



R. Lutsar, E. Viljarand

GEODEESIA

*Tallinn
1966*

APR

2/68440

B-2156

TALLINNA POLÜTEHNILINE INSTITUUT
Autoteede ja geodeesia kateeder

R. Lutsar ja E. Viljarand

G E O D E E S I A

METOODILISED JUHENDID JA KONTROLLTÖÖDE ÜLESANDED

erialadele:

arvut.

1. Autoteed ja sillad
2. Tööstus- ja tsiviilehitus
3. Sanitaartechnika
4. Maavarade kaevandamine
5. Ehituse ökonoomika ja organisierimine

3.

04488

ARHIIVKOP

Tallinn
1966

Таллинский политехнический институт
Кафедра автомобильных дорог и геодезии
Таллин, ул. Калинина 101

Р. Лутсар и Э. Вильяранд
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ КОНТРОЛЬ-
НЫХ РАБОТ ПО ГЕОДЕЗИИ
На эстонском языке

Teenistuslik materjal



ARHIIVKOGU

Paranduste ja täiendustega korduustrükk

Trükkimisele antud 24. VI 66. Paber 60x84, 1/16
Trükipg. 3,5. Tingpg. 3,26. Tiraaz 600
TPI rotaprint, 1966. Tell. 302
Tasuta

§ 1. ÜLDISI METOODILISI JUHENEID

Geodeesia käesolev kursus hõlmab peamiselt teadmisi, mis on tarvilikud nii ehituste projekteerimisel ja projekti loodusesse kandmisel ehk märkimisel kui ka ehitustöödel ning ehituste püsivuse või deformatsioonide uurimisel eksploatatsiooni ajajärgus.

Seoses mainitud eesmärgiga käsitletakse antud kursuses: geodeetiliste mõõdistamistöde mitmesuguseid viise, nende rakendamise võimalusi ja saadud mõõdistamistulemuste alusel plaanide, profiilide ning tööjooniste koostamist; geodeetiliste mõõdistamistöde kui ka plaanide valmistamise juures tarvitatavaid instrumente ja abinõusid; insener-geodeetiliste põhiülesannete lahendamist maastikul ja plaanil, kaardil või profiilil; eelnimetatud töödeks kehtestatud instruksioonid, leppemärke, mõõdistamis- ja arvutuslehtede vorme jne. Peale selle käsitletakse üldisi teadmisi geodeesiast kui teadusharust, geodeesia ajaloolisest arenemisest, kodumaa teadlaste osast geodeesia arenemises, Maa suurusest jne. ning ka mõisteid kogu riigi territooriumi geodeetilistest alusvõrkudest ja kartografeerimisest.

Kursus omandatakse teoreetiliselt ja praktiliselt. Teoreetilise osa koos kontrolltöödega töötab üliõpilane iseseisvalt läbi õppematerjali (õpikute, käsiraamatute, instruksioonide, sellekohaste kokkuvõtlike loengute, konsultatsioonide jm.) põhjal ning paralleelselt sellega sooritab õppeasutuses rea laboratoorseid töid nii instrumentide tundmise, käsitsemise ja töövõtete omandamise kui ka arvutuste ja graafiliste tööde alal.

Tähendatud viisil geodeesia õppimise tulemusena üliõpilane peab saama vajalikud teadmised ja vilumused maatüki mõõdistamiseks, pindala või trassi nivelleerimiseks kodus vajalike arvutuste ja graafiliste töödega ning ehituste märkimiseks, samuti ülevaate geodeetilistest mõõdistamistest ja kartograafilistest töödest üleriigilises ulatuses.

Geodeesia õppimiseks on õppeaine alljärgnevalt jagatud osadeks. Iseseisva õppetöö abistamiseks on juhitud tähelepanu iga osa põhilistele küsimustele. Peale selle on antud koduseid harjutusi, mis käsitletava osa edukaks omandamiseks tuleb iseseisvalt läbi teha, ning lõpuks esitatud rida küsimusi oma teadmiste kontrollimiseks.

Põhiliseks õpikuks on: ШИЛОВ, П.И., "Геодезия", Госгеолтехиздат'i väljaanne. Peale selle võib vastavalt programmile teisi raamatuid kasutada, mille loetelu on antud § 2 lõpus.

Et programm on erinev vastavalt erialadele, tuleb iga õliõpilasel oma ala kohaselt õppeaine läbi töötada. Seda on soovitatav teha programmis ettenähtud järjekorras. Eelkõige hästi tutvuda programmiga ja käesolevate meetodiliste juhenditega, leida õpikust vastavad osad ning hoolikalt läbi lugeda. Pärast seda on tarvis iga osa läbi töötada ja omandada. Paralleelselt sellega koostatagu konspekt, kuhu teha vajalikud joonised ja valemite tuletused ning kirjutada välja tähtsamad definitsioonid ja lühike sisu õpitud küsimuse kohta. Küsimused, mis esialgu on raskelt arusaadavad, võib vahele jätta ja hiljem teistkordsel läbitöötamisel täiendada, sest siis on nad tavaliselt kergesti mõistetavad.

Õppekonspekti läbitöötatud osa lõpus lahendada käesolevates juhendites antud ülesanded ja vastata esitatud küsimustele.

Õppimise kestel koostatud konspekt esitatakse arvestusel õppejõule.

Geodeesia raskem osa kaugõppijale on instrumentide tundmaõppimine. Nendega tutvumiseks on soovitatav luua ühendus lähema õppe- või ametiasutusega, kus on olemas geodeetilisi instrumente. Tallinnas või Tallinna lähedal elavatel kaugõppijatel on see võimalus Tallinna Polütehnilise Instituudi geodeesia laboratooriumis.

§ 2. METOODILISI JUHENDEID

I o s a

Sissejuhatus ja üldmõisteid

Geodeesia õppimisele asudes omandada: ülevaade geodeesia arenemisest, eriti eesrindliku nõukogude geodeesia arenemisest ja kodumaa teadlaste osast selles; mõiste Maa kujust ja suurusest; mõõtkava, selle täpsus ja rakendamine; plaani ja kaardi mõiste; geodeesias kasutatavad koordinaadid; mõiste maapinnapunktide kõrgustest, Maa kumeruse mõjust kõrgustele; reljeefi kujutamise viisidest paberil; horisontaalid ja nende omadused; leppemärgid; joone kaldenurk ja kalle; aluste ehk järskuste mõõtkavad; joone orienteerimine; asimuut ja direktsioonnurk; meridiaanide koonduvus; ülevaade geodeetilistest alusvõrkudest ja mõõdistamisviisidest; geodeetilistest mõõtmistest ja tasandamisest.

Selle osa õppimisel on tähtis põhjalikult aru saada kõigest ülalloetletud mõistetest, sest nendega tuleb tegemist teha kogu geodeesia õppimise vältel. Erilist tähelepanu pöörata asimuudi ja direktsioonnurga mõistetele, joone orienteerimise viisidele ja võimalustele. Üldiselt püütagu algusest peale selgeks teha geodeetiliste tööde põhireegel - üldisest üksikasjadesse, mis juhtjoonena läbib kogu kursuse.

Koduseks harjutuseks

Arvutada Maa kumeruse mõju vertikaalkaugustele (kõrgustele) horisontaalkauguste 50, 100, 500 m jaoks.

Joonestada aluste mõõtkava kaldenurkade määramiseks plaani mõõtkava 1:5000 ja lõikepindade vahe $h = 5$ m jaoks.

Joonestada põikjoonelised mõõtkavad 1:1000, 1:2000, 1:5000, võttes mõõtkava aluseks vastavalt 1 cm, 2,5 cm ja 2 cm.

Joonestada süllasüsteemist meetermõõdustikku ülekande mõõtkavad 1:8400, 1:4200.

Visandada maapinna peamised reljeefivormid horisontaalide abil, kusjuures eriti tähele panna iseloomustavaid reljeefi skeleti jooni (veelakme- ja nõvajooned) ning punkte (tipud, põhjad, sadulapunktid jne.).

Harjutada leppemärkide joonestamist, rangelt kinni pidades nende mõõtmest vastavalt mõõtkavale.

Küsimusi enesekontrolliks

1. Geodeesia definitsioon.
2. Mis pidurdas geodeesia arengut tsaristlikul Venemaal?
3. Geodeesia Kartograafia ja Aerofotomöödistamise Peavalitsuse tähtsus ja ülesanded.
4. Tähtsamad kodumaa teadlased geodeesia alalt ja nende saavutustest.
5. Milles seisneb kõigi geodeetiliste tööde põhireegel?
6. Mis on plaani mõõtkava ja selle täpsus?
7. Missuguseid plaani mõõtkavasid kasutatakse?
8. Milleks kasutatakse mõõtkava täpsust?
9. Missugune erinevus on plaani ja kaardi vahel?
10. Missugust kaarti või plaani nimetatakse topograafiliseks?
11. Geograafiliste, geodeetiliste ja ristkoordinaatide mõhitate.
12. Mis on maapinna punktide absoluutsed ja relatiivsed kõrgused?
13. Mis on horisontaal ja missugused on selle omadused?
14. Mida nimetatakse joone kaldeks?
15. Milleks kasutatakse profileid?
16. Mis on aluste ehk järskuste mõõtkavad kaldenurkade või kallete määramiseks? Kuidas neid konstrueeritakse?
17. Mille järgi saab joont orienteerida?
18. Mida nimetatakse asimuudiks?
19. Mis vahe on asimuudi ja direktsioonnurga vahel?
20. Mis on meridiaanide koonduvus ja kus teda arvestatakse?
21. Kuidas avastatakse ja kõrvaldatakse jämedaid mõõtmisvigu?
22. Missuguseid mõõtmisvigu nimetatakse süstemaatilisteks

- ja missuguseid juhuslikeks? Kumbad neist on mõõtmis-
tulemustele hädaohhtlikumad?
23. Mis on keskmine ruutviga?
 24. Missuguseid mõõtmisi nimetatakse võrdtäpseteks ja missuguseid mittevõrdtäpseteks?
 25. Mida nimetatakse mõõtmistulemuste tasandamiseks ja millal on seda võimalik teha?
 26. Mis on mõõtmistulemuse kaal?
 27. Mida nimetatakse kaalutud keskmiseks?

I I o s a

Joonte ja nurkade mõõtmine

Joone pikkuse mõõtmise õppimisel soovitatakse lähtuda sellest, et mõõtes üldiselt kaldjoonte pikkusi looduses, peame lõpptulemusena plaani valmistamise jaoks saama joone horisontaalprojektsiooni pikkuse. Detailselt läbi töötada joonemõõtmise viisid: otsene mõõtmine teraslindiga või ruletiga ja pärast teodoliidi pikksilmaga tutvumist joone pikkuse mõõtmine niitkaugusemõõtjaga.

Mõõdulint ja rulett. Punktide märgistamine ja punktide ning joonte tähistamine. Joone mõõtmine ja joone pikkuse märkimine projekti loodusesse kandmisel mõõdulindiga. Joone kallakusest, lindi pikkusest ja temperatuurist tingitud parandused. Välja selgitada piirid, millal neid parandusi ei tarvitse arvestada. Tähelepanu pöörata süstemaatilise iseloomuga vigadele joonemõõtmisel. Ekliimeeter, selle kontrollimine ja kasutamine.

Enne nurgamõõtmise instrumentide ja viiside käsitamisele asumist välja selgitada horisontaal- ja vertikaal- (kalde-) nurga mõiste ning nende nurkade mõõtmise vajadus ja printsip. Horisontaalnurga all mõista maastikul esineva nurga horisontaalprojektsiooni, mille haaradeks on maastiku nurga haarade horisontaalprojektsioonid. Niisugust horisontaalprojektsiooni võimaldab teodoliit mõõta. Sellest lähtudes omandada teodoliit üksikosade viisi. Tähele pannes iga osa otstarvet, on lihtne aru saada teodoliidile esitatavatest nõuetest, nende nõuete

kontrollimisest ja teodoliidi justeerimisest. Vernjee ja selle täpsuse määramine. Alidaadi ekstsentrilisus. Silindriline ja ümmargune vesilood. Vesiloodi jaotuse väärtus ja tundlikkus. Selgeks teha välis- ja sisefokuseerimisega pikksilvade ehitus, omadused (suurendus, vaateväli, heledus) ning vaadeldava eseme kujutise tekkimine pikksilmas. Selle alusel kätte õppida pikksilma seadmine mõõtmisvaatlusteks.

Eriolist rõhku panna teodoliidi ülesseadmisele (tsentreeerimine ja vertikaaltelje loodimine) ja selle täpsusele; pikksilma seadmisele vaatlusteks; viseerimisele (niitide parallaksi kaotamine) ja lugemisele libilt vernjee abil (vernjee täpsus).

Täiesti kindlalt omandatagu teodoliidi kontrollimine vastavas järjekorras, justeerimine ning horisontaal- ja kaldenurga mõõtmine. Kõigi instrumentide justeerimise (parandamise) järjekorra kindlaksmääramisel ja meelespidamisel pandagu tähele, et järgmise parandamisega ei tohi juba tehtud parandust ära rikkuda. Teodoliidi bussool ja selle kasutamine. Bussool iseiseisva instrumendina. Goniomeeter. Nurga märkimine. Vertikaalringi nulli ase ja selle justeerimine. Tähele panna vigade allikaid, mis seejuures võivad esineda, ja välja selgitada nurgamõõtmise täpsus.

Optilistest kaugusemõõtjatest on tarvis üksikasjaliselt tundma õppida niitkaugusemõõtjat kui konstantse nurgaga kaugusemõõtjat, mis esineb nii välis- kui sisefokuseerimisega pikksilmades. Vastavalt sellele kaugusemõõtja koefitsiendi ja konstanti määramine. Omandada mõiste kaksikpiltkaugusemõõtjast ja konstantse baasiga kaugusemõõtjast.

Mõõtmiste väliraamatud (nurgamõõtmise žurnaal ja situatsiooni abriiss).

Koduseks harjutuseks

1. Arvutada joone, mille pikkuseks saadi 216,34 m, horisontaalprojektsioon, kui kaldenurk oli $4^{\circ},3$ ja mõõdeti looduses $-6^{\circ},2$ C temperatuuril lindiga, mille pikkus temperatuuril $+18^{\circ},4$ C oli 20,006 m.

2. Leida joone horisontaalprojektsioon, kui niitkaugusemõõtjaga kaldenurga all $5^{\circ},7$ viseerides loeti sentimeetriteks jaotatud latilt 1,214 m ja kui on teada, et kaugusemõõtja konstant $c = +0,36$ m ja koefitsient $k = 99,84$.

3. Määrata kaugusemõõtja koefitsient, kui teraslindi abil väljamõõdetud kauguselt 46,00 m ja 98,00 m tehti latilt horisontaalvisuuri puhul latilõigu lugemid vastavalt 0,454 ja 0,973 ja kui kaugusemõõtja konstant on + 0,53 m.

4. Skitseerida kordusteodoliidi vertikaallõige. Tähele panna teodoliidi telgede asetust ja telgedele esitatavaid nõudeid.

5. Skitseerida vernjeed täpsusega 1' ja 0,5'.

6. Skitseerida kiirte käik välis- ja sisefokuseerimisega pikksilmas, kusjuures selgitada pikksilma seadmist silma ja eseme järgi.

Küsimusi enesekontrolliks

1. Kuidas toimub joonemõõtmine 20-meetrise teraslindiga?
2. Milleks tähistatakse joon ja kuidas seda tehakse?
3. Millest tulenevad joonemõõtmise juures süstemaatilised ja juhuslikud vead? Kumbad neist tavaliselt on ülekaalus?
4. Missuguse märgiga tuleb anda joone kallakusest ja lindi pikkusest tulenev parandus joone mõõtmise ja joone pikkuse märkimise puhul?
5. Milles seisneb mõõdulindi kompareerimine ehk võrdlemine kontroll-lindiga?
6. Kuidas määratakse vernjee täpsus?
7. Mis on vesiloodi telg?
8. Mida nimetatakse vesiloodi jaotuse väärtuseks? Mis tähtsus sellel on?
9. Kuidas määratakse pikksilma suurendus ja vaateväli?
10. Missugune on pikksilma suurenduse, vaatevälja ja heleduse vahekorrd? Põhjendage seda.
11. Mis on niitristiku niitide parallaks? Miks peab selle enne viseerimist ära kaotama ja kuidas seda tehakse?
12. Milleks tehakse nurgamõõtmise juures lugemid kahelt vernjeelt?
13. Miks mõõdetakse nurka pikksilma kahes asendis (RP ja RV)?
14. Lugege üles teodoliidi kontrollid õiges järjekorras ja seletage vastavat justeerimist.

15. Mis on bussool ja kus teda kasutatakse?
16. Mida nimetatakse magnetiliseks asimuudiks ja rumbiks? Nendevaheline seos?
17. Mis on magnetnõela deklinatsioon?
18. Kirjutage välja kaugusemõõtja valem horisontaal- ja kaldvisuuri puhul.
19. Võrrelge joonemõõtmise täpsust lindiga ja kaugusemõõtjaga mõõtmisel.

III o s a

Teodoliitmõõdistamine

Käesoleva osa peamiseks probleemiks on teodoliitkäikude rajamine, mõõtmine (välitööd) ja arvutamine (kameraaltööd). Seejuures peab silmas pidama, et geodeetiliste mõõdistamistööde üldreegli kohaselt - üldisest üksikasjadesse - on teatud maatüki situatsiooni mõõdistamise tööpõhiseks teodoliitkäigud. Teodoliitkäigud omakorda võivad olla põhiseks kas iseseisvateks (tavaliselt kinnised teodoliitkäigud - kinnised polügoonid) või tugineda kõrgema klassi alusele - trigonomeetrilise ja polügonomeetrilise võrgu punktidele (lahtiste, mõlemast otsast kõrgema järgu punktidega seotud käikudena). Tuleb selgesti ette kujutada teodoliitkäikude rajamise nõudeid vastavalt käikude otstarbele. Arvutuste juures erilist tähelepanu pöörata nurgaliste ja jooneliste vigade tasandamisele, direktsioonnurkade, koordinaatide juurdekasvude ja koordinaatide arvutamisele ning arvutuskontrollidele. Seejuures mitte unustada lubatavaid vigade piire. Selgitada, milleks arvutatakse koordinaadid. Jämedate vigade avastamise võtteid teodoliitkäigu tasandamisel.

Pärast seda käsitleda punktide plaanile kandmist koordinaatide järgi, kusjuures ei tohi unustada töö kontrollimist. Varbsirkel ja Drobščevi joonlaud. Mõõdistamiskäigud, bussoolkäigud. Nende plaanile kandmine direktsioonnurkade ja joonepikuste järgi. Graafiline käigu tasandamine. Bussoolkäikude sidumine teodoliitkäikudega. Bussooli kasutamine kohalike anomaaliate puhul.

Ligipääsmatute kauguste määramisel organiseeritakse mõõtmised nii, et oleks lisamõõtmisi mõõtmiste ja arvutuste kontrolliks.

Situatsiooni mõõdistamise ja plaanile kandmise juures läbi töötada kõik mõõdistamisviisid: eriti rist- ja polaarkoordinaatide meetod, lõigete viis, bussooli kasutamise võimalused. Ekker, selle kontrollimine, justeerimine ja kasutamine.

Kätte õppida pindala arvutamise viisid, olles teadlik nende viisidega saavutatavast täpsusest. Paberi deformatsiooni mõju. Rõhku panna polaarplanimeetri kasutamise viisile, mille puhul paberi deformatsiooni arvestatakse mehaaniliselt.

Koduseks harjutuseks

1. Arvutada punkti 2 koordinaadid, kui on antud punkti 1 koordinaadid $x_1 = -4538,63$ ja $y_1 = +1746,80$, ning joone 1,2 direktsioonnurk $= 342^{\circ}31,3$ ja pikkus 207,36 m. Arvutused paigutada tabelikujuliselt.

2. Arvutada joone 1,2 direktsioonnurk ja joone pikkus, kui on antud punktide 1 ja 2 koordinaadid $x_1 = +1123,45$, $y_1 = +104,16$ ja $x_2 = +1007,10$, $y_2 = -48,67$. Arvutused paigutada tabelikujuliselt.

3. Graafiliselt näidata kinnise teodoliitkäigu mõõtmisel tehtud jämedate vigade avastamise võimalusi.

4. Kanda plaanile lahtine teodoliitkäik direktsioonnurkade ja joonepikkuste järgi ning jooneline lõppviga tasandada graafiliselt.

Küsimusi enesekontrollike

1. Kuidas arvutatakse teodoliitkäigu joonte direktsioonnurgad vasak- ja parempoolsete nurkade puhul?
2. Kuidas saadakse lähtedirektsioonnurk?
3. Kuidas arvutatakse ja kui suur võib olla sulgemisviga kinnise ja lahtise teodoliitkäigu nurkades?
4. Kuidas arvutatakse ja kui suur tohib olla viga teodoliitkäigu koordinaatide juurdekasvudes?
5. Kuidas kõrvaldatakse teodoliitkäigu sulgemisvead?
6. Kas iga teodoliitkäigu juures on võimalik leida sulgemisviga?
7. Mitu lisamõõtmist on tehtud kinnises teodoliitkäigus ja missugused need on?

8. Mis on koordinaatide arvutamise otse- ja pöördülesanded ja missuguste valemite järgi neid lahendatakse?
9. Milleks rajatakse diagonaalkäik?
10. Milleks arvutatakse teodoliitkäigu punktide koordinaadid?
11. Milleks ja kuidas joonestatakse plaanipaberile koordinaatide ruutvõrk?
12. Kuidas kontrollitakse teodoliitkäigu punktide plaanile kandmist?
13. Millal võib nurgamõõdulisi käike plaanile kanda direktioonnurkade ja joonepikkuste järgi? Miks ei või pealekandmist teha teodoliitkäigu mõõdetud nurkade järgi?
14. Missuguste viisidega mõõdistatakse situatsiooni?
15. Milleks kasutatakse ekrit ja kuidas teda kontrollitakse?
16. Mis on polaarplanimeetri jaotuse väärtus ja kuidas seda määratakse?
17. Kuidas seatakse planimeetri jaotuse väärtus ümaraks arvukuks?
18. Millal ja kuidas arvestatakse plaanipaberi deformatsiooni?
19. Mis on pindala määramise graafiline viis?
20. Kuidas määratakse ligipääsmatuid kaugusi teodoliitkäigu mõõtmise puhul?

IV o s a

Geomeetriline nivelleerimine

Maapinna punktide kõrguste määramisel on ehituspraktikas ja maavarade kaevandamisel tähtis koht. Tuleb selgeks teha kõrguste määramise otstarve, mõisted üksikutest määramisviisidest ja luua üldine ettekujutus võimalikust täpsusest. Kõrguste määramise viisidest on tähtsaim geomeetriline nivelleerimine. Seda kasutatakse laialdaselt uurimistöodel, projekti loodusesse kandmisel, ehituste deformatsioonide kindlakstegemisel ja maavarade kaevandamisel.

Geomeetrilise nivelleerimise põhilisteks küsimusteks on nivelleerimise olemus ja põhivalem, nivelliiride tundmine, nende kontrollimine, justeerimine ja käsitsemine, reeperite, trassi ja pinna nivelleerimine ning nende nivelleerimiste tasandamine ja kõrguste arvutamine, vastavate plaanide ja profiilide koostamine. Selle osa läbitöötamist tuleb alustada geomeetrilise kui horisontaalkiirega nivelleerimise põhimõtte selgitamisest ja sellest tulenevalt nivelliiridele üles seada peanõue vesiloodi- ja viseerimistelje paralleelsuse kohta ning viseerimistelje muutumatuse kohta pikksilma fokuseerimisel. Teised nõuded taotleavad nivelleerimistöö kiirendamist. Tuleb tähele panna, et nivelliiridele esitatavad nõuded on üldised, mis kehtivad kõigi nivelliiritüüpide kohta. Tuleb aru saada ja meelles pidada nende nõuete kontrollimise järjekord ja justeerimise võimalused üksikute tüüpide järgi. Läbi töötada 1) kinnine nivelliir (ilma elevatsioonikruvita ja elevatsioonikruviga), 2) lahtine nivelliir ümberpööratava ja ümbertõstetava pikksilma küljes oleva vesiloodiga ning 3) lahtine nivelliir ümberpööratava ja ümbertõstetava pikksilmaga, kuid aluse küljes oleva vesiloodiga.

Tähelepanu pöörata nivelliiri pikksilma suurenduse ja vesiloodi täpsuse vahekorrale ja nende omaduste kindlakstegemisele. Mitte alahinnata nivelleerimislattide osa, silmas pidades, et latid on nivelliiriga võrdväärised nivelleerimise instrumendid. Peab teadma lattide tüüpe (ühe- ja kahekülgsed) ja nende esitatavaid nõudeid.

Järgnevalt omandada nivelleerimise põhimõtte reeperite kõrguse määramiseks ja tehniliseks otstarbeks. Reeperite paigaldamine, joone piketaaži märkimine trassi sirgel ja kõveral osal, kõvera peapunktide märkimine ning mooduliosa osa ja tähtsus selle juures, pikettide kandmine puutujalt kõverale ning piketeerimise žurnaali pidamine. Kätte õppida töö järjekord jaamas, nivelleerimisžurnaali pidamine ja kontrollimise viisid.

Läbi töötada nivelleerimiskäikude tasandamine, trassi nivelleerimise arvutuslik ja graafiline osa.

On tarvis ära õppida pinna nivelleerimine ehitusplatsi ulatuses; pinna nivelleerimine ruutude ja magistraalide viisi-

ga. Nivelleeritud maa-ala plaani valmistamise juures kindlalt omandada horisontaalide tõmbamise viisid, kusjuures peab hästi ette kujutama horisontaali mõistet ja teadma horisontaalide põhiomadusi.

Koduseks harjutuseks

1. Skitseerida nivelliirid tüüpide järgi.
2. Koostada liitnivelleerimise žurnaali lehekülje näide koos vajalike kontrollimiste ja arvutustega.
3. Arvutada elemendid kõvera peapunktide - kõvera alguse (KA), kõvera keskkoha (KK) ja kõvera lõpu (KL) märkimiseks, kui on antud tressi pöördenurk $\gamma = 17^{\circ}35'$, nurgapunkti asukoht $7 + 35,00$ ja kõvera raadius $R = 450$ m.
4. On antud reeper A kõrgusega $H_A = 58,456$ ja reeper B kõrgusega $H_B = 39,506$. Leida nende vahele nivelleeritud uute reeperite 1,2 ja 3^o kõrgused (kõrguskasvude meetodil), kui geomeetrilise nivelleerimisega saadi kõrguskasvud $h_{A,1} = +11,428$, $h_{1,2} = -0,354$, $h_{2,3} = +1,480$, $h_{3,B} = -31,526$ ja kui vastavate reeperite vahelised kaugused on 4,8; 1,7; 2,0 ja 4,0 km.
5. Arvutada punktide 1,2,3,4 ja 5 kõrgused (instrumendi horisondi abil), kui nendele punktidele on tehtud latilt lugemid $l_1 = 1,347$, $l_2 = 0,451$, $l_3 = 2,351$, $l_4 = 2,317$, $l_5 = 1,002$ ja kui peale selle on reeperil olevalt latilt tehtud lugem $l_r = 0,471$ ning selle reeperi kõrgus on 71,483.

Küsimusi enesekontrollike

1. Missugust nivelleerimist nimetatakse geomeetriliseks?
2. Missugune on kõrguskasvu põhivalem geomeetrilisel nivelleerimisel?
3. Kuidas mõjutab geomeetrilist nivelleerimist Maa kumerus ja refraktsioon?
4. Missugused on otsast ja keskelt nivelleerimise omavahelised eelised ja puudused?
5. Lugege üles nivelliiride kontrollimise järjekord nivelliiritüüpide viisi. Kuidas neid justeeritakse?
6. Mis on kontaktvesilood? Selle eelised?
7. Mis on nivelliiri elevatsioonikruvi? Missuguse nivelliiritüübi juures ta esineb?
8. Kuidas määratakse nivelliiri vesiloodi jaotuse väärtus lati abil?

9. Kuidas on jaotatud kaheküljelised latid?
10. Kuidas tehakse lugem latilt?
11. Mis abinõudega hoitakse nivelleerimislatt vertikaalselt?
12. Miks ei või latti kõigutada väikeste lugemite juures?
13. Missuguste vigade allikate vastu tuleb võidelda geomeetrilise nivelleerimise puhul?
14. Mis on reeperid ja kõrgusmärgid ning kuidas seotakse nendega nivelleerimiskäik?
15. Miks soovitatakse kahekordset liitnivelleerimist teha otse- ja vastassuunaliselt?
16. Millal ja milleks kasutatakse latialuseid?
17. Missugused on kõvera peapunktid ja kuidas neid looduses märgitakse? Mis tähtsus on seejuures mõõdulial?
18. Kuidas kantakse piketid puutuvalt kõverale?
19. Mis on side- ja vahepunktid geomeetrilisel nivelleerimisel?
20. Millal kasutatakse x-punkte?
21. Kuidas kontrollitakse trassi nivelleerimist?
22. Missugune on lubatud vahe trassi kahekordse nivelleerimise juures? Kinnise käigu puhul?
23. Missugused tänavapunktid nivelleeritakse tänavate nivelleerimisel?
24. Kuidas toimub hoonestatud ja hoonestamata maatüki pinnanivelleerimine?
25. Missugune on tehnilise nivelleerimise täpsus ja millest see oleneb?
26. Kuidas sõltub nivelleerimise juhuslik ja süstemaatiline viga käigu pikkusest?
27. Mis on nivelleerimise kilomeetri keskmine ruutviga?
28. Kuidas tehakse nivelleerimine üle laia jõe?
29. Kuidas toimub jõe nivelleerimine kalde, piki- ja põikprofiilide saamiseks?
30. Kuidas nivelleeritakse soisel pinnasel?
31. Mis on absoluutsete kõrguste nulliks NSV Liidus?
32. Mis on pinnase- ja fundamentaalreeperid ning milleks neid asetatakse?
33. Millal kasutatakse ajutist reeperit?

Tahhümeetriline mõõdistamine

Tahhümeetriline mõõdistamine (kiirmõõdistamine) on topograafilise mõõdistamise liik, mille kohaselt maapinna punkti asend määratakse kindlaks nii horisontaalprojektsioonis kui ka kõrguse suhtes. Tuleb põhjalikult tutvuda selleks kasutatava instrumendiga - tahhümeeterteodoliidiga (ringtahhümeetriga), tähele pannes vertikaalringi jaotuste numeratsiooni. Täielikult omandada kaldenurga mõõtmise põhimõtte ja välja selgitada kaldenurga mõõtmise põhiline erinevus horisontaalnurga mõõtmisest. Seoses sellega on tarvis aru saada nulli aseme vajadusest, selle määramisest ja nulli aseme nulliks justeerimisest. Kuna kõrguskasvud tahhümeetrilisel mõõdistamisel määratakse trigonomeetrilise nivelleerimisega, siis tuleb siin ära õppida trigonomeetriline nivelleerimine ja omandada sellekohased valemid. Peab tähele panema, et tahhümeetriat kasutatakse peamiselt künklikul maastikul suuremõõtkavaliste plaanide valmistamiseks. Tahhümeetrilisteks jaamadeks võivad olla kõik koordinaatidega ja kõrgusega antud aluspunktid. Peale selle võib rajada tahhümeetrilisi käike: kinnisi, lahtisi või rippuvaid marsruutkäike. Tahhümeetrilised käigud on tähtsad eriti autoteede eriala üliõpilastele.

Tundma õppida tahhümeetrilise töö organiseerimist. Omandada täielik ettekujutus töö käigust tahhümeetrilises jaamas.

Arvutuste alal on tarvis tunda valemit kauguse horisontaalprojektsioonide ja kõrguskasvude määramiseks ning sellekohaseid arvutusabinõusid. Peale ringtahhümeetri on tarvis omandada mõisted "iseredutseerivad tahhümeetrid" ja "Stodolkevitši kõrgusemõõtja".

Koduseks harjutuseks

1. Arvutada kaldenurk ja teodoliidi vertikaalringi nulli ase (NA), kui mõõtmisel on vertikaalringilt saadud keskmised lugemid

RP juures $348^{\circ}12,5$ ja

RV juures $191^{\circ}56,0$.

2. Arvutada kõrguskasv ja kauguse horisontaalprojektsioon,

kui instrumendi kõrgus $i = 1,31$, kaugusemõõtjaga saadud $L = 68,3$, viseerimise kõrgus latil $t = 2,00$, lugem vertikaalringilt RP juures on $8^{\circ}32'$ ja nulli ase $NA = 359^{\circ}56'$.

Küsimusi enesekontrolliks

1. Missugust mõõdistamist nimetatakse tahhümeetriliseks?
2. Millal on otstarbekohane kasutada tahhümeetrilist mõõdistamist?
3. Missugune on töö järjekord tahhümeetrilises jaamas?
4. Kirjutage välja tahhümeetrilised põhivalemid kauguse ja kõrguskasvude jaoks. Missuguste abinõudega toimub nende järgi arvutamine?
5. Mis on vertikaalringi nulli ase, milleks ja kuidas teda määratakse?
6. Kuidas justeeritakse nulli ase nulliks?
7. Kuidas valmistatakse kaugusemõõtelatt, et kaugusemõõtja koefitsient oleks 1?
8. Mis on tahhümeetriline käik ja kuidas teda rajatakse ning mõõdetakse?
9. Kuidas tasandatakse tahhümeetriline käik?
10. Missuguseid väliraamatuid peetakse tahhümeetrilisel mõõdistamisel?
11. Missugust üksikasjade mõõdistamise viisi rakendatakse tahhümeetrias?
12. Kuidas toimub tahhümeetrilise mõõdistamise plaanile kandmine?

VI o s a

Mensulmõõdistamine

Mensulmõõdistamise õppimisel silmas pidada, et see on graafiline mõõdistamine, kus üldiselt rakendatakse tahhümeetria võtteid. Põhiline selle osa õppimisel on mensuli ja kippreegli tundmine, nendega töötamine maastikul ning situatsiooni ja reljeefi joonestamine planšetile otse mensulijasmas. Peab teadma mensulile ja kippreeglile esitatavaid nõudeid. Kippreegli kontrollimise ja justeerimise käsitlemisel on kasulik tõmma-

ta paralleelele tahhümeeterteodoliidi nõuetega. Peab teadma mensuli ülesseadmist: tsentreerimist, horisonteerimist ja orienteerimist, punkti määramist kippreegliga ja üksikasjade mõõdistamist.

Kõikumisi enesekontrolliks

1. Milles seisneb mensulmõõdistamise erinevus teistest mõõdistamisviisidest?
2. Võrrelge tahhümeetrilist ja mensulmõõdistamist. Missugused on nende eelised ja puudused?
3. Kuidas valitakse latipunktid reljeefi määramiseks?
4. Kuidas valitakse mensuli jaamad ja kui kaugele võib jaamast mõõdistada?
5. Kuidas määratakse mensuli jaamade asukohad?
6. Milles seisab Bolotovi viis mensuliga punkti määramisel?
7. Missugune on mensulmõõdistamise täpsus?
8. Kuidas toimub mensuli ülesseadmine jaamas? Mida mõistatakse ülesseadmise all?
9. Kui täpselt mensul jaamas tsentreeritakse?
10. Missugused võimalused on mensuli orienteerimiseks?
11. Mis on geomeetiline võrk?
12. Kuidas määratakse punktide kõrgused geomeetrilises võrgus?

VII o s a

Silmamõõduline mõõdistamine ja baromeetiline nivelleerimine

(Autoteede ja sildade eriala üliõpilastele. Teiste erialade üliõpilastel on tarvis teada ainult mõistet)

Silmamõõdulist mõõdistamist ja baromeetrilist nivelleerimist kasutatakse eeluurimise iseloomuga töödel. Neid töid tehakse kas ühes teatud suunas marsruudi kujul või maastiki lausmõõdistamisel. Silmamõõdulisel mõõdistamisel võib kasutada kõiki mõõdistamise viise, peamiselt aga mensulmõõdistamise võtteid. Baromeetrilise nivelleerimise käsitlemisel on peamisteks

küsimusteks instrumendid - elavhõbe- ja aneroidbaromeetria-nivelleerimise viisid (ühe või kahe baromeetriga) ja kõrguste arvutamine, kasutades ligikaudsete kõrguste ja kõrgusastmete tabeleid.

Küsimusi enesekontrolliks

1. Millal kasutatakse silmamõõdulist mõõdistamist ja baromeetrilist nivelleerimist?
2. Missugused on baromeetrilise nivelleerimise meetodid?
3. Missugused viisid on silmamõõdulisel mõõdistamisel?
4. Missugused parandused antakse aneroidi lugemitele?
5. Kuidas saadakse baromeetriliselt nivelleeritud punktide kõrgused?
6. Kui suur on baromeetrilise nivelleerimise täpsus?

VIII o s a

Topograafiline kaart ja selle kasutamine

Peamisteks küsimusteks selles osas on kaardilehtede nomenklatuur, topograafilise kaardi lugemine ja rida programmis ettenähtud ülesandeid topograafilisel kaardil.

Koduseks harjutuseks

1. Välja joonestada ja nomenklatuuri märgetega varustada 1:1 000 000 kaardilehtede jaotus.
2. 1:1 000 000 kaardilehe piires näidata kõigi suurema mõõtkavaliste kaardilehtede jaotus vastavate märgetega kuni mõõtkavani 1:10 000.
3. 1:100 000 kaardilehe piires näidata lehtede jaotus mõõtkavade 1:5000 ja 1:2000 jaoks.
4. Lahendada programmis ettenähtud ülesanded topograafilisel kaardil.

Küsimusi enesekontrolliks

1. Mis on kaardilehtede nomenklatuuri aluseks?
2. Missugust kartograafilist projektsiooni kasutatakse NSV Liidus suuremõõtkavaliste kaartide jaoks?
3. Kuidas saab kaardilehte orienteerida bussooli abil?

4. Missuguseid ülesandeid saab lahendada topograafilisel plaanil Teie eriala kohaselt?

5. Missugune sisuline vahe on kaardi ja plaani vahel?

IX o s a

Geodeetilisi töid ehituse alal

Selle teema all tuleb läbi töötada rida töid insenerigeodeesia valdkonnast. Peamine on siin projekti loodusesse kandmine (märkimine), mõõtmised konstruktsioonide proovikoormamisel ja ehituste deformatsioonide määramisel. Kuna märkimine nii horisontaalprojektsioonis kui ka kõrguste suhtes toimub punkt- ja vaalal, siis peab eelkõige täielikult omandama suure täpsusega joone pikkuse ja nurga suuruse märkimise võtted koos vastavate kontrollidega. Peab silmas pidama projekti loodusesse kandmisel nõutavat täpsust ja märkimise põhincuet "üldisest üksikajadesse", mis on eriti tähtis suurte ehituste märkimisel. Konstruktsioonide proovikoormamisel peamiselt kindlaks teha läbivajumisi täpse nivelleerimisega ja horisontaalpaigutusi teodoliidi abil. Ehituste vajumisi eksploatatsiooni ajal tehakse kindlaks kõrgendatud täpsusega nivelleerimisega reeperitel, mis asetatakse uuritavasse ehitisesse, lähtudes kindlaist püsivaist reeperist.

Ringikujuliste kõverate detailpunktide märkimiseks peab teadma kolme viisi: ristjoonte, pikendatud kõõlude ja nurkade viise, kusjuures olgu selged nende viiside rakendamise tingimused ja täpsus.

Küsimusi enesekontrolliks

1. Missugused on projekti loodusesse kandmise (märkimise) põhielemendid horisontaalprojektsioonis ja kõrguste suhtes?
2. Missugune peab olema märkimise täpsus?
3. Kuidas toimub hoone märkimine?
4. Mis on märktara ja kus seda kasutatakse?
5. Mis on mikrotriangulatsioon ja millal seda kasutatakse ehituste märkimisel?
6. Kuidas märgitakse silla teljed?
7. Missuguste viisidega märgitakse ringikujulise kõvera detailpunkte?

8. Kuidas toimub punkti märkimine kõrguse suhtes?
9. Kuidas märgitakse antud kaldega joont?
10. Kuidas määratakse konstruktsiooni läbivajumine proovikoormamisel?
11. Kuidas määratakse ligipääsmatu hoone kõrgus?
12. Kuidas kontrollitakse ehituskonstruktsiooni vertikaalsust teodoliidi abil?
13. Kuidas märgitakse kallak väljak kõrguste suhtes nivelliiri abil?
14. Kuidas toimub ehituskruundi eraldamine?
15. Mis on generaalplaan?
16. Mis on geodeetiliste tööde aluseks projekti loodusesse kandmisel?

X o s a

Pikkade trasside rajamine. Tõelise asimuudi määramine

(Autoteede ja sildade eriala üliõpilastele)

Pika sihi tähistamine teodoliidi abil. Põhjalikult omandada kõvera peapunktide märkimine ligipääsetava ja ligipääsmatu nurgapunkti puhul. Tähelepanu pöörata kõverate detailpunktide märkimisele ja antud kaldega projektjoone märkimisele. Sirgete ja kõverate leht ja selle pidamine pikkade trasside puhul. Kahekordse liitnivelleerimise viisid. Trassi kahekordsel nivelleerimisel peetav lubatavate ja tegelike vigade graafik. Süstemaatiliste vigade esinemise kindlakstegemine kahekordse nivelleerimise vahede järgi ja abinõud nende vigade vältimiseks. Nivelleerimine üle takistuste ja halbades pinna-etingimustes. Nivelleerimise kilomeetri keskmise ruutvea arvutamine. Põiksihtide nivelleerimine.

Ülemineku- ja vertikaalkõvera mõiste ning nende märkimine. Pikiprofiilide koostamisel peab oskama arvutada ja kujutada kõvera asukohta profiilil, tõmmata projektjoont ja teha selleks vajalikke arvutusi.

Trassi sidumisel geodeetilise alusvõrguga peab peale ot-

sese viisi teadma ka kaudseid viise, kui on antud üks või mitu punkti. Mõõdetud joone pikkuse redutseerimine Maa nivoopinna-
nale ja Gaussi konformse põiksilindriline projektsiooni tasapinnale.

Tahhümeetriliste käikude tasandamine horisontaalprojektsioonis ja kõrguste suhtes.

Tõelise asimuudi määramine vastavate kõrguste viisil tähtede või Päikese järgi ja määramine esimese vertikaali lähedal asuva Päikese kõrguse või seniitkauguse vaatlustest. Asimuudi ligikaudne määramine gnoomoni kasutamisel. Tähtis on ka tõelise asimuudi, magnetilise asimuudi ja direktsioonnurga omavahe-
line seos ning meridiaanide koonduvuse tähendus.

Peab omandama fotomõõdistamise mõiste teede sihiajamisel. Aerofoto ja selle kasutamine. Fototeodoliitmõõdistamise kasutamisest.

Küsimusi enesekontrolliks

1. Kuidas määratakse kõvera algus, lõpp ja keskkoht ligipääsetava ja ligipääsmatu nurgapunkti puhul?
2. Missuguseid kõvera märkimise viise kasutatakse maanteede ehitamisel?
3. Millal võib nivelleerimislatte kõigutada?
4. Kuidas kontrollitakse nurgamõõtmisi trassil?
5. Kuidas kontrollitakse kõvera lõpu asukohta arvutust piketaažis?
6. Kuidas saab avastada süstemaatiliste vigade olemasolu trassi nivelleerimisel?
7. Missuguste viisidega võib määrata kilomeetri nivelleerimise keskmist ruutviga?
8. Mis on nivelleerimisvahede graafik?
9. Kuidas toimub nivelleerimine halbades pinnasetingimustes?
10. Kuidas nivelleeritakse põiksihid lahtisel ja kinnisel maastikul?
11. Mis on üleminekukõver ja millal seda rakendatakse?
12. Kuidas märgitakse vertikaalkõverat?
13. Mis on töökõrgused pikiprofiilis ja kuidas need leitakse?
14. Kuidas arvutatakse pikiprofiilis nullpunktid?

15. Missugused andmed on tarvilikud pikiprofiilile projektjoone tõmbamiseks?
16. Mis on trassi otsene sidumine geodeetilise alusega?
17. Kuidas siduda trassi riikliku võrguga, kui on antud kaks ligipääsmatut triangulatsioonipunkti?
18. Kuidas toimub trassi sidumine, kui on antud kolm ligipääsmatut triangulatsioonipunkti?
19. Mis on ligipääsmatu punkti koordinaatide allakandmine maapinnale ja kuidas seda tehakse?
20. Kuidas projekteerida mõõdetud pikkus Maa nivoopinnale?
21. Missuguse valemi kohaselt arvutatakse mõõdetud joone pikkus Gaussi konformse põiksilindrilise projektsiooni tasapinnale?
22. Kuidas tasandatakse tahhümeetriline kõik kõrguste suhtes? Kui suur on lubatav sulgemisviga?
23. Sama horisontaalprojektsioonis?
24. Kuidas saab määrata joone tõelise asimuudi Päikese järgi? Missugune on selle määramise täpsus?
25. Kuidas leitakse joone direktsioonnurk mõõdetud tõelisest asimuudist?
26. Mis on magnetnõela deklinatsioon ja kuidas seda saab määrata?
27. Missugused elemendid on tarvilikud aerofoto transformeerimiseks?

X I o s a

Põhilistest geodeetilisest, aerofotomõõdistamise ja kartograafilisest tööst NSV Liidus

NSV Liidu Ministrite Nõukogu oma määrusega 7. aprillist 1946. aastast kehtestas geodeetiliste koordinaatide ja kõrguste süsteemi üle kogu Nõukogude Liidu territooriumi, mis on kohustuslik kõigile geodeetilisi töid tegevatele asutustele ja organisatsioonidele.

Selles osas peab õpitav materjal andma üldise ettekujutuse põhiliste astronoomilis-geodeetiliste, topograafiliste ja aerofotomõõdistamise tööde organisatsioonist NSV Liidus. Põhiliseks mõõdistamisviisiks Nõukogude Liidu territooriumi

kartografeerimisel on aerofotomöödistamine. Teisi möödistamisi kasutatakse väiksemate maa-alade puhul ja eriti insener-tehnilisteks otstarveteks. Selles osas peab tutvuma ka aerofotode kasutamiselega inseneritehnilisteks otstarveteks.

Tuleb ka tutvuda linnade territooriumi möödistamisega ja selle organiseerimisega, et saada ettekujutus linnade maa-ala detailmöödistamisest ja selle täpsusnõuetest ning aerofotomöödistamise võimalustest.

Küsimusi enesekontrolliks

1. Mis on 1942. aasta geodeetiliste koordinaatide süsteem?
2. Missugune asutus korraldab ja kontrollib geodeetilisi töid NSV Liidus?
3. Mis tähtsus on geodeetilise aluse töödel?
4. Mis on geodeetilised koordinaadid ja kuidas neid määratakse?
5. Mis on möödistamise tööpõhis?
6. Kuidas määratakse aerofoto möötkava?
7. Mis projektsioonis on aerofoto?
8. Mida nimetatakse aerofoto transformeerimiseks ja kuidas seda tehakse?
9. Mis on fototeodoliit?
10. Milleks kasutatakse stereokomparaatorit?

ОПИКУД JA ОРРЕАВИНОУД

1. Шилов П.И., Геодезия, Геодезиздат, (1953, 1956), 1961, Гостгеолтехиздат, 1963.
2. Дитц О.Г., Геодезия, Геодезиздат, 1957.
3. А. С. Тшеботарюв, Геодезия, I, ЕРК, 1959.
4. Н. А. Назаров, Геодезия, ЕРК, 1952.
5. Гержула Б.И., Основы инженерной геодезии, Геодезиздат, 1960.
6. Поляков П.И., Селижков Л.У., Ширин С.И., Геодезические разбивочные работы в промышленном и гражданском строительстве, Госстройиздат, 1959.
7. Инструкция по топографо-геодезическим работам..., СН 212-62.

8. Инструкция по топографической съемке в масштабах I:5000 и I:2000.

9. Условные знаки для масштабов I:5000 - I:500.

§ 3. JUHENDEID KONTROLLTÖÖDE TEGEMISE JA NENDE ESITAMISE KORRA KOHTA

Kõigi erialade kaugüliõpilased teevad iseseisvalt kontrolltöö.

Autoteede ja sildade, tööstus- ja tsiviilehituse, sanitaartechnika ning maavarade kaevandamise erialade üliõpilaste kontrolltöö koosneb neljast ülesandest (vt. § 4):

1) leppemärkide joonestamine, 2) teodoliitmõõdistamise andmete läbitöötamine ja plaani valmistamine, 3) geomeetrilise nivelleerimise andmete läbitöötamine ja plaanide ning profiilide valmistamine, 4) tahhümeetrilise mõõdistamise andmete läbitöötamine ja plaani valmistamine.

Ehituse ökonomika ja organiseerimise eriala üliõpilaste kontrolltöösse kuulub kaks ülesannet (vt. § 5):

1) teodoliitmõõdistamise andmete läbitöötamine ja plaani valmistamine, 2) geomeetrilise nivelleerimise andmete läbitöötamine, plaanide ja profiilide valmistamine.

Kontrolltöö täitmisele asuda alles pärast õppeaine vastaosa läbitöötamist ja konspekteerimist. Seejuures peetagu rangelt kinni kontrolltöödeks käesolevaga antud metoodilistest juhenditest ja nõuetest. Lõplikult valminud töö leheküljed nummerdatakse, varustatakse pealkirjade ja sisukorraga ning õmmeldakse aktikaante vahele. Kaanele olgu märgitud töö nimetus, eriala, üliõpilase nimi ja matrikli number. Kontrolltööd peavad olema esitatud TPI kaugõppedekanaadile hiljemalt kaks nädalat enne eksemisessiooni algust.

Vigaseid, puudulikke ja halvasti kujundatud töid ei arvestata.

Märkus: Kontrolltöös esinevate arvutuste hõlbustamiseks lisatakse siia arvutuslehed järgmiselt:
autoteede ja sildade, tööstus- ja tsiviilehituse, sanitaartechnika ja maavarade kaevandamise eriala üliõpilastele

3 lehte vorm nr. 1,
8 lehte vorm nr. 2,
3 lehte vorm nr. 3 ja
6 lehte vorm nr. 4.

ehituse ökonomika ja organiseerimise eriala üliõpilastele

2 lehte vorm nr. 1,
7 lehte vorm nr. 2 ja
6 lehte vorm nr. 4.

§ 4. KONTROLLTÖÖ

autoteede ja sildade, tööstus- ja tsiviilehituse, sanitaartehnika ja maavarade kaevandamise erialade üliõpilastele.

1. ü l e s a n n e

Leppemärkide joonestamine

Allpool loetletud leppemärgid joonestada heakvaliteedilisele joonestuspaberile mõõtkava 1:1000 jaoks, võttes aluseks raamatu "Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500", Геодезиздат, 1952 või hilisemad väljaanded.

Leppemärgid paigutada lehele 20 x 29 cm lisas 1 näidatud kujul. Joonestamisel tähele panna, et leppemärgid on kujult ühtsed, kuid erinevad oma mõõtmest, oleneades plaani mõõtkavast. Seepärast peab nende joonestamisel rangelt kinni pidama ülalnimetatud raamatus antud mõõtmest. Raamatu puudumisel võib kasutada lisa 1, kus iga märgi mõõtmed mõõtkava 1:1000 jaoks on millimeetrites antud.

Joonestamisele kuuluvate leppemärkide loetelu

Sulgudes on antud leppemärgi järjekorranumber raamatus (Условные знаки...). Kui antud leppemärgi nimetuse taga on mitu sulgudega numbrit, siis tuleb nende numbrite all olevad märgid asetada reastikku nimetuse taha; kui aga sulgudes esineb mitu numbrit, tuleb numbritega antud leppemärgid ühendada üheks kombinatsiooniks.

- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| 1. Geodeetilised aluspunktid | 3. Koordinaatide võrk (16) |
| (2), (5), (6) | |
| 2. Nivell. kindelpunktid | 4. Hoone (19, 61, 66) |
| (11), (13) | |

- | | | | |
|---|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| 5. Kaev (145) | 16. Trammitee (157) | | |
| 6. Tuuleveskid (92), (93) | 17. Pinnastee (189) | | |
| 7. Liivaauk (88) | 18. Maantee (187) | | |
| 8. Planeeritud nõlv (229) | 19. Elektriliin m.p. (101) | | |
| 9. Elektrilatern (123) | 20. Telefoniliin (257) | | |
| 10. Kilomeetripostid (180),
(194) | 21. Maakasutuse piir (291) | | |
| 11. Puud (316) kuni (320) | 22. Tarandid (298), (301), (303) | | |
| 12. Veevärk (127) | 23. Veed (360) | | |
| 13. Kanalisatsioon (130) | 24. Horisontaalid (371) | | |
| 14. Raudtee, laiar. (155) | 25. Raudbetoonsild (209) | | |
| 15. Raudtee, kitsar. (159) | 26. Puitsild (210) | | |
| 27. Põllu- ja aiamaa (263,264) | 28. Karjamaa, mättad (266,353,409) | 29. Heinamaa, soostunud (340,408) | 30. Muru jalg- teedega (342) |
| 31. Puuvilja- ja marjaaed (277,280,299) | 32. Mets (313) | 33. Harv mets liival (328,356,398) | 34. Põõsastik (333) |

Juhendeid leppemärkide joonestamiseks

Topograafiliste plaanide leppemärgid joonestatakse üldiselt musta tušiga 0,1 mm jämeduses tõmmatud joontega. Erinevad joonte jämedused on leppemärkide raamatus (ka lisa 1) märgitud. Nendest peetagu rangelt kinni. Ülesande täitmisel tuleb värvilist tušši või vesivärve järgmistel juhtudel kasutada.

Rohelise vesivärviga või tušiga tõmmatakse välja koordinaatide ruutvõrgu lõikekohad (märk 3), kaevu kujutav ring ja punkt selle keskel (märk 5), maa-alust veejuhet kujutav topeltkriipsjoon ja väikesed ringid, nende vahel - kontrollkaevu kujutav suurem ring horisontaalkriipsu ja kahe punktiga tuleb joonestada musta tušiga (märk 12), maanteekraavid (märk 18), jõgede kaldad (märgid 23, 25 ja 26), punkt jõe kaldal, kus on nivelleeritud veepinna kõrgus (märk 23), ja märga heinamaad tähistav horisontaalviirutus (märk 29).

Sinise vesivärvi üsna nõrga (lahja) tooniga kaetakse jõgede veepind (märgid 23, 25, 26). Maanteede kraave (märk 18) sinisega ei kaeta.

Pruuni vesivärvi või tušiga (põletatud sienaga) tõmmatakse välja horisontaalid ja langekriipsud ning kirjutatakse horisontaalide kõrgused (märk 24), tehakse mättaid (märgis 28 kolme punkti grupid) ja liiva (märgis 33 punktid) kujutavad punktid.

Punase vesivärvi (karmini) üsna nõrga tooniga kaetakse maanteede sõiduosa.

Leppemärkide joonestamisel peetagu silmas, et siia kuuluvad kirjad, näiteks hoonete korruste arvu ja otstarvet näitavad numbrid ja tähed, kõlviku nimetus "põllumaa", puude kõrgust ja jämedust märkivad numbrid, horisontaalide kõrgused jne. on leppemärkide koostisosad ja nende kirjutamisel tuleb kinni pidada nõutavast šriftist. Leppemärkide juurde kuuluvad nimetused võib kirjutada suvalises, kuid ühtlases tehnilises kirjas, selgesti ja puhtalt. Leppemärgid ise joonestatakse nõutavas suuruses, kuid märgi mõõtmeid ja joonte jämedusi juurde ei kirjutata. Ebaõiges suuruses või lohakalt valmistatud leppemärke ei arvestata.

2. ü l e s a n n e

Teodoliitmõõdistamise andmete läbitöötamine ja plaani valmistamine

Ülesande täitmisel tuleb üliõpilasel lisas 2 ja 3 esitatud andmete järgi koostada Jõemetsa sovhoosile kuuluva maatüki mõõdistamise nurgamõõtmise žurnaal ja abriss ning need läbi töötada. Arvutada maatüki piiripunktide koordinaadid, kusjuures piiripunkti nr. 2 koordinaadid on $X_2 = + 83,46$ ja $Y_2 = - 174,08$. Direktsioonnurgade arvutamise aluseks võtta piirijoone 1-2 mõõdetud magnetiline asimuut $236^{\circ}32',0 + u^{\circ}$, kus suurus u° on üliõpilase oma matrikli numbriga kaks viimast numbrit, loetud paremalt vasakule. Näiteks, kui üliõpilase matrikli number on 61274, siis joone 1-2 direktsioonnurgaks tuleb võtta $236^{\circ}32',0 + 47^{\circ} = 283^{\circ}32',0$. Arvutatud punktide koordinaatide ja abrissi järgi koostada plaan mõõtkavas 1:1000. Arvutada maatüki pindala.

Juhendeid ülesande täitmiseks

1. Koostada nurgamõõtmise žurnaali lehtedele vorm nr. 4, kasutades lisa 2 esitatud andmeid. Läbitöötamisel arvutada ja žurnaali sisse kanda lugemite keskmine, parempoolsed nurgad ja keskmised parempoolsed nurgad, nagu on lisa 2 teodoliidi esimese seisupunkti jaoks näidatud. Seda teha nii ringpolügooni (kinnise teodoliitkäigu) kui ka diagonaalkäigu jaoks. Arvutada 0,1 täpsusega.

Lisa 3 kohaselt valmistada valgele kirjutuspaberile mõõdistamise abriiss vabakäe joonisena. Mõõdetud joonte pikkustest võtta keskmine ja kirjutada abriississe. Abriissi lehed orienteerida, tõmmata ligikaudne NS suund välja igale lehele vastavalt käesoleva ülesande alguses antud piirijoone 1-2 magnetilisele asimuudile.

Abrissi žurnaali (vorm nr. 4) vabal leheküljel arvutada mõõdetud kaldjoonte horisontaalprojektsioonid valemi järgi

$$d = s \cdot p,$$

$$\text{kus } p = s (1 - \cos \gamma) = 2 s \cdot \sin^2 \frac{\gamma}{2},$$

milles d on joone horisontaalprojektsiooni pikkus,

s - mõõdetud kaldjoone pikkus,

γ - kaldenurk ja

p - parandus, mis kaldjoone pikkusest alati lahutada.

Viimase valemi järgi on kaldest tingitud parandust hõlpus lükatiga arvutada.

Tulemused kontrollida vastavate tabelite järgi, mis tavaliselt on antud õpikute lisades.

Õiged joonte horisontaalprojektsioonid ja keskmised kaldjoonte pikkused kanda nurgamõõdu žurnaali vastavasse lahtrisse, kirjutades nad murruna - lugejasse horisontaalprojektsioon ja nimetajasse mõõtmisel saadud kaldjoone keskmine pikkus. Järgmise lahtri samale reale kanda kaldenurk.

See osa tööst teha pliiatsiga.

2. Mõõdetud nurkade ja joonepikkuste järgi valmistada valgele kirjutuspaberile käikude skeem (pliiatsiga) sobivas mõõtkavas (näiteks 1:2000). Skeemile välja kirjutada nurkade kesk-

mised suurused ja joonte pikkused (viimased kirjutada murruna - lugejasse joone horisontaalprojektsioon ja nimetajasse mõõtmisel saadud kaldjoone pikkus).

3. Vajalike arvutuste sooritamisel kinnise teodoliitkäigu (1,2,3,4,5,6,1) punktide koordinaatide leidmiseks täita olemasolevate andmetega koordinaatide arvutuslehe (vorm nr. 1) vastavad lahtrid. Edasised arvutused (p. 4 kuni p. 18) teha mainitud lehe sellekohastes lahtrites.

4. Arvutada kinnise teodoliitkäigu sisenurkade tegelik summa $\sum \beta$ ja teoreetiline summa $180^\circ(n-2)$, kus n on mõõdetud nurkade arv.

5. Määrata sulgemisviga f_β kinnise teodoliitkäigu nurkade summas

$$f_\beta = \sum \beta - 180^\circ(n-2).$$

6. Arvutada lubatav sulgemisviga kinnise teodoliitkäigu nurkades:

$$\text{lubatud } f_\beta = 1,5 \sqrt{n},$$

kus t on nurgamõõtmisel kasutatud teodoliidi vernjee täpsus minutites (käsolevas töös nurgamõõtmise žurnaali kohaselt $t = 0,5$) ja

n - mõõdetud nurkade arv.

Kõik saadud suurused $\sum \beta$, $180^\circ(n-2)$, f_β ja lubatud f_β kirjutada mõõdetud nurkade lahtrisse allapoole nurki tõmmatud joone alla järjestikku.

Tegelikult saadud sulgemisviga nurkades peab olema väiksem või äärmiselt võrdne lubatava sulgemisveaga, s.t.

$$f_\beta \leq \text{lub. } f_\beta.$$

7. Sulgemisviga f_β (kui ta on lubatav) võtta vastupidise märgiga ja ära jaotada kõigile mõõdetud nurkadele võrdselt 0,1 täpsusega. Kui seda jaotamist ei saa teha tervetes minutikümnendikes (kui f_β ei jagune n -ga), siis tuleb lühemate haardega nurkadele anda parandusi 0,1 võrra rohkem või pikemate

haaradega nurkadele 0,1 võrra vähem. Arvutuste kontroll: kõigi nurkade paranduste summa peab võrduma vastupidise märgiga võetud sulgemisveaga. Arvutatud parandused vastavate märkidega kirjutada mõõdetud nurkade peale.

8. Saadud parandusi arvesse võttes arvutada kinnise käigu parandatud nurgad. Arvutuse kontroll: parandatud nurkade summa peab võrduma teoreetilise summaga. See summa tuleb kirjutada tasandatud nurkade lahtrisse alla.

9. Võtta joone 1-2 mõõdetud magnetiline asimuut (mille iga üliõpilane arvutab välja ülesande alguses näidatud viisil) sama joone direktsioonnurgaks $\alpha_{1,2}$ ja arvutada parandatud nurkade järgi kõigi teiste kinnise teodolitiikäigu joonte direktsioonnurgad valemi järgi

$$\alpha_{2,3} = \alpha_{1,2} + 180 - \beta_2 \text{ jne.,}$$

kus $\alpha_{2,3}$ on joone 2-3 direktsioonnurk,

$\alpha_{1,2}$ - joone 1-2 direktsioonnurk ja

β_2 - parempoolne nurk punktis 2.

Kontrolliks peab arvutuste lõpus saama direktsioonnurga $\alpha_{1,2}$ lähteväärtuse.

10. Saadud direktsioonnurgad ümber arvutada tabelinurkadeks, s.t. x-teljele redutseeritud teravnurkadeks.

11. Arvutada koordinaatide juurdekasvud Δx ja Δy , kasutades viiekohaliste logaritmide tabeleid ning kontrollides tulemusi trigonomeetriliste funktsioonide (sin ja cos) loomulike väärtuste tabelite ja aritmeetri abil, teades, et

$$\Delta x = d \cos \alpha \quad \text{ja}$$

$$\Delta y = d \sin \alpha,$$

kus

d on vastava joone horisontaalprojektsioon ja
 α - direktsioonnurk.

12. Koordinaatide juurdekasvudele anda vastavad märgid (+ või -) olenevalt direktsioonnurga veerandist, Märki kontrollida koordinaatide teljestiku abil.

13. Arvutada sulgemisvead x -de ja y -te juurdekasvudes (vastavalt f_x ja f_y), milleks tuleb eraldi moodustada kõigi Δx -de ja kõigi Δy -te summa, s.t.

$$f_x = \sum \Delta x \text{ ja}$$

$$f_y = \sum \Delta y .$$

Need kirjutatakse arvutatud koordinaatide juurdekasvude lahtrisse alla.

14. Arvutada absoluutne jooneline lõppviga perimeetris

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} .$$

15. Arvutada relatiivne jooneline lõppviga $\frac{f}{\sum d}$, kus $\sum d$ on kõigi joonepikkuste summa (perimeeter). Lubatav relatiivne lõppviga käesolevas töös on 1:2000. Saadud f ja $\frac{f}{\sum d}$ väärtused ning lubatav 1:2000 kirjutatakse arvutuslehe alumisele vabale osale.

16. Kui lõppviga f on lubatav, siis sulgemisvead f_x ja f_y , võetud vastupidise märgiga, jaotatakse ära vastavalt arvutatud Δx -dele ja Δy -le võrdeliselt teodoliitkäigu joonete pikkustega. Nii saadakse igale Δx -le ja Δy -le oma parandus. Kontroll: paranduste summa peab võrduma vastupidise märgiga võetud sulgemisveale. Parandused kirjutatakse arvutatud juurdekasvude peale (igaks oma märgiga).

17. Arvesse võttes äsja saadud parandusi, arvutada parandatud juurdekasvud. Kontroll: parandatud Δx -de kui ka Δy -te summa peab võrduma nulliga. Seda tuleb konstateerida nullide kirjutamisega tasandatud Δx -de ja Δy -te alla summans.

18. Võtnud teodoliitkäigu punkt 2 jaoks koordinaadid $x_2 = + 83,46$ ja $y_2 = - 174,08$, nagu üllesande alguses antud, arvutada parandatud juurdekasvude järgi kõigi teiste punktide koordinaadid

$$x_{i+1} = x_i + \Delta x_{i,1+1} \quad \text{ja}$$

$$y_{i+1} = y_i + \Delta y_{i,1+1} .$$

Arvutuste kontroll: arvutades kõigi punktide koordinaadid, peab lõpuks punkt 2 jaoks saama endised lähtekoordinaadid.

19. Diagonaalkäigu (lahtise teodoliitkäigu 5,6-7-8-3,2) arvutamise kord on analoogiline eelnenud kinnise käigu arvutamisega. Eelkõige arvutuslehele (vorm nr. 1) välja kirjutada parempoolsete nurkade ja joonepikkuste suurused. Siis kokku võtta parempoolsete nurkade summa $\sum \beta$. Sulgemisvigade lubatavad piirid on samad, mis kinnise teodoliitkäigu puhulgi. Ka sulgemisvigade jaotamise põhimõte on sama. Arvutuste erinevusele on järgnevas juhitud tähelepanu (p. 19 kuni p. 23).

20. Nurkade sulgemisviga arvutada valemi järgi

$$f_{\beta} = \sum \beta - 180^{\circ}k - (\alpha'_{5,6} - \alpha'_{3,2}),$$

kus $\alpha'_{5,6}$ (käigu alguses) ja $\alpha'_{3,2}$ (käigu lõpus) on kinnise teodoliitkäigu punktide koordinaatidest arvutatud direktsioonnurgad ja k on sobiv täisarv.

$$\tan \alpha'_{5,6} = \frac{y_6 - y_5}{x_6 - x_5} \quad \text{ja} \quad \tan \alpha'_{3,2} = \frac{y_2 - y_3}{x_2 - x_3}.$$

Need abiarvutused teha eraldi lehel viiekohaliste logaritmidel ja kontrollida aritmomeetriga, kasutades trigonomeetriliste suuruste loomulike väärtuste tabeleid.

21. Parandada nurkad ja ümardada minutiteni. Lähtudes joone 5-6 arvutatud direktsioonnurgast, leida parandatud nurkade abil käigu kõigi joonte direktsioonnurgad minuti täpsusega. Kontroll: arvutuste lõpus saadagu joon 3-2 antud (p. 20 kohaselt arvutatud) direktsioonnurk.

22. Arvutada tabelinurgad, siis koordinaatide juurdekasvud. Leida sulgemisvead juurdekasvudes. Siin

$$f_x = \sum \Delta x - (x_3 - x_6) \quad \text{ja}$$

$$f_y = \sum \Delta y - (y_3 - y_6).$$

Sulgemisvead jaotada samuti võrdeliselt joonepikkustele. Arvutada parandatud juurdekasvud. Kontroll: parandatud juurdekasvude summa peab võrduma antud lõpp- ja algus-

punkti koordinaatide vahega.

23. Lähtudes kinnise käigu arvutamisel saadud punkti 6 koordinaatidest, arvutada parandatud juurdekasvude järgi punktide 7 ja 8 koordinaadid. Kontroll: edasi arvutamisel peame saama kinnise käigu arvutamisest saadud punkti 3 koordinaadid.

Märkused: 1. Kõik arvutused lehel vorm nr. 1 teha tindiga.
2. P. 2 kohaselt tehtud käikude skeemi täiendada ringpolügooni ja diagonaalkäigu jaoks kirjutada vastavad f_{β} , f_x ja f_y ; kõikide mõõdetud nurkade peale kirjutada nende parandused vastavate märkidega.

24. Maatüki plaani valmistamiseks mõõtkavas 1:1000 ehitada tiheda joonestuspaberi lehele koordinaatide ruutvõrk, võttes ruudu küljeks 100,0 mm. Võrgu joonte juurde kirjutada x ja y sobivad väärtused (koos märgiga + või -).

25. Arvutatud koordinaatide järgi kanda plaanile mõõtkavas 1:1000 kõik teodoliitkäikude punktid. Punktide pealekandmist tingimata joonepikkuste järgi kontrollida. Viga ei tohi ületada 0,2 millimeetrit plaanil.

26. Abrissi järgi plaanile kanda kogu mõõdistatud situatsioon. Kasutada kehtivaid leppemärke (vt. l. ülesanne).

27. Plaan tušiga välja joonestada ja vormistada sellekohaste pealkirjadega (vt. lisa 4). Maatüki piiripunktid kui ka teised teodoliitkäigu punktid märkida vastavate leppemärkidega. Piirijooned välja tõmmata pidevjoontega. Magistraal 3-4-5-kriipsjoonega. Diagonaalkäigu jooni mitte välja tõmmata. Plaan alla joonestada põikmõõtkava 1:1000.

Värvide osas tuleb silmas pidada, et koordinaatide võrgu ruudu külgede lõikumiskohad (risti haru 3 mm) ja plaani äärde kirjutatud koordinaatide nimetused ning väärtused, vete (ka maantee kraavide) kaldajooned, märja heinamaa horisontaalne viirutus, kaevu ring ja punkt selle keskel joonestada rohelise vesivärviga või tušiga; veepind: jõgi, tiik ja neid ühendav kraav katta üsna lahja ühtlase sinise vesivärviga; maantee sõidupind katta ühtlase päris lahja punase värviga (karminiga); muu osa situatsioonist tõmmata välja musta tušiga. Joonte jämedus olgu 0,1 mm.

28. Arvutada maatüki kogupindala, mis koosneb kahest osast: esiteks kinnise teodoliitkäigu pindala, mille suurus arvutada koordinaatide järgi (ringpolügooni arvutusleht vorm

nr. 1), teiseks teodoliitkäigu joonte (magistraali) 3-4-5 ja Karijõe kalda vahel, mis arvutada looduses saadud mõõtmete (vt. lisa 3) alusel, jaotades selle pindala lihtsateks geomeetristeks kujunditeks. Pindala teise osa (magistraalitaguse osa) arvutamise kohta esitada lisaleht koos skeemiga. Pindala plaanile kirjutada täpsusega kuni 0,001 ha.

2. ülesande osas tuleb esitada:

1. Nurkade mõõtmise žurnaal ja mõõdistamise abriiss, pliiatsiga.
2. Käikude skeem, pliiatsiga.
3. Koordinaatide arvutuslehed, tindiga.
4. Maatüki kogupindala arvutamine, tindiga. Vastav skeem magistraalitaguse osa kohta, pliiatsiga.
5. Plaan.

3. ü l e s a n n e

Geomeetrilise nivelleerimise andmete läbitöötamine ja plaanide ning profiilide valmistamine

Tööde üldskeemil (vt. lisa 5) näidatud Kuusiku-Saluvete teetrassi osa pk. 48 kuni pk. 56 piketeeriti (lisa 6) ja asetati reeperid nr. 3 ja nr. 4. Ühtlasi piketeeriti ka trassi lähedal olev ehitusplats nr. 18 ruutude viisi nivelleerimiseks (lisa 7).

Antud kõrgusega reeperist nr. 427 tehti reeperi nr. 3 kõrguse määramiseks kahekordne (otse- ja vastassuunaline) nivelleerimine IV klassi nivelleerimise nõuete kohaselt kaheküljeliste lattidega (lisa 8.1 ja 8.2).

Lähtudes reeperist nr. 3, nivelleeriti kahe nivelliiriga ühesuunaliselt trassi osa (koos kahe põiksihiga pk. 50 ja pk. 55 kohal) kuni reeperini nr. 4, kusjuures kasutati üheküljelisi latte ja kahe horisondiga nivelleerimise viisi (lisa 8.3 ja 8.4).

Ehitusplats nr. 18 nivelleeriti kaheküljeliste lattidega ühest jaamast, lähtudes trassi piketist 51 (lisa 8.5).

Kasutades mainitud lisade andmeid, koostada tööde üldskeem ja piketeerimise ning nivelleerimise väliraamatud. Tasandada nivelleerimisandmed, arvutada reeperite nr. 3 ja nr.4 ning kõigi trassi ja ehitusplatsi nivelleeritud punktide kõrgused.

Valmistada trassi pikiprofiil mõõtkavades - horisontaalsuunas 1:2000 ja vertikaalsuunas 1:200 ning põikprofiilid mõõtkavas 1:100 (lisa 9).

Valmistada ehitusplatsi nr. 18 plaan horisontaalidega (nivelleerimise plaan) mõõtkavas 1:500 ja horisontaalide lõikepindade vahega 0,1 m.

Autoteede ja sildade eriala üliõpilased täidavad graafilise osa täies ulatuses, kuna teiste erialade üliõpilastel tuleb maantee pikiprofiil koostada piketist 48 kuni piketini 54 ja ainult üks põikprofiil pk. 50 kohalt. Autoteede ja sildade eriala õppijatel tuleb peale selle pikiprofiilile tõmmata veel projektjoon (allpool ülesande lahendamise juhendites antud tingimuste kohaselt) ja teha kõik arvutused ning täita profiili lahtrid, mis on seoses projektjoonega tarvilikud.

Juhendid ülesande täitmiseks

1. Valmistada joonestuspaberile tööde üldskeem vabas mõõtkavas lisa 5 kohaselt (pliiatsiga).
2. Koostada valgele kirjutuspaberile maantee trassi piketeerimise žurnaal lisa 6 kohaselt (pliiatsiga).
3. Maantee trassi piketeerimise žurnaali lehele kõverate tabelist välja kirjutada või arvutada kõvera peapunktide

märkimiseks vajalikud elemendid T, K, B ja D.

Tabelitena võib kasutada näiteks:

Н.В. Федоров, Круговые и переходные кривые,

N. A. Nazarov, Geodeesia, 1953, lisatabel 3 või teisi.

4. Samal lehel teha arvutus kõvera alguse (KA), kõvera keskkoha (KK) ja kõvera lõpu (KL) asendi määramiseks piketaažis. Arvutused kontrollida.

5. Piketeerimise Žurnaalile lisada leht, millele teha pliiatsiga joonis ja juurde kirjutada andmed antud kõvera detailseks märkimiseks punktidega iga 10 m tagant ristkoordinaatide meetodil. Autoteede ja sildade eriala üliõpilastel valmistada joonis ja andmestik ka pikendatud kõõlude ja nurkade polaarviisiga märkimiseks.

6. Koostada IV kl. nivelleerimise Žurnaal (pliiatsiga) lisa 8.1 andmetel vorm nr. 2 lehtedele. Arvutada kõrguskasvud ja keskmised kõrguskasvud koos kontrollidega. Need arvutused toimuigu vorm nr. 2 lehtede vastavates lahtrites.

Kõrguskasvude arvutamiseks on valem

$$h = a - b,$$

kus a on tagasivaade (lugem tagumiselt latilt),

b - edasivaade (lugem eesmiselt latilt).

Igas jaamas kõrguskasv arvutada kaks korda - lati mustalt ja punaselt küljelt tehtud lugemite järgi. Erinevus nende vahel ei tohi ületada 5 ± 100 mm, kus vahe ± 100 mm tuleneb sellest, et lati punase ja musta külje nullide vahe (lati konstant) latil 7 on 4687 ja latil 8 on 4787 (vt. lisa 8.1 esimehe jaam).

Kontrollida arvutust jaamas, lahutades punase külje lugemitest musta külje lugemid, kusjuures peab saadama vastava lati punase ja musta külje nullide vahe (lugemistäpsuse piirides). Kõik arvutused kuni p. 13-ni teha nivelleerimise žurnaali lehtede vastavates lahtrites.

7. Lubatava erinevuse korral arvutada lati kahelt küljelt tehtud lugemite järgi saadud kõrguskasvudest keskmine kõrguskasv iga jaama kohta, kusjuures punaselt küljelt saadud kõrguskasvule enne keskmise võtmist tuleb lisada ± 100 mm. Tulemus ümardada 1 mm-ni, seejuures 0,5 mm ärajätmisel ümardada paarisarvule.

8. Arvutused kontrollida lehekülgede viisi: iga lehekülje alla võtta summa tagasisivaadetest ($\sum a$), edasisivaadetest ($\sum b$), kõrguskasvudest ($\sum h$) ja keskmistest kõrguskasvudest ($\sum h_{\text{kesk}}$). Õige arvutamise puhul peab

$$\sum a - \sum b = \sum h,$$

$$\frac{\sum h}{2} = \sum h_{\text{kesk}}.$$

(vahe võib olla ümardamise piirides), kui leheküljel on paarisarv jaamu.

9. Arvutada keskmine kõrguskasv reeperilt nr. 427 kuni reeperini nr. 3, summeerides kõigi lehekülgede kokkuvõtted. Nii saadakse kõrguskasv h' otse nivelleerimise tulemusena.

10. Toimides analoogiliselt rp. nr. 3 ja rp. nr. 427 (liisa 8.2) vahelise nivelleerimise andmetega, saadakse vastunivelleerimise tulemusena kõrguskasv h'' .

11. Arvutada vahe Δh otse- ja vastunivelleerimise vahel, liites algebraliselt otse- ja vastunivelleerimisest saadud kõrguskasvud

$$h = h' + h''.$$

See ei tohi ületada lubatud vahet

$$\Delta h_{\text{lub.}} = \pm 30 \sqrt{L} \text{ (mm)},$$

kus L on ühekordse nivelleerimiskäigu pikkus km-tes.

12. Lubatava vahe puhul arvutada keskmine kõrguskasv h_{kesk} reeperilt nr. 427 kuni reeperini nr. 3

$$h_{\text{kesk}} = \frac{h' - h''}{2}.$$

13. Arvutada reeperi nr. 3 kõrgus

$$H_3 = H_{427} + h_{\text{kesk}},$$

kus H_3 on reeperi nr. 3 kõrgus,

H_{427} - reeperi nr. 427 antud kõrgus,

$h_{\text{kesk.}}$ - kahest nivelleerimisest saadud keskmine kõrguskasv reeperist nr. 427 reeperini nr. 3.

Lähtereeperi nr. 427 kõrguse arvutab iga üliõpilane individuaalselt ja kirjutab nivelleerimise žurnaali vastavasse lahtrisse.

$$H_{427} = 47,000 + q,$$

kus q on millimeetrite arv, mille üliõpilane leiab, kui oma matrikli kolm viimast numbrit kirjutab vastupidises järjekorras.

Näiteks: kui matrikli number on 61274, siis kõrgus

$$H_{427} = 47,472.$$

Seega Kuusiku-Saluvere maantee trassiosa nivelleerimise lähtereeperi nr. 3 kõrgus on leitud. See kirjutada trassi nivelleerimise žurnaali "tasandatud punkti kõrguse" lahtrisse reeperile nr. 3 vastavale reale.

14. Järgnevalt koostada pliiatsiga lisa 8.3 ja 8.4 kohaselt Kuusiku-Saluvere maantee trassiosa nivelleerimise žurnaali - I ja II nivelliiri kohta lehtedele vorm nr. 2, arvesse võttes, et nivelleerimine on toimunud kahe horisonidiga üheküljeliste lattidega. I nivelliiriga on nivelleeritud kõik vajalikud punktid, II nivelliiriga ainult piketid. Edasised arvutused kuni p. 26 tehakse nivelleerimise žurnaali lehtedel.

15. Arvutada kõrguskasvud sidepunktide vahel, nii nagu esimese jaama jaoks lisas 8.3 näidatud. Tähele panna, et ühes jaamas kahe horisonidiga saadud kõrguskasvude erinevus ei tohi ületada 5 mm.

16. Arvutada sidepunktidevahelised keskmised kõrguskasvud.

17. Kontrollida arvutusi lehekülgede viisi (analoogiliselt p. 8 seletatud kontrollile).

18. Arvutada keskmiste kõrguskasvude summa I ja II nivelliiri järgi

$$\sum h_I \quad \text{ja} \quad \sum h_{II}.$$

19. Arvutada kahekordse nivelleerimise vahe Δh koos summakontrolliga valemist

$$\Delta h = \sum h_{II} - \sum h_I.$$

See ei tohi ületada eelmise nivelleerimise puhul antud piire (vt. p. 11).

20. Lubatava sulgemisvea puhul arvutada keskmine kõrguskasv

$$h_{\text{kesk.}} = \frac{\sum h_I + \sum h_{II}}{2}.$$

21. Lähtudes reeperi nr. 3 kõrgusest H_3 , arvutada reeperi nr. 4 kõrgus H_4

$$H_4 = H_3 + h_{\text{kesk.}}$$

mis kirjutada nivelleerimise žurnaali "tasandatud punkti kõrguse" lahtrisse rp. nr. 4 vastavale reale.

22. Kummalegi käigule kuuluv viga, vastupidise märgiga, jaotada võrdselt vastava käigu kõrguskasvudele. Vastava märgiga parandused kirjutada keskmiste kõrguskasvude peale.

23. Arvutada kõigi sidepunktide kõrgused I ja II nivelleerimisest, lähtudes rp. nr. 3 kõrgusest ja kasutades parandatud kõrguskasvu, teades, et

$$H_{i+1} = H_i + h_{i, i+1},$$

kus H_{i+1} on järgmise sidepunkti kõrgus,

H_i - eelmise sidepunkti kõrgus ja

$h_{i, i+1}$ - kõrguskasv eelmiselt järgmisele sidepunktile.

Saadud kõrgused kirjutada žurnaali punkti kõrguse lahtrisse. Arvutuste kontrolliks peab rp. nr. 4 jaoks saada varem (p. 21 kohaselt) arvutatud kõrguse.

24. Võrrelda I ja II nivelleerimisest saadud sidepunktide kõrgusi, kus ei tohi esineda jämedaid vigu. Seejärel võtta nimetatud kõrgustest paarikaupa keskmised ja kirjutada I nivel-

leerimise žurnaali tasandatud punkti kõrguste lahtrisse .

25. Arvutada jaamades, kus on tehtud vahevaateid, instrumendi teise horisondi kõrgus, teades, et instrumendi horisondi kõrgus võrdub tagumise punkti kõrgusega, pluss sellel punktil olevalt latilt teise horisondiga tehtud lugem. See kirjutada instrumendi horisondi lahtri vastavale reale.

26. Arvutada vahepunktide kõrgused, lahutades instrumendi horisondist vahevaate, s.o. vahepunktil olevalt latilt tehtud lugemi. Need kõrgused kirjutada punkti kõrguse lahtrisse

27. Koostada valgele kirjutuspaberile ehitusplatsi nr. 18 nivelleerimise abriss lisa 7 kohaselt (pliiatsiga).

28. Koostada ehitusplatsi nr. 18 pinna nivelleerimise žurnaali lisa 8.4 kohaselt lehtedele vorm nr. 2 (pliiatsiga). Edasised arvutused kuni p. 32 teha selles žurnaalis.

29. Arvutada instrumendi horisondi kõrgus lati kummagi (musta ja punase) külje jaoks, võttes aluseks pk. 51 kõrguse ja pk. 51-1 seisnud latilt tehtud lugemid.

30. Arvutada lati mustalt ja punaselt küljelt tehtud lugemite järgi lati külgede nullide vahe ning võrrelda žurnaali esilehel antud vahega 4687 ja kindlaks teha jämedate vigade puudumine lugemites.

31. Arvutada nivelleeritud punktide kõrgused lati mõlema külje (mõlema horisondi) järgi.

32. Arvutada keskmised kõrgused.

33. Autoteede ja sildade eriala üliõpilastel koostada pikiprofiil kogu trassiosa ulatuses pk. 48 kuni pk. 56 ja kaks põikprofiili pk. 50 ja pk. 55 kohalt. Teistel erialadel - pikiprofiil pk. 50 kuni pk. 55 ja üks põikprofiil pk. 50 kohalt.

Profiilide koostamisel kasutada lisas 9 näidatud lahtreid ja sissekannete näiteid. Andmed lahtrisse "sirged ja kõverad" kanda punase tušiga.

34. Autoteede ja sildade eriala üliõpilastel tõmmata pikiprofiilile muldkeha projektjoon kalde muutmiseга piketil 51 järgmiselt: projektjoone kõrguseks pk. 48 ja pk. 51 võtta maapinna kõrgus; piketist 51 kuni piketini 56 võtta projektjoone kaldeks 0,004 ehk 4 ‰. Teha kõik arvutused seoses

projektjoonega ja tulemused - töökõrgus, nullpunktide kaugused naaberpikettidest, projektjoone kalded ja nende pikkused - kirjutada profiilile punase tušiga. Kaeviku osa katta punase ja täidendi osa kollase värviga (lahja tooniga).

25. Tihedal joonestuspaberil koostada ehitusplatsi nr. 18 maa-ala nivelleerimise plaan mõõtkavas 1:500, orienteeritud magnetilise meridiaani järgi trassi piketeerimise žurnaali andmete kohaselt. Peale kanda ruutude nurgapunktid. Nivelleerimise žurnaalist nendele juurde kirjutada punktide kõrgused (ümar- datud sentimeetriteni) ning horisontaalid interpoleerida 0,1 m kõrgusvahede tagant. Plaan vormistada musta tušiga (vt. lisa 10), horisontaalid ja nendele kuuluvad kõrgused - pruuni tušiga (põletatud siena).

Valmistööna peab üliõpilane 3. ülesande osas esitama järgmised materjalid:

1. Töö üldskeem vabas mõõtkavas (pliiatsiga).
2. Kuusiku-Salivere maantee trassiosa piketeerimise žurnaali ja joonis kõvera detailmärkimiseks (pliiatsiga).
3. Läbitõõtatud IV kl. nivelleerimise žurnaali (pliiatsiga).
4. Läbitõõtatud nivelleerimise žurnaali sama trassiosa kohta (pliiatsiga).
5. Läbitõõtatud pinnanivelleerimise žurnaali (pliiatsiga).
6. Kuusiku-Salivere maantee trassiosa pikiprofiil ja põik- profiil(-id) (tušiga).
7. Ehitusplatsi nr. 18 pinna nivelleerimise abriss (pliiatsiga).
8. Ehitusplatsi nr. 18 horisontaalidega plaan (tušiga).

4. ü l e s a n n e

Tahhümeetrilise mõõdistamise andmete läbitõõtamine ja plaani valmistamine

A. Autoteede ja sildade eriala üliõpilastele

Liivamäe maakoha tahhümeetriliseks mõõdistamiseks on antud järgmised punktid:

Punkti nimetus ja nr.	Koordinaadid		Kõrgus H
	x	y	
polügonomeetriline punkt 347	+ 3502,86	- 1483,35	32,91 + q
polügonomeetriline punkt 348	+ 3739,95	- 2000,29	-
teodoliitkäigu punkt p. 6	+ 3342,62	- 1641,54	29,29 + q
teodoliitkäigu punkt p. 7	+ 3111,96	- 1725,06	-

Punktide 347 ja 6 kõrguste saamiseks võtab iga üliõpilane q sentimeetrites võrdseks oma matrikli numbri kahe viimase numbriga, loetud paremalt vasakule.

Näiteks: kui matrikli number on 61274, siis

$$\begin{aligned} \text{kõrgus } H_{347} &= 32,91 + 0,47 = 33,38, \\ H_6 &= 29,29 + 0,47 = 29,76. \end{aligned}$$

Punktide 347 ja 6 vahel asuva maa-ala moodsustamiseks on tahhümeetriliste jaamade määramiseks rajatud nimetatud punktidega mõlemast otsast seotud (lahtine) tahhümeetriline käik. Saadud uutest jaamadest I ja II toimus tahhümeetriline moodsustamine. Koostada topograafiline plaan moodsustavas 1:1000 horisontaalide lõikepindade vahega 1 m. Valmistada kõrguste kalka.

Töö tegemiseks tasandada mainitud tahhümeetriline käik, seejärel läbi töötada üksikasjade moodsustamise andmed. Pärast seda koostada ja viimistleda plaan.

Juhendid töö tegemiseks

1. Valgele kirjutuspaberile valmistada lisa 11 järgi tahhümeetrilise moodsustamise krokii - vabakäe joonis, mis ligikaudu orienteerida antud punktide koordinaatide x-telje järgi.

2. Lehtedest vorm nr. 3 valmistada tahhümeetrilise moodsustamis-

tamise žurnaali. Enne väliandmete läbitöötamisele asumist on tarvis põhjalikult tutvuda žurnaali sissekannetega (lehtede pealdis läbi mõelda).

Ennekõike mõõdistamise žurnaali läbi töötada ja arvutused teha tahhümeetrilise käigu osas.

3. Jaamade viisi arvutada igas jaamas saadav nulli ase (NA) valemi järgi

$$NA = \frac{P + V \pm 180^\circ}{2}$$

kus P on vertikaalringi lugem ring parema (RP) ja

V - vertikaalringi lugem ring vasaku (RP) puhul.

Jaamas 347 ja p. 6 saab NA määrata ainult üks kord, sest et kaldenurk nendes jaamades on ringi kahes asendis (täisvõttega) mõõdetud ainult ühele punktile (vastavalt I ja II jaamale). Saadud NA kirjutada žurnaali vastavale reale. Jaamas I ja II saab NA määrata kummaski jaamas kaks korda, kuna kaldenurk nendes jaamades ringi kahes asendis on mõõdetud kahele punktile (tagumisele ja eesmisele). Mõlemad saadud nulli asemel kirjutada NA reale teineteise alla.

4. Arvutada kaldenurgad (ψ) tahhümeetrilise käigu iga joone jaoks kaks korda: otse- ja vastassuunas,

$$\psi = \frac{P - V \pm 180^\circ}{2}$$

Kontrolliks: $\psi = P - NA$ ja $\psi = NA - V \pm 180^\circ$.

Kaldenurgad kirjutada žurnaali vastava lahtri RP ossa.

Näiteks võib nulli aseme ja kaldenurga arvutused p. 3 ja p. 4 antud valemite ja seletuste kohaselt teha jaama 347 kohta alljärgnevalt:

P + 360°.....	362°12,2	
V + 180°.....	357 46,2	
	719 58,4	
	NA = 359°59,2	
	+ 4 26,0	
	$\psi = + 2^\circ 13,0$	}
	$\psi = + 2 13,0$	
	$\psi = + 2 13,0$	
		kontroll.

Arvutused teha lisalehel. Saadud NA ja ψ on kirjutatud

tahhümeetrilise mõõdistamise žurnaali lehele (lisa 12, jaam 347).

5. Arvutada kaugusmõõte lugemite järgi tahhümeetrilise käigu joonte pikkuste horisontaalprojektsioonid. Iga joon on kaugusemõõtjaga mõõdetud 4 korda - 2 korda otse- ja 2 korda vastassuunas. Saadud l on mõõdetavale kaugusele vastav latilõik (kauguse lugem) sentimeetrites.

Kahest (RV ja RP juures) saadud kauguse lugemist l võtta aritmeetiline keskmine, sellele anda alljärgnevalt kaugusemõõtja paranduste tabelist interpoleerimisel saadud parandus p ning leida

$$L = l + p$$

iga joone otse- ja vastumõõtmise jaoks. See kirjutada žurnaali RP osa vastavasse lahtrisse.

Kaugusemõõtja paranduste tabel

Kaugusmõõte lugem l	Parandus p
0	0,00
9	+ 0,10
27	+ 0,20
45	+ 0,30
63	+ 0,40
81	+ 0,50
99	

Joone pikkuse horisontaalprojektsioon

$$d = L \cos^2 \vartheta = L - L \sin^2 \vartheta,$$

mille arvutamiseks kasutada tahhümeetrilisi tabeleid või arvutuslühakatit. Viimase puhul leida parandus

$$L \sin^2 \gamma ,$$

mis tuleb d saamiseks L-ist lahutada. Leitud d kirjutada moodsustamise žurnaali vastavasse lahtrisse RP osas.

Näide jaama 347 jaoks:

$$L = 1 + p = \frac{61,0 + 61,1}{2} + \frac{0,35 \cdot 61}{63} = 61,39,$$

$$d = L - L \sin^2 \gamma = 61,39 - 61,39 \sin^2 2^\circ 13',0 = 61,30.$$

6. Arvutada tahhümeetrilise käigu punktide vahelised kõrguskasvud

$$h = \frac{L}{2} \sin 2\gamma ,$$

kasutades tahhümeetrilisi tabeleid või arvutuslühakatit. Tulemused kirjutada vastavasse lahtrisse.

Näide:

$$h = \frac{L}{2} \sin 2\gamma = \frac{61,39}{2} \sin 4^\circ 26',0 = + 2,37 .$$

7. Arvutada tahhümeetrilise käigu vasakpoolsed horisontaalnurgad, kirjutades need RV ja RP juures saadud mõõtmistulemuste alla. Võtta neist aritmeetiline keskmine ja kirjutada žurnaali vastava lahtri RP ossa kõige alla (vt. jaam 347 lihas 12).

8. Järgnevalt tasandada tahhümeetriline käik kõrguste suhtes järgmisel leheküljel toodud vormi kohaselt, mille tulemusena leida jaamade I ja II kõrgused.

Tähta lahtrid 1,2 ja 3 vastavalt läbitöötatud moodsustamise žurnaali andmetele, kusjuures iga joone jaoks kanda pikuse horisontaalprojektsiooni d ja kõrguskasvu h kohta andmed, mis saadud otse- ja vastassuunas mõõtmistest.

9. Lahtrisse 4 kirjutada vahe $\Delta = h_{\text{otse}} + h_{\text{vastu}}$. Lahtrisse 5 kirjutada lubatavad Δ , mis arvutada valemist

$$\text{lub. } \Delta = 0,04 \text{ d (cm),}$$

kus d on vastav joone pikkus meetrites. Lahtris 4 esinevad suurused peavad olema väiksemad lahtris 5 olevatest suurustest.

Tahhümeetrilise käigu 347 - I - II - p. 6
kõrguste tasandamine

Punktide nr-d	Pikkus d (m)	Kõrguskasv h (m)	Vahe Δ (cm)	Lub. Δ 0,04 d (cm)	Keskm. h (m)	Parand h (m)	Kõrgus H (m)
1	2	3	4	5	6	7	8
347	61,30	+ 2,37	- 1	± 2	- 1 + 2,38	+ 2,39	33,52
I	61,25	- 2,38					35,91
II							
p. 6							
$2\sum d$				$\sum h_{\text{kesk}}$			
$\sum d$			$H_6 - H_{347}$	f_h			

10. Lahtrisse 6 kirjutada h_{kesk} , mis saadakse

$$h_{\text{kesk}} = \frac{(h_{\text{otse}}) - (h_{\text{vastu}})}{2}$$

Võtta kõigi h_{kesk} summa ($\sum h_{\text{kesk}}$), mis ongi mõtmistest saadud kõrguskasv lähtepunktist kuni lõpp-punktini (punktist 347 punktini 6).

11. Leida käigu sulgemisviga f_h kõrguskasvudes. Selleks arvutada antud punktide kõrguste järgi kõrguste vahe

$$h_{347,6} = H_6 - H_{347}$$

ja sulgemisviga

$$f_h = \sum h_{\text{kesk}} - h_{347,6}$$

12. Arvutada lubatav sulgemisviga valemiga järgi

$$\text{lub. } f_h = 0,04 \frac{\sum d}{\sqrt{n}} \quad (\text{cm}),$$

kus $\sum d$ on käigu joonepikkuste summa meetrites,
 n - käigu joonte arv.

13. Viga f_h (kui ta on lubatav) võtta vastupidise märgiga ja ära jaotada üksikutele keskmistele kõrguskasvudele võrdeliselt pikkuste ruutudega, parandused kirjutada 6. lahtris olevate h_{kesk} peale ja parandatud kõrguskasvud ($h_{\text{par.}}$) kirjutada lahtrisse 7. Kontrolliks võtta summa $\sum h_{\text{par.}}$, mis peab võrduma antud punktide kõrguste vahega $H_6 - H_{347}$ (võetud vastupidise märgiga).

14. Lahtris 8 arvutada jaamade I ja II kõrgused. Kontroll: lähtudes antud alguspunkti kõrgusest, peab arvutuste lõpus antud lõpp-punkti kõrguse saama. Saadud kõrgused kirjutada mõõtmise žurnaali.

15. Tasandada tahhümeetriiline käik horisontaalprojektsioonis, mille tulemusena leida jaamade I ja II koordinaadid x ja y . Käigu tasandamine toimub lehel vorm nr. 1 samuti nagu diagonaalkäigu (lahtise teodoliitkäigu) tasandamine kontrollitöö 1. ülesandes. Tuleb aga silmas pidada, et siin on mõõdetud vasakpoolsed horisontaalnurgad. Seepärast leitakse sulgemisviga nurkades f_β järgmise valemiga kohaselt

$$f_\beta = \sum \beta - 180^\circ k - (\alpha_{6,7} - \alpha_{348,347}),$$

kus $\sum \beta$ on vasakpoolsete nurkade summa,
 k - sobiv täisarv,

$\alpha_{6,7}$ - käigu lõpus ja $\alpha_{348,347}$ - käigu alguses antud punktide koordinaatidest arvatud direktsioonnurgad.

Lubatav sulgemisviga nurkades

$$\text{lub. } f_\beta = \pm 1,5 t \sqrt{n},$$

kus t on kasutatud teodoliidi vernjee täpsus (antud juhul $t = 0,5$),

n - mõõdetud nurkade arv (antud juhul $n = 4$).

Direktsioonnurkade arvutamiseks kehtib siin valem

$$\alpha_{i,i+1} = \alpha_{i-1,i} + \beta_i \pm 180^\circ,$$

kus $\alpha_{i,i+1}$ on järgmise ja
 $\alpha_{i-1,i}$ - eelmise joone direktsioonnurk,
 β_i - vasakpoolne nurk käesolevas punktis.

Lubatav jooneline lõppviga f perimeetris arvutatakse valemist

$$\text{lub. } f = \frac{\sum d}{400\sqrt{n}} \quad (\text{m}),$$

kus $\sum d$ on käigu joonepikkuste summa meetrites,
 n - käigu joonte arv.

Muus osas on tahhümeetrilise käigu tasandamine identne teodoliitkäigu tasandamisega.

16. Asuda tahhümeetrilise mõõdistamise žurnaali läbitöötamisele üksikasjade mõõdistamise osas. Siin nurksuurused arvutatakse l' ja joonsuurused küljepikkuste jaoks 0,1-m ning kõrguste jaoks 0,01-m täpsusega.

Läbitöötamisele kuuluvad jaamad I ja II. Arvutuste tulemused kirjutada žurnaali vastavatesse lahtritesse.

Arvutada $L = l + p$, kasutades p. 5 antud kaugusemõõta ja paranduste tabelit.

17. Arvutada kaldenurgad

$$\gamma = P - NA$$

valemi järgi, kuna mõõtmised üksikasjadele (detailpunktidele) on tehtud RP juures.

18. Arvutada kauguste horisontaalprojektsioonid

$$d = L \cos^2 \gamma$$

ja kõrguskasvud jaamast detailpunktidele

$$h = \frac{L}{2} \sin 2\gamma,$$

kasutades tahhümeetrilisi tabeleid või arvutuslükatit.

Tähele panna punkte, kus märkuste lahtrisse on kantud $v = 2,00$ või $v = 3,00$, s.t. kus kaldenurga ja kauguse mõõtmisel ei ole viseeritud latil instrumendi kõrgusega i võrdsele latilugemile, vaid latilugemile v (meetrites)). Neil juhtudel lõplik kõrguskasv

$$h = \frac{L}{2} \sin 2\varphi + i - v.$$

19. Arvutada detailpunktide kõrgused, milleks tuleb jaa- ma kõrgusega H liita algebraliselt vastavad kõrguskasvud.

20. Plaani koostamiseks heale joonestuspaberile konstrueerida koordinaatide võrk (ruudu küljed 100,0 mm) ning selle võrgu alusel koordinaatide järgi plaanile kanda mõõtkavas 1:1000 tahhümeetrilise käigu punktid (jaamad), millele juurde kirjutada murruna punkti number (lugejasse) ja kõrgus (nimetajasse).

21. Plaanile kanda kõik mõõdistatud detailpunktid, kasutades malli ja mõõtkava. Punktide juurde kirjutada kõrgused. Mõõdistamise krokii järgi ühendada punktid situatsiooni kohaselt.

22. Originaalplaanil interpoleerida horisontaalid kõrgusvahega 1 m. Selleks eelkõige krokii järgi välja tõmmata reljeefi skeleti jooned (veelahkme- ja nõvajooned) ning horisontaalide interpoleerimiseks kasutada krokiis nooltega näidatud kaldjooni. Horisontaalide lõplikul tõmbamisel juhinduda krokiis näidatud juhthorisontaalidest ja silmas pidades, et horisontaalid reljeefi skeleti jooni lõikaksid ristisuunas.

23. Konstrueerida plaanile joonmõõtkava 1:1000 ja aluste (järskuste) mõõtkava kõrgusvahe $h = 1$ m jaoks.

24. Plaan tušiga välja tõmmata ja vormistada kehtivates leppemärkides ning varustada vastavate pealkirjadega (vt. liisa 13). Kõik punktide kõrgusarvud kirjutada musta tušiga. Liisa 13 kõrgused puuduvad.

Valmistööna tuleb üliõpilasel 4. ülesande osas esitada järgmised materjalid:

1. Tahhümeetrilise mõõdistamise krokii (pliiatsiga).
2. Läbitöötatud tahhümeetrilise mõõdistamise žurnaal (pliiatsiga).
3. Antud punktide geodeetilised andmed (tindiga).
4. Tahhümeetrilise käigu kõrguste tasandamise leht käesoleva juhise p. 8 antud vormi kohaselt (tindiga).

5. Topograafiline plaan (tušiga).

Kontrolltöö korraldada kausta ja esitada arvestuseks üldiste nõuete kohaselt (vt. § 3).

B. Tööstus- ja tsiviilehituse, sanitaartehnika ja maavarade kaevandamise eriala üliõpilastele

Kasutades autoteede ja sildade eriala üliõpilastele määratud andmeid ja juhendeid (osa A), valmistada Liivimäe maakoha põhjapoolse osa topograafiline plaan. Geodeetiliseks aluseks võtta polügonomeetriselised punktid 347 ja 348.

Valmistada tahhümeetriselise möödistamise kroki ja valmistada ning läbi töötada tahhümeetriselise möödistamise Žurnaali jaamade 347 ja I kohta.

Rippuva käiguga 348, 347-I määrata jaama I koordinaadid ja kõrgus. Tahhümeetriseliseid käiku ei ole tarvis tasendada. Jaamast I toimunud möödistamisandmetel koostada ja valmistada topograafiline plaan.

Töö teha ja vormistada üldiselt autoteede ja sildade eriala üliõpilastele antud juhendite kohaselt (vt. osa A).

§ 5. KONTROLLTÖÖ EHITUSE ÕKONOOMIKA JA ORGANISEERIMISE
ERIALA ÜLIÕPILASTELE

Kontrolltöö koosneb kahest ülesandest.

1. ü l e s a n n e. Teodoliitmöödistamise andmete läbitöötamine ja plaani valmistamine. Ülesanne täidetakse vastavalt käesolevate juhendite § 4 antud 2. ülesande ulatuses (ilma pindala määramiseta).

2. ü l e s a n n e. Geomeetriselise nivelleerimise andmete läbitöötamine, plaanide ja profiilide valmistamine. Ülesanne täidetakse vastavalt käesolevate juhendite § 4 antud 3. ülesande ulatuses, mis on ette nähtud tööstus- ja tsiviilehituse eriala üliõpilastele.

Kontrolltöö esitada arvestamiseks § 3 ettenähtud nõuete kohaselt.

§ 6. LABORATOORSED TÖÖD

Iga üliõpilane teeb õppejõu juhendamisel rea laboratoor-
seid töid, mille kestel peab ta tutvuma geodeetiliste instru-
mentide ehitusega, omandama praktilisi teadmisi ja vilumust
instrumentide kontrollimiseks, justeerimiseks ning käsitsemi-
seks. Laboratoorse töö kohta koostab üliõpilane kirjaliku se-
letuse koos instrumendi kontrollimisel või sellega mõõtmisel
saadud andmete ja vajalike joonistega.

Laboratoorsete tööde loetelu:

1. Tahhümeeterteodoliit ja selle osad. Esitada teodoliit-
di skemaatiline vertikaallõige.

2. Tahhümeeterteodoliidi kontrollimine ja justeerimine.
Esitada lühike kirjeldus kontrollimise järjekorras punktide
viisi.

3. Horisontaalnurga mõõtmine ühe täisvõttega koos bussoo-
li kasutamisega. Esitada nurgamõõtmise žurnaal läbitöötatult.

4. Kaldenurga mõõtmine ühe täisvõttega. Esitada nurgamõõ-
tmise žurnaal, kus olgu välja arvatatud lõplik vertikaalringi
nulli ase ja kaldenurk.

5. Kauguste lugemine niitkaugusemõõtja abil ja mõiste
omandamine kaugusemõõtja koefitsiendi ja konstandi määramisest.

6. Nivelliirid ja nende tüübid. Esitada skemaatiline joo-
nis nivelliiri tüüpidest.

7. Kinnise nivelliiri kontrollimine ja justeerimine. Esi-
tada lühike seletus koos kontrollimisel ja justeerimisel saa-
dud nivelleerimisandmetega.

8. Lahtise nivelliiri kontrollimine ja justeerimine. Esi-
tada lühike seletus.

9. Tutvumine mensuli ja kippreegliga. Esitada lühike kir-
jeldus mensulile ja kippreeglile esitatavatest nõuetest, nende
kontrollimisest ja justeerimisest.

10. Polaarplanimeeter ja töö sellega. Esitada polaarpla-
nimeetri vernjee jaotuse väärtuse ja kontuuri pindala määrami-
se andmed.

11. Mõõdulint, ekker, bussool, vesiloodid, eklimeeter,
goniomeeter, nivelleerimislatid, Drobõševi joonlaud, kontroll-
joonlaud, mõõtkavad jt. Tutvuda nende käsitlemisega ja nendele
esitatavate nõuetega.

Märkus: Ehituse ökonomika ja organiseerimise eriala üli-
õpilased teevad tööd 1 - 7 ja 10 - 11.

Lõpetatud laboratoorsed tööd korraldatakse kausta, vormis-
tatakse § 3 nõuete kohaselt ja esitatakse õppejõule koos § 1
nõutud konspektiga arvestuse taotlemisel.

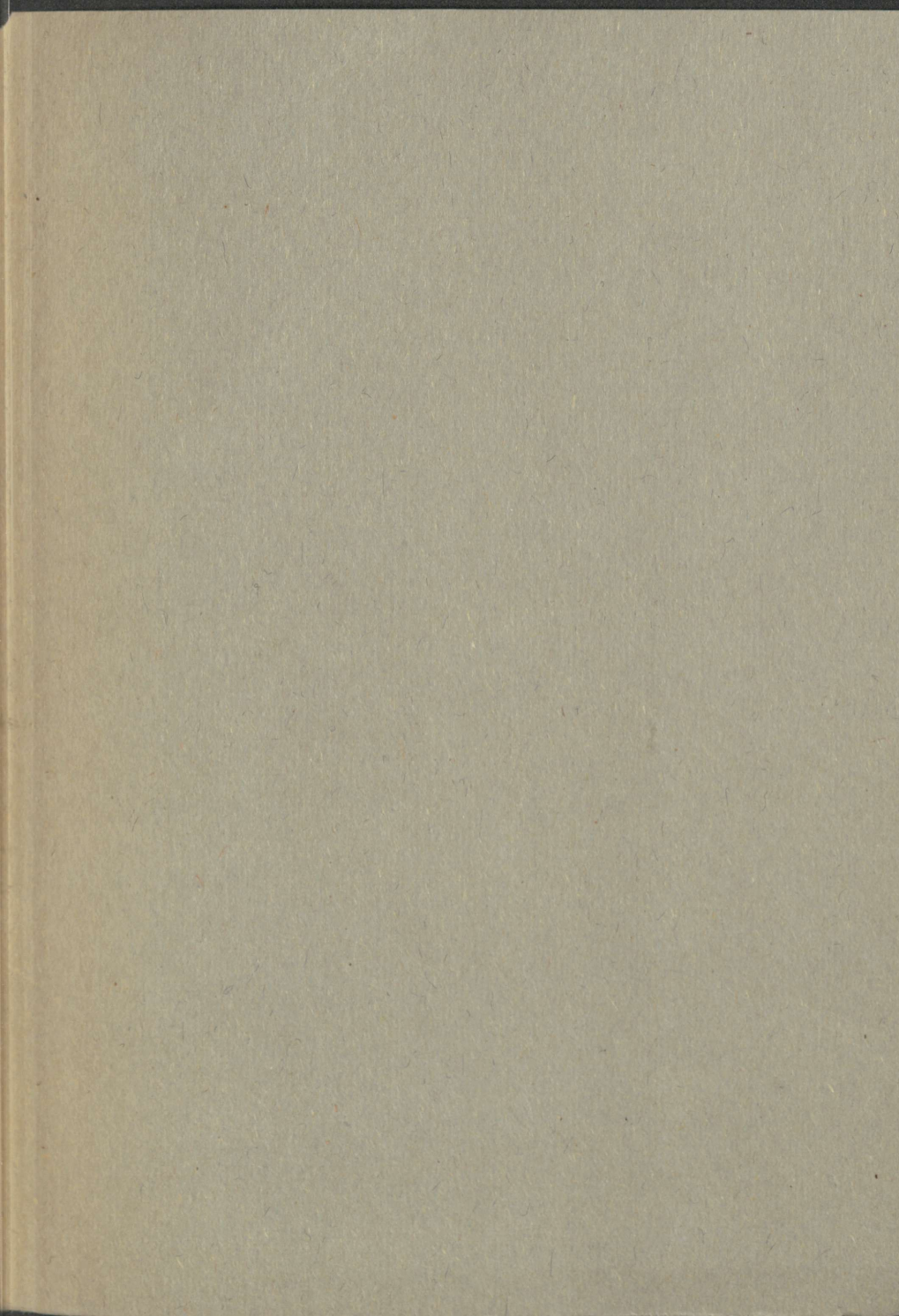
S I S U K O R D

	Lk.
§ 1. Üldisi metoodilisi juhendeid.....	3
§ 2. Meteodilisi juhendeid	
I. Sissejubatus ja üldmõisteid.....	5
II. Joonte ja nurkade mõõtmine.....	7
III. Teodoliitmõõdistamine.....	10
IV. Geomeetriline nivelleerimine.....	12
V. Tahhümeetiline mõõdistamine.....	16
VI. Mensulmõõdistamine.....	17
VII. Silmamõõduline mõõdistamine ja baromeetriline nivelleerimine.....	18
VIII. Topograafiline kaart ja selle kasutamine	19
IX. Geodeetilisi töid ehituse alal.....	20
X. Pikkade trasside rajamine. Tõelise asimuudi määramine.....	21
XI. Põhilistest geodeetilisest, aerofotomõõdistamise ja kartograafilisest töödest NSV Liidus.....	23
Õpikud ja õppeabinõud.....	24
§ 3. Juhendeid kontrolltööde tegemise ja nende esitamise korra kohta	25
§ 4. Kontrolltöö	26
1. ülesanne. Leppemärkide joonestamine..	26
2. ülesanne. Teodoliitmõõdistamise andmete läbitöötamine ja plaani valmistamine.....	28
3. ülesanne. Geomeetrilise nivelleerimise andmete läbitöötamine ja plaanide ning profiilide valmistamine.....	35
4. ülesanne. Tahhümeetrilise mõõdistamise andmete läbitöötamine ja plaani valmistamine.....	42
A. Autoteede ja sildade eriala üliõpilastele.....	42

	B. Tööstus- ja tsiviilehituse, sani- taartechnika ja maavarade kaevan- damise eriala üliõpilastele	51
§ 5.	Kontrolltöö ehituse ökonomika ja organisee- rimise eriala üliõpilastele	51
	1. ülesanne. Teodoliitmõõdistamise andmete läbitöötamine ja plaani valmistamine	51
	2. ülesanne. Geomeetrilise nivelleerimi- se andmete läbitöötamine, plaanide ja profiilide valmistamine.....	51
§ 6.	Laboratoorsed tööd	52

Märkus:

Kontrolltööde ülesannete juurde kuulub
"Geodeesia kontrolltööde ülesannete lisad".



Tasuta

B-2156

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00347599 5