele mõõtkavas 1 : 25 000.

Pindalade arvutamine ja selle seos projektimisega. Maakorralduse praktikas eelneb harilikult pindalade arvutamine projektimisele, kusjuures projektija kas opereerib juba pindala arvutamise valmite andmetega, mis teise töötäitja poolt on süstematiseeritud eksplikatsioonilehele või arvutab vajalikud projektimiselemendid otseselt. Viimasel juhtumil tuleb projektimiseks nõutavate pindalade arvutamise protsesse omavahel siduda selliselt, et pindalade andmeid vigade kuhjumise vältimiseks kasutataks teatud järjekorras.

Pindalade arvutamine ja projektimine toimugu põhimõtte järgi: üldisest üksik-

asjadesse, s. t. kogu maakasutuse pindala jaotatakse esialgu osadesse, seejärel kooskõlastatakse iga üksiku osa piirides kontuuride rühmad, pärast seda kõrvaldatakse kogu maakasutuse piirides erinevused maakasutuse üldpindala ja selle osade summa vahel.

Asunud projektimisele, tehakse eelkõige pindalade arvutused mitmest maatükist koosnevate rühmade viisi, pärast seda aga jätkatakse arvutusi juba enne läbitöötatud iga rühma piirides. Projektimisel tuleb silmas pidada kõigi tehete ranget süsteemi, tagades arvutustulemuste kontrolli ja saadud andmete edasise kasutamise võimaluse.

43. Projektimise analüütiline viis.

Üldised alused. Projektimise analüütiline viis seisneb projekti elementide matemaatilises arvutuses maastikul tehtud otseste mõõtmiste parandatud tulemuste või mõõtmiste tasandatud funktsioonide järgi.

Analüütilise projektimise aluseks on geomeetria, trigonomeetria või analüütilise geomeetria valemid. Kasutades geomeetrilisi valemeid määratakse pindalad ja tehakse kindlaks jooneliste suuruste ning pindalade vaheline seos. Selle tõttu projektimise paljudel juhtumitel määratakse ainuüksi nende valemite põhjal projektitavate maatükkide otsitavate piirijoonte suurused. Trigonomeetrilised valemid annavad peale selle võimaluse nurgaliste andmete määramiseks; analüütilise geomeetria valemite põhjal aga võidakse peale pindalade määrata piirijoonte otste koordinaadid, nende järgi aga projektitud maatükkide joonelised andmed ja asimuudid.

Nende või teiste valemite rakendamine sõltub projektimise konkreetseist tingimustest ja vastavate andmete olemasolust. Projektimise analüütilise viisi põhiliseks tingimuseks on teodoliitmõõdistamise plaanide olemasolu maakorralduse territooriumi jaoks. Olgugi et kolhoosidele välja antud plaanid kui riiklike aktide lisad maa põliseks kinnistamise üle on enamasti saadud teodoliitmõõdistamise tulemusena, on neil siiski harilikult kujutatud ainult maakasutuste välispiirid ilma sisesituatsioonita. Järelikult saab nende plaanide andmeid kasutada ainult maakorralduse territooriumi üksikute osade üldpindalade arvutamiseks analüütiliste valemite järgi, graafilise või mehhaanilise projektimise tulemuste kontrolli otstarbel.

Kolhoosisisesel maakorraldamisel võib projektija korralduses olla kaks põhilist allikat projektimiseks: topograafilise mensul-

mõõdistamise planšetid või fotoplaanid ja maakasutuse välispiiride teodoliitmõõdistamise plaanid, kus on näidatud riikliku ja rajoonilise tähtsusega teed, jõed, järved ja teedeministeeriumile eraldatud maaribad. Mainitud materjalide olemasolu annab võimaluse kolhoosisisesel maakorraldamisel rakendada projektimise kombineeritud viise.

Projektimise analüütilist viisi rakendatakse puhtal kujul maakasutuste väliste puuduste likvideerimise tööde juures riiklike aktide väljaandmisel kolhoosidele, samuti aga ka selliste kolhooside maakorraldamisel, kellede maakasutuse kohta on olemas piiride ja maastiku situatsiooni teodoliitmõõdistamise plaanid.

Projekti elementide — punktide, joonte, pindalade — analüütilise määramise näiteid.

Ülesanne I. Geodeetiline pöördülesanne (vastuülesanne).

Punktide $A(x_A, y_A)$ ja $B(x_B, y_B)$ koordinaatide järgi määrata sirge AB pikkus ja asimuut.

Lahendamise valemid:

$$\tan \alpha = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

$$AB = \frac{\Delta y}{\sin \alpha} = \frac{\Delta x}{\cos \alpha} = \sqrt{(\Delta y)^2 + (\Delta x)^2}$$

Näide.

	x	y
A	+ 9220,20	6829,10
B	+ 9601,70	8031,10
	$x_B - x_A = +381{,}50$	$y_B - y_A = +1202{,}00$

8	$\log S$	3,10075
1	$\log (y_B - y_A)$	3,07990
6	$\log \sin \alpha$	9,97916
7	$\log \cos \alpha$	9,48075
2	$\log (x_B - x_A)$	2,58149
3	$\log \tan \alpha$	0,49841
9	$\log S$	3,10075
4	rumb	NO: 72°23′
5	α	72°23′
10	S	1261,08

Ülesanne 2. Sirge AB otste koordinaatide järgi leida selle sirge keskpunkti koordinaadid.
Lahendamise valemid:
Näide.

$$x_0 = \frac{x_A + x_B}{2}; \quad y_0 = \frac{y_A + y_B}{2}$$

$$x_A = +840{,}84 \qquad x_B = +950{,}28$$
$$y_A = +422{,}10 \qquad y_B = +636{,}32$$

$$x_0 = \frac{840{,}84 + 422{,}10}{2} = +631{,}47$$

$$y_0 = \frac{950{,}28 + 636{,}32}{2} = +783{,}30.$$

Ülesanne 3. Sirgel AB leida koordinaadid punkti C jaoks, mis asetseb punktist A kaugusel S.
Lahendamise valemid:

$$x_C = x_A + \frac{x_B - x_A}{AB} \cdot S; \quad y_C = y_A + \frac{y_B - y_A}{AB} \cdot S,$$

või

$$x_C = x_A + S \cos \alpha; \qquad y_C = y_A + S \sin \alpha;$$

$$\tan \alpha = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{\Delta y}{\Delta x}.$$

Näide.

$$x_A = +9220{,}20; \quad x_B = +6829{,}10; \quad AB = 1261{,}80 \text{ m}$$
$$y_A = +9601{,}70; \quad y_B = +8031{,}10; \quad S = 500{,}00 \text{ m}$$

$$x_C = 9220{,}20 + \frac{381{,}50}{1261{,}80} \cdot 500{,}00 = 9380{,}20$$

$$y_C = 9601{,}70 + \frac{1202{,}00}{1261{,}80} \cdot 500{,}00 = 10076{,}70$$

Ülesanne 4. Sirgete BC ja ED otste koordinaadid on teada; leida nende sirgete lõikepunkti A koordinaadid.
Lahendamise valemid:

$$y_A = y_B + \varphi \frac{m}{\varphi - \alpha}; \quad x_A = x_B + \frac{m}{\varphi - \alpha},$$

kus $\varphi = \frac{y_C - y_B}{x_C - x_B}$; $\alpha = \frac{y_D - y_E}{x_D - x_E}$; $m = (y_E - y_B) - \alpha(x_E - x_B)$.

Näide. Koordinaadid $B \ldots x_B = 140{,}20$ $E \ldots x_E = 200{,}00$

$y_B = 120{,}50$ $\ldots y_E = 111{,}12$

$C \ldots x_C = 320{,}70$ $D \ldots x_D = 101{,}13$

$y_C = 752{,}22$ $y_D = 280{,}51$

$$\varphi = \frac{752{,}22 - 120{,}50}{320{,}70 - 140{,}20} = +3{,}50; \quad \alpha = \frac{280{,}51 - 111{,}12}{101{,}13 - 200{,}00} = -1{,}71$$

$$m = (111{,}12 - 120{,}50) + 1{,}71\ (200{,}00 - 140{,}20) = +92{,}88$$

$$y_A = 120{,}50 + 3{,}50 \cdot \frac{92{,}88}{3{,}50 + 1{,}71} = +169{,}47$$

$$x_A = 140{,}20 + \frac{92{,}88}{3{,}50 + 1{,}71} = +154{,}19.$$

Ülesanne 5. Kindlaks teha, kas kolm antud punkti asetsevad ühel sihitasapinnal.

Kui antud punktide koordinaadid rahuldavad võrdsust:

$$y_A(x_C - x_B) + y_C(x_B - x_A) + y_B(x_A - x_C) = 0,$$

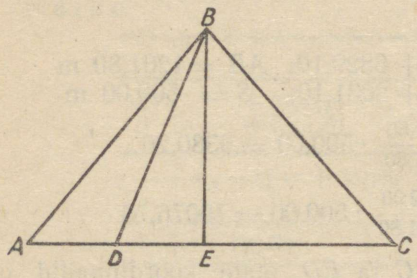
siis võib kinnitada, et kõik kolm punkti asetsevad ühel sirgel.

Näide.

$x_A = 245{,}50$; $x_B = 105{,}40$; $x_C = 175{,}45$

$y_A = 125{,}10$; $y_B = 38{,}20$; $y_C = 81{,}65$.

Asetades antud punktide koordinaadid valemisse, leiame, et võrdsus ei rikne; selle põhjal võime kinnitada, et kõik kolm punkti asetsevad ühel sihi-tasapinnal.



Joon. 116.

Ülesanne 6. Kolmnurga pindala jagada kolmnurga tippu läbivate sirgetega osadesse, kui on teada kolmnurga pindala P, alus AC ning võrdelised osad q ja r (joon. 116). Lahendamise valemid.

Et kahe võrdse kõrgusega kolmnurga pindalad suhtuvad teineteisesse nii nagu nende alused, siis:

$$\frac{AD}{AC} = q; \quad AD = q \cdot AC; \quad DE = r \cdot AC;$$

D ja E koordinaadid leitakse avalduste järgi:

$$x_D = x_A + (x_C - x_A) \cdot q; \quad x_E = x_D + (x_C - x_A) \cdot r$$

$$y_D = y_A + (y_C - y_A) \cdot q; \quad y_E = y_D + (y_C - y_A) \cdot r$$

Näide. Aluse otste koordinaadid:

$$x_A = 650{,}50 \quad x_C = 450{,}20$$
$$y_A = 240{,}10 \quad y_C = 830{,}15$$

$AC = 180{,}00$ m $P_{ABC} = 75{,}00$ ha; tipust aluse poole vasakult paremale tõmmatud sirgetega eraldada antud kolmnurga pindala osad: $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{3}$.

$$AD = \tfrac{1}{3} \cdot 180{,}00 = 60{,}00 \text{ m}; \quad DE = \tfrac{2}{3} \cdot 180{,}00 = 72{,}00 \text{ m}$$

Pindala $ABD = 25$ ha;
pindala $DBE = 30$ ha.

$$x_D = 650{,}50 + \tfrac{1}{3}(450{,}20 - 650{,}50) = 583{,}73$$
$$y_D = 240{,}10 + \tfrac{1}{3}(830{,}15 - 240{,}10) = 436{,}78$$

Analoogiliselt leitakse punkti E koordinaadid.

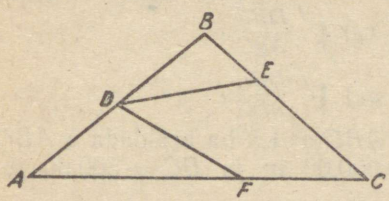
Ülesanne 7. Kolmnurga pindala jaotada osadesse kolmnurga ühel küljel võetud punkti läbivate sirgetega, kui on teada küljed AB, BC, AC, lõik AD ja pindalade ADF ning DBE suhted pindalaga ABC (joon. 117).

Lahendamise valemid.

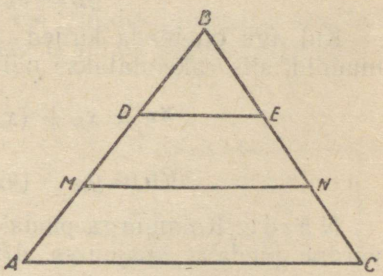
Kui kolmnurgad omavad ühte võrdset nurka, siis nende kolmnurkade pindalad on võrdelised seda nurka moodustavate külgede korrutistega, seepärast:

$$\frac{ADF}{ABC} = \frac{AD \cdot AF}{AB \cdot AC}; \quad AF = \frac{AB \cdot AC}{AD} \cdot \frac{ADF}{ABC}$$

$$\frac{DBE}{ABC} = \frac{BE \cdot BD}{BC \cdot AB}; \quad BE = \frac{BC \cdot AB}{BD} \cdot \frac{DBE}{ABC}.$$



Joon. 117.



Joon. 118.

Punktide F ja E koordinaadid leitakse valemite järgi:

$$x_F = x_A + AF \cos \alpha; \quad x_E = x_B + BE \cos \alpha.$$
$$y_F = y_A + AF \sin \alpha; \quad y_E = y_B + BE \sin \alpha.$$

Näide. $AD = 100{,}00$ m; $AB = 200{,}00$ m; $AC = 300{,}00$ m; pindala $ABC = 1{,}5$ ha.
Sellest pindalast eraldada pindala 0,5 ha.

$$AF = \frac{200{,}00 \cdot 300{,}00}{100{,}00} \cdot \frac{5\,000}{15\,000} = 200{,}00 \text{ m}.$$

Analoogiliselt arvutatakse lõik BE.

Ülesanne 8. Antud kolmnurga pindala jaotada osadeks alusele paralleelselt tõmmatud sirgetega, kui on teada kolmnurga küljed AB, AC, BC ja pindalade suhted:

$$\frac{DBE}{ABC}, \quad \frac{MBN}{ABC} \quad \text{(joon. 118)}.$$

Lahendamise valemid:
Et sarnaste kolmnurkade pindalad suhtuvad üksteisesse nii nagu vastavate külgede ruudud, siis:

$$\frac{BD^2}{AB^2} = \frac{DBE}{ABC}; \quad BD = AB \cdot \sqrt{\frac{DBE}{ABC}},$$

samuti

$$BE = BC \cdot \sqrt{\frac{DBE}{ABC}}.$$

Analoogiliselt leitakse lõigud BM ja BN.

Kui on teada külgede AB ja BC asimuudid, arvutatakse punktide D, M, E, ja N koordinaadid näiteks punkti D jaoks valemi järgi:

$$x_D = x_B + DB \cos \alpha,$$
$$y_D = y_B + DB \sin \alpha.$$

Kui aga on teada küljed AB ja BC, kuid puuduvad asimuudid, siis rakendatakse näiteks punkti D jaoks valemeid:

$$x_D = x_B + (x_A - x_B) \sqrt{\frac{DBE}{ABC}},$$

$$y_D = y_B + (y_A - y_B) \sqrt{\frac{DBE}{ABC}}.$$

Näide. Kolmnurga pindalast $ABC = 1{,}5$ ha eraldada $\frac{1}{4}$ ABC võrdne pindala, kusjuures $AB = 200{,}00$ m ja $BC = 300{,}00$ m.

$$BD = 200{,}00 \cdot \sqrt{\tfrac{1}{4}} = 100{,}00 \text{ m}; \quad BE = 300{,}00 \cdot \sqrt{\tfrac{1}{4}} = 150{,}00 \text{ m}.$$

Ülesanne 9. Antud kolmnurga pindala jaotada osadeks ühele küljele risti oleva sirgega, kui on teada: ABC pindala; suhe $\frac{AFD}{ABC} = r$ ja küljed AB, BC ja AC (joon. 119).

Lahendamise kord:

1) Eelkõige arvutatakse lõigud AE ja BE.

$$BE = \frac{2 \cdot ABC}{AC}; \quad AE = \sqrt{(AB)^2 - (BE)^2}.$$

2) Seejärel leitakse kolmnurga pindala $ABE = \frac{1}{2} \cdot AE \cdot BE$, pindalade suhe

$$\frac{ABE}{ABC} = q \text{ ja } \frac{AFD}{ABE} = \frac{r}{q},$$

pärast seda leitakse lõigud AF ja AD järgmiselt:

$$\frac{AF^2}{AB^2} = \frac{r}{q}; \quad AF = AB\sqrt{\frac{r}{q}};$$

$$\frac{AD^2}{AE^2} = \frac{r}{q}; \quad AD = AE\sqrt{\frac{r}{q}}.$$

Võib ilmneda, et suurus AF on suurem suurusest AB; sellisel juhtumil tuleb suhte $\frac{AFD}{ABE}$ asemele võtta suhe $\frac{ABC - AFD}{BCE}$ ja otsida lõik mitte külje AB, vaid külje CB järgi.

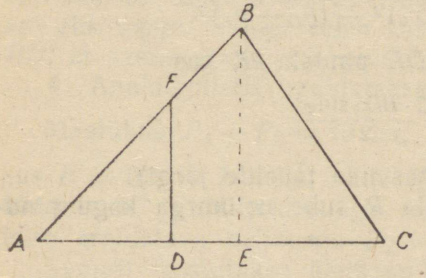
Koordinaadid leitakse eelmistes ülesannetes toodud valemite järgi.

Ülesanne 10. Ristküliku või ruudu pindalast eraldada pindala F_1 alusele paralleelse sirgega.

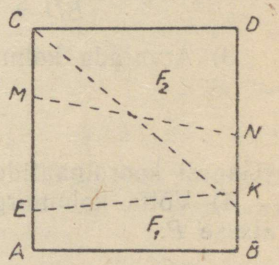
Lahendamise valem:

$$\frac{F_1}{AB} = AE = BK.$$

Ülesanne 11. Ristküliku või ruudu pindalast eraldada pindala F_2 nii, et otsitavat pindala eraldav sirge väljuks punktist M (joon. 120).



Joon. 119.



Joon. 120.

Lahendamise valem:

$$DN = \frac{2F_2}{DC} - CM.$$

Kui nõutavat pindala eraldav sirge väljub ristküliku tipust, võtab ülesande lahendamise valem kuju:

$$DN = \frac{2F_2}{DC}.$$

Ülesanne 12. Trapetsist eraldada pindala F (joon. 121) alusele paralleelselt tõmmatud sirgega.

Lahendamise kord:

1) Leida trapetsi külgede AB ja DC pikenduste lõikepunkti koordinaadid.

2) Arvutada kolmnurga AKD pindala kolmnurga tippude koordinaatide järgi.

3) Leida lõigud MK ja NK valemite järgi:

$$MK = \sqrt{\frac{AKD - F}{AKD} \cdot AK^2}; \quad NK = \sqrt{\frac{AKD - F}{AKD} \cdot KD^2}.$$

Ülesanne 13. Nelinurga pindala jaotada võrdelisteks osadeks. Antud on nelinurk $ABDC$, mille pindala võrdub P. See pindala tuleb jaotada võrdelisteks osadeks, alates alusest CD (joon. 122).

Lahendamise kord:

1) Leida külgedest AC ja BD moodustatud nurk φ, kui nende külgede asimuutide vahe, s. t.

$$\varphi = (AC) - (BD).$$

2) Määrata külgede AC ja BD pikkused nende külgede otspunktide koordinaatidest.

$$AC = \sqrt{(x_C - x_A)^2 + (y_C - y_A)^2};$$

$$BD = \sqrt{(x_D - x_B)^2 + (y_D - y_B)^2}.$$

3) Arvutada kolmnurga BDE pindala R, kus

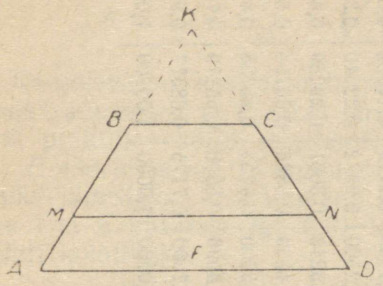
$$R = \frac{AC \cdot BD \cdot \sin\varphi}{2}$$

(Gaussi koordinaatide juurdekasvude tabelite järgi).

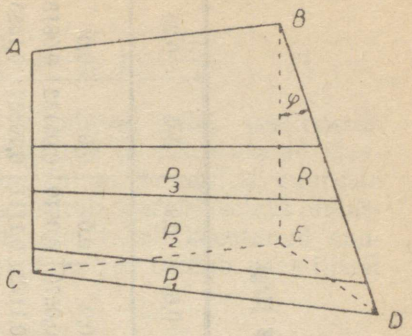
4) Võtta kolmnurga pindala R suhe nelinurga kogu pindalasse P:

$$\frac{R}{P} = \lambda.$$

Eespool mainitud tehetega leitakse muutumatu iseloomuga esialgsed andmed nelinurga jaoks. Järgnevalt asutakse nõutavate pindalade eraldamisele.



Joon. 121.



Joon. 122.

1. Olgu nelinurga pindala $P = 100$ ha; sellest pindalast on tarvis eraldada maatükid pindalaga 10, 30, 20 jne. ha.

Oletagem, et: $\lambda = \frac{R}{P} = 0{,}4$.

2. Võtta esimese eraldatava pindala $P_1 = 10$ ha suhe kogu pindalasse $P = 100$ ha ja märkida see suhe

$$E = \frac{P_1}{P} = 0{,}1.$$

3. Tabelis koefitsientide K määramiseks λ ja E järgi (vt. lk. 488) lahtris E (vertikaalne lahter) leida 0,1, siis aga sellest arvust horisontaalset rida mööda paremale leida K — vertikaalses lahtris $\lambda = 0{,}4$ seisev arv. K on võrdelisuse koefitsient ehk tegur, millega tuleb korrutada nelinurga küljed AC ja BD, et saada eraldatava pindala $P_1 = 10$ ha küljed.

4. Analoogiliselt eraldatakse teine maatükk $P_2 = 30$ ha. Maatükid $P_1 + P_2 = 40$ ha; suhe $\frac{P_1 + P_2}{P}$ annab E'. Suurus $E' = 0{,}4$ ja $\lambda = 0{,}4$; leida $K = 0{,}31$. Korrutades $K = 0{,}31$ külgede AC ja BD pikkustega, saame uued lõigud, mis vastavad teise eraldatava nelinurga $P_1 + P_2$ külgedele.

Samuti teostatakse ülejäänud pindalade P_3, P_4 jne. arvutamine.

Tabel koefitsiendi K määramiseks λ ja E järgi.

E \ λ	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,25	0,75
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,1	0,0917	0,0845	0,0784	0,0730	0,0682	0,0640	0,0603	0,0570	0,0540	0,05132	0,0813	0,0586
0,2	0,2	0,1849	0,1716	0,1598	0,1492	0,1398	0,1314	0,1240	0,1172	0,1111	0,10557	0,1655	0,1205
0,3	0,3	0,2798	0,2614	0,2446	0,2293	0,2155	0,2029	0,1916	0,1813	0,1719	0,16334	0,2528	0,1863
0,4	0,4	0,3765	0,3542	0,3334	0,3138	0,2958	0,2792	0,2640	0,2500	0,2372	0,22540	0,3436	0,2568
0,5	0,5	0,4751	0,4505	0,4267	0,4037	0,3819	0,3615	0,3424	0,3246	0,3081	0,29289	0,4385	0,3333
0,6	0,6	0,5755	0,5505	0,5252	0,5000	0,4753	0,4514	0,4286	0,4069	0,3866	0,36754	0,5378	0,4176
0,7	0,7	0,6782	0,6548	0,6301	0,6044	0,5781	0,5515	0,5254	0,5000	0,4755	0,45228	0,6428	0,5126
0,8	0,8	0,7831	0,7639	0,7427	0,7192	0,6937	0,6667	0,6384	0,6096	0,5808	0,55279	0,7536	0,6242
0,9	0,9	0,8902	0,8787	0,8650	0,8486	0,8291	0,8063	0,7798	0,7500	0,7175	0,68377	0,8721	0,7651
1,0	1,0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,00000	1,0000	1,0000

Suurus K arvutatakse võrrandi järgi:

$$\lambda K^2 - (1 + \lambda) K + E = 0,$$

kust

$$K = \frac{1}{2} + \frac{1}{2\lambda} - \sqrt{\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2\lambda}\right)^2 - \frac{E}{\lambda}}.$$

Käesolevasse käsiraamatusse paigutatud tabel koefitsiendi K määramiseks λ ja E järgi on koostatud ja siin esitatud ülesande praktilise külje selgitamiseks; ta on arvutatud suuruste λ ja E väärtuste iga 0,1 tagant ning osutub operatiivseteks otstarveteks jämedaks. Zimmermann on selle tabeli koostanud suuruse λ ja E väärtuse iga 0,01 tagant ja see osutub praktiliselt küllalt kõlblikuks.

44. Projektimise graafiline viis.

Üldine alus. Maatüki projektimise menetlus graafilisel viisil toimub kahe võttega. Esiteks määratakse nõutav pindala plaanil silma järgi, seejärel projektitakse vastav ülejääk või puudujääk.

Ülejääkide (äralõigete) või puudujääkide (juurdelõigete) projektimist toimetatakse kas kolmnurkadena või trapetsitena.

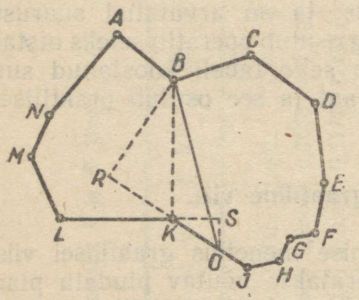
Äralõigete ja juurdelõigete projektimine kolmnurkadena toimub kolmnurkade pindala suuruse ja kõrguse või aluse järgi; üks neist elementidest võetakse plaanilt sirkliga, teine aga leitakse kahekordse pindala jagamisel mõõdetud elemendi suurusega.

Näide (joon. 123). Projektitud pindala ja hulknurga $ABKLMN$ pindala vahe on P hektarit. Nõutakse tõmmata projektijoon üle punkti B. Antud tingimuste kohaselt projektijoone teine ots lõikab polügooni alumist osa, oletame, punktis K, millest väljubki juurdelõiget kujutava kolmnurga alus. Selle kolmnurga kõrgusena aga esineb punktist B joone KI pikendusele tõmmatud ristjoon BR; siis kolmnurga alus $KO = \frac{2P}{BR}$. Joone KO pikkus arvutatakse arvutuslükatiga (logaritmilise joonlauaga); see pikkus on aluseks projekti loodusesse kandmisel.

Kui saadud joon KO on suurem joonest KI, s. t. kui juurdelõige antud pindalale on suurem kolmnurga BIK pindalast, siis arvutatakse selle kolmnurga pindala ja uus juurdelõige projektitakse joonele IH eelmisel viisil, s. o. mõõdetakse ristjoone pikkus punktist B joone HI pikendusele, jne.

Võib tekkida vajadus projektijoone üleviimiseks punktist B punkti C; sel korral arvutatakse kolmnurga BCK pindala ja juurdelõige projektitakse eelmisel viisil.

Paljudes geodeesia kursustes lahendatakse seesama ülesanne mõningal määral teisiti: kolmnurga (juurdelõike) aluseks võetakse joon BK. Selle kolmnurga kõrgus $KS = \frac{2P}{BK}$, ja et kolmnurga külge saada joonel KI, tuleb punktist S tõmmata joonega BK paralleelne joon, mis lõikudes joonega KI annab punkti O.



Joon. 123.

Võrreldes esimese viisiga:

1) toimub ülesande lahendamine aeglasemalt, sest et viimane viis nõuab aja lisakulu kõrguse konstrueerimiseks;

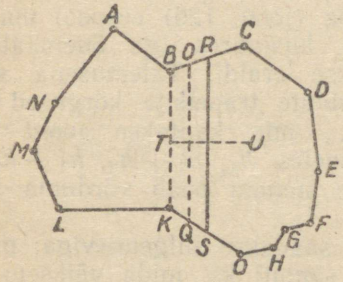
2) viis on vähem täpne, sest et siin kõrguse konstrueerimisel tekib uus vigade allikas ja peamiselt seepärast, et joone KO pikkus projekti loodusesse kandmise jaoks võetakse plaanilt graafiliselt täpsusega, mis on 1½—2 korda jämedam mõõtkava graafilisest täpsusest.

Ühtlasi annab see viis ülesande üsna lihtsa lahendusviisi juurdelõike projektimisel vahenditult looduses ekkeri ja lindi abil, ilma plaanita. Näiteks: juurdelõike pindala P on teada; looduses mõõdetakse joon BK; arvutuslükati abil määratakse ristjoone pikkus $KS = \frac{2P}{BK}$, millele punktis S rajatakse ekkeri abil ristjoon joone KI suunas kuni viimasega lõikumiseni.

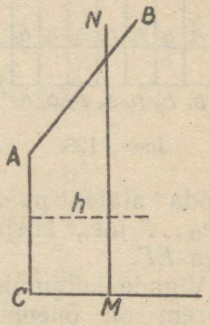
Projektimine trapetsina toimub pindala suuruse (ja keskjoone järgi; esimese suuruse jagamise tulemusena teise suurusega saadakse trapetsi kõrgus.

Näide (joon. 124). Figuuri $ABKLMN$ pindala on antud projektitud pindalast väiksem. Nõutakse pindalale juurdelõige teostada joonega, mis oleks paralleelne joonega BK. Olgu juurdelõike pindala võrdne P-ga; mõõtnud sirkliga kauguse BK, arvutatakse esialgu kõrgus $h = \frac{P}{BK}$; edasi, jaganud h pooleks ja tõmmanud üle h poolituspunkti joonega BK paralleelse joone, saame trapetsi ligikaudse keskjoone OQ; jaganud uuesti P

väärtuse keskjoone OQ väärtusega, saame trapetsi kõrguse teise väärtuse, s. o. $h_2 = \frac{P}{OQ}$. Kõrguse leitud väärtust võib lugeda lõplikuks, kui ta ei erine kõrguse h väärtusest mõõtkava kahekordse graafilise täpsuse võrra; vastasel korral on tarvis leida keskjoone uus väärtus ja kõrguse kolmas väärtus. Saanud kõrguse lõpliku väärtuse, kantakse see ristjoonele TU ja tõmmatakse joon RS. Mida väiksem on trapetsi kõrgus võrreldes



Joon. 124.



Joon. 125.

keskjoonega, seda kiiremini saadakse kõrguse otsitav väärtus. Kui aga trapetsi kõrgus oma mõõtmelt on lähedane keskjoonele või on sellest suurem, on ülesande lahendamine parem teha teisiti.

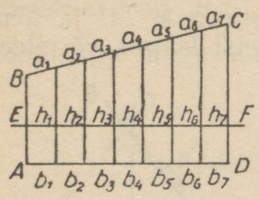
Olgu vaja projektida P-pindalaline maatükk (joon. 125) joonega, mis oleks paralleelne AC-ga. Antud pindala projektitakse esialgu joonega MN silma järgi, määratakse pindala $\frac{AC+NM}{2} \cdot h$ ja äralõige (ülejääk) või juurdelõige (puudujääk) projektitakse nagu eelmisel viisil.

Kolmnurgana ja trapetsina projektimise arutatud näidetest nähtub, et kolmnurgana projektimine toimub täpsemalt, sest et vajalikud andmed projekti loodusesse kandmiseks saadakse korraga, kuna trapetsina projektimisel vajalikud andmed võetakse plaanilt graafilise täpsusega.

Oletades siiski, et harilikult juurdelõiked ja äralõiked, võrreldes projektitava maatüki üldsuurusega kujutavad endast väikesi pindalasid, ei mõju selle või teise projektimisviisi rakendamine kuigi tunduvalt projektitava maatüki kogusuuruse täpsusele. Trapetsina projektimist rakendatakse praktiliselt sel juhtumil, kui maatükki lõikav projektijoon peab olema paralleelne

antud suunaga; kolmnurgana projektimist kasutatakse juhtumil, kui maatükki lõikav projektijoon peab läbima antud punkti.

Õuemaatükkide projektimine toimub kvartaalide ulatuses graafilise viisiga, tavaliselt trapetsitena. Eri juhtumil, kui kvartaalil on ristküliku kuju, saadakse maatükkide laiuse mõõtmed võrdeliselt nende pindaladega ja projektimine võib toimuda otseselt looduses.



Joon. 126.

Kui kvartaalil on trapetsi kuju, võib õuemaatükkide projektimine toimuda trapetsitena (joon. 126) eespool mainitud viisil, kusjuures iga õuemaatükk projektitakse eraldi. Tulemusena saadakse üksikute trapetsite kõrgused h_1, h_2, $h_3 \ldots$, mis kantakse joont EF mööda alates punktist E mõõtmetes h_1, $h_1 + h_2$, $h_1 + h_2 + h_3 \ldots$ jne., kusjuures kõrguste summa peab võrduma joonega EF.

Vigade kuhjumise tulemusena saadakse sulgemisviga; mida suurem on õuemaatükkide arv, samuti ka, mida väiksem on nende pikkuse suhe laiusega, seda suurem saadakse see sulgemisviga.

Projekti loodusesse kandmiseks peavad joone BC peal olema teada mõõtmed. Iga mõõde arvutatakse valemi järgi:

$$a_1 = \frac{BC}{\Sigma h} \cdot h_1; \qquad a_2 = \frac{BC}{\Sigma h} \cdot h_2 \text{ jne.}$$

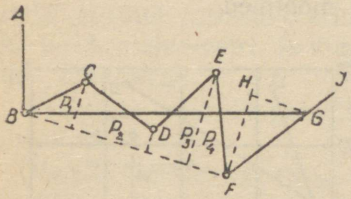
$$b_1 = \frac{AD}{\Sigma h} \cdot h_1; \qquad b_2 = \frac{AD}{\Sigma h} \cdot h_2 \text{ jne.}$$

Kõik arvutused on mugav sooritada järgmise lehe kohaselt:

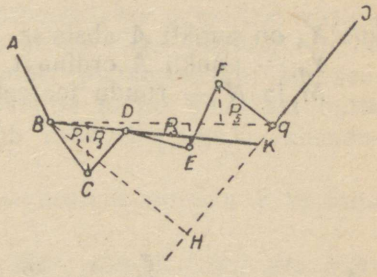
Õuemaatüki nr.	Õuemaa pindala	Keskjoon	Kõrgus h	$h_1 + h_2$	Trapetsi küljed		Märkusi
					a	b	
			Σh		$\Sigma a = BC$	$\Sigma b = AD$	
			$\frac{BC}{\Sigma h}$	....	....	$\frac{AD}{2h}$	

Aritmeetilised tehted (peale liitmise) tehakse arvutuslükati abil.

Piiride õgvendamine. Piiride õgvendamisel rakendatakse laialdaselt projektimise graafilist viisi. On tarvis piir õgvendada punktide B ja F vahel, kusjuures parandatud piir peab väljuma punktist B piirijoonele FI (joon. 127).



Joon. 127.



Joon. 128.

Selleks ühendatakse punktid B ja F sirgjoonega, arvutatakse figuuri $BCDEF$ pindala, mis võrdub $P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = P$, ja suuruselt võrdne pindala projektitakse kolmnurgana.

See ülesanne lahendatakse eespool mainitud viisil kiiresti ja lihtsalt looduses ilma plaanita, milleks maastikul mõõdetakse joon BF ja punktidest C, D, E tõmmatakse ristjooned sellele joonele. Ristjooned maastikul tõmmatakse ekkeriga.

Saadud mõõtmiste järgi arvutatakse arvutuslükatiga pindalad P_1, P_2, P_3 ja P_4; seejärel nende pindalade kahekordne summa jagatakse pikkusega BF, saades $\frac{2P}{BF} = HF$. Kolmnurga saadud kõrgus püstitatakse ekkeriga punktist F, mille järel aga punktist H konstrueeritakse ekkeriga veel ristjoon HG, mille lõikepunkt joonega FI olgu punkt G.

Joon BG ongi parandatud piir.

Analoogiliselt lahendatakse piiri õgvendamise ülesanne joonisel 128 näidatud juhtumil, ainult selle erinevusega, et uuesti projektitud piir ei satu piirijoonele qI, vaid selle pikendusele punktis K.

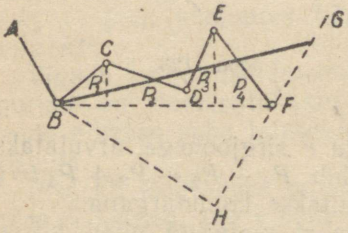
Ilma igasuguste arvutusteta lahendatakse arutatud ülesanded plaanil figuuride muutmise teel pindvõrdseks kolmnurgaks samal viisil, nagu see on näidatud lk. 470.

Punktide koordinaatide, joone pikkuse ja selle joone direktsioonnurga graafiline määramine (joon. 130). Punkti A asend koordinaatide telgede suhtes määratakse valemite järgi:

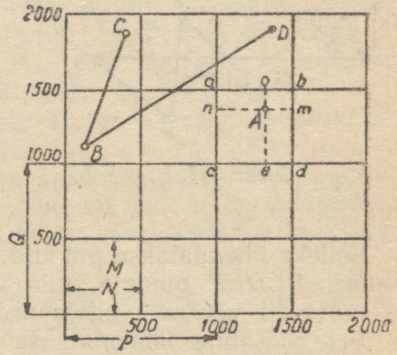
$$X_A = Q + \frac{M}{cn + na} \cdot cn$$

$$Y_A = P + \frac{N}{ce + ed} \cdot ce,$$

kus X_A on punkti A abstsiss,
Y_A — punkti A ordinaat,
M ja N — ruudu teoreetilised mõõtmed,



Joon. 129.



Joon. 130.

cn, na, ce, ed — ruudu külgi mööda graafiliselt võetud lõikude mõõtmed, mis määravad punkti A asukoha. Joone pikkuse leiame valemite järgi:

$$BC = \sqrt{(X_B - X_C)^2 + (Y_B - Y_C)^2}$$

või

$$BC = \frac{\Delta x}{\cos \alpha} = \frac{\Delta y}{\sin \alpha},$$

kus $\Delta x = X_B - X_C$,
$\Delta y = Y_B - Y_C$.

Joone BC direktsioonnurga leiame valemi järgi:

$$\tan \alpha = \frac{\Delta y}{\Delta x}.$$

45. Maatükkide projektimine planimeetriga.

Maatükkide projektimine planimeetriga toimub järkjärgulise lähendamise viisiga, s. t. projektitav maatükk kavastatakse esialgu silma järgi, seejärel määratakse selle pindala planimeetriga. Järgnevalt leitakse vahe maatüki antud pindala ja esialgselt kavastatud pindala vahel.

Leitud vahele vastav pindala projektitakse graafilise viisiga (kolmnurgana või trapetsina), ja projektitava maatüki üldine pindala veetakse lõpuks uuesti ümber planimeetriga; kui seejuures saadud resultaat erineb maatüki antud pindalast mitte üle 2—3 planimeetri jaotuse, võib ülesande lugeda lahendatuks rahuldavalt.

Praktikas võib lõppresultaadi saamiseni esineda kaks-kolm lähendust.

Maatüki projektimine planimeetriga, samuti nagu graafilise viisigagi, toimub põhimõtte järgi: üldiselt üksikasjadele.

Projektimise kombineeritud viis. Sõltuvalt tingimustest võib pindalade projektimine toimuda ja peabki toimuma mitmesuguste viisidega, kombineerides neid teatud järjekorras.

Planimeetriga projektimisel näiteks kavastatakse pindala esialgu silma järgi, seejärel veetakse ta ümber planimeetriga ja lõppeks puudujääk või ülejääk kas lõigatakse juurde või lõigatakse ära graafilise viisiga. Väikese suurusega maatükid, kooli, taimelava, kalmistu maa-alad, mis sageli omavad korrapärast geomeetrilist kuju, projektitakse graafiliselt, isegi otseselt looduses, sellal kui suured maatükid: külvikorraväljad, brigaadide maatükid projektitakse planimeetriga.

Üsna edukalt võib graafilist projektimist seondada analüütilise viisiga selles või teises kombinatsioonis. Näiteks esialgu projektitav pindala määratakse analüütilise viisiga, kuid juurdelõige või äralõige kuni antud projektpindalani projektitakse graafiliselt. Seejuures ei tule karta joone pikkuse määramist graafiliselt, plaanilt, kui juurdelõike puhul kolmnurga kõrgus mitu korda ületab aluse või trapetsi keskjoon on kümneid kordi suurem kõrgusest.

Viiside selline kombineerimine on kohane looduses otsestest mõõtmistest saadud andmetega projektimisel.

46. Projekti loodusesse kandmise põhilised viisid.

Üldised alused. Maakorralduse protsessi see staadium nõuab töötajailt erilist tähelepanu. Ülesande oskamatu ja hooletu täitmine moonutab projektilt loodusesse kantud maatükid lubamatult.

Tuleb meeles pidada, et projekti loodusesse ülekandmise menetlus sünnitab vigu kaks-kolm korda rohkem kui kameraalse projektimise staadium. Hästi organiseeritud ja tehniliselt kirjaoskuslikult korraldatud projekti loodusesse kandmise töö ei saa parandada projektimise halbu resultaate, samuti on aga ka kerge rikkuda täiesti rahuldav projekt halvasti organiseeritud ja tehniliselt ebaõigete võtetega teostatava loodusesse kandmise tööga.

Projektimise meetod maakorraldusliku projekti koostamisel määrab teataval viisil ära ka projekti loodusesse kandmise viisi. Kui projektimine teostati analüütilisel viisil, siis projekti loodusesse kandmine võib üldiselt toimuda teodoliidi ja lindi abil. Ja juhul, kui projektijoonte loodusesse rajamisel ei teki vajadust nurkade ja murdjooneliste käikude märkimiseks või kui ei ole vajadust metsasihtide raiumisele suundade andmiseks, kantakse projekt loodusesse ainult lindi abil. Seal, kus nurgamõõdulise või mensulmõõdistamise plaanidel või aerofotomõõdistamise materjalidel projektimine toimus graafilisel või mehhaanilisel teel, võib projekti loodusesse kandmise teostada kas teodoliidi ja lindi või mensuli või ainult lindi abil, kuid teodoliidi ja lindi rakendamine on otstarbekohane sel juhtumil, kui kasutatakse tugipunktide (triangulatsiooni, polügonomeetria ja maakasutuse piiride punktide) geodeetilisi andmeid. Fotoplaanide ja mensulmõõdistamise planšettide järgi projekti loodusesse kandmine on kõige hõlpsamini teostatav ainult lindi abil, kui plaanidel või planšettidel on küllaldane arv maastikul säilinud situatsioonipunkte.

Ettevalmistus projekti loodusesse kandmiseks. Sõltumatult projektimise kui ka projekti loodusesse kandmise meetodist tuleb eelkõige üksikasjaliselt ja hoolikalt läbi mõelda ja ette valmistada maakorraldusliku kava loodusesse kandmise organiseerimisega ja tehnikaga seoses olev kompleks toiminguid, milleks on tarvis koostada:

a) tööjoonis kalkale või pauspaberile, millele kantakse kõik maastikul olemasolevad tugipunktid ja maakasutuste piiride käänupunktid, iseloomustavamad situatsioonikontuurid, kõik

projekti koostuselemendid, nurgalised ja joonelised mõõtmised, kontrollmõõted, pöörates erilist tähelepanu projektimisel arvutuse teel saadud joonelistele suurustele;

b) välitööde korra lühike kirjeldus;

c) lahendamise tagavara-variandid, mis ühtlasi esinevad kontrollivatena projekti põhisõlmede kohta nii joonisel kui ka tööde kirjelduses.

Tervikuna tuleb taotleda seda, et tööjoonis ja välitööde kirjeldus sisaldaksid küllaldase hulga andmeid töös vajalikuks endakontrolliks. Näiteks ühele punktile kulgevale suunale konstrueeritav nurk tuleb kontrollida teisele punktile kulgeva suunaga; projektitud punkti asetust looduses mingi tuntud punkti suhtes kontrollitakse veel mõõtmisega teisest punktist jne.

Projekti loodusesse kandmise kõigil juhtumeil on tarvis täpselt kindlaks teha:

a) kas maastikul on säilinud mõõdistamise põhis;

b) kas on tarvis arendada abipõhist, millisel ülekantava projekti pindalal ja nimelt millisel kujul, s. t. kas teodoliitkäikude punktide või geodeetilise võrgu punktide kujul või punktide analüütilise määramise (lülitamise) teel;

c) milliste tehniliste võtetega on võimalik projekti loodusesse kandmine.

Mida vähem on tehnik tuttav antud maatükiga looduses, seda raskem on tal toime tulla oma ülesandega.

Sellest järgneb, et maastiku rekognostseerimine projekti loodusesse kandmise eesmärgil on täiesti kohustuslik ja mida hoolikamalt seda teostatakse, seda väiksemate vigadega suudetakse ülesanne täita. Üksikuil juhtumeil võivad rekognostseerimise tulemused nõuda maastikul terve rea eeltöid, kusjuures need on seda keerukamad, mida keerukam on maastik, mida halvem on kvaliteedilt projektimiseks kasutatud plaanimaterjal. Seepärast projekti loodusesse kandmise eeltöö-osa, alates tööjoonise koostamise momendist, määrab oluliselt töö korraliku käigu ja osutub kõige olulisemaks ja tähtsamaks staadiumiks.

Projekti loodusesse kandmist ette valmistades tuleb taotleda antud ülesande sellist lahendamist, mille teostamisprotsessis tehnilised operatsioonid oleksid viidud vajaliku miinimumini.

Koostanud projekti loodusesse kandmise tööjoonise, on töötäitjal edasi tarvis „visandada" projekt looduses, ära märkides joonisel ja kirjelduses ettevalmistus- ja kontrolltööde tulemused.

Projekti ülekandmise tehnika. Projekti loodusesse kandmist alustatakse projektitud külvikorraväljade, brigaadide maatükkide kui ka teedevõrgu maastikule rajamisest. Joonelisi mõõt-

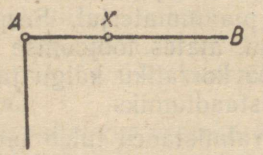
misi tehakse kas välispiiri või sisekäikude punktidest või punktidest, mis asetsevad projektitud maatükkide piiridel. Kui projektijoon esineb mitme maatüki piirina, siis iga maatüki piiri määramiseks tähistatakse projektijoon antud punktide vahele. Paljudel juhtudel toimub joone tähistamine tavaliste joonetähistamise viisidega. Üksikuil juhtumeil rakendatakse teodoliiti.

Seejuures, kui projektitud pindala piir kujutab endast murdjoont, mille elemendid (pikkus, asimuut ja nurgad) on määratud juba projektimise protsessis, siis sellise piiri loodusesse kandmine toimub vaid teodoliidi ja lindiga.

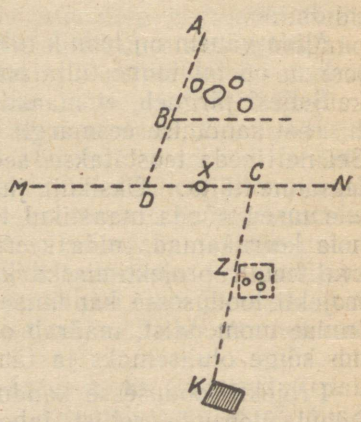
Projekti kandmine loodusesse lindiga. See viis on kõige lihtsam, annab küllaldaselt rahuldavaid tulemusi, kuid nõuab hoolikat kameraalset ettevalmistust ja põhjalikku tutvumist projekti materjaliga.

Projekti loodusesse kandmist lindiga on mugav teostada siis, kui on olemas suurem arv situtatsiooni- või põhisepunkte, millede asukoht nii looduses kui ka plaanil on küllalt täpselt ja selgesti märgitud. Allpool tuuakse mõningaid juhtumeid projekti loodusesse kandmiseks lindiga.

Projektitud punkt ühtib maastikul hõlpsasti ülesleitava punktiga. Piisab maastikul üles otsida plaanile vastav maastiku punkt, kontrollida selle punkti asukoha määramise õigsust ümbruse kontuuride järgi ja leitud punkti asetada maakorralduse märk. Võib siiski juhtuda, et plaanil märgitud punkt ei ole looduses säilinud; seepärast jämedate vigade vältimiseks määratakse projektitud punkt looduses teiste,



Joon. 131.

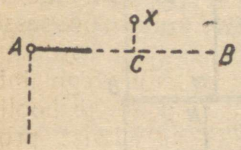


Joon. 132.

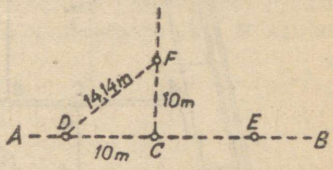
selgesti esinevate maastiku punktide järgi allpool näidatud viisidega.

Projektitud punkt asetseb sirgel *AB*, kontuuri nurga *A* lähedal. Plaanil mõõta kaugus *AX* ja saadud suurus meetreis kanda maastikule punktist *A* joone *AB* suunas (joon. 131).

Projektitud punkt asetseb väljaspool joont *AB* (joon. 132). Pikendanud kontuurijoone *AB* kuni teise kontuurijoone *MN* lõikumiseni, saame abipunkti *D*. Mõõtnud kauguse *DX* plaanilt ja kandnud saadud kauguse maastikule punktist *D*, saame projektitud punkti *X*. Sellesama projektitud punkti võib saada taolisel viisil ka abipunktist *C*, moodustades kontuurijoone *MN* lõikepunkti kontuuripunkte *K* ja *Z* läbiva joonega.



Joon. 133.



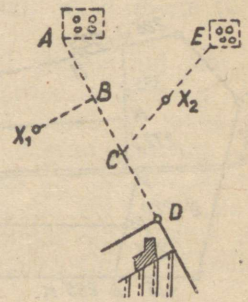
Joon. 134.

Täpsuse huvides ei tohi lõigud *BD* ja *ZC* ületada vastavalt joonepikkusi *AB* ja *ZK*.

Projektitud punkti *X* võib määrata projektitud punktist kontuurijoonele *AB* tõmmatud ristjoone *CX* ja lõigu *AC* pikkuste järgi (joon. 133).

Projektitud punkti *X* loodusesse kandmiseks asetatakse punktidesse *A* ja *B* tähised; seejärel mõõdetakse punktist *A* kaugus *AC*, punktist *C* tõmmatakse ekkeri abil ristjoon joonele *AB* ja ristjoonele kantakse kaugus *CX*.

Ristjoont võib tõmmata ka ekkerita. Selleks mõõdetakse joonele *AB* kummalegi poole punktist *C* lõigud $CD = CE = 10$ m (joon. 134). Üks tööline hoiab lindi otsa punktis *C*, teine tööline hoiab ruleti otsa punktis *D*, kolmas aga võtab lindi 10 meetri kohalt ja ruleti 14,14 m kohalt ning, pingutades samaaegselt linti ning ruletti, ühendab mainitud kohad üheks punktiks. Saadud punkt *F* kontrollitakse punktist *E* analoogilisel viisil.



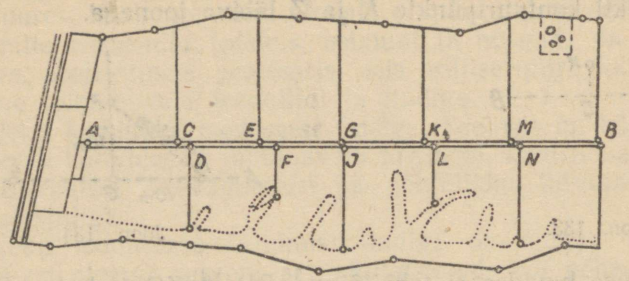
Joon. 135.

Üksikuil juhtumitel projektitud punkti asukoha määramiseks on tarvis mõningaid abijooni. Omades kontuuripunkte *A*, *E* ja *D*, saab looduses määrata projektitud punktide X_1 ja X_2 asukohad (joon. 135).

Kui maatükid asetsevad pikkade ridadena (joon. 136), tähistatakse eelkõige maatükkide otsi mööda kulgev joon *AB* ja

plaanilt võetud mõõdete kohaselt märgistatakse punktid *C*, *D*, *E*, *F*, *G*, *I*, *K*, *L*, *M*, *N*.

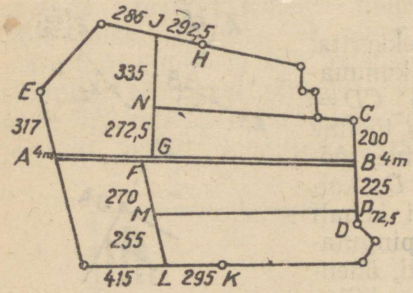
Lõikude *AC*, *CE*, *EG*, *GK*, *KM*, *MB* summa peab maastikul võrduma joonega *AB*, vastasel korral jaotatakse saadav sulgemisviga võrdeliselt joonte pikkustega.



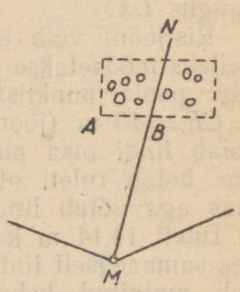
Joon. 136.

Joonisel 137 näidatud juhtumil projekti loodusesse kandmine, sõltumatult projektimise viisist, toimub järgmiselt:

a) lähtudes punktidest *E* ja *D* määratakse mõõdete abil punktide *A*, *B* ja *P* asukohad;



Joon. 137.



Joon. 138.

b) punktist *A* mõõdete abil joont *AB* mööda määratakse punktide *F* ja *G* asukohad;

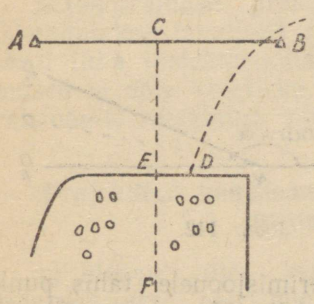
c) punktist *H* määratakse punkti *I*, punktist *K* aga punkti *L* asukoht;

d) punktist *I* või *G* mõõdetakse kaugused punkti *N* saamiseks. Et punktid *F* ja *G* saadakse suurema veaga kui punktid

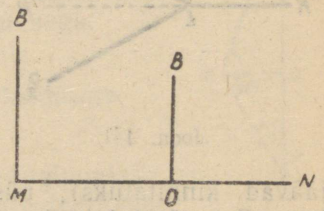
A, *B*, *I*, *P* ja *L*, võrreldakse enne punkti *N* asukoha kindlustamist plaanilt võetud kauguste *IN* ja *NG* summa looduses saadud mõõtmistulemusega ja erinevuse ilmnemise korral parandatakse kaugusi võrdeliselt nende suurustega.

Parandatud kauguste järgi määratakse järgnevalt punkti *N* asend ja lõppeks samal viisil määratakse ka punkti *M* asukoht.

Metsasihi *MN* ajamine teostub järgmiselt: plaanilt võetud kauguse *AB* järgi määratakse looduses punkti *B* asukoht punktist *A* (joon. 138).



Joon. 139.



Joon. 140.

Metsasihit raiutakse joone *BM* pikenduse järgi joone tähistamisega enese poole.

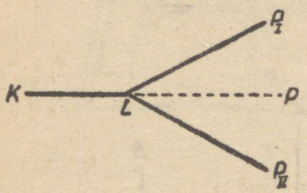
Kui on tarvis tähistada suund plaanil projektitud sihi *CF* (joon. 139) ajamiseks, siis on selleks tarvis leida mõni abipunkt *C* nii, et kaugus *CE* ei oleks lühem metsasihi pikkusest. Looduses punkt *E* määratakse plaanilt võetud joonega *ED*. Punkt *C* peab tuginema kahele, looduses ja plaanil olevale punktile *A* ja *B*. Mõõtnud plaanil kauguse *AC* või *CB* ja kandnud selle kauguse looduses vastavalt joonele *AB*, saame abipunkti *C* asukoha; pärast seda raiutakse suuna *CE* järgi metsasihit.

Joone tähistamine teodoliidiga.

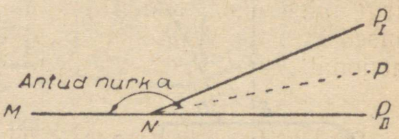
Tähistada projektijoon, mille otspunktid on vastastikku nähtavad (joon. 140). Seadnud teodoliidi üles ühte punktidest, näiteks *N* kohale, ja kinnitanud limbi, juhitakse alidaadi liigutamisega teodoliidi pikksilm punkti *M* tähisele. Siis, kinnitanud alidaadi kinnituskruvi, juhitakse alidaadi mikromeetrilise kruviga niitristiku vertikaalniit täpselt tähisele *M*. Järgnevalt püstita-

takse vahepealne tähis näiteks punkti *O*. Jälgida, et pikksilm ei muudaks oma asendit ja et pikksilma niitristiku vertikaalniit kataks tähise. Analoogiliselt asetatakse teised vahemised tähised.

Rajada projektijoon antud suunas (joon. 141). Teodoliidi üles seadnud punktis *K*, lüüa sellest vähemalt 100 m kaugusele antud suunas vai punktis *L*; asetada instrument punkti *L* kohale, pikksilma niitristiku niitide lõikepunkt juhtida tähisele punktis *K* ja, pööranud pikksilma üle seniidi (limb ja alidaad



Joon. 141.



Joon. 142.

jäävad kinnitatuks), püstitada viseerimisjoonele tähis punktisse P_I; edasi juhtida pikksilm alidaadi pööramisega tähisele punktis *K*, pöörata pikksilm uuesti üle seniidi ja viseerimisjoone suunas püstitada tähis punktis P_{II}. Joone P_IP_{II} keskpunkti *P* püstitatud tähis tingimusel, et $LP_I = LP_{II}$ peab asetsema joone *KL* pikendusel. Kontrolliks on tarvis veenduda, kas punktid *K*, *L* ja *P* asetsevad ühel sirgel.

Tähistada joon varem projektitud või maastikul olemasoleva joonega nurga α all (joon. 142). On tarvis tähistada joon *NP*, mis kulgeks olemasoleva joonega nurga α all. Teodoliidi üles seadnud punktis *N*, püstitatakse tähis punktist *N* vähemalt 100 m kaugusele punkti P_I nii, et nurk MNP_I võrduks nurga α suurusega; seejärel, pööranud pikksilma üle seniidi, püstitatakse joonele *MN* sama nurga all tähis P_{II} kaugusel $NP_{II} = NP_I$.

Selleks et leida punkti *P* tegelik asukoht joonel P_I P_{II}, jagatakse kaugus P_IP_{II} pooleks.

Sel juhtumil, kui sirgjoone *AB* otsad ei ole teineteisele nähtavad, kuid kui esineb võimalus joone *AB* lähedal leida selline punkt *C*, millest on näha mõlemad punktid *A* ja *B*, tähistatakse joon *AB* järgmisel viisil (joon. 143).

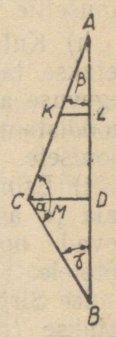
Teodoliit seatakse üles punktis *C* ja mõõdetakse nurk $\alpha = ACB$, lindiga aga mõõdetakse joonte pikkused $CB = a$ ja $CA = b$.

Seejärel nurga $ACD = 90^0 - \beta$ all püstitatakse tähis kaugusel $CD = b\beta \sin 1'$. Kontrolliks on võrdsus $CD = a\gamma \sin 1'$, kus β ja γ määratakse valemite järgi:

$$\beta = \frac{(180^0 - \alpha) \cdot a}{a + b} \quad \text{ja} \quad \gamma = \frac{(180^0 - \alpha) \cdot b}{a + b}.$$

Iga teise punkti L, mis peab asetsema joonel AB, võib leida, kui arvutada ristjoone pikkus valemi $KL = AK\beta \sin 1'$ kohaselt ja see kanda joonele KL, mis on tõmmatud punktist K nurga $AKL = 90^0 - \beta$ all.

Maakorralduse praktikas eelnenud ülesanne lahendatakse tavaliselt geodeesia tuntud reeglite järgi ilma instrumendita, kuid tähistamise tulemused ei oma vajalikku täpsust ning sellele operatsioonile raisatakse võrdlemisi palju aega.



Joon. 143.

Projektitud murdjoone kandmine loodusese mensuliga.

a) Mensuli üles seadnud lähte-tugipunktile, tsentreeritakse see hoolikalt ja orienteeritakse teiste kaugelasetsevate punktide järgi.

b) Kippreegliga antakse tähiste abil esimese joone või sidejoone suund instrumendist võimalikult kaugele.

c) Latihoidja suunatakse antud joone sihile instrumendist kaugusele

100—150 m, töötades mõõtkavas 1 : 10 000,
200—250 m, „ „ 1 : 25 000.

d) Lati püstitamise ligikaudse koha antud joone sihil leiab latihoidja mõõtes sammudega kauguse instrumendist kuni otsitava punktini, mille järel ta selle lõplikult valib arvestusega, et temast oleks hästi näha instrument ja et oleks võimalus järgmise punkti märkimiseks; valitud punktis lüüakse maasse vai, millele asetatakse latt.

e) Kaugus instrumendist latini määratakse kaugusemõõtjaga lati kahe külje järgi; mõõtmise tulemused kirjutatakse väliraamatusse ja märgitakse tööjoonisele; mõõdetud kaugus kantakse antud väljajoonestatud suunda mööda.

f) Teine latihoidja saadetakse antud joone kõigisse lõikepunktidesse maastiku kontuuridega ja nende punktide asukohta plaanil kontrollitakse kaugusemõõtja järgi, märkides kontrolli-

mise tulemused tööjoonisele, millega lõpevadki kõik operatsioonid esimesel punktil.

g) Instrumendi teise seisupunkti valib tehnik ise „üle punkti", mõõtes sammudega vastava kauguse antud suunda mööda esimese latihoidja seisupunktist tähistatud joone sihile; järgnevalt seatakse üles mensul, tsentreeritakse punkti kohale ja orienteeritakse planšett vajalike suundade järgi, pärast seda mõõdetakse kaugusemõõtjaga kaugus kuni esimese latini, tulemus kontrollitakse lugemiga lati teiselt küljelt ja lõplik pikkus kirjutatakse väliraamatusse, märgitakse tööjoonisele ja kantakse planšetile vastavas mõõtkavas.

h) Kutsunud esimese latihoidja esimeselt punktilt ära, saadetakse ta antud joone sihile kolmanda punkti valikule, selle tegevuse ajal tehnik asub kontuuride ja projektijoone lõikumiste mõõdistamisele, märkides saadavad andmed planšetile ja tööjoonisele.

i) Esimene latihoidja märgib kolmanda punkti, lööb sinna vaia ja asetab sellele lati, pärast seda teostatakse kõik järgnevad operatsioonid tehniku poolt analoogiliselt eelmistele võtetele.

k) Sirge viimane lõik kuni projektitava käänupunktini määratakse (punktilt eemaldumata) valemi järgi:

$$S_n = S - \sum_{1}^{n-1},$$

kus S on projektitava joone kogupikkus planšetilt võetuna;

$\sum_{1}^{n-1}$ — kaugusemõõtjaga leitud kõigi kauguste summa;

S_n — viimane lõik.

l) Määranud arvutusega lõigu S_n, leiab tehnik edasi joone sihil käänupunkti ligikaudse asukoha, asetab sellele mensuli ja mõõdab kaugusemõõtjaga kauguse eelviimase punktini, s. t. kauguse S'_n.

m) Leitakse vahe $d = S_n - S'_n$ ja selle suurus kantakse ruleti abil projektitavat joont mööda edasi, kui d on positiivne, ning tagasi, kui d on negatiivne. Leitud punkti lüüakse vai, seatakse üles mensul, orienteeritakse välja joonestatud projektitud suuna järgi ja leitakse uuesti kaugusemõõtjaga kaugus kuni eelnenud punktini; mõõtmiste tulemused kirjutatakse väliraamatusse ja märgitakse tööjoonisele.

Nii teostatakse tugipunktide vahele rajatud käigu kõigi joonte projektimine maastikul. Võrgu teineteisest mitte üle

2—3 km kaugusel asetseva kahe tugipunkti vahelise käigu keskmine sulgemisviga ei ole lubatav üle $\frac{1}{300}$ käigu kogupikkusest.

Sulgemisvea jaotamine toimub kogu käigule järgmisel viisil:

a) mõõdetakse sulgemisvea suund või sulgemisvea rumb bussooliga, sulgemisvea pikkus aga ruletiga;

b) leitud rumbi all tõmmatakse maastikul üle rajatud käigu käänupunktide sulgemisvea suunaga paralleelsed jooned;

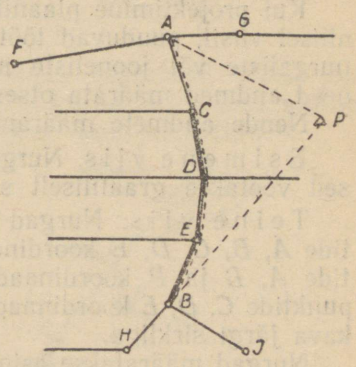
c) saadud paralleelsetele joontele kantakse ruletiga kõigist käänupunktidest paranduste pikkused, mis leitakse valemi järgi:

$$d = \frac{f}{S} \cdot p,$$

kus f on sulgemisvea pikkus,
S — kogu käigu pikkus,
p — käigu joonte pikkuste summa algusest kuni jaotuspunktini.

Saadud punktid ongi parandatud käigu tippudeks.

Murdjoonte loodusesse kandmine teodoliidiga (joon. 144). Murdjoone *ACDEB* loodusesse kandmiseks on tarvis omada nurki punktide *A* (külgnev nurk), *C*, *D*, *E* ja *B* (külgnev nurk) juures ja nende punktide vaheliste joonte pikkusi.



Joon. 144.

Külgnevate nurkade *A* ja *B* üheks haaraks võib võtta suuna maakasutuse piiripunktidele (*F*, *G*, *H*, *I*) ja ka suundi teistele trigonomeetrilise võrgu kaugematele punktidele (näit. punktile *P*), maastiku alalistele esemetele ning teistele koordinaate omavatele punktidele.

Mida pikem on külgneva nurga haar, mille järgi orienteeritakse projektkäik, ja mida täpsemalt on määratud punktid, milledele toetub külgneva nurga orienteerimise haar, seda täpsemalt kantakse loodusesse projektkäik.

Käigu rajamist looduses võib alustada niihästi punktist *A* kui ka punktist *B*, kuid eelistada tuleb seda punkti, mille juures külgnev nurk konstrueeritakse pikemast ja täpsuse mõttes kindlamast haarast (joonest).

Käigu loodusesse rajamiseks seatakse kontrollitud ja õiendatud teodoliit üles punkti B (või punkti A), kus märgistatakse ja tähistatakse külgnev nurk. Kui orienteerimisjoon esineb külgneva nurga parempoolse haarana, siis alidaadi null lõdvendatud limbi juures ühitatakse külgneva nurga suurust tähendava limbikriipsuga. Selles asendis kinnitatakse alidaad limbiga ja pikksilm juhitakse orienteerimispunktile (P). Seejärel alidaad lõdvendatakse ja pööratakse sellise asendini, kus alidaadi null ühtib limbi nulliga; selles asendis pikksilm näitab esimesele projektitud punktile E. Kui orienteerimisjoon esineb külgneva nurga vasakpoolse haarana, peab orienteerimispunktile juhtimisel alidaadi null ühtima limbi nulliga, pärast seda, lõdvendanud alidaadi ja ühitanud tema nullkriipsu külgneva nurga suurust tähendava limbikriipsuga, näitab pikksilm esimesele projektitud punktile E. Edasi BE suunas suuremale kaugusele püstitatakse teodoliidi järgi tähis ja punktist B mõõdetakse joone BE pikkus. Pärast seda märgistatakse punktis E järgmine nurk samuti nagu lähtepunktis B, seejärel mõõdetakse joon ED. Analoogiliselt toimitakse punktis D jne. kuni punktini A.

Vigade kuhjumise tulemusena saadakse projektkäigu rajamisel sulgemisviga.

Kui projektimine plaanil toimus kas graafilisel või mehhaanilisel viisil, puuduvad töötäitja korralduses projektkäigu jaoks nurgaliste või jooneliste mõõtmiste suurused, seepärast tuleb need andmed määrata otseselt plaani järgi.

Nende andmete määramine võib toimuda kahel teel.

E s i m e n e v i i s. Nurgad mõõdetakse malliga, joonte pikkused võetakse graafiliselt sirkli abil vastavas mõõtkavas.

T e i n e v i i s. Nurgad ja joonte pikkused määratakse punktide A, B, C, D, E koordinaatidest arvutusega, kusjuures punktide A, B ja P koordinaadid võetakse koordinaatide lehtedelt, punktide C, D, E koordinaadid aga määratakse graafiliselt mõõtkava järgi sirkliga.

Nurgad määratakse asimuutide vahedena, kusjuures asimuudid arvutatakse valemi järgi:

$$\frac{y_{k+1} - y_k}{x_{k+1} - x_k} = \tan \alpha,$$

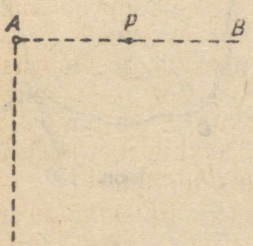
joonte pikkused aga arvutatakse valemi järgi:

$$d = \frac{y_{k+1} - y_k}{\sin \alpha} = \frac{x_{k+1} - x_k}{\cos \alpha}.$$

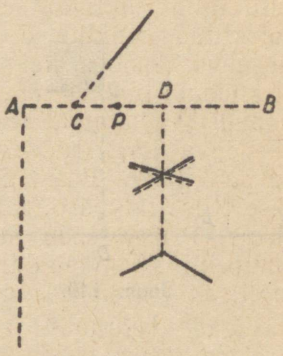
47. Mõningaid võtteid projektitud punktide loodusesse kandmiseks aeromõõdistamismaterjalide järgi.

Esimene juhtum. *Punkt fotomaterjalil ühtib tunnetusmärgiga.*

Fotomaterjalide järgi maastikul üles otsida vastav punkt ja kontrollida selle tunnetamise õigsust ümbritsevate kontuuri-

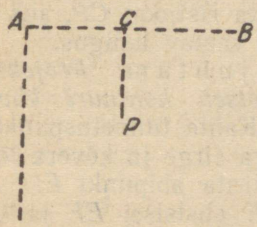


Joon. 145.

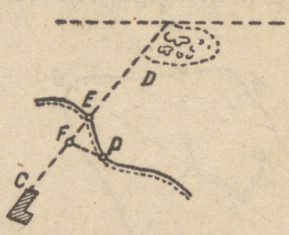


Joon. 146.

tunnuste järgi. Kui fotomaterjalil hästi kujutatud punkt on maastikul halvasti tunnetatav, siis projektitud punkt määratakse otseste mõõdetega teistest, selgematest tunnetusmärkidest.



Joon. 147.



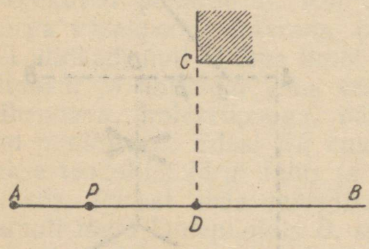
Joon. 148.

Teine juhtum. *Projektitud punkt P asetseb sirgel AB, tunnetusmärgi A lähedal* (joon. 145).

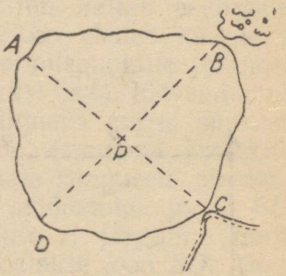
1. Fotomaterjali järgi mõõta kaugus *AP* sentimeetreis, saadud arv korrutada arvulise mõõtkava nimetajaga ja saadud suurus (meetreis) märkida lindiga maastikule punktist *A* sirge *AB* suunas.

2. Sel juhtumil, kui projektitud punkt P on tunnetusmärgist A kaugel ja tema otsene ülesotsimine maastikul on seotud lubamatu mõõtmisveaga, tuleb sirgel AB märkida abipunkt C või D, mille järgi leitakse punkt P (joon. 146).

Abipunkte maastikul leitakse kas lõigates joont AB kaht tunnetuspunkti läbiva sirgega või lõigates joont AB temale nurga all oleva sirgega.



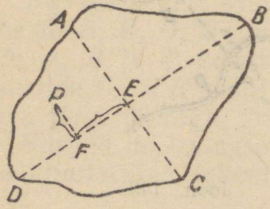
Joon. 149.



Joon. 150.

Kolmas juhtum. *Projektitud punkt P asetseb tuntud sirge kõrval, tunnetusmärgi A* (joon. 147) *lähedal.*

Fotomaterjalil tõmmata punktist P sirgele AB ristjoon. Mõõta (sentimeetreis) ristjoone pikkus ja lõik punktist A kuni ristjoone aluseni C. Leitud suurused korrutada arvulise mõõtkava nimetajaga, AB suunas kanda maastikule lõik AC, punktist C tõmmata ristjoon CP, siis aga kanda sellele vastav kaugus.



Joon. 151.

Neljas juhtum. *Projektitud punkt P asetseb kontuuri kõveral* (joon. 148). Kahte tunnetuspunkti C ja D ühendava sirge ja kõvera lõikepunktina määrata abipunkt E.

Punktist E abstsissi EF ja ordinaadi FP kaudu leida punkt P eelmise juhtumi juures näidatud viisil.

Viies juhtum. *Projektitud punkt P asetseb sirgel, mille lähedal on tunnetusmärk* (joon. 149).

Punktist C tõmmata ristjoon sirgele AB. Tuginedes punktile D leida otsitav punkt P eespool mainitud viisil.

Kuues juhtum. *Projektitud punkt P asetseb kontuuri sees, milles puuduvad tunnetusmärgid* (joon. 150).

Väljaspool kontuuri piire märkida neli tunnetusmärki *A*, *B*, *C*, *D*, mis asetsevad antud ülesvõttel, maastikul kindlaks teha identsed punktid ja nende vahele tähistada kaks lõikuvat sirget. Lõikepunkt ongi otsitav punkt *P*.

Seitsmes juhtum. *Projektitud punkt P asetseb tunnetusmärke ühendavate sirgete lõikepunktist eemal* (joon. 151). Sel juhtumil tuleb lõikepunkti kasutada kui abipunkti, millest lähtudes on kerge leida otsitav punkt *P*.

Sisukord.

Lk.

Eessõna eestikeelsele väljaandele 3
Autoreilt 5

ESIMENE OSA.

Maakorraldus.

Kolhooside ja sovhooside maakorralduse ülesanded ja sisu 7

1. jagu. **Sovhooside maakorraldus.**

I. Sovhooside maakorralduse teostamise kord 13
II. Sovhoosi osakondade (farmide) ja majanduskeskuste paigutamine 15
1. Töö sisu 15
2. Sovhooside suurus ja tootmis-organisatsiooniline struktuur . 16
3. Majanduskeskuste liigid 17
4. Osakondade (farmide) ja majanduskeskuste paigutamise põhiprintsiibid 18
Parimate tingimuste loomine tootmise organiseerimiseks (19). Vähimaid kapitaalmahutusi tagava olukorra loomine (19). Parima olukorra loomine tööliste ja teenistujate kultuurilis-elukondlikuks teenindamiseks (20). Parimate tingimuste loomine transporditööde korraldamiseks (21). Ehitus-planeerimisnõuete arvestamine (21).
5. Sovhoosi keskasula ühitamine ühe osakonna (farmi) asulaga 22
6. Projektimise kord ja metoodika 22
A. Eskiisiline projektimine 22
B. Osakondade (farmide) ja majanduskeskuste detailne põhistamine 24
Kuuenda osakonna asula paigutamise analüüs (paigutamisel platsile nr. 1) 26
Kapitaalmahutused 27
Kuuenda osakonna asula paigutamise analüüs (paigutamisel platsile nr. 2) 28
Kapitaalmahutused 29
7. Osakondade (farmide) ja majanduskeskuste paigutuse iseärasused erineva tootmissuunaga (spetsialiteediga) sovhoosides 32
Teraviljasovhoosid (32). Seakasvatussovhoosid (32). Piimalihakarjasovhoosid (35). Lambakasvatussovhoosid (35).
III. Magistraalteede võrgu paigutamine 38
Teede klassifikatsioon (38). Teedevõrgu projektimise järjestus (39). Veoste liikumise skeemi koostamine ja teedevõrgu suuna määramine (39). Magistraalteede veokoormuse määra-

Lk.

mine (41). Magistraalteede paigutamise variantide võrdlev analüüs (45). Eraldusmaariba (49).

IV. Põllumajanduslike kõlvikute organiseerimine ja paigutamine . 50
Töö olemus (50). Kõlvikute õige vahekorra kindlaksmääramine (50). Kõlvikute transformeerimine (55). Mullaerimite arvestamine (56). Reljeefi arvestamine (57). Kõlvikute paigutamine asula suhtes (58). Majandiväliste majanduslike punktide ja kõlvikute vaheliste seoste arvestus (60). Veeallikate ja vee-ehitiste paigutamise arvestus (60). Zooveterinaarsete tingimuste arvestus (61).

V. Külvikorraväljade paigutamine 63
Väljade paigutamise üldprintsiibid (63). Väljade pindvõrdsus (64). Reljeefi arvestamine (65). Mullaerimite arvestamine (66). Kompaktsus ja kuju (66). Põllukaitse-metsaribade paigutamise nõuete arvestamine (68). Põlluteede paigutamine (68). Kindlaksmääratud külvikorrale ülemineku plaan (68).

VI. Põllukaitse-metsaribade paigutamine 70
Ribade suuna määramine (70). Ribadevahelise kauguse kindlaksmääramine (72). Ribade konstruktsioon (74).

VII. Väljavesivarustuse ehitiste paigutamine 74
Töö sisu (74). Veeallikate iseloomustus (75). Vee kvaliteet (75). Vee-ehitiste paigutamise põhiprintsiibid (76). Vee-ehitiste paigutamise näide (78). Teenindamisliinide kindlaksmääramine (78). Vajaliku vee hulga määramine (78). Vee-ehitiste paigutamine (81). Amortisatsioonimaksumus (81).

VIII. Karjamaade territooriumi organiseerimine 83
Küsimuse sisu (83). Veise- ja lambakarja maatükkide projektimine (84). Kultuurkarjamaad (86). Karjamaakorrad (88). Veise- ja lambakarjade maatükkide paigutamine (89). Järjekorras paljakssöötmise maatükkide (koplite) projektimine (91). Koplite arv ja suurus (92). Koplite kuju (94). Koplite paigutamine (96). Karjaaedade ja veeallikate projektimine (97). Karjateede projektimine (99). Karjamaade territooriumi organiseerimise iseärasused lambakasvatussovhoosides (100). Karjamaade organiseerimise iseärasused seakasvatussovhoosides (106).

IX. Plaanide koostamine ja maakorraldusdokumentide vormistamine 112

2. jagu. **Kolhooside maakorraldus.**

I. Kolhoosikeskuste paigutamine 119

II. Kõlvikute ja külvikordade organiseerimine ning paigutamine kolhoosides 124
Kõlvikute ja külvikordade koosseisu kindlaksmääramine (126). Kõlvikute ja külvikordade paigutamine (132). Kõlvikute ja külvikordade organiseerimise ja paigutamise näide (140).

III. Külvikorra territooriumi organiseerimine 148
Külvikorraväljade paigutamine (148). Väljade pindvõrdsus (148). Muldade ja eelkultuuride arvestamine (149). Väljade paigutamine reljeefi suhtes (149). Uudismaade sissevõtmine külvikorraväljadesse (150). Väljade paigutamine majanduskeskuse suhtes (150). Väljade kuju (152). Põllukaitse-metsaribade

Lk.

arvestus väljade projektimisel (153). Looduslike ja kunstlike tõkete arvestus väljade projektimisel (154). Väljade projektimist mõjustavate tingimuste kompleksne arvestus (155). Külvikorraväljade paigutamise näited (155). Brigaadide alatiste maatükkide paigutamine (159). Brigaadide maatükkide paigutamine (160). Brigaadide maatükkide kuju (162). Mullaerimite arvestus brigaadide maatükkide paigutamisel (164). Uudismaade sissevõtmine brigaadide maatükkidesse (164). Põllulaagrite paigutamine (164). Brigaadide maatükkide paigutamise näide (165). Põlluteede võrgu projektimine (167). Põlluteede võrgu projektimise näited (168). Välja-vesivarustuse allikate paigutamine (169). Heinamaatükkide kinnistamine brigaadidele (171).

IV. Territooriumi karjamaasisene organiseerimine kolhoosides . . 171
Karjamaade kinnistamine farmidele ja loomakarjadele (172). Karjadele karjamaade kinnistamise näited (176). Koplite kavastamine järjekorraliseks karjatamiseks (181). Abi-majanduskeskuste ja jootmiskohtade paigutamine karjamaadel (187). Karjateede paigutamine (189). Karjamaade kasutamise kalendrilise plaani koostamine (190).

TEINE OSA.

Geodeetilised ja topograafilised tööd maakorraldusel.

Sissejuhatus 193

Tööpõhise punktide määramise trigonomeetriline meetod mõõdistamisel ja tunnetusmärkide sidumisel 194

1. Kameraalsed ja välised ettevalmistavad tööd 195
Võrgu projekti koostamine (195). Võrgu punktide rekognostseerimine (195). Tööpõhise geodeetiliste punktide tähistamine maastikul (196). Kontuuri- ja abipunktide kindlustamine maastikul (197).
2. Baasi pikkuse mõõtmine 197
Üldised mõisted (197). Brigaadi koosseis baasi pikkuse mõõtmisel (197). Baasi joone ettevalmistamine mõõtmiseks (197). Baasi pikkuse mõõtmise kord skaalalise lindiga (198).
3. Nurkade mõõtmine 199
Teodoliidi kontrollimine ja õiendamine (199). Horisontaalnurkade mõõtmise viisid (203). Lubatavad tehnilised kõrvalekaldumised nurkade mõõtmisel (206). Horisontaalnurkade mõõtmise kord (208). Vertikaalnurkade mõõtmine (209). Nurkade mõõtmine väljaspool tsentrit (211).
4. Võrkude orienteerimine 211
Tõelise asimuudi määramine Päikese järgi (211). Päikese järgi tõelise asimuudi määramise idee (212). Astronoomiline asimuut, kõrgus, seniidikaugus (213). Tõelise asimuudi määramine Päikese järgi (216). Vaatluste kord Päikese järgi tõelise asimuudi määramisel (217). Päikese käände (deklinatsiooni) määramine (219). Vaatluste teostamine (220). Märkimised vaatluste väliraamatus (225). Päikese järgi tõelise asimuudi arvutamise järjestus (225).

Lk.
5. Tõelise asimuudi määramine Põhjanaela järgi 227
Viisi idee (227). Ülesande lahenduse olemus tõelise asimuudi määramisel Põhjanaela järgi (227). Ettevalmistus vaatlusteks (228). Vaatluste teostamine (229). Väliraamatu läbitöötamine (231). Põhjanaela asimuudi arvutamine (231).
6. Trigonomeetrilise töövõrgu läbitöötamine 233
Üldised alused (233). Gauss-Krügeri ristkoordinaatide süsteem (233). Välimaterjali läbitöötamine (235). Baasi pikkuse arvutamine (235). Kolmnurkade eelarvutused (239). Tsentreerimiste arvutamine (240). Nurgaliste sulgemisvigade määramine ja nurkade mõõtmise täpsuse hindamine (242).
7. Tööpõhise trigonomeetriliste võrkude tasandamine 242
Üldised alused (242). Trigonomeetriliste võrkude tasandamise järjekord (243). Seletus tööpõhise võrkudes oleva geodeetilise nelinurga tasandamise skeemi juurde (250). Seletus tsentraalsüsteemi tasandamise skeemi juurde (251).
8. Trigonomeetrilise võrgu punktide juurdekasvude ja ristkoordinaatide arvutamine 252
Töökoordinaatide arvutamine (252). Juurdekasvude ja lõplike koordinaatide arvutamine (253).
9. Tööpõhise punktide koordinaatide arvutamise kiirendatud viisid 254
Viisi alus (254). Kolmnurkade ahela lülitamine vanema klassi triangulatsiooni külje ja punkti vahele (255). Kolmnurkade ahela lülitamine vastastikku nähaolevate punktide vahele (257). Kolmnurkade ahela lülitamine vanema klassi triangulatsiooni punktide vahele, milledel puudub vastastikune nähtavus (262). Kolmnurkade võrgu lülitamine vanema klassi punktide vahele (262).
10. Tööpõhise triangulatsiooni teostamise materjalide ja toimikute loetelu 263
Tööpõhise punktide määramise polügonomeetriline meetod . . . 264
11. Polügonomeetrilised ja teodoliitkäigud 264
Põhilised juhtlaused (264). Võrgu projekti koostamine ja rekognostseerimine (266). Horisontaal- ja vertikaalnurkade mõõtmine (268). Käigu külgede mõõtmine (272). Ligipääsmatute kauguste mõõtmine (276). Otsesteks mõõtmisteks ligipääsmatute kauguste määramise näited (276). Välimõõtmiste tulemuste läbitöötamine (277).
Nivellimistööd 279
12. 5-nda järgu nivellimise teostamine 279
Üldised teatmed (279). Nivelliiride kontrollimine ja õiendamine (280). Egault' nivelliiri kontrollimine ja õiendamine (280). Kinnise nivelliiri kontrollimine ja õiendamine (281). Ümbertõstetava pikksilmaga ja pikksilma küljes oleva vesiloega nivelliiri kontrollimine ja õiendamine (282). Vesiloe jaotuse väärtuse määramine lati järgi (282). Pikksilma suurenduse määramine (284). Ettevalmistus välitöödeks (284). Rekognostseerimine (284). Töö tehnika nivellimisel (284). Nivelliiri ülesseadmine (284). Vaatluste kord jaamas; nivellimise väliraamat (285). Väliraamatusse kirjutamise kord kaheküljeliste lattidega nivellimisel (285). Väliraamatusse kirjutamise kord üheküljeliste lattidega nivellimisel (288). Nivellimiskäikude rajamise kord (288). Tehnilise nivellimise mär-

Lk.
gid ja nende asetamine (289). Nivellimise käikude sidumine reeperite või kõrgusmärkidega (290). Väliraamatute paikne läbitöötamine (290). Esialgsete kõrguste arvutamine (291). Nivellimise väliraamatute kameraalne läbitöötamine (291).
Polügonomeetrilise käigu läbitöötamine Gauss-Krügeri koordinaatide süsteemis 292
13. Asimuudid, direktsioonnurgad, rumbid 292
Üldine alus (292).
14. Polügonomeetriliste käikude arvutamine Gauss-Krügeri koordinaatide süsteemis 296
Üldjuhis (296). Gaussi meridiaanide-koonduvuse arvutamine (296). Polügonomeetrilise käigu külgede pikkuste redukt-sioon tasapinnale (298).
Teodoliit- ja nivellimispolügoonide tasandamine 299
15. Prof. V. V. Popovi viis 299
Viisi olemus (299). Sulgemisvigade võrrandite koostamise kord teodoliitpolügoonides (302). Normaalvõrrandite koosta-mine vabade polügoonide jaoks nurkade paranduste järgi (302). Normaalvõrrandite koostamine koordinaatide juurde-kasvude paranduste järgi (303). Normaalvõrrandite koosta-mine varem osaliselt kooskõlastatud piiridega polügoonide jaoks (304). Sulgemisvigade võrrandite lahendamine (otsene viis) (304). 1-se näite jaoks võetud võrgu nurkade tasanda-mine võrrandite otsese lahendamise viisiga (304). Selgitused sulgemisvigade võrrandite lahendamise skeemi juurde (304). Tasandamine võrgu koordinaatide juurdekasvude võrrandite otsese lahendamise viisiga 2-se näite jaoks (307). Selgitused võrrandite lahendamise skeemi juurde (307).
16. Polügonomeetriliste käikude süsteemi tasandamine 309
Rippuva käigu tasandamine (309). Kahe antud kindelpunkti vahelise üksiku käigu tasandamine (309). Nurkade tasanda-mine polügoonides, kus on mõõdetud tõelisi asimuute (310). Ühe sõlmpunktiga polügonomeetriliste käikude süsteemi tasan-damine (311). Näide ühe sõlmpunktiga polügonomeetriliste käikude süsteemi tasandamiseks (312). Mitme sõlmpunktiga polügonomeetriliste käikude süsteemi tasandamine (316). Polü-goonide tasandamine prof. A. S. Tšebotarjovi viisi järgi (323). Sisekäikudega polügooni tasandamine sulgemisvigade võrdle-mise viisiga (331).
17. Trigonomeetrilise võrgu punktide kõrguste tasandamine . . 339
Sidumised 345
18. Tunnetusmärkide sidumine geodeetilise aluse punktidega . . 345
Üldised alused (345). Punktide tunnetamine (345). Tunnetus-märkide sidumise analüütiline meetod (346). Tunnetusmärkide sidumise graafiline meetod (347).
19. Maakasutuse piire mööda rajatud teodoliitkäikude sidumine geodeetilise aluse punktidega 347
Ettevalmistavad tööd (347). Projekti koostamine (348). Teodo-liitkäikude sidumise viisid tugipunktidega (348). Tehnilised nõuded sidumiste teostamisel (348). Teodoliitkäigu sidumise otsene viis (349). Teodoliitkäigu sidumine juhtumil, kui võrgu küljele on konstrueeritud selline kolmnurk, mille tipp asub ringpiiri punktis (349). Ringpiiri sidumine teodoliitkäigu raja-

Lk.

mise teel (350). Sidumine tugipunkti märgi tipust koordinaatide maapinnale allakandmise viisiga (352). Sidumine otselõike viisiga (354). Otselõikega koordinaatide vahede meetodi järgi määratava täienduspunkti lõplike koordinaatide tasandamine ja arvutamine (354). Sidumine vastulõikeviisiga (356). Kombineeritud lõige (357).

20. Seotavate punktide koordinaatide arvutamise kiirendatud viisid 357
Otselõige (357). Vastulõige (358). Hanseni ülesanne (359).

21. Sidumismaterjalide kameraalne läbitöötamine 372
Ringpiiride sidumismaterjalide loetelu (374). Tehnilise asjaajamise vormistamine (374).

Teodoliitmõõdistamised ja maakasutuste ringpiiride määramine . . 375

22. Maakasutuste ringpiiride määramine 375
Maastiku ülevaatus (375). Maakasutuste ringpiiride määramise tehnilised toimingud (376). Kuidas määrata magnetnõela kõrvalekaldumist olemasoleva plaani meridiaanist (376). Ringpiiri joonte ettevalmistamine mõõtmisteks (377). Ringpiiri joonte pikkuste mõõtmine (378). Abijooned (379). Diagonaaljooned (379). Nurkade mõõtmine (379). Nurga mõõtmine väljaspool ringpiiri tippu (380). Kaldnurkade mõõtmine (381). Piirijoonte magnetiliste otse- ja vasturumbide mõõtmine (381). Piirimärkide ülesotsimine ja taastamine (382). Direktsioonnurkade ja rumbide arvutamine (382). Näide hulknurga külgede direktsioonnurkade ja rumbide arvutamiseks (384). Koordinaatide arvutamine (384). Abstsisside ja ordinaatide juurdekasvude arvutamine (386). Ringpiiri koordinaatide arvutamine (386). Kinnise polügooni tippude koordinaatide arvutamise kord ja skeem (387).

23. Teodoliitmõõdistamised 388
Mõõdistamise polaarviis (389). Lõigete viis (389). Ristjoonte viis ehk ristkoordinaatide viis (390). Kontuuride piirjoonte ja üksikute figuuride pindalade mõõdistamisele esitatavad nõuded (390). Plaanide ja kontuurkalkade koostamine ning nende vormistamine (391).

Mensulmõõdistamised 392

24. Üldised alused 392

25. Topograafiliste planšettide ja kaartide nomenklatuur . . . 394
Nomenklatuuri alus (394). 1 : 1 000 000 mõõtkavalise kaardi lehtede loendamine (395). 1 : 100 000 mõõtkavalise kaardi lehtede loendamine (395). Trapetsite loendamine mõõtkavas 1 : 50 000 (395). Trapetsite loendamine mõõtkavas 1 : 25 000 (395). Trapetsite loendamine mõõtkavas 1 : 10 000 (396).

26. Eeltööd 396
Vatmanpaberi kleepimine otseselt mensulilauale (396). Vatmanpaberi kleepimine vineerile (397). Ümbriku kleepimine planšetile (397). Vineeri kleepimine mensulilauale (397). Täisnurkse võrgu ja mõõdistamise trapetsite konstrueerimine planšetile (397). Koordinaatide võrgu konstrueerimine (397). Mõõdistamistrapetsite nurkade tippude konstrueerimine (398). Planšettide juurde kõrgus- ja kontuurkalka valmistamine (399).

27. Kippreegli kontrollimine ja õiendamine 400

Lk.
28. Vertikaalnurkade mõõtmine 401
Kaldnurgad. Nulli ase (401). Nulli aseme (*NA*) määramine (402). Nulli aseme (*NA*) õiendamine (parandamine) (403). Kaldnurkade mõõtmine (403).
29. Kaugusemõõtja latid 404
Kaugusemõõtja konstantide määramine (404). Kaugusemõõtja juurde lattide valmistamine (405). Kaugusemõõtjaga joonemõõtmise tehnika (406).
30. Mensuliga töötamise tehnika 407
Orienteerimine bussooli järgi (408). Orienteerimine suundade järgi (408). Planšeti püsikuse kontrollimine (408). Nurga konstrueerimine planšetil (408). Kolmanda punkti määramine kahe antud punkti järgi (409). Kolmanda punkti määramine kahe antud punkti järgi abipunktiga (410). Pothénot' ülesanne ja selle lahendamise mitmesugused viisid (411). Lehmanni viis (412). Bohnenbergeri viis (414). Besseli viis (414). Bolotovi viis (415).
31. Geomeetriline võrk, selle rajamine ja määramine 416
Maastiku ülevaatus (416). Magnetilise meridiaani suuna määramine ja magnetnõela telgmeridiaanist kõrvalekaldumise määramine (420). Geomeetrilise võrgu kõrguste arvutamine (421). Võrgu kõrguste tasandamine polügoonide viisi (424). Geomeetrilise võrgu tasandamine kolmnurkade viisi (426).
32. Instrumentaalsed mensulkäigud 427
Tööde kord mensulkäikude rajamisel (427). Lihtsustatud mensulkäigud (431). Üleminekupunktid (432). Piketipunktid (434). Latipunktid (434).
33. Maastiku mõõdistamine mensuliga 434
Situatsiooni mõõdistamine (434).
34. Reljeef ja selle kujutamine 438
Nõlva alus, kalle, lõikevahe (438). Nõlva aluste ja kallete diagramm (438). Kõrgused ehk altituudid (439). Reljeefi mõõdistamine (439). Kõrguste mõõtkava (441). Horisontaalide joonestamine ja maastiku reljeefi numbriline iseloomustus (442). Kõrgus- ja kontuurkalkade täitmine (443).
Tahhümeetrilised tööd 444
35. Tahhümeetrilised käigud 444
Üldised alused (444). Bussooli magnetnõela kõrvalekaldumise määramine telgmeridiaanist (446).
36. Tahhümeetrilised mõõdistamised 447
Tahhümeetri ülesseadmine (447). Tahhümeetri orienteerimine magnetilise meridiaani järgi (447). Tahhümeetri orienteerimine eelmise suuna järgi (447). Vaatluste ja mõõtmiste kord. Mõõdistamise teostamine (449). Krokii (450). Tahhümeetrilise käigu väliraamat (450).
Aeromõõdistamise materjalide kasutamine maakorraldusel 451
37. Aeromõõdistamise materjalide dešifreerimine 451
Üldmõisteid (451). Aeroülesvõtete kasulike pindalade piiristamine (452). Dešifreerimistöö organiseerimine (452). Dešifreerimise tehnika (452). Magistraaljoonte viis (453). Ristmõõdete viis (453). Maakasutuste piiride pealekandmine (453). Lubatavad kõrvalekaldumised dešifreerimisel (454). Dešifreerimise resultaatide väljajoonestamine maastikul (454). Raa-

Lk.
mide ühistamine (455). Proportsionaalsirkli seadmine (456). Põikmõõtkavade kogum (456). Graafiline muutuv mõõtkava (456). Aeroülesvõtte mõõtkava määramine nomogrammi järgi (457). Kahe punkti vahelise kauguse määramine aeroülesvõttelt nomogrammi järgi (457).
38. Reljeefi joonestamine aerofotomõõdistamise materjalidel . . . 457
Üldised alused (457). Reljeefi joonestamine fotoplaanide reproduktsioonidel (458). Reljeefi joonestamine fotoskeemidel ja aeroülesvõtetel (459).
Pindalade arvutamine 460
39. Pindalade arvutamise mehhaaniline viis 460
Planimeetrid (460). Planimeetri uurimine (461). Planimeetri jaotuse väärtuse määramine (462). Savitši viis (464). Kontuuride pindalade arvutamine (464). Kontuuripaus (469). Koondeksplikatsioonide koostamine (469).
40. Pindalade arvutamise graafiline viis 470
Pindalade määramise graafiline viis hulknurkse figuuri kolmnurgaks muutmise teel (470). Paberi deformatsiooni arvestus (471). Pindalade arvutamine palettidega (472).
41. Pindalade arvutamise analüütilised viisid 473
Pindalade arvutamise valemid (473). Hulknurga pindala arvutamine tema tippude koordinaatide järgi (474).
Piiride ja maatükkide projektimine 477
42. Materjalid projektimiseks 477
Üldised kaalutlused (477). Projektimine mitmekesistel plaanimaterjalidel (477). Pindalade arvutamine ja selle seos projektimisega (478)
43. Projektimise analüütiline viis 479
Üldised alused (479). Projekti elementide — punktide, joonte, pindalade — analüütilise määramise näiteid (480).
44. Projektimise graafiline viis 489
Üldine alus (489). Piiride õgvendamine (493). Punktide koordinaatide, joone pikkuse ja selle joone direktsioonnurga graafiline määramine (494).
45. Maatükkide projektimine planimeetriga 495
Projektimise kombineeritud viis (495).
Maakorralduse projekti kandmine loodusesse 496
46. Projekti loodusesse kandmise põhilised viisid 496
Üldised alused (496). Ettevalmistus projekti loodusesse kandmiseks (496). Projekti ülekandmise tehnika (497). Projekti kandmine loodusesse lindiga (498). Projektitud punkt ühtib maastikul hõlpsasti ülesleitava punktiga (498). Projektitud punkt asetseb sirgel *AB*, kontuuri nurga *A* lähedal (498). Projektitud punkt asetseb väljaspool joont *AB* (499). Joone tähistamine teodoliidiga (501). Tähistada projektijoon, mille otsapunktid on vastastikku nähtavad (501). Rajada projektijoon antud suunas (502). Tähistada joon varem projektitud või maastikul olemasoleva joonega nurga α all (502). Projektitud murdjoone kandmine loodusesse mensuliga (503). Murdjoonte loodusesse kandmine teodoliidiga (505).
47. Mõningaid võtteid projektitud punktide loodusesse kandmiseks aeromõõdistamismaterjalide järgi 507

Kaanejoonise valmistanud L. Räkk
Vastutav toimetaja A. Eevert.
Keeleline toimetaja L. Uuspõld.
Tehniline toimetaja H. Kohu.

Ladumisele antud 8. VIII 49.
Trükkimisele antud 6. XII 49. Paber 60×86. 1/16. Trükiarv 2000.
Trükipoognaid 32⅜ + lisa ¼.
MB 08736.
Trükikoda „Hans Heidemann", Tartu, Vallikraavi 4. Tellimise nr. 2033.

На эстонском языке.

А. И. Мазмишвили, С. А. Удачин, С. Д. Черемушкин, Справочник землеустроителя.

Hind rbl. 11.45

Trükivigu.

Lk.	Rida	On trükitud	Peab olema	Kelle süü läbi
115	16. alt	0,5 mm	1,5 mm	Vastutav toimetaja
258	3. alt	Nr. 18	Nr. 8	Korrektor
320	13. ülalt	$x_n^{(2)} = x_n^{(1)} + \Delta^{(1)}$	$x_n^{(2)} = x_n^{(1)} + \Delta_n^{(1)}$	Trükikoda
352	11. alt	$(CB) = (CD) =$ $= \angle BCD.$	$(CB) - (CD) =$ $= \angle BCD.$	Korrektor

Rbl. 11.45

A-184

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00462282 7