Duplum

Põllutööministeeriumi väljaanne nr. 40

Põllumajanduslikkude koolide õppe- ja käsiraamatute nimekirja üles võetud

Maaparanduse alused

Dr. agr. LEO RINNE

Tartu Ülikooli maaparanduse ja sookultuuri professor

23382

Ü S LIIVIKA
1903
Raamatukogu
63
98

TALLINNAS 1931

2.
Bibliotheca Universitatis Tartuensis
~~1941: 524~~
39586
A-7637

„Postimehe“ trükk, Tartus 1931.

Eessõna autori poolt.

Käesoleval raamatul on ülesandeks tegeliku elu nõuetele maaparanduse alal vastu tulla. See on ala, kus meil kahjuks veel tänini raamatuturul suur puudus tundub.

Et viimasel ajal maaparandusetöid rohkesti teostatakse ja kahtlemata nad ka tulevikus meie põllumajanduse arenemises suure tähtsusega on, siis otsustasin sagedasti minu poole pööratud küsimustele ja sooviavaldustele sel alal käesoleva raamatu loomisega vastu tulla.

Raamat tahab olla abiks maaparanduse aine õppimisel põllumajanduslikkudes õppeasutistes ja ühtlasi käsiraamatuks põllumajanduslikku haridust saanud põllumehele, kui ka arenenud põlluharijale, kellena ka enamasti maaparandaja osutub, andes võimalust temal neis küsimusis orienteeruda ning tarvisminevaid teadmisi säält ammutada. Samuti sisaldab raamat neid aluseid maaparanduse alal, mis hädatarvilised on nimetatud tööde läbiviimise juures, sääljuures eriti arvestades meie oludega.

Arvestades sellega, et teine raamat: „Sookultuuri alused“ sellele raamatule järgneb, on käesolevas raamatus sookultuurist ainult soode kuivendamine puudutatud.

Toetudes ühtlasi meie maa kogemustele ja katsetele, niipalju kuivõrt nad järeldusi teha lubavad, samuti ka nendele välismaa andmetele, mis enam meie oludele vastavad, katsun käesoleva raamatu ellu laskmisega nendele maaparanduse alal tegelikus elus ettetulevatele küsimustele vastu tulla.

„Agronoomia“ toimetajale, härra assistent E. Rogerile avaldan siinkohal südamlikku tänu lahke koostöö eest, eriti käesoleva raamatu keelelisel redigeerimisel ja raamatu väljaandmise teostamisel.

Selle raamatu juures tähelepandud puudused ja soovitavad täiendused palun lahkesti mulle teatada aadressil: Tartu, Tiigi t. 24, krt. 3, et mul võimalik oleks raamatu järgmise trüki juures raamatu kasutaja soovidega arvestada.

Leo Rinne.

Tooma Sookatsejaamas, 21. juunil 1931. a.

Sissejuhatus.

Eesti rahvamajanduse aluseks on põllumajandus. Põllumajanduse produktiivsusest oleneb siis ka eeskätt riigi rahvamajanduslik jõukus. Meie põllumajanduse toodang ei ole kaugeltki veel sellel kõrgusel, mis ta olla võiks ja olema peaks. Seda arvesse võttes oleme sunnitud, tahes või tahtmata, tarvitusele võtma tehniliselt paremaid maaharimisvõtteid ja majapidamisviise, samuti meie kultuurviljade saake suuremate kõikumiste vastu kindlustama, et aga üldist põllumajandusliku kultuuri tasapinda tõsta. Mõjuvamaks abinõuks meie põllumajandusliku kultuuri põhjalikumaks muutmisel on kahtlemata esimeses järjekorras ka maaparandus.

Meil Eestis kannatab kaugelt rohkem kui pool kogu maapinnast liigvesisuse all. Siia kuuluvad osa praegusel ajal põllukultuuri all olevaid mineraalmaid, osa metsamaadest, suurem osa heina- ja karjamaadest ning parandamata sood. Maakuivenduse abil võib kõikide nimetatud pindade produktiivsust märksa tõsta, võib kõikumisi kultuurviljade saakides juures vähendada ja seni vähe kasutoovat ning kasutamata „kõlbmata“ maad kultuurmaaks muuta, mis osa võtaks põllumajanduse-protsessist, omalt poolt viimase toodangut massi kui ka hääduse suhtes tõstes.

Kui arvesse võtta, et üks kolmandik kogu Eesti maa-alast on soostunud ja et suur osa heina- ja karjamaadest soodel asub, selgub, et lõviosa maaparandusetöödest kuulub sooparandusele.

Kui jälgida meie põllumajanduse arenemiskäiku, siis võime tähele panna, et tema pääsihiks on karjakasvatus. Viimane on meie põllumajanduse aluseks, mitte aga tema ainukeseks tulutoovaks haruks. Karjakasvatust võib aga ainult siis soovitaval määral arendada, kui iseäranis suurt rõhku pannakse söödapindade organiseerimisele. Võib tähendada, et juba praegu sööda produtseerimine söödapinna suuruse suhtes meie põllumajanduses esimesel kohal seisab ja nende saakide tõstmine meil teostatav, mis meile võimaluse annab kariloomade arvu tunduvalt tõsta.

On vaja söödapindu nii korraldada, et nad annaksid selle kasu, mis nad üldse anda võivad. Meil on teada, et hulk heina- ja karjamaid esinevad soodena, mis aga parandamata kujul suudavad anda ainult viletsat sööta.

Kestvate rohumaade pääülesandeks on odavalt produtseerida loomadele sööta, et sellega põldude viljakust teataval kõrgusel hoida ja koguni tõsta. Selle nõudmise rahuldamiseks on eeskätt meie põldudevahelised ja -alused madal- ehk heinsood oma võrdlemisi rohke lämmastiku- ja lubja-sisalduse poolest nagu loodud.

Nii näeme, arvesse võttes põllumajanduselist arenemist, et on otsekohene vajadus maaparandusetöödega soid söödapindadeks muuta, et sellega luua enam arenemisvõimalusi. Tuleb arvesse võtta, et mineraalmaade vahel ehk neil naabruses asuvate madalsoode kultiveerimine ja kasutamine ühenduses seisab ka mineraalmaade kasutamisega, sest söödahulga enamsaagi arvel suurendatakse loomade hulka, mille tõttu ka põldudele antav sõnniku hulk kasvab; ühtlasi avaneb seega võimalus enam tööloomi pidada ja seega põldu paremini harida. Tähtis on veel, et meie huumuse ning lämmastiku poolest vaeseid mineraalmaid sääljuures rikastame ainetega, millest soomuld koosneb — iseäranis lämmastikuga — mis tähtsaks teguriks on põldude viljakuse tõstmisel. — Nii siis tõstame ja kindlustame soode parandamisega ka meie põlluviljade saake.

Ka väga tähtsaks teguriks kultuurviljade saagi kindlustamisel on veel asjaolu, et soode kuivendamisega *ökülmade hädaoht* parandatud soodel ning neil naabruses asuvatel mineraalpõllumaadel väheneb.

Nii näeme, et maaparandusetööde läbiviimisel etendab kõige tähtsamat osa *maakuivendamine*, millejuures aga esimeses järjekorras kõige suuremat tähelepanu *soode kuivendamisele* peame pöörama. Viimast asjaolu on püütud ka selle raamatu loomisel ning tema sisu kujundamisel arvesse võtta.

I.

Üldine maaparandus.

A. Üldandmed.

1. Maaparanduse mõiste ja ülesanne.

Maaparanduseõpetus ei ole veel küllalt seni oma sisu ja ülesannete poolest iseloomustatud. Maaparanduse all mõistame kõiki abinõusid ja võtteid, millede abil võib maatulundust tõsta ja seda kestvalt kindlustada.

Maaparandus sisaldab kõiki neid töid, milledega on võimalik maad viljakandvamaks muuta ja saaki tõsta, sellega maa tarvitamisväärtust suurendades. Sellest järgneb, et maaparandusetöid teostada ei ole tarvilik mitte ainult harimata maadel, vaid ka harimise all olevatel maa-aladel.

Maaparanduse pääülesandeks on looduselisi olusid, nagu mullastik, vesi, kliima jne. nii kasutada, reguleerida, parandada, et korda läheks maaproduktsiooni kestvalt suurendada, sellega ka maaväärtust tõstes.

Kõik tööd saagi tõstmiseks võib jagada esiteks niisugusteks, milledega maa saagirikkust, maa saagivõimet parandatakse, ajutiselt tarvitusele võttes paremaid harimisviise, seemnematerjali, kunstväetisi jne. Need on kõik võtted otsekohese ning kiire põllukultuuri tõstmiseks, n. n. kultuuriparandused.

Tööd, mis maa väärtuse pikemaks ajaks (kestvalt) tõstavad, seda põhjalikult parandavad, osutuvad maaparanduseks sõna kitsamas mõttes. Siia kuuluvad maakuivendamine, maaniisutamine, maalupjamine, savi ehk liiva vedu soole, turbamulla vedamine mineraalpõllule jne. Kõik kultuuriparandused tehakse jooksvate majapidamistööde kaudu. Seesugused parandusetööd peavad lühikese aja jooksul enamsaagi näol tasustuma, kuna maaparandusetööd tasustuvad ainult enam pikema aja kestusel. Olgu tähendatud, et maaparandusetööd ainult siis hästi tasustuvad, kui ühes nendega vastavalt ka kõik muud jooksvad kultuuriparandused otstarbekohaselt läbi viiakse.

Kõiki maaparandusetöid võib kestuse järele jaotada igavesteks ja ajalisteks töödeks.

Igavesteks maaparandusetöödeks nimetatakse maaparandusi, mis kord tehtud ja enam kordamist ei nõua; näiteks, maa-ala kividest puhastamine, metsa ja kändude juurimine, uudismaade soetamine metsast, tuiskliivade kinnitamine jne.

Ajaliste maaparandusetööde hulka kuuluvad tööd, missuguseid aegajalt tuleb kas uuesti teha või nende korrashoidmise eest hoolt kanda, nagu: kuivendamine, niisutamine, lupjamine, turbamulla vedu mineraalmaa põllule, savi või liiva vedu soole jne.

Maaparandus, sõna laiemas mõttes, sisaldab ka maatarvitamise võimaluse loomist, kuhu kuuluks: teede ehitamine, põllumajanduse jaoks tarvisminevate hoonete ehitamine, riistade ja masinate muretsemine, piiride õiendamine maamõõtetööde abil, korralik väetamine, otstarbekohase seemne soetamine, põhjalik maaharimine, kahjude ärahoidmine reguleerimata vesivoolude poolt ja samuti vee otstarbekohane tarvitamine kuivendamiseks, niisutamiseks jne.

Maaparanduseõpetust kavatsen laiemalt sooparanduseõpetuse juures käsitleda. Üldise maaparanduse all on siin kõne alla võetud ainult vete ning veeolude reguleerimine, sest et mineraalmaa kohta võib kõikide teiste mainitud alade üle juba vastavates raamatutes tarvilikke andmeid leida.

2. Maaparanduse arenemisest.

Inimese püüe omi elutingimusi parandada on nii vana kui inimkond ise. Juba väga ammu, vanade kultuurrahvaste juures, tehti maaparandusetöödega tegemist. Pääasjalikult on meil võimalik neid sääl tähele panna, kus elamine asundustes inimeste kokkukuhjumist esile kutsus, mille tõttu ka toiduainete järele nõudmine suuremaks kasvas. Suur mitmekesisus sademete hulga ja sageduse suhtes aasta jooksul ja eriti taimekasvu-ajal, üheltpoolt liigvesi, teisalt veepuudus, mis iseäranis soojal ja kuival ajal ennast tunda andis, kõik need olid põhjused, mis nõudsid veeolude reguleerimist. Väga vana on inimese püüe kõrvaldada veepuudust kultuurpindadel niisutamise teel, liigvesisust — kuivendamise teel.

Kõige suuremad veereguleerimistööd on vanal ajal umbes neli ja pool tuhat aastat enne Kristuse sündimist korda saadetud vanade kultuurrahvaste poolt. Nii oli Egiptuses, Niiluse jõe ääres, kõlbmata maadest õitsevad kultuurväljad loodud. Kogu maa-ala oli varustatud kanalite võrguga, mille abil oli võimalik. Niiluse

jõe vett üleujutamise ajal juhtida kanalite kaudu sinna, kus oli veepuudus. Isegi suurtesse reservuaaridesse koguti kõrgvee ajal vett tagavaraks, et vee puudusel seda niisutamise otstarbel kasutada. Ka suured paisehitised ja masinad olid tarvitusele võetud ja töötasid riigi ametnikkude juhatusel, kõik ainult selleks, et tõsta vett kanalitesse ning nende kaudu teda juhtida nendele põldudele, kuhu Niiluse jõe veed ligi ei pääsenud. Egiptuse kultuuriline arenemine oli kahtlemata tingitud pääasjalikult Niiluse jõe voogude tegevusest, sest üleujutatud mudarikkad viljaväljad andsid rahvale kõike, mis ta vajas. Mitte asjata ei nimetatud Niilust „pühaks jõeks" ja ka mitte põhjuseta ei austanud rahvad teda kui oma eluandjat.

Umbes samal ajal kui Egiptuses oli võimalik ka Babüloonias ja Assüüriamaal samasuguseid kanaleid ning vee-ehitisi leida, mis pääasjalikult Euphrati ja Tiigri jõgede vahelisel maa-alal asetusid. Ka esimesed maakuivendusetööd soostanud maa-aladel on nimetatud jõgede orgudes aset leidnud. Kõige vanemad drenaaži-tööd on tehtud savitorudega Babüloonias umbes 1900 aastat enne Kr. s. inimeste matusepaikade kuivendamiseks.

India s tuli elanikkudel veel suuremate raskustega võidelda, sest tervelt kaheksa kuud aastas puuduvad sademed. Nii leiame ka väga vanal ajal Indias juba kultuurtehnilisi ehitisi, mis pääasjalikult veega varustamise otstarbel sisse säetud nagu näiteks suuri veereservuaare veekogumiseks, et põlde veekehval ajal veega varustada. Kogu India kultuurtehnilisi ehitisi iseloomustavad just kunstlikult loodud mitmesugused veekogud, tiigid ja paisehitised, missugused enamasti mullatööde abil orgudes ja looduseliselt soodsates kohtades aset leidsid. Ainuüksi Madrasi provintsis on elanikkude poolt umbes 53 000 niisugust veereservuaari ja 300 000 vee-ehitist korda saadetud.

Ka vanas Persia ja Hiinamaal oldi vee-ehitistega tuttav. Üldse on huvitav tähele panna, et valitses teatav vahekord rahvaste kultuurilise tasapinna ja vee-ehitiste vahel: vee-ehitised olid rahva kultuuri tundemärgiks.

Euroopa rahvastest said esimestena Babüloonia ning Egiptuse kultuurist Kreekamaa elanikud osa. Mitte huvituseta ei ole siin tähele panna, et maaparandusetöödest vanal Kreekamaal just maakuivendusetööd esimesel kohal seisid. Ka vanas Rooma riigis, kus esimesed kultuurtehnilised tööd umbes 400 aastat enne Kr. s. aset leidsid, olid maakuivendusetööd enamuses. Umbes samal ajal võime ka leida esimesi soode torutamistöid, järvede reguleerimisi jne.

Ka nii mõneski teises vanaaegses kultuurriigis on maaparandusetöid korda saadetud, kuid nad ei vääri iseäralist nimetamist.

Keskajal ei ole maaparanduse alal suuremaid edusamme tehtud.

Alates üheksateistkümnendast sajangust omandab maaparandus ikka kindlama ja kindlama iseloomu kultuurrahvaste juures. Järjest on märgata suurenemist tööde läbiviimise kui ka ulatuse mõttes. Kuni käesoleva ajani on maaparandus arenenud ja täienenud ja järjest uusi võtteid ja viise tarvitusele võtnud. — Õpetus maaparandusest aga kui säärane on üks noorematest, sest et ta alles hiljuti oma alguse on saanud.

Meie põllukultuurid on suurel määral äraripuvad maaniiskusest. Otstarbekohaselt reguleeritud niiskuseolud on tähtsamaks teguriks maaviljakuse tõstmisel. Need põlluharija nõudmised maa suhtes on saavutatavad maaparandusetöödega.

B. Veest ja tema liikumisest.

1. Vesi looduses ja vee ringkäik.

Maapinnal olev veehulk on 1,27 milliardi kuupmeetrit (m^3) suur. Kui arvesse võtta, et vesi, mis loomade ning taimede poolt tarvitatakse, ära aurab, või muul teel veetagavarast võetakse, pääle oma keerulist ringkäiku jällegi üldisele veetagavarale juure voolab, siis võime kogu maakera vee tagavara alaliseks jäädavaks suuruseks pidada.

Veeringkäiguks nimetame seda veeosakese teekonda, millal ta alates auramisest niiskematelt maa-aladelt ja veepindadelt õhku tõuseb, sääl tihenedes sademete näol maapinnale langeb ja kraavide, kanalite, jõgede jne. kaudu jällegi merre voolab.

Veeringkäik on esile kutsutud päikese soojuse mõjul.

Tegelikult võime veeringkäigust osavõtvat veehulka jäädavaks, muutmatuks suuruseks pidada, ehk küll tõeliselt ta iga aastaga väheneb, mis on tingitud järgmisest asjaolust.

Vesi, mis pinna- kui ka põhjaveena jõgede kaudu merre satub, viib enesega kaasa hulk mitmesuguseid soolasid, mis lahustunud olekusse sattunud, seega rikastub alatasa merevesi sooladest. Meil on aga teada, et mida suurem soolade sisaldus vees, seda vähem vett säält auramise teel õhku pääseb. Nii näeme, et see alaline merevee sooladega rikastumine veeringkäigust osavõtvat veehulka progressiivselt vähendab.

Vee auramine ja vee raskus on pääteguriks veeringkäigu juures. Auruna õhus hõljuv vesi kukub tihenedes oma raskuse mõjul sademete näol maapinnale tagasi.

Brückneri järele võib tähendada, et:

$$A + A_1 = S + S_1$$
$$A - S = S_1 - A_1 = F.$$

A — aastane auramine merelt; S = aastased sademed merepinnale.

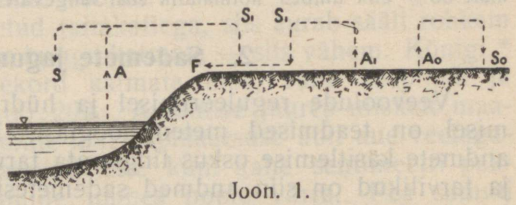
A_1 — aastane auramine maalt; S_1 aastased sademed maapinnale.

F — aastane maapinnalt ning põhjaveena äravoolava vee hulk.

Sellest järgneb et:

$$A = F + S, \text{ siit on } A > S$$
$$A_1 = S_1 - F, \text{ „ „ } A_1 < S_1.$$

Nagu valemitest näeme, on auramine merelt suurem ja maapinnal väiksem, kui vastavad sademete hulgad, mis sinna kukuvad.



Joon. 1.

Krüger*[1]) kujutab vahekorda auramise, sademete ja vee-äravoolu vahel järgmiselt (vt. joon. 1.)

Arvesse võttes suurusi S_1, A ning F võime eraldada kolm suurt ala.

1. — Ilmameri. Ta katab 70% maakera pinnast. Üldise veehulga muutumatust arvesse võttes saame:

$$A = S + F;\ A > S.$$

Õhk on siin alati kokkupuutumisel veepinnaga ja sellepärast auramine väga suur. Osa auranud veest langeb maapinnale sademete näol.

2. — Mere läheduses olev maa-ala teeb 23% maakera üldpinnast. Sademed sellele pinnale on suuremalt osalt merelt ja osa mahalangenud veest satub äravoolu näol tagasi merre. Käesoleval juhul saame:

$$A_1 = S_1 - F;\ A_1 < S_1,$$

s. t. auramise teel läheb vähem vett kaduma kui sademete näol juure tuleb. Sademete ülekaal *(F)*, mis tagasi merre voolab on tingitud mere lähedusest — mereauramisest.

3. — Maa-ala, kus vee äravool merre puudub teeb 7% maakera pinnast.

---

1) Märgike * juhib tähelepanu raamatu lõpuosas toodud üksikasjalisemale tarvitatud kirjanduse loetlemisele.

Siin on:

$A_0 = S_0$; s. t. tasakaal auramise ning sademete vahel.

Fritsche * järele oleks suurustel A, S, F järgmised väärtused mm aasta kohta.

Ala	Pinna suurus km²	A mm	S mm	F mm
Kogu maakera	510.000.000	910	910	—
Ilmameri	361.000.000	1060	980	—
Maismaa	149.000.000	550	750	200
Mere läheduses olev maa-ala	117.000.000	610	870	260
Maa-ala, kus vee-äravool merre puudub	32.000.000	330	330	—

Nii näeme, et iga-aastane vee-äravoolu hulk mere lähedal olevalt maa-alalt 30% ehk umbes kolmandik sääl langevate sademete hulgast välja teeb.

2. Sademete jagumine.

Veevoolude reguleerimisel ja hüdrotehniliste tööde läbiviimisel on teadmised meteoroloogiast, kui ka meteoroloogiliste andmete käsitlemise oskus tingimata tarvilikud. Iseäranis tähtsad ja tarvilikud on siin andmed sademetest, nende hulgast ja jaotusest üksikutel perioodidel. Otstarbekohaselt korraldatud meteoroloogia-jaamade võrgul on suur tähtsus põllumajanduses; iseäranis on aga just hädatarvilikud viimaste andmed vee-ehitiste teostamisel.

Sademete näol mahalangev vesi voolab osalt maapinnalt ära, osa temast muutub auruks, osa tarvitatakse taimkatte poolt, osa peetakse mulla poolt kinni ja osa tungib sügavamale maasse kuni vett läbilaskmata kihini, sääl põhjavett sünnitades. Põhjaveest tõuseb jällegi mulla kapillaarsuse abil osa temast kõrgemale asuvasse maakihti. Veeolude korraldamisel on just tähtis arvesse võtta kui palju vett üldse ära juhtida tuleb. Maakuivendamisel oleneb ärajuhitav veehulk osalt põhjaveest ja maapinnalt äravoolavast veehulgast.

Maapinnalt äravoolavad veed. See veehulk oleneb sademete hulgast ja nende langemisviisist. Mida tugevam vihmahoog, seda enam voolab vett maapinda mööda ära. Pikalise ning nõrgema saju korral on äravoolamine väiksem, auramine aga suurem. Ka maapinna ja mulla omadused mõjuvad äravoolava veehulga pääle, sest mida tihedam on mulla päälmine kiht, mida halvemini ta vett läbi laseb, seda suurem on äravoolav veehulk. Samuti mõjub ka maapinna kuju ehk tema reljeef, sest mida mitmekesisem see, mida suurem tema langus, seda rohkem voolab ka vett pinnaveena ära. Maapinnalt äravoolava veehulga pääle mõjub ka veel taimkate; viimase lopsakas arenemine teeb

äravoolavale veele tõsiseid takistusi. Mida vähem maapinnalt vett ära voolab, seda enam muutub teda auruks ja valgub maasse. Sademete vesi satub pääasjalikult alles pääle maasse valgumist põhjaveena jõgedesse.

Auramise mõju sademete jagumisel. Auramine veepinnalt kui ka niiskelt maapinnalt võib seni kesta, kuni nendega küllastamata õhk veel kokku puutub. Auramine oleneb temperatuurist, õhu niiskusest ja õhu liikumisest, pääle selle aga veel, kas auramine sünnib vabalt veepinnalt ehk maapinnalt, kas maapind on katmata, taimkattega, surnud kattega, missugune on maapinna niiskus jne. Kõrgema temperatuuri juures aurab rohkem vett ära kui madala temperatuuri juures ja auramine võib alati kesta kui õhk vaheldub (tuul), s. t. kui niiske õhu asemele alati kuivem õhk juure voolab.

Kui maapind on kaetud taimkattega, siis aurab säält rohkem kui lagedalt veepinnalt, on ta aga katmata — siis vähem. Königi * järele on auramise vahekord katmata maa, vaba veepinna ja rohumaa vahel kui 65 : 100 : 202. Auramise juures niiskelt maapinnalt täitub mulla päälmine kiht kapillaarsuse abil uue veetagavaraga; kuivab aga maapind ühe kuni kahe sentimeetri paksuselt, siis väheneb auramine umbes poole võrra. Pea samuti mõjub surnud maapinnal ka kate sõnniku näol, sool — näiteks jällegi liivakihi näol. Huvitavad andmed selle kohta leiame Bremeni Sookatsejaama töödes, kus sademetest aurasid

kui oli soomuld kaetud liivaga . .	11,6	protsenti
„ „ soomullapind segatud liivaga	25,5	„
„ „ katmata soomuld	30,2	„

Põhjavee kõrge seisu juures on auramine kõige suurem, põhjavee langemisega väheneb ka auramine. Metsa kohal aurab rohkem vett kui katmata maapinnal, vähem aga jällegi kui hein- või põldtaimedega kaetud pinnal.

Vee auramine sünnib igasuguse temperatuuri juures. Kui +25° C juures auruks muutuvat veehulka arvata 100, siis saame teiste temperatuuride juures:

t^0 =	25	20	15	10	5	0	—5	—10	—15	—20° C
a =	100	74	54	39	28	20	13	9	6	4

Sellest järgneb, et auramine kõrgema temperatuuri juures on palju intensiivsem kui madalama juures.

Dreenitud maa-alalt aurab vähem vett ära kui dreenimatalt, sest et dreenimisel mulla veekinnipidamisvõime väheneb ja seega rohkem vett põhjaveena ära juhtida tuleb. Tähelepannes, et auramisel osa mulla soojusest kaotsi läheb, on arusaadav miks dreenitud maa soojemaks muutub.

Üheks pääteguriks auramise juures on kahtlemata taimkate. Prof. Wohltmann'i järele on savikal maal taimedele tarvis sademeid aastas:

talivili	600	mm.
oder	520	„
kaer	630	„
juurvili	600	„
heinamaa	670	„

Hulga määramiste abil on leitud, et taimel ühe kg kuivolluse produtseerimiseks vaja läheb:

kaeral	500—600	kg vett
rukkil	400—500	„ „
kartulil	200—300	„ „
heinamaal	464	„ „
karjamaal	468	„ „

Gerhardti * järele kaotavad taimed kasvu ajal keskmiselt igal päeval:

heinamaa	3,1—7,3	mm vett
nisu	2,7—2 8	„ „
rukis.	2,26	„ „
kartul	0,74—1,1	„ „
mets (tamm, kuusk)	0,5—1,1	„ „

Mullasse valguv vesi. Oli juba tähendatud, kuivõrt mullasse valguv veehulk oleneb auramisest ja maapinnalt äravoolavast veehulgast. Üldse oleneb ta sademetest, kuivenduse intensiivsusest, mullaliigist, kliimast, maareljeefist ja maakattest (surnud ehk taimkate). Suur osa maasse valguvast veest läheb taimede tarvituseks, osa peetakse mullas kinni ja osa, mis läbistunud mulla päälmise kihi kuni vett läbilaskmata kihini, moodustab põhjavee.

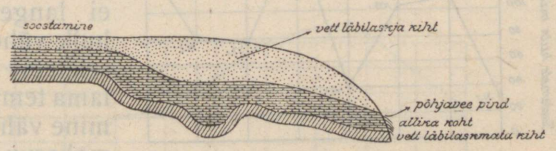
Ka taimekasvuajal on maasse valguv veehulk väga muutlik. Vahest energilisel taimekasvuajal ei pääse sugugi vett mullast taimede juurte piirkonnast läbi, kuna samal ajal võib aga näiteks kesal see veehulk küllalt suur olla. Maasse valguv vesi edendab ka õhuringkäiku mullas, tõrjub välja säält tarvitatud õhku, viib enesega kaasa värsket õhuhapnikku ja lämmastikku salpeetri, ammoniaagi ja orgaanilise lämmastiku näol. Mis mulla hügroskoopilisse ja kapilaarveesse puutub, siis olgu siinkohal mullateadust käsitlevate raamatute pääle tähelepanu juhitud. Mulla omadus võida eneses osa sademete vett kinni pidada nimetatakse mulla veemahuks. Liiva- ja kruusamullal on väike veemaht, savi- ning kõdunenud mullal aga suur. On aru-

saadav, mida suurem veemaht on mullal, seda rohkem peab ta sademete veest eneses kinni ja seda väiksem on õieti sügavamale valguv veehulk.

3. Põhjavesi.

Põhjaveel on oma veepind. Kui maakihil, millele põhjavesi seisma jäänud on teatav langus, siis voolab põhjavesi niisugusel kihil languse sihis, ning moodustab allika sääl, kus vett läbilaskmata kiht päevavalgele tuleb. Põhjavesi voolab vastavalt raskuse seadusele, tema voolu kiirus oleneb, pääle vett läbilaskmata kihi languse, veel hõõrumisest selles kihis, millest tal tuleb läbi tungida. Põhjaveevoolu omadused on sarnased maapinnal liikuvatele veevooludele.

Vett läbilaskmata kihid on väga mitmesuguse kujuga ja vastavad oma reljeefi poolest enam maapäälsete veekogude moodustistele; nii võime sääl leida põhjavee-kogusid, mis moodustavad järvi, jõgesid, koski jne. (vt. joon. 2).

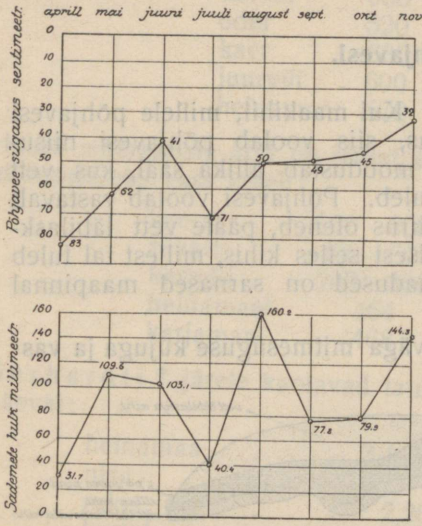


Joon. 2.

Põhjavesi on enamasti bakteritest ja igasugustest mikroorganismidest puhas. See tema hää omadus lubab meile põhjavett kõige kasulikumalt joogiveena majapidamises tarvitada. Tema kättesaamiseks on asutatud kaevud. Põhjavee sügavus maapinnalt arvatud võib olla väga mitmesugune, see oleneb muuseas sademete hulgast ja auramisest. Viimane mõjub põhjavett alandades. Suur mõju põhjavee sügavusele on kahtlemata sademetel. Huvitavad andmed on saadud põhjavee mõõtmistel Tooma Sookatsejaamas. Põhjavett mõõdeti dreenitud sool dreenide vahelaiuste keskel. Üldse on otsekohene sademete mõju põhjavee sügavusele tähele panna. Tõuseb sademete hulk, on ka põhjavee tõusu märgata; ainult kui temperatuur nullist madalam on ja seega sademed maasse ei pääse, vaid lumena maapinnale jäävad, siis langeb põhjavesi, kuni ta uuesti alles sulailma tagajärjel maasse valguvate veehulkade tõttu tõusma hakkab. Iseäranis on see tõus kevadel pääle maapinna sulamist suur.

Toome näiteks mõned iseloomulikumad sellekohased andmed, kus külm oma mõju ei saanud avaldada põhjavee sügavusele (vt. joon. 3).

Diagrammid näitavad, et põhjavesi järjekindlalt tõuseb sademete suurenemisega ja langeb kui sademed vähenevad. Kõrvalekaldumised sellest on ainult tähele panna ühenduses kõrgema temperatuuri juures suurendatud auramisega ja intensiivsema taimekasvuga, millal veetarvitus suurem. Nii näeme, et maikuul võrreldes aprillikuuga sademete tõusuga ka põhjavesi tõuseb. Juunikuul voolab sademeid rohkesti juure ning põhjavesi tõuseb edasi. Juulikuul langeb sademete hulk ja ühes sellega ka põhjavesi. Augustikuul võime sedasama tähele panna. Septembri- ja oktoobrikuul põhjavesi enam ei lange ehk küll sademete hulk vähemaks jäänud, see on seletatav siin sellega, et madalama temperatuuri juures auramine vähenenud, samuti ka taimekasvu energia on raugenud ja taimede poolt tarvitatav veehulk on palju vähem. Mainitud põhjustel läheb ka põhjaveel korda kõige kõrgemale tõusta novembrikuul, mil ka sademete hulk suurenenud.



Joon. 3.

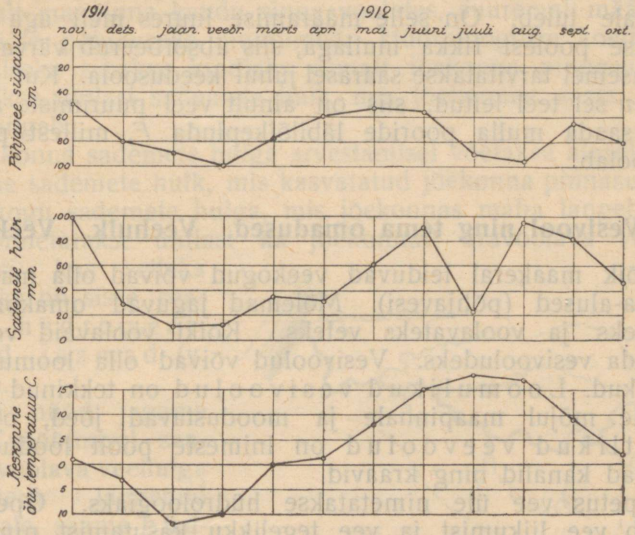
Normaalsema ilmastikuga oli 1912 aasta, mille kohta ka toon vahekorra sademete hulga ja põhjavee vahel Tooma Sookatsejaamas toimetatud vaatluste põhjal, üksikute kuude keskmised, arvesse võttes ka kuude keskmist temperatuuri (v. joon. 4).

Lopsakas metsakasv alandab põhjavee pinda, sest et mets on maa kuivendajaks. Segedasti võib sellepärast metsa laastamise tagajärjel soostumist tähele panna, mis seletatav on põhjaveepinna tõusuga. On meil aga tegemist voolava põhjaveega, siis ei tule igakord mitte see metsa kuivendav mõju nähtavale.

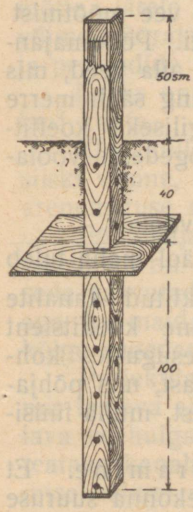
Põhjavee sügavuse määramiseks tuleb vaatlusi teha. Kõige otstarbekohasemaks on osutunud põhjavee mõõtmiste toimetamisel selleks eriti sisseseatud n. n. põhjaveekaevud. Põhjaveekaevude abil toimetatakse mõõtmisi selleks määratud mõõdulati ehk loodiga. Põhjaveekaevud võivad olla väga lihtsad; rahuldab meid selles ka lihtsalt maasse kaevatud auk ehk püsti üksteisele paigutatud põllutorud jne. Tooma Sookatsejaamas toimetatakse põhjavee sügavuse mõõtmisi puust valmistatud kaevude abil. (vt. joon. 5).

Põhjavee hulga Q määramiseks on vaja teada saada tema liikumise kiirus v — aja üksusel ja veel mullapinna suurus F, millest ta läbi voolab, sest et

$$Q = v\,F$$

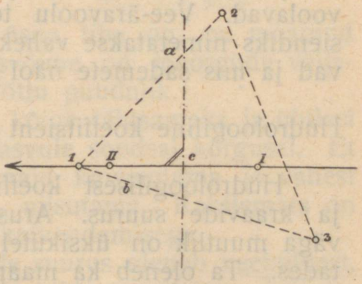


Joon. 4.



Joon. 5.

Neid suurusi võib mitmel teel leida. Muu seas talitab Smrecker järgmiselt. Põhjavee vaatluste abil tuleb esmalt määrata põhjavee languse siht ja suurus (v. joon. 6). Kohtadel, millede seisukohad valime kui võrdsete külgedega kolmnurga tipud (1, 2. 3.), teeme põhjavee sügavuse mõõtmisi. Kahel küljel, näiteks 1—2 ja 1—3, määrame kohad ühesuguse põhjavee sügavusega $a\,b$. On põhjavee sügavus punkt 1 juures suurem kui $a\,b$ juures, siis voolab põhjavesi $a\,b$-st 1 poole, perpendikulaarsihis. Nüüd on ka kerge punkt 1 ja punkti c



Joon. 6.

järele nende vahel langust J määrata. Selleks paigutatakse maasse punktide *1*—*c* sihis kaks raudtoru I ja II nii, et nad põhjavette ulatuks, ühtlasi määratakse torude I ja II vahe-kaugus. Nüüd valatakse toru I kohal põhjavette mingisugust värvainet ja pannakse tähele, millal sama aine toru II kohal põhjavees nähtavale tuleb. On selle määramise juures meil aga tegemist huumuse poolest rikka mullaga, siis absorbeerub värvaine ning tema asemel tarvitatakse säärasel juhul keedusoola. Kui põhjavee kiirus v sel teel leitud, siis on ainult veel puurimiste abil vaja teada saada mulla pooride läbilõikepinda F, millest põhjavesi läbi voolab.

4. Vesivool ning tema omadused. Veehulk. Veekiirus.

Kõik maakeral leiduvad veekogud võivad olla maapäälsed ja maa-alused (põhjavesi). Mõlemad jaguvad omakorda veel seisvateks ja voolavateks veteks. Kõiki voolavaid vesi võib nimetada vesivooludeks. Vesivoolud võivad olla loomulikud ja kunstlikud. Loomulikud vesivoolud on tekkinud loodusejõudude mõjul maapinnale ja moodustavad jõed, ojad jne. Kunstlikud veevoolud on inimeste poolt loodud ja siia kuuluvad kanalid ning kraavid.

Õpetus vee üle nimetatakse hüdroloogiaks. Õpetus, mis käsitleb vee liikumist ja vee tegelikku kasutamist nimetatakse hüdraulikaks. Viimane jagub hüdrostaatikaks, s. t. õpetus vedelikkude tasakaalust, ja hüdrodünaamikaks, s. t. õpetus vedelikkude liikumisest. Hüdromeetria on õpetus, mis käsitleb vee mõõtmist. Hüdrotehnika all aga mõistetakse veeehituse kunsti. Põllumajanduslik hüdrotehnika võtab otsekoheselt vaatluse alla veed, mis maapinnalt ja osalt ka põhjaveena jõgedesse ning säält merre voolavad. Vee-äravoolu teguriks ehk hüdroloogiliseks koeffitsiendiks nimetatakse vahekorda vete vahel, mis jõgedesse voolavad ja mis sademete näol maha tuleb.

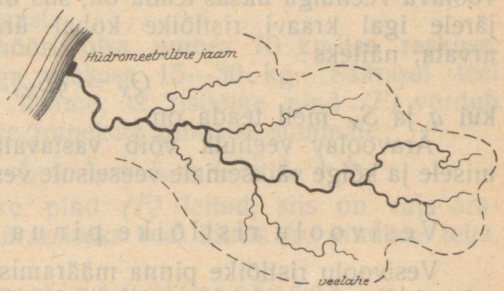
$$\text{Hüdroloogiline koeffitsient} = \frac{\text{vesi, mis jõgedesse voolab}}{\text{vesi, mis sademete näol maha tuleb}}$$

Hüdroloogilisest koeffitsiendist oleneb projektitud kanalite ja kraavide suurus. Arusaadav, et hüdroloogiline koeffitsient väga muutlik on üksikutel aastaaegadel ja mitmesugustes kohtades. Ta oleneb ka maapinna reljeefist, veehulgast, mis põhjaveena juure voolab, sademete hulgast ja sagedusest, mulla füüsilistest omadustest, auramise suurusest jne.

Hüdroloogilise koeffitsiendi määramine. Et hüdroloogilist koeffitsienti leida, peame esiteks jõekonna suuruse kindlaks tegema. Ühe jõekonna vesivoolud moodustavad oma-

vahel enamasti eneses piiratud süsteemi. Ühe jõekonna veega toitmine sünnib maapinnalt ja põhjaveena juurevoolava veega. Iga jõekond on piiratud veelahemetega. Veelahe asub alati maastiku kõige kõrgemal kohal. Jõekonna piire võib kergesti loodimise abil määrata. Jõekonda sademetena kukkunud vesi toidab jõge osalt maapinna kaudu sinna voolates, suuremal määral aga alles pääle põhjaveeks muutumist. Hüdroloogilise koeffitsiendi määramiseks tehakse kindlaks esmalt jõekonna pinnasuurus ja määratakse ühtlasi sademete hulk, mis jõekonnas aasta jooksul maha langeb.

Jõekonna sademete hulga arvestamisel võetakse aluseks aasta keskmine sademete hulk, mis kasvatatud jõekonna pinnasuurusele annab kogu sademete hulga, mis jõekonnas maha langeb. Jõesuus toimetatakse ühtlasi ka jõekonnalt äravoolava veehulga mõõtmisi, kus selleks otstarbeks on sisse seatud n. n. hüdromeetrilised jaamad (v. joon. 7).



Joon. 7.

Kui nüüd jagame jõesuus mõõtmisel saadud äravoolava veehulga sademetena langenud veehulgale, saame hüdroloogilise koeffitsiendi. Sama põhimõtte järele talitades võime määrata hüdroloogilise koeffitsiendi ka üksikute aastaaegade ja perioodide kohta.

Eestis on A. Vellneri* järele jõestiku tihedus 0,3 km ühe km² kohta.

Ehk küll jõestiku võrk Eestis üsna tihe on, on maapind siiski vesine, sest et võrgu dreenimisvõime on jõeorgude väljaarenematuse ning vähese kallakuse tõttu puudulik.

Põllumajandusliku hüdrotehnika kõige tähtsamaks ja ühtlasi pääsihiks on hoida põhjavett taimekasvule soodsal kõrgusel. Et seda saavutada, peame liigniiskeid maid kuivendama ja vahest aga ka maid, kus niiskuse puudus, niisutama. Kahtlemata on kõige sagedamini meil tegemist maakuivendamisega.

Projektitavate kanalite ja kraavide suurus oleneb veehulgast, mis teatava aja jooksul nende abil ärajuhtida soovitakse. Äravoolava veehulga määramiseks on vaja kindlaks teha kui palju vett teatava kanali või kraavi kaudu kõrvaldame. Selle leiame järgmise valemi abil:

$$Q = Fv$$

Äravoolavaks veehulgaks *(Q)* nimetatakse seda veehulka, mis ühe sekundi jooksul jõe, kanali, kraavi jne. elavast ristlõikest läbistub, millejuures v = keskmine veekiirus ja F = voolu ristlõike pind.

Äravoolav veehulk oleneb üldiselt selle maa-ala suurusest, millelt vesi on kokku voolanud. Kohtadel, kus jõesse harud suubuvad, muutub ka Q suuremaks, samuti muutub suuremaks ka pääkraavis ärajuhitav veehulk harukraavide suubumiskohtadel. Iga jõe ehk kraavi ristlõike juures on Q erisuurusega, sellepärast peab, et igal säärasel kohal äravoolavat veehulka määrata, varem äravoolava veehulga üksuse *(q)* kindlaks tegema:

$$q = \frac{Q}{S},$$

S = maapinna suurus, kust ärajuhitav vesi kogunenud. Kui äravoolava veehulga üksus teada on, siis on meil kerge pinnasuuruse järele igal kraavi ristlõike kohal äravoolavat veehulka välja arvata, näiteks:

$$Q_X = qS_X,$$

kui q ja S_X meil teada on.

Äravoolav veehulk võib vastavalt kõige suuremale, keskmisele ja kõige väiksemale veeseisule vesivooludes ka muutlik olla.

Vesivoolu ristlõike pinna *(F)* määramine.

Vesivoolu ristlõike pinna määramisel on meil sagedasti tegemist kahesuguse juhuga: 1) vesivoolu sängi kuju on korraliku ehitusega (kanalid, kraavid); 2) vesivoolu säng on kujunenud loomulikul teel, looduseliste jõudude mõjul. Esimesel juhul on ristlõike pinna määramine kerge: (v. joon. 8)



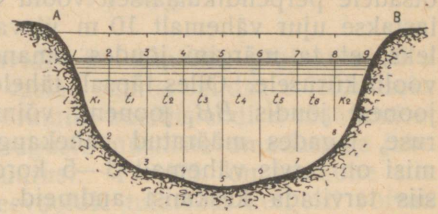
Joon. 8.

$$F = \left(\frac{a+b}{2}\right) . h$$

Kõige sagedamini on meil esimesel juhul tegemist trapetsi kujulise pinnaga, mille suurus võrduks siis, veepinna laius *(b)*, juurearvatud voolusängi põhjalaius *(a)*, saadud summa jagatud kahele ning kasvatatud vee sügavusele *(h)*. Korraliku ehitusega voolusängi ristlõike pinna määramiseks on küllalt ainult ühes kohas tarvilikke mõõtmisi toimetada.

Ei ole vesivoolu säng korraliku kujuga, vaid loomulikul teel voolu läbi tekkinud, siis oleme sunnitud juba, et õigeid tulemusi saada, 3—5 kohas mõõtmisi toimetama ristlõike pinna määramiseks ja nendest mõõtmistest võtame juba aritmeetilise keskmise. Tavaliselt valitakse mõõtmiste toimetamiseks jõeosad, kus

põhi enam ühtlane ja tasane on. Mõõtmiste läbiviimine sünnib umbes järgmiselt: valitud kohale tõmmatakse üle jõe perpendikulaarselt tema voolule traat ehk köis, kinnitades selle otsad kaldale löödud vaiade külge *A* ja *B* (v. joon. 9). Vähemate kraavide ja kanalite juures mõõdetakse nüüd *AB* vahel iga meetri tagant vee sügavus, suuremate kanalite ja jõgede juures saame juba küllalt rahuldavad resultaadid, kui mõõtmisi toimetame iga 2—4 meetri tagant. Mõõtmiste tegemiseks võib tarvitada mõõdulatti; on aga jõgi liiga sügav, siis toimetatakse mõõtmisi nööri abil, kinnitades nööri otsa umbes 10 kg-lise raskuse, kiire veevoolu juures aga raskuse 15—30 kg. Säärasel teel tehtud mõõtmiste põhjal leiame, et ristlõike pind *(F)* võrdub kahe kolmnurga ja hulgale trapetsite pindade summale:



Joon. 9.

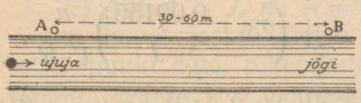
$$F = k_1 + t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + k_2$$

On vesivoolu ristlõike pind *(F)* leitud, siis on vaja äravoolava veehulga *(Q)* määramiseks veel kiirus *(v)* kindlaks teha.

Veekiiruse määramine vesivooludes.

Voolusängi laiuse järele on kiirus õige mitmesugune, kõige suurem on ta keskel, väiksem aga kallaste lähedal. Vertikaalsihis leiame jälle mitmesuguseid kiirusi, alates veepinnaga ja lõpetades voolusängi põhjaga. Suurim kiirus on harilikult allpool vee pinda. Voolu keskmise kiiruse leidmiseks on tarvis mitmes kohas voolusängi ristlõike pinnal veekiirusi mõõta ja saadud andmetest võtta siis aritmeetiline keskmine. Voolu kiiruse mõõtmiseks on tarvitusel mitmesuguseid aparaate, nagu „Franki toru" j. m. Sääraste aparaatide abil mõõdetakse kiirust mitmel sügavusel, samuti mitmesugusel kaugusel kaldast.

Sagedasti, kui täpsus nii tähtis pole ja tegemist on väiksemate vesivooludega, on küllalt kui kiiruse määrame ainult veepinnal. Veepinnal leitud kiirust on siis tarvis kasvatada 0,8 pääle, et saada umbes tõelikku veevoolu kiirust.



Joon. 10.

Kiiruse mõõtmiseks veepinnal tarvitatakse ujurit (v. joon. 10) milleks on kõlblik iga asi, mis mitte põhja ei vaju ja mis küllalt ühtlaselt veevooluga edasi liigub. Ujuriga veekiiruse mõõtmisi

toimetatakse umbes järgmiselt. Esmalt valitakse välja jõe osa, kus mõõtmisi soovitakse toimetada, ta peab olema võimalikult korraliku sängikujuga ja ühtlase kiirusega. Siis mõõdetakse täpsalt 30—60 meetrit valitud osast, paigutatakse mõlematele otsadele perpendikulaarselt voolu sihile vaiad A, A_1, B, B_1 ja lastakse ujur vähemalt 10 m ülevalt poolt tikke AA_1 vette, selleks, et ta märgini jõudes omandaks kiiruse, mis vastab veevoolu kiirusele. Olles täpsalt tähele pannud aega, millal ujur AA_1 joonest jõudis BB_1 jooneni, võime leida päälmise veekihi kiiruse, jagades määratud vahekauguse sekundite arvule. Mõõtmisi on tarvis vähemalt 3—5 korda ja mitmes kohas korrata ja siis tarvitada keskmisi andmeid. On nüüd ühel ehk teisel teel veevoolu kiirus leitud ja ristlõike pinna suurus määratud, siis võime juba välja arvata äravoolava veehulga.

Ei ole aga alati veevoolu kiirust võimalik mainitud teel leida, sagedasti tuleb seda matemaatiliselt arvutada, teades, et ta oleneb voolusängi langusest *(J)*, veeosakeste hõõrumisest voolusängi vastu *(n)* ning hüdraulse raadiuse *(R)* suurusest. Teades varem ülalnimetatud tegurite suurusi on võimalik keskmist kiirust leida kõige paremini de Chêzy-Eytewein'i valemi järele:

$$v = c\sqrt{RJ}$$

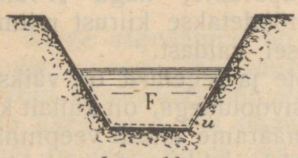
kus: c = kiiruse-koeffitsient (oleneb hõõrumisest n)

$R = \frac{F}{u}$, kus u = märg perimeeter (v. joon. 11, kus tähendatud punktiiriga)

$J = \frac{h}{l}$, kus J = langus (relatiivne)
h = kahe punkti kõrguste vahe (absol. langus)
l = kahe punkti horisontaalkaugus

Valemitest saame: $Q = Fv$; $F = \frac{Q}{v}$; $J = \frac{v^2}{c^2 R}$;

Kiiruse-koeffitsiendi c määramiseks on Ganguillet ja Kutter'i valem väga kohane:



Joon. 11.

$$c^{1}) = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{J}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}$$

1) Siin toodud c suurus on ainult meetrimõõtude jaoks maksev. Kui arvutamisi toimetada süldades, siis on

$$c = \frac{15{,}75 + \frac{0{,}00160}{J} + \frac{0{,}685}{n}}{1{,}461 + \left(15{,}75 + \frac{0{,}00160}{J}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}$$

ning lõplikult:

$$v = \left[\frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{J}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}} \right] \cdot \sqrt{RJ}$$

Enamasti on uute kraavide ja kanalite projektimisel J teada ja R jaoks tuleb esialgu vastav suurus valida; c leidmiseks võetakse vastav n väärtus. Hõõrumise-koeffitsiendi n määramisel on soovitav arvesse võtta samasuguste füüsiliste omadustega juba olemasolevate vesivoolude n suurusi. Tarvilik on ka kohe ette näha, missugused takistused veevoolule tulevikus kergesti võivad kanalis või kraavis tekkida, näiteks veetaimede, pudenevate mullatükkide jne. näol ja selle järele suurem n valida.

Kutter toob mõõtmiste alusel hõõrumise-koeffitsiendi n jaoks järgmisi suurusi:

1) Väga siledad kanalid hööveldatud laudadest — 0,0085 kuni 0,0110.

2) Kanalid laudadest — 0,0110—0,0130.

3) Kanalid kividest — 0,0120—0,0220.

4) Vesivoolud mulla sees (harilikud kanalid, jõed, ojad) — 0,0200—0,0400.

R, J, c ja n suurustest võib alati üht leida, kui teised kolm on antud. Et arvutamistööd lihtsustada on valmistatud Ganguillet ja Kutteri valemi graafiline kujutis, mille abil puht mehaanilisel teel nimetatud tegurite väärtused leitakse (v. graafik).

Graafikul on abstsisside teljel tähendatud $\sqrt{R}$ suurused ja ordinaatide teljel — c suurused; n jooned näitavad koeffitsiendi c varieeruvust märja perimeetri hõõrumise varieeruvusega. J jooned näitavad koeffitsiendi c varieeruvust J muutumisega.

Graafiku tarvitamise kohta toon järgmisi näiteid:

1) Antud R, J, n; leida c.

R abstsisside teljel joonte n J lõikepunktiga sirgjooneliselt ühendada. Saadud sirgjoon lõikub ordinaatide teljel, andes sääl c väärtuse.

2) Antud c, J, n; $R = ?$

n joone ja J kõvera lõikepunkti ühendades ordinaatide teljel punkt c-ga, pikendades saadud sirgjoont kuni abstsisside teljeni, saame $\sqrt{R}$ väärtuse.

3) Antud c, R, n; $J = ?$

Punkt R abstsisside teljel ja punkt c ordinaatide teljel ühendades ja saadud joont pikendades antud n jooneni, leiame J väärtuse.

4) Antud J, R, c; $n = ?$

Punkt R abstsisside teljel ühendades punktiga c ordinaatide teljel saame sirgjoone, mis pikendatud J jooneni näitab siin n suurust.

On arusaadav, et hõõrumise-koeffitsiendi n vähenemisega kiiruse-koeffitsient c suureneb. Et tähele panna mis sihis c muutub suuruste R ja J muutumisega, toon järgmise tabeli, kus kraavi nõlvus on võetud 1 : 1,5 ja $n = 0{,}025$:

R	$J = 0{,}01\%$	0,02%	0,04%	0,1%	1%
0,2	$c = 24$	25	26	27	27
0,3	29	30	30	31	31
0,5	33	34	34	35	35
1,0	40	40	40	40	40
2,0	47	46	45	45	45
3,0	51	49	48	48	47
5,0	54	53	52	51	50

Nii näeme, et kiiruse-koeffitsient c suureneb, kui 1) R suureneb, 2) kui n väheneb, 3) J vähenemisel $R > 1{,}00$ m ja 4) J suurenemisel $R < 1{,}00$ m.

Et hõlpsam ja kiirem oleks kanalite ja kraavide projektimisel veekiirusi ja veehulki määrata, kui kraavi põhja laius ja langus antud on, ehk jällegi ümberpöördult, veehulga ja languse järele kraavi põhja laiust määrata jne. on Kutteri poolt selleks tabelid kokku seatud, kus kraavi nõlvus on võetud 1 : 1,5; hõõrumise-koeffitsient 0,025, 0,030 ja 0,035. Kutteri tabelites muutuvad kraavi põhjalaiused 0,1 m kuni 26 m-ni, veesügavuste juures kuni 2 m-ni ja veehulkadega 0,001 m^3 kuni 185.000 m^3 sekundis.

Juhul aga, kui vastavad suurused tabelis puuduvad, võime siiski neid eduga tarvitada, kui proportsionaalsuse alusel ümberarvutusi ette võtta, (näiteks kui $h = 0{,}027$ jne.). Kui veesügavus on kanalis enam kui 2 m, siis tabelit enam tarvitada ei saa ja tulevad juba kõik resultaadid otsekoheselt arvutamisel leida. Kutteri tabelid on pääasjalikult maaparandusetööde jaoks määratud ja selletõttu leiame ka tabelites andmed, mis kaevatavate kraavide ja kanalite kohta käivad. Hõõrumise-koeffitsient (n) on tabelis võetud kolmesugune:

1) $n = 0{,}025$ — päris puhtate ning hästi korrashoitud kanalite ja kraavide jaoks; kivid ja veetaimed puuduvad täiesti.

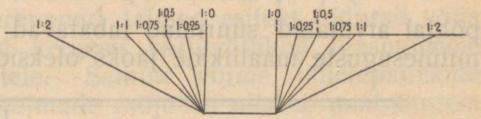
2) $n = 0{,}030$ — juba natuke vähem korrashoitud kraavide jaoks, siin ja sääl kohati ettetulevate kividega ja veetaimedega.

3) $n = 0{,}035$ — halvasti korrashoitud kraavide jaoks; kraavi põhjal tihti leiduvate kivide ja veetaimedega.

Tähendasin juba, et kõik andmed Kutteri tabelites on arvutatud kanalite ja kraavide jaoks, millede nõlvus on 1 : 1,5. Nõlvus võib aga mitmesugune olla, näiteks: 1 : 0; 1 : 0,25; 1 : 0,5; 1 : 0,75; 1 : 1; 1 : 1,5; 1 : 2; 1 : 2,5; 1 : 3. (v. joon. 12)

On kraavi nõlvus teistsugune kui 1 : 1,5, siis on meil võimalik sellekohase protsentide tabeli abil Kutteri tabelite andmetest väljaminnes ning viimaseid teatava protsendi võrra muutes keskmisi kiirusi ning äravoolavat veehulka leida. Kui tabelites toodud äravoolava veehulga arvud 1000-le kasvatada, siis leiame vee liitrite arvu.

Tegelikkude tööde juures tuleb meil kõige sagedamini tarvitada kraavi nõlvust $h : l = 1 : 1$, samuti on ka otstarbekohane hõõrumise-koeffitsiendiks valida $n = 0{,}030$, mis kõige enam meie tegelikule elule vastav on. Küll paistab kanali või kraavi projektimisel õigem olevat aluseks võtta n = 0,025, kuid arvesse võttes, et kanalid, kraavid varsti kaotavad oma esialgse külgede sileduse osalise sissevarisemise, rohu kasvamise jne. tõttu, siis on otstarbekohasem võtta $n = 0{,}030$.



Joon. 12.

Vahekord veevoolu keskmise kiiruse ja veevoolu pinna suurema kiiruse vahel.

Vesivoolu ristlõike keskmise veekiiruse leidmine nõuab meilt palju aega, samuti on tarvis sellejuures vastavaid abinõusid. Üsna lihtsam on aga veevoolu kiiruse leidmine vesivoolu pinnal. Teades viimase suurust on katsutud kindlat vahekorda leida nende kahe suuruse vahel. On kraavi või kanali põhjalaius vähemalt kakskümmend korda suurem kui vee sügavus, siis on kõige suurem kiirus peaaegu vee pinnal. Mida sügavamate ja kitsamate kraavidega või kanalitega meil tegemist on, seda enam sügavamal osutub veevoolu suurem kiirus kraavi ehk kanali veepinnalt. Ka esimesel juhul ei ole meie täiesti õigustatud veevoolu kõige suuremat kiirust üsna veepinnal konstateerima, sest et sääl teatud hõõrumine veepinna ja õhu vahel sünnib.

Keskmise kiiruse leidmiseks vesivoolu veepinna kõige suurema kiiruse abil toon siin mõned andmed. Krüger* arvab, et:

$$v = 0{,}68 . v_{max} \text{ kuni } 0{,}82 . v_{max} = \text{keskm. } 0{,}75 . v_{max}$$

kus: v = keskmine kiirus; v_{max} suurim kiirus vee pinnal.

Bazin* järele on:

$$v = v_{max} - 14\sqrt{RJ}$$

Bazin poolt on väljatöötatud tabel, kus igasuguste R (hüdraulse raadiuse) ja n (hõõrumise-koeffitsiendi) jaoks võib vastavalt veevoolu suurima kiiruse järele tema keskmist kiirust leida.

Suurimad lubatavad vesivoolu kiirused kanalite ja kraavide põhja ja külgede kohal.

Meil on teada, et iga kiire veejooks kannab enesega kaasa hulga uhtosi ja muudab ajajooksul seega tunduvalt voolusängi kuju. Uhtosade hulk oleneb suuresti maaliigist, kuid pääasjalikult aga voolu kiirusest, mis omakorda tingitud voolusängi langusest, milles vesi liigub.

Dubuat ja Morin valemi

$v = v_p + 6\sqrt{RJ}$, kus v_p = veevoolu kiirus kraavi põhjal.

põhjal arvutatud suurimad lubatavad kiirused meetrites sekundis mitmesuguste maaliikide jaoks oleksid järgmised:

Kraavi põhja ja külgede maaliik	Kiirus kraavi põhjal m/sek	Keskmine kiirus m/sek
Pehme muld	0,076	0,100
Pehme savi	0,152	0,200
Liiv	0,305	0,400
Kruus	0,609	0,800
Tulekivi	0,914	1,200
Lõhutud kivid	1,220	1,700
Pehme kiltkivi	1,520	2,000
Kalju kihtidena	1,830	2,500
Kõva kalju	3,050	4,000

Tutvudes lähemalt veega ning vesivooludega ja saades teatud hulk andmeid võime juba asuda maakuivendusetööde läbivaatamisele.

26-42.

C. Maakuivendamine.

1. Maakuivendamise otstarve ja mõju.

Mulla liigniiskus on relatiivne mõiste; ta oleneb mullaliigist, kasvatatavatest taimedest, aastaajast jne. Sääl, kus vahest põllutaimedele liig niiske on, võib heintaimedele paras kasvukoht olla. Ka oleneb mullaniiskuse optimaalne protsent sellest, kas meil on tegemist savi-, liiva- või turbamaaga.

Niiskuseolude reguleerimisega luua taimekasvule soodsamaid kasvutingimusi on maakuivenduse ülesanne. Veeolude reguleerimise tähtsaim ülesanne on põhjavett taimekasvule tarvilisel

kõrgusel hoida ja selle eest hoolitseda, et põhjavesi alaliselt liiguks, sest siis suudab ta taimi varustada ka värske õhuga. Mitte vähem tähtis ei ole maakuivendamise juures pinnavee eest hoolt kanda. Kõige sagedamini raskendab soode kuivendamistööd just puudulik pinnavee ärajuhtimise võimalus.

Liigniiskuse varjukülged. Liigniiskus on kahjulik taimede arenemisele, esiteks et sääl tekkiva intensiivse auramise tõttu maa omast soojusest peab palju kaotama, teiseks ei saa soe õhk, mis taimede arenemisel väga tähtis, mullapooridesse tungida. Samuti on liigniiskuse tõttu taimejuurte tungimine mulda õhu puudusel takistatud ja nende arenemine sääl on kiduram, mis omakorda tingitud vähesest tarvitada olevast mullaruumist ühes sääl leiduvate taimetoiteainetega. Harilik nähe on meil, et niiskel maal arenenud taimed esiteks kidurad välja näevad ja teiseks on nad kergesti vastuvõtlikud igasugustele taimehaigustele ja kahjuritele. Samuti võime tähelepanekute põhjal konstateerida, et öökülmade mõju on niiskeil mail suurem kui kuivadel. Üldse peab veel tähendama, et kuivendamata maadel füüsilised ning keemilised olud on üsna ebasoodsad taimede arenemisele. Liigniisked, raskemad savimaad on näiteks sagedasti peaaegu päris ilma poorideta, mille tõttu nad päält kivikõvaks kuivavad ja seega harimist raskendavad.

Mulla liigniiskuse tõttu peab ka kevadine harimine viibima, samuti ka külv, sest niiskete maade juures peame palju kauem ootama mil mulla temperatuur nii kõrgele tõuseb, et seemne arenemist võimaldab, sest niiskel maal on palju suurem soojusemahutavus kui kuival maal. Liigniiskus takistab ka kõdunemisprotsesside normaalset käiku, sellega otsekoheselt mullas taimetoiteainete tekkimist raskendades, pääasjalikult laudasõnniku lagumist jne. Ka võib õhupuudus mullas mõnede taimedele kahjulikkude olluste, nagu rauaoksüduuli, väävelvesiniku jne. tekkimise põhjuseks olla. Pääle selle on liigniisked maad veel väga kahjulikud tervishoiulises mõttes loomadele kui ka inimestele, luues soodsaid arenemistingimusi igasugustele mikroorganismidele.

Liigniiskuse tundemärgiks võib lugeda üldist halba kultuurtaimede kasvu, ka vaatamata korralikule maaharimisele ja väetamisele. Ka niiskeil mail kasvavate taimede värv on teistsugune kui seda normaaloludes kasvanud taimede juures tähele panna võib, nimelt omane on sääl kollakas-roheline värv. Ka varajast udutekkimist on võimalik enam niiskemail mail tähele panna. Niisked põllud näevad kevadeti tumedamad välja kui nende naabruses olevad kuivad kohad, ka lume püsimist on säärastel kohtadel kevadeti võimalik kauem märgata, mille tõttu muidugi kogu kevadine maaharimine ja külv viibib, seega ühtlasi ka lõikust hiljemaks jättes. Ka mõnede taimede esinemine,

iseäranis suurte lõikheinte, võib liigniiskuse tundemärgiks olla, samuti kui on nad ka soostumise tundemärgiks.

Liigniiskus tekib mullas, kui selleks põhjust annavad põhja- või pinnavee kogud maapinnal. Samuti võivad liigniiskuse põhjuseks olla suuremate veekogude kõrge veepinna seis. Mingisuguse maa-ala liigvesisus võib oleneda veest, mis samal kohal tekkinud (sademete kui ka põhjavesi), samuti ka naabrusest juurevoolavatest vetest. Mulla liigniiskus oleneb: 1) kui maapind on halb vee läbilaskja, 2) kui ta on väikese langusega, 3) kui põhjavesi maapinnale liig lähedal asub aluspõhja mitteläbilaskvuse tõttu, 4) allikatest, mis maapinna lähedal või maapinnal päevavalgele tulevad ja 5) puudulikest vee-äravooluoludest.

M a a k u i v e n d a m i s e siht seisab nüüd õieti kõikide nende mainitud liigniiskuse varjukülgede kõrvaldamises. Olgu siinkohal veel juure lisatud, et kuivenduse mõju, nagu seda Penningk'i tööd tõendavad, palju sügavamale maasse ulatub kui on seda kraavide sügavus.

Kuivendamine kobestab rasket maad, temasse väikeseid pragusid tekitades, pikendab tunduvalt taimekasvuaega, sest maa läheb kevadel varem soojaks, võimaldab aga ka sügisel hiljemini põllul töötada. Üldse paranevad kuivendamise tagajärjel kõik maa füüsilised kui ka keemilised omadused. On päris selge, et enne kui tarvitusele võtame kõik muud põhjalikumad põllupidamise viisid, peame asuma niiskuseolude reguleerimisele, seega taimede kultiveerimise tasuvust tunduvalt tõstes.

2. V e e - ä r a v o o l u o l u d.

Enne kui alustada kuivendusetöid, peame tutvuma liigniiskuse põhjustega ning selle tekkimisega, samuti aga ka üldiselt kuivendamisvõimalustega. Kuivendusetööde eeltingimuseks on v e e - ä r a v o o l. Vee-äravool võib olla l o o d u s l i k ja k u n s t l i k. Loodusliku vee-äravoolu all mõistame vee liikumist vesivooludes, mis on esile kutsutud vee liikumise seaduse põhjal, ilma et selleks tarvitataks mingisugust kõrvaljõudu. Tehakse juttu kunstlikust vee-äravoolust, siis mõistame selle all harilikult veetõstmist äravoolu võimaldamiseks.

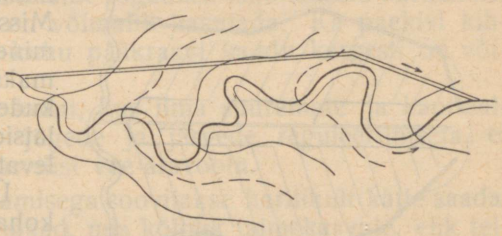
Vee-äravoolu reguleerimisel on veel tarvis arvesse võtta, et põhjavesi oleks taimekasvuajal soodsal sügavusel. Kõige soodsamaks põhjavee sügavuseks üksikutel kultuuraladel on osutunud:

heinamaal	0,50 m	—	0,75 m
põllul	0,75 m	—	1,25 m
aiamaal	1,00 m	—	1,30 m.

Püsib põhjaveepind ajutiselt põllul 0,5 m, heinamaal 0,2 m ja aiamaal 0,7 m ümber, siis ei ole see lühikese aja jooksul

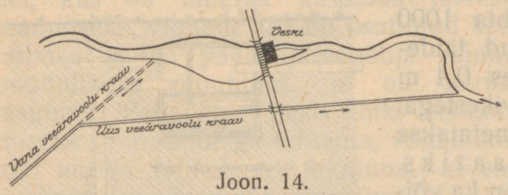
taimekasvule veel mitte kahjulik. Kattub aga kasvupind taimekasvu-ajal pinnaveega, siis ei ole see mitte ainult kahjulik põllul ega aiamaal vaid ka heinamaal. Sellepärast on vee-äravooluolude reguleerimisel ka tingimata tarvilik viimast asjaolu silmas pidada.

Looduslik vee-äravool. Maa-alal, kus kuivendamistöödega soovitakse algust teha, on esimene asi loodusliku vee-äravoolu korraldamine, kui seda maapinna reljeef üldse lubab. Looduslikule vee-äravoolule antakse siis juba kindel kuju kraavi ehk kanali näol, mis projektitakse harilikult maapinna kõige madalamasse kohta, et temasse oleks võimalik kõiki kuivendamise harukraave juhtida. Sagedasti annab maapinna reljeef juba meile selge pildi vee-äravoolu võimaluste kohta, ilma et oleks tarvilik täpsaid loodimistöid ette võtta, kui ainult lähemat tähelepanu juhime veeliikumisele olemasolevates kraavides ja jõgedes, samuti veeliiklemisele suurvee ajal maapinna madalamatel kohtadel. Kuid enamasti jõuame siiski selgusele alles ainult pääle loodimistööde läbiviimist.



Joon. 13.

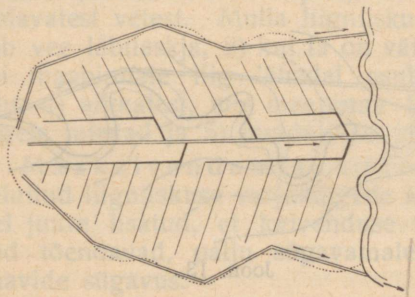
Sagedasti on kraavitatud maa-alal puudulik vee-äravool tingitud kraavide korratumast olekust, nad on ummistunud, kokkulangenud ja sagedasti kinnikasvanud; loomulik, et säärase kraavide seisukorra juures korralikust vee-äravoolust juttugi ei või olla. Niisugusel korral peame, et soovitavat veeäravoolu kätte saada, asuma kraavide puhastamisele.



Joon. 14.

Tihti leiame, et olemasolevad kraavid on liig väikese ristlõikega ehk jällegi suurte kõverustega, mis tunduvalt languse kaotusele mõjub. Esimesel juhul tuleb siis tarvilikku vee-äravoolu soetada kraavi ristlõike pinna suurendamisega, teisel juhul aga asume vesivoolu õgvendamisele. Kõige sagedamini tuleb vesivoolu õgvendamist ette võtta sääl, kus pääkraavina töötas mingisugune ojakene ehk muul looduslikul teel tekkinud vee-äravoolu koht (v. joon. 13).

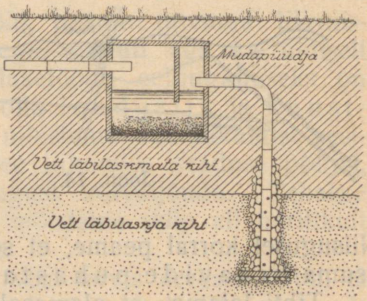
Puuduliku vee-äravoolu põhjuseks võib olla ka paisehitis vee-äravoolu teel. Sääraste paisehitistena esinevad meil kõige sagedamini vesiveskite tammid jõgedel ja ojadel. Siin on tarvilise äravoolu saavutamiseks võimalik kolm juhtu. Esiteks paisehitise kõrvaldamine, teiseks paisutatud vee alandamine ja kolmandaks ringkraavi abil paisehitisest mööda minnes vee kuivendussüsteemist allapoole paisehitist juhtimine (v. joon. 14). Missuguse võimaluse tarvitamine igal juhul kõige kohasemaks osutub, oleneb kohalikkudest oludest, tasuvuse kalkulatsioonist ja seda asja käsitlevatest maksvatest seadustest.



Joon. 15.

Üsna tihti on õige otstarbekohane ja kasulik tarvitusele võtta n. n. piirdekraavi, mille ülesandeks oleks naabruses olevalt maa-alalt juurevoolavat pinna- kui ka põhjavett ära lõigata, sellega tunduvalt pääkraavi suurusi vähendades, sagedasti aga ka veeolusid piirdekraaviga ümbritsetud maa-alal parandades, ilma et sääl põhjalikku kuivendamist ette võtta (v. joon. 15).

On juhuseid, kus meil võimalik on vett ära juhtida sügavamatesse maa-alustesse kihtidesse, läbipuurides vett läbilaskmatud kihid. Seesuguseid puurauke tehakse ühe hektaari kohta 1000 kuni 6000 tükki. Augud täidetakse maapinnalt umbes 0,4 m sügavuseni väikeste kivikestega. Seesugust drenaaži nimetatakse siis hollandi drenaažiks. Sama põhimõtte alusel on ka võimalik teisiti talitada: juhitakse kuivenduskraavide abil kogutud vesi maa-ala madalamasse kohta ja alles sääl luuakse talle võimalus sügavamatesse kihtidesse valguda, selleks otstarbeks eriliselt ehitatud kaevude abil. Säärased kaevud valmistatakse väga mitmet viisi. Näiteks joonisel nr. 16 on kaev mudapüüdjaga, milleks on harilikult lihtne puust kast. Mudapüüdjast tühjendatakse aegajalt sinna kogunud muda ja liiv, teda ülevalt lahti võttes. Säärase vee ärajuhtimise viisi juures on aga varem tarvis



Joon. 16.

tähele panna, kas ei kannata koht, kuhu on kavatsetud kaevu vee ärajuhtimiseks ehitada, veerõhumise all kõrgematest kohtadest. Loomulik, et seesugusel juhul, avades vett läbilaskmatu kihi, vesi alt ülesse poole hakkab tungima. Pääle selle on tarvis veel arvesse võtta, kas on allpool läbilaskmatut kihti ka küllalt äravoolu ja kas ei tungi sääl liiga palju mulla uhtosakesi puurauku ehk kaevu, neid ummistades.

Iseäranis Põhja-Eestis leiame sagedasti maa-aluseid kuristikke, mida vee ärajuhtimiseks on võimalik kasutada. Ka paekivi kihtide vahel leidub avausi, kuhu pääkraavi kaudu kergesti on võimalik vett juhtida.

Palju on meil Eestis kohti, kus ilma suuremate ja kapitaalsemate eeltöödeta, nagu jõgede ja järvede reguleerimiseta, ei ole võimalik saavutada tarvilist vee-äravoolu.

Järve veepinna alandamisega soovitakse harilikult kätte saada, kas esiteks teatud hulka maad, mis kõlblik taimekasvule, ehk teiseks järve ümbritsevalt maa-alalt vee-äravoolu. Viimane asjaolu on meil Eestis iseäranis suure tähtsusega, kui näiteks arvesse võtame lõpmata suured maa-alad Peipsi järve ümbruses, mida nimetatud järve veepinna alandamisega oleks võimalik suurepäralisteks kultuurpindadeks muuta. Järvede ja jõgede reguleerimistööde läbiviimine on harilikult seotud suurte kuludega ja tihti ka ülesaamata raskustega. Enne aga kui asuda seesuguste kuivedusetööde juure, peame hoolikalt läbi kaaluma, kuivõrt tasuv meie ettevõte on; kas katab oodetud tulu töökulu kui ka sagedasti igasugused nõudmised naabrite poolt jne. Säärastel juhtudel, kus on tahetud kasutada järvesängi kultuurpinna sisseseadmiseks, viimane aga on osutunud kõlbmatuks soovitavaks otstarbeks ja ka pääle järvepõhja vajumist on vee-äravooluolud puudulikuks muutunud, ei ole harilikult tehtud kulud end tasunud. Sellepärast peab kõiki eeltöid järve veepinna alandamiseks suure hoolega tehtama, võimalikult mullaproovide võtmise abil uurida taimekasvu tingimusi; arvesse võtta järvesängi põhja vajumist, vee-äravoolu võimalusi jne.

Kunstlik vee-äravool.

Loodusliku vee-äravoolu puudumisel tuleb äravoolu võimaldada veetõstmisega. Selleks kogutakse kuivendussüsteemi abil vesi suuremasse kogusse ja juhitakse ta juba säält mitmesuguste tõsteabinõude abil veeäravoolu-kraavi. Veetõstmise kõrgus on vahe kahe veepinna kõrguste vahel, nimelt üldise veekogu pinna ja äravoolu-kraavi veepindade vahel.

Veetõstmiseks on tarvitusel mitmesugused abinõud ja masinad. Üldisematest oleks vahest nimetada mitmesuguseid veepumpe, veerattaid ja veetigusid. Meil Eestis ei ole neid tarvitusel ja,

arvatavasti, ei saa neil nii pea ka tulevikus iseäralist tähtsust olema, sellepärast siinkohal pikemalt juttu nendest ei tee.

Maakuivendamist võib teostada lahtiste kraavide kui ka drenaaži abil; sagedasti tarvitatakse mõlemaid viise kombineeritult. Siinkohal katsume nüüd edaspidi tutvuda kuivendus-süsteemidega, nende juures kauem peatudes.

1. Maakuivendamine lahtiste kraavide abil.

Enne maakuivendamisele asumist tuleb kindlale otsusele jõuda, millega kuivendamist pääasjalikult läbi viia, kas lahtiste kraavidega või drenaaži abil. Enne küsimuse otsustamist peame hästi tutvuma kohalikkude oludega, põhjalikult kaaluma tasuvuse küsimust ja arvesse võtma lahtiste kraavide, samuti ka drenaaži häid ja halbu külgi.

Lahtiste kraavidega kuivendamise hääd küljed seisavad selles, et:

1) meil on võimalik kuivendamist isegi veel niisugusel maa-alal läbi viia, kus maapinna langus drenaaži ei võimaldaks, tähendab, kus see liiga väike on. Nii peame andma drenaaži juures imejadreenidele vähemalt 0,15—0,20%, lahtiste kraavide juures võib olla aga langus märksa vähem ja nimelt 0,015% kuni 0,020% vahel ehk veel palju vähem, nii et koguni lahtiste väikeste kuivenduskraavide põhi peaaegu horisontaalseks muutub;

2) pinnavett on võimalik lahtiste kraavide abil paremini ära juhtida kui drenaaži abil. Sellepärast on ka tarvilik mõlematel juhtudel halvasti läbilaskval maal tõmmata vaokesed pinnavee ärajuhtimiseks;

3) paisehitiste sisseseadmine on palju kergem kui drenaaži juures;

4) lahtiste kraavide sisseseadmine on odavam kui drenaaži korraldamine, sellepärast tasub see ka isegi madalaväärtuselise maa juures ennast ära;

5) allikavee äralõikamine ja juhtimine on lahtiste kraavide abil parem kui drenaaži abil.

Lahtiste kraavide puudeks on, et:

1) nende all väga palju kultuurmaad kaotsi läheb. See kaotus on seda suurem, mida tihedam on lahtiste kraavide võrk ja mida suurem on kraavi nõlvus;

2) lahtiste kraavide iga-aastane korrashoid nõuab esiteks palju aega ja teiseks ka kulu, sest kraave peame alati korralikult puhastama taimedest, kui ka muul teel kraavi põhjale sattunud veevoolu takistajatest;

3) ka niiskuseolud ei ole kuivendamisel lahtiste kraavidega nii ühtlased mitmesugustes mullakihtides kui on seda drenaaži

juures. Kraavide juures kuivab näiteks sagedasti mulla päälmine kiht nii ära, et ta taimekasvule enam soodsat arenemist ei paku, sest kultuurpinnalt voolab vesi kuivaksmuutunud kraavi kalda poole;

4) kuivendamisel lahtiste kraavidega on mullaruum, mis kuivendamise mõju alla satub, väiksem kui drenaaži juures. Drenaaži on meil võimalik ka palju sügavamale asetada kui seda nõuab taimekasvule soodus veepind;

5) maaharimine ja masinate tarvitamine on raskendatud, millega ühtlasi väheneb ka maa tulusus;

6) kevadel ei alga nad nii ruttu töötama kui drenaaž; ei vii vett nii ruttu ära, selle tõttu seisab aga see maa palju kauem külmem kui drenaaži abil kuivendatud maa. Jääks muutunud kraavide küljed ja põhi on kevadeti väga kaua töötamisvõimetud;

7) lahtised kraavid nõuavad suurt sildade arvu. Nende ehitamine ja korrashoid on aga omakorda seotud kuludega, mida meil drenaaži juures mitte arvesse ei tule võtta;

8) kraavide kaldad ja ääred on hääks pinnaks umbrohtudele, mis lähedalolevatele põldudele oma kahjulikku mõju avaldavad. Ka igasuguste kahjurite ning taimehaiguste levimise pesadeks võivad nad olla;

9) lahtiseid kraave ei ole meil võimalik projektida niivõrt kooskõlas maapõhja ja maareljeefi omadustega kui drenaaži; viimane asjaolu on tingitud maakasutamise võimalustest;

10) karjatamine lahtiste kraavide juures on raskendatud, sest kari rikub tunduvalt kraavi kaldaid ja põhja, sellega kraavide korrashoidu kulukamaks muutes.

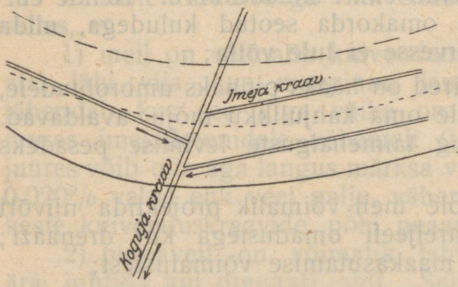
Kraavide skeem.

Kui suuremal maa-alal kuivendamist lahtiste kraavidega teostada, siis võime sääl enamasti teatud kindlat skeemi tähele panna. See skeem koosneb vee-äravoolu pääkraavist (emakraav), temasse suubuvatest kogujatest ja viimasesse omakorda suubuvatest imejakraavidest. Imejakraavide ülesandeks on just mullas põhjavett soovitaval kõrgusel hoida, nii kuidas see taimekasvule kõige parem on. Imejakraavide suurusi välja arvata kunagi ei tule, sest nende suurus on tingitud nõudest põhjavett teatud sügavusel hoida, viimane nõue on aga omakorda seotud imejakraavide vahelaiustega. Suuremate maaalade juures (näiteks üle 1 km^2) on aga kogujakraavide ja pääkraavide suurusi küll tarvis arvutada. Koguja- ja pääkraavide ülesandeks on imejatest juurevoolanud vett ära juhtida; nende suurus oleneb juhitavast veehulgast, sügavus aga pääasjalikult teistest äravoolu võimalustest ja imejakraavide süga-

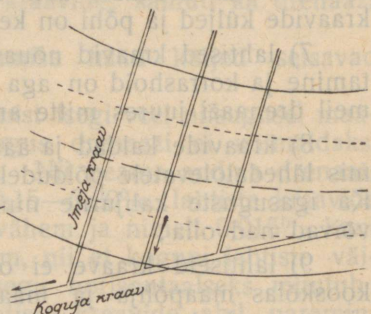
vusest. Nii näeme omakorda, et pääkraavi sügavus on lõpuks kaudselt tingitud sügavusest, milleni meie soovime põhjavett alandada, tema üldsuurus aga veehulgast, mis meil tuleb ära juhtida.

Imejakraave võib kõrgusejoontele peaaegu paralleelselt projektida ehk ainult nendele väikese nurga all. Projektitakse imejakraave ka perpendikulaarselt kõrgusejoontele (v. joon. 17 ja 18).

Esimesel nimetatud juhul tungib põhja- ja pinnavesi kergemini kraavidesse ja kuivendamine on intensiivsem, sel juhul võib imejakraavide vahelaius suurem olla. On aga imejakraavid projektitud perpendikulaarselt kõrgusejoontele, siis võime tähele panna, et vesi pääle suuremate vihmasadude jookseb paralleelselt kraavidele ja ei satu mitte nii pea imejatesse. Sel juhul



Joon. 17.



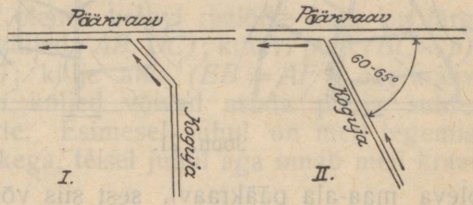
Joon. 18.

oleme sunnitud imejakraave palju tihedamini paigutama. On aga maapinna langus nii väike, et ta lubab imejakraave ainult perpendikulaarselt kõrgusejoontele projektida, siis on sellega juba maapinna langus ka niivõrt väike, et pääle suuremate vihmasadude vesi pinnal üldse ei liigu ja ta alles läbi maa imbudes imejakraavideni jõuab.

Üldse võib tähendada, et kraavidevõrgu tihedus oleneb maa veeläbilaskvusest ja maapinna langusest. Kraavidevõrk muutub seda tihedamaks, mida halvema läbilaskvusega kuivendatav maa on ja mida lamedam on maapind.

Vee äravoolu-pääkraav projektitakse enamasti kuivendatava maa-ala kõige madalamale kohale, mille juures maapinna suurema languse korral võib ka kraav väiksem olla, sest suurema languse juures on meil võimalik suuremaid veehulki ära juhtida. Kogujakraavid paigutatakse aga harilikult maareljeefi teise järgu madalustesse, mis harudena pääkraavi madalikuni ulatuvad.

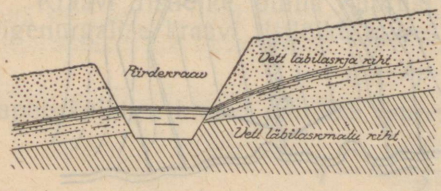
Suuremad kogujad ei tohi pääkraavi suubuda mitte teravnurga all ega ka mitte täisnurga all, vaid soovitavaks peetakse, et nad suubuksid umbes 60°—65° nurga all, veejooksu sihis, sel korral on suubumiskohal veekiiruse kaotamine pääkraavis väiksem ja väheneb ka hädaoht, et kraav täituks uhtmulla osakestega, samuti ka on kraavi kaldad lõhkumise eest enam kindlustatud [1]). Väiksemate kraavide juures ei ole viimast asjaolu iseäranis piinlikult tarvis silmas pidada, vaid esimeses järjekorras on siin majapidamise huvid tähtsamad, sellepärast kolme imejakraave enam korraliku kujuga maajaal 90° nurga all koguaisse suubuda lasta. Ka vahe suurema lahtise kraavi projektimisel on võimalik neid üksteisele perpendikulaarselt projektida, kui ainult suubumiskoha juures veevoolu sihis tarvilise käände teeme (v. joon. 19 I ja II).



Joon. 19.

Piirdekraav.

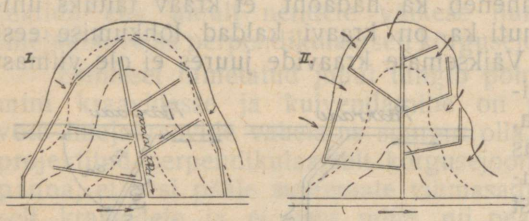
Sagedasti asuvad kuivendamisele määratud maa-alad maastiku madalamatel kohtadel, kuhu kõrgematelt, naabruses asuvatelt maa-aladelt pinna- ja põhjavett voolab. Sel juhul on muidugi raskendatud kuivendatavat maa-ala ilma naabrusest juurevoolava vee kõrvaldamiseta korralikult projektitava süsteemi abil kuivendada. Et seda puudet kõrvaldada, projektitakse harilikult piirile, kus asub naabrimaa, mis kõrgem kuivendatavast maa-alast, piirdekraav, mille ülesandeks on säält juurevoolavat põhja- ning pinnavett ära lõigata ja ära juhtida. Et piirdekraav küllalt otstarbekohaselt oma ülesannet täidaks, peab ta tarviliselt sügav olema ning suutma põhjavee juurevoolu ära lõigata. Oleme täiesti rahuldatud, kui piirdekraavi põhi ulatub vett läbilaskmatu kihini, sel juhul täidab ta oma otstarvet suurepäraliselt (v. joon. 20). Piirdekraavi püütakse võimalikult kõrgemale asetada maapinna reljeefi suhtes, esiteks juba sel põhimõttel, et hääd vee-äravoolu



Joon. 20.

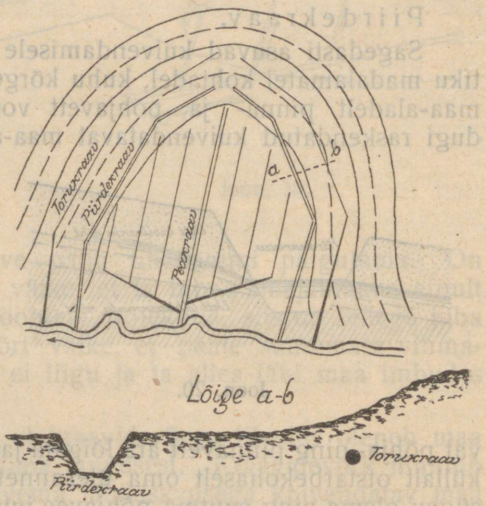
1) Teinekord on aga mõõdapääsmata, et harukraav tuleb juhtida pääkraavi ka „vastuvoolu", siis tuleb toimetada nii nagu juuresolev joonis näitab.

võimaldada ja teiseks ka kõrvaldada hädaohtu, mis võib tekkida, kui vesi veekogus, kuhu piirdekraav suubub, kõrgele tõuseb ja piirdekraavist madalamal asuvad maakohad üle ujutab. Piirdekraavi ristlõige ja langus peavad küllalt suured olema, et naabruses asuvatelt maa-aladelt kõike juurevoolavat vett ära juhtida. Piirdekraavi suurus tuleb leida sademkonna suuruse järele. On alati soovitav piirdekraavi omaette veekogusse juhtida, mitte aga kuivendamise all oleva maa-ala pääkraavi, sest siis võivad ka pääkraavi mõõdud väiksemad olla, mis kulusid vähendab. On kuivendamisele tulevat maa-ala võimalik ümbritseda piirdekraaviga, siis võib ka kuivendamisvõrk palju hõredam ja väiksem olla, sest et vähem vett ära juhtida tuleb. Sellejuures peame aga hoolitsema, et piirdekraav täielikult naabrusest juure voolava pinna- ja põhjavee ära lõikaks (v. joon. 21 I) ning ka mitte osaliselt teid ning võimalusi ei paku vee pääsemiseks kõrgematelt kohtadelt kuivendamise all olevale maa-alale (v. joon. 21 II).



Joon. 21.

Kus kuivendamise alla tulevast maa-alast kõrgemal asuvad rammusad ja hästi väetatud põllud või muidu taimetoiteainete poolest rikas muld, siis on soovitav sääl maapinna languse suurema muutumise kohale (murdekohal) projektida dreen, mis põhjaveevoolu ära lõikaks, piirdekraav aga ise paigutada võimalikult allapoole, et mullasse valguv vesi, mis pinnaveena ülevalt põldudelt tulnud, suudaks oma rikkalikud taimetoiteained pinnale jätta, millest ta üle voolanud, seega maa-ala dreeni- ja piirdekraavi vahel väetades (v. joon. 22). Oleksime näiteks toodud juhul piirde-



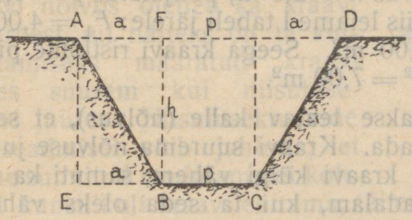
Joon. 22.

kraavi maareljeefi murdekohale asetanud, siis satuks pinnavesi otsemat teed temasse, aga ühes ka kõik taimekasvule kasulikud väetisained, mis kõrgematelt põldudelt kaasa toodud.

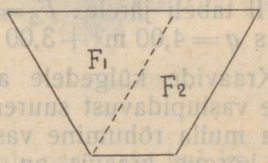
Mis kraavide projektimisel tähtis arvesse võtta.

1. Kraavi ristlõige.

Kraavi osad, milledest oleneb kraavi ristlõike kuju on järgmised: (v. joon. 23) kraavi küljed *(AB, DC)*; kraavi põhi *(BC = p)*; kraavi päältlaius *(AD = l)*; külje alus *(EB = AF = a)*; kraavi sügavus *(FB = h)*. Kraavi küljed võivad asuda põhja suhtes perpendikulaarselt või mitte. Esimesel juhul on meil tegemist õigenurgalise kraavi ristlõikega, teisel juhul aga omab meil kraav trapetsi kuju.



Joon. 23.



Joon. 24.

Kraavi ristlõike pinna suurust *(q)* on meil kerge määrata. Õigenurgalise kraavi ristlõike juures on ta:

$$q = hp$$

trapetsikujulise kraavi ristlõike juures aga:

$$q = h\frac{p+l}{2}$$

Kraavi külje alus on:

$$a = hn$$

kus *n* näitab vahekorda kraavi sügavuse ja külje aluse vahel *(h : a = 1 : n)* ja mida nimetame nõlvuseks.

Kraavi päältlaius võrdub kahekordsele külje alusele juure arvatud põhja laius:

$$l = 2a + p.$$

Nii saame, et kraavi ristlõike pinna suurus on:

$$q = h \cdot \frac{2a+2p}{2} = h(hn+p)$$

Näiteks: $h = 2{,}0$ m; $n = 1{,}5$; $p = 0{,}3$ m; siis saame, et

$$q = 2\,(2 \times 1{,}5 + 0{,}3)\ \text{m}^2 = 6{,}6\ \text{m}^2.$$

Schewiori* poolt on välja töötatud tabel, mille abil on otsekoheselt võimalik kraavi sügavuse ning põhjalaiuse järele kraavi ristlõike pinna suurust leida antud kraavi nõlvuse juures. Tabel koosneb kahest osast. Esimene osa näitab (v. joon. 24) ristlõike pinnast saadud kolmnurga F_1 suurust, teine — parallelogrammi F_2 suurust; kõik andmed saame ruutmeetrites. Tabel on tarvitatav kraavi sügavuste juures $h = 0{,}1$ kuni 3,0 meetrit ja kraavi põhjalaiuste juures $p = 0{,}1$ m kuni 15,0 m. Saadud suurused F_1 ja F_2 liidetult annavad üldise kraavi ristlõike pinna suuruse *(q)*. F_1 on muutlik mitmesuguste kraavi nõlvuste juures, F_2 aga mitte (v. tabel raamatu lõpus).

Näiteks: on kraavi sügavus $h = 2{,}0$ m, põhjalaius $p = 1{,}5$ m, nõlvuse juures $h : a = 1 : 1$, siis leiame I tabeli järele: $F_1 = 4{,}00$ m² ning II tabeli järele: $F_2 = 3{,}00$ m². Seega kraavi ristlõike pinna suurus $q = 4{,}00\ \text{m}^2 + 3{,}00\ \text{m}^2 = 7{,}00\ \text{m}^2$.

Kraavide külgedele antakse teatav kalle (nõlvus), et seega nende vastupidavust suurendada. Kraavi suurema nõlvuse juures on ka mulla rõhumine vastu kraavi külgi vähem, samuti ka veetulba kõrgus kraavis on madalam, kui ta seda oleks vähema nõlvuse juures. Nimetatud asjaolude tõttu puutub ka vesi kraavis vähema jõuga vastu kraavi kaldaid ning seega on nende uhtumise hädaoht vähendatud. Kraavi nõlvus oleneb mullaliigist, vee kiirusest ja kraavi sügavusest. Väiksemad kraavid (umbes kuni 20 sm sügavad) lõigatakse harilikult õige nurga all maasse.

Suuremate kraavide juures võetakse nõlvus mullaliikide järele:

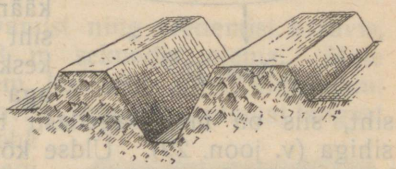
väga raskes savimaas .	1 : 0,25	kuni	1 : 1
savimaas, savikas maas .	1 : 1	„	1 : 2
liivakas maas, liivas . .	1 : 1,5	„	1 : 3
soomaas	1 : 0	„	1 : 2

Kõdunemata soodes võib lõigata kraavid üsna ilma nõlvuseta ja vaid ainult ajajooksul, kui kraavi külgedel turvas kõdunema hakkab ning osati sisse langeb, võib kraavi puhastamise juures talle teatud nõlvus anda. Tegelikus elus tarvitatakse kõige sagedamini kraavi nõlvust $h : a = 1 : 1$. Mida suurem on kraavist läbivoolav veehulk, vee sügavus, kraavipõhja langus ja ühenduses sellega vee kiirus, seda suurem nõlvus peab olema kraavil.

Kraavi küljed moodustavad kraavi päält ühendava joone suhtes nurga, mille suurus on (v. joon. 12):

Nõlvuse juures	1 : 1	45°	ümmarguselt	45°
„ „	1 : 1,5	33°41′26″	„	34°
„ „	1 : 2	26°33′54″	„	27°
„ „	1 : 2,5	21°48′ 4″	„	22°
„ „	1 : 3	18°26′ 6″	„	18°

Väga suur kraavi nõlvus vähendab tunduvalt kultiveeritavat maapinda. Eriti suure nõlvuse juures on meil võimalik kraavikülgi ka majanduseliselt ära kasutada, kui neile heinaseemnesegu külime, või jällegi rohumätastega katame. Kraaviküljed, mis kaetud heinkamaraga, on oma vastupidavuse poolest väga soovitatavad. Sagedasti kinnitatakse koguni kraavidesse, kus põhja ja külgede rikkumist kiire veevoolu läbi karta on, üksteisest läbipõimitud haod, mis siis vaiade abil kraavi põhjale ning külgedele kinnitatakse. Kraavi nõlvus oleneb ka kraavi otstarbest, nii näiteks on ta kuivendamiseks määratud kraavi juures suurem kui niisutusekraavi juures. Niisutusekraavide sisseseadmisel võib juhtuda, et oleme sunnitud madalamatel kohtadel kunstlikult kraavi ehitama, tähendab paremale kui ka pahemale poole määratud kraavi sihist paigutama mullavallid, mis tulevad tingimata heinkamaraga katta. Sääraste kraavide juures peab kraavide seesmine nõlvus vähem olema kui sama mullavalli välispoolne nõlvus (v. joon. 25). Sääraste kraavide projektimise eest peame võimalikult hoiduma, sest et mullavalli vastupidavus ei ole harilikult kuigi rahuloldav ning sagedasti hävivad suurte vihmade tagajärjel. On aga seesuguste mullavallide jaoks tarvitada materjal, mis vett hästi läbi ei lase, ehk üldiselt hästi tihe on, samuti ka tuultele vastu paneb, siis oleks veel mõeldav viimaste projektimine. Valli päältlaius võetakse harilikult 1—2 m, suuremate kanalite juures 2—4 m. Mulla vajumist arvesse võttes tehakse vall harilikult 10% võrra kõrgem kui see ehk muidu tarvis oleks.



Joon. 25.

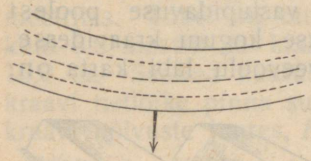


Joon. 26.

Üle 2 m sügavate kraavide ning kanalite juures tehakse kraavi küljed harilikult väikese astmega, et sel teel enam kaitsta nende rikkumist vee poolt, mis suurte vihmasadude ajal mööda külgi voolab, neid uhtudes ja lagundades. Liiga sügavate kraavide juures, kus astmed puuduvad, on enam karta kokkuvarisemist, samuti on suurem ka sääl külma ning tuule mõju (v. joon. 26).

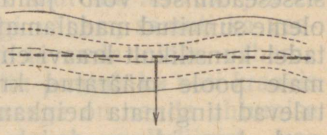
2. Kraavi langus.[1])

Igal kraavil peab teatav langus olema. Kraavi langusest on tingitud vee liikumine temas. Vee liikumine peab nii kiire olema, et kaasatoodud mulla uhtosakesed kraavi põhja ei vajuks ega teda ummistaks. Teiselt poolt ei tohi aga langus ka liig suur olla, et vesi suure kiiruse omandaks, mille tõttu kraavi küljed ning põhi kannatavad. Kraavi langus on alati teatavas vahekorras maapinna langusega. Maapinna päälanguse siht on perpendikulaarne kõrgusejoontele (v. joon. 27). Teevad kõrgusejooned mitmesuguseid käändeid, siis on maapinna päälanguse siht perpendikulaarne kõrgusejoonte keskmisele sihile (v. joon. 28). On aga kõrgusejoontel väga mitmesugune siht, siis on meil sagedasti tegemist mitme maapinna languse sihiga (v. joon. 29). Üldse kõrgusejooned iseloomustavad meile kõige paremini maa languse olusid, andes meile piltliku kujutuse maapinna reljeefist.

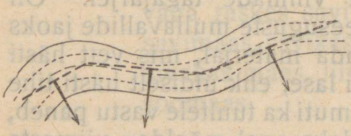


Joon. 27.

Kraavi vee läbilaske-võime oleneb kraavi ristlõike *(F)* kujust ja suurusest ning kraavi põhja langusest *(J)*. Enamasti ei ole võimalik anda kogu kraavi ulatusel ühtlast langust, vaid see oleneb maapinna langusest. On soovitav, et kraavi langus veevoolu sihis mitte vähemaks ei muutuks, sest säärasel korral kasvab kraavi ummistuse hädaoht. Liiga väikese languse juures on kraavil tarvilik suurem ristlõige, mis küll kaevamistööd kallimaks teeb. Väikese langusega kraavides läheb aurumise ning filtreerumise teel hulk vett kaotsi.



Joon. 28.



Joon. 29.

Liiga suure kraavi languse juures, nagu nimetasime, kannatavad kraavi küljed ja põhi uhtumise all. Missugune on aga kõige suurem lubatav veekiirus kraavides ja kanalites, on väga vaieluse all olev küsimus ning eriteadlaste arvamised lähevad siin tublisti lahku.

---

1) Kui teeme juttu kraavi, kanali jne. langusest, siis mõistame selle all alati kraavi põhja langust.

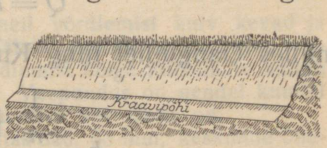
Toon siinkohal kõige suuremad lubatud veekiirused kraavides [1]) m/sek.:

	Kiirus veepinnal	Keskmine kiirus	Kiirus kraavi põhjal
Peene saumuld	0,15	0,11	0,08
Savimuld	0,30	0,23	0,16
Jäme jõeliiv	0,60	0,46	0,31
Kruus	1,22	0,96	0,70
Lõhutud kivi, jämekivine põhi	1,52	1,23	0,94
Lademed kildkividest	2,22	1,86	1,49
Kaljulademetes	2,75	2,27	1,82
Kõva kalju	4,22	3,69	3,14

Veekiiruse määramisel on ka tarvis arvesse võtta, et uhtosakesed kraavi põhjale ei langeks. Kõige väiksem kiirus sekundis uhtmulla ärahoidmiseks on „Hütte" järele,

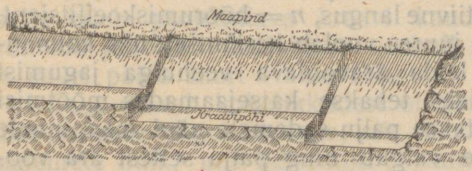
kui vesi kannab peent savimulda — $v_{min} = 0{,}21$ m
kui vesi kannab liivamulda — $v_{min} = 0{,}42$ m

Et ära hoida veetaimede kasvamist ning arenemist kraavis, peab veekiirus vähemalt 0,6—0,8 m sekundis olema. Meie jõgede langus on sagedasti väiksem kui siin antud miinimum. Vee-äravoolu-pääkraavile ei ole soovitav kunagi suuremat langust anda kui $J = 0{,}2\%$ (= 2 promille ehk 20 sm 100 m pääle) ning ka kunagi väiksemat kui $J = 0{,}01\%$ (0,1 promille ehk 1 sm 100 m pääle). Kõige parem on aga, kui pääkraavi langus on piirides: $J = 0{,}05\%-0{,}1\%$. Tegelikult on pääkraavi p õ h j a langus tihti väiksem kui $J = 0{,}01\%$, mis tingitud maapinna vähesest langusest.



Joon. 30.

Väiksematele kraavidele võib ilma kahju sünnitamata anda langust $J = 0{,}5\%$. On maapinna langus liiga väike, siis tuleb sagedasti kraavi põhja kunstliku langusega varustada (v. joon. 30) s. t. kraavipõhja langus ei vasta maapinna langusele, vaid on temast märksa suurem. On aga maapinna langus kraavi põhja maksimaalsest langusest suurem, siis tehakse sagedasti, et kraavi uhtumisest hoiduda, kraavi põhi astmetaoliseks (v. joon. 31). Säärasel korral antakse kraavi põhjale langus harilikult natuke vähem kõige suuremast lubatud langusest. Astmete kohal sünnivad väikesed kosed, millede hävitav mõju iseäranis suuremate vihmasadude aegu kraavi põhja ja külgede



Joon. 31.

1) Kanalite ja kraavide külgede ning põhja kindlustamist kividega, hagudega jne. võetakse harilikult kraavide juures väga harva ette, sellele vaatamata, et kiirus sagedasti palju suurem on kui siin toodud.

pääle tunduv on. Et sellest pääseda, kindlustatakse seesugused astmete kohad mätastega, kividega, laudadega, hagudega jne. Kõige parem materjal on selleks muidugi tsemendiga kinnitatud kivid. Kõige sagedamini on meil selleks otstarbeks tarvitusel puumaterjal. Et mitte koske lasta sündida, projektitakse vahest suurem langus 4—6 m pikkuse kraaviosa ulatusel, mida siis hoolikalt kindlustatakse.

3. Pääkraavi suuruse määramine.

Kraavi suurus oleneb ärajuhitavast veehulgast. Veehulk aga omakorda oleneb sademkonna suurusest, selle kujust, mulla veeläbilaskvusest, reljeefist ning kultiveerimisastmest, ühtlasi aga ka sademete intensiivsusest ning kestvusest.

Kõik arvutamised sünnivad juba eelpool antud valemite järele, nimelt:

$$Q = Fv \text{ ja } v = k\sqrt{RJ},$$

milles Ganguillet ning Kutteri järele

$$k = \frac{\frac{1}{n} + 23 + \frac{0{,}00155}{J}}{1 + (23 + \frac{0{,}00155}{J})\frac{n}{\sqrt{R}}}$$

kus: Q = äravoolav veehulk, F = veesivoolu elav läbilõige, v = vee kiirus, R = hüdrauliline raadius $= \frac{F}{p}$, p = märg perimeeter (joon. 11), J = veepinna relatiivne langus, n = hõõrumiskoeffitsient.

Suuremate jõgikondade juures voolab keskmiselt üks kolmandik sademetest ära. Et leida äravoolava veehulga jagumist üksikute kuude järele, selleks tehakse katsejaamades mõõtmisi lüsimeetrite abil, mil teel leitakse palju sademete näol maapinnale langenud veehulgast maasse valgub ning palju sellest ära voolab. On meil teada sademete üldhulk, võime leida missugune osa nendest aurumise teel kaotsi on läinud. Veehulga määramiseks, mis kraavidega ära juhtida tuleb, on eeskätt tarvis kindlaks teha kohalikkude sademete hulk, samuti ka temperatuuriolud, sest nad avaldavad oma mõju auramisele kui ka sademete kujule (vihm, lumi jne.).

Keskmine sademete hulk kogu Eesti kohta aastas (1866—1910 a. vaatluste põhjal) on 554,1 mm. Isogeetide üldine jaotus Eesti pinnal vastab hüpsomeetrilise kaartile. Sademerikkad maa-alad langevad meie kõrgustikkudega kokku; nii leiame kaardil Haanja

kõrgustiku, Otepää kõrgustiku, kõrgema osa Pandivere kõrgustiku ja lõunapoolse Viljandi kõrgustiku kohal 600 mm isogeedi. Viljandist lääne poole ei ole enam võimalik tähele panna suurt kooskõla maastiku absoluutse kõrguse ja sademete hulga vahel.

Jõgede toitmise suhtes on sademete jaotus küllalt soodus, sest kõige suurem hulk sademetest langeb veelahkmete ning jõgede ülemjooksu kohal.

Huvitavad andmed leiame Tartu Ülikooli Meteoroloogia-observatooriumi töödest (T. Ü. Meteoroloogia Observat. viiekümneaastased keskmised 1866—1915).

Kuu keskmine	I	II	III	IV	V	VI	VII
temperatuur C⁰	—6,60	—6,56	—3,23	3,38	9,88	14,96	17,02
sademed mm	36,05	30,03	27,31	29,87	46,82	61,29	83,89
auramine mm	4,34	5,01	12,27	29,39	56,95	64,34	60,21

Kuu keskmine	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta	
temperatuur C⁰	15,20	10,57	4,86	—0,58	—4,93	4,50	keskmine
sademed mm	78,04	56,49	48,60	46,00	43,80	588,19	summa.
auramine mm	46,25	30,15	17,40	8,81	4,78	339,78	„

Sademete ebaühtlase jaotuse tõttu on meil võrdlemisi kuiv kevad ja sademete poolest rikas juuli- ja augustikuu. Tähele pannes ka auramise suurust, näeme et mai ja juuni kuuluvad meil võrdlemisi kõige kuivemate kuude hulka (aprillis on veel talviste sademete mõju). Veepuudus on nendel kuudel veel seda tunduvam, et siis ka taimedel suur tarvidus vee järele on.

Sademete koguhulk taimekasvuajal, on aastas 326. 53 mm, keskmine õhutemperatuur 13,55⁰ C. Keskmine viimase kevadise öökülma kuupäev on 8. mai, ja esimene sügisese — 2 oktoober. Öökülmadest vaba aeg kestab keskmiselt selle järele 147 päeva (kõikumine 112—184 päevani).

Sademete kõige suurem aastane arv on 50 aasta jooksul olnud 758,4 mm kõige väiksem — 358,7 mm. Sademetega päevade keskmine arv — 186,1. Vihmasaju keskmine aastane veehulk on 435,97 mm ja lumel — 152,22 mm.

Kraavi suuruse määramisel tuleb esmalt leida Q_{max}, s. o. kui palju tuleb projektitava kraavi kaudu kõige veerikkamal ajal vett ära juhtida. Ärajuhitav veehulk on kõige suurem kevadeti ja suvel pääle suurt vihmavalingut.

Q_{max} oleneb kohalikkudest oludest. On meil tegemist kevadise suurvee ärajuhtimisega, siis tuleb pääasjalikult arvesse võtta sademete hulk, mis detsembri-, jaanuari-, veebruari- ja märtsikuudel lumena maha tulnud, sellest mahaarvates aga veehulka, mis auramise teel ning sulailmade aegu juba pinnaveena ära voolab. Vahest tuleb sääljuures ka osa novembrikuu sademetest arvesse võtta, kui nad lumena maale püsima on jäänud. Aprillikuu sademeid enamasti arvesse võtta ei tule, sest et selle kuu sademed pea täiesti ära auravad.

Oletame, et meil kevadel, aprillikuul tuleb ära juhtida 100 mm sademete veehulgast. Arvame nüüd selle sademete hulga ühe hektaari kohta liitriteks ümber (1 ha = 10.000 m²). Saame veehulga hektaari kohta (0,1×10.000) m³ = 1000 m³ = 1.000.000 liitrit.

Nüüd tekib aga küsimus, missuguse aja jooksul tuleb see 1.000.000 l vett ühelt hektaarilt kevadel ära juhtida. Maa-aladelt, mis kasutatakse põllukultuuriks, peame selle veehulga ära juhtima 14 päeva, ehk $14 \times 24 \times 60 \times 60 = 1.209.600$ sekundi jooksul. Praegusel juhul oleks siis vee äravooluhulk, mis sekundis liitrites ühelt ha ära juhtda tuleb:

$$Q_{max} = \frac{1.000.000}{1.209.600} l = 0,82$$ ehk, nagu tähendatakse, 0,82 sl/ha (sekundliitrit hektaarilt).

On meie kuivendamise alla tuleva pinna suurus 500 ha, siis tuleks temalt ära juhtida vett $0,82 l \times 500 = 410$ l sekundis.

Heinamaadelt tuleb kevadel vesi ära juhtida kolme nädala jooksul. Sel korral oleks siis, tarvitades endiseid andmeid, (3 näd. = 1.814.400 sek.)

$$Q_{max} = \frac{1.000.000}{1.814.400}$$ sl/ha = 0,55 sl/ha ehk 500 hektaariliselt pinnalt 275 l sekundis.

Prof. Friedrichi järele on Q_{max} põllult 1 sl/ha ning heinamaalt 0,6 sl/ha.

Pääle kevadise suurvee tuleb veel Q_{max} määramisel ka arvesse võtta suurvesi, mis suvel tugevate vihmavalingute tagajärjel võib tekkida, sääljuures sademete kõige suuremat arvu määrates ööpäeva jooksul. Tugev vihmavaling võib meil vahest tuua 70 mm sademeid. Osa sellest veehulgast peetakse mulla poolt kinni, osa aurab ära, nii et umbes 50% sademetest ehk umbes 35 mm, s. o. 35.000 liitrit ha-lt ära juhtida tuleb. Peab selle veehulga kraav 7 päeva jooksul ära juhtima, siis saame

$$Q_{max} = \frac{350.000}{604.800}$$ sl/ha = 0,6 sl/ha.

Väga suur on ka üldiselt reljeefi mõju Q_{max} pääle, sellepärast on ka mägisel maal võrdlemisi suur vee äravoolu hulk. Meie oludes võib Q_{max} võtta tasasel maal 0,6 sl/ha kuni 1,0 sl/ha, enam mägisel maal aga 1,0 sl/ha kuni 2,0 sl/ha [1]). Et meil suuremal arvul täpsamaid mõõtmisi selleks otstarbeks ei ole ette võetud, siis on need andmed küll enam umbkaudsed. Tasasel maal, nagu soodel, võib sel puhul, kui neid kultiveeritakse rohumaadeks, Q_{max} võtta 0,65 sl/ha ehk veelgi vähem.

On sademkond väiksem kui 1 km², siis ei ole enamasti tarvis arvutada veehulga suurust, mis ära juhtida tuleb.

---

1) Q_{max} määramisel on arvestatud väiksemate maa-aladega, suuremate maa-alade juures võib Q_{max} jaoks väiksemad arvud tarvitusele võtta.

Pääle Q_{max} tuleb aga kraavi suuruse, eriti sügavuse, määramisel veel leida keskmine veehulk — Q_{keskm}, mis taimekasvuajal ära juhtida tuleb.

Keskmine ärajuhitav veehulk — Q_{keskm}.

Et taimedele kõige paremaid arenemistingimusi luua, tuleb põhjavee pinda hoida teataval taimekasvule soodsal kõrgusel. Et teada saada kui sügav tuleb kaevata kraav, peame esiteks välja arvama keskmise veekihi kõrguse kraavis taimekasvu-ajal ning selle siis meile soodsale põhjavee sügavusele juure lisama, leiame tarvilise kraavi sügavuse. Veekihi sügavus taimekasvuajal kraavis oleneb ärajuhitavast veehulgast.

Keskmise ärajuhitava veehulga $Q_{keskm.}$ määramine taimekasvuajal sünnib järgmiselt. Näiteks Tartu linna andmete põhjal on 1. maist kuni 1. oktoobrini, s. t. 153 päeva jooksul sademeid 326,53 mm. Sama aja jooksul aurab aga ära 257,90 mm, seega peab 153 päeva jooksul 68,63 mm vett ära voolama, nii siis leiame:

$$Q_{keskm.} = \frac{686.300}{153 \cdot 86.400} \text{ sl/ha} = 0{,}052 \text{ sl/ha}.$$

Üldiselt tuleb muidugi igal juhul leida kohalikkude andmete põhjal $Q_{keskm.}$ ning selle järele veekihi sügavus kraavis määrata, mis harilikult mitte vähem kui 10 sm. arvatakse. Ärajuhitav veehulk ($Q_{max.}$), võib teatud ajal kraavid isegi ääreni täita, kuid on siiiski parem, kui arvestatakse 15—20 sm vaba ruumiga maapinnalt. Kraavis on harilikult $Q_{max.}$ lühemat aega, millise aja jooksul kraavidele suuremat viga ei sünni. Kui sooviksime ka suurvee ajal põhjavett hoida samal kõrgusel kui on see tarviline taimekasvu-ajal, siis läheks seega kraav palju suuremaks ja suureneksid tunduvalt kulud.

Suvel tuleb põhjavett niisugusel sügavusel hoida, et see taimekasvule kõige soodsam oleks. Nagu juba tähendatud, oleneb kraavi sügavus esiteks sellest kui sügaval on tarvis põhjavett hoida ning teiseks kui sügav on veekiht kraavis.

Kraavi suurus on muutuv tema jooksu pikkusel ning oleneb sellest kui suurelt maa-alalt teiste suubumiskohtade kaudu vett kraavi juure tuleb. Kõik arvutamised sünnivad leheküljel 39 toodud valemite abil.

Olgu siinkohal nimetatud veel erilised tabelid selleks otstarbeks Kutteri* poolt. Arvutamiste kergendamiseks on tarvitusele võetud veel mitmesugused graafilised tabelid, milledest iseäranis Schewior'i omad kultuurtehniliste tööde juures väga hõlpsad tarvitada on.

Veel veeäravoolu-normidest.

Ärajuhitav veehulk oleneb, nagu nägime, väga mitmest faktorist. Kõiki neid asjaolusid on aga võimata määrata — nad on muutlikud, veel päälegi üksikute aastate jooksul. Veel pole kusagil maksma pandud kindlaid äravoolu-norme, millede juures oleksid arvesse võetud kõik asjaolud, milledest viimased tingitud. Loomulikult võime kõige usutavamaid andmeid äravoolu-normideks saada, kui teostame mõõtmisi ja vaatlusi veejuhtmetes erisugustes vesikondades.

Eestis on tarvitusel väga mitmesugused äravoolu-normid, millede juures allpool lühidalt peatume, tuues selle ins.-agr. A. Lepiku järele („Agronoomia" nr. 10 — 1928.)

Äravoolu-normidest lahtiste kraavide jaoks väärib tähelepanu prof. Spöttle valem $g = 0{,}96\ h$ sl/ha, kus h on aastane sademete hulk meetrites. Õige suurte vesikondade jaoks lubab võtta $g = 0{,}74\ h$ sl/ha. Nende valemite juures on tingimuseks võetud, et üks neljandik kogu aasta sademetest ära voolaks 30 päeva jooksul. Prof. Spöttle valem vastab suvistele suurvetele ja selle kasutamisel oletatakse, et kanal töötab täie ristlõikega.

Prof. Schewior annab järgmised äravoolu-normid sekund-liitrites hektaarilt

	Kõige kõrgemad veed		Kevadised kõrged veed		Suvised kõrged veed	
	Vesikond kuni 1000 ha	Vesikond üle 1000 ha	Vesikond kuni 1000 ha	Vesikond üle 1000 ha	Vesikond kuni 1000 ha	Vesikond üle 1000 ha
Mägine maa . .	9—6	6—4,5	7—4	4—2,5	4,5—2,5	2,5—1,5
Künklik „ . .	7—4,5	4,5—3,5	—	—	—	—
Tasane „ . .	5—3,5	3,5—2,0	3—2	2—1,5	2—1	1,0—0,5

Prof. Friedrich soovitab kraavide suurust määrata väljaminnes kevadisest äravoolust ja annab põldude jaoks normi 0,82 sl/ha aluseks võttes, et 100 mm sademeid (talvine lume hulk) tuleks ära juhtida 14 päeva jooksul (auramine ja filtratsioon pole arvesse võetud). Heinamaade kuivendamisel soovitab seda normi vähendada ja võtta 0,6 sl/ha, arvates et sama sademete hulga äravoolu võib lubada siin umbes 20 päeva jooksul.

Ins. Iszkovski annab Galitsia jaoks valemi $g = 0{,}0317\ c.h$ m³ ühelt ruut-km-ilt, kus h keskmine aasta sademete rohkus meetrites ja c tegur, mis olenev maa reljeefist ja mille suurus soode jaoks 0,20, küngastega madalikkude tarvis — 0,25 jne. Äravool on mõeldud normaal-aastal, keskmiste suviste vete juures.

Mainitud äravoolu-normid pole meie oludes kohased ja neid tuleb suurteks pidada, sest 1) Lääne-Euroopa sademete hulk, mis kõigub 600 ja 1100 mm vahel, on palju suurem Eesti sademete hulgast (500—600 mm), 2) need normid on arvatud väikeste vesikondade jaoks, 3) sääl on eesmärgiks väga intensiivne maakuivendus ja 4) vesikonnad on suurel määral kanaliseeritud. Päälegi on need normid üldse väga relatiivsed, sest siin on pääasjalikult aluseks võetud nõue, et teatud aja jooksul tuleks ära juhtida mingisugune sademete hulk,

kuna säärased tähtsad tegurid kui vesikonna suurus, kuju jne. pole tarvilist tähelepanu leidnud. Enam täielikumad on Ameerika maakuivendustel kasutatavad äravoolu-normid, ehkki need veel palju suuremad on kui ülalmainitud Lääne-Euroopa normid ja nende kohandamine meie oludesse ei või üldse kõne alla tulla. Ameerikas võetakse keskmiste vesikondade juures äravoolu-normiks 0,5 tolli paksune veekiht öö-päeva jooksul, mis vastaks umbes 1,5 sl/ha. Ühes vesikonna suurenemisega väheneb vastavalt ka äravoolu-norm.

Ins. Elliot on Missisippi jõe ülemjooksul asuvate soostunud maade kuivendamisel määranud äravoolu järgmise valemi järele: $g = \frac{20}{\sqrt{\omega}} + 3{,}6$ jalga³/sek. ruutmiililt, kus ω on vesikonna suurus ruutmiilides. Selle valemi järele saame umbes 1000 ha vesikonna juures normi — 1,6 sl/ha ja umbes 50.000 ha vesikonna juures — 0,6 sl/ha.

Kuivendusetööde juures Illinoisi osariigis on kasutatud valemit $g = \frac{673}{19.2 + \sqrt{\omega}} - 11{,}3$ jalga³/sek. ruutmiililt, mis 1000 ha juures annab 2,5 sl/ha-lt ja 50.000 ha vesikonna juures — umbes 1,0 sl/ha.

Texase osariigis maakuivendusetöödel määratakse kõige suurem äravool öö-päeva kohta kihina tollides järgmise valemiga:

$D = C.M. \sqrt{PF} \frac{(B+L)^{3/2} - B^{3/2} - L^{3/2}}{B.L.}$, kus C empiiriline tegur, mis olenev maapinna füüsilistest omadustest, M — äravoolutegur (keskmise äravoolu ja sademete hulga suhe), P — päevane sademete rohkus tollides (sääl umbes 4 tolli), F — vesikonna pinna langus jalgades miili kohta, L — vesikonna pikkus miilides, B — pool vesikonna keskmisest laiusest miilides.

Käesolev valem paistab üks täielikumatest olevat, sest siin on arvesse võetud rida faktoreid, mis äravoolu juures mõõduandvad. Iseasi kui täpsalt võimalik on kõiki neid tegureid kindlaks määrata. Arkansasis on maakuivendusetöödel kasutatud äravoolu-normi määramiseks valemit: $g = \frac{35}{6\sqrt{\omega}}$, kus g on äravool jalg³/sek. ruutmiililt ja ω on vesikonna suurus ruutmiilides.

Toome äravoolu-normide kohta veel mõned andmed vene kirjandusest.

Prof. Oppokov annab vesikondade jaoks, mille suurus alla 40.000 ha äravoolu-normi 0,25 sl/ha, toetudes maksimaalsele äravoolule Dnjepri jõe ümbruses. Suuremate vesikondade jaoks vähendab Oppokov seda normi kuni 0,13 sl/ha väljaminnes tingimusest, et 67 mm sademeid tuleks ära juhtida 30 p. jooksul.

Ptitši jõe reguleerimise projektis (vesikond — 200.000 ha) on prof. Oppokov äravoolu-normiks võtnud 0,07 sl/ha. Kakskümmend aastat kestnud faktilise äravoolu mõõtmised on prof. Oppokovile annud kanalite kohta Polesje soodes järgmiseid äravoolu-norme (sekund-liitrites hektaarilt).

Kanali nimetus.	Vesikond hektaarides.	Äravoolu-norm		
		Keskmine miinim.	Aasta keskmine	Keskmine maksim.
Mohojedovi	133.000	0,0004	0,0061	0,0481
Naidobjelevi . . .	115.000	0,0057	0,0204	—
Ljubišitski	33.000	0,0062	0,0266	—

Nagu siit selgub, on tegelikud äravoolu-normid soo-kanalites, mille ümbruses detailkuivendusetöid väga vähe tehtud (nagu Polesje sood seda on), kaugelt väiksemad kui kanalite projektimisel seda üldse arvesse on võetud ehk võetakse.

Prof. Dubach ja Sparro annavad, arvesse võttes vene maakuivendusetööde praksist, äravoolu-normi määramiseks järgmise valemi $g = \frac{2{,}3}{3{,}5\sqrt{\omega}}$ sl/ha, kus ω vesikonna suurus hektaarides,

Prof. Kostjakov soovitab oma uurimuste põhjal järgmist valemit $g = 0{,}15\ p\ \frac{S}{x\sqrt{\omega}}$ sl/ha, kus p päeva keskmistest sademete hulkadest kõige suurem mm (võetakse kuu sademete rohkus ja jagatakse kuu sademetega päevade hulgale), S — tegur, mille suurus harilikult 0,95, ω — vesikonna suurus ha-des ja x võetakse olenevana vesikonna suurusest, kujust, füüsilistest omadustest jne. 4 kuni 8.

Vene hüdro-inseneride I kongressil 1909. a. määrati Venemaa kuivendusetööde tarvis äravoolu-normiks 0,32 sl/ha, missuguse normi aga 1913. a. peetud II kongress juba kõrvale heitis kui üleliiga suure, lubades seda kasutada ainult kraavide projektimisel, mille vesikond väiksem kui 160 ha.

Kuivendusetööde praksises Venes on siiski normi 0,32 sl/ha kasutatud vesikondade juures kuni 1000 ha, kuna 1000—15.000 ha vesikondade jaoks on seda normi vastavalt vähendatud kuni 0,14 sl/ha; suuremate vesikondade juures on norme veelgi vähendatud. Äravool on Vene kuivendustel arvatud keskmiste suviste vete jaoks, kusjuures põhjaveepind pidi keskmiselt 0,4—0,6 m sügavusel asuma.

Otstarbekohase äravoolu-vormi määramisel Eesti olude jaoks tekib kõige esmalt küsimus, missugust sademete hulka või äravoolu siin aluseks võtta?

Kõrgekultuurilisis põllumajanduslikes riiges ongi äravoolu-normid pääasjalikult sellepärast nii suured, et arvestatakse suurte vihmavalingutega või kevadiste suurvetega, et kõrgeväärtuselised taimekultuurid ka lühemal ajal kõrge põhja- ehk pinnavee all ei kannataks ja kevadel korralikult ja õigel ajal künni- ja külvitööd toimuda võiksid. Arvesse võttes Eesti põllumajanduse seisukorda, ei saaks meie oludes kuidagi õigustatuks pidada säärast äravoolu-normide alust. Suuremad magistraal-kanalid, mis meil maakuivenduse otstarbel kaevatud ehk kaevatakse, läbistavad peaaegu ilma erandita soid ja soostunud rohumaid, mis ka edaspidigi ikka rohumaadeks jäävad ja ka tulevikus looduslikkude rohumaadena kasutatakse. Loomulikult, et säärases olukorras pole eriliselt suuri majanduslikke kahjusid oodata, kui üksikuil aastail suvel erakorraliselt suurte vihmavalingute järele lühemaks ajaks ka kraaviäärsed maa-alad üle ujutatakse; samuti pole siin kaaluvat tähtsust sellel, kas kevadel rohi kasvama hakkab nädal varem või hiljem. Igatahes oleks meie oludes võimalik rahulduda väiksemate kraavi mõõtudega ja hinna vahe, mis siin kokku hoitakse,

oleks tunduvalt suurem kui need kahjud, mis tekivad taimekultuuride hävinemisest harvadel üleujutuste perioodidel.

Näib, et Eesti oludes on kõige otstarbekohasem pääkraavide kaevamisel aluseks võtta keskmist suvist vett, s. o. tingimusi, et taimekasvuajal veepind kraavides ei tõuseks sellasele kõrgusele, mis taimedele hädaohtlikuks saaks. Kuid tarviline oleks ka, et meie harilikud suvised suurveed, mis meil keskmistest suvistest vetest umbes 3—4 korda suuremad ja üsna sagedasti heina koristamise lõpuperioodis (juulikuus) ette tulevad, nii kõrgele ei tõuseks, et kraavi kaldaid üle ujutaks.

Kui käesolevas päätükis mainitud välismaa äravoolu-normide kasutamine Eestis võiks kõne alla tulla, siis näivad meie oludele kõige lähemal seisvat vene normid, sest meie aastane sademete hulk (500—600 mm) vastab umbes sademete hulgale neis vene raioonides, kus suuremad maaparandusetööd tehtud. Põllumajandus on ka meil võrdlemisi ekstensiivne, mis ei õigusta väga intensiivset maakuivendust ja suurte summade paigutamist sellesse ettevõttesse, vesikonnad on ka meil väga vähesel määral kanaliseeritud (väga sagedasti kaevatakse ainult pääkraav, kuna haru-kraavide kaevamine jääb kaugema tuleviku asjaks) jne.

Põllutööministeeriumi Kultuurtehnika-büroo on pääkraavide ja jõgede kaevamistööde projektide kokkuseadmise juures nende põik-suuruste arvestamisel eeskujuks võtnud vene prof. Kostjakovi poolt antud äravoolu valemi: $g = K.p.\frac{S}{\sqrt[x]{\omega}}$ sl/ha, kuid on ette võtnud siin mõnesuguseid muudatusi. Päänõudena on üles seatud, et kraav peab ära juhtima kuu keskmise päevase kõige suurema sademete hulga (kuu sademed jagatud sademetega päevade arvule) 24 tunni jooksul. Kõige sademeterikkam kuu on meil juuli, millal viiekümneaastane keskmine sademetega päeva sademete määr on 5,7 mm ehk ümmarguselt 6 mm; S on võetud 1. Valemi lõplik kuju oleks meil:

$$g = \frac{100 \cdot 100 \cdot 0{,}003 \cdot 1000}{24 \cdot 60 \cdot 60 \sqrt[x]{\omega}} = 0{,}7\,\frac{1}{\sqrt[x]{\omega}}$$ sl/ha, kus $\frac{1}{\sqrt[x]{\omega}}$ määrab äravoolu tasanemist, olenevalt vesikonna suurusest ω (hektaarides) ja kujust ning topograafilistest omadustest (x), kusjuures x võetakse siin võrdne 4, kui pikk, kitsas vesikond ja peaaegu kõik soo-maa; võrdne 6, kui vesikond lehvikutaoline ja suurem jagu mineraalmaa; $x = 5$ võetakse keskmiste olude tarvis. Võttes näiteks $\omega = 4000$ ha ja $x = 4$, saame äravoolu-normi $g = 0{,}09$ sl/ha. Kui vesikond osaliselt kanaliseeritud, siis tuleb säärasel teel saadud norme vähe suurendada.

Et väga raske on x jaoks enam-vähem õiget suurust tabada, polegi sagedasti äravoolu-normi arvutamisel valemit tarvitatud, vaid see on 1000—10000 hektaariliste vesikondade tarvis otsekohe määratud 0,10—0,15 sl/ha, arvesse võttes võimalikult kõiki tarvilisi asjaolusid.

Projektimisel on kraavide suurused võetud niisugused, et põhjavee pind asuks umbes 0,6—1,0 m sügavusel. Viimase sügavuse määramise juures on

mõõduandev, mis määral soo vajumist oodata, kas kavatsetakse lähemal ajal ümbruskonnas drenaaži ette võtta jne.

Põllutööministeeriumi Kultuurtehnika-büroo poolt on aja kestel 1921.—1927. a. valmistatud 240 magistraalveejuhtme korraldamise projekti. Neist veejuhtmetest on olnud:

vesikonna suurusega alla 50 ruutkm — 65%
" " 50—100 " — 19%
" " 100—200 " — 9%
" " 200—400 " — 5%
" " üle 400 " — 2%

Äravoolu-normina suviste keskmiste vete jaoks esineb neis projektides kõige sagedamini 0,1 sl/ha. Väljendades %-ides mitmesuguste normide tarvitamise sagedust, saame järgmised arvud:

äravoolu-normi alla 0,10 sl/ha on tarvitatud 10% juhtudel
" " 0,10 " " 32% "
" " 0,11—0,12 " " 30% "
" " 0,13—0,15 " " 27% "
" " üle 0,15 " " 1% "

Kraavide läbilaske-võimet on kontrollitud ka suviste kõrgvete jaoks, kusjuures kraav töötaks täie lõikega. Siin on äravoolu-normidena tarvitatud arvusid 0,20—1,00 sl/ha, sääljuures

äravoolu-normi alla 0,30 sl/ha on tarvitatud 2% juhtudel
" " 0,30—0,38 " " 18% "
" " 0,40—0,50 " " 69% "
" " 0,55—0,70 " " 10% "
" " üle 70 " " 1% "

Normide valiku juures on püütud arvestada vesikonna suurusega, selle kujuga, pinnakaldega, sademete hulgaga, maapinna läbilaskvusega ja muude asjaoludega. Suuremate magistraal-veejuhtmete, pääasjalikult jõgede, hüdraulilise arvestuse juures on püütud toodud norme võrrelda ja kontrollida tegelikkude läbivoolu hulkade mõõtmise teel eeluurimiste tegemise ajal. Kuid kuna meil pea kõigi põllumajandusliku maakuivenduse otstarbega reguleeritavate jõgede ja ojade kohta pikemaajalised vaatlused puuduvad ja meile nende veerežiim tundmata, siis ei saa ka neile üksikutele juhuslikkudele vooluhulga mõõtmistele, mida veejuhtme eeluurimise ajal toimetatakse, mitte otsustavat tähendust anda, vaid neid ainult võrdlusmaterjalina tarvitada. Hüdraulilist arvestust on siiski tulnud mõnesugusele keskmisele äravoolu-normile rajada.

Niisuguseid äravoolu-norme on tarvitatud Põllutööministeeriumi Kultuurtehnika-büroo poolt. Aga et kõigist seni riigi arvel ehk riiklikul toetusel juba kaevatud ja kaevamisel olevatest magistraalveejuhtmetest on tehtud kaugelt suurem osa Põllutööministeeriumi Kultuurtehnika-büroo poolt kokkuseatud projektide järele, ja et ilma riikliku toetuseta suuremaid magistraalveejuhtmeid nimetamisväärt vähe on kaevatud, siis võib ülal ettetoodud äravoolu-norme mõõduandvateks ja iseloomustavateks pidada kogu maa kohta.

Püütud on iga üksiku juhtumi jaoks eraldi äravoolu-normi tabada. Kas see Bürool õnnestunud on, või millisteks valitud normid osutuvad, selle kohta on praegu alles vara midagi kindlamat ütelda: seda peab korraldatud veejuhtmete lähem uurimine näitama.

Mis puutub voolusängi hõõrumiskoeffitsiendisse, siis on seda kaugelt suuremal osal juhtudel tarvitatud 0,030 suuruses (*n* — Ganguillet ja Kutteri valemis); harvemini 0,025. Ka hõõrumiskoeffitsiendi kohta, nagu äravoolu-normi kohtagi, puuduvad meil alles oma oludes tehtud vaatlused ja katsed vähemate veejuhtmete suhtes. On ainult olemas mõnesuguseid andmeid ja mõõtmise tulemusi selle kohta meie suurematel veejuhtmetel.

Kõike eelöeldut arvesse võttes, jõuame otsusele, et hüdrauliline arvestus meie melioratsiooni-projektides ei ole seni mitte võinud tugineda mõnesugustele äravoolu-normidele või läbivoolu hulkadele, mis oleksid leitud kohalistes oludes pikemaajaliste mõõtmiste ja vaatluste teel, sest et sellekohaseid vaatlusi ega mõõtmisi meil vähemates ja keskmistes veejuhtmetes ega vesikondades, milledega aga just melioratsiooni-projektides kokkupuutumist, tehtud ei ole. Kindlamate alusnormide puudusel on siis ka leida üsna suurt mitmekesisust meil kasutatavates äravoolu-normides ja koguni lahkuminekuid arvestuse põhimõtetes, mida meie kliimalised ja hüdraulilised olud küll vaevalt õigustavad. Sellejuures on tarvitusel olevad normid võõrastest oludest ilma kontrollimata meie oludesse üle kantud. Meie ei tea, kas normid, mida seni oleme tarvitanud, on olnud hästi või halvasti võetud, kuid siin on hääs usus igakord valitud säärased, mis tundusid kohastena. Peame aga siiski teatud umbusaldusega suhtuma neisse senikaua, kuni kontrollimine ja uued vaatlused ning mõõtmised meile pole näidanud nende otstarbekohasust.

Meil on aga ka juba käimas Sisevete Uurimise Büroo korraldusel kindlama äravoolu-normi määramise sihis süstemaatilised vaatlused ja mõõtmised kaevatud veejuhtmetel. Samuti püütakse määrata ka tegelikke voolusängi hõõrumiskoeffitsiente. Need vaatlused võivad kindlasti mõne aja pärast pakkuda juba huvitavaid tulemusi ja võimaldavad aja jooksul kogu meie veejuhtmete hüdraulilist arvestust rajada kindlamale alusele.

Ex bibl. univ.

4. Kraavide vahelaiuse ning sügavuse määramine.

Kui liigniiskuse all kannatavasse maasse kaevata kaks üksteisele paralleelset kraavi, siis on põhjavee pind nende kahe kraavi vahel mitte tasapind, vaid kumer. Kumeruse suurus oleneb maapinna veeläbilaskvusest. Vahest võib raskematel savimaadel ning soomaadel see kumerus üsna suur olla. Kui põhjavee pinna seisu tähele panna kevadest suveni, siis võib märgata, et see pind kahe kraavi vahel kuival ajal aeglaselt alaneb, suurte vihmade tagajärjel aga tõuseb. Kui kahe kraavi vahel, milledes alaline veekiht, kuival ajal auramine suurem on kui vee juurevool, mis oleneb maa halvast veeläbilaskvusest, siis võib juhtuda, et põhjavee pinna kumerus isegi negatiivse iseloomuga on. Enamasti on aga põhjavee pind kahe kraavi vahel positiivse kumerusega, s. t. kumerusega maapinna poole.

Põhjavee kumerpinna kuju kahe kraavi vahel oleneb ka kraavide vahelaiusest, kraavi sügavusest, auramisest, sademete rohkusest, vee rõhumisest jne. Mida vähem on kraavi sügavus

ning kraavi vahelaius, seda tasasem on ka kahe kraavi vahel põhjaveepind. Mida sügavamaks teha kraavid ning mida suurem nende vahelaius, seda kumeramaks muutub põhjavee pind. Seega järeldame, et sama põhjavee pinna sügavuse saavutamiseks on vaja suuremate kraavi vahelaiuste juures nad ka projektida sügavamad.

Arvesse võttes, et enamasti põhjavee-pind kahe kraavi vahel on teatava kumerusega maapinna sihis, siis peame ka kraavid vastavalt sügavamale projektima kui soovitav põhjavee kõrgus. Savi- ning soomaadel projektitakse kraavid harilikult 10—20 sm sügavamale kui soovitav põhjavee kõrgus. Arvesse võttes ettetoodud asjaolusid, toon siin kraavi lõpliku sügavuse leidmiseks järgmise näite:

keskmine põhjavee sügavus	50 sm
veekihi sügavus kraavis	20 „
juure lisatud põhjavee-pinna kumeruse tõttu . .	15 „
tarviline kraavi sügavus	85 sm.

Nii toimetatakse suuremate kraavide juures, kuna väiksemate kraavide juures lisatakse soovitavale põhjavee sügavusele ainult „kumeruse“ tõttu tekkinud sügavuse kaotus juure. Väga tähtis on sääljuures ka kraavi vahelaius, mulla veeläbilaskvus jne. Seega tuleb siis kraavi sügavust teatava põhjavee sügavuse saavutamiseks määrata kooskõlas kohalikkude oludega. Kraavide vahelaius on eriti tähtis väikeste imeja-kraavide juures, kus samuti valitseb vahekord kraavi sügavuse ning vahelaiuse vahel. Liiga suure kraavide vahelaiuse juures kannatab juba kuivendamise mõju, mis enam ei ole küllalt ühtlane igas kohas kraavide vahel.

Võttes üsna suurtes piirides, siis võib kõikuda kraavide vahelaius mineraalmaadel 15 m ning 200 m vahel ja soomaadel 15 ning 100 m vahel. Kõige sagedamini tarvitatakse aga kraavi vahelaiusi 20 ning 40 (50) m vahel.

Soode kuivendamine.

Igasuguseks põllumajanduslikuks otstarbeks kultiveeritava soo esimene nõue on tema kuivendamine. Toores soos, mis täidetud veega, puudub kultuurtaimedel igasugune võimalus arenemiseks, sest soos leiduv vesi takistab õhu juurepääsu, mis taimekasvule tarvilik. Ka öökülmad võivad hävitada saagi veega küllastatud pinnalt. Soodest aga, neid vastavalt nõuetele ja otstarbekohaselt kuivendades, võime luua parima kultuurpinna, nagu see soodus taimekasvule.

Soode kuivendamisel peame arvestama eriliste soomulla füüsiliste kui ka keemiliste omadustega. Nii on soomullal

suur veekinnipidamisvõime, omadus pääle kuivendust vajuda, halb soojuse juhtivus jne.

Soode kuivendamisega käib kaasas ka kiirem kõdunemisprotsess, mis on tingitud õhu ning vee liikumisest soos. Kõdunemise teel muutuvad taimede jätised väärtuslikkudeks kultuurtaimede toiteaineteks. Soode kuivendamisega loome veel mulla mikroobidele häid arenemisvõimalusi, mis omakorda soomulla väärtuse tõstmisele kaasa aitavad.

Soomulla kuivendamise intensiivsus oleneb kliimast, soo liigist, kultiveerimise sihist, maapinna langusest, soomulla sügavusest, kõdunemisjärgust, veesisaldusest jne. Väga tähtsad on kliimaolud. Sademete-rikastel maa-aladel tuleb intensiivsemalt kuivendada kui sademetevaesetel. Nii peame veel kõrgsood intensiivsemalt kuivendama kui madalsood. Samuti ka tasane soo kui ka soo, millel soomulla kiht paks on, tulevad intensiivsemalt kuivendada kui sood suurema langusega ja õhukese soomulla kihiga. Väga veerikkaid ning läbilaskmata aluspõhjaga soid peab intensiivsemalt kuivendama. Kui soomuld on mineraalmullà kihiga kaetud või mineraalmullaga segatud, siis väheneb seega auramine soopinnalt, mille tõttu tuleb rohkem vett ära juhtida, mis omalt poolt nõuab intensiivsemat kuivendamist. Kuivendamisel peab arvesse võtma, et taimekasvule ka veel küllalt niiskust leiduks. Nii arvab Tacke, et kui kaaluprotsentides arvates soomulla veesisaldus kuni 60 % langeb, siis on juba raskendatud taimede juurtel vett mullast võtta, sest et soomulla kolloidid peavad vett, kui teda vähem on kui 60 %, kinni. Kultuurtaimed arenevad kõige paremini, kui soomuld peaaegu täidetud on veega, nimelt umbes 85 % veesisalduse juures.

Liigkuivendamine on soole palju hädaohtlikum kui mineraalmaale. Kord liiga kuivaks tehtud soomuld muutub pulbritaoliseks ning imeb väga halvasti enesesse vett. Sellepärast muutub sellane liig intensiivselt kuivendatud soo taimekasvule ebasoodsaks. Säärasel juhul võime aidata, kui vastavalt kohalikkudele oludele paisutame vett äravoolu pääkraavis või katame soopinna mineraalmaa kihiga.

Soode kuivendamisel peame alati enesele võimaluse jätma veeolusid kergesti reguleerida. On tähtis, et talvine vesi kevadel kiiresti ära voolaks, seega soojeneb muld kiiremini ning arenevad kõik taimekasvule tarvilikud protsessid mullas, seega juba kevadel varakult taimede edaspidisele arenemisele paremaid tingimusi luues.

Taimekasvule tarvilik põhjavee sügavus soos.

Suvel peame soos põhjavett niisugusel sügavusel hoidma, et ta vastaks üksikute kultiveeritavate taimede nõuetele. Kevadel

ning sügisel on igatahes soovitav, et põhjavesi mitte kõrgemal kui 30 sm asuks ning et ta vaid sellel kõrgusel lühemat aega püsiks.

Veerikaste soode kuivendamisel võib alguses teatava aja jooksul tähele panna, et nad vajavad kultiveerimiskõlblikuks muutumiseks kauemat aega. Näiteks kuivendatud kõrgsoode juures võime esimesel ning teisel aastal märgata alalist vee ärajooksu, vaatamata isegi sademete puudusele. Alles pääle liigvee kõrvaldamise on vee äravool juba enam-vähem kooskõlas sademete hulgaga ning ilmastikuga. Kõrgsood on halvema veeläbilaskvusega kui madalsood, nii näiteks võime tähele panna, et 20 m kaugusel kraavist hakkab tema kuivendusemõju kiiresti vähenema ning 30—40 m juures on kuivendusemõju sagedasti veel vaevalt märgatav. Viimane asjaolu väljendub kõrgsoos suuremal määral kui madalsoos.

Soode kuivendamisel on tähtis arvesse võtta: 1) et liigvesi oleks kõrvaldatud, 2) et oleks kõrvaldatud võimalus pinnaveel sool seisma jääda ning 3) et põhjavee pind oleks teatavate kultuurtaimede nõuete kõrgusel. Üldiselt on soovitav, et põhjavesi asuks soos taimekasvu-ajal heinamaal 50 sm (40 sm — 60 sm) sügavusel; karjamaal 60 sm — 70 sm (80 sm) sügavusel ning põllukultuuride juures 70 sm — 60 sm sügavusel.

Fleischer tähendab, et sooheinamaadel ning karjamaadel on vee-reguleerimise ideaaliks neid soojal ajal niisked pidada, talvel aga põhjavett võimalikult madalal hoida. Põhjavesi peab heinamaadel keskmiselt 50-ne sm sügavusel asuma. Esimestel aastatel pääle heinaseemne külvi peame eriti selle eest hoolt kandma, et soo päälmises mullakihis leiduks küllalt niiskust seemnete idanemiseks ning noorte taimede võrsumiseks. Karjamaadel tuleb Fleischeri arvamisel põhjavett keskmiselt 60 sm — 80 sm sügavusel hoida, sest taimed tarvitavad sääl oma elu-tegevuseks palju vähem vett kui heinamaal, sest kogu mass, mida nad produtseerivad, on ka palju väiksem; karjatamisel lühikeseks jäänud heintaimed kaotavad palju vähem vett kui pikad heinamaataimed. Karjatamise tõttu muutub veel päälmine sookiht tihedaks, mille tõttu soomulla kapillaarsus suureneb, seega võimalust andes veeosakestele sügavamatest kihtidest ülesse tungida, — taimedele tarvitamiseks.

Tacke arvab, et igasugustel soodel tuleb heinamaade jaoks põhjavett keskmiselt 40 sm — 50 sm sügavusel hoida; karjamaadel 60 sm — 65 sm ning põldudel mitte palju sügavamal kui karjamaadel. Ka teiste sooparandajate andmed põhjavee sügavuse kohta soodes on enam-vähem kooskõlas siin toodud andmetega.

Eestis ei ole tegelikkude sooharijate keskel kuivendamise intensiivsuse kohta üksmeel valitsemas. Hulk tähtsamaid sooparandajaid on arvamisel, et põhjavett tuleb võrreldes välismaa andmetega võimalikult kõrgemal hoida, s. t. mitte sügaval maapinnalt. Et seda saavutada, tulevad kraavid palju madalamad kaevata.

Teine osa meie sooharijatest, nende seas endine kultuurinspektor taanlane J. C. Johansen leiab soovitavaks, et meil põhjavett keskmiselt sügavamal hoitaks kui seda välismaa andmed soovitavad, sest meie lühikesed, sügisesed päevad, madala õhutemperatuuriga, suure relatiivse niiskusega, vahelduva öökülmaga ning kastega, — kõik need loovad meil sügisel nii niisked olud, mis suurt töövõimet meie kuivendussüsteemidelt nõuab. Selle tõttu tuleb võrdlemisi sügavalt soomulda kuivendada, sääljuures kuivendusvõrku nii sisse seades, et vee paisutamine võimalik oleks.

Üldse puuduvad meil Eesti kohta veel tarvilisel määral täpsamad andmed ning laiaulatuselisemad kogemused soode kuivendamise kohta. Viimasel ajal on Eesti Sooparanduse Selts nimetatud ülesanded uuesti oma tegevuskavasse üles võtnud.

Kraavide sügavus ning vahelaius soos.

Et põhjavesi asuks soos teataval, taimekasvule soodsal keskmisel sügavusel, on tarvis kuivendusetööde läbiviimisel kraavid selleks vastava sügavusega ning vahelaiusega projektida. Selleks siinkohal kõik tarvisminevad andmed retsepti näol anda on päris võimatu, sest et kraavide vahelaius ning sügavus oleneb suurest hulgast tegureist. Tähtsamaist tegureist oleks siin nimetada: üksikute kultuurtaimede nõuded mulla niiskuse suhtes, soo liik, soomulla kihi sügavus ning kõdunemisjärk, millega ühenduses vajumise võimalused, ilmastiku olud, eriti sademete hulk, jne. Toon siiski siinkohal orienteerumiseks mõnede sellel alal asjatundjate andmed, et neid ligikaudselt võimalik oleks arvesse võtta maaparandusetööde projektimisel.

Kornella (Бершъ. Руководство по культ. болотъ 1914) arvab, et Galiitsia jaoks peab kraav soos 1,2 m sügav olema, mille juures vahelaius üksikute kraavide vahel kõigub heinamaal 30 m — 100 m; põllul aga 20 m — 50 m.

Prof. A. Buschmann toob järgmised andmed heinamaa kuivendamiseks soos:

Kraavi sügavus.	Kraavide vahelaius.
60 sm	30— 40 m
70 „	60— 70 „
80 „	80—100 „

Fleischer arvab, et sooheinamaade kuivendamisel kraavide sügavus peab 70—80 sm ning vahelaius 25—30 m olema. Kui soomuld keskmiselt kõdunenud on, siis vastavad toodud andmed kuivenduse jaoks ülesseatud nõuetele. Sügavuse määramisel on siin ka arvesse võetud, et kuivendamise tagajärjel ning parema õhu juurepääsemise võimaluse tõttu soomuld peenemaks, rohkem mullataoliseks ning tihedamaks muutub, selle juures esile tuleb üldine soopinna vajumine. Üldse soovitab Fleischer kraave algusest pääle enam sügavamalt projektida, et oleks võimalik talvel põhjavee pinda madalamal hoida, aga ka veel sel põhjusel, et vaatamata perioodilistele kraavide puhastusetöödele, kogub siiski nendesse aegajalt muda ning arenevad veetaimed. Soovime aga, et põhjavee pind kõrgemal seisaks, selleks võime kraavi teha väikeseid tammikesi või muidu mätaste abil veepinda kraavis kõrgemal hoida, mis sagedasti taimekasvule tarvilik.

Freckmann korraldas madalsoo kuivendamiskatseid lahtiste kraavide abil, mille juures kraavide sügavus oli 70 sm. Mitmesuguste tema poolt valitud kraavide vahelaiuste juures sai ta võrdlevalt heinatoodangu:

Vahelaius.	Heinatoodang (võrdlev) % %
30 m	95 %
40 „	100 %
50 „	99 %
60 „	94 %

Nii arvab Freckmann, et madalsoo kultiveerimisel on kõige soovitavam kraavide sügavus valida 70 sm (60 sm), vahelaius aga 40 meetrit.

Tacke hoiatab liiga sügava soode kuivendamise eest. Ta toob ühe soo kuivenduskatse andmed, kus 30 m vahelaiuse juures kraavide muutuva sügavusega oli saak ühelt hektaarilt järgmine:

50 sm kraavi sügavuse juures — 6100 kg
80 „ „ „ „ — 5450 „

Kõige soovitavamaks peab Tacke sooheinamaade kuivendamise 60 sm sügavate kraavidega, 25—50 meetriliste vahelaiuste juures.

Sookarjamaade jaoks puuduvad enamasti vastavad andmed kraavide sügavuse ning vahelaiuse kohta, sest üldse ei ole soovitav sookarjamaid lahtiste kraavide abil kuivendada. Palju kohasem on võtta tarvitusele sookarjamaal kuivendamine drenaaži

abil, sest et kariloomad kuuluvad teatavasti kõige suuremate lahtiste kraavide vaenlaste hulka. Kõige rohkem kannatavad karjatamisel lahtiste kraavide küljed, mis loomade sõtkumise tõttu sisse langevad, seega kraavi normaalset töötamist takistades.

Väga huvitavad andmed madalsoo kuivendamise kohta lahtiste kraavide abil toob Novgorodi sookatsejaama juhataja Savkin*. Sademete hulk on nimetatud sookatsejaamas 8 aastaste keskmiste vaatluste põhjal 500 mm aastas, mille juures kõige suurem sademete hulk suve pääle langeb. Samas läbiviidud vaatlused kraavide kuivendusvõime kohta toon järgnevas tabelis.

Kraavide vahelaius.	Põhjavee pinna sügavus sentimeetrites.			Põhjavee sügavuste vahe kraavi kohal ning vahelaiuse keskel.
	2 m kaugusel kraavist.	Kraavide vahelaiuse 1/4 osa kohal.	Kraavide vahelaiuse keskel.	
20 m	60 sm	57 sm	55 sm	5 sm
40 „	57 „	55 „	50 „	7 „
60 „	50 „	47 „	40 „	10 „
80 „	49 „	25 „	16 „	33 „

Siin on huvitav tähele panna, kuivõrt kraavi vahelaiuse kasvamisega sookuivendamise ühtlus kannatab ning põhjavee pinna kumerus kahe kraavi vahel suureneb. Mulla kuivendamise mõttes kõdunenud madalsoos mõjub küllalt hästi kraav, mis teisest 20—30 meetri kaugusel asub, sääljuures asub põhjavesi sügavamal kultiveeritud soos, s. t. kui tema pinnal juba kultuurtaimed kasvavad, kui samal viisil kuivendatud aga alles veel kultiveerimata soos. Vähe kõdunenud kõrgsoos ulatub kraavi kuivendusemõju, mis veel taimekasvule kasulik, 10 meetri kaugusele; 20 meetri kaugusel asub põhjavesi juba 15 sm sügavusel.

Nii on siis eelpool toodud andmetel küllalt kõdunenud madalsoo kuivendamine kõige otstarbekohasem teostada 75 sm sügavuste kraavide abil, 40—60 m vahelaiuste juures; kõrgsool peame kraavid projektima vähemate vahelaiustega, keskmiselt 30—40 meetri ulatuses.

Taimede toodangu suuruse kohta 70 sm sügavuste kraavide juures 21, 43 ja 64 m vahelaiuste juures, toon siin Nowgorodi katsejaama andmed

Viil.	Saak ha-lt kvintaalides, mille juures kraavide vahelaius oli:		
	21 m	43 m	64 m
Kaer (tera)	12	16	15
Segatis (hein)	49,5	50	45
Kartul (mugulad)	90	79	52,5
Loomanaerid (juurikad) . . .	225	255	115
Heinamaa (hein)	60	60	75

Nagu tabelist näha, on saavutatud kaera, loomanaeriste ning segatise juures vilja kõige suurem saak 43-meetrilise kraavi vahelaiuse juures; kartuli juures 21-meetrilise ning heinamaal 64-meetrilise vahelaiuse juures.

Mis veel soode kuivendamisel lahtiste kraavide abil tarvis arvesse võtta.

On soopinna langus juba väiksem kui 0,1 %, siis on soo kuivendamine siiski veel võimalik kuigi raskendatud. Ei ole soovitav soos kraavi põhjale suuremat langust anda kui 1 % (äärmisel korral 2,5 %). Suure kraavilanguse juures peab kraavi põhi ning osa tema külgedest, mis veevoolu mõju all seisavad, põimima hagudega ehk kindlustama kividega või muul teel. Üldse on hää kraavi külgi ka väiksema veekiiruse juures veevoolu vastu kindlustada, mida kõige parem on saavutada kraavi külgede heinkamaraga katmise teel. Kamarat mujalt lõigata ning siis kraavi külgedele kinnitada üksikute kamara-tükkide näol tuleb võrdlemisi kallis maksma. Lihtsam ning odavam on külida kraavi külgedele vastav heinaseemne-segu, mis kraavi küljed tiheda kamaraga katab. Eriti vee uhtuva mõju, külma ja tuulte all kannatavad kraavi külgedel need kohad, kus veepinna ajutise tõusu või languse tõttu kraavis muld vaheldumisi niiskeks ning kuivaks muutub.

Kõige sagedamini on enam-vähem kõdunenud madalsoos kraavi nõlvus 1 : 1. Vastavalt soomulla kõdunemisjärgule on kraavi nõlvus sagedasti ka 1 : ¼; 1 : ½; 1 : ¾, päris kõdunemata soos võib ka 1 : 0 olla. Ainult pärast kraavi puhastamistööde läbiviimist, mil kraavi külgedes muld ka enam kõdunenud on, antakse külgedele suurem nõlvus. Kraavi nõlvus soos oleneb rohkem soomulla kõdunemisjärgust kui soomulla liigist. Õieti valitud kraavi nõlvus lubab sookuivendamisel sagedasti kulude kokkuhoidmist.

Kõige väiksemat ettenähtud kraavipõhja langust võib tarvitada ainult kõrgsoos. Madalsoos on see languse alammäär teine kui kõrgsoos, sest et enamasti on tema kõdunemisejärk paremini arenenud kui kõrgsool, mille tõttu ka kogub rohkem muda kraavi põhjale. Pääle selle on madalsoo kraavides enam arenenud taimede kasv, mis kõrgsoo kraavides peaaegu puudub. Selle asjaolu tõttu on muidugi hõõrumiskoeffitsient madalsoo kraavides palju suurem kui kõrgsoo kraavides. Kõike seda arvesse võttes peame madalsoos kraavid projektima suurema langusega kui kõrgsoos.

Kraavi põhja languseks madalsoos ei ole soovitav võtta vähem kui 0,03%, kõrgsoos — 0,02% (0,01%). Väiksemad kuivad kraavid võivad isegi peaaegu horisontaal-põhjaga olla, suuremate pääkraavidel (magistraalidel) ei saa harilikult suuremat põhja langust anda kui seda lubab maapinna langus.

Tuleb võtta arvesse, et soo vajumisel võib kraavides esineda languse kaotus, sellepärast tuleb projekti kokkuseadmisel soo vajumise ning sellega ühenduses languse vähenemise võimalused ette näha. Kui pääkraavile on võimata suuremat langust anda kui peaaegu minimaalne, siis peab vastavalt suurem olema tema ristläbilõige, et ka soo vajumise korral oleks siiski võimalik ära juhtida kogu veehulka.

Kõige vähema põhjalaiuse jaoks sool toob Seelhorst* järgmised andmed: pääkraav — 1 m; koguja-kraav — 0,5 m; imeja-kraav — 0,25—0,35 m.

Tegelikult võiksid aga siin toodud minimaalsed kraavi põhjalaiused natuke väiksemad olla.

Kui mineraalmaa seljandikud soos kohati tema päälmise pinna lähedal asuvad, nii et kraavide kaevamisel nende põhi mineraalmaasse lõigata tuleb, siis on parem võimalikult kraavi võrku nii projektida, et kraavid asuksid päris soomullas, mil puhul ka kraavitöö kiiremini edeneb ning ka odavam tuleb. Pääle selle on tarvis võtta arvesse, kuivõrt soomaa kraavi mineraalmaasse paigutamine soo kuivendamisel mõjuda võib, sest et niisugusel juhul on vahest karta soomulla liiga kuivaks muutumist, kui soo mineraal-aluspõhi hää vee läbilaskja on. Enne kui laiali laotada kraavi põhjast saadud mineraalmaad, tuleb ta enne põhjalikult uurida väävlisraua (FeS_2) sisalduse suhtes, missugune on taimekasvule kahjulik. Üldse peab kraavi muld ühetasaselt laiali laotatama, mille juures suuremad soomulla tükid peenendada tuleb. Seda võib hästi ühendada maapinna tasandamistöödega. Vahest on ka kasulik tarvitada kõdunenud

kraavimulda komposti tegemiseks või parandada temaga huumusekehvi mineraalmaa põldusid.

Vahest võib kuivendamise alla tulla väga vesine, osalt ujuv soo. Niisugusel juhul tulevad kraavid alguses mitte nende täie sügavuseni lõigata, vaid ainult osa temast. Kui soopind kuivemaks läheb ja soomuld kraavi läheduses tihedamaks muutub, siis võib järk-järgult kraavi sügavust suurendada, kuni lõpuks selle projektitud sügavuseni. Kui arvesse võtta sääljuures, kuivõrt raskesti soomuld vett läbi laseb ning kuivõrt raskesti vett, mida ta sisaldab, ära annab, siis on arusaadav, et kraavi süvendamisega ainult väga aeglaselt edasi sammuda tohib, et soomulla tasakaal kraavi kallastel püsima jääks ning kraav mitte kokku ei langeks.

Kui kraav algusest pääle on kaevatud sügavam kui seda soomulla tihedus lubab, siis on soomulla massi rõhumine kraavi külgedele nii suur, et küljed kokku langevad: päälegi on soomuld kuivendamata olekus õige vedel. Arvesse võtmata ettetoodud asjaolusid, võib kraav lühema aja jooksul oma esialgse kuju kaotada.

K r ü g e r* tähendab, et see võib vahest nii järsku sündida, et kraavitöölised vaevalt kraavist välja pääsevad. Säärasel kraavi kinnivajumise juhul tekivad kraavi kõrvale praod, mis veega täituvad ning millal siis sünnib säärane hüdrostaatiline rõhumine kraavi külgedele, mis soomulla vasturõhumise ületab, mille tagajärjel kraavi täieline kokkuvarisemine ähvardab. Sellepärast tuleb esmalt prao kohad sügava vaokese abil kraaviga ühendada, et vaokestesse tekkinud vett ära juhtida, enne kui asuda kraavi parandamisele. Vahest on need prao kohad nii taimede poolt varjatud, et neid raske leida on.

Soo vajumine.

Kuivendusetööde teostamisel tuleb arvestada soo vajumisega, mis ühenduses seisab soomulla vaesemaks minekuga vee suhtes ning tihedamaks muutumisega harimise ning kõdunemise tagajärjel.

Soo vajumist on raske algusest pääle kuivendussüsteemi projektimisel määrata. Soo vajumise tagajärjel läheb soopinna kõrgus merepinnast või mingisugusest relatiivsest null-pinnast arvatud madalamaks. Nii kaua kui liigvee tõttu taimede osad ning jätmed, milledest soo koosneb, vee all asuvad, heljuvad nad oma raskuse tõttu vee sees; kui aga kuivendamise tagajärjel nüüd soomuld võrdlemisi kuivalt põhjavee pinnast välja ulatub, siis on see tasakaal rikutud ning soomass, mis veest

välja ulatub, ühes temas sisalduva veega rõhub alumistele sookihtidele neid kokku litsudes. Ka päälmine soomulla-kiht on ise tihedamaks muutunud. Kõik see kutsub esile soopinna vajumise.

Millest oleneb soo vajumise määr? Soo vajumine oleneb kuivendamise intensiivsusest. Mida sügavamad on kraavid, mida väiksem kraavide vahelaius, seda suurem on soo vajumine. Edasi oleneb vajumine turba liigist, nii vajub madalsoo vähem kui kõrgsoo. Ujuva soo juures on peaaegu võimata vajumise suurust ette näha. Vajumine oleneb veel soo veerikkusest, mida rohkem vett soos, seda enam vajub ta pääle kuivendamist kokku, mida paremini on kõdunenud soomuld, seda vähem vajub soo; kõige suurem vajumine on toore, kõdunemata soo juures.

Mineraalainete hulk soomullas vähendab soo vajumist. Teataval määral suurendab ka soo vajumist suurem soomulla sügavus. Kui soomulla mineraalaluspõhi on halb vee läbilaskja, siis vähendab see asjaolu vajumise suurust. Ka kliimalised olud võivad mõjuda vajumisele. Näiteks, kui sademete hulk väga suur ning auramine väike, siis vähendab see asjaolu vajumise kiirust, teeb vajumist aeglasemaks.

Vajumisele mõjub ka soomaa harimine, soo päälmist kihti kohendades ning peenendades, teda seega õhule kergemini kättesaadavaks tehes ning pakterite arenemiseks soodsaid tingimusi luues, mis kõik edendab soomulla kõdunemist, seega vähenemist tema mahus. Teiselt poolt on soo vajumine ka osalt esile kutsutud raskete sooharimisriistade tarvitamisega, milledest oleks nimetada eriti raske soorull.

Soomulla vajumine ei sünni mitte ühtlaselt igas kohas, pehmemad kohad vajuvad rohkem kui kõvemad. Loomulikult on soomulla vajumine kraavi kohal kõige suurem, muutub aga kaugemale kraavist ning sügavamale vähemaks. Veel võime tähele panna, et mitte ainult päälmised sookihid vajumisest osa ei võta, vaid ka alumised, muidugi küll tunduvalt vähemal määral.

Tacke on arvamisel, et kuivendamine mõjub ainult soopinna lähedal asuva mitte sügava kihi pääle. Kraavipõhjast sügavamal asuvate kihtide vajumine on igatahes juba üsna väike. Kraavide projektimisel on sellepärast ükskõik, kas soomulla-kihi sügavus suur või väike on, arvesse tuleb võtta ainult kuivendatud päälmise soopinna kihi vajumine.

Krüger arvab oma uurimiste põhjal 10 m sügava Sternebergi kõrgsoo kohta, et viimane enne kuivendamist sisaldas 95% vett ning väga vähe kõdunend oli. 14 aasta pärast võis tähele panna 2,95 m soo vajumist. Huvitav on veel ära märkida, et mida

rohkem aega möödus, seda aeglasemaks muutus soo vajumine. On õigus arvata, et soo vajumine lõpuks üsna väikeseks muutub. Nii näeme, et vajumine oleneb ka ajast. Mida rohkem aega möödub pääle soo kuivendamist ning harimisele võtmist, seda vähemaks muutub vajumise määr iga aastaga. Et kuivendussüsteemi projektimisel võimalik oleks vajumist arvesse võtta, on Gerhardt järgmise tabeli kokku seadnud, mille põhjal on võimalik umbkaudselt määrata soo vajumise suurust meetrites.

Soo omadus	Soo sügavuse juures:						
	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m	7 m
Tihe	0,15	0,24	—	—	—	—	—
Kaunis tihe . . .	0,20	0,32	0,43	0,55	—	—	—
Kaunis kohe . . .	0,28	0,44	0,60	0,75	0,90	1,1	—
Kohe	0,40	0,62	0,85	1,10	1,3	1,5	1,8
Peaaegu ujuv . . .	—	0,90	1,23	1,55	1,9	2,2	2,5

Siin toodud Gerhardt'i andmeid peab väga umbkaudseiks lugema.

Soo vajumine ei ole ühtlane ka põigiti kraavi sihile. Nii vajub pääle kuivendamist soo kõige rohkem kraavi läheduses ning mida kaugemal kraavist, seda vähemaks muutub vajumine. Juba Schweder* tähendab, et kuivendussüsteemi projektimisel soo vajumist arvesse tuleb võtta, sääljuures on kraavid tarvis kohe nii sügavaks kaevata kui see lõplikult pääle vajumist tarvis oleks, sest pärastpoole on süvendamine juba raskem. Et kuivendamine sääljuures mitte liig intensiivseks ei muutuks, on kasulik kohati kraavi põhjale jätta väiksed mullavallid, missuguseid pääle soo vajumise kerge kõrvaldada.

Krüger on veel arvamisel, et arvestades soomulla kõdunemisjärguga enne kuivendamist peaksime soo vajumiseks 10% kuni 25% soo sügavusest arvama.

Olgu siin veel tähelepanu juhitud ühele asjaolule, nimelt kraavi kaevamisel peame arvesse võtma ka selle kihi vajumist, mille pääl kraav asub ning ühes millega ühtlasi ka kraav vajub.

Kooskõlas Krüger'i poolt toodud andmetega on ka järgmine kalkulatsioon, mis näitab kuivõrt kraavi sügavus soovitud ühe meetri sügavusest kõrvale peab kalduma, arvesse võttes soo vajumist.

Kui projektitud kraavi sügavus peab olema 1 m, siis

1,5 m soomulla sügavuse juures, kui kõdunenud soomuld, tuleb kaevata kraav 1,2 m sügav;

1,5 m soomulla sügavuse juures, vähe kõdunenud soomuld, tuleb kaevata kraav 1,2—1,3 m sügav;

3 m soomulla sügavuse juures, kõdunenud soomuld, tuleb kaevata kraav 1,3 m sügav;

3 m soomulla sügavuse juures, vähe kõdunenud soomuld, tuleb kaevata kraav 1,3—1,5 m sügav:

rohkem kui 3 m soomulla sügavuse juures, kõdunenud soomuld, tuleb kaevata kraav 1,4 m sügav;

rohkem kui 3 m soomulla sügavuse juures, vähe kõdunenud soomuld, tuleb kaevata kraav 1,4—1,5 m sügav.

Vajumise suuruse mõõtmine sünnib kõige täpsamini, kui põigiti kuivendamisele tulevale sooalale siht ajada, teataval kaugusel üksteisest ära tähendada punktid ja nende punktide kõrgus loodimise teel määrata, ühendades saadud andmed kindlate punktide (reeperite) kõrgustega. Nüüd tuleb perioodiliselt igal aastal soopind meie sihtjoonel asuvates punktides loodida ning võrrelda kindlate punktide kõrgustega sihi otsadel. Säärasel teel võime kergesti määrata sihi profiilil soo vajumist. On ka veel võimalik määrata teisel teel soo vajumist, kuid kõige täpsamaks meetodiks soo vajumise määramisel jääb ikkagi loodimine.

Krüger soovitab määrata soo vajumist veel järgmiselt. Soomullasse lüüakse mitmel kohal vaiad, mis mineraalalus-põhjani ulatuvad. Vaiade otsade kõrgused seotakse omavahel loodimise teel. Loodimist korratakse aegajalt, et näha, kas vaiad on samal kõrgusel püsinud, kuidas nad alguses olid. Umbes kahe meetri kaugusele vaiadest paremale ning pahemale poole lüüakse soopinnasse väiksemad, lühemad tikud, nii et kõik 3 ühel joonel asuksid. Kõrval asuvad lühikesed tikud teevad soo vajumise kaasa. Ühendades latiga need kolm tikku, teeme keskmisele märgi. Mõne aja järele võime uuesti vaatluse teha samal teel lati abil ja määrata soo vajumise suuruse.

63-69

Maakuivenduse eeltööd.

Et maakuivendamistöid otstarbekohaselt läbi viia, on tarvis valmistada enne maaparanduse eelkava, kus oleksid tähendatud kõik projektimisel tarvisminevad andmed. Enne kui asuda maaparanduse eelkava kokkuseadmisele, on selleks tarvis koguda kohapääl rida andmeid ning valmistada kuivendamise alla tuleva maa-ala plaan.

1. Välised eeltööd maaparanduse kava valmistamiseks.

Et maaparanduse kava valmistada on tarvis selge ettekujutus saada kuivendatavast maa-alast, selle mulla omadustest, põhjaning pinnavee oludest ning ülevaade kultuuralade jaotusest. Kõige tähtsamad andmed maaparanduse eelkava valmistamiseks saame pinna loodimisel.

Pinna loodimisel on võimalik leida teatava maa-ala iseloomustavate punktide kõrgused ja nende abil kanda plaanile horisontaalid ehk kõrgusejooned (v. plaan raamatu lõpul); säärane plaan ühes teiste kujutavate märkidega (hooned, kraavid, põldude vahed, metsa, põllu, heinamaa jne. kontuurid ühes madalate ja kõrgemate kohtade tähendamisega) on juba tarviline kultuurtehnikule kuivendussüsteemide projektimiseks.

Enne kui tegelikult asuda pinna loodimisele, on tarvis loodimisele tulevast maa-alast täieline plaan teha, võib ka kasutada selleks varemalt maamõõtja poolt valmistatud plaani. Soovitav plaani mitte vähemas mõõdus teha kui 1:2500, [ehk 1:2600 või 1:2100], muidu muutub ta vastasel juhul õige kirjuks.

Ühes maa-ala kontuuri plaanile võtmisega pannakse ka piketaaž ehk loodimise tikud just selle järele, kuidas maapinna iseloom seda nõuab. Näiteks tasaste maade ning soode juures on küllalt, kui piketid iga 80—100 m kaugusel üksteisest asuvad. Harilikkude põllumaade juures peab piketid asetama iseloomustavatele kohtadele, näit. silma järele kõrgemale ja madalamale kohale ja umbes nii, et vahe 2 piketi vahel enam ühtlase iseloomuga oleks, ühtlane tõus, — langus. Nii tuleb künklikel põllumaadel asetada sagedasti, ühenduses maapinna mitmekesise kujuga, piketid iga 20—50 m kaugusele. Piketid püütakse asetada ka olemasolevate kraavide kallastele, et loodimise teel võimalik oleks leida piketi juures kraavi sügavust. Piketid eraldatakse üksteisest numbritega, alates nullist. Pikettide asukohad tähendatakse plaanil vastavalt samade numbritega, mis püsivad seni, kuni punktile temale vastav kõrgus juure kirjutatakse, juba tušiga.

Kraavide ja põllupeenarde plaanile tähendamiseks mõõdetakse nende keskkohani, samuti alustatakse ka mõõtmist kraavi keskelt.

Loodimise alla tuleva maa-ala plaanile võtmine ühes pikettide panekuga sünnib enamasti ekkeri abil. Kõige soovitavam on tarvitada prisma-ekkerit, mis hõlbus kaasas kanda ja täpsuse poolest midagi soovida ei jäta.

Kui loodimisele tulev maa-ala on piketitud, siis peame leidma tähendatud punktide kõrgused. Selleks asetame varemalt

hästi kontrollitud loodimisaparaadi kohta, kust näha võimalikult rohkem punkte. Olles teinud vaatlused latilt kõikidele nähaolevatele pikettidele, valime selles suunas, kuhu poole aparaadiga liigume n. n. sidumispunkti ja teeme sinna vaatluse eriti täpsalt, soovitav eksituste ärahoidmiseks kahekordne vaatlus teha. Sidumispunktis on pikett põhjavaiaga (v. joon. 32). Aparaadiga teise kohta minnes teeme vaatluse taha viimasele sidumispunktile ja nii on meil võimalik siduda kõiki kõrgusi looditaval maa-alal, saades kõikide punktide kõrgused.

Pinna loodimise ajal valitakse veel kindlad punktid (reeperid), mis alaliselt püsima jääksid, ja leitakse ka nende kõrgused. Reeperiteks tarvitatakse kõige sagedamini risti- ehk piirikive või mingisuguseid teisi suuremaid kive. Reeperina võib tarvitada veel maja sokkelit või teisi kindlaid esemeid. Maa-alal, kus aga viimased kõik puuduvad, võib tarvitada reeperiteks selleks eriti valmistatud tulpa, millele kindla kõrguse tähendamiseks oleks tehtud püsiv märk. Viimaseid tuleb kõige sagedamini tarvitada soodes. Meil võetakse maaparandusetööde juures sagedasti reeperiteks kasvavad puud, mil puhul tehakse puusse tarviline lõige, mille kõrgus määratakse. Päältpoolt märki saetakse puu maha, et ta edasi ei kasvaks ega hiljem tarbepuuna huvi ei ärataks. Looditud reeperite juure tähendatakse harilikult 2 arvu, näiteks maaparanduse-plaanide juures tuleb sagedasti ette säärane tähendamisviis: *Fix kv.* $\frac{726}{704}$, siin tähendab päälmine arv (726) kivi kõrgema koha kõrgust ning alumine arv (704) maapinna kõrgust kivi juures. Reeperite loodimine peab sündima võimalikult täpsalt (kahekordne vaatlus).

Harilikkude pikettide loodimisel asetatakse loodimislatt maapinnale, hoolega aga selle järele valvates, et lati ots asuks ümbritsevat maad iseloomustaval kõrgusel, mitte aga mullatüki otsas ega ka üksikus augus, lohus.

Maa-ala pikettimisel uuritakse ka mulla ning maapõhja omadusi. See mulla ning maapõhja järelekatsumine (sondeerimine) peab vähemalt ulatuma 1—2 m sügavuseni; suuremate kraavide korral vähemalt kraavi sügavuse ulatuseni.

Kõik loodimisel saadud andmed kirjutatakse selgesti ja arusaadavalt raamatukesse. Siinjuures toon meil kõige sagedamini tarvitatava vormi (v. lk. 66). Väljal tehtud loodimise andmed peavad jääma originaaliks ning neid ümber kirjutada ei ole lubatud, sest ümberkirjutamisel võivad tihti tekkida vead.

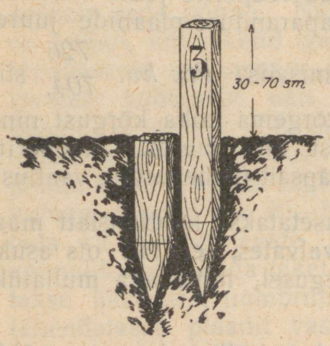
Maakond: *Pärnu*

Vald: *Voltveti*

Talu: *Tagajärve* Om.: *Villem Vidrik*

Piketi Nr.	Latilt loetud	Aparaadi horisont	Kõrgus	Märkused
0	*67*	*599*	*532*	
kr. p.	*109*		*490*	
v. p.	*104*		*495*	
1	*63*		*536*	
4	*49*		*550*	
11	*37*		*562*	
⋮	⋮		⋮	
18	*32*		*567*	
18	*114*	*681*	*567*	
23	*108*		*573*	
⋮	⋮		⋮	

Loodimistöid lõpetades on soovitav siduda aparaadi viimane seisukoht esimesega ehk toimetada loodimist korduvalt. Kui seejuures ilmneb vahe, mis seisab lubatud vigade piirides (soovitav mitte enam kui 3–5 (10) mm ühe loodimisega läbikäidud km kohta), siis võime niisuguse töö tagajärgedega rahul olla ning juba arvutatud relatiivsed kõrgused plaanile kanda ja nende abil kõrgusejooned tõmmata, et maapinna reljeefi kohta piltlikku kujutust saada, mis kergendab kuivendussüsteemide projektimist.



Joon. 32.

Millaski ei tohi pinnaloodimist nii lõpetada, et puuduksid andmed vee äravoolu kohta väljaspoole looditud maa-ala. Soovitav on vee äravoolu-pääkraavi jaoks siht (mis maa-ala kõige madalamale kohale tuleb) loodida juba pinnaloodimise ajal. Selleks paigutatakse piketid harilikult tasasemal maal 80—100 m kaugusele, muutlikuma iseloomuga maa-alal aga lähemale. Siin tarvitatavatele pikettidele peame aga põhjavaiad juure panema, mis asuksid maapinnaga tasa ja millele asetatakse loodimise aegu latt (v. joon. 32.). Vee äravoolu-pääkraavi sihi loodimisel saadud andmed kasutatakse nimetatud kraavi profiili joonestamisel ja mullatööde arvutamisel.

2. Maaparanduse-eelplaan.

Loodimiskaustikus arvutatud kõrgused kantakse situatsiooniplaanile musta tušiga, sääl vastavalt tähendatud pikettide numbrite asemele. On kõrguste arvud plaanile kantud, siis ühendatakse ühekõrgused kohad joontega — kõrgusejoontega. Kõrgusejoonte joonestamiseks tarvitatakse tušši — põletatud siena. Kui maapind ei ole suure langusega, siis kantakse kõrgusejooned iga 25 sm tagant. Sääljuures tähendatakse täisjoontega täismeetrilised kõrgused, joonekestega poolmeetrilised ja punktiiriga veerandmeetrilised (v. maapar.-eelplaan). Säärast kõrgusejoonte kujutamisviisi tarvitades on võimalik kergesti maapinna languse ja tõusu üle selget ettekujutust saada. Plaanil, millele joonestatud kõrgusejooned, võime alustada kuivendussüsteemide projektimist. Esmalt tuleb selgusele jõuda vee äravoolu-pääkraavi asukoha üle, mis asub harilikult maapinna kõige sügavamal kohal — pääorus; teises järjekorras tuleb projektida koguja- ning imeja-kraavid. Täpsama pääkraavi languse määramiseks on tarvis, nagu eelpool tähendatud, pääkraavi sihi loodimine väljas läbi viia.

Maaparanduseplaanil on kõik tarvisminevad andmed musta tušiga joonestatud, nagu näiteks hooned, vanad kraavid, põldude vahed jne. Kõik, mis projektitakse, joonestatakse punase tušiga, sääljuures lahtiseid kraave ära tähendades kahe paralleeljoonega ning drenaaž-kraavid ühe punase joonega. Orienteeruda aitab kõige paremini raamatu lõppu lisatud värvitrükis maaparanduse eelplaan.

Seletuskiri. Maaparanduse-eelplaanile lisatakse harilikult juure veel vastav seletuskiri. Seletuskirjas peab leiduma:

1. Maaomaniku nimi, koha nimi ning asukoht.
2. Üldine koha kirjeldus, üksikute maa-alade suurus, looditud maa-ala suurus ning missugusele maa-alale maaparanduse-eelplaan valmistatud.
3. Lühike ülevaade maaparanduse otstarbe ning sisu kohta.
4. Kuivendusele tuleva maa-ala mullastiku ning aluspõhja kirjeldus.
5. Naabruses asuva maa-ala üldine reljeef, looditava maa-ala langus ning põhja- ja pinnavee olud. Samuti ka veeäravoolu võimaluste muretsemine maakuivenduse teostamiseks.
6. Vanade, olemasolevate ja uute kraavide ning drenaaži kirjeldus; andmed ning põhjendused vee äravoolu suuruse kohta, samuti ka imeja-kraavide ja dreenide vahelaius ühes põhjendustega nende sügavuse, languse ning suuruse kohta. Põhjendused valitud kuivendussüsteemi tarvitamise üle.

7. Mitmesugused andmed ning soovitused kraavi põhja ning külgede kinnitamise kohta liiga kiire veejooksu vastu jne.

8. Maaparanduse teostamise üldkulud ning kulud ühe hektaari kohta.

9. Igasugused muud tähendused ja märkused, mis tingitud kohalikkudest oludest.

Maaparanduse eelarve. Maaparanduse eelarvesse peab üles tähendatama kõik kulud, mis maaparandusetööde teostamisel võivad tekkida. Ühtlasi tähendatakse ka eelarves üksikute kraavide suurus. Drenaaži mullatööde arvutuse aluseks võetakse dreenide pikkus; lahtiste kraavide juures arvutatakse aga kubatuur. Salakraavide juures tähendatakse sääl tarvitatavad mitmesuguse jämedusega torud eraldi.

Metsa ja kändude juurimisel tuleb tähendada pindala ja metsa suurus, tihedus ning sellele vastavalt töö suurus. Kivide koristamise kohta tuleb tähendada üldine kubatuur ja kas kogumass on arvatud lõhutud või lõhkumata materjali kohta. Igasuguste tööde juures on veel tarvis ära tähendada töö hind. Töö hindadeks võetakse harilikult keskmised kohalikud hinnad. Nii saame lõpuks tööde ja materjalide kogu suuruse, mille põhjal võime leida kulud 1 ha kohta. Raamatu lõpus on toodud näiteks niisugune maaparanduse eelarve, koostatud Eesti Põllumeeste Keskseltsi maaparanduse-büroo poolt, missugune praegu üldiselt tarvitusel.

Veeäravoolu-pääkraavi pikiprofiil. Pääkraavi suuruste arvutamisel võetakse arvesse pinna suurus, millelt vesi pääkraavi koguneb. Et oleks parem ning kergem pääkraavi suurust arvutada ning et ta ühtlasi ka näitlikum oleks, selleks joonestatakse harilikult pääkraavi pikiprofiil. Profiili joonestamisel võetakse horisontaalulatuste ülekandmiseks harilikult sama mõõt, milles plaan joonestatud, kuna vertikaalulatuste jaoks suurem mõõt võetakse, et sellega kõiki muudatusi vertikaalsihis enam reljeefsemalt lasta silma paista. Tarvitatakse sagedasti näiteks horisontaalmõõduks — 1:2500 ning vertikaalmõõduks 1:50 või 1:100.

Profiilile tuleb tähendada maapinna kõrgused, projektitud kraavi põhja kõrgused ning kraavi sügavused, tema laius ning langus; pikettide numbrid ning nende kaugus üksteisest, samuti ka nende kaugus algpunktist; mullastiku ning aluspõhja omadused; kõige suurem ning keskmine veesügavus taimekasvuajal jne. Kõige selgema pildi pääkraavi pikiprofiilist annab raamatu lõppu lisatud joonis.

Veeäravoolu-pääkraavi mullatööde arvestus. Enamasti antakse veeäravoolu-pääkraavi mullatööd kubatuuri

alusel välja, milleks on tarvis kogu kraavi ulatusel kuup-üksuste arvu teada saada. Kubatuuri (m^3) leidmiseks kahe naabruses asuva piketi vahel peame teadma mõlema piketi kohal kraavi ristlõike pinna suuruse ning kahe piketi vahekauguse, siis saame mulla kubatuuri

$$K = \left(\frac{q_1 + q_2}{2} l \right) m^3$$

Siin on tähendatud:

K = kubatuur
q_1 = kraavi ristlõige pikett nr. 1 juures
q_2 = „ „ „ nr. 2 „
l = kaugus kahe piketi vahel.

Sel teel saadud kubatuur on küll umbkaudne, aga küllalt täppis tegelikkude tööde arvutamiseks. On meil tegemist vana pääkraavi süvendamisega või laiendamisega, siis tuleb mullatööde arvutamiseks uue kraavi kubatuurist vana kraavi kubatuur lahutada.

Maakuivendusetööde teostamine väljal.

Enne kui asuda maaparanduse-eelplaani järele nende tööde teostamisele ning kraavide kaevamisele, tuleb teostada n. n. märkimistööd.

1. Kraavide märkimine.

On meil olemas teatava maa-ala kohta maaparanduse-eelplaan ühes kõigi projektitud lahtiste kraavidega, pääkraaviga, kogujaja imeja-kraavidega, siis on järgmine ülesanne seda vastavale maa-alale, mida soovitakse lähemal maaparandusetööde hooajal kuivendamisele võtta, ära märkida, s. t. esiteks leida projektitud kraavide sihid maa-alal vastavalt eelplaanile.

Enne kui asutakse märkimise juure, valmistatakse projektist kuivendusele tulevast osast koopia ainult kontuuridega ning kraavi sihtidega. Töö järjekord on märkimistööde juures järgmine: esimesena tuleb märkida vee äravoolu-pääkraav, tähendades pikettidega kohad iga 20 m tagant, siis pääkraavi käänukohad ja tingimata kohad, kuhu suubuvad projektitud kogujad ning teised kraavid. Märkimistööd võetakse ühel aastal ehk ühel tööde sesoonil selles ulatuses ette, kuipalju on seda võimalik teostada eeloleval kraavitööde hooajal.

Pikettide numbrid lahtise kraavi märkimise juures algavad nullist (0, 1, 2, 3 ....) ja suurenevad maapinna tõusu sihis.

Pääle pääkraavi märkimise asutakse ühe süsteemi märkimisele.

Kuidas leida projektitud kraavide sihid? Eelplaani valmistamise ajal on plaanile võetud ka kõik vanad kraavid, teed, põldude vahed, majad jne. Märkimise juures püütakse plaanil ja natuuras olevate punktide abil, ekkerit tarvitades, leida projektitud sihid lahtistele kraavidele kui ka dreenidele, ära tähendades nende algused ja lõpud, neid mõõtes sirkliga mõõtkava abil eelplaanist tehtud vastava osa koopial.

On soovitav natuuras mõõtmist toimetada töö hõlbustamise ja kiirendamise mõttes maamõõdu sirkli abil, sest säärane täpsus kui see on nõuetav maamõõdu-tööde juures ei ole siin mitte tähtis.

Olles fikseerinud projektitud sihid natuuras, paneme saadud sihtidele numberpiketid ühes loodimis- ehk põhjatikkudega (v. joonis 32).

Lahtiste kraavide märkimisel tuleb silmas pidada, et piketid ei asuks mitte kraavi keskel, vaid ikkagi 1—1,5 m kraavi sihist eemal, muidugi siinjuures arvestades projektitud kraavi laiusega. Kraavi valmimisel peavad piketid jääma kraavi kaldasse keskmiselt — 20—30 sm kraavi äärest.

Plaan märkimistöödest. Sellel plaanil tähendatakse märgitud kraavide sihid punaste joonekestega piketi numbrite vahele, mis musta tušiga punktidena plaanile kantud.

Plaan on selleks, et võimalus oleks koha pääl igat punkti kergesti leida ja piketi kadumise korral teda plaani järele uuesti välja mõõta. Nimetatud plaan tehakse samas mõõdus, missuguses on tehtud maaparanduse-eelplaan; samuti kraavide ja dreenide numbrid on samad mis eelplaanil.

Loodimine. Iga numberpiketi juure, mis ka plaanil täpsalt tähendatud, lüüakse teine tikk maapinnaga tasa, mis sääl seni peab püsima kui kraav valmis kaevatud. Sellelt n. n. põhjavaialt mõõdab kraavikaevaja kõik sügavused, mis kraavi sügavuste lehel vastavalt igale piketile on antud. Kahe piketi vahe võtab kraavikaevaja juba silma järele ühtlaselt sügavaks. Märkimispiketi loodimine sünnib juba seotult eelplaanil antud mõne kõige lähemal oleva kindla punktiga $\left(Fix\ kv.\ \frac{726}{704}\right)$ — reeperiga, mille kõrgus sääl antud. Loodimist toimetatakse nagu pinna loodimist keskelt, aparaadi üleviimisel tarvitades n. n. sidumispunkte (v. lhk. 65).

Ka märkimistööde loodimisandmed tuleb selgesti ning arusaadavalt kirjutada, et igaüks võiks nende järele kraavide sügavusi arvutada.

Loodimisandmete tarvitamine ja kraavi sügavuste arvutamine. Et oleks ülevaade loodimisel saadud

andmetest, selleks koostame tabeli, kuhu tuleb tähendada: 1) koha ehk talu nimetus, 2) kraavi nimetus, 3) pikettide numbrid ning vastavalt neile 4) pinna kõrgused, millede andmed saame loodimiskaustikust, 5) põhja kõrgused, saame arvutuse teel kahe punkti vahel, 6) sügavused, mis saame, kui arvust, mis näitab pinna kõrgust, lahutada kraavi põhja kõrgus, 7) kraavi põhja laiused (saame tabelist), 8) kraavi päält laiused, mis olenevad sellest, missugune on võetud nõlvus (1:1; 1:1½ jne.). Piketid kanname tabelisse maa tõusu järjekorras; kui on pikettimisel seda asjaolu silmas peetud, siis on võimalik nii korraldada, et ühtlasi ka numbrid järjekorras suurenevad, mis eriti tähtis töö hõlbustamise ja eksituste ärahoidmise mõttes. Ülalkirjeldatud tabel (v. tabel) on kraavi mõõtude arvutamiseks ja jääb arvutaja kätte, kuna tööandjale erileht kõigi tarvisminevate andmetega saadetakse.

Tooma Sookatsejaam
Lahtine kraav 2 — 3 — 4 — 5 — . . .

Piketi numbrid	0	1	2	3	4	5	6	7
Pinna kõrgus	7468	7481	7485	7488	7486	7480	7481	7490
Kr. põhja kõrgus . .	7333	7348	7358	7368	7371	7374	7377	7380
Kr. sügavus	135	133	127	120	115	106	104	110
Kr. põhja laius . . .	50	50	50	50	50	50	50	50
Kr. päält laius (1:¾)	250	250	240	230	230	210	210	210

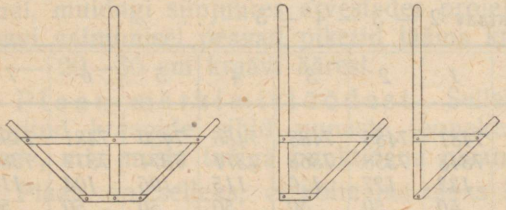
Dreenide juures tarvitatakse kraavi sügavuste lehti, kus tähendatud ainult piketi number ja sügavus. Märkimisplaanile, mis omanikule saadetakse ühes sügavuste tabeliga, tuleb veel tähendada 1) mitu meetrit lahtist kraavi, 2) torukraavi, 3) andmed torude tarvitamise üle, missugusele süsteemile kui suuri ja kui palju.

Kraavi sügavuste arvutamise juures tuleb veel järgmist silmas pidada: 1) toru suu, mis avaneb lahtisse kraavi, peab vähemalt 10—20 sm viimase keskmisest veepinnast kõrgemal asuma; 2) imeja sidumine kogujaga sünnib suuremalt osalt päält, mille juures peab ka imeja-kraavi põhja kõrgus koguja omast koguja-dreeni toru jämeduse võrra kõrgemal seisma.

2. Kraavide kaevamine.

Kui märkimistööd teostatud ning kraavi sügavuste leht käes, siis võib asuda kraavide kaevamisele. Kraavi mõõtudena antud suurused tulevad täpsalt teostada iga märgitud piketi juures ning kraavi põhi ja küljed piketist piketini korralikult ühtlaseks teha. Kivid tuleb kraavist kõrvaldada ning kraavi muld vähemalt

30 sm kraavi kaldast eemale asetada. Väiksemate lahtiste kraavide muld laotatakse ühetasaselt maapinnale laiali või veetakse ära, eriti sel juhul soovitav, kui kraavi muld sisaldab taimekasvule kahjulikke aineid. Suuremate kraavide juures asetatakse kraavimuld võimalikult kaugemale kraavi äärest. Et mullavallidega mitte pinnavee äravoolu kraavi takistada, tehakse selleks mullavallisse iga 20—25 m tagant perpendikulaarselt kraavi sihile veeäravoolu kohad, kraavikesed. Sagedasti tarvitatakse kraavimulda tee tegemiseks kraavi äärt mööda. Suuremate mullahulkade asetamisega kraavi kaldale peab äärmiselt ettevaatlik olema, sest et sagedasti võib kraavi muld kraavi ääre pääle rõhuda ning on võimalik, et kraav kokku langeb, mis eriti liiva- ja soomaadel võib juhtuda. Sel juhul, kui vesi pinna kaudu kraavi voolata ei saa, võib ta kraavi küljed pehmeks teha ning soodustada sellega kraavi kokkuvarisemist, suurendades kraavi korrashoiu kulusid.



Joon. 33.

Kraavi kaevamisel tuleb alustada tööd kõige madalamast kohast, tähendab kohast, kuhu juhitakse vesi, ning jätkata tööd vastu veevoolu. Tihti kaevatakse kraavid enamasti esmalt „mustalt", et siis parem oleks pärast kraavi põhja ning külgi siledaks teha. Kraavitööd on kõige parem tükitööna välja anda. Õppimata kraavitöölistele ei ole kunagi soovitav tööd anda, ilma et neil mõni vilunum seas oleks. Saarlased on meil tuntud kui kõige tublimad kraavitöö mehed.

Kraavi kaevamist, eriti tema külgedele ühtlase nõlvuse andmist hõlbustab suuresti šablooni tarvitamine, missuguseid võib tarvitada igasuguste kraavi nõlvuste jaoks. Toon siin mõned šabloonide joonised (v. joon. 33).

Juba ammugi püütakse kraavide kaevamisel masina jõudu abiks võtta. On proovitud päämiselt selleks mitmesuguseid atru, mis aga senini vähe tagajärgi on annud. Ameerikas on viimasel ajal hää eduga tarvitama hakatud kraavikaevamismasinat, mille liikuma panemiseks mootori jõudu tarvitatakse. Sääl tarvitatav masin on hästi tugeva ehitusega, ning tema töö produktiivsusega võib täiesti rahul olla. Pääle maailmasõda on ka Saksamaal tarvitusele võetud mõned kraavikaevamismasinad. Ka Prantsusmaal ja Rootsis on viimastega katseid tehtud. Masin võimaldab lõigata 220 sm sügavusi, 100 sm põhjalaiusega ning 240 sm päältlaiusega kraave. Mitmesuguste mullastu olude järele

on töö saavutus 30—90 jooksvat meetrit tunnis. Meil Eestis ei ole kraavikaevamismasinad veel levinud. Päälegi ei ole meie mullastu olud sugugi ühtlased, ning maapind sisaldab sagedasti palju salakive, mis kraavikaevamismasinate tööd kõige enam takistavad.

3. Kraavide eest hoolitsemine ning nende korrashoid.

Tahetakse kraavidelt soovitavat tulu saada, siis peab ka nende eest hoolt kandma. Kraavid tuleb alati terved ning puhtad hoida ning selle eest hoolitseda, et nendes taimed kasvama ei hakkaks. Niipea kui kraavi küljed või tema põhi on rikutud, peame nad võimalikult kohe korda seadma. Kraavidest tuleb eemaldada ka uhtmuld, mis sagedasti ummistust põhjustab. Kui on kraavide järele hoolas ning asjalik valve ning alati kõik neis esinevad pahed kõrvaldatud, siis annavad ka kraavid seda kasu, mida neist oodatakse.

Kraavide korratu seisukorra juures väheneb neis taimekasvu ning settuva uhtmulla tõttu elav läbilõige (F) ühtlasi läheb tema märg perimeeter (u) suuremaks, seega vähendades veeäravoolu kiirust. Kiiruse vähenemine on esile kutsutud korratutes kraavides ka hõõrumiskoeffitsiendi (n) kasvamisega, mis tingitud veetaimede ning mulla olemasolust. Muutub aga kiirus kraavis vähemaks, siis langeb seda enam uhtmulla osi kraavi põhja, seega kraavi täitumist kiirendades.

Üldiste veejuhtmete korrashoiuks, millest olenevad mitme majapidamise kuivendusettevõtted, pandi 1928. a. vastav seadus maksma („Riigi Teataja" nr. 23 — 1928. aastal või „Sookultuur" VII—VIII). Selle seaduse elluviimiseks on antud juhatuskiri („Riigi Teataja" nr. 82 — 1928), kus leiduvad täielikud andmed selle kohta, kuidas lahendada üldtähtsusega veejuhtmete korrashoiu küsimust. Selle järele tuleb kõik sisseseatud veejuhtmed, mis toovad tulu rohkem kui ühele majapidamisele ega kuulu korrashoiule riigi kulul, korras hoida veeühisuste kaudu. Maakonna veekomisjon määrab veejuhtmed, mis tulevad korras hoida veeühisuste kaudu. Mainitud veejuhtmete korrashoiu seaduses ja selle seaduse elluviimiseks Kesk-veekomisjoni poolt antud juhatuskirjas leiduvad täielikud andmed selle kohta, kuidas lahendada üldtähtsusega veejuhtmete korrashoiu küsimust, nii et tarvidust pole peatuda siin selle asja juures veel pikemalt.

Vähemalt kord aastas tuleb teostada kraavide ülevaatust, mille juures selgub, kas kraavid korras on või on tegemist kraavi ummistusega. Kui kraavis hakkavad kasvama veetaimed, kraavi küljed ning põhi oma korraliku kuju kaotavad ning kraavi koguneb mulda, siis ei saa niisugune kraav enam töötada korralikult.

Kui aga kraavide ülevaatusel selgub, missugustes kohtades tarvis viibimata kraave puhastada, nii et vesi nendes saaks jälle voolata ühtlaselt ja vabalt, siis nõuab niisugune õigel ajal läbiviidud kraavi korraldusetöö veel võrdlemisi vähe kulu. Muidugi on väiksema kraavi languse juures eriti suure tähtsusega kraavi kinnivajunud kohtade võimalikult rutuline kordaseadmine.

Kraavi puhastusetöid alustatakse altpoolt ning liigutakse vastu veevoolu sihti. Puhastamistöödeks on soovitav valida kõige kuivem aeg. Sagedasti hõlbustab puhastamistööd kraavide paisutamine, et ära lõigata ülevalt pääle tulevat vett ning oleks võimalik allpool kuival töötada. Kraavist väljaloobitud pori ning veetaimi ei tohi kunagi kraavi kaldale vallina jätta, vaid peab kas ära vedama või laiali laotama. Kui kõdunemata või väga vähe kõdunenud soomullas kraavid alul olid kaevatud päris järskude külgedega, siis tuleb selle järele, kuidas soomuld kraavi külgede kohal kõdunema hakkab, kraavi koristamisel kraavi küljed juba varustada teatava väikese nõlvusega.

Kahjulikuks kraavidele võib ka osutuda karjatamine, kraavitatud maa-alal, kus loomad kraavides joomas või kraavidest üle käivad; kalapüügi otstarbeks ehitatud tõkked jne.

Kui meil on aga tegemist igal aastal kraavi külgede sissevarisemisega, vaatamata viimaste sagedasele kordaseadmisele, siis tuleb nõlvade vastupanu tõstmiseks võtta tarvitusele tarvilikud abinõud nende kokkuvarisemise vastu. Vahest aitab siin kraavi nõlvuse muutmine, et ta vähem järsk oleks. Sagedasti on see aga suurema kulu ja maakaotusega seotud. Teiselt poolt on aga ka võimalik niisugusel juhul kindlustada kraavikülgi heinaseemne külviga või kinnitades rohukamara mättaid. Odavam on esimene abinõu, mille juures silmaspidada tuleks, et kraavi nõlvus küllalt suur selleks oleks, et heintaimed tema kohal püsivalt juurduda saaksid. Suurema kraavi nõlvuse (1 : 2 vastu) juures on juba võimalik kraavikülgedel kasvavat heinkamarat masinaga niita. Heinaseemne segu võib selleks otstarbeks mitmel viisil (vastavalt oludele) olla koostatud. Näiteks toon ühe segu, kusjuures seemnehulk arvatud ühe hektaari kohta:

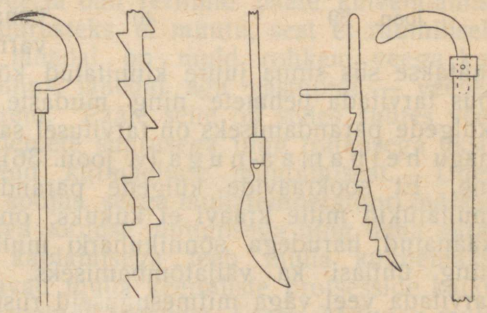
timut	3 kg
aruhein	4 „
punane aruhein . .	8 „
aasnurmik	6 „
harilik nurmik . .	8 „
valge kastehein . .	3 „
valge ristikhein . .	6 „
Kokku	38 kg

Teiselt poolt oleks võimalik kraavi põhja ja külgede alumise poole kindlustust teostada lattide või muu materjali abil, missugust koha pääl võimalik saada odavalt. Lattidega kraavi kindlustamisel võib tarvitada latte läbimõõduga 8—10 sm. Selleks lüüa kraavi põhja paaristikku vastamisi kaks tugevat vaia vahekaugustega veejooksu sihis umbes 1,5 meetrit. Vaiade

kokkulangemise takistamiseks kraavi keskkoha sihis kraavikalda mulla raskuse tõttu, ühendatakse vaiad päält ristpuudega, millele otstes on sisse saetud hambad ning ühendatud naelaga vaia otsa külge. On vaiad sarnaselt paaristikku ühendatud ristpuuga, siis võib asuda juba lattide ladumisele vaiade taha, nii umbes 50—60 sm kõrguselt suuremate kraavide juures. Lattide ja kraavikalda vahele pannakse kuuseoksi, et ära hoida pori sisselangemist lattide vahelt. Niiviisi tekib kraavi põhja kohal lattidest renn, mille kaudu vesi kraavis voolab.

Tuntakse kahesuguseid kraavipuhastamistöid: 1) veetaimede kõrvaldamine kraavidest ning 2) kraavide koristamine, mille all päämiselt mõeldakse kraavi põhja puhastamist mullast ning nõlvade kordaseadmist.

Veetaimede kõrvaldamine kraavist. Selleks tarvitatakse mitmesuguseid riistu: rohureha, mis valmistatakse rauast 40 kuni 50 sm lai, 10 sm pikkade natuke varrepoole käänatud harudega, millede vahelaius 3—4 sm. Säärase rohurehaga võib rohtu ühes juurtega kraavist välja kiskuda.

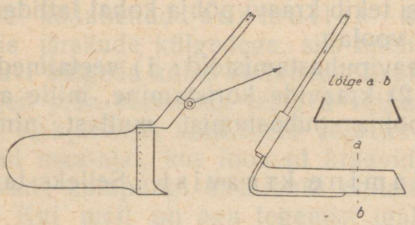


Joon. 34 35 36 37 38

Rohuvikat ja rohusirp (joon. 34), mida sagedasti rohtunud kraavide juures tuleb tarvitada. Nad asuvad pika varre otsas, et hõlpsam oleks sügavalt vee alt taimi maha lõigata. Selleks otstarbeks on võimalik tarvitada tugevamat vana vikatit ja sirpi. Nimetatud riistu on väiksemate pääkraavide juures võimalik hää eduga kaldal tarvitada ja nii võib keskmiselt ühe tunni jooksul kuni 20 m² kraavi puhtaks niita. On veel tarvitusel erilised n. n. võsavikatid, millede abil on kerge kraavi kallastel kasvama hakanud võsa niita; töö võsavikatiga edeneb õige jõudsasti. Üksikute võsude lõikamiseks kraavi kallastelt on meie tuntud sooparandaja Soosaare-Sivers tarvitusele võtnud noa, mis pika kepi otsas asub (v. joon. 38). Töötamine säärase riistaga on väga hõlbus.

Pääle nimetatute on veel tarvitusel suuremate kraavide ja kanalite korrashoidmiseks väga mitmesuguseid riistu, nagu Belov'i nuga, Freienwalder'i rohunuga, raske kett, Simplex'i rohuniitja, Zimsen'i rohusaag (joon. 35), mitmesuguseid niidumasinaid jne.

Kraavi koristamistöid võib ka toimetada väga mitmesuguste abinõudega. Meie harilik labidas on ainult soovitav tarvitada päris madala kraavi juures ning kui puhastataval kraavil on kõva põhi, jääb aga ka ühtlasi tähtsaks abiriistaks kõigil teistel juhtudel. Teistest erilistest selleks otstarbeks tarvitatavatest riistadest oleks nimetada: bagger-labidas (v. joon. 40), millega hõlbus on kraavi põhjale kogunud pori välja tõsta; bagger-kott, mis asub pika varre otsas ja mille ühe otsa külge on kinnitatud terava äärega raudrõngas (v. joon. 39). Raudrõnga külge on kinnitatud kott, mis vett läbi laseb, nii et ainult muda väljatõstmisele tuleb. Tema tarvitamine on üsna lihtne, surutakse pika varre abil mudasse ning tõmmatakse siis sinna juure kinnitatud köiega välja. Teda on hõlbus tarvitada pehmete ning mudaste kraavide juures. Kraavi külgede parandamiseks on tarvitusel samuti mitmesugused riistad, nagu heinamaa-nuga (v. joon. 36), soo-saag (v. joon. 37) jne. Et sookraavide külgede paranduse juures mahalõigatud mullatükid mitte kraavi ei kukuks, on hää tarvitada sissepoole käänatud harudega sõnnikuharki mullatükkide kinnihoidmiseks ning ühtlasi ka väljatõmbamiseks. Samaks otstarbeks võib tarvitada veel väga mitmesuguseid riistu.



Joon. 39 40

2. Maakuivendamine drenaaži abil.

1. Drenaaži mõju ning tema põllumajanduslik tähtsus.

Maakuivendamisel drenaaži abil võib samuti põhjavett taimekasvule teataval kõrgusel hoida, nagu see lahtiste kraavidega võimalik oli. Siin on aga kuivendamine palju ühtlasem. Ka on drenaaži abil võimalik raskemate maade juures mulla veemahutusevõimet teataval määral vähendada ning sellega taimekasvule soodsamaid kasvutingimusi luua, sest et kuivendamise tagajärjel tekivad tihedas mullas praokesed, seega mulda kohendades. Kobe muld peab vähem vett kinni, s. t. mulla veemahutavus muutub väiksemaks, veeläbilaskvus suuremaks.

Nii võime tähele panna, et maadreenimise abil mitte ainult korda ei lähe vabaneda liigveest, vaid luua ka sademete veele võimalus kergesti mullasse tungida, seega muutes veeringvoolu mullas elavamaks. Arvesse võttes, et vesisel, kuivendamata maal

sademete vesi suuremal määral maapinnalt ära voolab või auruks muutub ning ainult väga vähe mullasse tungib, siis on arusaadav, et pääle kuivendamist avaneb suurem võimalus sademete veel maasse tungida, seega pinnaveena äravoolavat kui ka auruks muutuvat veehulka vähendades. Üldine ärajuhtimisele tulev veehulk aga suureneb auramise vähenemise tõttu. Äravoolamise protsess on kuivendatud maa juures pikem ning veehulk, mis aja üksusel suuremate sademete juures ära voolab, on vähemaks läinud, kõik see soodustab muidugi veeolude reguleerimist.

Kui mulla veeläbilaskvus paremaks muutub, tungib sademete vesi kiiremini mullasse ning viib enesega ka palju õhku kaasa. Pääle selle tungib veest vabanenud mullapooridesse õhk ka diffusiooni teel, seega mulda õhutades. Dreenid aitavad siin suuresti kaasa, võimaldades õhu juurepääsu alt üles poole. Tuleb veel tähendada, et vee ja õhu režiimid pääle kuivendamist mitte päris kõikumata suurusteks ei muutu, sest et ruumiliselt võetud, põhjavee pinna lähedal on muld rohkem veega kui õhuga küllastatud, maapinna lähedal aga vastupidi — veeosa väiksem ning õhuosa suurem. Pääle selle on selles suhtes veel kõikumised ühenduses sademete suurusega ning rohkusega üksikutel aastatel, mis tingitud kliimaolude muutumisest. Ühes õhuga tungib mullasse ka soojus, seega mullatemperatuuri märksa tõstes. Vesi aga oma halva soojuse juhtimisega ning tema auramisest tingitud soojuse kaotamisega teeb mulla külmemaks. Õhk ning soojus soodustavad mulla keemiliste protsesside käiku ning edendavad mulla mikroobide tegevust. Seega kõduneb muld paremini ning suureneb sellega toiteainete hulk mullas, mis kättesaadavad taimedele. Ka väetisainete tasuvus kasvab sääljuures, sest et nende kasutamine on kuivendatud maal taimede poolt täielikum kui kuivendamata maal. Pääle selle on kuivendamise tõttu taimejuurtele tarvitada suurem mullaruum, sest et nüüd on avanenud võimalus neil mullakihtidesse tungida, mis enne veega täidetud olid. Ka taimede parem arenemine on sellest tingitud; ühtlasi muutuvad nad ka vastupidavamaks mitmesugustele taimehaigustele ning kahjuritele.

Ka külmade halb mõju taliviljale muutub kuivendatud maal vähemaks, samuti on ka võimalik kevadel kuivendatud maad varem harida, mille tõttu ka taimede arenemine varemalt võib alata.

Kuivendatud maa mulla-struktuur on üsna teine kui on see kuivendamata maal, mille tõttu on ka harimine esimesel hõlpsam ning kergem ja tarvitab palju vähem jõudu soovitavate tagajärgede saavutamiseks. Seega vähendab kuivendamine ühtlasi ka harimise kulusid, seega maa tasuvust tõstes.

Kõik kuivendamise abil mullas esile kutsutud muudatused mõjuvad taimesaaki suurendavalt, mis maa viljakuse tõstmise tundemärgiks, ühtlasi kasvab seega kogu maaharimise tulukus. Ühes saagi suurenemisega tõuseb ka kogu vilja väärtus, mis kuivendatud maalt saadud.

Seni puuduvad meil katsed dreenimise tasuvuse üle ja kuivõrt on võimalik drenaaži abil üksikute viljade saaki tõsta. Fauser toob Saksamaa kohta andmed, mille järele mitmesugusel ajal saagi tõus drenaaži tõttu järgmine oli:

	Saak ha-lt		Saagi tõus	
	enne dreenimist kg	pärast dreenimist kg	kg ha-lt	% %
Rukis	1140	1980	840	74
Nisu	1100	2070	970	88
Oder	2040	2580	540	27
Kaer	1880	2710	830	44
Kartulid	11200	19400	8200	73

H. Pfeiffer on arvamisel, et kuivendus kuulub kõige kallima, ühtlasi aga majanduseliselt kõige parema maaparanduse viisi hulka. Kõige tasuvamaks on osutunud kuivendusvett läbilaskva maa juures. Saksamaal on viimaste aastakümnete jooksut põlluviljade saak kasvanud peaaegu kahekordseks, mis suuresti tingitud sääl viimasel ajal ettevõetud maaparandusetöödest. H. Pfeiffer on kogunud Württembergis mitmesugustes majapidamistes andmeid, millede abil tema leidis, et raskemate mullatüüpide juures oli saak suurenenud:

nisul — 30,5 % võrra kartulil — 46,5 % võrra
odral — 38,6 „ „ naeril — 39,3 „ „
kaeral — 42,8 „ „

Nende andmete järele on kõik dreenimistööd ennast tasunud 3—6 aasta jooksul.

2. Drenaaži süsteem.

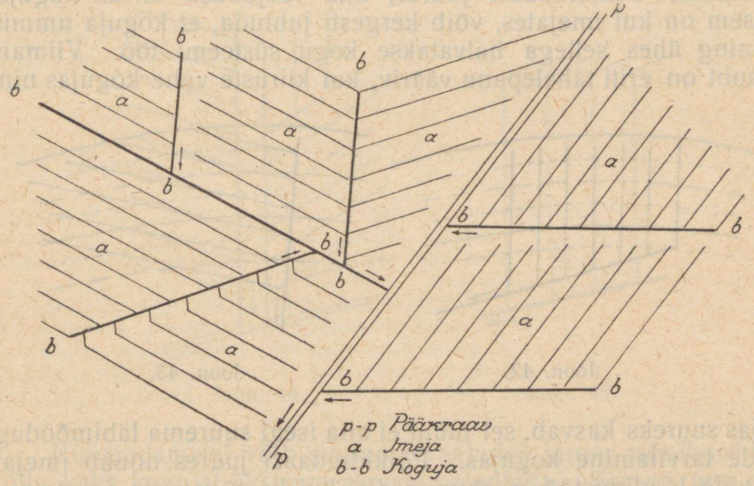
Drenaaži süsteemiks nimetatakse dreenide kogu, mis ühenduses on ühe suubumiskohaga lahtisse kraavi (v. joon. 41 ja värvitrükis plaan raamatu lõpus). Lahtisse kraavi suubub harilikult koguja, harvem juhtub ka, et imeja otseselt lahtisse kraavi suubub.

Imejad on enamasti projektitud paralleelselt üksteisele ning nende pääl lasub õieti otsekohene kuivendamise ülesanne. Imejatega kogutud vesi juhitakse koguja-kraaviga kas pääkogujasse või juba lahtisse kraavi.

Sagedasti ei ole tarvidust drenaaži paigutada kindlas süsteemis, vaid võib tõmmata ainult üksikud dreenid. See kuivenduseviis on enamasti sääl tarvitusel, kus muidu küllalt kuival

maa-alal esinevad üksikud liigniiskuse all kannatavad kohad. Soomaid kuivendatakse võimalikult lihtsate süsteemide abil, millejuures isegi sagedasti imejad suubuvad otseselt lahtisse kraavi.

Süsteemid võivad olla väga mitmesugused. Kõikide süsteemide aluseks on kaks dreenide paigutamisviisi kõrgusejoonte suhtes. Dreene võib projektida maapinna languse sihis, s. t. perpendikulaarselt kõrgusejoontele, või ka vastupidises sihis, s. t. kas paralleelselt või peaaegu paralleelselt horisontaalidele. Viimasel juhul asuvad dreenid juba põigiti maapinna langusele. Need kaks drenaaži-viisi on pikidrenaaž ja põikidrenaaž.



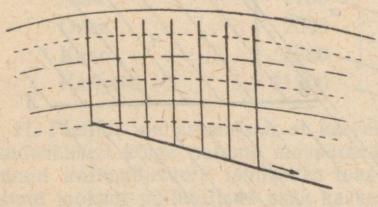
Joon. 41.

P i k i d r e n a a ž. Pikidrenaažiks nimetatakse dreenide süsteemi, kus imejad dreenid on paigutatud maa kõige suurema languse sihis ning asuvad kõrgusejoontele perpendikulaarselt. Imeja-dreenid on sääljuures projektitud üksteisele paralleelselt võrdlemisi väikese vahelaiusega. Koguja-dreeni ei ole sääljuures võimalik asetada maa suurema languse sihis. Nii siis on tema langus imejate-dreenide langusest vähem (v. joon. 42).

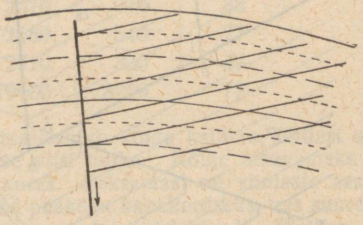
P õ i k i d r e n a a ž. Põikidrenaaži süsteemi juures on meil tegemist terve rea üksteisele paralleelselt paigutatud imejatega, mis enamasti ainult väikese nurga kõrgusejoontega moodustavad ning maalangusele risti ette asetatud. Imejate vahelaius on siin suurem kui pikidrenaaži juures ning koguja asub juba maa languse sihis, sellepärast on ka koguja langus imejate langusest suurem (v. joon. 43).

Põiki- ning pikidrenaaži võrdlus. Põikidrenaaži juures, kus kogujal suurem langus kui imejatel, on veeäravool ka suurema kiirusega, sellepärast on siin võimalik tarvitada väiksemat kogujat, et sama veehulka ära juhtida kui pikidrenaaži juures, kus kogujal väiksem langus kui imejatel ning vähema kiiruse tõttu sama veehulga ärajuhtimiseks temal suurema läbimõõduga torud peavad olema. Nii näeme, et põikidrenaaži juures võib torude kuludes kokku hoida.

Ka ummistumise hädaoht kogujates on põikidrenaaži juures väiksem, sest et veejooksu kiirus muutub imejatest tulles kogujas suuremaks. Pikidrenaaži juures, kus veejooksu kiirus kogujas väiksem on kui imejates, võib kergesti juhtuda, et koguja ummistub ning ühes sellega halvatakse kogu süsteemi töö. Viimane hädaoht on eriti tähelepanu vääriv, kui kiiruste vahe kogujas ning



Joon. 42.



Joon. 43.

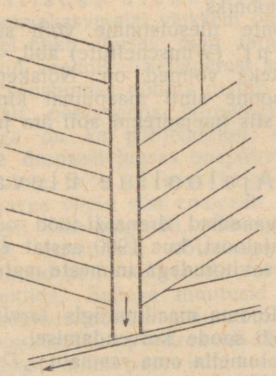
imejas suureks kasvab, sel juhul ei aita isegi suurema läbimõõduga torude tarvitamine kogujas. Põikidrenaaži juures nõuab imejate kraavide loodimistöö märkimise ajal kui ka sügavuste arvutamine palju enam hoolt ja täpsust kui pikidrenaaži juures, sest maapind on väikese langusega ja iga väiksemgi eksitus võib meie töö nurja ajada.

Põikidrenaaži süsteemi juures, kus kõrgusejooned imejatega lõikuvad peaaegu terava nurga all, püüavad dreenid palju paremini mahalangevaid sademeid nende äravoolu teel kinni kui seda pikidrenaaži dreenid teevad. Pikidrenaaži juures võivad selle vastu üksikud veevoolud üsna kaua paralleelselt imejatele voolata, enne kui nad neid teel eest leiavad. Kõigest sellest on arusaadav, et dreenide vahelaius põikidrenaaži juures palju suurem võib olla kui pikidrenaaži juures.

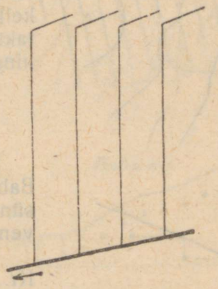
Suurema imeja-dreenide vahelaiuse tõttu võib põikidrenaaži juures drenaažitöid teostada vähemate kuludega kui pikidrenaaži juures.

Kui maapinna langus on kuni 0,4 % suur, siis võib veel julgesti põikidrenaaži abil kuivendada; on aga maapinna langus

sellest vähem, siis tuleb kuivenduse-plaan projektida pikidrenaaži süsteemis. Vähema languse juures ei ole ka pikidrenaažil enam languse vahe imejate- ning kogujate-dreenide vahel suur, sellepärast puuduvad ka suuremad vahed nende veevoolu kiiruses, mis ka ummistumise hädaohtu vähendavad. Kõige väiksem maapinna langus, mille juures on soovitav üldse veel drenaaži tarvitada on 0,25 % (kuni 0,20 %), vähe kõdunend soomulla juures 0,15 % (vahest isegi kuni 0,1 %). On maapinna langus väiksem kui siin toodud, siis on kuivendusetöid võimalik teostada enamasti ainult lahtiste kraavide abil.



Joon. 44.



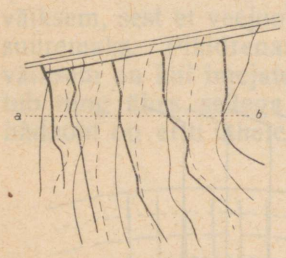
Joon. 45.

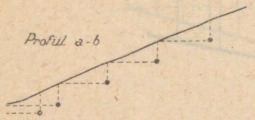
Kuivendamisel võib suurema veehulga juures mõnikord tarvis tulla kaks kogujat üksteise kõrvale paigutada. See on aga hädaohtlik ning ei ole sugugi soovitav, sest et üks nendest jääb ajajooksul tingimata kinni — ummistub, mis tingitud sellest, et vee kiirus mõlemis võrdne ei ole. Sellepärast võib niisugusel juhul mõlemad kogujad paigutada vähemalt kahe imejadreeni vahelaiusele üksteisest, millega ummistumise hädaoht ka kõrvaldub (v. joon. 44). Pikidrenaaži juures on tarvitusel vahest ka n. n. otsdreen (Kopfdräne), nende otstarve on piirilt tulevat vett ära lõigata, et ta dreenide vahele ei pääseks (v. joon. 45).

Ökonoomiline drenaaž. Ökonoomiline drenaaž peab esmajoones põhjavett, mis naabrusest kuivendatavale maa-alale voolab, kinni püüdma ning ära juhtima. Selle süsteemi juures paigutatakse dreenid võimalikult samasuguses sihis kui põikidrenaaži juures, et sellega põhjavee voolu ära lõigata. Ökonoomilise drenaaži juures määratakse dreenide vahelaius nende vertikaalkauguse järele, mitte horisontaalkaugust arvesse võttes. Säärasel teel on võimalik põhjavee voolu täielikult ära lõigata ning kuivendamise mõju peab selle kohani ulatuma, kus dreenist võetud horisontaaljoon maapinda lõikab. Selle süsteemi järele on võimalik lagedamate maade juures dreenide vahelaiust tunduvalt suurendada, mille juures ka dreenid omavahel igakord mitte paral-

leeiselt ei asu, vaid järgnevad enamvähem oma kuju poolest horisontaalidele (v. joon. 46).

L ü h e n d a t u d d r e n a a ž. Viimasel ajal on kohati, eriti Saksamaal, teostatud kuivendusetöid drenaaži süsteemi abil, mis H. Claus'i poolt lühendatud drenaažiks nimetatakse. H. Claus'i andmetel läheb selle süsteemi abil korda keskmiselt 50 % (20 %— 80 %) dreenide pikkuses kokku hoida, mis kogu kuivendusetööd juba tunduvalt odavamaks teeb. Mida raskem ning ühtlasem muld, seda väiksem on kokkuhoid. Mida aga kergema iseloomuga ning suurema mitmekesisusega muld, seda rohkem võib selle süsteemi abil kuludes kokku hoida. Selle süsteemi põhimõte seisab selles, et oletades, et põhjavesi veesoontes maapinna all liigub, tuleb neid sooni leida ning nendele paigutada põigiti ette dreenid, seega veevool ära lõigata. Tähendab üldiselt, et ka see süsteem muutub põikidrenaaži modifikatsiooniks.





Joon. 46.

Veesoonte ülesotsimine võib sündida n. n. „n õ i a k e p i" (Wünschelrute) abil, isikute poolt, kellel selleks võimed on. Nõiakepi abil püütakse veesoone sihti maapinnal kindlaksmäärata ning teda siis imejadreeni abil ära juhtida.

3. Ajalooline ülevaade.

Kõige vanemad drenaaži-tööd on meil teada Babüloni ajaloost, kus 1900 aastat enne Kristuse sündimist savitorudega inimeste matusepaiku kuivendati.

Vana Rooma maailmariigis tarvitati 300 a. e. Kr. drenaaži soode kuivendamisel. 100 a. e. Kr. kirjutas Columella oma raamatu *„De rerustica"*, kus ta vahet teeb juba kuivendamisel lahtiste kraavidega ning drenaaži abil, kirjeldades kividrenaaži ning fašiindrenaaži.

Keskajast on drenaaži üle vähe kuulda. Ainult 18. sajandi lõpu poole, 1764. a. on kividega dreenimistöid läbi viidud Inglismaal, kus farmeri J. Elkingston'i poolt suuremaid dreenimistöid teostati. Alguses olid Inglismaal tarvitusel päämiselt kivi- ja fašiindrenaaž. Suuremat edu drenaaži arenemises ning levimises on märgata Inglismaal 1844. a., kui Parkes valmistas torude pressi, mille abil korda läks torutamiseks häid torusid saada. Alanesid torude hinnad ning mullatöid oli võimalik odavasti teha, kõik need asjaolud aitasid drenaaži levimiseks kiirendavalt kaasa. 1851. aastast saadik, kui Londonis esimene üle-maailmaline näitus oli korraldatud, leidis drenaaž suuremat poolehoidu ka teistes Euroopa riikides, esiteks Prantsusmaal, siis Belgias ning lõpuks Saksamaal.

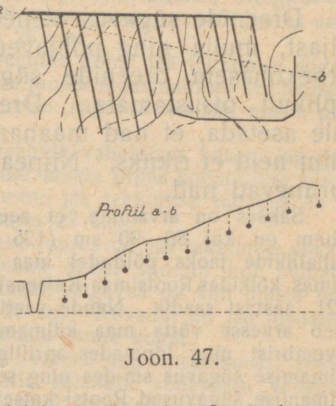
Esimesed roomlaste drenaažid olid teostatud põikidrenaaži süsteemi põhimõtte järele. Samuti ka Inglismaal oli 18. sajandi lõpul sama dreenimisviis tarvitusel. Ajajooksul oli esile kerkinud tarve anda kividest tehtud dreenidele ummistuse kõrvaldamiseks enam langust, missugune asjaolu juba küllalt levinud põikidrenaaži torutamisviisi ees pikidrenaaži eelistama sundis. Pikidrenaaži süsteemi järele teostati siis ka torudrenaaži-tööd, paigutades imejad maa kõige suurema languse sihis.

Saksas arendas Vincent, kellel suured teened drenaaži levitamise alal, pikidrenaaži. Hiljem aga hakati dreenimistööde juures arvestama kohalikkude oludega ning püüti projektida kraave juba nii kuidas seda maapinna langus lubas. Sellejuures leidis põikidrenaaž ikka enam ja enam poolehoidu. Eriti suured teened on Gerhardt'il, et Saksas põikidrenaaž võidule pääsis.

Eestis on esimesed drenaažitööd teostatud umbes 80 a. eest pikidrenaaži süsteemi järele. Need meie esimesed katsed olid seotud väga suurte kuludega, sest et imejadreenid üksteisele väga lähedale projektiti. Sel ajal oli maahind kõrge ning sellepärast tasusid isegi säärased kallid drenaažitööd endid hästi. Nende kuivendusemõju oli dreenide tiheda võrgu tõttu väga hää. Dreenide pää-ülesandeks arvati põhjaveeks muutunud sademete juhtimine ning oldi arvamisel, et kõrvalt juurevoolaval põhjaveel suurt tähtsust ei ole.

Möödunud sajandi kaheksakümnendatel aastatel langes maahind peaaegu poole võrra ning muutus küsitavaks tasuvus maaparandusetööde läbiviimisel, eriti pikidrenaaži tarvitades. Oli tarvis leida uusi väljapääsu teid, et siiski nii tarvilikku asja kui maakuivendust teostada ja et ta oleks tasuvusega kooskõlas.

1885. a. võeti tarvitusele uus drenaaži-süsteem, millist kutsuti Wöldike ökonoomiliseks drenaažiks. Wöldike asus arvamisel, et kogu sademete hulk taimekasvu-ajal väiksem on kui auramise teel õhku tõusev ning taimede poolt tarvitatud veehulk. Sellepärast arvab Wöldike, et soostumise põhjus peitub kõrvalt maa-alalt põhjaveena juurevoolavas vees. Sellega on ka põhjendatud, miks ökonoomilise drenaaži juures imejadreenid põhjavee voolule, s. t. ka maa langusele, millega põhjavee voolu siht enamasti ühte langeb, põigiti ette paigutati. Ökonoomilise drenaaži tarvitusele võtmisega oli võimalik imejaid palju suuremate vahelaiustega projektida. Sellega muutusid kõik maaparandusetööde teostamise kulud märksa vähemaks ning võrreldes pikidrenaaži süsteemiga moodustasid ainult poole kuni veerandi kuludest. Sellepärast tasusid ökonoomilise süsteemi järele teostatud drenaažitööd ennast hästi juba lühikese aja jooksul, vaatamata madalale maahinnale. Imeja-dreenide vahelaius oli sagedasti 60—100 m. Varsti ilmnesid aga selle süsteemi puudused. Eriti kevadeti ei saanud suurte imeja-dreenide vahelaiuse tõttu tasasel maal dreenid mitte korralikult oma ülesannet täita. Põhjus seisis selles, et ökonoomilise drenaaži abil kuivendamistöödel projektiti maapinna suure languse juures imeja-dreenid üksteisele õige lähedale ning tasase maapinna juures üsna kaugele üksteisest, üsna suurte vahelaiustega, — see kõik ei osutunud otstarbekohaseks tegelikus elus. Otsiti uut väljapääsuteed — uut süsteemi. Üheksakümnendatel aastatel tehti Saksamaal juba laiemas ulatuses maakuivendusetöid põikidrenaaži süsteemi järele, tarvitades imejadreenide vahelaiusi 10—35 m ulatuses, mis on umbes 25 % suurem kui pikidrenaaži juures tarvitusel oli; see vähendas keskmiselt 15 % kulusid. Põikidrenaaži süsteem toodi varsti pääle selle, kui ta Saksamaal laiemalt tarvitusele võeti, ka meile; siin eelistati aga imeja-dreenide vahelaiusi alguses 20—50 m ning hiljem 15—40 m. Lõpuks ei jäädud peatuma meil puht süstemaatilise põikidrenaaži juure, sest et arvestades maapinna reljeefi omadustega oli üksikutel dreenidel, kui nad ökonoomilise drenaaži süsteemi põhimõtte järele paigutati, üsna suur mõju võrreldes sellega, kui dreenid ainult puht põikidrenaaži süsteemile vastavalt, täiesti šabloonselt, paralleelselt üksteisele projektiti. Sellepärast katsuti mõlemate süsteemide häid omadusi arvesse võttes kombineerida uus dreenimisviis, mida ka kutsuti kombineeritud süsteemiks. (V. joon. 47).



Joon. 47.

Kombineeritud süsteemi põhimõte seisab selles, et imeja-dreenid peavad põhjavett esimeses järjekorras sääl ära lõikama ning ära juhtima, kus vee dünaamiline rõhumine kõige suurem on; pääle selle tuleb maa-ala ülejäänud osa dree-

nida põikidrenaaži süsteemi järele. Muidugi on põhjaveevoolu siht siin tähtsam arvesse võtta kui maapinna languse siht. Viimast kombineeritud süsteemi tarvitades on kulud 20 % vähemad kui hariliku põikidrenaaži süsteemi tarvitades. Kombineeritud süsteemi järele läbi viidud drenaaž rahuldaks kõik nõudmised, mis üles seatakse maakuivendamisel drenaaži suhtes. Imeja-dreenide vahelaius kõigub selle süsteemi juures 20—50 m vahel.

4. Dreenide sügavus.

Dreenide sügavuse all arvati vertikaalset kaugust maapinnalt dreeni päälmise servani. Viimasel ajal on aga Saksamaa maaparanduse-seltsi nõudel hakatud dreenide sügavust arvama dreeni seesmisest põhjast maapinnani.

Dreenide sügavus oleneb päämiselt kultiveerimise all olevast viljast, mulla ning põhjavee oludest. Missugune on kõige otstarbekohasem dreenide sügavus on küsimus, mis tänini veel lõplikult otsustamata. Dreenid tulevad vähemalt nii sügavale asetada, et nad maaharimisel ette ei puutu ning teiseks, et külm neid ei rikuks. Niipea kui torusid täitev vesi jääks muutub purunevad nad.

Saksas on arvamine, et see äärmine maa külmamise sügavus igatahes vähem on kui 80—90 sm (125 sm). Rootsis on määratud mitmesuguste mullaliikide jaoks põldudel maa külmamise sügavus. Sellased vaatlused on käimas kõikides Rootsimaa Katseasjanduse Keskasutise katsejaamade juures juba 1921. aastast saadik. Nende vaatluste eesmärgiks on selgusele jõuda, kuivõrt tuleb arvesse võtta maa külmamist drenaaži sügavuse määramisel. Alates novembrist ning lõpetades aprilliga mõõdeti igal mullaliigil 3—5 punktis maa külmamise sügavus sm-des ning samal kohal lumekatte paksus. Toon siin maa külmamise sügavused Rootsi katsejaamade andmetel.

	savimullas	soomullas.
Talvel 1921—22	36 sm	22 sm
„ 1922—23	32 „	23 „
„ 1923—24	11 „	9 „

Rootsimaa Sooparanduse-seltsi katsepõllul Flahult'is tehtud mulla jääkihi paksuse mõõtmised tõid esile asjaolu, et muld kuivendamata ning harimata sool nii sügavalt läbi ei külma kui kuivendatud ning haritud sool. Seda tõestasid näiteks 18. märtsil toimetatud mõõtmised: kuivendamata sool oli külmanud kiht 14,0 sm paks, kuna sellevastu kuivendatud ning haritud sool muld 20,6 sm sügavuselt külmanud oli.

Lõuna-Soomes on põldudel külmal talvel muld 50—60 sm sügavuselt külmanud. Soomaadel on tähele pandud, et mulla külmamise sügavus oleneb ka kraavide vahelaiusest ning nende sügavusest; mida vähem vahelaius ning suurem sügavus, seda hiljem sulab kevadel jää soomullas. Savi-, liiva- ja soomulla külmamise sügavuse mõõtmiste kohta toob andmeid S i m o l a *. Simola on jääpaksuse mõõtmisi mullas läbi viinud Lõuna-Soomes, mitte kaugel Helsingist Põllumajandus-ökonoomilises Katseasutises 1922.—1923. aastatel. Vaatlused näitasid, et liiva- ja savimuld sügavamalt külmasid kui soomuld, liivamuld omakorda sügavamini kui savimuld. Sool külmas muld sügavamalt dreenide kohal ning õhemalt nende keskel. Sellevastu püsis aga jää soomullas kevadel kauemini kui savi- ja liivamulas. 1922. a. oli külmanud liivamuld 46—49 sm sügavuselt; savimuld — 25—26 sm ning soomuld — 15—24 sm sügavuselt.

Üksikasjalisemaid andmeid soomuldade jää tekkmise sügavuse ja jää sulamise üle meie olude kohta leiame ajakirjas „Agronoomia" nr. 7 1927. a. Siinkohal olgu vaid toodud lõppkokkuvõtte sellest tööst:

1. 130 sm sügavuselt dreenitud on dreeni kohal madalsoo-heinamaal jää tekkimise sügavus suurem kui 90 sm sügavate dreenide juures. Kõige suurem keskmine jää tekkimise sügavus on siin 130 sm sügava drenaaži juures 34 sm ja 90 sm sügava drenaaži juures 29 sm.

2. Dreenide vahelaiuse keskel on madalsoo-heinamaal jää tekkimise sügavus 130 sm sügavuselt dreenitud soos üldse suurem kui 90 sm sügavate dreenide juures. Kõige suurem keskmine jää tekkimise sügavus on siin 130 sm sügava drenaaži juures 37 sm ja 90 sm sügava drenaaži juures 27 sm.

3. 90 sm sügavuselt dreenitud madalsoo-heinamaal on jää tekkimise sügavus soos väiksem kui 130 sm sügavuselt dreenitud pinnal. Kõige suurem keskmine jää tekkimise sügavus on siin 130 sm sügava drenaaži juures umbes 35 sm ja 90 sügava drenaaži juures umbes 28 sm.

4. 90 sm sügavuselt dreenitud on dreenide kohal jää tekkimise sügavus madalsoos musta, küntud ja tasandatud pinna juures üldse suurem kui heinamaa kohal. Kõige suurem keskmine jää tekkimise sügavus on siin musta pinna juures 38 sm ja heinamaa juures 29 sm.

5. 90 sm sügavuselt dreenitud on dreenide vahelaiuse keskel jää tekkimise sügavus madalsoos küntud ja tasandatud musta pinna kohal üldse suurem kui heinamaa kohal. Kõige suurem keskmine jää tekkimise sügavus on siin musta pinna juures 37,5 sm ja heinamaa juures 27 sm.

6. Ühesuguse drenaaži 90 sm sügavuse juures on jää tekkimise sügavus madalsoos, küntud ja tasandatud musta pinna kohal suurem kui heinamaa kohal. Kõige suurem keskmine jää tekkimise sügavus on siin musta pinna juures umbes 37 sm ja heinamaa juures 28 sm. Kevadel on jää madalsoos heinamaa kohal kiiremini ära sulanud kui musta pinna kohal.

7. Mineraalmaas sulab jää kevadel varem kui madalsoos. 16-daks aprilliks 1927. a. oli jää mineraalmaas päris sulanud, sellevastu vabanesid esimesed uuritud madalsoo-pinnad jääst lõplikult 21-ks maiks ja viimased pinnad 1-ks juuniks 1927. a.

8. Kevadisel jää sulamisel maas sulab ta mitte ainult päält vaid ka alt.

9. Sügavama drenaaži juures sulab jää madalsoos relatiivselt võetud päält võrdlemisi rohkem ja alt võrdlemisi vähem kui vähema sügavusega drenaaži juures. Heinamaa kohal sulas jää madalsoos 90 sm sügava drenaaži juures keskmiselt päält 18,5 sm ja alt 7,5 sm ning 130 sm sügava drenaaži juures keskmiselt päält 26 sm ja alt 5 sm.

10. Samasugustes oludes ja samal ajal on jääkihi sügavus madalsoos kõikuva iseloomuga ja tema alus ei ole maapinnale paralleelne.

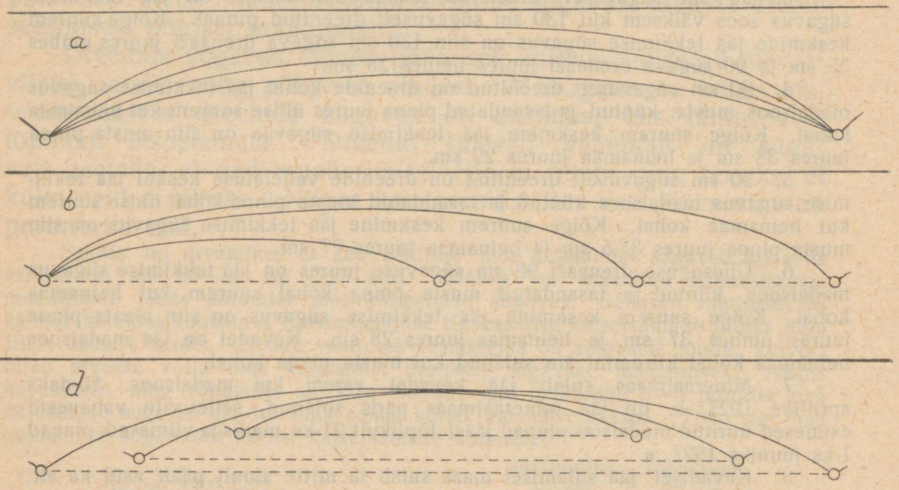
11. Aeglane jää sulamine kevadel madalsoos võimaldab „keltsa pääl" töötamist palju varem kui mineraalpõldudel tööd alustada võib. „Keltsa pääl" töötamine võimaldab õigel ajal sooharimistöödega kevadel toime saamist, otstarbekohasemat tööjaotust ja tööjõudude ja inventari kasutamist majapidamises.

12. Vaatamata soodustavatele tingimustele madalsoo sügavalt läbikülmamiseks talvel 1926.—27. a. ei ulatunud madalsoos jää tekkimise piirkonna sügavus kaugeltki mitte veel dreenide sügavuseni, nii et sisse seatud drenaaži rikkumine jää tekkimise tagajärjel madalsoos üldse küsimuse alla ei võinud tulla.

Pääle külma ligipääsemise hädaohu peame veel arvesse võtma, et torud nii sügaval asuksid, et taimede juured mitte neile ligi ei pääseks ega sinna sisse ei kasvaks, neid ummistades.

Et drenaaž oma mõju tarvilisel määral esile tooks, on vaja, et dreenid sobival sügavusel ning teataval vahelaiusel asuksid. Kui kaks dreeni ühel sügavusel maa sees asuvad, siis moodustab

nende vahel asuv põhjavee pind kumera joone, vaadates kraavidele ristlõikes, millejuures see joon dreenide vahelaiuse keskel harilikult maapinnale lähemal asub kui dreenide kohal (v. joon. 48-a). Selle joone kumeruse suurus oleneb mulla liigist ning aasta-ajast. Mida vähema vee läbilaskvusega on muld, seda suurem on see kumerus. Kergematel mullakihtidel võib põhjavee-pinna kumerus kahe dreeni vahel võrdlemisi väike olla. Võib ka tähele panna, et mida raskem maa, seda järsum on selle kumerjoone tõus



Joonis 48.

dreenide juures. Kergematel maadel on sellepärast kuivendamine palju ühtlasem põhjavee kauguse suhtes maapinnalt.

Mida kergem muld, seda suurem on ka dreeni sügavuse kasvamisega tema mõju põhjavee-pinna alandamisele, võrreldes raskema mullaliigiga. Samuti oleneb dreenide kuivendamise mõju kiirus otsekoheselt mulla tüübist, sest mida raskem muld, seda halvem on tema veeläbilaskevõime ning seda väiksem on vee voolamise kiirus mullas. Soomullas oleneb põhjavee-pinna kumeruse suurus kahe dreeni vahel soo liigist ning kõdunemisjärgust. Mida rohkem soomuld kõdunenud, seda halvemaks muutub tema veeläbilaskevõime. Eesti Sooparanduse Seltsi Tooma Sookatsejaamas korraldatud katsete andmete põhjal ühel madalsool (*hypneto-caricetum*) halvasti ning hästi kõdunenud soomullaga, millejuures kraavide vahelaius oli 40 m ning dreenide sügavus 90 sm ja 130 sm, kusjuures põhjavee seisu mõõtmisi

toimetati dreenide vahelaiuse keskel, toon järgmised andmed põhjavee kõrguse kohta maapinnalt: [1])

Dreenide sügavus.	Põhjavee seis halvasti kõdunenud soomullas.	Põhjavee seis hästi kõdunenenud soomullas.
90 sm	73 sm	64 sm
130 „	91 „	70 „

Toodud andmed näitavad, kuivõrt tähtis on tegelikus elus arvesse võtta kuivendussüsteemi projektimisel soomulla kõdunemisjärku, isegi suurem sügavuste vahe — 40 sm — on suutnud hästi kõdunenud soomullas ainult 6 sm võrra põhjavee-pinda veel alandada, halvasti kõdunenud soomullas on aga see vahe 3 korda suurem (18 sm). Sügavuse kasvamisega läheb vahe põhjavee-pinna sügavuste vahel halvasti ja hästi kõdunenud soomuldade vahel tunduvalt suuremaks; nii näit. oli ta 90 sm dreenide sügavuse juures 9 sm, siis muutus ta 130 sm dreenide sügavuse juures juba 21 sm.

Ka dreenide töö kestusel on suur mõju põhjavee-pinna kumeruse suurusele kahe dreeni vahel. Mida kauem drenaaž töötab, ilma et sademetena uusi veehulki juure tuleb, seda rohkem väheneb kumerus kahe dreeni vahel.

Insener Pennink'i* tööd näitavad, et dreeni või kraavi kuivendusemõju avaldub ka sügavamale kui tema enese sügavus, nii et juhib ära ka seda vett, mis asub sügavamal kui dreeni või kraavi põhi.

Üldse võib tähendada, et sama mullaliigi juures ning samal ajal on olemas teatav vahekord põhjavee sügavuse, dreenide sügavuse ning vahelaiuse vahel. Ühtlase dreenide sügavuse juures tõuseb põhjavee-pind dreenide vahelaiuse kasvamisega (v. joon. 48-b). Kui aga suurema dreenide vahelaiuse juures suurendada ka dreenide sügavust, siis on meil võimalik põhjavee-pinda hoida samasugusel kõrgusel kui vähema vahelaiusega ning vähema sügavusega dreenide juures (v. joon. 48-d).

Siin toodud joonistest on näha, et mida suuremaks kasvab dreenide vahelaius ning mida sügavamaks on muutunud dreenid, seda suurema kumerusega on põhjavee-pind dreenide vahelaiuse keskel ja ühtlasi muutub ka põhjavee-pinna sügavuse vahe dreenide kohal ning dreenide vahelaiuse keskel. Kõige sellega muutuvad ka kuivendamisolud ebaühtlasteks, mis taimekasvule oma halba mõju avaldamata ei jäta. Kõik see on tingitud suurtest dreenide vahelaiustest. Dreenide vähemate vahelaiuste juures

1) Lähemalt v. L. Rinne, Madalsoode kuivatamine Eestis. „Agronoomia" nr. 5 — 1922.

on drenaaži kuivendusemõju palju ühtlasem ning põhjavee-pind asub enam-vähem ühtlasel sügavusel maapinnalt, mis taimekasvule soodne ning missugusena ta ka projektimisel ette nähtud. Mida tihedamini asuvad dreenid, seda suuremad on ka maakuivendamise kulud, sellepärast võib ainult täppis majanduslik kalkulatsioon, arvesse võttes mulla omadusi ja taimekasvu nõudeid, igakord otsustada, missuguse sügavusega ning vahelaiusega drenaaž tuleb projektida.

Taimekasvule kõige soodsam dreenide sügavus on mitmesugune, mitmete asjatundjate ja autorite arvamisel, kuigi kõikumised eriti suured ei ole. Fauser* leiab, et kõrsviljadele ning kartulile on kõige soodsam dreenide sügavus 120—140 sm vahel; suhkrupeedile ning hernele 140—150 sm. Heinamaal ja karjamaal võib põhjavesi palju kõrgemal olla, kuid siiski kardab Fauser, et sääljuures kergesti torud võivad ummistuda mitmesuguste nendesse kasvavate umbrohtude (*Carex, Rumex, Equisetum* j. t.) juurte tõttu; sellepärast soovitab ta heina- ja karjamaal 120 sm sügavuselt dreenida. Üldse soovitab Fauser igal pool, kus on taimetoiteainete poolest rikas aluspõhi, sügavamini dreenida, et taimejuurtele võimaldada sellega suuremaid toidu kättesaamise võimalusi.

Gerhardt* tähendab, et mõnes kohas tarvitusele võetud imeja-dreenide keskmist sügavust — 125 sm, ei saa liiga šabloonselt võtta, sest et on vaja üksikute kultuurtaimede iseäralsusi ning mulla ja põhjavee omadusi arvesse võtta ning sellele vastavalt drenaaž projektida kas sügavamalt või madalamalt. Julgesti võib tarvitada heinamaadel, karjamaadel ja ristikheina-põldudel dreenide sügavusi vähem kui 125 sm. Siin on taimekasvule tarvilik mitte liiga sügav, vaid ühetasane põhjavee seis. Sellepärast tuleb heina- ning karjamaid dreenida keskmiselt 100 sm ja ristikheina-põlde 110 sm sügavuselt.

Raskemates muldades tuleb vähendada dreenide sügavust 80—90 sm (70—100 sm), sääljuures aga dreenide vahelaiust tunduvalt vähendades. Niisutatud väljadel on harilikult dreenide sügavus väga suur, kuni 180 sm.

Krüger* on arvamisel, et põlluviljade enamusele vastab drenaaži sügavus 125 sm kõige paremini. Heina- ning karjamaad on soovitav mitte sügavamalt kui 100 sm dreenida, vahest tuleb vastavalt oludele dreenida ainult 60 sm sügavuselt.

Janota* toob Tšehhoslovakkia sektsiooni (internatsionaalne alamsektsioon mullateaduse rakendamiseks kultuurtehnikas) otsusi, mille järele drenaaži sügavus kõigub 80—150 sm vahel. Sügavused 80—100 sm nimetatakse madalateks, 100—120 sm keskmisteks ja 120—140 sm (maksimum 150 sm) — suureks sügavuseks. Siin mainitud sügavuste tarvitamine on tingitud mitmesugustest mullastiku omadustest, kliimalistest ja majanduslikest oludest, soostumise põhjustest ning kuivendamise otstarbest.

Taimede kultiveerimisel, millede juured väga sügavale maasse tungivad, tuleb dreenida kuni 150 sm sügavuseni.

Kliimaliste olude juures on tähtis vahekord sademete hulga ning auramise vahel. Maades, kus sademeid vähe (vähem kui 600 mm aastas), on soovitav sügav drenaaž, et taimedele suuremas mulla-profiilis oleks võimalus koguda kapillaarniiskust. Sademete poolest rikastes maades (rohkem kui 600 mm aastas) tuleb dreeenida õhemalt, sest et siin tuleb kiiresti ära juhtida mullasse tungiv sademete vesi.

Dreenide sügavus oleneb ka kuivendusele tulevast maa-ala kõrgusest merepinnast, sest sellest olenevad ilmastikulised tingimused. Viimased on iseloomustatud sademete hulgaga, temperatuuriga, auramisega, taimekasvuaja vältusega jne. Merepinnast kõrgel asuvatel maa-aladel tuleb üldiselt dreenida õhemalt, madalamatel kohtadel aga sügavamalt. Pääteguriks dreenide sügavuse määramisel on mullastiku-olud, mille juures kogu taimekasvu all tegev olev mullaprofiil arvesse tuleb võtta, silmas pidades mulla mehaanilist koostist, füüsilisi omadusi ja taime toiteainete sisaldust. Tähtis on sääljuures ka raua sisaldus ning mis kujul ta esineb, lubja sisaldus, huumuse sisaldus jne.

Taime toiteainete poolest rikkas ning kohedas mullas, kus kuivendamise kõrval tähtis on ka taimedele suuremat mullaruumi kättesaadavaks teha ning niiskust koguda, on soovitav dreenida sügavamalt (kuni 140 sm, maksimum 150 sm). On aga maa aluspõhi taime toiteainete poolest vaene, rauarikas ning tiheda iseloomuga, kuhu taimejuurte pääsemine õhu ning taime toiteainete puudusel raskendatud, siis tuleb keskmiselt 100—120 sm sügavuselt dreenida.

Madalsoode kuivendamisel Eestis teostatud soodrenaažide juures on dreenid paigutatud 60 sm kuni 130 sm sügavuseni. Dreenide sügavus soos oleneb väga palju sooliigist, kõdunemisjärgust, vee kihtidest soos ning teistest juba varem mineraalmaa juures mainitud tingimustest. Soo dreenimise juures tuleb juba alguses arvestada soo vajumisega, mille tõttu peame dreenide sügavuse nii projektima, et see pääle vajumist normaalne saaks.

Raskemaid savimulla- ning vesiliiva-maid (Triebsand) on lubatud 80 sm sügavuselt dreenida. Sääl, kus dreenitud 80—100 sm sügavuselt, on soovitav kasta torude otsad enne maasse panekut karbolineumisse, mis kõrvaldab ummistumise hädaohu taimejuurte sissetungimise läbi.

Heimerle* poolt on toime pandud katsed karbolineumavenariusega puuvilja-aias, kus ta leidis, et esimesel aastal puude juured kasvasid torude naabruses normaalselt, teisel aastal läksid samad juured torude otsade lähedal kõveraks ning surid; neljandal ning viiendal aastal pääle torude panekut näitasid sääl tehtud kaevamised, et kõik torude juures olevate puude juurte osad surnud olid.

Koguja-dreenide jaoks on soovitav keskmine sügavus 130 sm. Janota* on arvamisel, et torude kinnikasvamist ning ummistumist taimejuurte poolt on ainult siis karta, kui neis vesi alaliselt

jookseb, mida aga mitte küllalt sügava drenaaži juures ainult kevadeti võime märgata. Torude ummistumine mudaga esineb liiga väikese dreeni languse juures.

Tarvitades glasuuritud savitorusid võime hääde tagajärgedega võidelda taimejuurte torudesse tungimise vastu. Samasuguseid tagajärgi võime saavutada, kui toru otsad ümbritseme vähemalt 10 sm paksu steriilse liivakorraga.

Vahest võib juhtuda, et kohati ebatasase maa puhul dreeni sügavus kohati keskmisest väiksemaks muutub, sel juhul ei ole mitte soovitav dreeni normaal-sügavuse saavutamiseks suurendada sügavust kogu tema ulatusel.

Puuduliku veeäravoolu juures võib juhtuda, et alumised dreenid ka vähema sügavusega projektida tuleb, kui see just soovitav oleks. Kõikidel säärastel juhtudel, kus dreenide sügavus normaalsest vähemaks muutub, tuleb abinõud tarvitusele võtta, et nad taimejuurte sissekasvamise tõttu ei ummistuks.



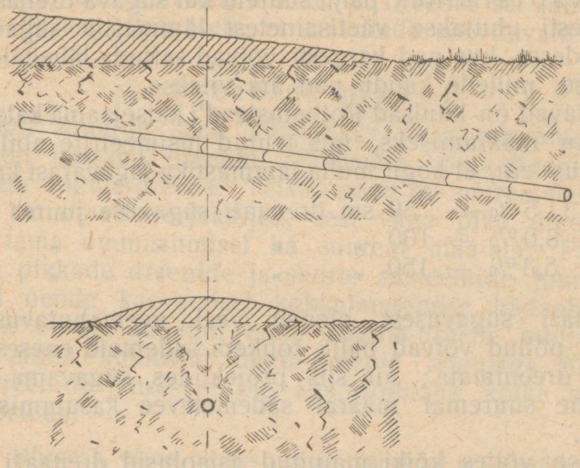
Joonis 49

Ka põhja- ning pinnavee olud mõjuvad kaasa dreenide sügavuse määramisel. Kui on tegemist päämiselt pinnaveega, siis võib dreenida ka mitte väga sügavalt, mida enam meil aga tegemist on põhjaveega, seda sügavamaks muutuvad ka dreenid.

Drenaaži sügavus oleneb ka maa-aluspõhja füüsilistest omadustest ning kuivõrt ta kohedaks muutub pääle kuivendamist, millest oleneb kihi hää ehk halb vee läbilaskvus ja õhu juurepääs. Maa-aluspõhi muutub kergemini kohedamaks pääle kuivendamist, kui ta koosneb mulla ning lubja osakestest, millede läbimõõt 0,05—0,01 mm. Sellevastu muutub aga aluspõhja läbilaskvus veele ning õhule halvemaks suurema raua, huumuse ning peensavi, mille osakeste suurus vähem kui 0,01 mm, sisalduse juures. Sagedasti on arutletud küsimust, kas raskeid maid tuleb dreenida sügavalt või õhukeselt. Mõni raske savimulla liik on väga halb vee läbilaskja. Kui niisugune raske savimuld on kaetud kergesti läbilaskja mullaliigiga, siis ei ole mõtet säärase maa dreenimisel paigutada dreene sellesse raskesse, halvasti läbilaskjasse kihisse (v. joon. 49), sest selle kuivendusemõju oleks samasugune kui see on dreenil, mis asub nende kahe mullaliigi piiril.

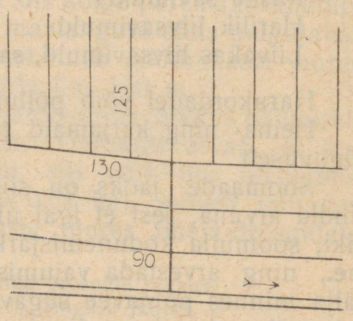
Vahest võib väga tasase maa juures puuduliku languse tõttu tarvis tulla dreenidele kunstlikku langust anda, s. t.

dreeni langus peab suurem olema kui maapinna langus. Säärasel korral asuvad dreenid nende veejooksu alguses maapinnale enam lähedal, kusjuures on aga alati tarvis silmas



Joonis 50.

pidada, et nad kõige selle juures oleksid kaitstud külma vastu ning tarvitusele võetud abinõud ummistuse ärahoidmiseks taimejuurte sissekasvamise poolt. Kus dreenid liiga lähedale maapinnale tulevad, on soovitav dreeni kohal asuvat mullakihi paksust kunstlikult suurendada, tehes dreeni kohta väikese pikerguse mullavalli (v. joon. 50).



Joonis 51.

Vahest ei ole võimalik pääkogujadreeni suubumiskohta paigutada nõuetavale sügavusele veeäravoolu-pääkraavi juures, ilma et ette võtta viimase süvendamist, mis harilikult seotud suurte kuludega. Et viimast nõudmist täita, tuleb teha pääkoguja suubumiskoht 80—90 sm sügavusele ja teised kogujad pää-kogujasse projektida niivõrt kaugele pää-koguja suubumiskohast, et neile oleks võimalik anda keskmiselt 130 sm sügavust (v. joon. 51). Säärasel teel kõrvalkogujate ja veeäravoolu-pääkraavi vahele jäänud kuivendamata maa-ala on võimalik dreenida

üksikute lühemate dreenidega, nii nagu see eeloleval leheküljel joonisel näidatud.

Madala drenaaži juures on väärtuslikkude taimetoiteainete kaotsiminek palju suurem kui sügava drenaaži juures, eriti kergesti uhutakse väetisainetest lämmastik sügavamatesse mullakihtidesse, kus nad kergesti võivad sattuda lähedalolevatesse dreenidesse, millede kaudu nad ära viiakse.

Huvitavad on kuulsad Rothamstead'i katsejaama katsed mullalämmastiku määramiseks, mis tehtud lüsimeetrite abil 23 aasta jooksul, kus leiti, et kogu mulla-lämmastiku tagavarast kaotsi läks:

11,5% — 50 sm drenaaži sügavuse juures
6,0% — 100 „ „ „ „
5,3% — 150 „ „ „ „

Drenaaži sügavusest oleneb veel veemahutavus mullas. Dreenitud põllud võivad palju rohkem sademeid enesesse mahutada kui dreenimata; nii siis projektides sügavama drenaaži, võimaldame suuremal määral sademetevee kasutamist mullastiku poolt.

Arvesse võttes kõiki mainitud asjaolusid drenaaži sügavuse kohta, võime tähendada, et mineraalmaa jaoks oleks soovitatavad järgmised keskmised sügavused (muidugi tuleb alati pääle selle veel arvestada üksikute kultuurtaimede iseäralsustega, kliimaoludega jne.):

	Drenaaži sügavus põllul.
Raske savimuld	90—100 sm
Harilik liivsavimuld	100—110 „
Liivakas liivsavimuld, savikas liivamuld	120—125 „

Harukordadel võib põllul lubada 80 sm dreeni sügavust.

Heina- ning karjamaid tuleb dreenida (70 sm) 80—100 sm sügavuselt.

Soomaade jaoks on siin võimata tuua drenaaži sügavust kindla arvuna, sest et igal üksikul juhul tuleb arvesse võtta sooliiki, soomulla kõdunemisjärku, soomulla kihi sügavust, tihedust jne., ning arvestada vajumisega pääle kuivendamist. Siis juba välja minnes põhjavee sügavusest, mis soovitav teatavale taimekultuurile, ning juure lisades sügavuse kaotuse, mis oleneb kahe dreeni vahelaiusel tekkiva põhjavee kumerusest ja veel juure lisades sügavuse kaotuse, mis tekib soomulla vajumise tõttu pääle soo kuivendamist ja harimist, — saame lõpliku sügavuse, millele tulevad paigutada dreenid.

Näiteks:

1. Heinamaal on tarvis põhjavett keskmiselt 50 sm sügavusel hoida.

2. Põhjavee sügavuste vahe dreeni kohal ning dreenide vahelaiuste keskel on 15 sm (mis oleneb vahelaiusest j. m.).

3. Oodatav sügavuse kaotus vajumisel — 20 sm.

Liites siin antud arvud, leiame, et dreenid sel juhul tulevad projektida 85 sm sügavusele, et saavutada soovitavaid tagajärgi.

5. Dreenide pikkus.

Drenaaž muutub seda lihtsamaks ning odavamaks, mida pikemad on üksikud dreenid. Pikemate imeja-dreenide juures tuleb vähem koguja-dreene. Teiselt poolt on suurematel dreenide pikkustel ka omad varjuküljed, sest väga pika dreeni juures kannatab tema ummistumisel ka suurem maa-ala. Pääle selle peab liiga pikkade dreenide ja suurte süsteemide juures arvestama veel nende kaevamisel kokkulangemise hädaohuga, sest nagu teada ei ole lubatud enne koguja-dreene mullaga täita, kui kõik sinna kuuluvad imeja-dreenid kogujaga ühendatud. Pikkade dreenide juures ei ole aga võimalik kõike seda tööd kiiresti teostada.

Krüger tähendab, et on olemas teatav vahekord ja kooskõla veeäravoolu hulga *(Q)*, dreenide vahelaiuse *(l)*, veeäravoolu üksuse *(q)* ning dreeni pikkuse *(x)* vahel.

Nimelt:

$$x \leqq \frac{10000\ Q}{lq}$$

Tegeliku elu kogemused on näidanud, et pikidrenaaži juures pikkade imeja-dreenide tegevus ainult siis kõige paremaks muutub, kui neid võrdlemisi sagedasti põigiti maalanguse sihis paigutatud koguja-dreenidega siduda. Sellepärast tuleb pikidrenaaži juures imeja-dreenid mitte pikemad projektida kui 150 m.

Põikidrenaaži juures oleneb imeja-dreenide pikkus päämiselt juba kuivendatava maa-ala suurusest. Gerhardt arvab, et kui langus on 0,4 %, toru läbimõõt 4 sm, siis võib üks niisugune dreen kuivendada 31 aari (1 aar = 0,01 ha), millest lähtudes antakse järgmiste dreenide vahelaiuste juures imeja-dreenidele vastavad pikkused:

Dreenide vahelaius.	Lubatud dreenide pikkus 0,4 % languse juures.
12 m	250 m
14 „	220 „
16 „	190 „
20 „	150 „
24 „	130 „
30 „	100 „

Sileesias, Saksas, vastuvõetud alustel ei tohi imeja-dreenide pikkus mitte suurem olla kui 200 m. Enamasti tarvitatakse aga

imejaid 150 m pikad. Koguja-dreeni kõige suurem pikkus on 1000 m. Meie oludes tuleks arvestada enamasti 100—150 m imeja pikkusega.

6. Dreenide vahelaius.

Imeja-dreenide vahelaiusel on väga suur tähtsus, nii tehnilisest kui ka majanduselisest seisukohast. Mida vähem on dreenide vahelaius, seda kiiremini ning tagajärjerikkamalt töötab drenaaž. Seega on vähemate imeja-dreenide vahelaiustega drenaaž tehnilisest küljest väga kasulik, majanduseliselt on aga niisugune drenaaž väga kulukas, sest võrdlemisi väikesele pinnaüksusele tuleb suur dreenide arv.

Kulude kokkuhoidmise mõttes oleks soovitav projektida drenaaži võimalikult suuremate vahelaiustega; teiselt poolt ei või tarvitada liiga suuri vahelaiusi, sest muutuks küsitavaks kuivenduse otstarve, nimelt oleks kuivenduse mõju liiga suure dreenide vahelaiuste juures dreenidest kaugemal puudulik ning dreenide vahelaiuste keskkohal puuduks pea täiesti. Tegelikus elus peame valima võimalikult kesktee, s. t. silmas pidama maa kuivendamise nõudeid kui ka majanduslikku kalkulatsiooni. Drenaaži projektimisel teatava maa-ala jaoks peame arvesse võtma kõik asjaolud, millest oleneb dreenide vahelaius:

1. Põhja- ning pinnavee olud. Üldse võib tähendada, et mida rohkem vett dreenide kaudu tuleb ära juhtida, seda väiksem peab olema vastavalt nende vahelaius. Ka sääl, kus maa kannatab ajutiste veega üleujutamiste all, peab olema dreenide võrk tihedam, samuti ka kohtadel, kus põhjavesi alt ülesse tungib.

2. Aluspõhja omadused. Sääl, kus aluspõhi on kergesti vett läbilaskev, võib projektida drenaaži suuremate vahelaiustega. Sagedasti on niisugusel juhul võimalik talitada hollandi-drenaaži põhimõtte järele, nimelt juhtida vett vertikaalses sihis alla poole.

3. Dreenide sügavus. Dreenide sügavuse suurenemisega võib suureneda ka dreenide vahelaius, siinjuures tuleb arvestada dreeni maksimaalse sügavusega ja teiste teguritega, millest eelpool juba kõneldud.

4. Maapinna ning dreenide langus. Mida suurem on maapinna ning dreenide langus, seda suuremate dreenide vahelaiustega, suhteliselt võetud, võib vastavat maa-ala kuivendada. Suurema maapinna languse juures on ka pinnavee äravool suurem kui väiksema langusega maa-ala juures, kus rohkem vett maasse tungib ja drenaaži abil ära tuleb juhtida.

5. Dreenide pikkus. Kui projektida drenaaž väga pikkade imeja-dreenidega, siis tuleb sääljuures dreenid võrdlemisi vähemate vahelaiustega võtta.

6. Dreeni läbimõõt. Kui näiteks teatava dreenide vahelaiuse juures meil tarvitada olevad torud oma väikese läbimõõdu pärast ei suuda kogu veehulka ära juhtida, siis tuleb dreenide vahelaiust vastavalt vähendada, nii et meil tarvitada olevate torude läbimõõt suudaks ära juhtida kogunevat veehulka. Enamasti ei ole dreenide läbimõõdul dreenide vahelaiuse juures tähtsust, sest turul on saadaval igasuguse läbimõõduga torusid.

7. Kliimaolud. Mida suurem on sademete hulk ning mida väiksem auramine, seda tihedama dreenide võrguga tuleb kuivendada. Ka metsade, järvede ja mere lähedus kuivendamisele tulevale maa-alale avaldab mõju dreenide vahelaiusele, soodustades või takistades tuulte liikumist, millest oleneb tunduvalt auramine.

8. Maa languse siht. On maa languse siht põhja poole, siis on siin auramise tingimused halvemad kui samasugusel maa-alal, mille languse siht lõuna poole, nii siis tuleb esimesel juhul rohkem vett drenaaži kaudu ära juhtida. Sellepärast tuleb maa-ala, languse sihiga põhja poole, intensiivsemalt, s. t. tihedama dreenide võrguga, kuivendada kui lõunapoolse languse sihiga maa-ala.

9. Drenaaži süsteem. Põikidrenaaži juures võib kuivendada suuremate dreenide vahelaiustega kui pikidrenaaži juures. Ökonoomiline drenaaž lubab vahest dreenida kõige suuremate vahelaiustega.

10. Maa tarvitamise viis. Karjamaadel võivad dreenid suuremate vahelaiustega olla kui põldudel, sest sääl ei ole tarvis nii intensiivset kuivendamist. Heinamaal võivad dreenide vahelaiused veel suuremad olla kui karjamaal. Põldude kuivendamise juures tuleb valida vastavalt kultuuridele ka dreenide vahelaius, sest niiskuse tarvitamine mitmesuguste põlluviljade juures ei ole võrdne.

11. Majapidamise intensiivsus. Mida ekstensiivsem majapidamine, seda enam võib suurendada dreenide vahelaiust, et siiski veel kuivendusetöö toimuks tasuvuse piirides.

12. Mullastik. Mullastik on tähtis dreenide vahelaiuse määramisel, sest veevoolu kiirus mullas ning liiklemise võimalused viimases olenevad kõik suuresti mulla füüsilistest omadustest. Nii võime vett hästi läbilaskja kergema liivsavimulla juures projektida dreenid palju suuremate vahelaiustega kui halvasti vett läbilaskja mulla — raske savimulla juures. Igasuguse mullaliigi juures

tuleb alguses arvesse võtta, kas meil on tegemist alg- (primaar) mullaga või uhtmullaga. Primaar-muld seisab kõvasti lademetes ja on vähema veeläbilaskvusega. Sellega arvestades võime üldiselt primaar-mulla juures kuivendada vähemate dreenide vahelaiustega kui mullastiku juures, mis koosneb uhtmullast.

Mulla veeläbilaskvuse ja ühtlasi dreenide vahelaiuse määramise juures tuleb ka arvesse võtta mulla lubja-, raua- ning huumusesisaldust. Kui muld sisaldab suurel hulgal lupja, siis võime dreene projektida suuremate vahelaiustega, sest et lubja sisaldus drenaaži mõjul aitab parandada mulla-struktuuri.

Sisaldab aga muld rauda, siis on selle mõju vastupidine kui lubja juures, sest rauaühendid seovad mullaosakesed tihedaks massiks, mis osutub väga halvaks veeläbilaskjaks. Suure raua-sisalduse juures tuleb dreenide vahelaiust vähendada (2 m ümber).

Ka huumuse-sisaldus on mineraalmuldadel mõõduandev dreenide vahelaiuse määramisel, sest suurema huumuse-sisalduse juures mulla veemahutavus kasvab ning õhu liikumine muutub raskemaks. Nii siis peame humuserikastel muldadel projektima dreenid vähemate vahelaiustega.

Enne kui asuda maaparandusetööde teostamisele, peame võimalikult hästi tutvuma mullastikuga, milleks tuleb ette võtta uurimine. Maaparandusetööde pääülesandeks on ju õieti reguleerida ja korraldada õhu ning vee vahekorda mullas, sarnaselt, et see kõige paremaks osutuks taimekasvule. Kellel on tegemist olnud mulla uurimistöödega, see teab kui raske on ainult mulla välimuse järele otsust teha tema omaduste kohta. Et saada võimalikult täpsaid resultaate, tarvitatakse mulla uurimiseks igasuguseid vastavaid abinõusid. Mullastiku uurimise otstarve on teada saada mulla-liikide omadusi ja nende vahekordi mullas.

Kergemate, hästi vett läbilaskjate mullatüüpide juures oleneb dreenide vahelaius teataval määral dreenide sügavusest, millejuures vähemale sügavusele ka väiksem vahelaius vastab ning ümberpöördult. Raskemate, vett halvasti läbilaskjate muldade juures ei ole aga võimalik dreenide sügavuse suurendamisega vastavalt dreenide vahelaiust suurendada, ilma et selle all kannataks juba maakuivendamine.

Mulla veeläbilaskvus oleneb mullaterakeste suurusest ning uhtmulla-osakeste, millede terade läbimõõt on vähem kui 0,01 mm, vahekorrast. Mulla veeläbilaskvuse kohta võib otsustada ainult mulla-analüüsi põhjal. Sagedasti lähevad küll tegelikkude maaparandajate arvamised otstarbekohase dreenide vahelaiuse kohta lahku nendest andmetest, mis teadusliku mulla uurimise põhjal saadud. Kostka* toob andmeid, millede järele tegelikkude

maaparandajate arvamised dreenide vahelaiuse kohta kuni 100 % üksteisest erinevad.

Kokkuvõttes Kostka andmeid toon siin järgmise tabeli:

Mullaliik.	Dreenide vahelaius teaduslikkude mulla-uurimuste alusel.	Tegelikkude maaparandajate poolt soovitatud vahelaius	Enamuse poolt soovitatud vahelaius.
I	10 m	8 m — 16 m	13 m
II	10 „	9 „ — 16 „	12 „
III	16 „	10 „ — 16 „	16 „
IV	19 „	10 „ — 18 „	16 „

Tabelist näeme, kuivõrt kõikuv on tegelikkude maaparandajate arvamine dreenide vahelaiuse kohta. Praeguseaja väljapaistvamate teadlaste poolt maaparanduse alal on mineraalmaade jaoks dreenide vahelaiuse määramiseks tarvilikuks tunnistatud mullastiku täppis uurimine. Tegelikus elus on kõige rohkem tarvitatud mulla uurimiseks mulla mehaanilist analüüsi.

Esimesena tarvitas Kopecky mulla mehaanilise analüüsi andmeid dreenide vahelaiuse määramiseks, lähtudes tegeliku elu kogemustest. Kopecky tähendab, et kaudselt mehaanilise analüüsi alusel võib otsustada ka mulla füüsiliste omaduste üle.

Zunker arvab, et ainult üldine mulla mehaanilise analüüsi tarvitusele võtmine dreenide vahelaiuste määramiseks, võib neid vigu kõrvaldada, mis oli neil alustel, mis seni dreenide vahelaiuste määramisel tarvitati. Säärasel teel otstarbekohaste vahelaiustega drenaaži-töid teostades võime vähemalt 20 % drenaaži kuludest kokku hoida.

Arvesse võttes kuivõrt tähtsat osa etendavad praegusel ajal mullauurimise tööd mehaanilise analüüsi näol dreenide vahelaiuse määramisel ning et seda küsimust peab lugema otse päevaküsimuseks ja et temast viimasel ajal kõikidel teaduslikkudel maaparanduse-koosolekutel ning vastavas kirjanduses suuresti juttu tehakse, siis ei saa ka siinkohal sellest küsimusest vaikides mööda minna.

Järgnevad read on määratud alustele dreenide vahelaiuse määramisel, mullastiku uurimise andmete ning meetodite kirjeldusele ning selle arvustusele.

Dreenide vahelaiuse määramine mulla mehaanilise analüüsi abil.

Mulda võib mehaaniliselt analüüsida kas sõelumise või uhtumise abil. Kultuurtehniliseks otstarbeks tarvitatavate analüüside jaoks ei tarvitata harilikult sõelumist. Enam täpsamad andmed mulla mehaanilise analüüsi läbiviimisel saame juba uhtmeetodi kaudu. Selleks otstarbeks olid esimesed aparaadid konstrueeritud Benningsen'i, Knop'i ning Kühn'i poolt. Kõikidel nimetatud aparaatidel on üks põhimõte, nimelt, et teatava suurusega mullaosakesed, mis vees hõljuvad, kindla aja järele põhja langevad. Nende aparaatide tarvitamine sünnib järgmiselt: ühe tunni jooksul hästi läbikeedetud analüüsitav muld asetatakse aparaati, mis harilikult pudeli või silindri taoline on, teda kogu aeg segades. Silinder täidetakse kuni kindla märgini veega. Teatud aja järele, kui mulla jämedamad osakesed põhja vajunud ning hõljuma jäänud ainult peenemad, suspendeerunud osakesed, lastakse nad ühes veega silindrisse tehtud avause kaudu suuremasse nõusse. Seda operatsiooni korratakse nii mitu korda kuni vedelik mulla pääl silindris täiesti selgeks muutub, s. t. ei sisalda enam mulla hõljuvaid osakesi.

Hiljem võeti tarvitusele uhtaparaadid alalise veevooluga, mille abil peetakse mulla peenemad osad suspendeeritud olekus. Aparaat koosneb mitmest üksteisele järgnevast nõust erinevate läbimõõtudega, millest on tingitud ka erinev vee rõhumine üksikutes nõudes, kuhu paigutatud analüüsitav muld. Vee rõhumine on seda suurem, mida vähem on nõu läbimõõt ja vastupidi. Vee juure- ning äravool jääb kogu aeg alaliseks. Sellejuures langevad esimeses nõus põhja suuremad ning raskemad mullaosad; järgmises nõus vähemad ning kergemad jne. Säärasel teel töötades võime juba mulda jagada mitte ainult kahte ossa, nagu Benningsen'i pudeli ning Kühn'i silindri juures, vaid suurema hulga kategooriatesse, mullaosakeste suuruse järele.

Gerhardt* on arvamisel, et veeläbilaskvus on iseloomustatud mulla uhtosade sisalduse protsendiga. Tema arvates on drenaaži-tööde projektimisel mulla uhtosade protsendi määramine Benningsen'i ehk Kühni silindri abil juba küllalt rahuldav. Peab tähendama, et Benningsen'i pudel on selleks otstarbeks väga hõlbus tarvitada, sest ta on kerge põllule kaasa võtta ega nõua ka töötamise juures teisi erilisi abinõusid, tema töö resultaadid ei ole küll nii täpsad kui teistel uhtaparaatidel.

Kopecky poolt on uhtosadeks nimetatud mullaosakesed, millede läbimõõt on vähem kui 0,01 mm.

Kopecky võtab väga raske mullaliigi jaoks aluseks 8 m dreenide vahelaiuse ning seab mitmesuguste teiste mullaliikide jaoks tabeli kokku dreenide vahelaiuse määramiseks, mille siinkohal toon.

Mulla liik:	Dreenide vahelaius meetrites.
1. Raske savimuld; uhtosi > 70 %	8—9
2. Peenliivakas savimuld; uhtosi 55—70 %	9—10
3. Liivakas, liivsavikas, savimuld; uhtosi 40—55 %	10—12
4. Tihe liivsavimuld; uhtosi 30—40 %	12—14
5. Liivsavikas liivsavimuld; uhtosi 20—30 %	14—16
6. Liivsavikas liivamuld (raskem tüüp); uhtosi 10—20 %	16—18
7. Vähe liivsavikas liivamuld (kergem tüüp); uhtosi vähem kui 10 %	18—20

Mergelirikas savimuld, kui ta sisaldab enam kui 70 % uhtosi, tuleb dreenida 9—10 m vahelaiusega. Liivamulla juures, mis sisaldab vähem kui 10 % uhtosi, ei peeta enam soovitavaks dreenida süstemaatilise drenaaži abil.

Kõik siin toodud andmed on arvatud põldude dreenimise kohta.

Peatume lühidalt **mulla mehaanilise analüüsi** juures.

Benningsen'i pudeli abil ei ole meil võimalik toimetada uhtumist saviosade täieliseks eraldamiseks, missugune asjaolu aga kaasa mõjub jämedamate mullaosade protsendi suurenemisele; nimelt pääle segamist langeb ka teatav osa peenemaid saviosakesi, mis liiva langemisel kaasa kistakse, põhja.

Mõnede mullaliikide juures on pea võimatu või vähemalt üsna ebatäppis jaotada mulda tema terakeste suuruse järele ainult kahte kategooriasse, nii nagu see on soovitatud Benningsen'i poolt, sest raske on tõmmata piiri mulla uhtosakeste ja liiva ehk jämedamate terade vahel, samuti ka kahe liivasordi vahel, kus üleminek kunagi teravalt esile ei tule.

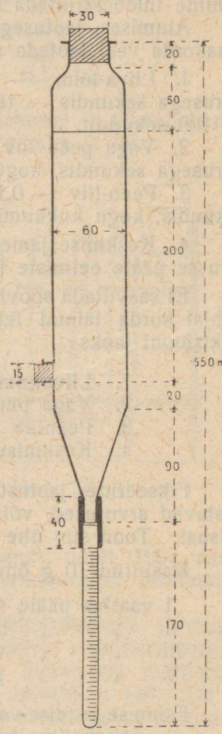
Nimetamisväärt on veel prof. Sikorsky mulla uhtaparaat. Viimases on kombineeritud Benningsen'i ja Kühni uhtaparaatide põhimõtted, esile tuues esimese lihtsust ja käsitamishõlpsust ning teise täpsust.

Juure lisades Kühn'i uhtsilindrile jaotustega toru, oli niiviisi võimalik mulla mehaanilist analüüsi läbi viia ilma täpsate kaaludeta.

Prof. Sikorsky uhiaparaat on valmistatud klaasist. Päälmine osa on silindri sarnane, mille läbimõõt 60 mm (v. joon. 52). Silinder, mille ülemises osas asub pudeli kaela sarnane avaus 30 mm läbimõõduga ning küljel 15 mm läbimõõduga avaus, lõpeb 170 mm pikkuse ja 15 mm läbimõõduga toruga, millel pääle kantud jaotused. 200 mm kõrgusel, arvatud külje avause alumisest äärest, on klaasile lõigatud joon, milleni täidetakse aparaat veega.

Kõrgemale joont on jäetud tühi ruum, selleks et võimalik oleks mulda veega tublisti segamini loksutada. Alumisel otsal asuv toru on gradueeritud pool-kuupsentimeetrilise täpsusega, selle kooniline osa aga veel veerandkuupsentimeetrilise täpsusega.

Aparaadi transportimise hõlbustamiseks on ta konstrueeritud nii, et alumine jaotustega toru jämedamast silindri osast on lahutatav.



Joon. 52.

Aparaadi tarvitamine.

Analüüsitavast mullast, mis vaba peab olema suurematest kui 2 mm kivikestest ja taimejuurte osakestest, kaalutakse täpsalt 10 g. Kaalutud muld asetatakse portselaankaussi, sinna juure valades puhast vett ning keedetakse teda pool kuni poolteist tundi kogu aeg hoolega segades, sellejuures klaaspulgaga suuremaid mullatükikesi purustades, kuni kausis olev segu täiesti ühtlaseks pudrutaoliseks massiks muutub.

Keetmise ajal peame selle järele valvama, et kausist ülekeemise, pritsimise ega muul teel vähemgi osa mullast kaduma ei läheks.

Sagedasti põllul töötades tuleb loobuda proovi keetmisest, mis küllalt häid tagajärgi annab, kui meil tegemist on enam liivase mullaga.

Üsna rasvaste saviproovide juures peame sagedasti keetma 5—6 tundi, et saavutada soovitavaid tagajärgi.

Tegeliku elu nõuete jaoks on harilikult mõtteta liiga suur ettevaatus ja täpipäälsus, sest ikkagi 10 g mullaproov ei iseloomusta täpsalt suurema maa-ala koosseisu, mis on väga muutuv.

On mullaproov täieliselt lagunenud ja ühtlaseks massiks muutunud, siis valatakse ta lehtri abil aparaati, ühtlasi puhastades kauss kui ka lehter sinna jäänud mullaosakestest, täidetakse puhta veega kuni märgini, korgitakse kinni ja segatakse hoolega, loksutades korralikult. Et eraldada mullaosakesi üksteisest, asetatakse kiire liigutusega aparaat vertikaal seisandisse, fikseerides viimast tegevust ajanäitajal.

Laboratooriumis töötades tarvitatakse aparaadi hoidmiseks statiivi, põllul aga hoitakse teda lihtsalt käes.

Kui arvata, et mulla uhtosakeste, mille läbimõõt 0,01 mm, kukkumise kiirus vees on võrdne 0,2 mm sekundis, siis, arvestades silindri 200 mm kõrgusega, arvatud märgist kuni külje avause alumise ääreni, leiame, et on tarvis 1000 sekundit = 16 min. 40 sek., selleks, et suudaksid langetuda kõik mulla 0,01 mm jämedamad terakesed, jättes hõljuma vette peenemad savi uhtosakesed, kõrgemale külje avausest.

Nimetatud aja möödumisel lastakse segane vesi ära joosta ning täidetakse uuesti aparaat veega kuni märgini, segatakse, lastakse seista 16 min. 40 sek. ning eemaldatakse uuesti segane vesi.

Seda operatsiooni korratakse seni kuni vesi pääle 16 min. 40 sek. seismise enam segane ei ole, vaid täiesti selge, mis on tõenduseks, et kõik peensavi osakesed (vähemad kui 0,01 mm) välja on uhutud.

Põhja kogunenud liiv kuivatatakse õhukuivaks ning kaalutakse; kaalu vähenemine tuleb kirjutada uhtosade arvele, mis veega eemaldasime.

Alumises, jaotusega torus on kogunenud nüüd liivaosad, mida on võimalik omakorda veel jaotada nende kukkumise kiiruse järele:

1. Liiva-tolm — 0,01—0,05 mm terade läbimõõduga — kukub 3 mm kiirusega sekundis — tähendab kogu kukkumise aeg 200 mm pikkusel teel on 100 sekundit.
2. Väga peen liiv — 0,05—0,10 mm terade läbimõõduga — kukub 7 mm kiirusega sekundis, kogu kukkumise aeg seega 29 sekundit.
3. Peen-liiv — 0,10—0,20 mm läbimõõduga — kukkumise kiirus 25 mm sekundis, kogu kukkumise aeg 8 sek.
4. Keskmise jämedusega ja jäme liiv, terade läbimõõt 0,20 mm, jääb torusse pääle eelmiste fraktsioonide eraldamist.

Et saavutada soovitud resultaate ka kaalumisteta, selleks on paljude katsete põhjal korda läinud leida mahule vastav kaal iga üksiku eraldatava mulla fraktsiooni jaoks:

1.	Liivatolm	1 sm³	= 1,328 g
2.	Väga peen liiv	1 „	= 1,448 „
3.	Peenliiv	1 „	= 1,515 „
4.	Keskmise jämedusega ja jäme liiv	1 „	= 1,612 „

Fikseerides jaotustega torul iga fraktsiooni järele mahu suurused ja tehes vastavad arvutused, võime leida lõplikud andmed mulla mehaanilisest koosseisust. Toon siin ühe näite asja selgitamiseks.

Kaalutud 10 g õhukuiva, sõelutud mulda.

I vaatlus pääle saviosakeste uhtumise	5,9 sm³	
II „ „ liivatolmu uhtumise	5,2 „	
III „ „ väga peene liiva uhtumise	2,8 „	
IV „ „ peene liiva uhtumise	1,9 „	
Esimese ja teise vaatluse vahe (5,9—5,2) = 0,7 sm³, näitab liiva tolmu hulka à 1,328 g	= 0,930 g	= 9,3 %
Teise ja kolmanda vaatluse vahe (5,2—2,8) = 2,4 sm³ à 1,448 g	= 3,475 „	= 34,8 %
Kolmanda ja neljanda vaatluse vahe (2,8—1,9) = = 0,9 sm³ à 1,515 g	= 1,363 „	= 13,6 %
Ja viimane vaatlus näitab keskmise jämedusega ja jäme liiv 1,9 sm³ à 1,612 g	= 3,063 „	= 30,6 %
Kokku liiva	8,831 g	= 88,3 %
Analüüsimiseks oli võetud	10,000 g	= 100 %
Järelikult on uhtosi olnud	1,169 „	= 11,7 %

Siin kirjeldatud prof. Sikorsky uhtpudel on väga praktiline põllul tarvitamiseks.

Mulla uhtanalüüside tegemine ühe ehk teise aparaadiga võtab üsna palju aega ning nende korralikuks läbiviimiseks peame reserveerima alati terve tööpäeva.

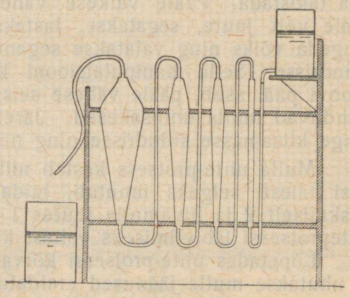
Peatun siinkohal veel natukene pikemalt kultuurinsener prof. K o p e c k y poolt aastal 1900 Praagas konstrueeritud uhtaparaadi juures (v. joon. 53).

Kopecky uhtaparaadiga on võimalik korralikult mulla analüüsi läbi viia keskmiselt kahe tunni jooksul, väga raske savimulla juures küll tunduvalt kauem. Nimetatud aparaadi abil on võimalik lahutada mulda tema terakeste suuruse järele nelja kategooriasse:

I kategooria	— mullaosade läbimõõt	< 0,01	mm
II	„ „ „	0,01—0,05	„
III	„ „ „	0,05—0,1	„
IV	„ „ „	> 0,1	„

Esimeses kategoorias oleksid esitatud mulla uhtosakesed — tähendab rasvase savi osakesed — ning teistes peen liiva tolm, liiva tolm ja liiv.

Et Kopecky uht-aparaadi abil on võimalik mulla mehaanilist analüüsi üsna lihtsalt ja kiiresti teha, sellepärast on see aparaat ka poolehoidu ja tarvitamist leidnud maaparandusetööde juures, eriti siis, kui meil suurel hulgal analüüse teha. Aparaadiga on võimalik päeva jooksul 2—3 mulla uhtanalüüsi teha. Kõige enam on Kopecky aparaat levinud Böömimaal ja Württembergis. Fauser tähendab, et mainitud maades 20 aasta jooksul sääl tarvitusele võetud Kopecky uhtmeetodi abil 30.000 mullaanalüüsi on tehtud ja nende andmete põhjal määratud dreenide vahelaiused osutusid tegelikus elus kõlblikeks. Württembergis on Kopecky mulla mehaaniline analüüs veel tunduvalt täiendatud Fauser'i ning Canz'i poolt 1907. aasta ümber, millega kokku langeb ka pedoloogilise laboratooriumi asutamine Ellvangenis.



Joon. 53.

Maapinna sondeerimiseks loetakse kõige otstarbekohasemaks tarvitada Ameerika taldrikpuuri. Vähemate maaparandusetööde juures võetakse mullaproovi üksikutes mullastikku iseloomustavates kohtades. Suuremate maaparandusetööde jaoks tehakse sondeerimistöid punktides, mis läbistikku 150—200 m kaugusel üksteisest asuvad. Iga proovi võtmise kohal määratakse ka põhjavee seisu kõrgus.

Et iseloomustada harimise all olevat pinda, selleks võetakse vähemalt üks proov 10—20 sm sügavuselt. On maa aluspõhi uurimise all oleval maaalal enam-vähem ühtlase iseloomuga, siis on küllalt kui analüüsimiseks võtta proov 70—90 sm sügavuselt. Koosneb aga aluspõhi omaduste poolest väga mitmesugustest mullakihtidest, siis võetakse analüüsimiseks igast iseloomustavast kihist üks proov. Proovi võtmisel peab hoiduma segimineku eest, neid alati korralikult iga proovi augu kohal etiketiga varustades. Proovi suurus peab olema keskmiselt 0,5 kg. Kivide sisaldus määratakse põllul protsentides kindlaks, arvesse võttes ka kivide suurust; saadud andmed kivide sisalduse kohta proovis saadetakse ühes prooviga laboratooriumi. Transportimiseks mahutatakse proov paberikotikesse, sinna pääle tähendades proovi sügavuse, kultiveerimisviisi, proovi numbri j. m. andmed.

Pedoloogiline laboratoorium on sisse seatud ühe laborandi jaoks kolme Kopecky uhtaparaadiga. Laboratooriumi saadetud mullaproovid kuivatatakse õhu käes, paigutades laudadele üksteise kõrvale, nii et neid sõrmede vahel peenendades oleks võimalik luubi abil üksteisega võrrelda ning otsustada kuivõrt mõned proovid teistega ühesugusteks võib lugeda. Kõigist proovidest,

mis välimuse järele ühtlasteks osutusid, analüüsitakse ainult üks. Väga raske savimulla proovide juures on väliselt üsna raske otsustada proovide sarnasuse üle ja säärasel juhul soovitatakse kõiki proove analüüsida.

Analüüsimisele asudes peenendatakse proovimisele tulev muld hoolikalt uhmris, aga nii, et mulla algterakesed oma esialgset kuju ei kaotaks. Pääle peenendamise sõelutakse proov läbi 2 mm ümmarguste aukudega sõela; sõelale jäänud osast eraldatakse peenem mullatolm vee abil, seda sinna pääle pritsides. Sõelale jäänud osa kaalutakse ning määratakse tema protsent mullas.

Uhtanalüüsiks võetakse sõelutud mullast 50 g, paigutatakse 12 tunniks vette ning keedetakse veel 2 tunni jooksul, aurunud vee asemele alati uut juure valades. Proovi jahtumisel valatakse vedel osa Kopecky aparaadi keskmisse silindrisse, lisatakse järele jäänud osale natuke vett juure, mulda vastu kausi seinu hoolikalt sõrmega läbi hõõrudes, missuguse toimingu juures sõrme otsad aga kummi kattega varustatud peavad olema, et mulla pääsemist küünte alla takistada. Pääle väikese vaheaja valatakse uuesti kaussi jäänud mulla osale vett juure, segatakse, lastakse vähe seista, et muld kausikese põhja langeda võiks ning valatakse segane vedelik jälle Kopecky aparaadi keskmisse silindrisse. Seda manipulatsiooni korratakse nii kaua kuni vesi, mis mulla proovi pääl asub, pääle vähese seismise päris selgeks muutub, s. t. kuni temas puuduvad mulla uhtosakesed. Järele jäänud proovi osa paigutatakse aparaadi kõige kitsamasse silindrisse ning nüüd võib alata juba töötamisega.

Mulla uhte-protsess kestab niikaua, kuni kõige suuremast silindrist voolav vesi täiesti selgeks muutub, mida on võimalik saavutada savimulla juures keskmiselt 2 ja liivamulla juures 1 tunni jooksul. Väga raske savimuld nõuab uhteprotsessi läbiviimiseks vahest kuni 6 tundi.

Lõpetades uhte-protsessi kõrvaldatakse silindrist vesi dekanteerimise teel ja uhutakse mulla jäänused eraldatult klaasidesse. Andes veel klaasis selguda eemaldatakse ta ning asetatakse muld hõbe- või nikkeltiiglisse — liivasaunal kuivatamiseks. Pääle kuivatamist jahutatakse eksikaatoris ning kaalutakse.

Arvestades teatava mullaliigi uhtosade protsendiga, võime selle järele määrata dreenide vahelaiuse. K r ü g e r* toob dreenide vahelaiuse ja dreenide sügavuse jaoks järgmised vahekorrad Kopecky ning Canz'i andmetel:

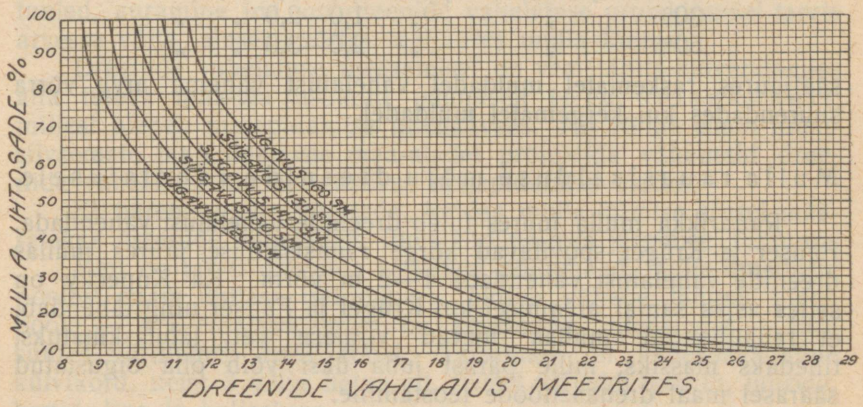
Nr.	Mulla liik	Uht-osade %	$x = \frac{\text{dreenide vaheline}}{\text{dreenide sügavus}}$		Dreenide vahelaius, kui nende sügavus = 125 sm	
			Kopecky	Canz	Kopecky	Canz
1	Raske savimuld . . .	> 70	7	7—8	8,5	8,5—9
2	Peen, liivakas savimuld	70—55	7,5	8—9	9,5	9—11
3	Liivakas liivsavikas savimuld	55—40	7,5—9	9—10,5	9,5—11	11—13
4	Tihe liivsavimuld . .	40—30	9—10,5	10,5—12	11—13	13—15
5	Liivakas liivsavimuld .	30—20	10,5—12	12—14	13—15	15—17,5
6	Liivsavikas liivamuld .	20—10	12—14	14—16,5	15—17,5	17,5—21
7	Vähe liivsavikas liivamuld	< 10	14—14,5	16,5—19	17,5—19	21—24

Nagu tabelist näha on Kopecky ja Canz'i andmetel väikene lahkuminek, mis on seletatav Böömimaa ja Württembergi olude iseäralsustega, nimelt lubavad Württembergi olud läbi viia kuivendamist suuremate dreenide vahelaiustega kui Böömimaa olud.

Heina- ning karjamaid tuleb kuivendada 20% kuni 50% suuremate dreenide vahelaiustega.

F a u s e r* tähendab, et Kopecky uhtaparaadi abil läbiviidud mulla mehaanilise analüüsi andmeid ei tohi igal juhul tarvitada päris šabloonselt, vaid tähtis on sääljuures veel arvesse võtta teiste kategooriate mullaosakeste protsenti, eriti II kategooria protsenti, mulla lubjasisaldust, raua- ning huumuse-sisaldust, maapinna langust, aluspõhja mulla lademete korda, ilmastu olusid ja majapidamise intensiivsust.

Vahekord dreenide vahelaiuse ja sügavuse ning mulla uhtosade protsendi vahel on Fauser'i poolt graafiliselt kujutatud (v. joonis 54).



Joon. 54.

M u l l a III ja IV t e r a s u u r u s t e k a t e g o o r i a m õ j u d r e e n i d e v a h e l a i u s e l e.

Leidub mullas suur protsent terasuurusi III ja IV (0,05—2,0 mm), siis seda vähem on sääl terasuurusi I (v. lk. 101), millejuures dreenide vahelaiuse suurendamine niisugusel juhul juba otsekoheselt tabelist I osade protsendi koosseisu järele leida võib.

M u l l a t e r a s u u r u s t e II. k a t e g o o r i a (0,01—0,5 mm) m õ j u d r e e n i d e v a h e l a i u s e l e.

Nagu kogemused on näidanud, teeb II kat. mullaosakeste suuremal hulgal esinemine mulla vett läbilaskvamaks, mille põhjal dreenide vahelaiust hästi suurendada võib.

Fauser'i poolt on toodud alljärgnev tabel, millest järgneb kui tähtis on dreenide vahelaiuse määramisel mullaosakeste II ning I kat. vahekord:

II kat mullaosakeste ülekaal I üle	Lubatud dreenide vahelaiuste suurendamine, kui dreenide sügavus on: (toodud Fauser'i graafikust				
	120 sm	130 sm	140 sm	150 sm	160 sm
15%	4,6 m	5,0 m	5,4 m	5,8 m	6,2 m
10%	3,7 „	4,0 „	4,3 „	4,6 „	4,9 „
5%	2,8 „	3,0 „	3,2 „	3,5 „	3,7 „
0%	1,8 „	2,0 „	2,1 „	2,3 „	2,5 „
—5%	0,9 „	1,0 „	1,1 „	1,2 „	1,2 „
—10%	0 „	0 „	0 „	0 „	0 „

Lubjasisalduse mõju dreenide vahelaiusele.

Dreenide vahelaiust võib suurendada ka mulla lubja sisalduse juures. Janota* järele mõjub lubjasisaldus hästi mulla veeläbilaskvusele, kui lubi mullas süsihapulubja ($CaCO_3$) n. n. karbonaatidena esineb, mida suuremal hulgal, seda enam mulda kohendades, lagunemist ning tuuldumist (Durchlüftung) edendades. Fauser* tähendab, et dreenide vahelaiust võib suurendada

15% lubjasisalduse juures 0,5—1,0 m võrra
30% „ „ 1,0—2,0 „ „
50% „ „ 2,0—3,0 „ „

sääljuures raskematel muldadel vahelaiust vähema arvu võrra suurendades kui kergematel muldadel.

Mulla rauasisalduse mõju dreenide vahelaiusele.

Rauarikka mulla juures tuleb dreenide vahelaiust vähendada. Fauser ja Krüger soovitavad kõrge rauasisalduse juures mullas dreenide vahelaiust vähendada 1—2 m võrra. Ka Kopecky on selles asjas samal arvamisel kui Krüger ja Fauser ning tähendab, et rauaühendid mullas teevad viimase vett läbilaskmatuks, tihedaks massiks, mille pärast juba üksi võib olla õigustatud säärasel maal drenaažitööde teostamine.

Mulla huumuse sisalduse mõju dreenide vahelaiusele.

Huumuse juuresolekul muutub mulla värv tumedamaks. Janota* tähendab, et tähtis on arvesse võtta kuivendusetööde teostamisel, kas meil on tegemist mullas hapu või mitte-hapu huumusega. Mida enam leidub mullas nõrgalthaput huumust, seda enam teeb see kerge mulla raskemaks ning raske mulla kergemaks. Säärase huumuse esinemine mullas on ainult soovitav. Maa-aladel, kus põhjavesi väga kõrgel seisab, s. t. kus muld kannatab õhupuuduse ning liigniiskuse all, sääl on meil harilikult tegemist hapu huumusega. Viimase juuresolekul tuleb kuivendusetööde teostamisel dreenide vahelaiust juba vähendada.

Maapinna languse mõju dreenide vahelaiusele.

Suurema maalanguse juures ning dreenides põikidrenaaži süsteemis võime imeja-dreenide vahelaiusi kuni 20% suurendada. Kopecky arvab, et väga raskete savimuldade juures on maalangus peaaegu tähtsuseta ja dreenide vahelaiuse suurendamine on sääl vahest lubatud ainult 1 meetri piirides. Enam kergematel maadel võime dreenide vahelaiusi rohkem suurendada, keskmiste liiv-

savimuldade juures kuni 2 m ning liivaka liivsavi ja liivsavika liivamuldade juures 3—4 m võrra.

Teised tegurid, mis dreenide vahelaiuse määramisel tarvis arvesse võtta.

Nagu varem juba mainitud, tuleb dreenide vahelaiust suurendada vett hästi läbilaskja aluspõhja juures.

Ka kliimalisi olusid, nagu sademed, temperatuur, tuuled, auramine jne. on dreenide vahelaiuse projektimisel tarvis arvesse võtta, aluseks võttes sääljuures mulla lõimist.

Dreenide vahelaiuse määramisel on veel tähtis kuivendamise alla tuleva maa-ala asukoht päämiselt turu seisukohalt, millest oleneb majapidamise intensiivsus. Nii võime enam intensiivsemate majapidamiste maa-aladel projektida vähemaid dreenide vahelaiusi kui ekstensiivse majapidamise oludes.

Et paremini ette kujutada, kuidas mulla lõimise alusel määratakse dreenide vahelaiust, toon siin näiteks järgmise juhtumi:

Meil on tarvis dreenida väiketalu põllumaad, mulla omaduste poolest enam ühtlase iseloomuga, üldine vähene langus lõuna poole — 4 %, majapidamine on keskmiselt intensiivne — turu suhtes võrdlemisi hääl kohal. Tarvitusel on kaheksaväljaline külvikord, neist 3 välja heina all, teistel väljadel teravili, juurvili, kartul, lina ja haljaskesa.

Mulla peenese lõimis andis protsentides järgmise ülevaate:

terasuurusi	kat.	I (< 0,01)	— 20%
„	„	II (0,01—0,05)	— 25%
„	„	III (0,05—0,1)	— 30%
„	„	IV (0,1—2,0)	— 25%

milline koosseis on omane meie Lõuna-Eesti muldadele, ning järeldame, et meil on tegemist kerge liivsavi mullaga.

Muld sisaldab lupja süsihapukaltsiumi näol ($CaCO_3$) keskmiselt 20 %.

Asume toodud andmetel dreenide sügavuse ja vahelaiuse määramisele.

Silmaspidades, et kuivendatav maa-ala kasutatakse päämiselt põlluheina ja teravilja kasvatamiseks, siis sellest lähtudes valime dreenide sügavuse 120 sm, arvestades lubja sisaldust ja maa-ala üldise languse sihti lõunasse. 120 sm dreeni sügavuse ja 20% uhtosade sisalduse juures leiame graafikust (v. joon. 54) dreenide vahelaiuse 17 m; sinna juure peame arvama veel lubatud vahelaiuse suurendamise terasuuruste II kat. ülekaalu juures I-st, käesoleval juhul on see 5%, seega tabelist leiame 2,8 m. Ka suurema lubjasisalduse juures on lubatud dreenide

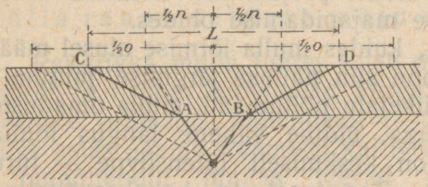
vahelaiust suurendada, praegusel juhul (20% $CaCO_3$) võiks seega lisada 1 m võrra. Kui lõpuks veel arvesse võtame maa üldisest langusesihist tingitud dreenide vahelaiuse suurendamise — 4% — 0,5 m võrra, siis saame lõplikult dreenide vahelaiuse

$$17{,}0 + 2{,}8 + 1{,}0 + 0{,}5 = 21{,}3 \text{ m.}$$

Dreenide vahelaiuse määramine, kui muld koosneb pedoloogiliselt eriliste omadustega kihtidest.

Kui muld kuivendamise sügavuse ulatusel, arvatud maapinnast dreeni sügavuseni, koosneb kahest eri veeläbilaskvusega kihist, siis tuleb mulla lõimise alusel määrata dreenide vahelaius iga kihi kohta eraldi, milleks Blauth soovitab järgmiselt toimida.

Dreenitav maa koosneb näiteks kahest kihist, millede jaoks leitud eraldi dreenide vahelaiused *n* ja *o* (v. joon. 55). Et leida mõlema mullakihi jaoks rahuldav dreenide vahelaius, toimime järgmiselt: kanname kindlas mõõdus mullakihtide paksused paberile, tähendades dreeni nõuetavale sügavusele; dreeni vertikaal-joonest maapinna kohal kanname paremale ja pahemale dreenide poolvahelaiused ½ *n* ja ½ *o*, arvestades mõlemate kihtide omadustega kogu dreeni sügavuse ulatuses. Saadud punktid ühendame sirgetega, dreeni seisukohaga — saame kaks kolmnurka. Ühendusjooned lõikuvad mullakihtide eraldusjoonega. Lõikumiskohalt tõmbame paralleeljoone mulla ülemise kihi poolvahelaiust kujutava punkti ja dreeni põhja ühendavale joonele, saame punktid *C* ja *D*, millede vahe ongi valitav dreenide vahelaius (*L*).



Joon. 55.

Kui meie kuivendatav maa-ala koosneb mitmest eriomadusega mullakihist, arvates maapinnast kuni dreeni sügavuseni, siis soovitab Zunker* dreenide vahelaiuse määramiseks tarvitada järgmist valemit:

$$E = \frac{E_1 h_1 + E_2 h_2}{h_1 + h_2}$$

Kus E_1, E_2, on üksikute kihtide vastavad dreenide vahelaiused ja h_1, h_2, on üksikute kihtide sügavused, mis siinkohal kaalu järele väljendatakse.

Dreenide vahelaiuse määramine mulla hügroskoopsuse alusel.

Esimesena võttis Breitenbach* dreenide vahelaiuse määramisel ka mulla hügroskoopsust arvesse. Breitenbach on samal arvamisel kui Mitscherlich, et mulla hügroskoopsus on proportsionaalne tema üldpäälispinnale (Gesamtoberfläche des Bodens). Sellest lähtudes peame järeldama, et mulla üldpäälispinna kasvamisega tuleb ka dreenide vahelaiust vähendada, sest mulla üldpäälispinna suurenemine suurendab ka hõõrumist mulla üksikute osakeste ja vee vahel, seega veeäravoolu olusid raskendades.

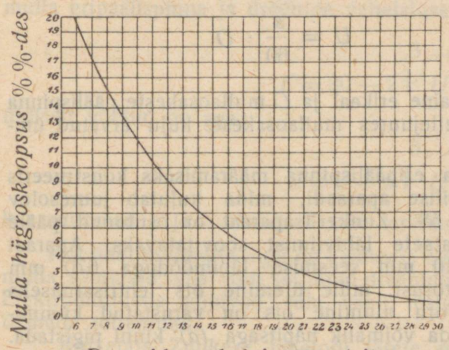
Mulla hügroskoopsuse all tuleb mõista seda veehulka, mida sisaldab muld, kui viimase päälispind (Oberfläche) just ühe vee molekulaar-kihiga kaetud on. Sellest lähtudes on siis mulla hügroskoopsus proportsionaalne mulla päälispinnale. Hügroskoopsus tähendatakse harilikult protsentides arvutatult kaalu järele kogu mulla kaalu suhtes.

Breitenbach määras drenaaži abil teostatud maakuivendusetööde juures üksikute muldade hügroskoopsuse ning katsus saadud andmete põhjal leida kindlat vahekorda dreenide vahelaiuse ning hügroskoopsuse vahel. Lähtudes maaparanduse tegeliku elu kogemustest leidis Breitenbach järgmise seaduse:

$$e = \frac{1{,}62 - lg\ H}{0{,}055}$$

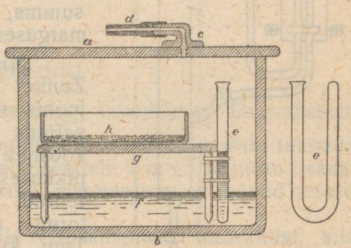
kus H tähendab mulla hügroskoopsust protsentides ning e dreenide vahelaiust. See valem on kujutatud ka graafiku abil (v. joon. 56).

Mitscherlich'i järele on võimalik mulla hügroskoopsust järgmiselt määrata. Mulla hügroskoopsuse määramiseks võetakse 30—50 g mulda — soomulla juures on küllalt 5—10 g — kuivatatakse Mitscherlichi kuivatusmeetodi järele vaakumeksikaatoris ning kaalutakse lihvitud klaasplaadiga klaaskausis mulla täppis kaal. Nii saadakse kuiva mulla kaal. Klaaskauss *(h)* ühes kuiva mullaga asetatakse eksikaatori sarnasesse aparaati (v. joon. 57), kuhu valatud 100 sm³ 10% väävelhapet (H_2SO_4), sääl leiduvale klaaskolmjalale *(g)*.



Dreenide vahelaius meetrites

Joon. 56.



Joon. 57.

Aparaat tühjendatakse õhust veepumba abil — vaakumi üle otsustatakse aparaadis leiduva manomeetri järele *(e)* ning jäetakse seesugusesse seisukorda, asetades ta pimedasse ruumi enam ühtlase temperatuuriga. Kahe ehk kolme päeva pärast lastakse aeglaselt aparaat täituda õhuga ning uuendatakse väävelhape, valades tühjendatud aparaati 100 sm³, täpsalt 10%-list. Viimase toimingu aegu peab mullakauss aparaadis klaasplaadiga kaetud olema. Pääle väävelhappe eemaldatakse aparaadist uuesti õhk ning jäetakse kolmeks päevaks samasugustesse tingimustesse seisma kui varemgi. Viimasel korral aparaati õhku lastes juhime selle enne läbi kuivatuspudeli, mis täidetud 10%-lise väävelhappega. Nüüd järgneb kaalumine, enne mullakaussi hoolega selleks määratud plaadiga kattes. Kaalumiste vahe näitab ülesvõetud veehulka, mis korrutatud sajale ja jagatud kuiva mulla grammide arvule näitab meile mulla hügroskoopsust protsentides.

Dreenide vahelaiuse määramine mulla eripäälispinna alusel, Zunker'i järele.

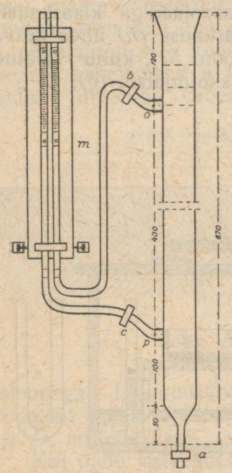
Mulla päälispind (Bodenoberfläche), mille suurusest kahtlemata oleneb mulla veeläbilaskvus, on mõiste, mis võrdlemisi alles hiljuti Rodevaldi ja Mitscherlichi poolt mullateadusse on viidud ning mille leidmiseks on tarvis määrata mulla hügroskoopsust.

Mulla päälispind on moodustatud kõikide üksikute mullaosakeste pindade summast, mis on iga mulla liigi jaoks eriline ning seda iseloomustav. Mulla päälispind oleneb mullaosakeste suurusest ning nende kujust. Mida suuremad on mullaosakesed, seda väiksem on mulla päälispind ja mida vähem sarnaneb mullaosakeste kuju kuulile, seda suuremaks muutub mulla päälispind.

Mitscherlich tähendab, et kui kõikide mullaosakeste kuju on umbes ühtlane ja nende pind ka enam-vähem ühtlase karedusega, siis on mulla päälispind seda suurem, mida väiksemad on üksikud mullaosakesed.

Zunker katsub määrata dreenide vahelaiust mulla eripäälispinna omaduste abil. See meetod, mille aluseks mulla eripäälispinna määramine, on Zunkeri poolt täpsalt läbi töötatud ning motiveeritud.

Toetudes Zunker'i töödele toon siin tema meetodi lühikese kokkuvõtte.



Joon. 58.

Mulla eripäälispind on üldiselt ühe aine jaotusekraadi mõõduks. Mulla eripäälispinnast on suurel määral tingitud mulla veeläbilaskvus, millest omakorda oleneb tähtsal määral dreenide vahelaius.

Eripäälispind on

$$U = \frac{s}{60} \cdot O$$

kus s on aine erikaal ja O mullaosakeste päälispinna summa, sellejuures mullaosakeste kuju arvatud ümmargusena.

Mulla eripäälispinna määramiseks konstrueeris Zunker erilise aparaadi, mida kujutab juuresolev joonis nr. 58. Zunker'i aparaat on osutunud pääle paljude katsete läbiviimist soovitatavaks. Aparaat koosneb 40 mm seesmise läbimõõduga 670 mm pikkusest torust, mille ülemine ots lehtrisarnaseks tehtud. Toru alumine ots on varustatud kummitoruga, mida võimalik näpitsaga *(a)* kinni pigistada. Toru küljel asuvad 400 mm kaugusel üksteisest avaused rõhu mõõtmiseks *(o)* ja *(p)*, mis suletud lihvitud klaaskorkidega *(c)* ja *(b)*, milledesse jäetud kitsad praod, alumisse 1 mm ja ülemisse 0,5 mm laiuses. Avaused on ühendatud kummitorude kaudu manomeetriga *(m)*. Kogu aparaat peab loodis seisma. Lähemalt selle aparaadi ja temaga töötamise juures ei peatu.

Vahekorra selgitamiseks mulla veeläbilaskvuse ja päälispinna vahel on Krügeri* poolt empiirilisel teel leitud järgmine valem:

$$v = \frac{J \cdot p}{K \cdot O_r^2}$$

kus: v = vee läbivoolamise kiirus
J = langus
p = mulla pooride maht (Porenvolumen)
O_r = päälispinna summa mahu üksuses
K = koeffitsient.

Zunker* toetab Krüger'i vaadet ja tähendab, et mulla päälispinna arenemine on ühtlasi ka tema veeläbilaskvuse mõõduks. Zunker on määranud ühe mullaliigi eripäälispinna paljude katsete abil ning püüdnud siis saadud andmetel määrata dreenide vahelaiust, missuguse töö tulemused toon alljärgnevas tabelis:

Mulla liik	Mulla eripäälispind U	Normaalne dreenide vahelaius
Raske savimuld	>1000	8—10
Savimuld	1000—730	10—12
Raske liivsavimuld	730—510	12—14
Liivsavimuld	510—340	14—16
Liivane liivsavimuld	340—130	16—20
Savikas liiv	130—30	20—24
Liiv	<30	>24

Oma uurimuste põhjal annab Zunker valemi, mis iseloomustab vahekorda mulla eripäälispinna ja dreenide vahelaiuse vahel:

$$E = 30 - 2\sqrt[3]{U} \text{ (meetrit)}$$

üldiselt võetud on aga:

$$E = a - b\sqrt[3]{U} \text{ (meetrit)}$$

kus suurused a ja b olenevad maa tarvitamise ning taimekasvu tingimustest.

Kui ühel savimulla-liigil on kalduvus elektrolüütide juuresoleku tõttu tekitada mulla sõmeraid, siis võib sel juhul dreenide vahelaiustele 2 m võrra juure lisada. Elektrolüütidena mõjuvad: lubi, kaali, fosforhape, magneesium ja mõned teised taimede toiteained.

Kui alata Zunker'i meetodi järele mulla eripäälispinna määramist, siis tuleb selleks muld esmalt õhu käes kuivatada. Viimast toimingut ei saa igakord ka tarvilikuks lugeda, peab aga ütlema, et ta siiski suuresti hõlbustab mullaga ümberkäimist — proovi saatmist, pakkimist jne. Pääle selle soovitab Zunker mõne mullaliigi juures juure lisada ammoniaaki, et sellega ära hoida väiksemate mullaosakeste sõmerasse minekut, mis kergesti võib sündida loomulikkude mulla elektrolüütide juuresolekul. Igal juhul lisab Zunker mulla uhtumise juures detsinormaal ammoniaagi lahust juure (s. t. 17 g NH_3 — 1000 sm^3 vees). Zunker soovitab proovi mitte keeta, vaid hoida teda ühe päeva jooksul destileeritud vees, mille möödumisel soovitab kahe tunni jooksul loksutada teda segamisaparaadil.

Oma raskuse mõjul langevad mullaosakesed Zunkeri aparaadi torus allapoole, seega muutub ka mulla tihedus torus o ja p vahel ja ühes sellega ka rõhumiste vahe väheneb manomeetril.

Zunkeri järele tema aparaadil töötades, toetudes rõhumiste differentsidele toru o ja p kohtadel (v. joonis 58), on meil võimalik leida arvutamise teel mulla eripäälispinda.[1])

---

1) Kõik täielikumad andmed käsitletud küsimuse kohta võib leida:
Zunker: Die Bestimmung der spezifischen Oberfläche des Bodens. Landwirtschaftliche Jahrbücher. (1921, 1923).
Zunker: Die spezifische Oberfläche des Bodens als Grundlage für die Normung der Dränentfernung. Der Kulturtechniker. (1923).

Mullaosakeste suuruse määramine Krauss'i meetodi järele.

Krauss* arvab, et kui soovitakse teada saada üksikute mullaosakeste suuruse mõju vee läbilaskvusele, siis peame läbi viima mullaosakeste jaotamise nende läbimõõdu ehk päälispinna järele kuni kõige väiksemate mullaosakesteni, mis üldse veel suudavad vee läbilaskvust mullas vähendada. Niisuguste mullaosakeste suurus langeb kokku sedimentatsiooni lõpuga. Sedimentatsiooni lõpp aga omakorda langeb kokku mullaosakeste kolloidaalse olekuga.

Krauss'i poolt on konstrueeritud ka vastav aparaat, mille abil tegelikus elus võrdlemisi hõlbus on töötada ning võimalik mullaosakeste kõige peenemat jaotust läbiviia.

Ka Kopecky uhtaparaat on Krauss'i poolt muudetud täpsamate tulemuste saavutamiseks (v. joon. 53). Aparaadiga töötades peab vesi ennem lubjast vabastatama, mida ammoniaagi juurelisamisega võimalik teostada. Aparaadiga töötamine ning kogu uhteprotsess sünnib automaatselt.

Kogu aparatuur, sõelad, uhtaparaat ning sedimentatsioon on nii kooskõlastatud, et mullaosakeste jaotust on võimalik täpsalt teostada kõikide fraktsioonide ulatusel, nimelt 2 mm kuni 0,0002 mm. Ühe analüüsi juures kõigub üksikute fraktsioonide summa 100% ümber (keskmiselt 97—104%).

Schroeder'i meetod dreenide vahelaiuse määramiseks mulla uurimiste alusel.

Schroeder* arvab, et dreenide vahelaiuse määramiseks on tarvis teada kuivõrt põhjavee liikumine on takistatud teatud mullaliigi poolt. Mulla veeliikumise takistuse määramisel soovitab Schroeder järgmiselt toimetada.

Vajutatakse toru mullasse, mille ots ulatuks allapoole põhjavee pinda, kõrvaldatakse torust muld, mis asub päälpool põhjavee pinda ja valatakse torusse kindel hulk vett, sellejuures viimase alanemist torus hoolega tähele pannes (v. joon. 59). Säärane mulla põhjavee liikumise takistuse uurimine nõuab siis põhjavee sügavuse ja vee alanemise määramist torus.

Schroeder on veel arvamisel, et ainult väljal läbiviidud mullaomaduste uurimine, ilma et oleks mullaosakeste vahel lõhutud nende looduslik side, võib anda meile kõige rahuldavamaid aluseid dreenide vahelaiuse määramiseks.

Dreenide vahelaiuse määramise meetodite arvustus.

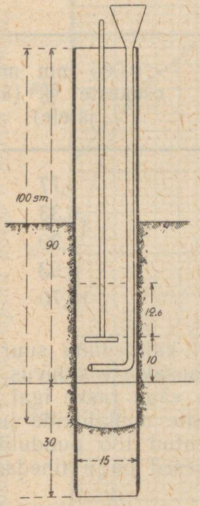
Mullaproovi võtmine ja ettevalmistamine analüüsiks. Väga tähtis on, et uurimiseks põllult võetud mullaproovid vastaksid põllu keskmisele iseloomule ja et nende võtmise juures oleks silmas peetud suurem täpsus. Ainult korralikult ja kõikidele nõuetele vastavalt teostatud proovide võtmine võib anda neid analüüsi tagajärgi, mis usutavad ja kõlblikud dreenide vahelaiuse määramiseks, vastasel juhul osutuvad aga kõik laboratoorsed tööd asjatuks ning saadud andmed ei ole kõlblikud tarvitamiseks.

Rothe* arvab, et Württembergi eeskirja järele pinnasondeerimisi toimetada kohane ei ole, sest sääl on ette nähtud puurimisi iga 150—200 m tagant, seega umbes 2 ha kohta 1 puurimine, mis aga vähesena on osutunud. Seega tuleks proovivõtmise aukude arvu suurendada. Viimane asjaolu on eriti tähtis sääl, kus mullastik suurema maa-ala ulatusel sugugi ühtlane ei ole.

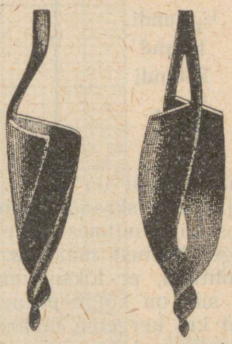
Taldrikpuuri tarvitamisel proovi võtmiseks on karta, et muld päälmisest kihist võib sattuda proovi hulka. See hädaoht on kõrvaldatud Zunker'i* tiibpuuri tarvitades (v. joon. 60). Puuri laius on 80 mm, pikkus 2 m. Esimest neist on parem tarvitada raskema maa juures, teist aga kergema maa juures.

Rothe* arvab, et ameerika taldrikpuurist ning Zunker'i poolt soovitatud tiibpuurist töötab paremini mullaproovi võtmisel kamberpuur, mille abil võimalik proovi päris puhtalt sügavamatest kihtidest kätte saada.

Freckmann ja Janert* soovitavad mullaproovi võtmiseks tarvitada 135 sm pikkust, 34 mm välise läbimõõduga, 2 mm seinapaksusega päris ümmargust terastoru. Toru alumine ots on teravaks tehtud seestpoolt väljapoole. Toru vajutatakse surumise abil mullasse 5—10 sm sügavuseni, sääljuures teda natukene ringi keerates, et muld torus hästi püsima jääks ja alumisest kihist puuri otsa juures eralduks. Väljatõmmates seisab muld harilikult hästi torus, ainult kergemate liivamaade juures võib juhtuda, et muld toru väljatõmbamisel tagasi kukub. Viimasel juhul soo-



Joon. 59.



Joon. 60.

vitatakse enne toru väljatõmbamist tema otsale põrutada vasaraga ehk kiviga, et muld torus tihedamaks muutuks. Torust võib mulda tiku abil eemaldada ja uuesti järgmise kihi puurimisele asuda. 125 sm sügavuse augu puurimiseks kulub keskmiselt veerand tundi, raskemate maade juures aga kuni pool tundi.

Pääle proovivõtmist tuleb muld ette valmistada analüüsimiseks, mis on väga mitmesugune iga üksiku mulla analüüsimismeetodi juures. Ei saa nimetamata jätta, et mullaproovi ettevalmistamisel väga suur mõju on analüüsi tagajärjele. Mõned soovitavad proovi enne analüüsimist keeta (Fauser j. t.), teised aga eelistavad proovi leotamist vähemalt ühe kuni kahe tunni jooksul. Nii on jällegi mõnede arvamine üsna eelmiste vastane, kes soovitavad ainult segamise teel n. n. keerlemisaparaadil proovi analüüsimiseks ette valmistada. Zunker tähendab, et mullaproovi ei tohi õieti keeta, küi kavatsus on väiksemaid mullaosi määrata, sest et keetmine muudab mulla looduslikku jagunemiskraadi. Ta soovitab pääle 12 tunnilise mullaproovi leotamise teda asetada segamiseks keerlemisaparaadile (vähemalt 2 tunni jooksul).

Mulla segamisel ehk loksutamisel keerlemisaparaadi abil on karta, et mullaosakesed hõõrumise tõttu vastu aparaadi seinu võivad puruneda, mis küll oleneb mulla mineraalosade kõvaduseastmest. Viimasel arvamisel on ka Rothe*, tema eelistab Mitscherlich'i mullaproovi ettevalmistamisviisi analüüsimiseks, kus ei ole soovitatud tarvitada loksutamist.

Freckmann ja Janert* on katsunud uurida pääle 12 tunnilise mulla leotamise, missugune mõju on loksutamisel mullaosakeste üksteisest eraldumisele ja missugune loksutamise aeg on selleks kõige vastavam. Nimetatud uurimuse toimetamiseks võeti 15 mullaproovi ja loksutati neid viie mitmesuguse aja kestusel, töödades seega kolme paralleeliga. Muld analüüsiti Krauss'i meetodi järele. Uurimise lõpetamisel oli võimalik tähele panna, et mullaosakeste hulk 0,02—0,05 mm läbimõõduga kasvas pikema loksutamise aja juures.

Loksutamise aeg tundides	<0,02 mm mullaosakeste % (kaalu järele)	<0,005 mm mullaosakeste % (kaalu järele)
½ tundi	15,49	5,77
1 tund	16,18	6,33
2 tundi	17,95	7,20
5 „	21,03	9,93
10 „	23,36	10,70

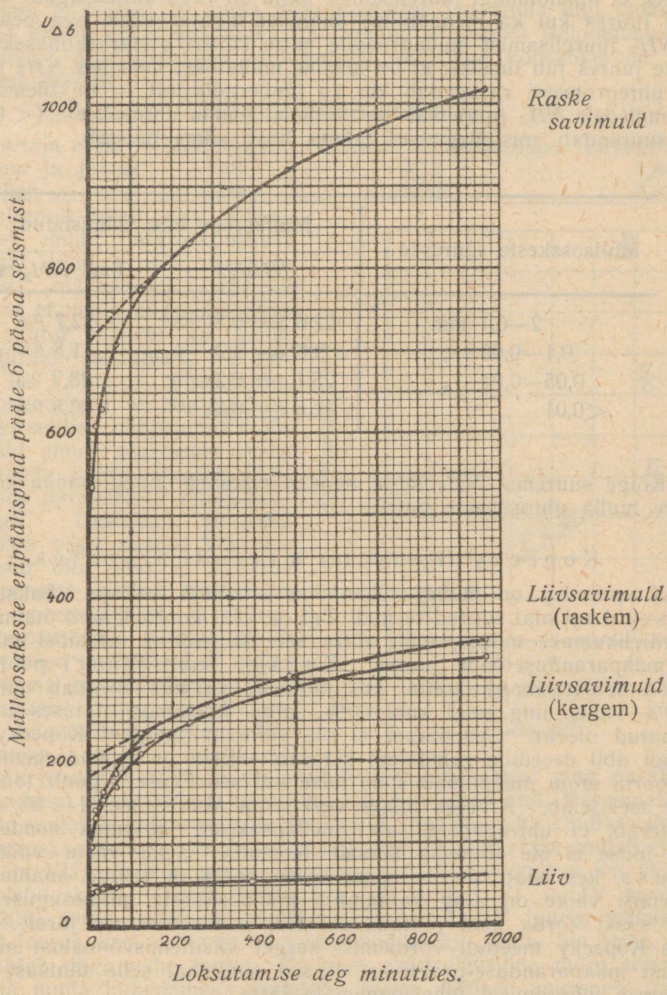
Toodud tabelist on näha, et loksutamisel kahtlemata suur mõju on mulla õige jagunemiskraadi leidmiseks. Et mullaosakeste siduvus eri mullaliikide juures väga mitmesugune on, siis on ka väga raske igal juhul loksutamise õiget kestust määrata. Eriti raskemate mullaliikide juures võib sagedasti juhtuda, et loksutamisaparaadiga tehtud töö puudulikuna osutub, sest et siin on kõige peenemad mullaosakesed palju tihedamini omavahel seotud kui kergema mullaliigi juures.

Kahetunnilise loksutamise aja kaitseks astub välja jälle Zunker. Ta on uurinud muldi oma meetodi abil ning leidnud selle aja üsna kohase olevat. Toodud graafikul (v. joon. 61) on abstsissidena tähendatud loksutamise aeg ning ordinaatidena leitud mullaosakeste eripäälispind. Mida raskemad mullaliigid, seda järsumad on jooned. Zunkeri arvates reageerivad kõik mullaliigid teatud kindla loksutamise aja järele ühtlaselt ja sel teel saadud analüüsi andmed iseloomustavad kindlasti üksikuid mullaliike. Kurvete kuju oleneb Zunker'i arvamisel sellest, et mullaproovi loksutamisel läheb korda ühelt poolt katkestada sidet üksikute mullaosakeste vahel, teiselt poolt aga ka mõjuda purustavalt mullaosakeste pääle. Loksutamise alul sünnib päämiselt esimene protsess, s. t. mullaosakeste eraldumine üksteisest, mille lõppmoment on kurvel iseloomustatud väikese järsu käänega. Parempoolse joone osa tõus on tingitud mullaosakeste purunemisest. Kui nüüd kurve parempoolset osa, mis iseloomustab mullaosakeste purunemist, pikendada temale omases suunas pahemale poole (nii nagu see joonisel on näidatud joonekestega), siis leiame mulla eripäälispinna loksutamise aja juures — null.

Praktiliste nõuete rahuldamiseks on Zunker'i arvates küllalt kahetunnilisest mullaproovi loksutamisest.

Kogu kõnelolev küsimus nõuab veel hulga tõendavaid uurimusi, kuidas kõige otstarbekohasem oleks mullaproovi analüüsimiseks ette valmistada.

Mullaproovide ettevalmistamisel analüüsimiseks tekib küsimus, kuidas talitada prooviga, et ta hiljem analüüsi juures looduslikkude elektrolüütide sisalduse tõttu sõmerasse ei tõmbuks. Zunker'i poolt oli soovitatud selleks



Joon. 61.

mullaproovile vähe ammoniaaki (NH_3) juure lisada. Rothe on arvamisel, et NH_3 juurelisamine mullaproovile igasuguste muldade juures võib kergesti esile tuua uued kõikumised tulemustes, eriti aga aluseliste muldade juures.

Blanck ja Alten* on arvamisel, et harilikkude muldade juures võib kohaseks pidada mullaproovi ettevalmistamist analüüsimiseks ammo-

niaagiga, kuid äärmiselt kehvade maade juures („Wüstenböden") peame talitama teisiti.

Freckmann ja Janert* tulevad viimase küsimuse selgitamisel otsusele, et ammoniaagi juurelisamise mõju on väga mitmesugune eri mullaliikide juures kui ka mehaanilise analüüsi tagajärgedele ega pea sellepärast NH_3 juurelisamist mullaproovile mitte küllalt otstarbekohaseks. Nende katsete juures tuli ilmsiks, et on olemas mullaliike, milledele NH_3 juurelisamine uhteprotsessi raskendab kui ka ümberpöördult — on olemas mullaliike, milledele NH_3 juurelisamine tunduvalt mulla uhtosakeste (< 0,01 mm) arvu suurendab, mis järgmises tabelis hästi silma paistab.

Mullaosakeste suurused	Mullaproov ette valmistatud	
	NH_3-ga	ilma NH_3-ta
2—0,1 mm	22,6 (± 0,3) %	22,7 %
0,1—0,05 „	9,8 (± 0,2] %	11,8 %
0,05—0,01 „	25,1 (± 0,2) %	28,7 %
<0,01	42,5 (± 0,3) %	36,8 %

Kõige suuremat NH_3 mõju on siin võimalik tähele panna kõige peenemate mulla uhtosakeste juures.

Kopecky (Fauseri) meetodi arvustus.

Kopecky on mulla mehaanilise analüüsi levitaja. Saksamaal on Fauser'il sel alal suured teened. Tal on sääl korda läinud mainitud meetodi täielikumaks muuta, mille tõttu see on leidnud massilist tarvitamist, eriti maaparandusetööde juures. Zunker leiab Fauser'i poolt toodud andmed Württembergi kohta, kus muldade enamus sisaldab uhtosi 30% ja 50% vahel ning isegi kuni 80%, kogu Saksamaa ulatuses tarvitamiskõlbmatud olevat. Sellepärast ei ole võimalik igalpool Kopecky-Fauser'i meetodi abil dreenide vahelaiust määrata. Eriti on mullaosakeste I ja II kategooria mõju mullaomadustele teine kui see Fauser'i poolt toodud andmetes aset leiab. Arvesse tuleks veel võtta Mitscherlich'i seisukoht, kes arvab, et uht-aparaadi abil mullaosakeste jaotamist nende suuruse järele üldse ei ole võimalik täpsalt teostada. Selle vastu vaidleb jälle Krauss, kes leiab, et ebatäpsus siiski hoolikalt tehtud analüüsi juures võrdlemisi väike on ning vaatamata mullaosakeste mitmesugusele kujule läheb siiski korda neid jaotada sel teel nende suuruse järele. Arvesse võttes Kopecky meetodi võrdlemisi kerget käsitlemisvõimalust ning suurt tähtsust maaparanduse-praktikas, ei saa siinkohal selle tähtsust dreenide vahelaiuse määramisel tähelepanemata jätta.

Hügroskoopsuse meetodi arvustus.

Dreenide vahelaiuse määramine mulla hügroskoopsuse alusel leidis omale kõige suuremaid poolehoidjaid Breitenbach'i ja Mitscherlich'i näol. Rothe mainib selle meetodi lihtsust, mille tõttu tegelikus maaparanduses kergesti tarvitatav. Paralleelselt korraldatud analüüsid selle meetodi kontrollimiseks räägivad viimase kasuks. See on sellega

seletatav, et siin peaaegu puudub subjektiivne element, mis näiteks Kopecky ja Zunkeri meetodi juures olemas.

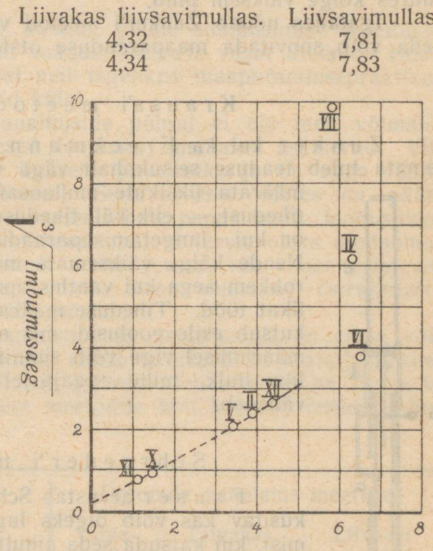
Freckmann'i ja Janert'i poolt on selle meetodi kontrollimiseks toimetatud katseid. Mulla pinna kastmiseks tarvitasid nad vee asemel petrooleumi ja leidsid, et mulla hügroskoopsus iga mulla liigi jaoks kujutab päris kindla arvu, mis mulla päälispinna arenemist iseloomustab.

Kuivõrt nende andmed Mitscherlichi omadega kooskõlas on, näeme järgmisest tabelist:

Hügroskoopsus:

Katsetaja nimi.	Liivamullas.	Liivakas liivsavimullas.	Liivsavimullas.
Freckmann ja Janert	1,01	4,32	7,81
Mitscherlich	1,05	4,34	7,83

Teiseltpoolt tuleb aga tähendada, et mulla hügroskoopsust mitte igal juhul ei või dreenide vahelaiuse määramisel aluseks võtta, sest et mulla hügroskoopsus oleneb suurel määral ka mulla elektrolüütide sisaldusest. Zunker ja ka Janert tähendavad, et hügroskoopsust ei saa pidada mulla teoreetilise päälispinna mõõduks, vaid ainult suuremate keskmiste arvude juures muutub hügroskoopsus paralleelselt mulla päälispinnaga. Üksikutel juhtudel võivad aga väga suured kõrvalekaldumised olla, sest et elektrolüütide poolest rikkad mullad on lühema imbumisajaga ja kõrge hügroskoopsusega, elektrolüütide poolest vaesed mullaliigid on sellevastu pikema imbumisajaga (Versickerungszeit) ning võrdlemisi madala hügroskoopsusega. Nii toob näiteks Janert ühe katse andmed (v. joon. 62) muldade veeläbilaskvuse uurimustest ning paralleelselt sellele andmed analüüsidest hügroskoopsuse meetodi abil. Kergemate ning keskmiste mullaliikide juures on meil võimalik joonisel näha kindlat vahekorda mulla hügroskoopsuse ja veeläbilaskvuse vahel. Kolme raske mullaliigi juures (VI, IV ja VII), milledel umbes samasugune hügroskoopsus, on väga erinev veeläbilaskvus. Tuleb tähendada, et mullad VI ja IV sisaldavad umbes 20% lupja, siiski on veeläbilaskvus mulla IV juures väiksem kui mulla V juures, sest esimene on enam tihedamas olekus kui teine. Muld VII sisaldab väga vähe lupja. *Ca*-iooni elektrolüütiline mõju seisab selles, et ta mulla kohedamaks muudab, seega ühtlasi suureneb ka veeläbilaskvus.



Joon. 62.

Zunker'i meetodi arvustus.

Dreenide vahelaiuse määramine Zunker'i meetodi alusel on võrdlemisi hiljuti tarvitusele võetud ega ole veel maaparanduse-praktikas leidnud kuigi laialist kasutamist. Zunker'i valemit dreenide vahelaiuse määramiseks ei saa tarvitada igasugustes oludes ja vahest annab ta sääljuures ainult umbkaudsed andmed. Zunker'i meetodi juures on karta, et mulla-

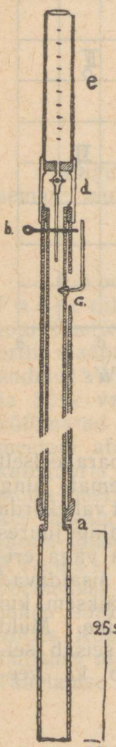
osakeste kukkumisel aparaadis suuremad mullaosakesed, mis ka suurema kiirusega kukkuvad, vähemate kukkumisele mõju avaldavad, neid enesega kaasa kiskudes, pääle selle võib veel suuremate ja vähemate mullaosakeste hõõrumine osakeste languse kiirust muuta. Kõikide mainitud asjaolude mõju mullaosakeste kukkumisele kasvab veel lahuse suurema kontsentratsiooni juures.

Rothe on arvamisel, et Zunker'i poolt avaldatud andmed mulla päälispinna suuruse kohta liiga väikesed on, sest Zunker on arvestanud ümmarguste kuulisarnaste mullaosakeste kujuga, milledel aga sama massi juures kõige väiksem pind.

Igatahes nõuab Zunker'i meetod veel täiendavaid uurimusi enne kui seda võib soovitada maaparanduse otstarbeks tegelikus elus.

Krauss'i meetodi arvustus.

Zunker kui ka Freckmann ja Janert tähendavad, et kahtlemata tuleb teaduse seisukohalt väga tähtsaks pidada Krauss'i meetodit, määrata üksikute mullaosakeste gruppide suurust ja nende tihedust, — ehk küll tiheduse määramine kaalumise abil tülikam on kui langetamisaparaadil rõhu kõrguste vahe lugemine. Nende kõige väiksemate mullaosakeste kaalumine aga nõuab rohkem aega kui vaatlus aparaadil ning päälegi veel väga hoolikat tööd. Tiheduse määramiseks vedeliku võtmine pipeti abil kutsub esile voolusid, mis eriti kõige väksemate mullaosakeste määramisel vigu võib sünnitada. Sääljuures väheneb ka vedeliku hulk, mille tagajärjel mullaosakeste langemise kõrgus väheneb.



Joon. 63.

Schroeder'i meetodi arvustus.

Fauser arvustab Schroederi meetodit ja tähendab, et on küsitav kas võib õigeks lugeda mulla veeläbilaskvuse määramist, kui katsuda seda ainult põhjavee pinna lähedal, nagu seda Schroeder teeb. Õigem oleks kahtlemata kogu drenaaži profiilil määrata tegureid, mis tähtsad taimede juurte arenemisel.

Zunker leiab nagu Fausergi, et mulla veeläbilaskvust tuleks määrata mitte ainult põhjavee pinna lähedal, vaid just põhjavee pinnast arvatud kuni dreeni sügavuseni ja veelgi sügavamal. Freckmann ja Janert on selle meetodi kohta osaltki Fauser'iga ja Zunker'iga ühel arvamisel, leiavad aga veel ,et selle aparaadiga kuival ajal, kui põhjavesi üsna sügaval asub, hästi töötada ei saa. Selle asemel soovitavad nad natukene teisiti talitada ja tarvitada erilist aparaati mulla imbumisvõime määramiseks.

Nimetatud aparaat koosneb kahest osast (v. joon. 63). Alumine osa, mille pikkus 25 sm on sõelasarnaselt tihedalt varustatud aukudega, põhi aga mitte. Alumine sõelasarnane toru on pikendus 110 sm pikkuse torule, mille pääl asub klaassilinder *(e)* kuupsentimeetriliste jaotustega. Silindri maht on umbes 0,5 liitrit. Klaassilindri alumine osa on varustatud kraaniga. Aparaat võimaldab 25 sm paksuse mullakihi imbumisvõime uurimist dreenide vahelaiuse määramiseks. Viimane otstarve on rahuldatud, kui uurimisi toimetada kihtides 50—75 sm, 75—100 sm ja 100—125 sm.

Asetades aparaat varemalt puuritud auku, võime alata mulla imbumisvõime määramist. Esmalt täidetakse ülemine klaassilinder veega ja avades alumine kraan lastakse vesi niikaua joosta, kuni täitub toru märgini, mis asub kõrvaloleval klaas-mõõtjatorukesel, ning sääl ka mõned minutid püsib. Seega on rõhk torus võrdne 110 sm pikkusele veetulbale. Täpsal ajanäitajal tähele pannes missuguse aja jooksul 500 sm^3 vett maasse imbub, leiame mulla imbumisvõime, väljendatult minutites.

Kokkuvõte kõikide meetodite kohta.

Kui lühidalt teha kokkuvõte kõikide mulla analüüsimise meetodite kohta, mille ülesandeks on määrata saadud andmete varal dreenide vahelaiust, siis leiame, et praegusel ajal neil tegelikus maaparandusepraktikas on omad puudused, kuid on ka häid külgi.

Kõikide mulla mehaaniliste analüüside põhjal ei ole meil võimalik selgusele jõuda kuidas mullaosakesed looduses omavahel asetsevad. Viimane asjaolu on nende uurimuste suureks puuduseks ja on väga tähtis tegur veeläbilaskvuse määramise juures. Seda arvesse võttes on pääle mulla mehaanilise analüüsi meil veel tarvis tähele panna mulla looduslikku asendust. Krusch, Tacke j. t. tähendavad, et tarvis oleks mullaomaduste määramist läbi viia otsekoheselt mulla juures, mis omas esialgses looduslikus olekus, s. t. ilma kuivendamata, tema sõmeruse (struktuuri) rikkumata, nii nagu ta looduses välja näeb.

Vaatamata siintoodud lahkarvamistele ja arvustustele on siiski võimalik mulla mehaanilise analüüsi põhjal saada väärtuslikku materjali dreenide vahelaiuse määramiseks. Viimase asjaolu tõenduseks toon Freckmann'i ja Janert'i poolt üksikute meetodite abil leitud dreenide vahelaiuste kokkuvõtte ja kontrolli:

Meetod	Katsetaja	Dreenide vahelaius meetrites		
		Liivamuld	Liivakas liivsavimuld	Liivsavimuld
Fauser	Freckmann + Janert	22	16,2	12,9
Mitscherlich	Mitscherlich	21,2	15,8	12,7
	Freckmann + Janert	21,3	15,8	12,7
Zunker	Zunker	22,1	14,3	15,6
	Freckmann + Janert	22,4	14,5—15,2	15,4—15,9
Krauss	Krauss	—	—	—
	Freckmann + Janert	22,6	17,7	16,3

Ehk küll, nagu tabelist näha, üksikute meetodite järele määratud dreenide vahelaiustes suuremad erinevused, on siiski aga võrdlemisi hää kooskõla olemas. Eriti paistab silma kuivõrt hää kooskõla on olemas dreenide vahelaiuse määramisel ühe ja sama meetodi abil.

Otstarbekohaste dreenide vahelaiuste määramiseks tuleb valida kaks teed. Esiteks on tarvis korraldada kuivendusekatsed mitmesuguste dreenide vahelaiustega, eri mullaliikidel, et määrata missugused vahelaiused suudavad teatavates oludes kuivenduseküsimust

lahendada, s. t. missuguste vahelaiuste juures oleks saavutatud kõige suuremad saagid pinnaüksuselt. Lõpliku ja otstarbele vastava vahelaiuse määramisel tuleb muidugi arvesse võtta majapidamise intensiivsust, kasvatatavat vilja jne. kui ka kõiki teisi olusid. Ühes sääraste katsete korraldamisega on vaja võimalikult mitmel pool, kus tegelikult drenaažitööd teostatud, ka toimetada põhjavee vaatlusi ja määrata iga-aastased saakide suurused. Säärasel teel saaksime väga palju väärtuslikku materjali mitmesuguste mullaliikide kuivendamiseks.

Kuivendamiskatsed peavad alati käsikäes käima mullastiku uurimisega.

Teiseks tuleb tähendada, et raske on igal pool dreenide vahelaiuse määramiseks kuivendusekatseid korraldada, samuti ka põhjavee vaatlusi sääl, kus küll juba drenaažitööd teostatud, sest katsed lähevad võrdlemisi palju maksma ning nende korraldamine peab sündima vilunud eriteadlase juhatusel. Põhjavee vaatlusi on võimalik teha sääl, kus varem drenaažitööd teostatud ja sääljuures tarvitatud mitmesuguseid dreenide vahelaiusi. Sääl aga, kus lähemas ümbruses drenaažitööd puuduvad, on katselisel teel päris võimata määrata dreenide vahelaiust, mis oleks kohane säälsetele oludele. Toodud põhjustest on näha, et pääle katselise võtte peab veel olema teine abinõu, mis lubaks igal juhul määrata õiget dreenide vahelaiust ja kahtlemata on selleks osutunud mulla füüsiline uurimine (kuhu kuulub ka mulla mehaaniline analüüs).

Õiged ja kõige usutavamad tulemused võime kahtlemata saada, kui ühendame dreenide vahelaiuse määramisel järgmised kaks pää-meetodit:

1) Otsekoheste andmete kogumine (ühenduses mulla uurimistöödega) põhjavee vaatluste kohta korraldatud kuivendusekatsetel mitmesuguste dreenide vahelaiuste juures kui ka teiste olemasolevate drenaažitööde juures, arvestades sääljuures viljasaakide suurust ja

2) sääl, kus punkt 1. tähendatud tööd teostatud ei ole — määrata täiendavalt mulla füüsilise uurimise alusel dreenide vahelaiused, väljaminnes punkt 1. saadud andmetest mullaomaduste ning dreenide vahelaiuse kohta.

1-sel abinõul on üldine orienteeruv tähtsus, et määrata üldiseid piire kuivendamiseks, 2-sel aga juba kooskõlastada mulla mehaanilise analüüsi alusel saadud andmed kuivendusekatsete ja põhjavee vaatluste andmetega.

Mõlemate põhjapanevate meetodite abil korraldatud töö suudab meie maaparandusse luua kindlad alused dreenide vahelaiuse määramiseks ja selle raske küsimuse lahendamiseks.

Dreenide vahelaius soos.

Dreenide vahelaiuse määramisel soos tuleb arvesse võtta mitmesuguseid tegureid. Pääle dreenide sügavuse, põhja- ja pinnavee rohkuse, kliimaliste olude jne., mis ka juba mineraalmaa kuivendamisel oli tarvis arvesse võtta, on siin veel dreenide vahelaiuse määramisel tähtis missuguse drenaažiga meil tegemist on (torudrenaaž, lattdrenaaž jne.), siis veel soomulla liik ja kõdunemisjärk.

Freckmann tähendab, et torudrenaažil on soos kõige suurem mõju. Laudpinddrenaaži kuivenduse mõju on soos 13% võrra väiksem torudrenaaži omast.

Hariliku lattdrenaaži juures tuleb aga dreenide vahelaiust isegi kuni 28% vähendada, et saavutada samasugust kuivenduse mõju kui torudrenaaži juures, mis sama sügavusel asub.

Ka minu poolt varemalt toodud andmetes [1]) leiame vahe kuivenduse mõjul toru- ja lattdrenaaži juures. Katse all oli vähe kõdunenud „*Hypneto-Caricetum*" soo.

Dreeni sügavus sm	Vahelaius m	Keskmine põhjavee sügavus vahelaiuse keskkohal sm.	
		lattdrenaaži juures	torudrenaaži juures
130	40	77	89
130	30	76	102
130	20	83	103
130	15	85	103
90	40	77	72
90	30	75	68
90	20	78	68
90	15	77	65

Toodud tabelis on 12 aasta kuivendusekatse (Tooma Sookatsejaamas) tagajärjed, kust näeme, et suurema drenaaži sügavuse juures töötab torudrenaaž märksa intensiivsemalt kui lattdrenaaž. Vähema drenaaži sügavuse juures on võimalik tähele panna isegi lattdrenaaži intensiivsemat kuivendamisvõimet. Sügava torudrenaaži juures mõjub kraavide vahelaius võrdlemisi vähe põhjavee seisule vahelaiuse keskkohal, siin on põhjavee seis 15—30 m vahelaiuste juures peaaegu ühesugune, ainult 40 m vahelaiuse keskel on ta 13 sm kõrgem kui 30 m vahelaiuse juures, aga siiski veel küllalt sügav heintaimede ning suurema osa põllutaimede kultivee-

[1]) L. Rinne. Madalsoode kuivatamine Eestis. „Agronoomia" 1922, nr. 5.

rimiseks. Sügava lattdrenaaži ning madala latt- ja torudrenaažide juures on põhjavee sügavuste vahed mitmesuguste dreenide vahelaiuste juures (15—40 m) võrdlemisi väikesed ning põhjavee seis näitab, et niisuguse kuivenduse juures võib vähekõdunenud madalsool (30 m) 40 m vahelaiuste juures julgesti kultiveerida heintaimi niiduks ja karjamaaks. Põllutaimede jaoks tuleks dreenida juba sügavamalt ning vähema vahelaiusega (30 m). Igatahes seisab aga meie maa sookuivendusse puutuvate küsimuste lahendamine ning täiendavad katsed sel alal veel ees.

Ka soo-liigil on kahtlemata suur mõju dreenide vahelaiuse määramisel. Meil on teada näiteks, et kõrgsoo on halvema veeläbilaskvusega kui madalsoo, sellepärast peab dreenide vahelaius kõrgsool võrdlemisi väiksem olema kui madalsool.

Soomulla kõdunemisjärgul on väga suur mõju soomulla veeläbilaskvusele ning sellepärast peab vastavalt soomulla kõdunemisele projektima ka dreenide vahelaiused. Mida rohkem soomuld kõdunenud, seda tihedamaks muutub ta ja seda halvem on tema veeläbilaskvus. Sellepärast võib halvasti kõdunenud soomullas projektida dreenid suurema vahelaiusega kui see oleks tarvis hästi kõdunenud soomulla juures. Viimane asjaolu leiab kinnitust ka minu poolt varem avaldatud andmetes.

Alljärgnevas tabelis on toodud katse andmed põhjavee sügavuse üle sentimeetrites dreenide vahelaiuse keskel:

Dreenide sügavus	90 sm			130 sm		
Dreenide vahelaius	20 m	30 m	40 m	20 m	30 m	40 m
Halvasti kõdunenud soomuld	68	69	73	105	104	91
Hästi kõdunenud soomuld	70	66	64	90	80	70

Katse oli korraldatud 5 aasta kestusel Tooma Sookatsejaamas. Paralleelselt halvasti ning hästi kõdunenud madalsool (*Hypneto-Caricetum*). Tabelis on toodud keskmised andmed katsete tagajärgedest, milledest selgesti näha, et halvasti kõdunenud soomuld on suurema veeläbilaskvusega kui hästi kõdunenud soomuld. Ka on hästi kõdunenud soomulla juures kergesti võimalik tähele panna mitmesuguste kraavi vahelaiuste mõju põhjavee sügavusele. Vähema drenaaži sügavuse juures ei tule siiski kuivenduse mõju hästi ning halvasti kõdunenud soomullas tunduvalt esile, selle-

vastu on see vahe aga silmatorkav suurema dreenide sügavuse juures.

Rootslased on püünud muretseda vahekorrale $x = \frac{\text{drenaaži vahelaius}}{\text{drenaaži sügavus}}$ kindlamaid andmeid mitmesuguste sooliikide ning mitmesuguse kõdunemisjärgu jaoks. Nii toovad mitmeaastaste tegelikkude sookuivenduste, kogemuste ning katsete alusel G. Booberg ja A. Bauman x jaoks järgmised andmed:

	madalsool	ülemineku- ja kõrgsool
Väga halvasti kõdunenud	55	35
Halvasti „	45	30
Keskmiselt „	35	25
Üsna hästi „	25	20
Väga hästi „	18	18

Toodud andmed annavad võimaluse määrata vähemalt umbkaudselt dreenide vahelaiust soodes, väljaminnes kuivenduse sügavusest, sooliigist ning kõdunemisjärgust.

Millega drenaaži-eelplaani koostamisel tarvis arvestada.

Drenaaži teostamiseks tarvisminevad eeltööd seisavad välistes eeltöödes ja maaparanduse-eelplaani valmistamises. Kõigi nende eeltööde teostamisest on juba varem lahtiste kraavidega kuivendamise juures juttu olnud, sellepärast piirdun siinkohal ainult mõne märkega, millel eriline tähtsus drenaaži juures.

Välised eeltööd drenaaži projektimiseks.

Esiteks tuleb koostada vastav plaan kuivendusele tuleva maaala kohta; loodimistööde abil selgusele jõuda maapinna reljeefi üle; kliimaliste olude (sademed) kohta kui ka pinna- ja põhjavee suhtes muretseda kõik andmed; samuti mullastiku omaduste üle jne. Tuleb tähendada, et labidaga mullaproovi võtmisel on soovitav, et proovi auk paarkümmend sentimeetrit sügavam oleks kui projektitavad dreenid. Siis saab niisuguste kaevatud aukude abil palju paremini mullastiku lademete seisu ning ühtluse kohta selgusele kui see mullaproovi võtmisel puuri abil võimalik oleks. Kui teatud aja möödumisel veeseisus aukudes on saavutatud tasakaal, siis võib juba asuda põhjavee sügavuse määramisele. Harilikult saab aga juba maapidaja käest andmeid maa niiskuse kohta, millest selgub, kas kuivendusetööd tarvilikud või mitte. Mainitud andmeid on vaja muretseda drenaaži projektimiseks. Uuritud mullastiku omadustest ning otstarbest, milleks pääle kuivendamist tahetakse maad kasutada, oleneb juba dreenide tihedus ning sügavus.

Drenaaži-eelplaani valmistamine.

Pääkoguja ja koguja-dreenid paigutatakse projektimisel maaala kõige madalamatesse kohtadesse. Sagedasti on otstarbekohasem paigutada nad kõige madalamatest kohtadest vähe eemale, et kõrvaldatud oleks uhtumise hädaoht suurema pinnavee äravoolu ajal.

Imeja-dreenid võivad suubuda koguja-dreenisse õige nurga all. Suubuvad nad aga vähema nurga all, siis on soovitav, et see nurk mitte väiksem ei oleks kui 65°—60° (v. lk. 35 joon. 19). Kahelt poolt tulevad imejad ei tohi suubuda ühel ja samal kohal. Ilalgi ei tohi aga imeja kogujasse suubuda vastu veevoolu sihti. Eriti koguja-dreenide projektimisel on tähtis, et vee kiirus nendes jooksu sihis võimalikult kasvaks, millega on siis kõige paremini dreenide ummistumise eest hoolitsetud. Kui koguja abil tuleb rohkem vett ära juhtida kui see saada olevate torude läbimõõdu juures võimalik, siis tuleb vahest asetada ühe koguja-dreeni asemel kaks. Ilalgi ei tohi aga paigutada kahte dreeni üksteise kõrvale ühte torukraavi, sest et niisugusel juhul üks nendest tingimata aja jooksul ummistub. Otstarbekohaseks ja soovitavaks tuleb pidada, kui mõlemad koguja-dreenid paigutatakse imejate vahelaiusel üksteisest omaette torukraavidesse (v. lk. 81 ja joon. 44).

Pinnavee ärajuhtimiseks on soovitav kaevata mõned lahtised kraavid dreenitud maa-alale, sest et drenaaž ei suuda eriti raskema mullaliigi juures igakord nii kiiresti vett ära juhtida, kuidas see taimekasvule vajaline. Lahtiste kraavide võrk pinnavee ärajuhtimiseks võib olla väga hõre, sääljuures on neid kõige parem sinna paigutada, kus maa langus kõige väiksem ning seega pinnavee äravool raskendatud. Niisuguseid kraave võib projektida üsna väikese sügavusega, sest et nende päämõju ei seisa kuivendamises, vaid pinnavee ärajuhtimises.

Ka piiridekraavidena (v. lk. 30) on lahtistel kraavidel drenaaži juures tähtis ülesanne täita.

Vee äravoolu-kraavi projektimisel on tähtis arvesse võtta, et dreenide suubimiskohad asuksid sügisel vähemalt 10—15 sm kõrgemal kraavi veepinnast. Siis on kindlustatud drenaaži laitmata kuivendusetöö meil ka sügisel, mis eriti tähtis, sest et meie sagedased niisked ja külmad sügise ilmad suure õhu niiskusega ning vähese auramisega on meie põllumehel kõikide sügiseste põllutööde juures suureks takistuseks. Korralikult töötava drenaaži juures on aga see pahe vähema ulatusega, maapind kuivab sademete järele võrdlemisi kiiresti, kuigi mitte nii ruttu kui suvel.

Drenaaži teostamise kulud võivad olla väga mitmesuguse ulatusega, mis olenevad dreenimisel tarvitatavast materjalist ja kohaliikkudest oludest. Maakuivenduse eelarve kokkuseadmisest on eel-

pool juba juttu olnud (v. lk. 68). Drenaaži teostamise kulud jagunevad pääjoontes järgmiselt:

1. Väliste eeltööde kulud ühes projektimise ja märkimistööde kuludega.
2. Drenaaži jaoks tarvismineva materjali muretsemise kulud.
3. Pää-veejuhtme soetamise kulud.
4. Otsekohesed drenaaži kulud (kraavide kaevamine ja nende ettevalmistus torude asetamiseks, torude panek, kraavide kinniajamine ja dreenide suubumiskohtade ehitamine).
5. Üldised kulud; tööde kontroll, tööriistade amortisatsioon, kivide kõrvaldamine jne.

1. Väliste eeltööde kulud ühes projektimise kuludega ja märkimistööde kuludega.

Maaparandused, milledel suurem ühiskondlik ja riiklik tähtsus, tehakse kultuurriikides harilikult riigi kulul. Sääraste töödega seotud eeltööd ja plaanid lastakse siis ka juba riigi poolt teha. Talumajapidamistes tulevad aga säärased kulud maa kasutaja enese kanda, kuhu arvatakse kulud, mis ühenduses seisavad mulla uurimisega, plaanide valmistamisega ja loodimistööga ning projekti tegemisega. Siia arvatakse ka märkimistööde kulud. Enamasti tehakse märkimistööd sama maaparanduse-büroo poolt, kelle valmistatud ka maaparanduse-eelplaan. Et võimalik oleks umbkaudselt selgusele jõuda nimetatud kulude suuruse üle, toon siinkohal Eesti Põllumeeste Keskseltsi maaparanduse-büroo poolt võetava tasu suurused väliste eeltööde ja projektimise eest.

1. Pinnaloodimine ühes tarvisminevate kuivenduse- ja niisutuseprojektiga ning sinna juure kuuluva kuluarve valmistamisega: a) taluomanikel — pindalalt kuni 7 hektaarini 10 kr. ja pindalalt, mis suuremad kui 7 ha 1.50 kr. ha-lt; b) asunikel ja riigirentnikel — pindalalt kuni 8 ha-ni 10 kr. ja igalt ha-lt, mis üle 8 ha 1 kr. juure.
2. Pää-veejuhtme (magistraalkraavi) loodimine ühes profiili kubatuuri ja kuluarvega 10 kr. kilomeetrilt.
3. Eelplaani järele kraavide märkimistööd ühes kraavimõõtude lehega ning märkimisplaaniga — 5 kr. kilomeetrilt, mis ka alammääraks.

Pääle selle on tööandja kohustatud kultuurtehnikule andma välistöö ajal tasuta ülalpidamise, tarvilised töölised, sihitikud ning vaiad ja võtma osa kuludest, mis seotud tehniku kohale sõiduga.

2. Drenaaži jaoks tarvismineva materjali muretsemise kulud.

Nimetatud kulude juures on väga suured kõikumised võimalikud. Soodes lattdrenaaži tarvitades juhtub sagedasti, et tarvilik

puumaterjal juba kohal olemas, seega tulevad drenaaži jaoks tarvismineva materjali muretsemise kulud üsna väikesed.

Kuivendades toru-drenaažiga, peame teadma torude hinna ja nende veokulud. Veokulude määramiseks on tarvis teada torude kaal, raudtee-veokulud, majapidamise kaugus jaamast, teede seisukord ja sel juhul, kui võimalik muretseda torusid otseteel töngist (kivilöövist), siis ka viimase kaugus majapidamisest. Torude vedu on kõige soovitavam muidugui talvel.

Drenaažitorude keskmised hinnad on viimasel ajal olnud:

5	sm	läbimõõduga	toru	5—	8	s.	tk.	(kõige	sagedamini	6 s.)
8	„	„	„	7—10	„	„	„	„	„	7 „
10	„	„	„	9—12	„	„	„	„	„	9 „
12	„	„	„	13—15	„	„	„	„	„	13 „

3. Pääveejuhtme soetamise kulud.

Niisugused kulud on ühe hektaari kohta enamasti võrdlemisi väikesed ja nende suuruse kohta on kergesti võimalik selgusele jõuda kui veeäravoolu-kraavi kuludest välja arvame, missugune osa 1 ha kohta tuleb.

4. Drenaaži teostamise kulud.

Dreenikraavide kaevamine ning kinniajamine antakse enamasti tükitööna välja. Keskmiseks hinnaks võime arvata 15 (20) s. jooksva meetri kohta. Kõikumised on siin mullastiku ja tööolude järele võimalikud enamasti 15—40 s. piirides. Kõige kergem on kändudeta soomullas kraave kaevata. Kui kraavi kinniajamise kulud ei ole võetud kaevamise kulude hulka, siis võib umbes $^1/_5$—$^1/_6$ kraavi kaevamise kuludest kinniajamise kuludeks arvata. Sel juhul antakse ka kraavi kinniajamise tööd tükitööna välja. Torudepanekut ei ole aga kunagi soovitav tükitööna välja anda, vaid ainult päevatööna vilunud töölisele. Enne torudepanekut tulevad torud grupeerida, puhastada ja sellekohase vasaraga tarvilikul korral neid ette valmistada ning siis torukraavi äärele paigutada. Üks tööline võib 10-tunnilise tööpäeva jooksul sääraselt torusid korraldada 100—120 meetri dreenikraavi jaoks. Prof. Friedrich'i järele suudab hästi vilunud tööline ühe tunni jooksul umbes 30 m ulatusel torusid kraavi panna, mis välja teeb umbes 100 tükki. Seega oleks tema töö produktiivsus 10-tunnilise tööpäeva juures torude mahapanekul 300 m. Nii hääd vilumust sel alal ei ole meil üldiselt seni veel saavutatud. Keskmiselt vilunud torupanija paneb meie oludes 200—250 m ümber torusid maha ühe päeva jook-

sul; vähem vilunud aga ainult umbes 100 m. Põllum. Keskseltsi maap.-büroo Tartus arvab ühe töölise produktiivsuseks 150 m päevas.

Dreenide suubumiskohtade tegemine läheb keskmiselt 150—250 s. tükk maksma.

5. Üldised kulud.

Üldiste kulude hulka arvatakse kõik kulud, mis eelmises neljas punktis tähendamata, nagu drenaažitööde kontrolli kulud jne. Kontrolli kulusid aga harilikult arvesse ei võeta, sest tööde kontroll sünnib enamasti tööandja enese poolt. Ka tööriistade amortisatsiooni kulud tuleb ainult harukordadel arvesse võtta, sest et kraavikaevajad töötavad enamasti oma riistadega, seega on tööriistade amortisatsioon juba osa nende töö tasust.

Erikulud drenaaži juures võivad tulla veel, kui peame kõrvaldama mõne dreenile ettejuhtunud suurema kivi. Kivide lõhkumiseks võib arvata keskmiselt 150—250 s. 1 m^3 kohta. Ka sildade ja mõnede muude sääraste ehitistega on seotud kulud. Pääle nimetatute võivad drenaažitööde teostamisel kerkida veel terve rida ettenägemata kulusid, millede katmiseks teatav summa üldkuludes ette tuleb näha, kui selleks kuluarvesse eraldi summat ei ole võetud. Peame arvesse võtma ka veel tarvitatud kapitali protsenti.

Maaparandusetööde tasuvuse kohta meie maal on esialgu veel vähe andmeid, kusjuures mineraalmaade kohta puuduvad nad peaaegu täiesti. Sooparandusetööde tasuvuse kohta on küll juba mõned andmed olemas.

Drenaažitööde teostamine väljal.

Kui asuda drenaažitööde teostamisele teataval maa-alal, siis kerkib küsimus, missugusel aasta-ajal, millisel põllul ja missuguses järjekorras on kõige otstarbekohasem neid töid ette võtta. Meie maal on laialdaselt tarvitatud enne maailmasõda kesapõllu dreenimist, mida ka tõendab varem ilmunud sellekohane kirjandus. Dreenimistööde tõttu oli aga raskendatud sagedasti maa väetamine ja harimine õigel ajal, mille tagajärjel vahest ka saak tunduvalt vähenes, põllumehele pettumust sünnitades. Sellepärast on soovitav, sääl kus väiksema tööjõuga drenaaži kallale asutakse, dreenida esmalt teise- ehk kolmanda-aasta ristiku põldu. On aga võimalik ühel aastal asuda suurema tööjõuga dreenimistööde juure, siis võib enne külvi ka asuda odra- ja linapõllu, siis kesapõllu ning lõpuks ristikheinapõllu dreenimisele. On aga veel võimalus, siis võib ka sügisel asuda koristatud suivilja-põldude dreenimisele.

Torud ja igasugune muu materjal on tingimata soovitav juba talvel valmis muretseda. Talvel on ka torude veokulud vähemad ja talvise veo juures torude purunemisprotsent väiksem.

Toon siin andmed 1000 toru ligikaudse k a a l u kohta:

4	sm	läbimõõduga	900	kg	(55 puuda)
5	„	„	1200	„	(74 „)
8	„	„	2200	„	(134 „)
10	„	„	3200	„	(195 „)
13	„	„	4500	„	(275 „)

Soovitav on torud otsekohe põllule viia ja sääl neid võimalikult madalatesse riitadesse asetada. Riitade alt peame lume ennem kõrvaldama. Riidad on soovitav võimalikult madalad laduda, et hoida neid ümber kukkumast, millejuures neid palju katki võib minna.

Enne dreenikraavide kaevamist tuleb ette võtta n. n. m ä r k i m i s t ö ö d. Märkimistööd algavad alati veeäravoolu pääkraavist, tähendab säält, kust peame algama tööga ja jätkuvad koguja-dreenide ja imeja-dreenide sihis üksikute süsteemide kaupa. Märkimistöid tehakse siin samuti, nagu sellest juba varem lahtiste kraavide abil kuivendamise juures juttu oli (v. lhk. 69). Eriti suure maapinna languse juures piirdutakse välismail sagedasti imeja-dreenide märkimisel ainult nende alg- ja lõpp-punktide loodimisega. Dreenikraavide märkimisel on samuti tarvilik kahekordne piketaaž iga 20 m tagant. Piketid peavad õiges reas asuma ja nii, et nad kraavikaevamisel tööd ei takistaks.

Muude üksikute tööde kirjelduse arvasin paremaks ja otstarbekohasemaks paigutada eri drenaaživiiside kirjelduse juure.

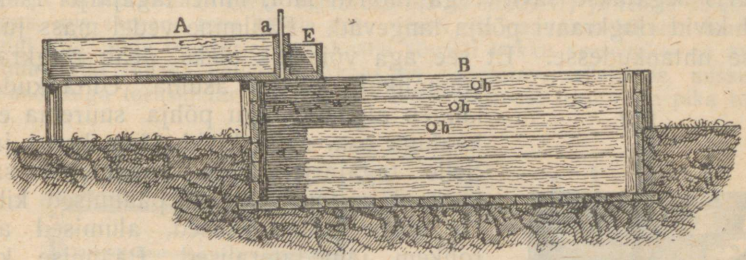
Torudrenaaž ja selle teostamine.

D r e n a a ž i t o r u d j a n e n d e v a l m i s t a m i n e.

Torude valmistamiseks tuleb valida vastav materjal. Materjali valik oleneb sellest, missuguseid torusid meie valmistame, savi- või betoontorusid. Suuremal määral on maaparanduses tarvitusel drenaažitööde juures savitorud.

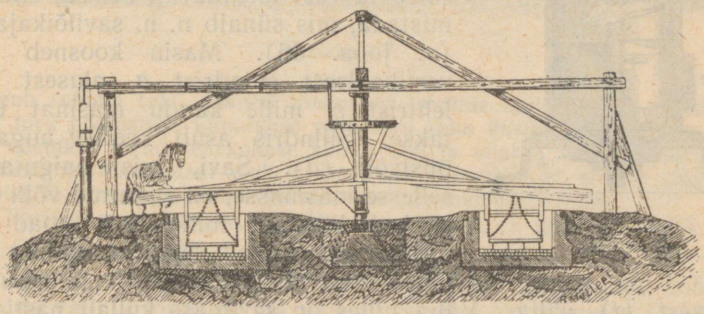
S a v i t o r u d e v a l m i s t a m i n e. Savitorude häädus oleneb nende valmistamisel tarvitatud savist. Seda parem on savi, mida vähem lupja ta sisaldab ning mitte liiga rasvane ei ole, et ta põletamise ajal kõvaks muutudes ei pragune ega kõveraks ei kisu. Igatahes ei tohi savi sisaldada lubjarikkaid kõvu tükke. Savi ettevalmistusega tuleb alustada hiljemalt sügisel. Selleks kaevatakse

ta august välja ja jäetakse kogu talve jooksul seisma väiksemate hunnikutena, keskmiselt 30—50 sm kõrged. Säärastes hunnikutes külmab savi täiesti läbi ja muutub tunduvalt oma omaduste poolest enam kohasemaks torude valmistamisel. Sagedasti peame, et saada hääd savi, tarvitama tema uhtumist. See töö sünnib kevadel ning toimitakse samuti kui telliskivi-tööstuses. Uhtumine on selleks tarvis, et savis leiduvaid kõrvalaineid eraldada.



Joon. 64.

Kõige lihtsam uhtumise abinõu koosneb ühest kastist *A* (v. joon. 64), kuhu asetatakse savimaterjal ja kuhu on võimalik lisada ka vett. Kastis segatakse savi hoolega läbi sellekohase riistaga, et ta muutuks ühesuguseks vedelaks massiks. Kastist juhitakse

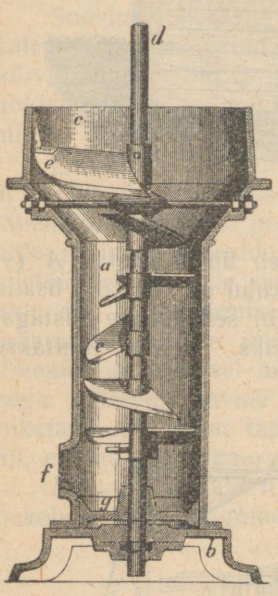


Joon. 65.

renni *a* kaudu, mis asub kasti põhjast natuke kõrgemal, ühtlane vedel mass selleks määratud basseini *B*. Basseini põhi on tehtud telliskividest ja seinad puupakukestest. Sääraseid basseine on mitu. Savimass jäetakse kauemaks ajaks basseini seisma, kus ta ühtlase korrana põhja vajub. Basseinist on vett võimalik kõrvaldada avauste *b* kaudu. Järele jäänud savi sõtkutakse veel hästi läbi

ja kui ta osutub oma omaduste poolest kõlblikuks, siis viiakse ta juba torupressi juure.

Savi uhtumiseks tarvitusel on veel teine viis, mida joonis 65 kujutab. Savi asetatakse ringitaolisse kraavi ja lisatakse talle palju vett juure. Sellekohase sisseseadega on meil võimalik hästi savi veega segada. Masinal on ringkraavi kohal rehataolised segamisabinõud, mis varustatud raudhammastega ja nugadega. Ringkraavis segatakse savi veega tublisti läbi, mille tagajärjel raskemad kivid ringkraavi põhja langevad. Päälmine vedel mass juhitakse uhtaukudesse. Et see aga võimalik oleks, peab ringkraav võimalikult kõrgel asuma. Uhtaukudest langeb alguses augu põhja suurema erikaaluga osa, nagu kivid, jäme kruus jne. Selle tagajärjel auku kogunenud savi koosneb mitmest kihist, päälmised kihid on enam peeneteralised, alumised aga rohkem jämedateralised. Päälmise kihi savi segatakse harilikult veel peene liivaga, et segul enam plastilised omadused oleksid.



Joon. 66.

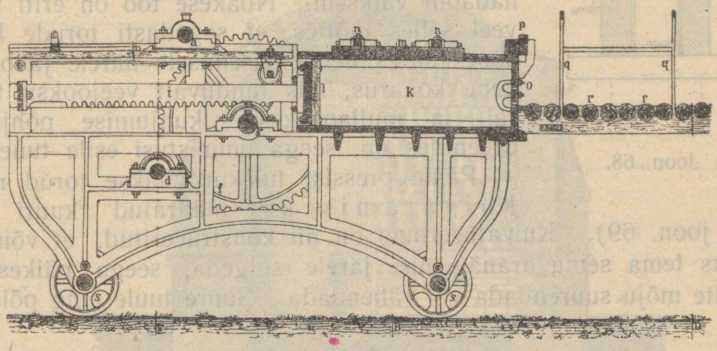
Kui säärasel teel ettevalmistatud savimaterjalil ei ole veel kõiki nõuetavaid omadusi, et seda torupressi asetada, siis tuleb ta veel täiendavalt selleks ette valmistada, mis sünnib n. n. savilõikaja abil (v. joon. 66). Masin koosneb ühest vertikaalsest silindrist *a*, alusest *b* ja lehtrist *c*, mille kaudu masinat täidetakse. Silindris asub keerlev nugadega püstvõll (*d*). Savi, mis paigutatakse sellesse masinasse, on sunnitud võlli keerlemisel liikuma, millejuures noad teda tublisti purustavad. Nugade asetuse tõttu liigub savi ülevalt allapoole ja surutakse avausest (*f*) välja. Välja tulles on savimass küllalt hästi ning ühtlaselt segatud ja teda on võimalik tarvitada juba drenaažitorude valmistamiseks.

Torude kujundamine sünnib sellekohase pressi abil. Pressisid selleks otstarbeks on väga mitmesuguseid; nad võivad olla ka väga mitmesuguse töö produktsiooniga. Käsitlen siinkohal ühe lihtsa torupressi tööpõhimõtet (v. joon. 67). Torupress pannakse käima masina abil või käsitsi. Joonisel toodud torupress on konstrueeritud Inglismaal 1848. aastal Whitehead'i poolt.

Friedrich'i* järele on võimalik 10-tunnilise tööpäeva jooksul valmistada torupressi abil:

2000	toru	40 mm	läbimõõduga
1700	„	50 „	„
1000	„	80 „	„
800	„	100 „	„
550	„	130 „	„
450	„	150 „	„

Pressi tarvitamisel täidetakse raudkast (*K*) selleks valmistatud saviga ja sulutakse kaan (*m*). Kasti üks ots on liikuv (*l*) ja teises otsas asub avaus, mis sarnane toru kujule (*o*). Kasti ots pannakse liikuma hammaskangi abil, mille tagajärjel savi kastis kõvasti kokku pressitakse ja avause kaudu välja tulema hakkab. Avaus on vahetatav, sellejärele, missuguse läbimõõduga torusid tarvis. Alguses tuleb masinast toru välja pika toruna



Joon. 67.

ja liigub rullidel (*r*). Pinguli tõmmatud traatide abil, millede vahed vastavad toru pikkustele, lõigatakse pikk toru juba üksikuteks torudeks. Rullidelt võetakse torud sellekohase kahvli abil ja viiakse kuivatusruumi. Kui hammaskangi teisel otsal asub ka kast savi pressimiseks, siis on meil juba tegemist torupressiga, millel kahekordne produktsiooni-võime.

Torupressid asuvad harilikult ratastel, et neid võimalik kergesti ümber paigutada.

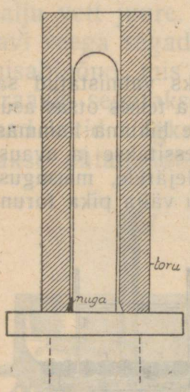
Torude valmistamisel võetakse harilikult suuremad mõõdud kui seda valmis torud olema peavad, sest et kuivatamise ja põletamise juures ilmneb teatud kahanemine. Harilikult on värskelt pressitud torud 3 sm pikemad ja ka nende läbimõõt on vastavalt natuke suurem kui valmis torudel.

Torude seinte paksus peab Friedrich'i järele järgmine olema:

Toru läbimõõt	Seina paksus	Toru läbimõõt	Seina paksus
4 sm	1,2 sm	13 sm	2,1 sm
5 „	1,3 „	15 „	2,3 „
8 „	1,6 „	16 „	2,3 „
10 „	1,8 „		

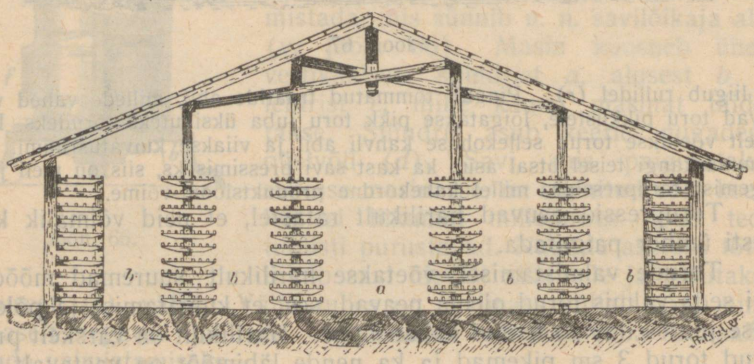
1 m³ savist võib valmistada 4 sm läbimõõduga torusid 1300 tükki.

Soovitav on torusid, mis pressist tulevad nende kuju suhtes veel täiendada. Selleks paigutatakse nad keerlevale puust taldrikule. Taldriku keskel on tulp, mille läbimõõt vastab toru läbimõõdule ja kuhu on võimalik toru otsa asetada. Tulba aluse juures on väike nuga (v. joon. 68). Taldriku ühes tulba ja noaga keerlemisel sünnib toru otsa ja toru seesmise seina lihvimine, millejuures nuga toru seesmise ääre kohalt natuke välja lõikab. Lihvitud toru paremus seisab selles, et veejooks on kergendatud, ühtlasi ka ummistumise hädaoht väiksem. Noakese töö on eriti tähtis veel selles mõttes, et sagedasti torude lõikamise juures nende sisemisele äärele jääb väikene konarus, mis tunduvalt veejooksu takistab ja mullaosakeste kuhjumise põhjuseks dreenides on, seega ummistusi esile tuues.



Joon. 68.

Pääle pressist tulekut viiakse torud nende kuivatamiseks määratud kuuri alla (v. joon. 69). Kuivatuseruum on nii konstrueeritud, et võimalik oleks tema seinu äranägemise järele sulgeda, seega päikese ja tuulte mõju suurendada või vähendada. Suure tuule ning põletava



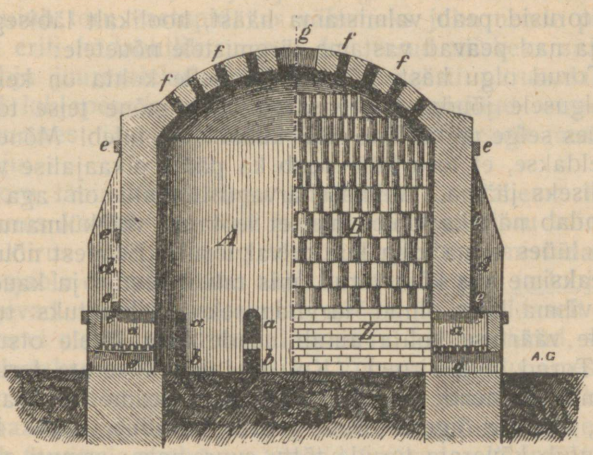
Joon. 69.

päikese käes tõmbuvad torud kõveraks ja nendesse tekivad praod. Tuleb tähendada, et torude kuivatamine peab nii sündima, et neil alati vaba õhu juurepääs oleks ja veel igast küljest. Torusid kuivatamiseks laudadele asetada ei ole mitte soovitav, sest viimased

takistavad õhu ligipääsu alt, kuna kuivatamine peab aga nii sündima, et õhk ka alt kergesti juure pääseks.

Torude kuivamisel on võimalik märgata, et nad otsade kohal kiiremini kuivavad kui keskel, mille tõttu nad endid kõveraks kisuvad, missugused aga maa dreenimiseks kõlblikud ei ole. Viimase asjaolu kõrvaldamiseks rullitakse neid, millejuures nad jälle sirgeks saavad. Et rullimine üldse võimalik oleks, ei tohi torud lõplikult veel kuivanud olla, vaid teataval määral veel plastilises olekus.

Torude r u l l i m i n e sünnib n. n. rullimislaual, mis sarnaneb harilikule lauale. Rullimislauale raputatakse enne töö algust natuke peent liiva.



Joon. 70.

Torude kuivatamine peab sündima aeglaselt ja hoolikal järelvalvel, sest muidu võivad tekkida praod.

Torude kuivatamise järele tuleb asuda nende p õ l e t a m i s e l e. Selleks paigutatakse torud põletamisahju. Hää eduga võib torusid põletada ka harilikkudes telliskivi-ahjudes. On aga ka olemas eri torupõletamise ahjusid. Põletamisahju asetatakse torud nii, et põhja lähedal asuvad kõige suurema läbimõõduga torud ja kõige kõrgemal väiksema läbimõõduga torud (v. joon. 70).

Juuresoleval joonisel nr. 70 on kujutatud Parkes'i torude põletamise ahi. Tema avaus on 4 m lai ja 2,5 m kõrge ning mahutab 12.000 toru mitmesuguse läbimõõduga. Põletamiseks kulub umb. 45—60 tundi. Joonisel on veel näha tuleruum (*a*) ning nende all tuha kanalid. Alumise kihina paigutatakse harilikult telliskivid (*z*), mis ühes põletamisele tulevad. Põletismaterjal pannakse

tulekohtadesse täitmisavause kaudu. Põletamisahi on kinnitatud kõvade raudvitsadega (*e*). Õhu liikumine sünnib põletamise aegu selleks jäetud avauste kaudu (*f*). Torude ahju paigutamiseks võetakse ahju sein lahti, mida pärast jälle võimalik kinni müürida. Avause (*g*) kaudu sünnib ahju päälmise osa täitmine torudega. Kui osa torudest ei ole küllalt hästi põletatud, mis selgub ahju lahtivõtmisel, siis on võimalik neid veel teist korda ahju paigutada ühes teiste põletamisele tulevate torudega.

Missugustele nõuetele peavad vastama hääd savitorud.

Savitorusid peab valmistama hääst, hoolikalt läbisegatud materjalist ja nad peavad vastama järgmistele nõuetele:

1. Torud olgu hästi põletatud. Selle kohta on kergesti võimalik selgusele jõuda, kui vasaraga ehk mõne teise toruga toru vastu lüües selge metalliline hääl kuuldavale tuleb. Mõnes käsiraamatus öeldakse, et toru kõla peab ka pääle pikaajalise vees leotamise endiseks jääma. Viimase arvamise vastu on aga vaieldud. Nii tähendab näiteks Giechе, et leotatud või külmanud torul ei ole enam lüües sama kõla kui kuival torul. Esimest nõuet arvesse võttes peaksime siis kõik torud, mis talvel veetud ja kauemat aega lume ja vihma käes olnud tarvitamiseks kõlbmatuks tunnistama, kui nende väärtuse kohta ainult nende kõla järele otsustada.

2. Torud olgu sirged. Kui dreenida kõverate torudega, siis on raskendatud nende panek ja sagedasti peame torukraavi laiema kaevama, kui see õigete torude juures tarviline oleks. Ka hõõrumine muutub kõverate torude tõttu suuremaks; samuti on märgata ka languse kaotust.

3. Torudel ei tohi olla pragusid; eriti hädaohtlikud on läbi seinte ulatuvad praod. Pragunenud torusid ei tohi dreenimiseks tarvitada.

4. Torude õõnsus olgu sile, vastasel korral on raskendatud vee liikumine dreenides ja hõõrumine on suur. Seega muutub kiirus vähemaks ja kasvab ummistuse hädaoht, eriti dreeni väikese languse juures.

5. Toru otsad olgu lõigatud vertikaalselt, siledad ning ümmargused. Kui nad sellele nõudele ei vasta, siis on raskendatud torude panek ja neid ei ole nii hõlbus omavahel siduda; ka vahe kahe toru vahel jääks liiga suureks, soodustades mullaosakestele ja taimejuurtele torusse pääsemist, seega ummistumist põhjustades, sellepärast on soovitav, et ebatasasused torude liitekohtadel ei ulatuks üle 2 mm, äärmiseks piiriks 4 mm. Säärane dreen töötab väga hästi ja suudab julgesti kõik vee mullast vastu võtta, arvesse võt-

tes torude vahede suurt arvu. Ei ole toru päris ümmargune, siis on ka tema veeläbilaskevõime vähendatud, sest suurema veepinna kokkupuutumise tõttu toruga on kiirus dreenides vähem, seega ka ummistumise hädaoht suurem.

6. Toru otsade kohal ei tohi leiduda mügarusi, mis teevad vee liikumisele torus takistusi. Sääraste mügaruste taga peatuvad kergesti torudes uhtmulla-osakesed, samuti ka taimede osad, seega ummistumist soodustades.

7. Murdumise kohal peab toru olema täiesti ühtlane omas koosseisus; peab olema küllalt kõva ja peensõmerline. Toru seintes ei tohi leiduda kive, lubja- ja mergelitükke. Viimaste juuresolekul muutub toru vastupidavus vähemaks juba nende põletamise ajal, kuid eriti hädaohtlik on see, kui torud niiskeks saavad, siis võivad lubja juuresolekul toru seinad kergesti puruneda. Torud purunevad lubjapesade paisumisel. Purunemisjõud oleneb lubjapesade suurusest ja nende rohkusest. Väga peenelt jaotatud lubi ei tee kahju.

8. Toru läbimõõt valitagu küllalt suur. Vähema toru läbimõõdu juures kasvab veevoolu hõõrumine vastu toru seinu, milletõttu vee kiirus väheneb ning torud kergesti ummistuda võivad. Viimane asjaolu on eriti tähtis sääl, kus veest raua- ja lubjaühendid välja langevad. Suurema toru läbimõõdu ja küllaldaselt hää languse juures ei ole säärased setted enam nii hädaohtlikud, sest suurvee ajal uhutakse nad jällegi välja. Viimast asjaolu arvesse võttes ei ole 3 sm läbimõõduga torud imeja-dreenide jaoks enam kõlblikud. Mineraalmaadel, kui lubja ja raua ühendite eraldumist veest karta ei ole, võib tarvitada veel 4 sm torusid (seesmine läbimõõt). Lubja- ja rauarikastel muldadel, eriti soodel, peab imeja-dreenide läbimõõt vähemalt 5 sm olema.

9. Toru seinte paksus peab suhteliselt vastama torude läbimõõdule. On torude seinad liiga paksud ega vasta suhteliselt toru läbimõõdule, siis on seega asjata suurendatud torude veokulu. Üldse võivad torude seinad olla seda õhemad, mida parem savimaterjal meil tarvitada on. Igatahes ei tohiks aga imeja-dreenide seinte paksus mitte vähem olla kui 10 mm.

Gerhardt toob mitmesuguste toru läbimõõtude jaoks neile vastavad seinte paksused:

Toru seesmine läbimõõt	sm	4	5	6,5	8	10	13	16
Toru seina paksus	mm	12	13	15	16	18	21	24

10. Kui märjad torud külma kätte jätta, siis ei tohi nad mitte n. ö. kesta ajada.

11. Liiga pikkade torude tarvitusele võtmine ei ole kuivendamise mõttes kasulik, sest et siis väheneks kogu dreeni pikkusel to-

rude liitekohtade arv, millega ühtlasi väheneb ka võimalus veel kergemini torusse pääseda. Lühemate torudega dreenitud maa täidab kuivendamise ülesannet palju paremini kui pikkade torudega dreenimisel. Torude normaalne pikkus kõigub enamasti 31—32 sm vahel. Viimasel ajal soovitatakse tarvitusele võtta torusid, mille pikkus vastaks täpsalt $^1/_3$ m-le. Arvesse võttes torude kaotsimineku protsenti, arvatakse hää torumaterjali juures 1 m dreeni pikkuse jaoks 3,3 toru ja halvema torumaterjali juures — 3,5 toru.

12. Drenaažitorude kaal peab vastama enam-vähem nende keskmisele normaalkaalule. Nii on 1000 toru keskmine kaal Friedrich'i ja Gerhardt'i järele:

Toru seesmine läbimõõt sm	4	5	6,5	8	10	13	16
1000 toru kaal Friedrich'i järele kg	900	1100—1200	1600	2300	3000	4500	7000
1000 toru, kaal Gerhardt'i järele kg	950	1250	1750	2350	3200	4800	7000

13. Drenaažitorude valikul on kõige tähtsam 4 sm ja 5 sm läbimõõduga torude hind, sest et kõige väiksema läbimõõduga torusid kõige rohkem tarvis läheb. 4 ja 5 sm läbimõõduga torude hulk teeb 80—90 % torude üldarvust.

14. Torude ostmisel on soovitav valida seesuguseid, mis vähemalt 1 aasta jooksul väljas on seisnud, sest talve jooksul purunevad osalt halvemad torud ja neid on võimalik eraldada.

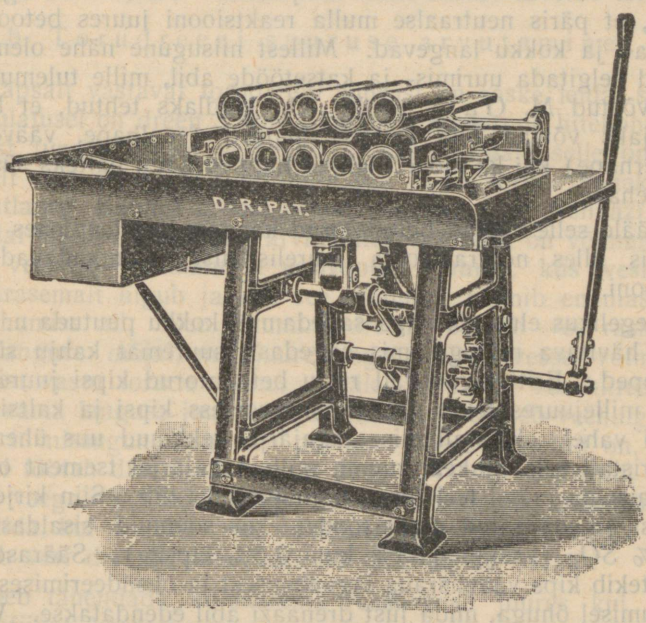
15. Torude vastupidavuse üle võib veel selgusele jõuda, kui neid soolhappes keeta. Nii soovitav Kopecky keeta murtud toru tükki 1 tunni kestel 10%-lises soolhappes. Pääle torutüki jahutamist külmas vees, katsutakse selle vastupidavust taskunoa otsaga. On meil võimalik noaotsa kuni 1 mm sügavuseni toru massisse suruda, siis on toru puudulikult põletatud ja säärane toru kaua rikkumata maas ei püsi. Seesugune kaup tuleb tarvitamiseks kõlbmatuks tunnistada.

Kõigest siintoodust on näha kui paljudele nõuetele hääd drenaažitorud peavad vastama, et nad oleksid täiesti kõlblikud tegeliku kuivendusetöö teostamiseks. Mida põhjalikumalt meie drenaažitorud nende ostmisel järele proovime, seda enam on kindlustatud meie drenaaži hää kordaminek.

Betoontorud ja nende valmistamine.

Mõnel juhul võib savitorude asemel dreenimiseks tarvitada ka betoontorusid. Betoontorud tulevad eriti sääl, kus selleks kõlblik liiv (kruus) kergesti saadaval, võrdlemisi odavad. Betoontorude valmistamine on palju hõlpsam, nad ei tarvita põletamist, ei muuda kuivamisel oma kuju — seega tarvitamiseks alati kõlblikud.

Betoontorude valmistamisel võetakse harilikult üks osa tsementi ja 4—6 (8) osa liiva. Torude valmistamiseks on tarvitusel sellekohased masinad (v. joon. 71). Säärastelt masinatelt nõutakse, et nad kerged, odavad ja hõlpsasti paigutatavad oleksid. Viimane nõue on eriti tähtis, sest harilikult valmistatakse betoontorud kohapääl, kus maaparandusetööd teoksil ja kohane liiv käepärast. Betoontorud on samasuguste läbimõõtudega kui savitorud. Kaalu järele on nad umbes 25% savitorudest raskemad.



Joon. 71.

Betoontorude valmistamisel on eriti seda tarvis silmas pidada, et liiv ja tsement enne kuivalt hoolega läbi segatakse. Ühtlasele segule lisatakse vähehaaval vett juure, nii et mass plastiliseks muutub, ühtlasi on ta siis kõlblik tarvitamiseks. Masinast tulnud torud laotatakse laiali ja jäetakse pikemaks ajaks seisma; soovitav on neid mitte vähem kui 5 nädalat seista lasta. Zunker soovitab isegi mitte vähem kui 3 kuud.

Betoontorude vastupidavus on mullas suurepärane, kõigepäält aga ainult siis, kui muld ei ole hapu reaktsiooniga. Eriti halvasti mõjub huumusehappe juuresolek betoontorudele. Säärases mullas lähevad torud happe mõjul pehmeks ja lagunevad pea täiesti,

muidugi rikkudes ühtlasi ka kogu drenaaži. Viimast asjaolu arvesse võttes ei saa betoontorusid tarvitusele võtta kõrgsoos, sest et kõrgsoo on väga hapu reaktsiooniga hulga huumusehappe sisalduse tõttu. Samadel põhjustel on vahest ka ülemineku-soodel betoontorude tarvitamine hädaohtlik. Madalsoodel aga sellevastu ja ka mõnedel ülemineku-soodel võib julgesti tarvitada betoontorusid dreenimisel, eriti veel sel juhul, kui soomuld lubjarikas on, milletõttu huumusehapped leiduvad soomullas neutraliseeritud kujul ega ole betoontorudele enam kahjulikud. Vahest võib aga siiski juhtuda, et päris neutraalse mulla reaktsiooni juures betoontorud lagunevad ja kokku langevad. Millest niisugune nähe oleneb, on katsutud selgitada uurimis- ja katsetööde abil, mille tulemused on kokku võetud M. Gary poolt. On kindlaks tehtud, et betooni purustajaks võivad olla kanged happed (soolhape, väävelhape, salpeeterhape) kui ka mõned lahjad happed nagu näiteks süsihape, huumusehape.

Pääle selle võivad betoontorud kannatada niisugustes muldades, mis alles neutraalsoola juurelisamisega omandavad hapu reaktsiooni.

Tegelikus elus võib aga sagedamini kokku puutuda n. n. sulfaatide hävitava mõjuga, mis sagedasti suuremat kahju sünnitab kui happed. Eriti lagunevad ruttu betoontorud kipsi juuresolekul mullas, millejuures tekib kristallumisprotsess kipsi ja kaltsiumaluminaadi vahel. Kristallumise tagajärjel tekkinud uus ühend tarvitab kristallveele rohkem ruumi, mille tagajärjel tsement on sunnitud paisuma ja sel teel torud lagunemisele viib. Siin kirjeldatud protsessi on märgatud madalsoodel, kus soomuld sisaldas 0,5% kuni 2% SO_3 (vastab 0,85% kuni 3,5% kipsile). Säärases soomullas tekib kips väävlisraua lagunemisest ja oksüdeerimisest, kokkupuutumisel õhuga, mida just drenaaži abil edendatakse. Võrdlemisi harva võib leida kipsi poolest rikast põhjavett mineraalmaas.

Ka magneesiumisoolad mõjuvad hävitavalt betoontorudele. Igal juhul, kus muld sisaldab rohkem kui 2% MgO, on võimalik märgata tema hävitavat mõju betoontorudele, ka isegi sääl, kus muld rohkesti $CaCO_3$ sisaldab.

Toodud andmed leiavad kinnitamist ka Gessner'i poolt korraldatud uurimustes. Ta on tähele pannud, et madalsoo-muld hävitavalt mõjub betoontorudele. Ka neutraalse reaktsiooniga mineraalmullas kannatavad sagedasti betoontorud (kipsi juuresolekul jne.).

Et betoontorud vahest ka madalsoo-mullas väga hästi püsivad, seda tõendavad Tooma Sookatsejaamas tarvitusel olnud betoontorud 20 aasta jooksul.

Väga palju oleneb aga ka betoontorude häädus materjalist, millest nad valmistatud, kuivõrt hoolsasti materjal läbi segatud ja kuivõrt hoolikalt nad tehtud. Betoontorusid võib osta ainult väga usaldusväärilselt firmalt. Betoontorude hääduses võime olla kindlad, kui osta torusid, mis vähemalt 3 kuni 4 aastat vanad. Sel juhul võib loota, et on torudest, mis igasuguste ilmade mõju ja külma käes seisnud, kõlbmata materjal suuremalt osalt aja jooksul juba välja langenud.

b. Torudreeni suuruse arvutamine.

Täpsalt vastavat torudreeni suurust on raske leida, sest iga meetri ulatusel on dreen 3 korda katkestatud torude liitekohtadega, milledest tungib dreeni vesi, liiv ja savi. Pääle selle on torud seespoolt veel mitmesuguse karedusega ja ka torude panek ei ole alati ühtlane. Kõigest sellest peame järeldama, et drenaaži juures ei saa tarvitada samasugust arvutamist kui seda on võimalik teha näiteks veevärgi-torustiku ja vesivoolude juures, kus vesi palju reeglipärasemalt liigub ja kus see liikumine sünnib enamasti teatava rõhumise all. Vee liikumine dreenis sünnib vee raskuse ja dreeni languse mõjul, millejuures aga peab arvesse võtma vee hõõrumist vastu torude seinu. Pääle selle on vee kiirus ühes dreenis sama languse juures väga muutlik ja oleneb veehulgast temas, s. t. missugune osa toru profiilist veega täidetud on. Kõige paremini töötab dreen, kui umbes 81%—94% tema profiili kõrgusest on veega täidetud. Kõige suuremat veehulka suudab dreen ära juhtida, kui profiilist vesi 94,5% täidab; kõige suurema kiiruse saavutab vesi dreenis, kui profiilist täidetud on 81,1%.

Tuleb tähendada, et suurema veekõrguse juures kui 81,1% toru profiilist, kasvab veehulga suurenemisega torus vee hõõrumine vastu toru seinu niivõrt, et seega vee kiirus väheneb, kuigi ärajuhitav veehulk suureneb dreeni täitumisel küll veel kuni 94,5% toru profiili kõrgusest.

Dreeni töötamisvõime oleneb veehulgast, mida ta peab 1 sekundi jooksul ära juhtima. See veehulk on:

$$Q = F. v$$

kus F antud toru läbimõõdu juures teada on. Sellepärast on meil vee äravoolu hulga määramiseks tarvis leida veel vee kiirus v dreenis. Ehk kui veeäravoolu-hulk (Q) määratud, mis ühe dreeni poolt teataval kohal tuleb ära juhtida, siis on valitava toru läbimõõdu leidmiseks veel vaja teada, missuguse kiirusega vesi antud kohal dreenis voolab.

Vee kiirus torudreenis.

Vee kiirus torudes peab valitama nii, et vesi suudaks torudes põhjale langenud uhtmulda välja viia. Et seda saavutada, peame dreenid nii projektima, et vee kiirus oleks vähemalt 0,16 m/s — 0,20 m/s (0,225 m/s). Säärase maa juures aga, kus on karta dreenides suuremat uhtliiva kogunemist, peame valima kiiruse dreenides vähemalt 0,30 m/s.

Missugune on kõige suurem lubatud vee kiirus dreenides? Tegelikult ei võeta suuremat vee kiirust, kui 1 m/s, sellele vaatamata, et on lubatud küll suuremat kiirust valida. Stahlschmidt tähendab, et kõige suurem lubatud vee kiirus dreenides on 1,5 m/s. Mõned teised autorid on aga arvamisel, et vee kiirus võib märksa suurem olla kui 1,5 m/s. Friedrich soovitab projektida dreenid mitte suurema langusega, kui 10% (maksimum), sest muidu tekib suure kiiruse tõttu dreenides torude liitekohtadel aluspõhja uhtumine.

Vee kiiruse määramiseks dreenides on tarvitusel mitmed valemid.

Eytelwein'i valem

$$v = c\sqrt{R \cdot J}$$

kus c = kiiruse-koeffitsient, R = hüdraulne raadius $\left(R = \frac{F}{u},\ F = \text{vee elav läbilõige, u = märg perimeeter}\right)$ ja J = langus.

Kui vastavalt c muutumisele võtta R asemele toru seesmine läbimõõt d ja J asemele — $\frac{h}{l}$ (h = kõrguste vahe ehk vertikaal-kaugus, l = horisontaal-kaugus), siis saame Eytelwein'i valemile torudrenaaži jaoks järgmise kuju

$$v = k\sqrt{\frac{dh}{l}} \qquad \text{(I)}$$

Stocken'i ja Gieseler'i järele tuleb valida k jaoks 20, mille järele valem järgmise kuju omandab

$$v = 20\sqrt{\frac{dh}{l}} \quad \left(= 20\sqrt{dJ}\right) \qquad \text{(II)}$$

Toodud kiiruse-valem on lihtne ning seega tegelikus elus kergesti tarvitatav, ehk küll vähemate toru läbimõõtude juures osutub antud arv 20 natuke suureks.

Vincent võttis vee kiiruse määramiseks tarvitusele torudreenides veel koeffitsiendi k, mille juurelisamisega muutus torudrenaaži jaoks Eytelwein'i kiiruse-valem, mis suletud metalltorude jaoks leitud oli:

$$v = 3{,}59\, k\sqrt{\frac{50 \cdot d \cdot h}{l + 50\, d}} \qquad \text{(III)}$$

millejuures tuleb võtta k jaoks torude läbimõõdu d järele järgmised arvud:

d =	50 mm	80 mm	100 mm	130 mm	150 mm
k =	$^3/_4$	$^4/_5$	$^5/_6$	$^6/_7$	$^7/_8$

Nõnda nimetatud Möllendorf'i kiiruse-valem on järgmine:

$$v = 3{,}59\sqrt{\frac{46{,}5 \cdot d \cdot h}{l + 46{,}5\, d}} \qquad \text{(IV)}$$

Selles valemis on katsutud määrata vaatluste najal vee hõõrumist mitmesuguste läbimõõtudega torudreenides. Mõlemad viimased kiiruse-valemid (III ja IV) ei ole veel kõige kohasemad vee kiiruse määramiseks. Katsed, millede põhjal need valemid üles seatud, on tehtud liiga lühikeste torupikkuste juures.

Pääle nende on veel terve rida teisi valemeid vee kiiruse määramiseks dreenides. Nendest oleks tähtsamad nimetada Frank'i, Merl'i, Spöttle, Bazin'i ja Kutter'i omad.

Graafiliselt on kujutatud ka järgmine Kutter'i valem:

$$v = \frac{100\sqrt{R}}{n+\sqrt{R}} \cdot \sqrt{RJ}$$

kus n on hõõrumise-koeffitsient = 0,27, R = hüdraulne raadius, J = langus.

Gerhardt arvab, et tegelikkude maaparandusetööde juures ja säälseid olusid arvesse võttes, on parem kui valime n = 0,30, sest torud ei ole enamasti küllalt siledate seintega ega sirged, mispärast hõõrumine n = 0,27 väikeseks võib arvata. Õige vee kiiruse leidmiseks torudes on tarvis arvestada suurema hõõrumisega. Gerhardt'i poolt on kiiruse-valemis

$$v = k\sqrt{\frac{dh}{l}}$$

leitud k jaoks järgmised arvud:

kui d (toru läbimõõt) on sm siis on k		4,0	5,0	6,5	8,0	10,0	13,0	16,0
Stocken'i, Friedrich'i, Kopp'i järele		20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Vincent'i	„	18,2	19,0	19,9	20,5	21,2	21,8	22,3
Gerhardt'i	„	17,2	18,2	19,3	20,5	21,4	22,3	22,7
Frank'i	„	16,3	17,3	18,1	19,0	19,9	20,8	21,5
Merl'i (Bazin'i γ = 0,19)	„	15,0	16,1	17,5	18,6	19,7	20,2	22,3
Bazin'i (γ = 0,235)	„	13,0	14,0	15,3	16,4	17,5	18,9	20,0
Kutter'i (n = 0,30)	„	12,5	13,6	14,9	16,0	17,3	18,8	20,0

Toodud andmetest selgub, et suuremate toru-läbimõõtude juures võib kohaseks pidada kiiruse-koeffitsienti k = 20, väiksemate toruläbimõõtude juures on ta aga liiga suur.

Vee kiirus torudreenis oleneb tema langusest. Mida väiksem on dreeni langus, seda väiksem on ka vee kiirus temas. Kui dreeni langust vähendada, seega väheneb ka vee kiirus kuni ta muutub viimaks kõige vähemaks lubatud kiiruseks, mis on tingitud maapinna langusest. Kõige vähemat langust, mille juures vee kiirus torudreenides veel lubatud piires asub, nimetatakse minimaalseks languseks.

Torudrenaaži minimaalne langus.

Torudreeni minimaalse languse arvutamisel tuleb arvestada kõige väiksema lubatud vee kiirusega torudreenis — v_{min}

Valemist $v = k\sqrt{\frac{dh}{l}}$ saame, et $J_{min} = \frac{h_{min}}{l}$.

Kui horisontaal-vahekauguseks võtame $l = 1000$ m, siis oleneb minimaalne langus dreeni kõige vähemast langusest 1000 m ulatusel.

Toodud valemist saame nüüd:

$$J_{min}\ {}^{0}/_{00} = h_{min} = \frac{v^2_{min}\ l}{k^2\ d}$$

Friedrich toob $v_{min} = 0{,}225$ m $k = 20$ juures mitmesuguste torude läbimõõtude jaoks andmed minimaalse languse (J_{min}) ja v_{min} juures sekundis torude läbi äravoolava veehulga kohta:

Toru läbimõõt mm	Min. langus $h_{min} = \frac{0{,}126}{d}$ (m-tes)	Toru ristlõige $F = \frac{d^2\ \pi}{4}$ (m²-tes)	$Q_{sec} = \frac{d^2\ \pi}{4} \cdot v_{min}$ liitrites
40	3,2	0,00126	0,28
50	2,5	0,00196	0,44
65	2,0	0,00332	0,75
80	1,6	0,00502	1,13
100	1,3	0,00785	1,77
130	1,0	0,01327	2,98
160	0,8	0,02019	4,52
200	0,56	0,03141	7,07
250	0,50	0,04875	11,00

Nii tuleb Friedrich'i järele imeja-dreenidele ($d = 4 - 5$ sm) anda vähemalt umbes 0,3 % langust, et uhtmullaosad dreeni põhjale ei settuks. Koguja-dreenid ($d = 5 - 8$ sm) peame selleks otstarbeks projektima vähemalt umbes 0,2 % langusega. Kui aga torude läbimõõt on 8–16 sm, siis on J_{min} 0,1 % ja kui $d > 16$ sm, siis J_{min} on 0,05 %.

Krüger tähendab, et üldiselt on soovitav, et imeja-dreenide langus mitte vähem ei oleks kui 0,25%, koguja-dreenidel — 0,20%. Sagedasti peame aga tegelikus elus leppima vähema langusega, mis tingitud maapinna liiga väikesest üldisest langusest, mis üsna harilik soode juures.

Mida väiksem on maapinna langus, seda suuremat hoolt nõuavad drenaažitööd väljal. Väga hoolika töö juures võib dreenidele isegi ainult 0,15% (0,10%) langust anda.

Krüger tähendab, et $v_{min} = 0{,}16$ m jaoks võib,

kui $d =$	4	5	8	10	13	16	sm
valida $J_{min} =$	4,1	2,8	1,2	0,8	0,6	0,4	%.

Gerhardt'i poolt on J_{min} ja J_{opt} toodud järgmises tabelis:

Toru läbimõõdu juures sm	4	5	6,5	8	10	13	16
Harilikkudes muldades J_{min} =	0,4	0,28	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15
parem valida =	0,6	0,45	0,28	0,20	0,15	0,15	0,15
vesiliivas =	1,4	1,0	0,60	0,45	0,30	0,20	0,15

Üldse tuleb hoiduda langusest, mis vähem on kui 0,15 %, siiski on parem, kui dreenide jaoks valida langus vähemalt 0,2%.

Dreeniga kuivendatava maa-ala suurus.

Valemi $v = k\sqrt{\frac{dh}{l}}$ abil leitud vee kiirus dreenides tuleb paigutada valemisse $Q = Fv$, et võimalik oleks leida dreenides äravoolavat veehulka. Et hõlpsam oleks arvutada Q suurust, võib võtta $F = \frac{d^2\,\pi}{4}$, kus d = toru läbimõõt. Siin on arvatud, et torud veega täidetud on, mis aga enamasti tegelikult päris õige ei ole.

Drenaaži abil kõige suurema kuivendatava maa-ala suuruse määramine sünnib järgmiselt: Friedrich toob kuivendatava pinna leidmiseks järgmised andmed: kui $v_{min} = 0{,}225$ m, siis võib sellest lähtudes määrata mitmesuguste toru-läbimõõtude jaoks dreeni poolt kuivendatava maksimaalse pindala. Kui näit. üks kord $Q_{max} = 0{,}80$ s/l, teine kord $Q_{max} = 0{,}65$ s/l, siis same, kui d = toru läbimõõt, m = veehulk, mis v_{min} juures teatava toru läbimõõdu juures 1 sek. jooksul dreeni abil võimalik ära juhtida maksimaalse pinna suuruse (x ja y) järgmiselt:

$$0{,}80\ (\text{s/l}) : 1\ (\text{ha}) = m\ (\text{s/l}) : x\ (\text{ha});\quad x = \frac{m}{0{,}80}\ (\text{ha});$$

$$0{,}65\ (\text{s/l}) : 1\ (\text{ha}) = m\ (\text{s/l}) : y\ (\text{ha});\quad y = \frac{m}{0{,}65}\ (\text{ha});$$

Kui nüüd valemis $v = k\sqrt{\frac{dh}{l}}$ võtta $k = 20$, Gieseleri järele, siis võime kokku seada järgmise tabeli:

Torude läbimõõt sm	$Q = \frac{d^2\,\pi}{4} \cdot v_{min}$ liitrites	$Q_{max} = 0{,}80$ s/l Kuivendatava maa-ala maksim. pinna suurus ha	$Q_{max} = 0{,}65$ s/l Kuivendatava maa-ala maksim. pinna suurus ha
4	0,28	$\frac{0{,}28}{0{,}80} = 0{,}35$ ha	$\frac{0{,}28}{0{,}65} = 0{,}43$ ha
5	0,44	$\frac{0{,}44}{0{,}80} = 0{,}55$ ha	$\frac{0{,}44}{0{,}65} = 0{,}68$ ha
6,5	0,75	$\frac{0{,}75}{0{,}80} = 0{,}94$ ha	$\frac{0{,}75}{0{,}65} = 1{,}15$ ha
8	1,13	$\frac{1{,}13}{0{,}80} = 1{,}41$ ha	$\frac{1{,}13}{0{,}65} = 1{,}73$ ha
10	1,77	$\frac{1{,}77}{0{,}80} = 2{,}21$ ha	$\frac{1{,}77}{0{,}65} = 2{,}72$ ha
13	2,98	$\frac{2{,}98}{0{,}80} = 3{,}72$ ha	$\frac{2{,}98}{0{,}65} = 4{,}58$ ha
16	4,52	$\frac{4{,}52}{0{,}80} = 5{,}65$ ha	$\frac{4{,}52}{0{,}65} = 6{,}95$ ha
20	7,07	$\frac{7{,}07}{0{,}80} = 8{,}84$ ha	$\frac{7{,}07}{0{,}65} = 10{,}88$ ha
25	11,0	$\frac{11{,}0}{0{,}80} = 13{,}75$ ha	$\frac{11{,}0}{0{,}65} = 16{,}92$ ha

Kui $Q_{max} = 0{,}80$ s/l, siis on $J_{min} = 0{,}3\,\%$ juures võimalik kuivendada ühe imeja-dreeni abil, mille läbimõõt $d = 4 - 5$ sm kõige rohkem 0,5 ha; koguja-dreeni abil, mille $d = 6{,}5$ sm — umbes 1 ha; $d = 8$ sm — umbes 1,5 ha; $d = 16$ sm — umbes 5,5 ha ja $d = 25$ sm — umbes 14 ha.

Toodud valemite abil võib asuda kõikide torudreenide suuruste arvutamisele, samuti võib määrata koguja-dreeni läbimõõt iga dreeni kohal vastavalt temasse voolava veehulga järele. Niisuguste andmete leidmiseks on kõige kohasemad vastavad graafilised tabelid, millede abil kõige vähema aja kulutusega võimalik leida torudrenaaži projektimisel tarvisminevad andmed.

Torudreenide suuruste arvutamine graafilisel teel.

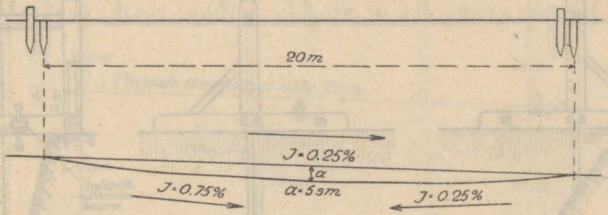
Mitmesuguste torudreenide suuruste määramiseks on koostatud valemite alusel vastavad graafilised tabelid. Säärased Schewior'i, Fauser'i ja teiste poolt koostatud tabeleid tarvitatakse tegelikul drenaaži projektimisel (v. graafik raamatu lõpul).

Torudrenaaži teostamine.

Kui märkimistööd tehtud, siis tuleb torukraavide kaevamisele asumisel tõmmata kaks paralleelset nööri torukraavi sihile, seega ära tähendades dreeni sihi ja päält laiuse. Võib tekkida küsimus kuidas saab kõige otstarbekohasemalt torukraavi kaevata kraavi mõõtude-lehele vastavalt. Tööandja poolt märgitakse iga numberpiketile vastav kraavi sügavus, kuid millega on kindlustatud, et kraavikaevaja nii silma järele ka kahe piketi vahel asuva kraavipõhja täiesti ühetasase ehk sirgjoonelise teeb, temale ühtlast langust andes, nii nagu see eelplaanil ette nähtud. Viimane asjaolu ei tee suuri raskusi, kui valmiskaevatud kraavi põhjale vähene kord vett kogub, mis kõige paremini igasugused ebatasasused välja laseb paista. Siinkohal tuleb aga tähendada, et põllumaadel kuival ajal töötades lühema aja jooksul kraavidesse pea kunagi vett ei kogu, nii et peame juba teisi teid leidma, et oleks kindlustatud kraavipõhja sirgjoonelisus kahe piketi vahel.

Kõnelolev küsimus ei ole sugugi vähese tähtsusega, eriti just drenaaži juures ja veel sääl, kus väikene langus. Tegelikkude maaparandusetööde juures võib tähele panna, et isegi vilunud saaremaamehed-kraavitöölised kraavipõhja tasandamisel sirgjoonest suuresti kipuvad kõrvale kalduma. Enamasti võib tähele panna, et on kalduvus kraavipõhja kahe piketi vahel keskelt sisse poole looka võtta, harvem võib märgata kumerust ülesse poole. See kõrvalekaldumine sirgjoonest on sagedasti olnud kuni 10 sm, mida aga silmaga kitsas dreenikraavis väga raske kindlaks teha. Vaatame aga nüüd, kuidas töötab dreen, mis pandud seesugusesse kraavi. Oletame, et oli võimalik anda dreenile optimaalne langus, nii umbes 0,25% ehk

5 sm kukkumist kahe piketi vahel. Kui nüüd dreenikraavi kaevamisel on eksitud ja kraavipõhi kahe piketi vahel kohati sirgjoonest ainult, ütleme, 5 sm kõrvale kaldub, juba siis on ühel osal dreenist vastupidine langus, mis kõige paremini juuresolevast joonisest silma paistab, kus kraavipõhja languse siht on näidatud noolega ja languse suurus protsentides juure kirjutatud (vt. joon. 72). Kraavipõhja tasandamisel ei juhtu pea kunagi, et lühemal ulatusel seesugune kõrvalekaldumine sirgjoonest võiks tekkida, sest see on siis silmaga kergesti tabatav, vaid alati on kõige suurem viga kahe piketi keskel. Nüüd on päevaselge, et seesugune dreen korralikult ei tööta. Vesi jääb madalamasse kohta seisma ja ainult vast siis, kui ülevalt poolt on suurem rõhumine, liigub edasi. Dreen on aga kogu madalama koha ulatusel veega täidetud. On päris selge, et seesugusel kohal dreeni kuivendav mõju täiesti puudub ja teatud kordadel



Joon. 72.

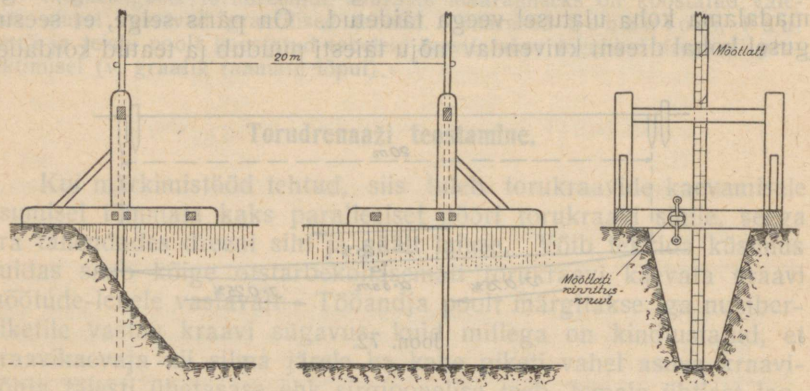
koguni maa liigniiskuse põhjuseks on. Nii siis peame püüdma kaevata salakraavid alati kõige piinlikuma hoolega ja sirgjoonelise kraavipõhja leidmiseks kahe märkimisvaiakese vahel tarvitusele võtma sellekohased võtted, milledest allpool juttu.

Meil on maaparandusetööde juures kraavipõhja kontrollimisel seni kõige sagedamini soovitatud tarvitada k a r k u s i d. Karkudeks võetakse ühepikkused lauaservad, mille otsa kinnitatakse lauakesed, mis harilikult nelja ossa jagatakse ja vahelduvalt üks osa mustaks, teine valgeks värvitakse, et nad paremini silmapaistvad oleksid. Kaks seesugust karku asetatakse kahe naabrusesoleva märkimisvaiakese kohale kraavipõhjale, kus loodimisandmetel väljakaevatud tarviline sügavus, ja vaadates (viseerides) üle lauakeste tähendatakse kolmanda kargu abil kahe piketi vahelisel kraavi osal tema õige sügavus. Seda kraavipõhja tasasuse kontrollimisviisi tarvitades võime kindlad olla töö korralikkuses, kuid paha külg seisab siin selles, et peavad vähemalt kaks inimest juures olema; samuti on see viis ka küllalt tülikas. Ka ei ole kraavikaevajal igal tarvilikul juhusel tööd võimalik kontrollida ilma kraavist välja tulemata.

Juba märksa hõlpsam on töötada, kui karkude abil viseerides lööme kraavi külje sisse mitmesse kohta vaiakesed, nii et neid ühendav joon oleks paralleelne nõuetavale kraavi põhjale. Kraavikaevajal on siis võimalik leida põhja väljavõtmise juures iga vaiakese kohalt mõõtpulgaga kraavipõhja õiget sügavust.

Meie tuntud sooparandaja Soosaare-Sivers on tarvitusele võtnud juba kauemat aega isesuguse viisi dreenikraavi õige põhja leidmiseks. Toon siin lühidalt selle viisi kirjelduse.

Kahe naabrusesoleva märkimisvaia kohale asetatakse seesugused pukid, nagu seda kõige paremini juuresolev joonis nr. 73 näitab. Mõlemal pukil on liikuv mõõtlatt, mida ülesse ja allapoole võib

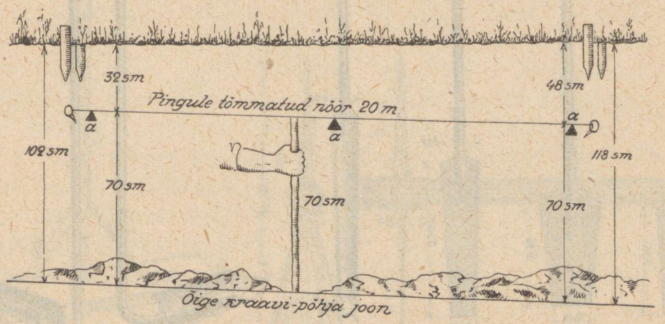


Joon. 73.

tõsta. Mõõtlatt on jaotatud sentimeetritesse; mõlemate ülemises otsas on ühekõrgusel mitmed augud. Võtame nüüd näiteks, et kraavi sügavus märkimisandmetel esimese puki juures on 102 sm ja teise puki juures 118 sm. Siis lastakse mõõtlatt esimese puki juures 102 sm sügavusele ja teise puki juures 118 sm sügavusele arvatud loodimisvaiakese otsalt. Läbi mõõtlattide ülemises otsas asuvate aukude tõmmatakse siis peen nöör ehk veel parem peen traat, mis kujutab siis täiesti paralleelse joone nõuetavale kraavipõhjale. Kraavikaevamise juures on töölisel käepärast mõõdupuu, mille pikkus on võrdne mõõtlatile tema alumisest otsast kuni nööri ehk traadini, ja mille abil on siis võimalik igas soovitavas punktis kontrollida kraavipõhja õiget sügavust.

Vaatamata kirjeldatud viisi täpsusele õige kraavipõhja leidmisel on ta siiski tegelikus elus tarvitamiseks liiga tülikas. Juba seesuguste pukkide valmistamine on kulukas ja nende ümberpaigutamine küllalt aegaviitev.

Annan allpool veel ühe kraavipõhja kontrollimisviisi, mis pääjoontes sarnane eelmistele, kuid oma lihtsuse poolest vahest kõige hõlpsam tarvitada. Et kõige paremini ettekujutust saada, toon ühe näite. — Oletame, et meil on kraavi sügavus kahe naabrusesoleva loodimisvaia kohal — esimese juures 102 sm ja teise kohal 118 sm. Kraavikaevaja kaevab sügavuseni, millal umbes üks labida täis veel võtta jääb, siis aga võtab oma edaspidise töö korralikkude tagajärgede kindlustamiseks mõned abinõud tarvitusele. Selleks on tarvis vähemalt 21 meetri pikkust sitket kanepist nööri, mille otsade külge on kinnitatud 30—40 sm pikkused raudtikud, üks mõõtlatt, vesilood ja hulk 30—50 sm pikkuseid tikukesi. Ülesanne seisab nüüd selles, et kusagil kraavi küljel ära tähendada ühte sirgjoont, mis oleks paralleelne kraavi põhjale. Kujutame selle joone lõplikust kraavi põhjast 70 sm kõrgemal, mis ka tegelikult kõige sobivam, siis saame



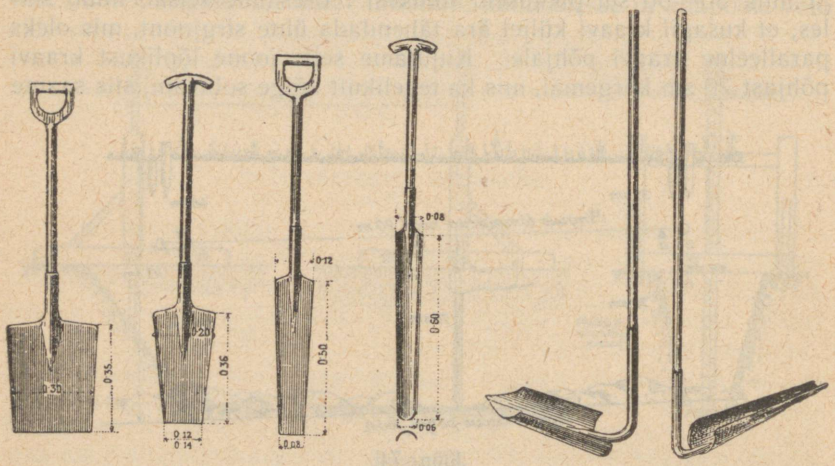
Joon. 74.

esimese piketi juures vahe loodimisvaia ja meie joone vahel 32 sm (102 — 70 = 32) ja teise vaia juures 48 sm (118 — 70 = 48). Nüüd siis abiks võttes mõõtlatti ja vesiloodi, pistame esimese loodimisvaia juures horisontaalselt kraavi küljesse 32 sm sügavusel loodimisvaiast tiku *(a)*, nii et see küllalt tugevasti püsima jääks ja tast umbes 10 sm ümber veel kraavi küljest välja ulatuks. Teise loodimisvaia juures toimetame samuti ja pistame 48 sm sügavusele kraavi küljesse tiku. Nende kahe tiku ühendusejoon ongi siis täpsalt paralleelne nõuetavale kraavi põhjale. Selle joone äratähendamiseks tarvitatakse siis nööri, millest oli ülalpool juttu, asetades teda kraavi küljesse löödud tikkudele ja kinnitades raudtikkude abil, hästi pingule tõmmates, kraavi küljesse. On veel väga soovitav nende kahe tiku vahele kraavi küljesse pista ühele joonele eelmistega viseerimise abil 1—2—3 abitikku, et sellega kõrvaldada nööri lookumist tema raskuse mõjul. Kraavikaevajal on nüüd käepärast lihtne kepp, mille pikkus täpsalt 70 sm ja mille abil ta kraavipõhja

silumise juures tihti kontrollib, et vahe nööri ja kraavipõhja vahel oleks ikka võrdne kepi pikkusele. (V. joon. 74.)

Siin viimasena kirjeldatud kraavipõhja sirgjoonelisuse kontrollimisviis on võrdlemisi lihtne, ka üsna hõlbus üksinda teostada ega nõua erilisi kalleid abinõusid. Kus suuremas ulatuses maaparandusetöid ette võetakse ja hulk töölisi ametis, sääl on soovitav, et üks isik toimetaks kõik tööd, mis seotud kraavipõhja kontrollimisega, ta omandab sel teel suurema vilumuse ega ole karta eksimisi.

Peab veel juure lisama, et kõigi seesuguste maaparandusetööde juures peab alati peremehe silm juures olema. Aetakse kraav kinni,



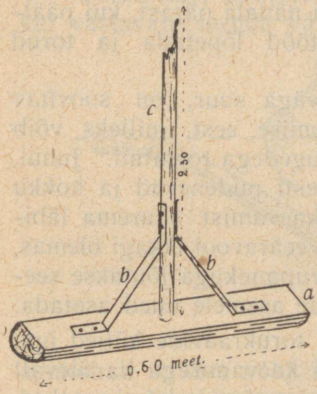
Joon. 75. Joon. 76. Joon. 77. Joon. 78. Joon. 79. Joon. 80.

ei ole meil enam võimalik sinna vaadata, ega teada saada, kuidas on kraavipõhi kaevatud ja torud pandud. Lohaka töö tagajärjed annavad aga end hiljem kibedasti tunda.

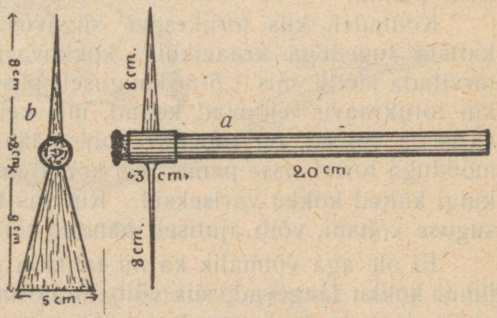
Torukraavide kaevamine võib sündida masinate abil või käsitsi. Mitmesuguste aurujõuliste masinatega töötamist on kirjeldatud S t a r t e poolt. Seni on torukraavide kaevamisel ikka esikohale jäänud käsitöö ja masinat võib tarvitada tihti üsna hää eduga osa töö tegemiseks, kuna lõpliku kraavi sügavuse peame käsitsi välja võtma. Käsitsi drenaaži-tööde juures on vajalikud vastavad tööriistad. Toon siin kraavi kaevamiseks ja torude panemiseks tarvitatavate tööriistade joonised (v. joon 75—80). Sääraste labidate abil töötades võib kaevamisel väljavõetavat mullahulka tublisti vähendada; pääle selle on töölisel võimalik kogu kaevamistöö ajal maapinnal viibida, ilma et temal vaja oleks kraavi astuda. Peab tähendama, et meil ei ole veel kaugeltki tarvitusel kogu vastav tööriistade komplekt.

Ühes meil varemalt ilmunud raamatukeses (Dränageausführung, Liv-Esthländisches Landeskultur-Bureau. 1903. a.) soovitatakse kogu seda riistade komplekti mitte tarvitusele võtta, sest esiteks meie torumaterjal on enamasti nii puudulik, et torude panekul tuleb tingimata kraavis töötada ja käega hoolikalt torud kohale asetada, ja teiseks oskavad saarlased suure vilumusega töötada ka kitsas kraavis, nii et ei ole tarvidustki torukraave kraavis töötamise puhul palju laiemad kaevata.

Soovitama peab siiski, et kraavitööde juures tarvitataks vähemalt kahte eri suurusega labidat. Nendest oleks esimene harilik lai labidas, millega kõrvaldatakse torukraavi päälmise osa muld ja teine labidas pikk ja kitsas, torukraavi põhjast mulla välja loopimiseks.



Joon. 81.



Joon. 82.

On maapõhi liiga kõva, siis tuleb sagedasti tarvitada raudkangi või kirgast. Torukraavi põhja puhastamiseks ja korda seadmiseks tarvitatakse kumerlabidat (joon. 79) ja kurekaela (joon. 80); enamasti on tarvitusel nendest ainult üks. Leidub torukraavi põhjal suuremal hulgal väikeseid kive, siis on soovitav tarvitada põhja tasandamiseks põhjanuia (joon. 81). Toruotsade tasandamiseks ja mügaruste kõrvaldamiseks tuleb tarvitada sellekohast vasart (v. joon. 82), vasara üks ots on lai ja teine terav. Hõlbus on temaga tarvilikul korral toru pooleks raiuda ja torusse auku teha. Eduga võib tarvitada torude panemiseks selleks konstrueeritud konksu (v. joon. 84).

Torukraavide kaevamisel tuleb liikuda alati vastu veevoolu sihti, et põhjavesi saaks ära voolata ja töö ise sünniks kuival. Esmalt asutakse koguja-dreeni kaevamisele ja sellele järgnevad imejadreenid. Torukraavide kaevamisel tuleb alati seda silmas pidada,

et mitte rohkem kraavi valmis ei kaevataks kui selleks torusid olemas. Torude panek sünnib torukraavi ülemisest otsast alates ja nii pea, kui üks imeja-dreen kaevatud, alustatakse temasse torude panekut. Alati peame selle eest hoolitsema, et torukraavid pikemaks ajaks valmiskaevatult lahti ei jää, sest kitsad torukraavid varisevad kergesti kokku ja eriti sääl, kus tegemist kergema mullaliigiga. Sääraselt korral tõusevad tunduvalt drenaaži kulud ja korralik töö on takistatud.

Kraavikaevamist on kõige parem teha siis, kui muld on keskmiselt niiske. Sisaldab muld liiga palju vett, siis rikub see kraavi külgedelt nirisedes tehtud tööd ja on takistuseks töötamise juures.

Juhul, kui dreenimise alla tulev maa-ala on väga veerikas ja sellepärast karta kraavide kokkuvarisemist, võib alguses torukraavid kaevata poole sügavuseni ja alles paari nädala pärast, kui päälmine mullakiht tahenenud, võib kaevamistööd lõpetada ja torud sisse panna.

Kohtadel, kus torukraavi sügavus väga suur, on soovitav kaitsta tugedega kraavikülgi kokkuvarisemise eest, milleks võib tarvitada laudu, mis 1,5 m kauguselt püsttugedega toetatud. Juhul, kui torukraavis leiduvad kohad, mis kergesti pudenevad ja kokku variseda võivad, on soovitav kohe pääle kaevamist suurema läbimõõduga torud sisse panna; sel korral on veeäravool ikkagi olemas, kuigi küljed kokku variseksid. Kui siis torupanekuga jõutakse seesuguse kohani, võib ajutiselt pandud torude asemele uued asetada.

Ei ole aga võimalik ka nii talitada ja torukraavide küljed igal juhul kokku langevad, siis võib torukraavi kaevamisega ka ülevalt poolt alustada, kusjuures torud kohe sisse pannakse ja kinni aetakse. Kergesti kokkuvarisevas mullas peab see töö hoolega ja kiiresti sündima.

Torukraavi muld tuleb asetada vähemalt 30 sm kaugusele torukraavist, et oleks kõrvaldatud selle kraavi varisemine. Kraavimulla paigutamisel on tarvis silmas pidada, et suurema raskusega kraavimuld asetataks sellele kraavi äärele, mis maapinna languse pool, vähem mullahulk, harilikult päälmine mustamulla kiht, kraavi äärele, mis maapinna tõusu pool. Torukraavi kinniajamisel asetatakse muld endises korras tagasi kraavi.

Torukraavi kaevamisel katsutakse võimalikult niipalju mulda kraavist kõrvaldada, et torukraavi esialgne põhi oleks enam-vähem paralleelne tema lõplikule põhjale. Torukraav kaevatakse võimalikult kitsas, mille tõttu vähem mulda tuleb välja loopida ja mis tunduvalt drenaažitööde teostamise kulusid vähendab. Torukraavi laius oleneb mullastiku siduvusest, kraavide sügavusest, dreenimisviisist ja dreeni läbimõõdust. Mida suurema siduvusega on muld,

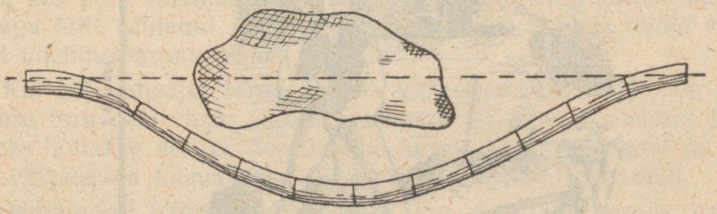
mida vähema sügavusega torukraavid ning mida väiksem on torude läbimõõt, seda kitsamad võivad olla torukraavid.

Kui dreeni sügavus on 125 sm, siis võib torukraavide päältlaius imeja-dreenide juures järgmine olla:

Savimullas	40 (30) sm
Liivsavimullas	50 (40) „
Liivakas liivsavimullas	60 (50) „

Kogujate juures peab torukraavide päältlaius suurem olema vastavalt torude läbimõõdule. Pääle selle oleneb kogujate torukraavide suurem laius ka sellest, et kogujad torukraavid pikemat aega lahtiselt seisavad kui imeja-kraavid.

Torukraavi põhjalaiust ei ole soovitav mitte suuremaks teha kui vastavate torude väline läbimõõt, sest siis jäävad torud oma



Joon. 83.

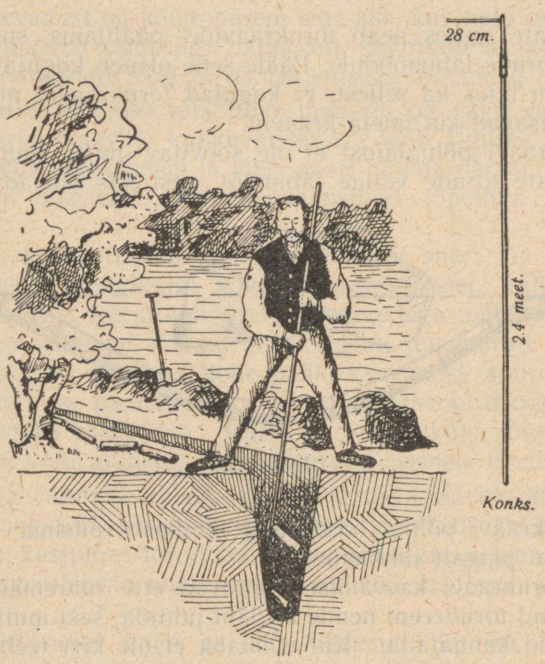
asukohale kraavi põhjal hästi ning kindlasti püsima ning ei ole karta nende paigalt nihkumist.

Kui torukraavi kaevamisel juhtuvad ette suuremad kivid, siis ei ole lubatud torudreeni nende alt läbi juhtida, sest mulla vajumisel võivad torud kannatada. Kui võimalik ei ole kivi teelt eemaldada või kõrvale kaevatud auku lasta, siis tuleb torukraav ümber kivi juhtida (vaata joon. 83).

Torude panek ja torukraavide kinniajamine.

Kui kurekaelaga poolümmargune renn torukraavi põhjale tehtud, siis võib torusid panema hakata. Alati tuleb varem võrdlemisi väike torukraavi osa lõplikult torude panemiseks korda seada ja kui selle osa ulatusel torud pandud ning mullaga kergelt kaetud, siis teha sama järgmise torukraavi osaga. Enne torude panekut asetatakse torud kraavi äärele laiali, neid puhastades ja kõlbmatuid kõrvaldades. Torude panekul peab, nagu ülal juba tähendatud, tarvilisel korral toru otsad parandama, et võimalik oleks torusid üksteisele hästi lähedale asetada.

Torude panekuga alustatakse torukraavi ülemisest otsast. Esimese toru ots pannakse kiviga ning saviseguga täiesti kinni, et otsa kaudu midagi torusse ei pääseks. On veel soovitav toru otsa vastu suuremat kivi paigutada. Torude panek võib sündida käsitsi või konksu (kurenoka) abil (v. joon. 84). Kui konksuga torusid kraavi põhjale paigutada, siis võib töötada kraavi ääres, ilma et vaja oleks kraavi astuda. Eriti tähtis on see sääl, kus meil tege-



Joon. 84.

mist väga pehme kraavi põhjaga, nagu näiteks soomullas, kus töötamine kraavis kraavi põhja võib rikkuda. Sellevastu võib käsitsi torusid pannes aga tööd palju hoolsamalt teha ja torude korralik liitmine on enam kindlustatud. Meil pannakse torusid harilikult käsitsi.

Konksuga torusid pannes võib kiiremini töötada. Konksu raudots, mille otsas toru ripub on umbes 1,5 sm jäme ning 28 sm pikk (v. joonis 84). Konksu ots peab torust lühem olema, vastasel korral liigutaks ta torupanekul teise, juba kohal oleva toru paigalt. Hästi pandud torud peavad nii tihedalt oma vahel liituma, et võimalik ei ole torude vahelt üht toru välja võtta, ilma et temaga naab-

ruses asuvad torud ka ühes välja ei tuleks. Torude panekul peab seda silmas pidama, et nende kõverus asuks torukraavi põhja horisontaal-pinnas, kord ühel, kord teisel pool. Iialgi ei tohi aga toru kumerus vertikaal-pinnas asuda.

Kui kahe toru liitekohal vertikaal-pinnas juhtub olema väike vahe, siis tuleb see vahe kraavi põhja poole pöörata. On aga tegemist suurema vahega, siis tuleb see katta sobiva torutükiga enne kui muld pääle aetakse.

Torude panekut on kasulik lasta teha päevatööna, mitte tükitööna välja anda.

Et torud torukraavi põhjal paremale ning pahemale poole ära nihkuda ei saaks, tuleb sinna, kus torukraavi külje ning torude vahele vahe jääb, paigutada vähemaid kive.

Torude panekul on tähtis tähele panna, et torukraavis ei leiduks kohti, kus põhi varemalt sügavalt välja võetud ning pärast koheda mullaga jälle täidetud. Niisugusel kohal võib koheda mulla vajumisel ühendus torude vahel katkeda.

Kui töö vaheajal torude panek katkestada tuleb, siis on vaja viimase toru otsa vastu vajutada maasse alt teravaks tehtud laud. Esiteks hoitakse sel teel torudreenis torud pingul ja teiseks on sellega väiksemate loomakeste pääsemine torudesse takistatud.

Abimaterjali nagu samblad, õled jne. tarvitada torude katmiseks ei ole soovitav. Niisugused orgaanilised ained võivad pääle kõdunemist esile kutsuda mulla vajumise ning sel kohal torudrenaaži rikkumise põhjuseks olla. Vahest võib aga toruvahesid õhukese samblakihiga kattes kaitsta dreeni vedelmuda sissetungimise eest.

Kui tuleb torud panna v e s i l i i v a l e, siis on soovitav kraavipõhi katta vähemalt 5 sm paksuse kruusakihiga ning torude pääle samuti laotada kruusakiht.

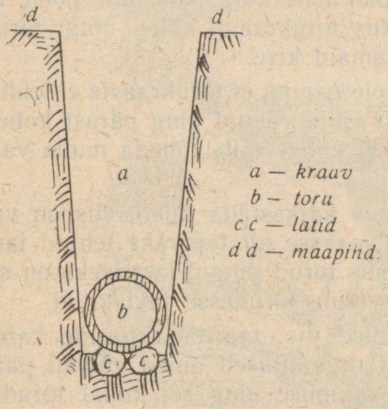
Eriti on soovitav veel v e s i l i i v a juures anda dreenile suurem langus ja projektida võimalikult lihtsad süsteemid. Tarvitada võimalikult suurema läbimõõduga torusid ning isoleerida dreen kõige päälmise kultiveeritava mullakihiga 20—30 sm paksuselt, mitte aga ainult päält ja kõrvalt, vaid tingimata ka alt. Torukraavi põhi peaks sääljuures olema vähemalt 30 sm lai. Drenaaži teostamine vesiliivas peab sündima kuival ajal.

Kui torud tulevad asetada pehmele põhjale, näiteks soos, siis on vaja nende alla paigutada kas lauapinnud, latid, (v. joon. 85) kanarbikku või muud vastavat.

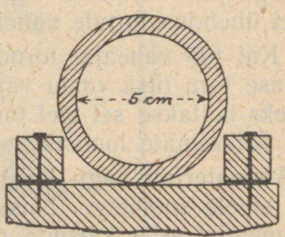
Kõige uuemas välismaa kirjanduses soovitatakse pehme aluse juures tarvitada lauapinde, mille äärtele löödud puuliistud. Säärane alus tuleb võrdlemisi odav ja on otstarbekohane (v. joon. 86).

Menkhaus'i meetod, tarvitada torude panemisel soomullas kanarpikku on järgmine. Torukraavi põhjale paigutatakse kanarpikku, mis hästi kinni tampitakse, ühtlasi jäetakse keskele renn, kuhu asetatakse torud. Siis pistetakse pikema raudtoru otsa drenaažitorud üksteise ligi ning paigutatakse kõik torud ühes raudtoruga torukraavi renni; kaetakse torud kanarbikuga ja sõtkutakse kanarbik torude pääl kõvasti kinni, mille järele ettevaatlikult raudtoru torudest välja tõmmatakse.

Tooma Sookatsejaamas paigutati ühe soo kuivendamisel torud lattidest alusele ja kaeti siis 20 sm paksuse kõdunemata turbakihiga.



Joon. 85.



Joon. 86.

Soosaare mõisas torudrenaaži teostamise kohta kirjutab N. v. Sivers „Sookultuuris" järgmiselt:

„Üldiste reeglitena torutamise teostamisel tuleks tähele panna:

1. Kõik kaevamistööd peavad vastu veejooksu sündima, kusjuures korralikult neljanurka lõigatud kamaratükid, rohu poolega ülesse, kaldale pannakse, et rohukamar kauem värske püsiks. Teisele kraavikaldale tuleb ülejäänud muld, mis aga vähemalt 6 tolli kaldalt eemal peab olema, et mitte kraavi ei langeks.

2. Soodrenaaži juures ei maksa kraave alguses täie sügavuseni kaevata, sest nemad settuvad ruttu, nii et lõpuks raske on puhast renni saada. Viimane 10 sm mulda võib edaspidi välja tõsta.

3. Salakraavid jäävad seni lahtiselt seisma, kuni neis enam vett ei jookse, see aeg oleneb maa omadustest ja veehulgast.

4. Kui enam vett ei jookse, siis võib torude panemist alata. Torukraavi renn tuleb ülevalt alla kõva kamara- ehk samblatükiga läbi tõmmata või pühkida, et kogunud muda kõrvaldada.

Iga kõrvalliini jaoks on samuti kamara- või samblatükk tarviline, mis seni imejate ühenduse kohale kogujatega seisma jääb, kuni kogujad sinnamaale puhastatakse.

Ka sügavapõhjalisel soo-maal, kui ta vähe kõdunenud ja liiga pehme pole, võib hästi torutada, kui torud eriliste alustega vajumise vastu kaitsta. Selleks otstarbeks võib tarvitada praak katusesindleid. Torukraavi põhi on võimalikult kitsas, mis sellekohase, ülalkirjeldatud torulabidaga lõigatud. Mõlemale kraavipõhja küljele asetatakse katusesindlid, nii et nad künasarnase renni sünnitaksid. Alustama peab pooliku sindliga, et nende vahekohad mitte vastamise (kohati) ei langeks. Sellesse renni asetatakse torud, millede vahekohad katusepapiga ehk karusamblaga kaetakse. Kraav täidetakse kohe mullaga. Hoolega peab tähele panema, et torude liitekohad pilbaste ehk sindlite omadega ühte ei langeks, mis vajumisel torud kohalt ära võib liigutada.

Kui torud on juba torukraavi pandud, siis on vaja torukraav kinni ajada. Torukraavi kinniajamine ei sünni mitte korraga, vaid kahes järgus. Esmalt kaetakse torud 20 sm — 30 sm mullakihiga ja jäetakse seniks nii, kuni on kontrollitud, et drenaaž korralikult töötab. Kui on märgata, et mõnel kohal drenaaž korralikult ei tööta, siis on see õhukese mullakihi juures kergesti võimalik tähele panna ja parandada. Olles veendunud drenaaži korralikus töötamises, võib torukraav kinni ajada. Torud ei jäeta kunagi kogu dreeni ulatusel katmata, vaid nii pea, kui väike osa sellest valmis (20—30 m), kaetakse nad ettevaatlikult õhukese mullakihiga, seda alguses kraavi külje seest kraapides, mis kaevamisel puutumata jäi. Torude mullaga katmisel tuleb tähele panna, et nad nii püsima jääksid, nagu nad on torukraavi paigutatud ning et kivid ühes mullaga torude pääle ei kukuks. Kivide kukkumisel võivad torud puruneda. Igatahes kauaks ei tohi torusid katmata jätta, sest kõva vihmasaju puhul võivad torud kergesti ummistuda ning kohalt nihkuda.

Kui nüüd asuda lõplikule torukraavi kinniajamisele, siis tuleb esmalt torukraavi paigutada (mitte visata) aluspõhjast võetud halvemat mulda ning viimaks kogu kraav täita ja päälmise kihina asetada pinnamuld. Arvesse võttes, et pääle mulla vajumist kergesti võib tekkida renn torukraavi kohale maapinnal, siis tuleb kinniajamisel dreeni koht kuhjata väikese mullavalliga (v. joon. 87), mis pääle mulla vajumist torukraavis enam märgatavaks ei jää. Imejadreenide kraavid aetakse kinni kuni koguja-dreeni kraavini, kus tema ots lahtiseks jäetakse imeja sidumiseks kogujaga. Kui kõikides imeja-dreenide kraavides torud juba pandud ja kraavid kinni aetud, siis alatakse koguja-kraavis torude panekuga.

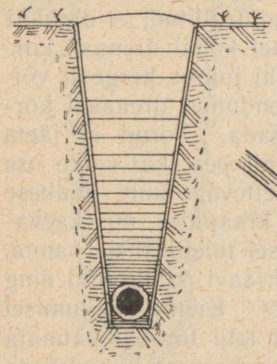
10-tunnise tööpäeva jooksul võib üks tööline, töötades raskemas mullas, 100—150 m ja kergemas mullas kuni 200 m torukraavi kinni ajada.

Torukraavide kinniajamist võib teataval määral ka mehhaniseerida. Hää eduga võib selle juures kasutada hobusejõudu kui ka traktorit.

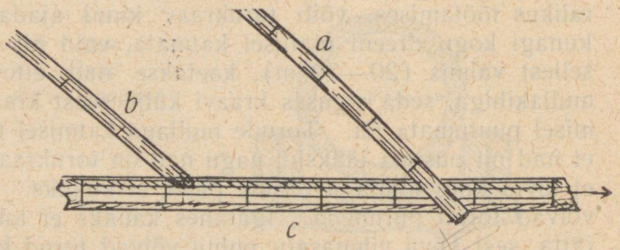
Torudreenide sidumine oma vahel.

Kahe torudreeni üksteisega sidumine, mis päämiselt vajalik imeja-dreeni suubumiskohal koguja-dreeni, võib sündida kas *kõrvalt* (v. joon. 88-b) või *päält* (v. joon. 88-a). Kõrvalt seotud imeja-dreen asub kogujaga tema ühenduskohal ühel kõrgusel. Kui aga imeja *päält* kogujasse suubub, siis on viimane imeja-dreeni toru koguja-dreeni toru pääle paigutatud ja imejakraavi põhi on suubumiskohal koguja toru välisläbimõõdu võrra kõrgemal kui kogujakraavi põhi samal kohal.

Viimasel ajal eelistatakse võimalikult päält sidumist imeja- ja koguja-torudreenide vahel. Ainult kui langus on liiga väike, ega



Joon. 87.



Joon. 88.

ole võimalik teda päält sidumisega kaotada, siis võib lubada torudreene üksteisega kõrvalt siduda.

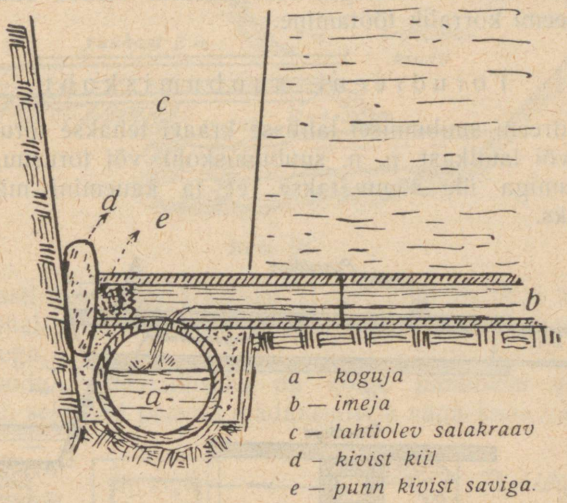
Päält sidumisel puuduvad kõrvalt sidumise varjuküljed. Kui torudreenid üksteisega kõrvalt siduda, siis pääsevad väikesed loomakesed kergesti kogujast laiali. Pääle selle on raske imeja-toru nii koguja-toruga ühendada, et imeja-toru sugugi oma otsaga kogujatorusse ei ulatuks. Viimane asjaolu kutsub esile kogujas takistusi vee voolamisel ja võib seega ummistumist kiirendada. Kõige otstarbekohasem on alati igal pool, kus languse olud seda lubavad, imeja-dreenid kogujatega päält siduda.

Kui imeja-dreeni toru kogujaga kõrvalt siduda, siis tehakse koguja-dreeni toru keskele auk viltu äärega. Imeja-dreeni toru ots lüüakse sarnaselt teravaks, et ta hästi kogujadreeni torusse löödud auguga liituks. Liitumiskohta on kasulik veel saviseguga kinni määrida.

Imeja-dreeni sidumisel kogujaga päält tuleb mõlemate dreenide (imeja- ning kogujadreenis) liitetorudes nende keskele vasa-

raga augud raiuda, mis oma äärte kohtadel täielikult üksteisele vastama peavad, et liitumine täielik oleks. Torude liitekohad ja imeja-dreeni toruots tuleb saviseguga hästi kinni määrida (v. joon 89). Kasulik on ka imeja-dreeni toru ots kinnitada, pistes tema ning koguja-kraavi külje vahele veel paras kivi (*d*). Kividega võib üldse imeja-dreeni toru seisu kogujakraavis igalt poolt hästi kinnitada.

Vabrikutest võib vahest saada mitmekujulisi torusid imejaning koguja-dreenide ühendamiseks, missugusel korral neid mui-



Joon. 89.

dugi eelistada tuleb. Tegelikus elus tuleb aga enamasti ise torude kujundamise eest hoolt kanda, kui neid ühendamiseks vaja läheb.

Torudreenide üksteisega päält sidumisel ei tohi viimane imeja-dreeni toru päris kogujakraavi kohal asuda, vaid peab toetuma ühe oma osaga veel imejakraavi kõvale põhjale, vastasel korral võib kraavimulla vajumisel koguja-torukraavis esimene imeja-dreeni toru kergesti ühenduse teise imeja-dreeni toruga kaotada.

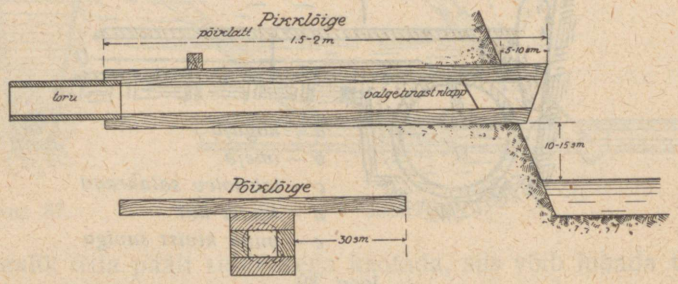
Imeja-dreeni päält ühendamisel kogujaga ei tohi imejakraavi põhja, sel kohal, kus ta koguja-kraavi suubub, sama sügavaks kaevata, kui kogujakraavi põhi. Seda asjaolu on tarvis silmas pidada märkimistööde andmete abil torukraavi sügavuste arvutamisel. Ka ei ole kunagi soovitav päält sidumise võimaldamiseks imeja-kraavi põhja koheda mullaga tarvilise kõrguseni täita, sest sel korral võib

mulla vajumise tõttu viimaste torude juures ühendus katkeda ja rikkuda kogu dreeni korraliku töötamise.

Ka ei tohi imeja-dreeni ühendamine koguja-dreeniga sündida liiga terava nurga all, sest siis ei oleks imeja-dreeni viimase toru asukoht küllalt kindel ja tekiksid teataval määral raskused aukude tegemisel ning täpsal torude liitmisel. Sellest võib üle saada, kui enne torudreenide kokku puutumist muudame imejakraavi sihi nii, et ta teeks küllalt ümmarguse kaare ja suubuks siis võimalikult enam õige nurga all kogujasse. Igatahes tuleb toru-dreene siduda alati kõige suurema hoolega, sest nendest oleneb suurel määral kogu süsteemi korralik töötamine.

Torudreeni suubumiskoht.

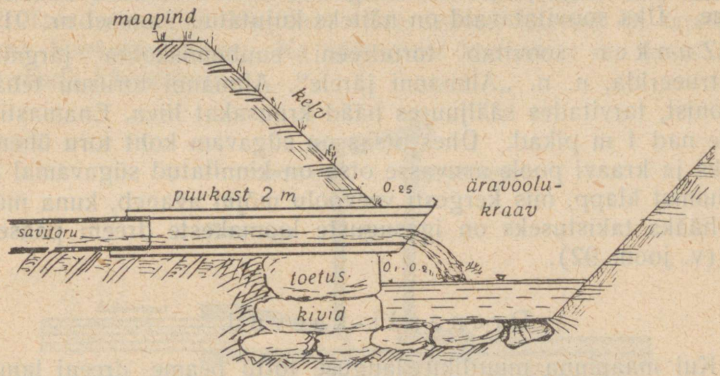
Torudreeni suubumisel lahtisse kraavi tehakse torudreeni otsa laudtoru või laudkast, n. n. suubumiskoht või torusuu, mis enne karbolineumiga üle tõmmatakse, et ta kauemini mädanemisele vastu peaks.



Joon. 90.

Et torusuu kindlamini paigal püsiks, pannakse temale latid alla ja mõned kivid pääle. Hästi kohale asetatud torusuu ei tohi vajuda ega tõmbamisel välja tulla. Kui suubuks torudreen kraavi ilma torusuuta, siis kannataksid torud tunduvalt mitmesuguste mehaaniliste mõjude ning külma mõju all, samuti pääseksid takistuseta väikesed loomad torudreeni, tehes seega veevoolule takistusi ja isegi ummistades. Torusuu ots peab natukene (5—10 sm) kraavi küljest välja ulatuma ja vähemalt 10 sm — 15 sm kraavi keskmisest veepinnast kõrgemal asuma. Et dreeni kaitsta loomakeste sissepääsemise vastu, tehakse torusuule ehk kastile eriline klapp, mis avaneb seestpoolt veevoolu mõjul, väljastpoolt aga loomakesi ega ka vett sisse ei lase. Samaks otstarbeks tarvitatakse veel raudresti, torusuu ehk kasti otsa sisse löödud naelu jne. Naelu ei ole

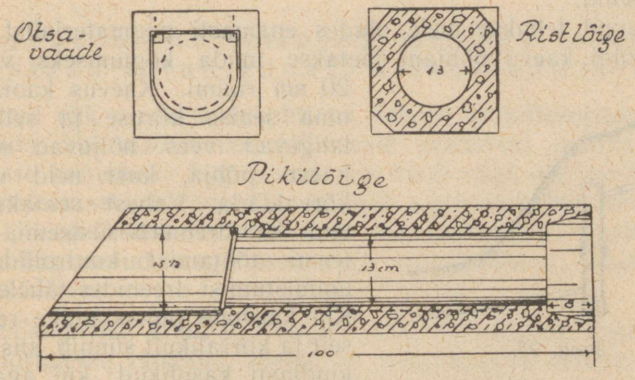
soovitav paigutada mitte täiesti vertikaalselt torusuule, vaid natukene viltu suubumiskoha poole. Säärase naelte seisu juures on võimalik neid kergesti puhastada nende taha kogunenud igasugusest prahist. Puhastada on kerge kraavi kaldalt selleks valmistatud kepiga, mille otsa naelad löödud.



Joon. 91.

Sagedasti tuleb vee-äravoolu kraavi külg ja põhi torudreeni suubumiskohal uhtumise eest kaitsta, teda kindlustades kividega ehk mätastega.

Torusuude valmistamiseks on kõige paremaks materjaliks tammelauad, sest nad peavad mädanemisele väga kaua vastu. Enne



Joon. 92.

maasse asetamist on soovitav torusuud vähemalt paar korda kuuma karbolineumiga üle tõmmata. Tooma Sookatsejaamas on hääks ja soovitatavaks osutunud järgmine torusuu, mille konstruktsioon

joonisest nr. 90 näha. Torudreeni sidumisel torusuuga peab viimane toru natuke puukasti ulatuma, milleks puukasti vastav õõnsus tehakse. Samblaga võib viimase toru ja puukasti ühendus päris kindlaks teha.

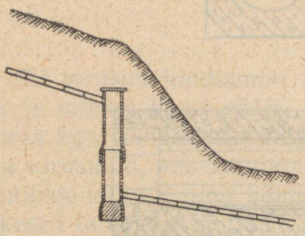
On veel väga palju mitmesuguseid teisi torusuude konstruktsioone. Üks soovitatavaid on näiteks kujutatud joonisel nr. 91.

Zunker soovitab torudreeni suubumiskohta järgmiselt konstrueerida, n. n. „Altmanni järele". Altmanni torusuu tehakse betoonist, tarvitades sääljuures hääd kruusakat liiva. Enamasti tehakse nad 1 m pikad. Ühes otsas on sügavam koht toru ühendamiseks ja kraavi poole asuvasse otsa on kinnitatud sügavamal alumiiniumist klapp, mis kergesti veevoolu mõjul avaneb, kuna muidu aga hääks takistuseks on igasuguste loomakeste dreeni pääsemisele (v. joon. 92).

Drenaaži-kaevud.

Kui maapinna muutliku languse tõttu peame dreeni langust kohati tunduvalt suurendama (näiteks koguja-dreeni juures) hiljem aga oleme sunnitud sama dreeni juures tarvitama vähemat langust, siis on säärasel juhul alati soovitav tarvitusele võtta n. n. drenaaži-kaevud, et hoiduda dreeni muutliku languse juures viimase ummistumise eest. Niisugune kaev on otstarbekohane veel siis, kui ühe aastaga ei ole võimalik kogu drenaaži-süsteemi teostada ja teisel aastal soovitakse olemasolevale süsteemile liita üksikud dreenid.

Kaevud tehakse meie oludes enamasti puumaterjalist. Toru otsast kuni kaevu põhjani jäetakse muda kogumiseks vähemalt 20 sm ruumi. Kaevus kaotab vesi oma senise kiiruse ja selle tõttu langevad vees hõljuvad osakesed kaevu põhja, kust neid võimalik kõrvaldada. Vahest seatakse kaevud ka drenaaži-süsteemi, et süsteemi töötamist kontrollida ning ummistumist dreenides tähele panna. Kui kaevude puhastamine regulaarselt ja korralikult sünnib, siis on nad kindlasti kasulikud; kui aga unustatakse kaevud korras hoida, mis sagedasti juhtub, ja nendes muda torudeni tõuseb, siis on kaevud ise drenaaži ummistumise põhjuseks.

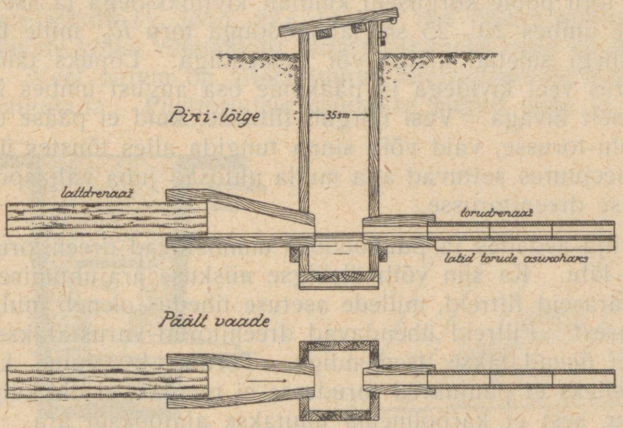


Joon. 93.

Kaevudeks võivad olla ka püsti seotud torud. Säärane kaev on kujutatud joonisel 93, kus tema päämiseks otstarbeks on liiga

järsu maa languse kohast dreeni läbi viia. Niisuguse maa-aluse vee kukkumise koha sisseseadmisega võime kõrvaldada hädaohu, mis tekiks dreeni liiga suure languse juures.

Kaevusid võib veel tarvitada kahe drenaaživiisi ühendamiseks. Nii näeme joonisel 94 säärase kaevu konstruktsiooni, mis lattdrenaaži torudrenaažiga ühendab. Seesugused kaevud on tarvitusel Tooma Sookatsejaamas. Ka säärastest kaevudest on tarvis aegajalt muda kõrvaldada.



Joon. 94.

Mitmesugused võimalused, millega tuleb arvestada torudrenaaži sisseseadmisel.

Filtreid ehk veeneelamiskohti on vahest otstarbekohane sinna sisse seada, kus madalamale põlluosale pinnavesi seisma jääb. Säärastesse loikudesse kogunenud vesi kaob väga aeglaselt ja on suureks takistuseks harimisel ja hävitab sagedasti taimkatte. Ka muutub loikude kohal veeläbilaskvus aja jooksul halvemaks, sest sinna on kogunenud veega peenemad mullaosakesed, muutes viimase tihedamaks.

Et niisugustelt kohtadelt veeäravoolu dreenidesse kiirendada, lüüakse torudesse väikesed augud ja paigutatakse torude ümber kivid peaaegu kuni maapinnani. Päälmine mullakiht olgu kividest vaba, et maaharimine ei oleks takistatud. Säärase sisseseade juures nõrgub vesi kividest võrdlemisi kiiresti läbi ning satub dreeni. Varjuküljeks on aga siin see, et ühes veega ka palju muda torudesse satub, mis dreeni ummistumise põhjuseks olla võib.

Põllulohkudesse koguneb kestvate sademete ja ka lume sulamisel palu vett, mis taimekasvule mõjub tihti kahjulikult. Kõige kiiremalt võib seda vett ära juhtida järgmise filtri juures, mis juuresoleval joonisel nr. 95 toodud.

Esmalt kaevatakse filtri kohale maasse umbes 100—120 sm sügavune ja 60—80 sm läbimõõduga auk. Augu põhjale asetatakse püsti, umbes 13 sm läbimõõduga savitoru R_1, mille alumine ots on suletud veekindlalt kiviga või tsemendiga. Siis ümbritsetakse see toru poole kõrguseni kindlalt kivitükkidega ja asetatakse selle pääle umbes 20—25 sm läbimõõduga toru R_2, mille ülemine ots on jällegi suletud kiviga või tsemendiga. Lõpuks täidetakse toru ümbrus veel kividega ja päälmine osa august umbes 25—30 sm paksuselt liivaga. Vesi nõrgub filtrisse, kuid ei pääse otseselt veeäravoolu-torusse, vaid võib sinna tungida alles tõustes üle toru R_1 otsa, seejuures settuvad aga mulla uhtosad juba väljaspool ega pääse üldse dreenitorusse.

Puuvilja-aedades ja puukoolides ummistuvad dreenitorud tihti puujuurte läbi. Ka siin võib üleliigse niiskuse ärajuhtimiseks kasutada sääraseid filtreid, millede asetuse tihedus oleneb mulla veelläbilaskvusest. Filtreid ühendavad dreenitorud varustatakse muhvidega või ühendatakse tsemendiga. Torude leotamine karbolineumis, selleks et puujuured torudesse ei tungiks, ei ole kuigi kindel abinõu, sest et karbolineum uhutakse ajajooksul ära.

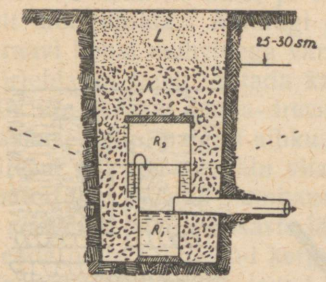
Pinnavee juhtimine dreeni on S t a h l s c h m i d t'i järele lubatud ainult siis, kui sellega ei teki veeärajuhtimine rõhumise all. On torudes rõhumist karta, siis peab dreenima muhvtorudega. Et drenaaž ei kannataks filtrite tõttu, on vaja filtrit mitte kogujadreeni vaid imeja-dreeni juure seada. On soovitav, et filtritega imeja-dreenidel oleksid omaette suubumiskohad kraavi, rippumata kogu süsteemist.

Siinkirjeldatud viisi tuleb tarvitada päämiselt ainult kui väga sügav loik on, muidu on aga soovitav säärasest loigust, kui selle sügavus mitte enam kui 30—40 sm ei ole, vett ära juhtida mittesügava renni abil, mis maaharimistööde juures takistav ei ole. Renni alumine ots on soovitav lasta suubuda laialt maapinnale.

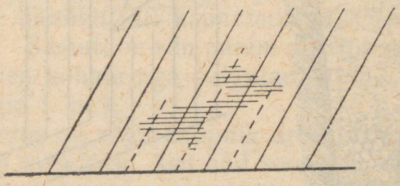
Kui dreenimisele tuleval maa-alal leidub a l l i k a i d, siis peame neid kuivendamisel eriti arvesse võtma. Parem on allikate vett eraldi ära juhtida, teda mitte üldise drenaaži-süsteemiga ühendada, mil teel võib vähema läbimõõduga torusid tarvitada. Pääle selle sisaldab allikate vesi sagedasti raua- ning lubjaühendeid, missugused kergesti torude ummistumist esile võivad tuua.

Kui eraldi ei ole võimalik allikate vett ära juhtida, siis juhitakse see üldisse drenaaži-süsteemi. Niisugusel korral peab talitama teatava ettevaatusega. Vahest aitab sellest, et allikate kohale imeja-dreenide vahele paigutada lühikesed lisaimejad (v. joon. 96).

Kui viimane abinõu ei aita allika vett ära juhtida, siis katsutakse allikate vett kiirtetaoliste dreenide abil ära lõigata (v. joon. 98) ning eraldi süsteemina veeäravoolu kraavi juhtida. Allikavee suure rauasisalduse juures katsutakse see juhtida läbi dreeni ümbritsevate kivide (v. joon. 97), et vesi teel õhuga kokku puutudes juba kivide kohal võimalikult rauast vabaneks enne kui ta imejasse satub. Veel parem on allika juures imeja-dreenide kohal püsttorud paigutada. Püsttorudele raiutakse augud sisse ja asetatakse



Joon 95.



Joon. 96.

nendele kive ümber (v. joon. 99). Mida suurem on vee juurevool, seda paksem peab ka kivide kiht olema.

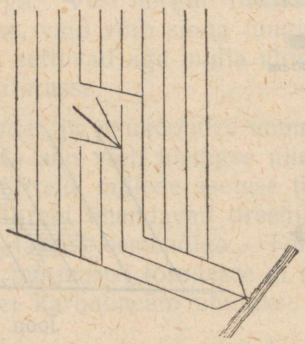
Sagedasti dreenid, mis v e s i l i i v a s asuvad ei tööta korralikult selle tõttu, et nende panemisel küllaldase oskusega ei ole talitatud. Sagedasti ei tunta vesiliiva mullauurimiste juures, eriti siis, kui mulda uuritakse kuival ajal, väga madala põhjavee seisu juures.

Säärastel kohtadel, kus dreeni ulatusel vesiliiv esineb, on soovitav torude vahed katta katusepapi või mõnest teisest ainest muhviga. Selleks paigutatakse torude liitekohale 10 sm laiune ribake ning kinnitatakse traadiga torude külge. Seesugune töö on küllalt tülikas ja raske on seda kraavis teostada. Soovitavam on teha järgmiselt: paigutatakse kahele pukile kraavi ääres umbes 3 m — 4 m pikkune raudtoru, mis parajasti toru õõnsusse mahub. Raudtoru ümbritsetakse dreenitorudega, millede liitekohad kinnitatakse katusepapi abil. Säärane torude rida pannakse kraavi ja kui nad on korralikult kohale pandud, tõmmatkse raudtoru välja ja jätkatakse tööd samuti edasi. Muidugi kaetakse muhviga kraavis ka üksikud torude read omavahel.

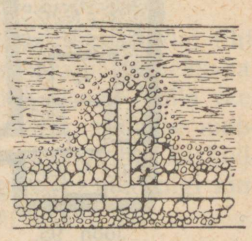
Vesiliiv tekib sääl, kus väga peene liiv, mis ei sisalda siduvat materjali, on veega küllastatud; tema struktuur on väga pude ja liivaterakeste kaalu mõju vees on väga väike. Eriti kergesti tekivad kahjulikule vesiliiva mõjule soodsad olud sääl, kus kõrvalt kõrgemalt rõhu all juurevoolav vesi alt liivast läbi ülesse tungib. Seesugustes oludes vajuvad üksikud drenaaži-torud kergesti viltu, ummistuvad hõlpsasti ja drenaaž läheb rikki. Vesiliiva kahjuliku mõju kõrvaldamiseks peab niisugusel juhul, kui kõrvalt tulev vesi läbi liiva alt ülesse tungib, võimalikult selle vee vool teel ära lõikama ja eemale juhtima. Pääle selle peab niisugusel kohal hulga tööjõudu kiiresti väiksemal ulatusel drenaažitööd läbi viima ja kui tarvis kraavi külgi kindlustama tugedega. Vahest tuleb ka säära-



Joon. 97.



Joon. 98.



Joon. 99.

sel juhul suure niiskuse kõrvaldamiseks torud esialgselt mitte lõplikule sügavusele asetada, vaid teha seda siis, kui muld kuivemaks muutub.

Ka torude panekul peab võimalikult hoiduma, et liiv torudesse ei satuks. Hää abinõuna selle vastu võib kruusa tarvitada, mida enne torude panekut umbes 5—10 sm paksuselt torukraavi põhjale laotatakse. Ka on soovitav vesiliiva-maal torude alla asetada lauapinnud ehk muud puumaterjali. Igal juhul peab vesiliivas dreenid suurema langusega projektima, et seda kiiremini liikuv vesi torudes suudaks neid puhtad hoida. Kõik drenaaži-tööd vesiliiva-maal tulevad võimalikult kuival ajal teostada.

Kui dreene tuleb projektida maa-alal, mis varemalt kuivendatud lahtiste kraavidega, siis peab seda silmas pidama, et iialgi dreene ei projektitaks vanade lahtiste kraavide põhja, niisugused dreenid ummistuvad kergesti, sest muda ning taimejuurte ligipääs on hõlbustatud. Kergesti juhtub et vesi, mis kraavi põhjale pea-

tuma jäänud, enesele tee leiab torudeni, viies ühes muda ja igasugust muud prahti. Ka lahtiste kraavide kaldail kasvavate taimede juured ulatuvad kergesti torudeni ja leides ees soodsad arenemistingimused levivad sääl jõudsasti. Dreen aga peab lõpetama säärasel korral oma tegevuse. Kui dreen tuleb risti kraavi alt läbi juhtida, siis tuleb sel juhul torude otsad vähemalt 6 m ulatusel varustada muhvidega, et muda ja taimede juured nendesse ei pääseks. Sagedasti valmistatakse muhvid savist ja kindlustatakse vahed muhvide ja toruotsade vahel tsemendi-seguga.

Kui tuleb suurem arv imeja-dreene kraavi alt läbi juhtida ja muhvidega varustada, mis tunduvalt drenaaži kulusid tõstab, siis on sel juhul otstarbekohasem teataval kaugusel lahtisest kraavist kõik imeja-dreenid ühte kogujasse koondada, mis paralleelselt lahtisele kraavile käib, ja siis see koguja ühel kohal lahtise kraavi alt läbi juhtida. Muidugi on siis selle kogujadreeni torud lahtise kraavi kohal muhvidega varustatud. Samasugusel viisil kui praegu kirjeldatud tuleb talitada ka dreenide tee alt läbi juhtimise korral. Ka siin võiksid imeja-dreenid ülesõidu all kannatada ja sõidukite raskuse mõjul paigalt nihkuda. Samuti on siin parem ainult kogujadreeni risti tee alt läbi viia, tee kohale aga paigutada torud puumaterjalist (vanad pumbapalgid j. m.).

Puude ning põõsaste lähedus on väga kahjulik dreenidele, sest nende juured tungivad kergesti torudesse, kus nad soodsaid kasvutingimusi leiavad, täidavad narmasjuurtega torud täiesti ja põhjustavad seega torude ummistumist. Eriti hädaohtlikud on dreenide lähedal lepad, pajud ja haavad. Sellepärast on soovitav, et dreen asuks vähemalt 15 (20) m puudest ning põõsastest eemal.

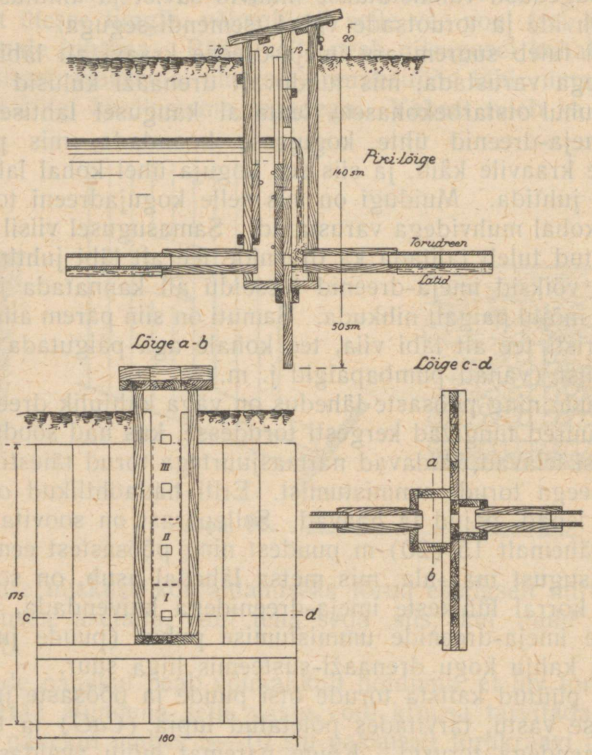
Niisugust maa-ala, mis metsa lähedal asub, on soovitav võimaluse korral lühikeste imeja-dreenidega kuivendada, sest et siin üksikute imeja-dreenide ummistumise puhul (puude juurte tõttu) ei oleks kahju kogu drenaaži-süsteemis liiga suur.

On püütud kaitsta torude otsi puude ja põõsaste juurte sissetungimise vastu, tarvitades põletatud lupja (*CaO*) ja teisi aineid, kattes nendega torusid. Kõige paremat mõju avaldas aga toruotsade kastmine karbolineumisse; puujuured niisugustesse torudesse enam ei tunginud.

Et paremini võimalik oleks põhjavett oma soovi järele, s. o. niiskemal ajal kuivendada intensiivsemalt ja kuival ajal põhjaveepinda tõsta, siis on soovitav drenaaži võimalikult sügavale paigutada ja üksikud dreenid p a i s e h i t i s t e g a v a r u s t a d a. Paisehitised on eriti siis kasulikud, kui korda läheb naabruses olevalt maa-alalt, mis kõrgemal asub kui dreenitud ja paisehitistega varustatud maa-ala, igal ajal vett viimasele juhtida.

Kõige otstarbekohasem on dreenidesse paisehitisi teha dreeni suubumiskoha lähedale. Vahest on võimalik põhjavee-pinda dreenitud maa-alal tõsta, kui paisehitisi äravoolu-pääkraavi sisse seame.

Tooma Sookatsejaamas tarvitatakse vee paisutamiseks dreenides puust paisehitisi. Puukasti suubub ühelt poolt dreen, mis teisel pool uuesti samas sihis edasi läheb. Kastil on vertikaalne vahesein nelja avausega; alumine avaus seisab samal kõrgusel kui



Joon. 100.

dreeni toru, teised avaused on järk-järgult esimesest kõrgemal (v. joon. 100). Paisutamiseks on kastis olemas 3 puu-siibrit. Siibrid hoitakse kasti pahempoolse seina küljes, kui nad tarvitusel ei ole. Tarvitamise korral võetakse nad hoiukohalt ja suletakse vaheseinas olev avaus, mille kaudu vesi pahempoolsest kasti osast parempoolsesse ossa pääseb. Nüüd peab vesi tõusma pahempoolses kasti osas kuni selle vaheseina avauseni, mis vaba on, et kasti parempoolsesse ossa sattuda. Seega ongi põhjavee-pind pahempoolses

kasti osas soovitavale kõrgusele paisutatud. Joonisel näeme, et I ja II-se siibriga on vaheseinas alumised kaks avaust suletud (kolmas siiber seisab omal kohal, kasti pahempoolsel seinal) ning põhjavesi selle tõttu kuni kolmanda avause kõrguseni paisutatud.

Paisutada on sääl võimalik, kus aluspõhi kergesti vett läbi ei lase ning kus langus väike.

Paisutama peab vett dreenides alati aegsasti; paisutamine siis, kui põhjavee-pind liiga madalale on langenud, ei anna enam soovitavaid tagajärgi. Ainult sel korral, kui on võimalus naabrusest, kõrgemalt maa-alalt igal ajal vett dreenitud maa-ala niisutamiseks saada, võib niisutamisega hiljem alata.

Drenaaži korrashoid.

Kui drenaaž lõplikult valmis, siis tuleb tema eest korralikult hoolitseda, teda perioodiliselt üle vaadata ja kontrollida drenaaži kuivendusetööd. Kõik tähelepandavad vead tulevad kohe parandada, vastasel korral võib kogu kuivendussüsteem dreenimisvõime kaotada.

Tähtis on, et drenaaži veeäravoolu-kraavid oleksid alati hästi puhtad ja korras. Kui äravoolu-kraav ummistub või kohati mudaga täitub, siis võib see kogu drenaaži-süsteemi ummistumise põhjuseks olla. Ka äravoolu-kraavi küljed ei tohi olla rikutud. Väga hädaohtlikuks kraavide külgedele on kariloomad. Erilist hoolt nõuavad dreenide suubumiskohad, mis lagunemise korral kohe parandada tulevad.

Dreenide suubumiskohti hoolikalt silmas pidades võib otsustada, missugune dreen hästi töötab ja missugune on kinni jäänud. Dreeni ummistumise korral on niiskemal ajal ka maapinnal kergesti võimalik ummistunud dreeni kohta üles leida, kui hoolega tähele panna kus vesi põllul peatuma jäänud ja enam ära ei valgu.

Dreenid võivad ummistuda, kui nendes kuhjuvad lubja- ja rauaühendid ja kui sääljuures veel dreeni langus küllalt suur ei ole ega dreeni torud valitud mitte päris siledate seintega. Raua- ja lubjaga ummistumise hädaoht on eriti suur, kui dreenides on vaba õhuliikumine. Dreenide puhastamiseks raua- ja lubjaühenditest võib vahete-vahel vett dreenides paisutada, siis paisu lahti võttes voolavad ühes veega ka lubja ja raua setted torudest välja.

Dreenid võivad veel ummistuda, kui torude sees on üksikuid halbu, millised mullas lagunevad. Ka hooletu torude panek võib dreenide ummistumise põhjuseks olla, samuti põhjustavad taimejuured, veetaimed, seened jne. dreenides ummistumist. Taimedest on drenaažile väga hädaohtlik põldosi (*Equisetum arvense*), mille juured tungivad kergesti dreenidesse.

Kui dreen ummistunud, siis on vaja leida ummistunud koht. Et seda leida, tuleb allpool niisket kohta torudreenile perpendikulaarselt kaevata kitsas kraav kuni dreenini. Kui sel kohal torudest vesi ülesse tungib, siis tähendab see, et ummistunud koht asub rohkem all pool, on aga torud kuivad, siis asub ummistunud koht dreeni alguse pool, kust seda otsida tuleb.

Kui lõpuks on korda läinud leida ummistunud koht ning tema ulatus, siis tuleb traadi otsa paigutatud lapi või luua abil dreen hoolikalt puhastada, tõmmates traati edasi ja tagasi läbi dreeni.

Üldse on kergem drenaaži kontrollida, kui süsteemid liiga suured ning keerulised ei ole.

Lattdrenaaž.

Lattdrenaaži ja üldse puumaterjalist drenaaži on konane sääl tarvitada, kus ta võimalikult kauem vastu peab ja kus drenaaži teostamiseks materjal kohapääl odavalt kättesaadaval. Puumaterjalist drenaaž mädaneb kergesti mineraalmaa-mullas. On ta aga alaliselt vees, siis on ta võrdlemisi suure vastupidavusega ka mineraalmaa-mullas.

Kõige kohasem on puumaterjalist drenaaži tarvitada soos, sest et soomullas puumaterjal nii kergesti ei mädane, on seega kauem vastupidav. Dreen peab sel juhul asuma päris soomullas ega tohi mineraal-aluspõhjaga kokku puutuda. Nii võib julgesti puumaterjali drenaažiks tarvitada, kui soomulla sügavus on vähemalt 120 sm.

Lattdrenaaži jaoks tarvisminev materjal kasvab harilikult kultiveerimisele tuleval maa-alal. Eriti võib soovitada tarvitada männi-, kuuse-, lepa- ja kaselatte. Kõige paremaks peetakse kadakalatte. Igatahes peavad latid toored (mitte kuivad), ja okastest või lehtedest vabad olema. On soovitav valida võimalikult sirged ja ühepikkused latid. Üksikute lattide läbimõõt võib olla 5—10 (12) sm ja pikkus 3 m — 8 m.

Lattdrenaaži-kraavi kaevamine sünnib samal viisil nagu ülal torukraavide kaevamise juures juba mainitud. Kraavi põhja laius peab vastama lati kimbu läbimõõdule. Latid seotakse kimpudesse 20—30 sm läbimõõduga. Sidumine sünnib kas pajuvitsaga või raudtraadiga. Tuleb tähendada, et raudtraat soomullas roostumise tagajärjel kergesti katkeb.

Latid seotakse üheks suureks kraavipikkusele vastavaks kimbuks, mis siis ühekorraga kraavi pannakse.

Latte kimpudeks siduda on sellekohastel pukkidel kõige hõlpsam, nii nagu seda ka fašiinide sidumise juures tehakse (v. joon. 107, 108). Kui latid kimpudeks seotakse, siis võib teha neid ühejämeduseks igal kohal, paigutades vaheldamisi ladva- ja tüve-

otsad kord ühele kord teisele poole. Latid köidetakse 90 sm — 100 sm tagant (v. joon. 101).

Enne lattide kraavi panekut tuleb kraavi põhi hästi puhtaks pühkida, mida võib teha muu seas ka nööri otsa seotud kadakase luuaga, luuda sääljuures kraavipõhja vastu surudes.

Kui latikimbu läbimõõt on ühtlane tema mõlemal otsal, siis tuleb neid nii kraavi panna, et üksikute kimpude otsad üksteise sisse tuleksid. Tööga alustatakse kraavi ülemisest otsast. Kui kimpudes on paigutatud lattidel ladvad ühele ja tüved teisele poole, siis asetatakse säärased kimbud kraavi nii, et lattide ladvaotsad oleksid sihitud maa languse suunas. Kimpude ühendamisel üks-



Joon. 101.

teisega pistetakse alumise kimbu tüveotsad ülemise latvade vahele ning seotakse tugevasti kinni. On soovitav kraav kohe kinni ajada, niipea kui mõned lattide kimbud juba kohale pandud, muidu võib soomuld kergesti kimpude pääle kukkuda ja lattide vahele sattuda, mis ei ole soovitav.

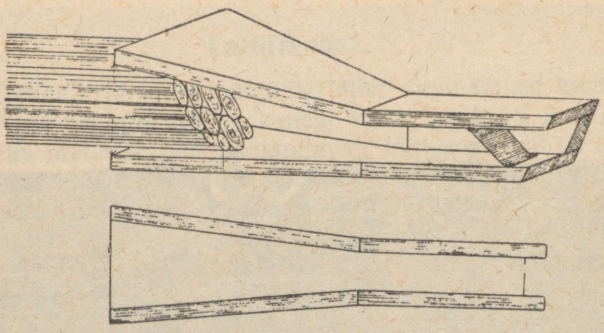
Kui soovitakse latid siduda üheks kraavi pikkusele vastavaks pikaks kimbuks, siis sünnib sidumine niiviisi, et ühe lati ots teise lati keskkohta jääb jne. Sääljuures peab ühendus lattide vahel võimalikult tihe olema. Pääle selle peab kimbu läbimõõt tema kogu ulatusel olema ühtlane. Kimbu kraavi panek sünnib siis korraga kogu tema ulatusel.

Lattdrenaaži-kraavi kinniajamisel on tähtis arvesse võtta, et lattide vahele muld ja muda ei satuks, sest et niisugusel korral oleks dreeni töötamine takistatud. Sellepärast ei panda ka kinniajamisel latikimbu pääle kunagi otsekoheselt mulda, vaid isoleeritakse nad

enne, tarvitades selleks rohukamarat, nii et rohtunud pool vastu latte asuks (v. joon. 106).

Lattide isoleerimiseks mullast soovitatakse veel latikimpu hagudega ümbritseda, kõdunemata turbamullaga katta jne.

Arvesse võttes suuremat vee hõõrumist lattdrenaažis, võrreldes torudrenaažiga, on soovitav, et lattdreeni kõige väiksem valitud langus alla 0,2% ei oleks. Alati on aga soovitav lattdrenaaži juures anda dreenile võimalikult suurem langus. Lattdrenaaži juures on imeja-dreenid kõige otstarbekohasem otseselt lahtisse vee-äravoolukraavi suubuda lasta. Lattdreeni suubumiskohal varustatakse lattide kimp sellekohase puukastiga — dreenisuuga.



Joon. 102.

Tooma Sookatsejaamas on kauemat aega tarvitusel olnud seesugune lattdrenaaži suubumiskoha konstruktsioon nagu see joonisel 102 näha.

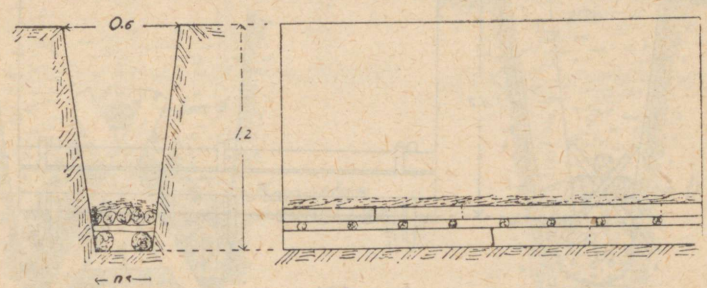
N. v. Sivers kirjeldab lattdrenaaži teostamisest madalsool[1]). Siinkohal väljavõte tema kirjeldusest: „Kõige sagedamini tarvitatakse meil soomaal lattidest dreene. Mina pean seesugust torutamist väga praktiliseks ja olen suurema osa oma kultuuridest niiviisi torutanud. Ainult peaksime väikesed süsteemid tegema ja kõrvalt, nagu teistest süsteemidest ning allikatest, vett mitte läbi juhtima. Pääle selle kui torukraavid, nagu juba kirjeldatud, on lõigatud, mõni aeg lahtiselt seisnud, puhastatud ja sügavamaks tehtud, võib latikimpude tegemisele asuda. Latikimpude materjaliks kõlbavad lepad, männid, kuused ja kased. Latid peavad värskelt raiutud olema ja kõlbavad mitmesuguses pikkuses. Nad puhastatakse okstest ja raiutakse ladvat maha. Siis veetakse nad kraavi kaldale hunnikusse ja kaetakse murumätastega. Nüüd lüüakse 2,5 jala kaugusele üksteisest ristamisi pandud vaiad püsti ja seotakse ristamis-kohtadel vitsadega kinni.

Kui palju sääraseid pukke tarvis on, oleneb tarvitusel olevate lattide pikkusest. Nendele pukkidele asetatakse nüüd latid, mille juures ükskõik

[1]) N. v. Sivers — Salakraavituse teostamine madalsool. Sookultuur II. 1924.

on, kuhu poole ladvad ehk tüved jäävad ja siis köidetakse nad 2,5 kuni 3 jala kauguselt pajuvitsadega ehk traadiga kimpudesse, millede läbimõõt 8 kuni 9 tolli. Sidumise eel kinnitatakse sidumiskoha ligidale trengikett ümber latikimbu, pannakse tugev kepp ketist läbi ja pööratakse niikaua, kuni latikimp kõvasti on kokku litsutud; nüüd seob teine tööline sideme kõvasti ümber. Latikimbud kantakse kraavi juure ja asetatakse väljaloobitud murumätastele kraavi kaldal. Nüüd algab kimpude sissepanek ja jälle ülemisest otsast, s. o. peri voolu. See töö peab ettevaatlikult läbi viidama, et mulda kraavidesse ei langeks. Latikimpude otsade sidumise kohtadel jäetakse meelega pikemad pajuvitsade otsad vabalt ripnema. Töölised lähevd latikimbu otsade juure, haaravad pajuvitsade otsad, vibutavad kimpu nii, et nende otsad vaheliti lähevad, ja lastakse siis teine ots ettevaatlikult pajuvitsaga kraavi põhja. Ei ole soovitav korraga rohkem kui 3 kuni 4 kimpu sisse panna, mis otsekohe kinni aetagu.

Lastakse korraga rohkem kimpe kraavi, siis võib juhtuda, et ettevaatamatuse läbi turbamuld kukub latikimpudele, mille eest hoiduda tuleb, sest muld läheb lattide vahele ja teda pole säält võimalik kõrvaldada.



Joon. 103.

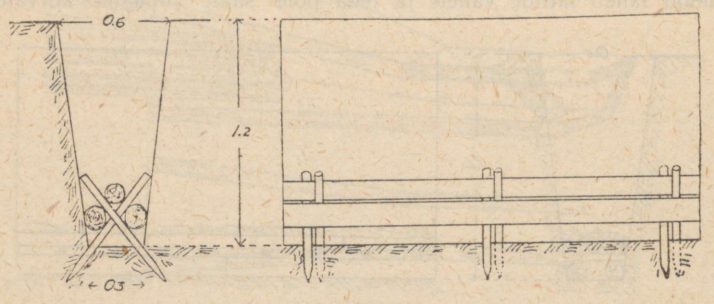
Samal põhjusel ei tohi tööd enne katkestada, kui terve süsteem valmis. Kimbud kaetakse murumätastega nõnda, et rohupool alla poole jääb. Mättad raiutakse kirvega kraavi mõõtude järele nii, et nad parajasti sisse mahtuvad. Tööline seisab selle töö ajal latikimbul, astub mättatükile ja vajutab selle kõvasti kinni. Mättatükid peavad nii tahutud olema, et nad alles töölise raskusega kraavi põhja vajutatakse. Mätaste õhukesed otsad painutatakse nii, et nad üksteise pääl asetuvad. Tarviline on, et mättad kõvad oleksid; tarbekorral tulevad nad mujalt vedada. Viimane latikimp enne väljavoolu peab suubuma, samuti kui torude juureski, puutorus, nii et see puutoru latikimpude poolses osas viimase kimbu parajasti katab; teise otsa läbimõõt võib 3 kuni 4 tolli olla. Latikimbu tihe ühendamine puutoruga on sambla abil läbiviidav. Nüüd täidetakse torukraav ja täitmise ajal tallatakse turbamuld kinni."

Mitmesugused teised Rootsi lattdrenaaži viisid on kirjeldatud G. Booberg'i ja A. Bauman'i poolt:

Lattdrenaaž kahe latiga kraavi põhjal. Kahele kraavipõhjale paigutatud latile on põigiti asetatud lühikesed vaiakesed, vastavalt kraavi laiusele, ja nende pääle juba kolm latti ning siis hagu ja kanarbiku-turvast allapoole pööratud taimedega (v. joon. 103). Säärast drenaaži võivad 2 töölist 10 tunni jooksul

kuni 150 m valmistada. Kui selle drenaaži-viisi juures mõni latt viltu kraavi põhja satub, on seega veevool dreenis takistatud.

Lattdrenaaž risti paigutatud põikvaiakestega. Selle lattdrenaaži viisi juures pistetakse kraavi põhja risti iga ühe meetri tagant kaks põiki vaiakest ja asetatakse vaiakeste risti pääle ning igale küljele latt, ainult risti all jääb päris vaba ruum vee voolamiseks (v. joon. 104). Latid kaetakse enne kraavi kinniajamist hagudega ning kanarbiku-turbaga. Kirjeldatud dreenimisviis on otstarbekohane kõvas soomullas. Kohedas soomullas võivad dreenid loomade, põllutööriistade ja masinate raskuse mõjul kinni variseda, eriti kraavi põhja poolt ülesse tungiv muda ummistab kergesti dreeni.



Joon. 104.

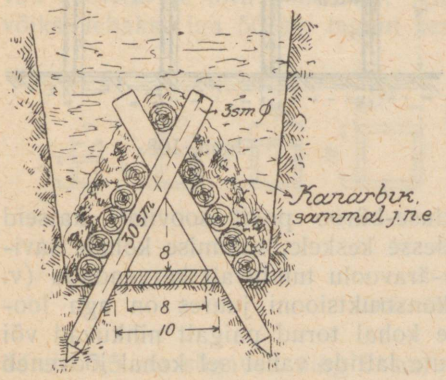
Stahlschmidt* soovitab soode dreenimiseks ühe uue lattdrenaaži-viisi, mida kõige paremini selgitab joonis 105. Siin võib täiesti ilma naelte tarvitamata läbi saada ja kasutada sääljuures praak-puumaterjali. Et veevoolul siin sile ning kõva säng, siis võib seesugust drenaaži ka väiksema langusega projektida.

Fašiindrenaaž.

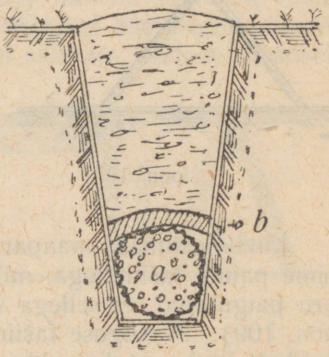
Kui puudub vastav puumaterjal lattdrenaaži tarvis, siis võib kimpude valmistamiseks ka hagu kasutada. Hagudega drenaaž kannab fašiindrenaaži nime. Fašiindrenaaži läbiviimine sarnaneb suuresti eelpool kirjeldatud lattdrenaaži omale.

Haod fašiinide jaoks peavad värskelt raiutud olema ja lehed, oksad ja ladvad kõrvaldatud. Võib tarvitada 2- — 4-sm jämedusi noori, sirgeid lepa-, kase-, sarapuu- jne. hagusid. Pajuhagude juures on karta, et nad võsusid kasvatama hakkavad. Fašiinide kood valmistatakse kraavi ääres pukkide pääl, mis kahest teivast

risti kokku pandud (v. joon. 107, 108). Pukid on umbes 60—90 sm kaugusele üksteisest paigutatud. Fašiinideks määratud haod laotakse pukkidele, nii et tüveotsad asuksid ühel pool ning ladvaotsad teisel pool. Fašiini läbimõõt peab kogu tema ulatusel ühtlane olema. Keti või kõie abil tõmmatakse haod kõvasti kinni ja seotakse sellel kohal raudtraadi või pajuvitsa abil iga 60—90 sm tagant. Nii saame pika haokoo, mille nimetame fašiiniks. Fašiini läbimõõt on siis lõppude lõpuks umbes 20 sm — 30 sm. Fašiini sidumiskohal katsutakse võimalikult jämedamad haod (latid) koo keskele paigutada ja peenemad nende ümber, nii jäävad suuremad vahed lattide vahel koo keskel ning muda pääsemine sinna on peenemate hagude poolt kaitstud.



Joon. 105.



a — latt-haovorst
b — rohukamara kord

Joon. 106.

Fašiinide kraavi panemisel on tähtis tähele panna, et ladvaotsad oleksid sihitud veevoolu suunas.

Fašiinid peavad jääma samuti kui latid mullast isoleerituna. Selleks võib samasugusel viisil talitada nagu ülal juba lattdrenaaži juures kirjeldatud (v. joon. 106).

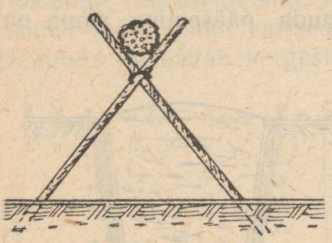
Suurema veevoolu hõõrumise tõttu peab fašiindreenil suurem langus olema, mida projektimisel tarvis arvesse võtta. Fašiinid tuleks võimalikult veepinna all pidada, siis on nad suurema vastupidavusega ning kestvusega. Selleks võib vahest otstarbekohaseks lugeda paisehitiste abil kuival ajal põhjavee pinda tarvilisel kõrgusel hoida.

Varemalt paigutati sagedasti haod sidumata drenaaži-kraavi põhjale või seoti nad 4 m pikkusteks kubudeks ja pandi siis kubude

viisi kraavi. Niisugune fašiindrenaaž ummistub kergesti, sest hagude vahele satub hõlpsasti muda.

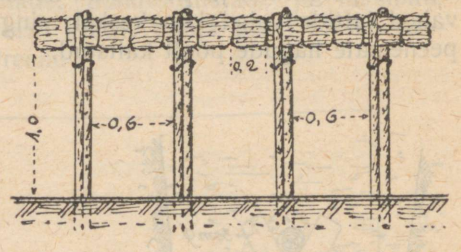
Ka ei ole soovitav 2 või 3 haokubu kraavi panna, et seega suuremat veehulka dreeni abil ära juhtida. Otstarbekohasem on juba siis tarvitada suurema läbimõõduga fašiini. Kõige soovitavamaks võib lugeda, kui fašiindrenaaž teostatakse ühe pika haokoo näol, mis kogu dreenikraavi ulatusel sisse pannakse.

otsast vaade



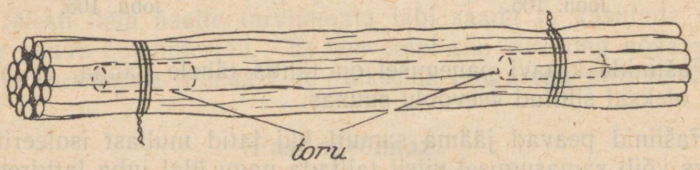
Joon. 107.

vaade külje pealt



Joon. 108.

Liivi-Eestimaa maaparanduse-büroo poolt soovitati katseid toime panna fašiinidega, milledesse keskele, sidumise kohale savitoru paigutatud, et sellega vee-äravoolu tunduvalt kergendada (v. joon. 109). Niisuguse fašiini konstruktsiooni juures on aga loomulikult karta, et kui sidumise kohal torud paigalt nihkuvad või purunevad, siis ühendus üksikute lattide vahel sel kohal lõdveneb



Joon. 109.

ning on seega muda ja mulla sissetungimine lattide vahele kergendatud. Sellepärast võivad just neil kohtadel fašiinid kõige kergemini ummistuda. Tegelikult selle meetodi järele teostatud fašiindrenaaž Soosaare mõisas on just kohtadel, kus torud hagudesse paigutatud olid, ummistunud.

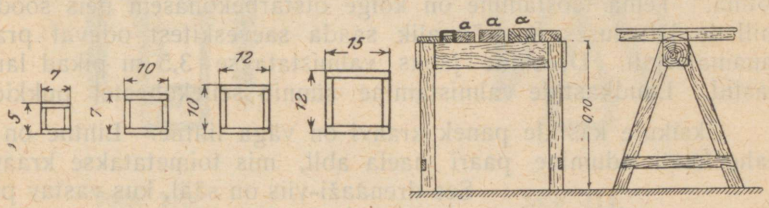
Üldse võib soovitada fašiindrenaaži ainult siis tarvitusele võtta, kui meil teist paremat võimalust maa-ala dreenimiseks ei ole.

Lauddrenaaž.

Lauddrenaaž võib mitmesugune olla: lauddrenaaž Butzi järele; rootsi pind-lauddrenaaž ja harilik pind-lauddrenaaž.

Butz'i lauddrenaaž on oma nime tema tarvitusele-võtja B u t z'i järele saanud. Võrdlemisi õhukestest laudadest (1—2 sm paksud) valmistatakse puukastid. Laudade laius võetakse 5, 7, 10 ehk 12 sm selle järele, missuguse läbimõõduga soovitakse torud valmistada. Tarvitatakse männi-, kuuse-, lepalaudu 4 m pikkuseid. Laudade kinninaelutamiseks võetakse 4—4,5 sm traatnaelu. Säärase lauddreeni valmistamine sünnib selleks otstarbeks eriliselt ehitatud puki pääl, mida siin juuresolev joonis nr. 110 kujutab.

Pukile on kinnitatud puupakud (*a*), millede suurused vastavad soovitavale toru õõnsusele. Et põhjavesi kastdreeni pääseda võiks, tehakse iga 50 sm tagant serviti seisvate laudade ülemisele



Joon. 110.

äärele 0,5 sm sügavad ning 5 sm — 10 sm pikad väljalõiked, et veele luua võimalust dreeni pääsemiseks. Et laudade jätkukohad mitte ühte ei langeks ja ka ühendus püsivam oleks, võetakse esimesed 4 lauda 1-, 2-, 3- ja 4 m pikkused, järgmised on kõik 4 m pikad; nii leiame iga meetri pääl ühe jätkukoha. Kogu kastdreen tuleb siis ühe korraga drenaaži-kraavi paigutada.

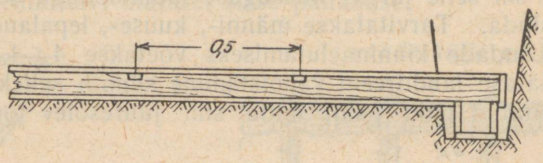
Igatahes on see drenaaživiis võrdlemisi kallis ning mitte igalpool teostatav. 100 m imeja-dreeni 25 sm^2 ristlõikepinna juures läheb vaja 0,29 m^3 lauda ja 1200 naela. 100 jooksva meetri jaoks kastide valmistamiseks on 12 töötundi vaja. Imeja-dreeni sidumine kogujaga sünnib joonisel nr. 111 tähendatud viisil.

Kast-dreenis on vee hõõrumine väiksem kui torudreenis, sellepärast võib Butz'i kast-drenaaži vähema langusega projektida.

Butz'i lauddrenaaž on kõige kohasem tarvitada väga pehmel ning veerikkal sool, kus raske on teisiti dreenida. Muidugi peab arvestama kohal lauamaterjali hinnaga. Laudade vastupidavus on vee sees väga suur.

Butz'i lauddrenaažil on aga ka oma vastased. Nii tähendab Stahlschmidt, et Preisimaal sisse seatud Butz'i drenaažid on äpardunud, sest soomulla happed hävitasid lühikese aja jooksul naelad kastides ja lauad ise varisesid rullimise tagajärjel kokku.

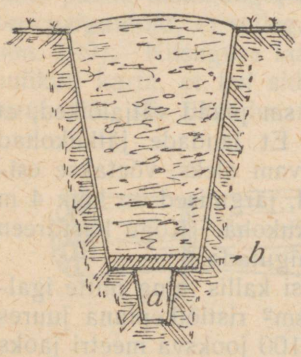
Pindlaud-drenaaž. Pindlaud-drenaaž on kõige rohkem tarvitusel Rootsis; ka Soomes hakkab see drenaaži-viis maad



Joon. 111.

võtma. Tema teostamine on kõige otstarbekohasem neis soodes, millede läheduses on võimalik saada saeveskitest odavat praak lauamaterjali. Dreenide jaoks valmistatakse 3,5 m pikad laudkastid. Laudkastide valmistamine sünnib sellekohastel pukkidel.

Üksikute kastide panek kraavi on väga lihtne. Lihtne on ka kahe kasti sidumine paari naela abil, mis toimetatakse kraavis. See drenaaži-viis on sääl, kus vastav puumaterjal kohapääl hõlpsasti on kättesaadav, õige odav ja kergesti teostatav. Rootsis saavutatud kogemused kõnelevad drenaažiga osutusid väga häädeks ja see drenaaži-viis on uuemal ajal kõigist laud-drenaažidest kõige rohkem soovitatud.



a — veejooksu õõn
b — kateturvas.

Joon. 112.

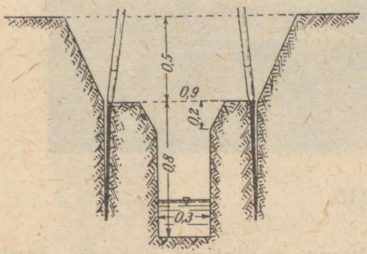
Mitmesugused teised lauddrenaaži-viisid, nagu kolmelauadrenaaž j. t. võib praegusel ajal juba vananenuteks lugeda ja nende tarvitamisele võtmine oleks ehk ainult üsna vähestel juhtudel kohane.

Turvasdrenaaž.

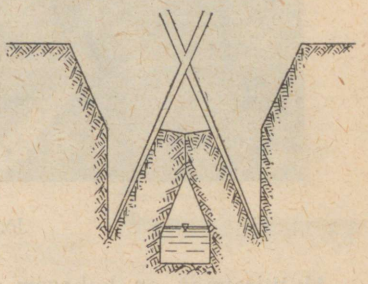
Dreeni võib teha ka ainult turbast. Turvasdrenaaži on soovitav ainult sääl tarvitusele võtta, kus soo on peaaegu kõdunemata või väga vähe kõdunenud ja kus võimalik on dreenid alaliselt vee all pidada, vastasel korral lähevad nad võrdlemisi kiiresti rikki ja hävitatakse ka hiirte, rottide, muttide ja teiste loomakeste poolt.

Turvasdrenaaži võib teostada mitmel viisil. Võib turbatükkidest ehitada renn ehk kaevata kraavi põhjale renn, mida siis turbatükkidega kaetakse, nagu see joonisel 112 näidatud. Võib tarvitada ka eraldi turbast vormitud tükke dreeni moodustamiseks jne. Turvasdrenaaži jaoks tarvisminevad turbatükid peavad hästi kuivad olema.

Üks turvasdrenaaži-viisidest on niinimetatud Freistatt'i klappdrenaaž, mille konstruktsioon kõige paremini juuresolevatest joonistest nr. 113 ja 114 selgub. Üldse on turvasdrenaaž väga väikese kestvusega ja kergesti purunev. Rootsis on turvasdrenaaž



Joon. 113.



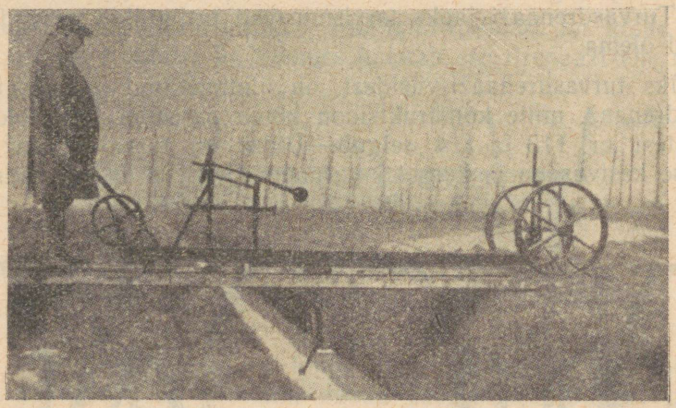
Joon. 114.

tarvitusel sääl, kus lühikeseks ajaks sood kuivendada tuleb, näit. turbatööstuse juures lõigatud turbakuivatuse koha kuivendamiseks.

Muttdrenaaž.

Muttdrenaaži (Mole-Draining, Maulwurfdränung) all mõistetakse dreenimist, kui on dreenid tehtud maasse eriti selleks otstarbeks konstrueeritud adra abil, mille töö tagajärjel mullas siledate seintega kanal tekib, mis vee juhtimiseks kõlbab. See meetod on Inglismaalt pärit ning ka Hollandis dreenimistööde juures tarvitatud. Viimasel ajal on Saksamaal ja ka teistes maades juba muttdrenaaži tarvitama hakatud. Dreenide vahelaius on enamasti ainult 4 meetrit. Ader on nii konstrueeritud, et väga õhukese noa otsas, mis tarviliku sügavuseni mullasse ulatub, asub silinder 4,4 sm läbimõõduga. Selle silindri külge on kinnitatud n. n. „mutt". Mutt on 6 sm läbimõõduga, nii et silindri abil tehtud auk mullas veel muti poolt täiendavalt puuritakse, mille tagajärjel siledate seintega kanal saadakse (v. joon. 115).

Säärase adra veoks on tema töötamisel umbes 1000 kg tõmbejõudu vaja. Adra vedajana tarvitatakse lokomobiilede ja traktorite jõudu.



Joon. 115.

Muttdrenaaž on kohasem raskema mullaliigi juures. Inglismaal ollakse arvamisel, et muttdrenaaž raskes mullas 20—30 aastat võib kesta, kergemas mullas 10—20 aastat.

Kividrenaaž.

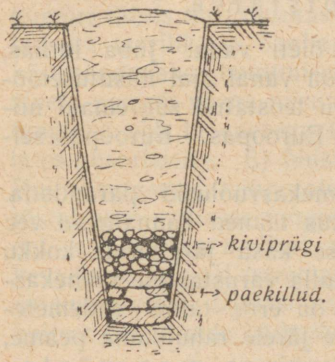
Kividrenaaž kuulub kõige vanemate drenaaži-viiside hulka. Praegusel ajal on temal ainult vahest veel kohalik tähtsus ja teda võib juba vananenuks lugeda. Kividrenaaž on mõeldav ainult teostada sääl, kus kohapääl leidub rohkesti kivimaterjali, nagu paekivi kilde jne. Pehmemates mullaliikides, nagu soomullas, kividrenaaži teostada ei saa, sest et kivide vajumise tõttu läheks ta kergesti rikki.

Kõige lihtsam kividrenaaži-viis seisab selles, et kraavi põhjale, mille laius umbes 20 sm, laotakse 30—40 sm kõrge kivikiht, selle juures paigutades suuremaid kive alla poole ja väiksemaid kive ülesse. Selle järele kaetakse kivid rohukamara-mättaga või kuuseokstega ja aetakse kraav kinni. Niisugune kividreen peab olema projektitud võimalikult suure langusega.

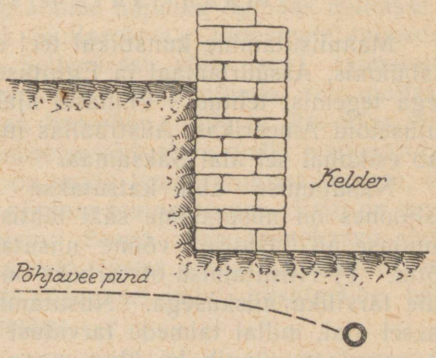
Kividrenaaži võib väga mitmet moodi teostada. Näiteks joonisel nr. 116 on kujutatud dreen, mis paekivikildudest moodustatud. Igatahes ei ole kivi-drenaaži kestvus suur, sest et enamasti ummistuvad dreenid võrdlemisi kiiresti mulla kivide vahele sattumise tõttu.

Hoonete dreenimine.

Vahest on põhjavesi hoonete all niisugusel kõrgusel, et kelder ja vundamendi seinad niisked seisavad; sagedasti tungib koguni lausa vesi keldrisse. Niisugusel juhul võib enamasti võrdlemisi kergesti drenaaži abil selle eest hoolt kanda, et hoone kelder ning vundament küllalt kuivad oleksid. Välismaal on selleks mitmesugused abinõud tarvitusele võetud. Isoleeritakse sagedasti müürid asfaldi kihiga mullast või ümbritsetakse kogu hoone mullasoleva välismüüri osa 30—50 sm paksuse tiheda savikihiga, mille läbi



Joon. 116.



Joon. 117.

niiskus seina juure ei pääse. Ka praktiseeritakse kogu hoone ümbritsemist kivikihiga, sääljuures paigutatakse alla suuremad ja ülesse poole väiksemad kivid ning kruus. Kivide alla asetatakse 30 sm keldri põhjast madalamale dreen, mille läbimõõt oleneb ärajuhitavast veehulgast. Kui ümbritsev maa-ala on varemalt dreenitud, siis võib dreeni läbimõõt tunduvalt väiksem olla.

Tooma Sookatsejaamas on katsetatud ka teistsuguse hoonete dreenimisviisiga, nimelt on asetatud drenaaž sisse poole vundamenti, keldri põhja alla, umbes 40 sm sügavuses (v. joon. 117). Kõige soovitavam on hoone dreenimist ette võtta pääle keldri-korra mulla välja vedamist.

D. Maaniisutamine.

Maaniisutamise otstarve.

Maaniisutamine kunstlikul teel on õieti vana. Juba Indias, Babülonis, Assüüriamaal ja Egiptuses on vanal ajal niisutusetöödega tegemist tehtud. Viimasel ajal on teostatud suuremaid niisutusetöid Ameerikas, Austraalias ning Euroopas. Euroopas seisab esikohal sel alal Saksamaa.

Niisutamise abil katsutakse taimekasvuolusid parandada. Esijoones on niisutamine sääl tähtis, kus taimed kannatavad vee puuduse all. Üldiselt võime niisutamise kasu järgmiselt kokku võtta. 1) Niisutamise otstarbeks on mulla varustamine taimekasvule tarviliku niiskusega. Niisutamine on eriti tähtis sademetevaesel ajal, millal taimede tarvidust vee järele rahuldama peame, 2) sagedasti sünnib ka ühes maaniisutamisega maa väetamine, kui niisutamiseks tarvitatud vees leidub taimetoiteaineid. Taimetoiteained on harilikult vees lahustunud olekus. Ka uhtmulla osakesed, mis niisutamiseks tarvitatavas vees hõljuvad, võivad olla hääks toiteaineks taimedele. Niisutusevee taimetoiteainete sisalduse määr oleneb muidugi sellest, kust niisutamiseks tarvitatud vesi pärit on. Jõevesi on rikas taimetoiteainete poolest, kui jõgi läbi viljarikaste maa-alade voolab. Allikate vesi ning sademete vesi ei sisalda palju taimetoiteaineid. Kõige rikkamate vete hulka kuuluvad veed, mis linnadest või mõnedest vabrikutest voolavad. Vabrikutest tuleva vee tarvitamisega peab aga ettevaatlik olema, sest sagedasti sisaldab ta taimekasvule kahjulikke aineid. Väga kasulikud on roiskveed, mis tärklise- ja viinatööstuse juures ning meiereidest ära juhitakse; enne põllul tarvitamist tulevad seesugused roiskveed aga lahjendada. 3) Niisutamisega sünnib ühtlasi ka mulla puhastamine, s. t. muld vabaneb mitmesugustest kahjuritest ja kahjulikkudest ainetest. Nii kannatavad maaniisutamise all hiired, mitmesugused taimekasvule kahjulikud putukad j. t.

Ka vabastab niisutusevesi mulda sääl leiduvatest taimekasvule kahjulikkudest ainetest neid lahusse viies ja enesega kaasa võttes. Eriti sagedasti tarvitatakse niisutamist viimaseks otstarbeks Ameerikas.

Niisutamisel võib toime tulla ka sambla ja mõne umbrohu hävitamine, kui niisutamist osavalt teostada. 4) Arvesse võttes, et taimede toiteained ainult väga lahjade lahuste näol mullas taimede poolt kasutatakse, siis võib tähendada, et niisutamine edendab taimede toitmist, sest et niisutamise abil läheb korda tarbekorral taimede toiteainete kontsentratsiooni mullas niivõrt vähendada, et nemad taimedele kättesaadavaks muutuvad. 5) Niisutamise abil läheb korda õhku mullas uuendada ja mulda hapnikuga rikastada. Oksideerimisprotsesside tagajärjel läheb mullaõhk hapniku poolest vaesemaks ja söehappe poolest rikkamaks. Meil on aga teada kuivõrt tähtis on taimekasvule alaline hapniku ligipääs mullasse ja kuivõrt tarvilik on õhuhapnik mullasolevate toiteainete taimedele kättesaadavaks muutmisel. Sellepärast võib isegi taimetoiteainete poolest vaene niisutusevesi väetusena mõjuda, sest mullasse tungides viib ta enesega kaasa hapnikku, mille ta õhu käes voolates absorbeeris. 6) Niisutamisega võib tõsta mulla temperatuuri. Kui niisutusevee temperatuur on mulla temperatuurist kõrgem, siis tõstab vesi mullasse tungides viimase temperatuuri. Eriti on kevadel vesi märksa mullast soojem. Seega võib taimekasvu-olusid kevadel ja sügisel paremaks muuta, tõstes mulla temperatuuri niisutamise abil. Ühtlasi pakub niisugusel juhul niisutamine hääd kaitset öökülmade hädaohu vastu.

Mitmesuguste mullaliikide ja tarbemaa-alade niisutamise otstarbekohasus. Niisutamisel tekib küsimus missuguste mullaliikide juures niisutamist otstarbekohaseks lugeda võib. Niisutamise kordaminek oleneb mulla iseloomust. Raske savimuld ja kerge liivamuld, niisama osaltki ka soomuld niisutamiseks hästi ei kõlba. Raskemad mullaliigid ja soomuld võivad niisutamise tagajärjel kergesti soostuda. Väga kergetest muldadest tungib aga vesi ruttu läbi, sääljuures taimekasvule vähe mõju avaldades.

Kõige kohasemad niisutamiseks on savikad liivsavi-mullad ja liivakad liivsavi-mullad.

Tarbemaa-aladest on kõige otstarbekohasem heinamaid niisutada. Esiteks on heintaimedel väga suur vee tarvidus; teiseks asuvad heinamaad enamasti madalamates kohtades, veekogude lähedal, nii et nende niisutuseveega varustamine ilma kunstliku veetõstmiseta sündida võib, mis vähemate raskustega ja kuludega on seotud.

Põldude ja viljapuuaedade niisutamine on enamasti väga suurte kuludega seotud, sest et nimetatud tarbemaa-alad asuvad enamasti kõrgematel kohtadel, kuhu niisutamise otstarbeks juba kunstlikul teel vett tõstma peame. Nii on siis nimetatud kultuur-

alade niisutamine ainult siis õigustatud, kui saaduste hinnad niivõrt kõrged on, et nad niisutamise kulud kindlasti katavad.

Millest oleneb niisutamisel tarvisminev veehulk.

Tuleb tähendada, et ainult osa niisutamiseks tarvitatud veehulgast temalt nõuetava ülesande täidab, sest niisutamisel peame alati arvestama teatud veehulga kaotsiminekuga, mis päämiselt tingitud ühelt poolt vee mullasse valgumisest ja teiselt poolt vee auramisest.

Iga niisutusetöö ettevõtmisel peab meil varem selge olema, kui suur on see veetagavara, mida võime kasutada niisutamiseks, ja kui suur on niisutamisel tarvisminev veehulk. Sellepärast on tarvis teada need tegurid, millest oleneb niisutamiseks tarvisminev veehulk:

1) Kliimaoludest — mida rohkem on sademeid ja mida madalam temperatuur, seda vähem on tarvidus mulla niisutamise järele. Kõrge temperatuur ja sademete vähesus kutsuvad esile niisutamise vajaduse.

2) Mullastikust — mida kergemini on muld haritav ja mida läbilaskvam ja vähema sidususega on aluspõhi, seda rohkem vajab maa-ala niisutamist. Mulla hää veesiduvuse juures on ka mulla veekinnipidamisvõime suurem ja mulla kapillaarsus parem ning vee juurelisamise tarvidus niisutamise abil vähem.

3) Kultuurtaimedest. On teada, et heintaimede veetarve on suurem kui põllutaimedel. Heintaimede juured asuvad maapinnale lähemal kui põllutaimede omad, sellepärast peavad ka heinamaadel maapinna läheduses asuvad mullakihid suurema niiskusega varustatud olema.

Heintaimede veetarve on suur kogu taimekasvuaja jooksul. Põllutaimedel on aga üksikutel kasvuperioodidel suurem veetarve.

Wohltmann* toob üksikute kultiveeritavate taimede optimaalse veetarve iseloomustamiseks järgmised andmed:

Veetarve mm-tes

Taim	XI—III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	aastas
Talivili	220	40	70	60	70	40	40	60	600
Oder	180	30	60	50	60	30	50	60	520
Kaer	220	40	70	70	80	40	50	60	630
Kartulid, naerid	240	40	50	50	80	65	35	40	600
Heinamaa . .	240	60	75	60	75	60	40	60	670
Karjamaa. . .	250	60	70	70	90	90	70	70	770

4) Niisutamise otstarbest. Mitmesugused niisutamise sihid määravad ka selleks tarvismineva veehulga. Kui näiteks niisutamine sünnib ainult taimekasvule tarvismineva niiskuse varustamise otstarbel, siis on niisutamiseks palju vähem vett vaja kui sel juhul, kui niisutatakse mulda väetamise otstarbel. Viimasel juhul oleneb niisutamiseks tarvisminev veehulk üksikutest taimeliikidest, taimetoiteainete sisaldusest vees ja mulla absorbeerimisvõimest. Mida vähem on üksikute taimede nõudlikkus taimetoiteainete suhtes, mida rohkem toiteaineid leidub vees ja mida suurem on mulla absorbeerimisvõime, seda vähem vett läheb niisutamiseks.

5) Niisutusesüsteemist. Kõikide niisutusesüsteemide juures, kus vesi niisutamisele tuleval maa-alal seisab, on veetarvidus väiksem kui seesuguste niisutusesüsteemide juures, kus vesi üle niisutusevälja jookseb. Mida intensiivsemalt töötab kuivenduse süsteem niisutamise juures, seda rohkem vett läheb niisutamiseks vaja. Üldse on veetarvidus niisutamiseks seda suurem, mida vähem on maa langus. Vähema maalanguse juures on veekaotus auramise ja maasse imbumise tõttu suurem kui suurema langusega maa-alal. Kõige vähem vett läheb niisutamiseks tarvis, kui niisutamine sünnib vihmutamise näol.

Veetarvitust niisutamiseks tähendatakse liitrites sekundis ha kohta või veekihi kõrgusega mm-tes, olenemata pinna suurusest. Niisutamiseks tarvisminevat veehulka võib teoreetiliselt ainult umbkaudselt määrata. Kõige otstarbekohasem on selle veehulga määramiseks kasutada tegelikult läbiviidud niisutusetööde andmeid ja aluseks võtta niisutamiskatsete tulemusi.

Saksamaa andmetel läheb heinamaa niisutamiseks Krüger'i järele vaja 1 sl/ha kogu niisutamise aja kestusel, mis 86,4 m^3 1 ha kohta välja teeb ehk 8,6 mm päevas.

Kui taimede väetamise otstarbel heinamaad niisutada, siis võib Dünkelberg'i järele hää vee juures lugeda

kõige paremaks niisutamiseks		40—50	sl/ha-le
väga hääks	„	35	„ „
hääks	„	28	„ „
rahuldavaks	„	17	„ „

Missugune vesi kõlbab niisutamiseks?

Niisutamiseks võib igasugust vett tarvitada, kui ta ei sisalda taimekasvule kahjulikke aineid. Kui niisutamist väetamise otstarbel teostatakse, siis peab vesi sisaldama taimetoiteaineid. Taimekasvule kahjulikkude ainete hulka kuuluvad kloriidid, näit. lauasool (*NaCl*) j. t., vaba väävel ja soolhape.

Rauaühendid kutsuvad esile mullapooride ummistumist ja sellepärast peab niisutusevesi nendest vaba olema. Niisutusevee hääduse kohta võib otsustada, kui arvesse võtta, missugustelt maaaladelt ta on tulnud ja missugusel määral leidub temas orgaanilist ollust. Vesi, mis viljakandvatelt põldudelt ja inimeste asukohtade lähedusest voolab, on enamasti niisutamiseks väga kohane. Hääs niisutusevees võib leida ka kalu, konne ja mõnede taimede lopsakat arenemist, nagu näit.: *Lemna minor, Potamogeton pectinatus, Scirpus lacustris, Glyceria spectabilis, Butomus umbellatus, Alisma plantago* j. t. Sellevastu on mõnedest vabrikutest (gaasi-, paberi- ja nahavabrikutest) voolav vesi ebakohane niisutamiseks.

Millal ja kuidas niisutada?

Niisutamist tuleb olude ja taimenõuete kohaselt korraldada. Maad niisutatakse perioodiliselt. Kultuurtaimede enamus ei kanna pikemat aega üleujutamist välja. Väetamise otstarbel niisutatakse maad päämiselt kevadel ja sügisel. Kõige tähtsam on sääljuures niisutamine sügisel, mil jõgede vesi kõige rikkam taimetoiteainete poolest. Niisutada tuleb sügisel, pääle viimast lõikust ja lõpetada aegsasti enne külmade tulekut. Heinamaale veest järele jäänud uhtmulla osad lagunevad siis kevadeks ja neis leiduvad taimetoiteained tarvitatakse heintaimede poolt. Sügisene niisutamine soojendab maad, mis taimekasvule kasulik ja vähendab öökülmade hädaohtu. Niisutamist on soovitav toimetada 3—10 päeva jooksul, millejärele muld jälle 10—14 päeva kuivama jäetakse ja pääle selle niisutamist uuesti korrata võib. Raskema mullaliigi juures on niisutuseperiood lühem ja kuivamisperiood pikem. Kevadel mõjub niisutamine päämiselt maad soojendavalt. Niisutada tuleb enne taimede arenemise algust kohe pääle lume minekut. Kevadine niisutamine on ka kaitseks öökülmade vastu. Niisutamine lõpetatakse, kui taimed enam arenenud on. Enamasti on niisutamise otstarve suvel mulda varustada taimekasvule tarviliku niiskusega. Siin tuleb ettevaatlikult talitada; ei tohi liiga kaua heinkamarat vee all pidada. Kui päeval õhutemperatuur veetemperatuurist kõrgem on, siis tuleb hommikuti, õhtuti või öösiti niisutada, mil vesi õhust soojem on. Suvel võib niisutada igal ajal, selle järele kuidas tarvidus on. Sagedasti tuleb niisutada ka pääle esimest lõikust, kui püsivad kuivad ilmad.

Niisutusesüsteemid.

Niisutusesüsteem koosneb harilikult niisutuse-pääkraavist, harukraavist ja niisutaja-kraavidest. Niisutuse-pääkraavi ülesanne on juhtida vett niisutamisele tulevale maa-alale. Niisutuse-

harukraavid jaotavad maa-alale juhitud vee ühtlaselt üksikute maa-ala osade vahel. Niisutajakraavid täidavad juba otseselt maaniisutamise ülesannet. Kergemate mullaliikide niisutamise juures juhtub sagedasti, et vesi, mis niisutamisel maa-alale juhitud, kergesti maasse valgub ja säält põhjaveena ära voolab, nii et selle ärajuhtimiseks pinnalt ei olegi tarvis abinõusid tarvitusele võtta. Enamasti peab aga niisutamine maa kuivendamisega käsikäes käima. Nimelt seatakse, mis eriti tähtis on raskemate mullaliikide juures, niisutamisega maa-alale toodud vee ärajuhtimiseks kuivendusesüsteemid sisse. Viimane koosneb imeja- ja kogujakraavidest ning kuivenduse-pääkraavist.

Niisutuse-pääkraav asub maastiku kõige kõrgemal kohal ja ta projektitakse võrdlemisi väikese langusega. Niisutuse-harukraavid asuvad maastiku seljandikkudel. Kuivenduse-pääkraav asub maastiku kõige madalamal kohal ja kogujakraavi kõige sügavama koha harukohtadel. Kuivendusekraavid projektitakse võimalikult suurema langusega, muidugi lubatud piirides. Niisutuse-pääkraavi juures on soovitav, et allapoole tema langus väheneks kuni 0,01 %-ni. Igatahes peab aga tema langus veel küllalt suur olema, et uhtmulla-osad kraavi põhja ei langeks, selleks ei tohi vee kiirus kraavis mitte palju vähemaks kui 0,2 m/sek. muutuda.

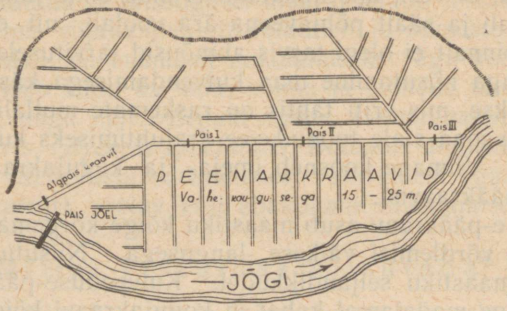
Niisutuse-pääkraav võib ka mäeseljandikul asuda; igal juhul on soovitav, et ta võimalikult sügavam kaevatud oleks. Niisutuse-harukraavid peab projektima vastavalt maa-ala reljeefile. On soovitav, et veepind nendes 5—10 sm maapinnast kõrgemal asuks, mille saavutamiseks enamasti nende küljed kunstlikult natuke kõrgemaks tehakse. Tammi päältlaius on vähemalt 0,3 m (0,5) ja ta peab 20 sm normaalveeseisust kraavis kõrgem olema. Veejooksu reguleerimiseks on kraavid varustatud lüüsidega ja jõed sagedasti paisehitistega. Niisutamine võib sündida mitmesugusel viisil. Fauser'i järele võime nimetada järgmiseid maaniisutuse viise:

1. Kraavipaisutus.
2. Vaguniisutus.
3. Paisujutus.
4. Paisniisutus.
5. Niisutus.
6. Vihmutus.
7. Maa-alune vesitus.

1. Kraavipaisutus.

Kraavipaisutamine seisab selles, et lahtiste kuivendusekraavide mõju ajutiselt nende paisutamisega kõrvaldatakse. Kasulik

on sääljuures vett kraavidesse juhtida kõrgemal asuvast veekogust (v. joon. 118). Ainult kui on maapinna langus väike, võib niisugust paisutamist teostada võrdlemisi odavalt. Paisutamise abil

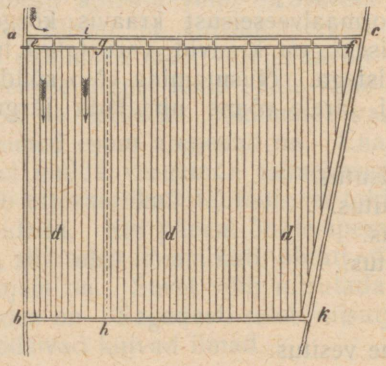


Joon. 118.

läheb korda põhjavett teataval taimekasvule kasulikul kõrgusel hoida. Kõnelolev paisutuseviis on sagedasti sooparandusetööde juures tarvitusel.

2. Vaguniisutus.

Selle niisutuseviisi juures voolab vesi niisutuse-harukraavidest 6—8 sm sügavatesse vagudesse. Vaod valmistatakse adra või vastava rulli abil. Vesi juhitakse vagudesse, millede kaudu ta mullasse imbub. Niisutuse-harukraavid on väikese langusega.



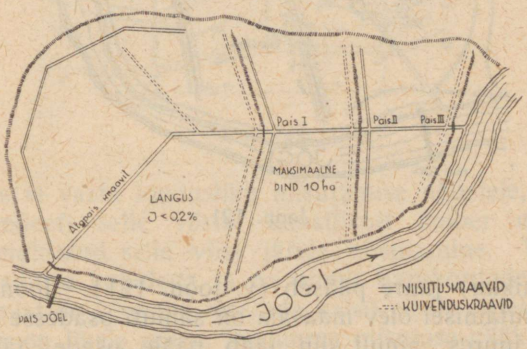
Joon. 119.

Vagudel on sellevastu langus 0,3%—0,5% ja kasvab kuni 2%-ni. Nende langust peab nii valima, et vesi veel kergesti küüniks vagude lõpuni, ilma et ta aga neid ära ei uhuks. Vagude äärmine pikkus

on 200 m. Üldse oleneb vagude pikkus nende langusest ja mulla veeläbilaskvusest. Mida enam veeläbilaskvam on muld ja mida väiksem on langus, seda lühemad tulevad projektida vaod. Arvesse võttes, et vagudega niisutamine mõjub kergema mulla juures 30—40 sm ja raskema mulla juures umbes 50 sm ulatusel, arvates perpendikulaarselt vagudele, tuleb vagude vahelaiuseks valida esimesel juhul 60—80 sm ja teisel juhul 100 sm. Kõneloleva niisutuseviisi kuju näeme juuresoleval joonisel nr. 119. Seesugust niisutuseviisi on kõige kohasem tarvitada sääl, kus taimede kasvatamine sünnib ridades, nagu köögiviljad, juurviljad jne. Otstarbekohane on säärast niisutamist teostada ka sääl, kus tarvitada linnade roiskveed, sest et viimane siin otseselt taimedega kokku ei puutu. Kõneloleva niisutuseviisi varjuküljeks on, et vagude alla palju kasutoovat maad kaotsi läheb. Pääle selle on siin niisutamiseks tarvisminev veehulk väga suur.

3. Paisujutus.

Selle niisutuseviisi juures tuleb pidada kogu niisutatav maapind ajutiselt vee all. Seesugust üleujutamist võib teostada maa-



Joon. 120.

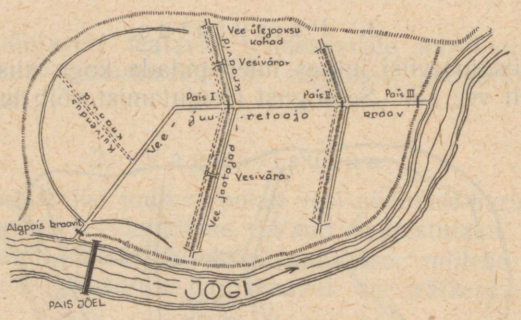
alal, mille langus on üsna väike ($J < 0{,}2\%$) ja millejuures on muld sooja ja koheda iseloomuga. Niisutamise alla tulev maa-ala jaotatakse osadesse (maks. kuni 10 ha), mis ümbritsetakse mullavalliga (v. joon. 120). Et niisutamine seesugusel teel korralikult toime tuleks, on tarvis, et üksikud vallidega ümbritsetud maa-alad oleksid varustatud niisutuse-harukraavidega kui ka kuivendusekraavidega. Ümbritsevad vallid tehakse kraavide mullast harilikult 30—40 sm kõrgemad kui paisutatud veepinna kõrgus. Vallide päältlaius on 100—150 sm ja nende nõlvus on 1 : 2 kuni 1 : 3. Vallide kaitseks varustatakse nad heinkamaraga. Pää-niisutuse-

kraav varustatakse vallide kohal lüüsidega. Niisutatav maa-ala peab tasane olema, vastasel korral jäävad kõrgemad kohad veest välja ja taimede arenemine jääb kiduraks.

Üksikute vallidega ümbritsetud maa-alade veega üleujutamine ja vee eemaldamine sünnib kindlas järjekorras, alates madalamal asuvatest osadest ja lõpetades kõrgemal asuvatega. Selle niisutuseviisi varjukülgeks on, et taimed veepinna all kannatavad õhupuuduse käes, mis eriti halvasti mõjub hääde heintaimede arenemisele. Nii on siis tarvilik teatud ettevaatus.

4. Paisniisutus.

Selle niisutuseviisi paremus seisab selles, et siin vesi alaliselt voolab, milletõttu mullale ja taimedele kogu niisutamise ajal ka



Joon. 121.

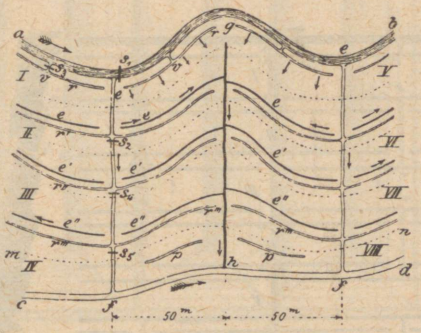
õhku (hapnikku) juure pääseb (v. joon. 121). Joonisest näeme, et kogu niisutamisel olev maa-ala on samuti osadesse jaotatud kui paisujutuse juures, ainult siin jääb pääle osade täitmist lüüs, mille kaudu vesi kogu maa-alale voolab, avatuks. Veeäravoolu korraldatakse nii, et veekõrgus üksikutes osades kogu niisutamise ajal alaliseks jääks. Üksikute osade vahelised vallid on varustatud veeülejooksu sisseseadega, millega on selle eest hoolitsetud, et vesi kogu maa-ala niisutatava osa laiuse ulatusel ühtlaselt liigub. Veeülejooksukohad asuvad maastiku kõige kõrgematel kohtadel, millejuures veeülevoolu kõrgus on umbes 5 sm. Vee kõrgus niisutamisel on maa-ala üksikutes kohtades vähemalat 10 sm; äärmisel juhul võib ta kuni 50 sm olla. Niisutamist kõneloleva viisi järele teostada on kohane veeläbilaskja mulla ja maapinna vähese languse juures. Seesugust niisutamist soovitatakse teostada taimekasvu vaheajal.

5. Niisutus.

Selle niisutuseviisi juures kaetakse niisutatav maapind õhukese, jooksva veekihiga. Kõige otstarbekohasem on seda niisutuseviisi heinamaade niisutamisel tarvitusele võtta, sest et põllul oleks maa uhtumise hädaoht suur. Kergema mullaliigi niisutamine on ainult suurema maapinna languse juures võimalik.

Kõneloleva niisutuseviisi juures on tegemist loodusliku ja kunstliku niisutamisega.

Looduslik niisutamine on ainult siis võimalik, kui maapinna langus on vähemalt 2% ja kui maapinna reljeef võimaldab ilma suuremate muutmisteta projektida kraavide süsteeme. Kui maa-



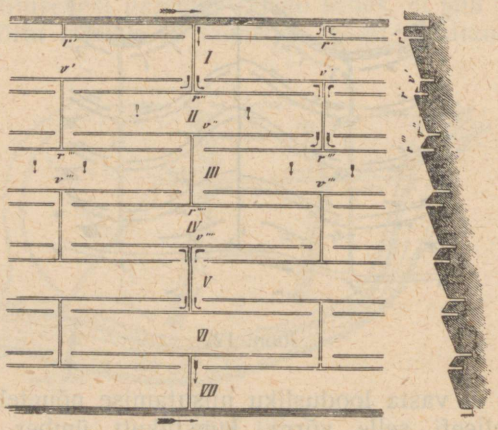
Joon. 122.

pinna langus ei vasta loodusliku niisutamise nõuetele, siis tuleb maapinna reljeefi selle võrra kunstlikult ümber moodustada, et oleks võimaldatud selle viisi järele niisutamine. Viimane on aga seotud suurte kuludega ja on ainult harukordadel tarvitusel.

Niisutamist on võimalik teostada kahel viisil; esiteks, kui maapinna langus on ühele poole, kusjuures niisutuse-pääkraavist vesi ainult ühes sihis niisutatavale maa-alale voolab ja teiseks kui niisutuse-pääkraav, mis asub maa-ala kõrgemal kohal, varustab veega temast mõlemal pool olevaid maa-alasid. See niisutuseviis on kõige sagedamini tarvitusel kui meil on tegemist loodusliku niisutamisega. Kui on aga niisutamine kunstlikult sisse seatud, siis on meil harilikult tegemist juhusega, kus vesi niisutuse-pääkraavist mõlemale poole maa-alale voolab. Viimast niisutuseviisi nimetatakse niisutamiseks langusega kahele poole (Rückenbau).

a) Looduslik niisutamine langusega ühele poole. Selle niisutuseviisi juures asetatakse niisutuse-pääkraav niisutatava maa-ala kõrgemal asuvat äärt mööda. Pääkraavist harunevad niisutuse-harukraavid umbes 40—50 m vahelaiusega.

Niisutuse-harukraavid asuvad maapinna seljandikkudel maa kõige suurema languse sihis. Vastavalt horisontaalidele projektitakse siis väga väikese langusega niisutaja-kraavid. Niisutaja-kraavide vahelaius on 5—25 m, mis oleneb mulla veeläbilaskvusest, langusest ja kasutatavast veehulgast. Mida halvem veeläbilaskja on muld, mida suurem on veehulk ja maapinna langus, seda suuremaks võib võtta niisutuse-kraavide vahelaiust. Seda niisutuseviisi aitab selgitada juuresolev joonis nr. 122. Esimene niisutaja-kraav projektitakse harilikult niisutuse-pääkraavi lähedusse, järgmised temale paralleelselt. Niisutamise juures korraldatakse nii, et pääle esimese niisutuse-kraavi täitumist vesi üle tema ääre jookseb ja niisutab temast allpool asuvat maa-ala kuni ta viimaks järgmisse



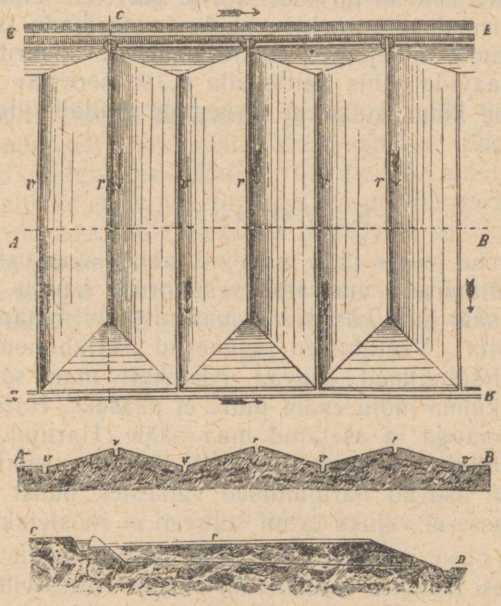
Joon. 123.

niisutaja-kraavi koguneb. Tarvilisel korral on niisutusesüsteem ühenduses kuivendusesüsteemiga. Niisutuse-kraavide ristlõige muutub vähemaks veevoolu sihis, kuna see aga ümberpöördud on kuivenduse-kraavide juures.

b) Kunstlik niisutamine langusega ühele poole. See niisutuseviis sarnaneb väga eelmisele. Ainuke vahe seisab selles, et siin kraavid on sirgjoonelised. Ka niisutaja-kraavide vahelisel maa-alal peab vähemalt 4% langust olema, sest veeläbilaskvus pääleveetud mullal on palju suurem kui loodusliku asendiga mullal (v. joon. 123).

d) Kunstlik niisutamine langusega kahele poole. Selle niisutuseviisi juures planeeritakse niisutatav maa-ala sadulateks. Sadulate kõige kõrgematel kohtadel asuvad niisutaja-kraavid ja sadulate vahelistel kohtadel kuivenduse-kraavid

(v. joon. 124). Niisutaja-kraavid saavad tarvismineva vee sadulate ülemiste otsade juurest möödaminevast niisutuse-pääkraavist. Kuivenduse-kraavidest koguneb vesi koguja-kraavi, mis asub sadulate madalamate otsade juures. Vahest tarvitatakse sama veehulka mitmekordseks niisutamiseks, mil juhul esimesele sadulate reale teine peab järgnema. Sadulate külje laius on 6—30 m, ta on siis vähem, kui langus on vähem ja muld parem veeläbilaskja. Sadulate pikkus, mis umbes 12—25 m on, oleneb maapinna langusest. Mida vähem on maapinna langus, seda pikemad võib



Joon. 124.

projektida sadulad. Sadulate nõlvus on raskema mulla juures 4% ja kergema mulla juures 6%. Niisutaja-kraavid on väga väikese langusega, kuivenduse-kraavidel on aga 0,5% langust. Sellepärast voolab vesi sadulate külgedel põiki niisutaja-kraavidelt kuivenduse-kraavide poole.

Vahest tehakse sadulad õige madalad ja tõstetakse niisutaja-kraavide asendit kraavidest saadud mulla abil, et niiviisi vähemate kuludega läbi saada.

P a i s - k r a a v i n i i s u t u s. See niisutuseviis on tarvitusel loodusliku niisutamise juures. Tema põhimõte seisab selles, et siin niisutuse-pääkraav asub harukraavidega maapinna kõige kõr-

gematel kohtadel. Nendest kraavidest voolab siis vesi otsekoheselt üle niisutatava maapinna. Väikesed niisutaja-kraavid puuduvad siin täiesti.

Niisutuse-pääkraav ja -harukraavid on varustatud lüüsidega ja kraavide langus vastav maapinna langusele. Kraavid on ehitatud natukene kõrgemale ümbritsevast maapinnast, millejuures kraavi mullavallide päältlaius on 40—60 sm ja nende külgede nõlvus 1 : 1,5 ja 1 : 4, et vesi hõlpsasti üle saaks voolata. Lüüsid asuvad enamasti 50 m kaugusel üksteisest. Maapinna kõige madalamatel kohtadel asuvad tarvilisel korral kuivenduse-kraavid. Niisutuse- ja kuivenduse-kraavide vahelise maaribade laius ei tohi üle 70 m ulatuda, millejuures nende vaheliste maaribade langus kuivenduse-kraavide sihis mitte alla 0,3% soovitav ei ole. See niisutuseviis on kõige kohasem raskemate mullaliikide juures tarvitusele võtta.

6. Vihmutus.

Vihmutamise juures jääb maapind ümber moodustamata. Siin juhitakse niisutamiseks määratud vesi torude kaudu niisutatavale maa-alale, et sääl juba käsitsi või masinate abil maapinna vihmutamist ette võtta. Veejuhtmed jagunevad pääjuhtmeteks ja harujuhtmeteks. Pääjuhtmed asuvad harilikult maa sees tarvilisel sügavusel, et külma mõju enam juure ei pääseks. Harujuhtmed on kergema iseloomuga ja asetatud maa pääle. Harujuhtmeteks tarvitatakse harilikult 6—10 m pikkuseid, õhukese seintega raudtorusid. Põllul asuvad harujuhtmed väikestel, puust pukkidel, et nad mitte maasse ei vajuks ja nii suuresti ei roostetaks.

a) Käsitsi vihmutamine. Harujuhtmete kaudu põllule juhitud vesi lastakse voolikut tarvitusele võttes vihmana igasse soovitavasse kohta kukkuda. Vooliku otsa kinnitatakse vastav abinõu, mis vee ühtlaselt jaotab. Selle niisutuseviisi varjuküljeks on, et ta nõuab väga palju tööjõudu ja raske on ühtlaselt kogu maapinda niiskeks teha.

b) Vihmutamine masinate abil. Selleks on mitmesuguste firmade ja vabrikute poolt terve rida sisseseadeid konstrueeritud, mis aga kõik liiga kallid ja ainult sääl kõne alla võivad tulla, kus kõrged saaduste hinnad seda tasuvad.

7. Maa-alune vesitamine.

a) Ventiildrenaaž. Selle niisutuseviisi juures paigutatakse koguja-dreenidesse paisutamiseks ventiilid, et seega põhjavee-pinda tõsta. Selleks otstarbeks võib tarvitada mitmesugu-

seid paisehitisi (v. joon. 100 — paisehitis Tooma Sookatsejaamas). Koguja-dreeni torud varustatakse 3—5 m üleval ning allpool paisehitist muhvidega. Muhvide ääred kinnitatakse kitiga. Ventiildrenaaži on mõte ainult sääl tarvitada, kus küllaldaselt põhjavett juure voolab.

b) Vesitusdrenaaž. Mulla varustamiseks niiskusega juhitakse dreenidesse, mis mitte sügaval maa sees ei asu, vett, et seega dreenides mullasse tungiva veega kapillaarsuse abil taimi niiskusega varustada. Selle niisutuseviisi juures on palju vett vaja, sest et suurem osa dreenidesse juhitud veest maa sügavusse kaob.

*

Meil on tarvitatud 50 aastat ja veelgi enam tagasi heinaväljade sisseseadmisel niisutamist. Enamasti on tolleaegsed niisutusekultuurid niiduviljuse-tehniku Hildenbrandt'i poolt projektitud. Kahjuks ei hoolitsetud aga seesuguste parandatud heinamaa-kultuuride eest küllaldaselt ja sagedasti oli ka heinamaade kuivendamine puudulik.

Praegusel ajal on niisutamise tähtsus võrdlemisi väike ja ta on mõeldav ainult sääl, kus valitsevad selleks soodsad kohalikud olud.

Küsimusi ja ülesandeid üldise maaparanduse õppeaine alalt.

Küsimused.

1. Mis on maaparanduse ülesanne?
2. Missugune oli maaparanduse arenemiskäik?
3. Kuidas sünnib veeringimine looduses?
4. Kuidas sünnib sademete jagunemine?
5. Mis on pinna- ja põhjavesi?
6. * Kuidas määrata hüdroloogilist koeffitsienti? [1])
7. * Kuidas sünnib veekiiruse määramine vesivooludes?
8. * Missugust karedusekoeffitsienti (hõõrumiskoeffitsienti) meie oludes valida?
9. Missugused on äärmised lubatud veevoolu kiirused kraavi põhja kohal?
10. Milles seisab maakuivenduse otstarve?
11. Kuidas mõjub maakuivendus taimekasvuoludele?
12. Milles väljendub liigniiskuse mõju?
13. Missugune vahe on loodusliku ja kunstliku veeäravoolu vahel?
14. Missugused on kõige soodsamad põhjavee sügavused: heinamaal, karjamaal, põllul ja aias?
15. Milles seisab piirdekraavi ülesanne ja mõju?
16. Kuidas piirdekraavi kõige otstarbekohasemalt sisse seada?
17. Milles seisavad lahtiste kraavide hääd küljed maakuivenduses?
18. Mis on lahtiste kraavide puuduseks võrreldes drenaažiga?
19. Mis on kraavide projektimisel tarvis arvesse võtta?
20. Missugune valida kraavi nõlvus üksikute mullaliikide juures?
21. Missuguse põhjalangusega projektida kraavid?
22. * Missugused valemid on tähtsad pääkraavi suuruse määramisel?
23. * Kuidas sünnib kõige suurema ja keskmise ärajuhitava veehulga määramine?
24. * Missugune võetakse meil keskmine ärajuhitav veehulk sekundis ha-lt (sl/ha)?
25. Millest oleneb kraavide vahelaius?
26. Millest oleneb kraavide sügavus?
27. Milles seisab sookuivendamine?
28. Missugune põhjavee sügavus on tarvilik mitmesugustele taimekultuuridele soos?

---

[1]) Väikese tähekesega (*) märgitud küsimused on sisult raskemad ega kuulu enamasti põllumajanduslikkude koolide õppekava raamidesse.

29. Missuguse sügavusega ja vahelaiusega tuleb kraavid soos projektida?
30. Missuguse maa üldise languse juures on kuivendamine drenaaži abil veel võimalik?
31. Missugune kraavi nõlvus valida mitmesuguste sooliikide juures?
32. Missuguse põhjalaiusega tuleb kraavid soos projektida?
33. Kuidas talitada sookuivendamisel, kui soos leiduvad mineraalmaaseljandikud?
34. Missugusel juhul peame kraavi-külgi kindlustama? Millega?
35. Kuidas teostada kraavikaevamistöid väga vesises soos?
36. Milles seisab soovajumise nähe?
37. Kui suureks võib soovajumine kujuneda?
38. Missugusel määral tuleb arvestada soovajumisega kraavide sügavuse määramisel?
39. Missugused eeltööd tarvis teha maakuivenduse teostamiseks?
40. Missugused välised eeltööd peab tegema maaparanduse-plaani projektimiseks?
41. Kuidas teostada pinnaloodimistöid?
42. Mida peab maaparanduse-eelplaan sisaldama?
43. Kuidas maaparanduse-eelplaani valmistada?
44. Mis on reeper?
45. Mida peab maaparanduse-eelplaanile juurelisatud seletuskiri sisaldama?
47. Kuidas veeäravoolu-pääkraavi mullatöid arvestada?
48. Milles seisab kraavide märkimistöö?
49. Kuidas kraavide märkimistöid teostada?
50. Kuidas sünnib märkimistööde juures loodimisandmete alusel kraavide sügavuste arvutamine?
51. Kuidas teostatakse kraavikaevamistöid?
52. Mis teha kraavimullaga?
53. Milles seisab kraavide eest hoolitsemine ja nende korrashoid?
54. Kuidas sünnib maakuivendus drenaaži abil?
55. Milles seisab drenaaži mõju?
56. Missugused on drenaaži-süsteemid?
57. Missugune vahe on piki- ja põiki-drenaaži vahel?
58. Milles seisab ökonoomilise drenaaži põhimõte?
59. Mis on lühendatud drenaaž?
60. Kuidas arenes drenaaž Eestis?
61. Millest oleneb dreenide sügavus?
62. Missugust dreenide sügavust tuleb meie oludes valida?
63. Kas madala või sügava drenaaži juures on taimetoitainete kadu suurem?
64. Millest oleneb dreenide pikku?
65. Millest oleneb dreenide vahelaius?
66. Kus on suurem veemahutavus, dreenitud või dreenimata maal?
67. Missugune tähtsus on mullastikul dreenide vahelaiuse määramisel?
68. Kuidas mõjub dreenide vahelaiusele mulla: a) rauasisaldus, b) lubjasisaldus ja d) huumusesisaldus?
69. Missugune tähtsus on mulla füüsilisel uurimisel dreenide vahelaiuse määramisel?
70. Kuidas sünnib dreenide vahelaiuse määramine mulla mehaanilise analüüsi alusel?
71. * Kuidas sünnib töötamine Kopecky uhtaparaadiga?
72. * Kuidas Kopecky uhtaparaadi abil saadud mehaanilise analüüsi andmetel dreenide vahelaiust määrta?

73. * Kuidas sünnib dreenide vahelaiuse määramine, kui muld koosneb pedoloogiliselt eriliste omadustega kihtidest?
74. * Kuidas sünnib dreenide vahelaiuse määramine mulla hügroskoopsuse alusel?
75. * Kuidas sünnib dreenide vahelaiuse määramine mulla eripäälispinna alusel Zunkeri järele?
76. * Milles seisab Schroederi meetod dreenide vahelaiuse määramisel?
77. * Kuidas sünnib mulla mehaaniline analüüs Kraussi meetodi järele?
78. Kuidas tuleb määrata dreenide vahelaiust soos?
79. Milliseid järeldusi lubavad teha dreenide vahelaiuse suhtes Tooma Sookatsejaamas korraldatud kuivendusekatsed?
80. * Missugused vahekorrad on rootslaste andmetel dreenide vahelaiuse ja sügavuse jaoks mitmesuguste sooliikide ja soomulla mitmesuguse kõdunemisjärgu juures?
81. Missugused välised eeltööd tuleb teha drenaaži projektimisel?
82. Missugused on väliste eeltööde kulud ühes projektimise ja märkimistööde kuludega?
83. Missugused on drenaažiga seotud materjali- ja töökulud?
84. Kui suured on üldse drenaaži teostamise kulud?
85. Kuidas drenaažitöid teostada?
86. Millistele nõuetele peavad vastama hääd drenaažitorud?
87. Millal ja kuidas on kõige otstarbekohasem muretseda drenaažitorusid?
88. * Kuidas sünnib dreenitorude suuruste arvutamine?
89. * Missugune peab olema veevoolu kiirus torudreenis?
90. * Missuguseid ja kuidas tarvitada tabeleid ja graafikuid torudrenaaži projektimisel?
91. Kui suurt maa-ala võib kuivendada mitmesuguse läbimõõduga dreeniga mitmesugustes oludes?
92. Kuidas torukraave kaevata?
93. Kuidas sünnib torude panek ja nende sidumine omavahel?
94. Kui palju paneb üks vilunud tööline päevas torusid?
95. Missugused on sidumisviisid imeja- ja koguja-dreenide vahel?
96. Kuidas valmistatakse dreeni suubumiskoht?
97. Kuidas sünnib drenaaži teostamine vesiliivas?
98. Milles seisab drenaaži-kaevu tähtsus ja kuidas seda sisse seada?
99. Milles seisab drenaaži korrashoid ja kuidas seda teostada?
100. Mis võib olla dreenide ummistuse põhjuseks?
101. Kuidas dreenida allikalisi maa-alasid?
102. Millal on otstarbekohane lattdrenaaži tarvitada?
103. Nimetage kõik drenaaži viisid, kus tarvitatakse puumaterjali.
104. Milles seisab muttdrenaaži põhimõte?
105. Missugustes oludes võib tarvitada puumaterjali dreenimisel?
106. Milles seisab maaniisutuse otstarve ja mõju?
107. Missugune vesi on maaniisutamiseks kõige kohasem?
108. Kuidas teostada maaniisutamist kõige otstarbekohasemalt, arvestades üksikute mullaliikidega ja tarbemaa-aladega?
109. Millest oleneb niisutamisel tarvisminev veehulk?
110. Millal ja kuidas niisutada?
111. Missugused on kõige tähtsamad niisutusesüsteemid?
112. Milles seisab: a) kraavipaisutamine, b) vaguniisutus, d) paisujutus, e) paisniisutamine, f) niisutamine, g) vihmutamine, h) maa-alune vesitamine.

Ülesanded.[1])

1. Määrake teie kodukoha, kooli või muu lähemas ümbruses põhjavee seis: 1) soomaal, 2) mineraalmaal. Põhjavee mõõtmise kaevudeks tarvitage kõige lihtsamaid abinõusid.

2. Püüdke leida põhjavee languse siht.

3. Määrake lähema jõe, kanali, suurema kraavi äravoolu veehulk (Q) sekundliitrites kevadise suurvee ajal, taimekasvuajal ja sademetekehval juunikuus.

4. Määrake mõne lähema jõe, kanali, kraavi ristlõike pind.

5. Määrake katselisel teel veekiirus teile lähemas jões (kraavis).

6. Leidke kraavi ristlõike pind kraavi nõlvuse juures 1:1 ja 1:1½, kui teame, et kraavi sügavus on 110 sm ja põhjalaius 50 sm.

7. Arvutage eelmise ülesande andmetel kui suur on mullatööde vahe (m^3) kahesuguse nõlvuse juures — 1:1 ja 1:1½ — 20 m kraavi ulatusel.

8. Vaadelge oma ümbruses taimekasvuajal mitmesuguseid maa-alasid ning püüdke taimestiku järele kindlaks määrata liigniiskuse all kannatavad kohad. Otsustage mis võiks sääl liigniiskuse põhjuseks olla.

9. Tehke vaatlusi põhjavee sügavuse üle põllul, heinamaal, karjamaal ja aias ning otsustage siis millist mõju see avaldab taimekasvule.

10. Katsuge kindlaks teha looduses, kus oleks otstarbekohane kaevata piirdekraav.

11. Kirjeldage teil teada olevaid hollandi-drenaaži põhimõttel teostatud kuivendusi.

12. Tähendage ülesse teil teada olevad järvede veepinna alandamised ja suuremate jõgede reguleerimised Eestis.

13. Kirjeldage oma kodu ümbruskonna maaparandusetöid 1) riigi poolt teostatud, 2) veeühingute poolt ja 3) üksikmajapidamistes.

14. Leidke ärajuhitav veehulk (*Qmax*) sekundliitrites hektaarilt, kui teame, et peame ära juhtima sademete veest 80 mm 10 päeva jooksul.

15. Arvutage emakraavi mõõdud, kui teame, et veekogumise pindala on 150 ha suur ja ärajuhitav veehulk on 0,93 sl/ha.

16. Seadke kokku üksikasjaline eelarve käesoleva raamatu lõpus toodud maaparanduse-eelplaanis tähendatud süsteemide VI, VII ja VIII kohta.

17. Leidke lk. 71 toodud kraavi mõõtude arvutamise lehel (tabel) esitatud andmetel kraavi päältlaiused nõlvuse juures 1:1½.

18. Oletame, et joonis nr. 41 on valmistatud mõõdus 1:5000 ja kujutab enesest teatud maa-ala kuivenduse-plaani. Valmistada vastavalt sellele plaanile kuivendusetööde eelarve praeguste hindade alusel.

19. Määrake oma ümbruse tüübilise põllumulla mehaaniline koostis lihtsa, omavalmistatud uhtsilindri abil. Saadud andmetel leidke dreenide vahelaius, arvesse võttes sääljuures ka teisi tegureid. Kasutage Fauseri graafikut (joon. 54).

20. Kalkuleerige mis läheb maksma teile tuttavates oludes betoontorude valmistamine, teades, et toruvalmistamismasinat on võimalik üürida, makstes 1 kr. päevas.

21. Arvutage palju on tarvis mitmesuguse jämedusega dreenitorusid 18 ha kuivendamiseks ühe süsteemiga, kui teame, et $Qmax = 0{,}65$ sl/ha, maa-ala ühtlase langusega $j = 0{,}5\%$ ja dreenide vahe on 22 m.

---

[1]) Maaparanduse õpetamisel on tegelikult teostatava iseloomuga ülesandeil kõige suurem tähtsus, — tuleks nii palju kui võimalik käsikäes teoreetilise kursusega ka kõik praktiliselt läbi teha.

Siintoodud ülesannete enamik on teoreetilist iseloomu ja mõeldud päämiselt tubaseks harjutamiseks.

Eesti Sooparanduse Seltsi Tooma Sookatsejaam.

Kraavi ehk süsteemi nr. nr.	Lahtist kraavi	Drenaaž savi-toru-dest	Drenaaž latt- ja haos-kraavi	Keskm. kraavi suurused sügavus	Keskm. kraavi suurused päält lai / põhi lai	Hind à snt. meeter	Torude tarvitamine 10 sm (4″)	Torude tarvitamine 7,5 sm (3″)	Torude tarvitamine 5 sm (2″)	Latid
	m e e t r i t									
2-3-4-5-5a	494			1.40	3.10 / 0.30	71				
3-17-19a-19	340			0.90	2.10 / 0.30	38				
17-18	324			0.80	1.90 / 0.30	26				
4-10-16	396			1.20	2.70 / 0.30	54				
10-11-12-13	170			0.80	1.90 / 0.30	26				
11-15	240			1.20	2.70 / 0.30	54				
12-14	86			0.80	1.90 / 0.30	26				
5-6	200			1.20	2.70 / 0.30	54				
6-7	166			0.80	1.90 / 0.30	26				
6-8-9	300			1.00	2.30 / 0.30	39				
I		484				20		336		
									1358	
II		380				20				
									1330	
III		560				20		308		
									1652	
IV		840				20	175			
								350		
									2415	
g		60				20				
									210	
f		76				20				
									266	
e		126				20				
									441	
4-5			630			20				
b		550				15				
									1925	
c			488			15				1220
d		626				15				
									1291	

Võsa- ja metsalaastamine 12,50 ha à kr. 60.00
Kivide lõhkumine ja koristamine 50 kantmeetrit à kr. 2.00

Kokku	2716	3702	1118			175	994	11788	1220

Eeltöö ja projekt 17,30 ha à kr. 1.50
Äramärkimine . . . 7,536 km à „ 5.00
12957 toru vedu . . . . . à „ 0.01
12 torusuud . . . . . à „ 3.00
Ettenägemata kuludeks umbes 10%

Kõik kokku									

Tartus, 22. juulil 1931. a. Maaparanduse-Büroo juhataja **E. Waldmann.**

Eelarve maaparanduse-projekti juure 1931. a.

à senti tükk	Kividest puhastamine		Laastamine		Üksikud summad		Kogu-summad		Märkused
	Krooni	Snt.	Krooni	Snt.	Krooni	Snt.	Krooni	Snt.	
					350	74			1 m³ väljakaevamise ja mulla laialilaot. hin. on arvatud 30 s.
					129	20			1 m³ väljak. ja mulla laialilaotamine — 35 senti.
					84	24			
					213	84			
					44	20			1 m³ väljakaevamise ja mulla laialilaotamine — 30 senti.
					129	60			
					22	36			
					108	00			
					43	16			
					117	00	1242	34	
					96	80			
7					23	52			
6					81	48	201	80	
					76	00			
6					79	80	155	80	Dreenikraavide kaevamise hind on võetud ühes torude paneku ja kraavide kinniajamisega.
					112	00			
7					21	56			
6					99	12	232	68	
					168	00			
10					17	50			
7					24	50			
6					144	90	354	90	
					12	00			
6					12	60	24	60	
					15	20			
6					15	96	31	16	
					25	20			
6					26	46	51	66	
					126	00	126	00	
					82	50			
6					115	50	198	00	
					73	20			
10					122	00	195	20	
					93	90			
6					131	46	225	36	
			750	00	750	00			
	100	00			100	00	850	00	
							3889	00	
					25	95			Parandusekulud 1 ha kohta keskmiselt 262 kr.
					37	68			
					129	57			
					36	00			
					411	30	640	50	
							4530	00	

Kultuurtehnik **E. Lukk.**

Tähtsamaid nimetusi.

Allikad 15, 161
auramine 11, 13, 43, 88, 105

bager-kott 76
„ labidas 76
Benningseni pudel 98
betoontorud 134

drenaaž 76, 166
fašiindrenaaž 170
hagudrenaaž 170
hollandi-drenaaž 30
kividrenaaž 176
klappdrenaaž 175
kombineeritud drenaaž 83
lattdrenaaž 166
lauddrenaaž 173
lühendatud drenaaž 82
muttdrenaaž 175
turvasdrenaaž 174
ökonoomiline drenaaž 81
drenaaži eelplaan 122
„ eeltööd 121
„ kaevud 158
„ korrashoid 165
„ kulud 123
„ paisehitised 163
„ süsteemid 78, 166
dreenide langus 80, 104, 168
„ pikkus 93
„ sügavus 84
„ vahelaius 94, 104, 119

fašiindrenaaž 170
filter „ 160
filtrid 159

hagudrenaaž 170
heinamaanuga 76
hollandi-drenaaž 30
hõõrumiskoeffitsient 23
hüdraulika 18
hüdrodünaamika 18
hüdroloogia 18
hüdroloogiline koeffitsient 18
hüdromeetria 18
hüdromeetrilised jaamad 19
hüdrotehnika 18
hügroskoopsus 106

imeja-kraav 33

kindlad punktid 65
kividrenaaž 176
klappdrenaaž 175
koguja-kraav 33
kombineeritud drenaaž 83
konks torude panemiseks 147, 150
Kopecky uhtaparaat 101
kraavi kaevamine 71
„ kaevamismasin 72
„ korrashoid 73, 76
„ kindlustamine 74, 148
„ langus 40, 58, 59
„ loodimine 70
„ muld 59, 72, 148
„ nõlvus 37, 58, 74
„ paisutus 183
„ põhja kontrollimine 143
„ ristlõige 37
„ šabloon 72
„ sügavuste leht 70
„ sügavus 51, 55, 74
„ vahelaius 51, 55
„ märkimine 69
„ skeem 33
Krauss'i aparaat 110
kuivendusekatsed 117
kultuuri parandused 7
kumerlabidas 147
kunstlik langus 41, 90
kunstlik veeäravool 31
kurekael 147
kõrgusejooned 67
külmamise sügavus 84

labidad 146
lahtine kraav 32
lattdrenaaž 166
lauddrenaaž 173
  Butzi lauddrenaaž 173
  harilik pindlauddrenaaž 174
  rootsi pindlauddrenaaž 174
loodimistikud 64
lubatud veekiirused 41
lühendatud drenaaž 82

maa-alune vesitamine 190
maaniisutamine 178
maaparandus 7, 8
maaparanduse-eelarve 68 ja lisa
  „ eelplaan 67
mulla eripäälispind 107
  „ huumus 104
  „ hügroskoopsus 106
  „ liigniiskus 26
  „ lubjasisaldus 104, 165
  „ mehaaniline analüüs 97, 111
  „ proov 101, 110, 111
  „ rauasisaldus 104, 161, 165
  „ veemaht 14
mullastik 96
muttdrenaaž 175
märg perimeeter 22
märkimistööd 69, 126

niisutus 127
niisutuse-süsteemid 182
nõlvus 37, 58, 74

paisehitis 30
  „ drenaažis 163
paisniisutus 186
paisujutus 185
piirdekraav 30, 35, 122
piketaaž 64
pikidrenaaž 79, 93
pinnaloodimine 64
pinnavesi 12, 90, 122
põhjanui 147
põhjavesi 12, 14, 15
põhjavee pinna kumerus 52, 57, 86
  „ sügavus 52, 53
  „ vaatlused 15, 118, 121
põikidrenaaž 79, 93
pääkraav 33, 78, 165
pääkraavi kubatuur 69
  „ loodimine 66
  „ pikiprofiil 68
  „ suurus 42

reeperid 65, 70
rohureha 75
  „ -sirp 75
  „ -vikat 75

sademed 11, 43, 105
savitorude kaal 126
  „ nõuded 132
  „ paksus 129
  „ press 128
  „ valmistamine 126
seletuskiri 67
sidumispunkt 65, 66, 70
Sikorsky uhtaparaat 98
sooliik 120
sookuivendamine 52
soomulla kõdunemine 87, 120, 174
soovajumine 59, 60
suubumiskoht 35, 122, 156

taldrikpuur 101, 110
torudrenaaži langus 139
  „ teostamine 142
torudreenide sidumine 154
  „ suubumiskoht 156
  „ suurus 137
  „ vee kiirus 138
torukraavi päältlaius 149
torumuhvid 163
turvasdrenaaž 174

uhtaparaat 101
uhtmuld 98

vaguniisutus 184
veevoolude reguleerimine 8
veeringkäik 10
veevoolud 18
veevoolu kiirus 21, 25, 26
  „ torudreenis 138
  „ ristlõikepind 20
veeäravool, looduslik 29
  „ kunstlik 31
ventiildrenaaž 190
vesiliiv 151, 161
vesitusdrenaaž 191
vihmutus 190
võsavikat 75

äravoolava vee hulk 19, 42, 46

ökonoomiline drenaaž 81

Zunkeri aparaat 108.

Tarvitatud kirjandus.

Bazin, Récherches hydrauliques. 1865.

Бершъ, Руководство по культурѣ болотъ. 1914.

Blanck und Alten, Ein Beitrag zur Frage nach der Vorbehandlung der Böden mit Ammoniak. Journal für Landwirtschaft 1924 ja 1925.

Booberg och Baumann, Praktisk Mosskultur. 1922.

Breitenbach, Internationale Mitteilungen für Bodenkunde.

Brouwers, Mole-Draining. Der Kulturtechniker. 1925.

Бушманъ, Лекціи по культуртехникѣ. 1915.

Claus, Dränung und Wünschelrute. Die Kurzdränung. Der Kulturtechniker. 1925.

Drainageausführung. Liv.-Esthländisches Landeskultur-Bureau. 1903.

Dünkelberg, Der Wiesenbau.

Ehrenberg, Die Bodenkolloide.

Fauser, Beiträge zur Frage des kulturtechnisch-pedologischen Versuchswesens. Der Kulturtechniker. 1908.

Fauser, Bericht über die erste Sitzung des Unterausschusses für kulturtechnische Bodenuntersuchung. Der Kulturtechniker. 1923.

Fauser, Das württembergische Verfahren der mechanischen Bodenuntersuchung nach Kopecky und seine Anwendlung in der kulturtechnischen Praxis. Der Kulturtechniker. 1923.

Fauser, Meliorationen I u. II 1921.

Feilitzen, Centralanstaltens för Jordbruksförsök fasta försöksstation vid Experimentalfältet år 1924.

Fleischer, Die Anlage und die Bewirtschaftung von Moorwiesen und Moorweiden. 1921.

Fleischer, Die Wasser- und Temperaturverhältnisse des besandeten und des nicht besandeten Hochmoorbodens. Arbeiten der Moorversuchsstation Bremen. III Bericht.

Freckmann, Die Erschliessung und Bewirtschaftung des Niederungsmoores. 1921.

Freckmann und Janert, Eine für die kulturtechnische Praxis brauchbare Methode zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit im gewachsenen Boden. Der Kulturtechniker. 1924.

Freckmann und Janert, Bericht über die Prüfung der zur Normung vorgeschlagenen Bodenuntersuchungsmethoden hinsichtlich ihrer Eignung zur Ermittelung der zweckmässigsten Strangentfernung bei Dränungen. Der Kulturtechniker. 1925.

Friedrich, Kulturtechnischer Wasserbau. I Band. 1912.

Fritsche, Zeitschrift für Gewässerkunde VII, VIII.

Gary, Versuche über das Verhalten von Beton im Moor. 1922.

Gerhardt, Umgestaltung von Längsdränagen in Querdränagen. 1891.
Gerhardt, Kulturtechnik. 1922.
Gessner, Betonzerstörungen durch chemische Einwirkungen des Grundwassers. Schweizerische Zeitschrift für Strassenwesen. 1925.
Gieche, Über die Normen für Dränröhren. Der Kulturtechniker. 1924.
Handbuch der Ingenieurwissenschaften. Der Wasserbau. 1924.
Heimerle, Kulturtechnische Entwürfe. Der Kulturtechniker. 1925.
Janota, Anwendung der Bodenkunde in der Kulturtechnik. Der Kulturtechniker. 1924.
Johansen, Grundwasserbewegung und Dränagetheorie. Baltische Wochenschrift. 1907.
Johansen, Ältere und neuere Graslandkulturmethoden. Mitteilungen des Baltischen Moorvereins. 1913.
Kopecky, Die Bodenuntersuchung zum Zwecke der Dränagearbeiten.
Kopecky, Neuere Erfahrungen auf dem Gebiete der Bodenentwässerung mittels Dränage. Der Kulturtechniker. 1908.
Kostka, Die Technik in der Landwirtschaft. 1921.
Krauss, Die dem Prager Bodenkundlichen Kongress im April 1922 vorgetragene neue Methode zur Korngrössenbestimmung von Mineralböden, sowie Vorweisung eines einfachen Gerätes zur Probeentnahme zwecks Bestimmung der Lagerungsweise von Böden. Der Kulturtechniker. 1923.
Krauss, Die Vervollkommung des Spül- und Sedimentationsverfahrens. Der Kulturtechniker. 1925.
Krüger, Bauten im Moor. Die Entwickelung der Moorkultur in den letzten 25 Jahren. 1908.
Krüger, Internationale Mitteilungen für Bodenkunde. 1919.
Krüger, Kulturtechnischer Wasserbau. 1921.
Kutter, Bewegung des Wassers in Kanälen und Flüssen. 1904.
Lepik, Maakuivendusest Eestis ja meil tarvitatavatest äravoolu-normidest. „Agronoomia". 1928.
Merl, Neue Theorie der Bodenentwässerung. 1890.
Mitscherlich, Bodenkunde. 1905.
Morin, Aide memoire de mécanique pratique. 1864.
Penningk, Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung. 1907.
Penningk, Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur im deutschen Reiche. 1920.
Pfeiffer, Ertragssteigerung durch Dränung. Der Kulturtechniker. 1924.
Rinne, Madalsoode kuivatamine Eestis. „Agronoomia". 1922.
Roger, Kraavide kaevamine märkimisandmete järele. Sookultuur. 1927.
Rothe, Die Strangentfernung bei Dränungen. Landwirtschaftliche Jahrbücher. 1924.
Савкин, Культура болот.
Schewior, Hilfstafeln zur Bearbeitung von Meliorationsentwürfen. 1922.
Schroeder, Die Bestimmung der Dränentfernungen auf Grund von Bodenuntersuchungen. Der Kulturtechniker. 1924.
Schweder, Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur im deutschen Reiche. 1883.
Seelhorst, Handbuch der Moorkultur. 1914.
Simola, Observationer över tjällossingen å odlad sand-, ler och kärrjord vid agrikulturekonomiska försöksanstalten åren 1922 ock 1923.
Sivers, Salakraavituse teostamine madalsool. Sookultuur. 1924.
Smrecker, Das Grundwasser.

Stahlschmidt, Einige wichtige Richtlinien für Dränungen in mineralischen Böden. Der Kulturtechniker. 1925.
Stahlschmidt, Eine neue Dränbauweise für Moore. Der Kulturtechniker 1924.
Svenska Mosskulturföreningens Tidskrift. 1909.
Tacke, Moorkultur.
Tacke, Neuere Erfahrungen auf dem Gebiete der Moorkultur. Mitteilungen des deutschen Moorvereins. 1922.
Tartu Ülikooli ilmade Observatoorium. Viiekümneaastased keskmised 1866.—1915. a.
Vellner, Eesti hüdrograafia ülevaade. 1922.
Wohltmann, Die Möglichkeit der Ackerbewässerung in Deutschland. Arbeiten der D. L. G. 1904.
Zunker, Die spezifische Oberfläche des Bodens als Grundlage für die Normung der Dränentfernung. Der Kulturtechniker. 1923.
Zunker, Die Bestimmung der spezifischen Oberfläche des Bodens. Landwirtschaftliche Jahrbücher. 1923.
Zunker, Die wirtschaftliche Beteutung der mechanischen Bodenuntersuchungen bei Dränungen. Der Kulturtechniker. 1923.

Valik tarvitatavamaid oskussõnu maaparanduse alalt.[1])

A.

Abfluss, oberirdischer — äravool, pinnapäälne
— unterirdischer — maaalune
abschlämmbare Teile — uhetavad osad, uhtosad
Absenkung des Grundwasserspiegels — põhjavee-pinna madaldamine
Absorption — absorbeerimine (keemiline sorbeerimine)
abstecken — viidastama, märkima
Absturz — järsandik
Absturzschacht — järsandik-kaev
Abwässer — roiskveed
Abzugsrinne — juhtrenn
Ackerbewässerung — põlluvesitamine
Ackerland — põldmaa, põld
Adsorption — adsorbeerimine, imamine
Anlagekosten — asutamiskulud
Astrohr — harutoru, ühendustoru
atmosphärische Niederschläge — sademed
Auflanden — uhtmaastumine
Auflandung — kulmataaž, uhtmaastis
Auflockerung des Bodens — mulla kobestamine
ausflocken — helbuma
Ausflockung — helbumine
Aushub — kraavimuld
Auslassschleusen — väljalaskelüüsid
Auslauf — väljajooks
Ausmündung — suubumine; suubumiskoht
Auswaschung — väljauhtmine
auswintern — talvest võetuma

B.

Bachverbesserung — ojaõgvendus, ojareguleerimine
Bagger — bager, süvendaja
Baumbewässerung — puuvesitamine, puuvesitus
Beetgraben — peenrakraav
Befestigung offener Gräben — kraavide kindlustamine

---

[1]) Käesoleva raamatu „Maaparanduse alused" keelelisel redigeerimisel tundus äärmine suur vajadus vastavate, kindlate oskussõnade järele. Tuli tahes-tahtmata asuda sel alal tarvitatavate mõistete ja oskussõnade fikseerimisele, anda neile õigekeelsuslik kuju ja kooskõlla viia seni ilmunud naaberalade oskuskeele sõnastikkudega.

Käesoleva sõnastiku loomine sündis Tartu Ülikooli Maaparanduse- ja Sookultuuri-kabineti juures ühel ajal selle raamatu trükkikorraldamisega. Allakirjutanu poolt koostati esialgne sõnastik, mis paljundatult vastava ala eriteadlastele: kadunud kultuurinspektorile J. Tiidt'ile, kult.-ins. A. Lepikule ja dir. V. Männikule kätte saadeti, kes oma eriarvamised kirjateel teatasid. Lahket kaasabi ei keelanud lektor J. V. Veski, kes kõigist komisjoni-koosolekuist koos prof. L. Rinne ja E. Rogeriga osa võttis. Arvestades kirjateel tulnud sooviavadusi, fikseeriti komisjoni-koosolekuil lõplikult sõnastikus esinevad sõnad.

E. Roger.

Begiessung — valamine
Beharrungszustand des Grundwasserspiegels — põhjaveepinna püsimus
benetzter Umfang — märg perimeeter, märg ulatis
Benetzung — kastmine
Benetzungswärme — kastmissoojus
Berechnung der Dränrohrweiten — toru jämeduste arvutus, toru õõne arvutus
Beregnung — vihmutamine. vihmutus
Berieselung — niisutamine, niisutus
Bestand des Bodens — mulla koostis
Bestandteile des Bodens — mulla osised
Betondränrohr — betoontoru
Betonwalze — betoonrull
Bewässerung — vesitamine
Bewässerung, unterirdische — maa-alune vesitamine
Bewässerungsgraben — vesitamiskraav, vesitusekraav
Bewässerungsrinne — vesitamisrenn, vesituserenn
Bindigkeit des Bodens — mulla sidusus
Binnenkanal — sisekanal
Boden — muld
Bodenanalyse — mullaanalüüs
— mechanische — mehaaniline mullaanalüüs
Bodenbearbeitung — mullaharimine
Bodenfeuchtigkeit — mullaniiskus
Bodengefüge — mullalõimis
Bodenklassifikationsskala — mullaklassifikatsiooni astmik, mullaliigituseastmik
Bodenkolloide — mullakolloidid
Bodenkrume — mullasõmer
Bodennährstoff — mullatoitaine
Bodennässe — mullaliigniiskus, mullamärgus
Bodenoberfläche — mullapind
Bodenpulver — mullapulber
Bodenschicht — mullakiht, mullakord
Bodenskelett — mullakores
Bodenstruktur — mullastruktuur, -koetis
Bodentemperatur — mullatemperatuur
Bodenuntersuchung — mullauurimine, -uuring
Bohrstock — kepp-puur
Böschung — nõlvus
Brandkultur — kütiskultuur, kütistus, loomistus
Bruchzuschlag — purustiselisand
Brunnenstube — kaevkamber
Bültenschneider — mättalõikur

D.

Dammgraben — vt. Beetgraben
Dampfpflug — auruader
Deckschicht (bei Moorkultur) — katekiht
Doppelberieselung — kahekordne niisutamine
Doppeldrän — kaksikdreen
Dränage — drenaaž
Drän — dreen
— Erddrän — mulddreen
— Faschinendrän — fašiindreen, haosdreen
— Maulwurfdrän — muttdreen
— Röhrendrän — torudreen
— Stangendrän — lattdreen, roovikdreen
— Steindrän — kividreen
— Torfdrän — turvasdreen
Dränauslauf — vt. Dränmündung
Drängefälle — dreenilangus
Drängraben — dreenikraav
Dränentfernung — dreenide vahelaius
Dränmündung — dreeni suubumine, suubumiskoht
Dränrohr — dreenitoru

Dränrohrweite — dreenitoruõõs
Dränspaten — dreenilabidas
Dränstrang — dreen
Dränsystem — dreenisüsteem, dreenkond
Dräntiefe — dreenisügavus
Dränung — dreenimine
Dränungsgebiet — dreenimisala
Düngung — väetus
Durchflussprofil — voolu profiil
Durchflussquerschnitt — voolu ristlõige
Durchlässigkeit — läbilaskvus
Durchlüftung — õhustus, tuulutus
Durchlüftungsdränung — õhustusdreenimine

E.

Einfüllen der Drängraben — dreenikraavide kinniajamine
Einlauf — sissejooks
Einmündung — suubumine, suubumiskoht
Einwachsen der Dränstränge — dreenide kinnikasvamine
Einzeldränage — üksikdrenaaž
Einzelentwässerung — üksikkuivendus
Einzelkornstruktur — kübestruktuur, kübekoetis
Eiskalorimeter — jääkalorimeeter
Entfernung der Dränstränge — dreenide vahelaius
Entwässerung — kuivendamine, kuivendus
Entwässerung durch Anpflanzung — istutuskuivendus
Entwässerungsgraben — kuivenduskraav
Entwässerungsrinne — kuivendusrenn
Erdrinde — maakoor
Erdschaufel — mullakühvel (hobukühvel)
Ertragssteigerung — saagi tõus

F.

Fangdrän — piirdedreen
Fanggraben — piirdekraav
Faschine — haos[-se] (fašiin)
Fehnkultur — feenkultuur
Feinerde — peenmuld
Feinsand — peenliiv
Feldbereinigung — põllupuhastamine, põllupuhastus
Feldversuch — põldkatse
Feldwiese — põldniit, põldheinamaa
Feuchtigkeit — niiskus
Feuchtigkeitsgehalt — niiskusesisaldus
Flurkarte — nurmeplaan
Flussverbesserung — jõeõgvendus, jõereguleerimine
Flusswiese — jõeniit, jõeheinamaa, luhtheinamaa
Frostgefahr — külma[häda]-oht
Frostgrenze — külmapiir
Fuge — jama, vahe
Furche — vagu
Furchenberieselung — vaguniisutus
Furchenbewässerung — vaguvesitus

G.

Gefällsbruchpunkt der Dränstränge — dreenilanguse murdepunkt
Gefällsverhältnisse — languseolud
Geländeaufnahmen — maastiku kaardistamine, plaanistamine
Geländegefälle — maastiku langus
Geländemulden — maastiku nõgu, maastiku mõhe
Geländeoberfläche — maastiku pind
Gitter bei Ausmündungen — suubumiskoha võre

Grabarbeit — kaevetöö
Grabeneinstau — kraavipaisutamine
Grabenstaubau — kraavipais
Grenzgraben — piirikraav
Grippe — rennkraav
Grobsand — jämeliiv
Grube — auk
Grund — põhi
Grundverbesserung — põhiparandus
Grundwasser — põhjavesi
Grundwasserspiegel — põhjaveepind
Grundwasserstand — põhjaveeseis
Grundwasserstandskurve — põhjaveeseisu-kõver
Grünlandsmoor — heinasoo

H.

Handbagger — käsisüvendaja
Hangbau — nõlvakultuur
Hakenrohr — konkstoru
Hauptsammeldrän — pääkoguja, emadreen
Hauptzuleiter — pääjuhe [-juhtme]
Heberschraubenpumpe — kruvipump
Hebung des Wassers — veetõstmine
Heideboden — nõmmemuld
Herbstbewässerung — sügisvesitus
Herstellung der Drängräben — dreenikraavide kaevamine
Hochmoorkultur — kõrgsookultuur
Hochmoorweide — kõrgsookarjamaa
Hochmoorwiese — kõrgsooheinamaa
Hochwasser — kõrgvesi
Hochwasserkanal — kõrgveekanal
Höhenkurve — kõrgusekõver, horisontaal
Hohlbohre — õõnespuur
Hohlraum — õõsruum
holländische Dränung — hollandi dreenimine
Holzdränrohr — puudreenitoru
Humus — huumus
Humusstoffe — huumusained
hydraulischer Radius — hüdraulne raadius
hydraulischer Wert — hüdraulne väärtus
Hydropulsor — hüdropulsor
Hygroskopizität — hügroskoopsus

K.

kalkarm — lubjakehv
Kalkboden — lubjamuld
kalken — lubjastama
Kalkung — lubjastus
kapillarer Aufstieg — kapillaarne tõus
Kapillarität — kapillaarsus
Kapillarkraft — kapillaarjõud
Kastendränage — kastdrenaaž
Katasterkarte — katastrikaart, -plaan
Kaupenbeseitigung — mättakõrvaldamine
Klappdrän — klappdreen
Klappgitter — [suubumiskoha] klappvõre
klimatische Verhältnisse — kliimaolud
Knöllchenbakterie — mügarapakter
Kohäsion — nidusus, kohesioon
Kolloide des Bodens — mullakolloidid
Kolmation — vt. Auflandung
Kopfdrän — päisdreen
Körnung — ivitsemine, ivamine
Krautharke — rohureha
Krautsäge — rohusaag
Krautung — rohutustamine
Krautungsmesser — rohutustamisnuga
Kreiselpumpe — ringpump
Kreislauf des Wassers — veeringe, veeringimine
Krümelbildung — sõmerdumine
Krümelstruktur — sõmerstruktuur, sõmerkoetis

Kugelgestalt — kerakuju
Kulturingenieur — kultuurinsener
Kulturländereien — kultuurmaistud
Kulturtechnik — kultuurtehnika
Kulturtechniker — kultuurtehnik
künstliches Gefälle — kunstlik langus
künstliche Vorflut — kunstlik veeäravool
Kurventafel der Dränentfernungen — dreenide vahelaiuste graafik

L.

Lageplan — asendiplaan, asukohaplaan
Lagerung, natürliche — loomulik asend
Lagerungsdichte — asenduse tihedus
Lagerungsdichte des Bodens — mulla liituvus
Länge der Saugstränge — imejadreenide pikkus
Längsdränage — pikidrenaaž
Längsdränung — pikidrenaaž
Lattendrän — lattdreen
Legehaken — torupanemiskonks, „kurenokk"
Lochrohr — auguga toru
locker — kobe
Luftfeuchtigkeit — õhuniiskus
Luftkapazität — õhukapatsiteet, õhumaht
lufttrocken — õhukuiv
Luftzuführungsschacht — õhustusauk

M.

mechanische Bodenanalyse — mehaaniline mullaanalüüs
Mehlsand — tuhkliiv
Melioration — maaparandus
Meliorationsprojekt — maaparanduseprojekt
Meliorationsgebiet — maaparanduse-ala
Meliorationsplan — maaparanduseplaan
Mergel — mergel
mergelig — mergline
Mischkultur — segamiskultuur
Mittelprobe — keskproov
Mittelwasser — keskmine veeseis
Moderboden — kõdumuld
Moorboden — soomuld
Moordammkultur — soopeenrakultuur
Moordränage — soodrenaaž
Moorwalze — soorull
Moorweide — sookarjamaa
Moorwiese — sooheinamaa
Muffenrohr — muhvtoru
muldenförmig — nõokujuline, nõgujas

N.

Nährstoff — toitaine
Nährstofflösung — toitainelahus
natürliche Dränung — looduslik drenaaž
natürlicher Hangbau — loomulik nõlvakultuur
natürlicher Rückenbau — loomulik kaksiknõlvakultuur
Nebensammler — kõrvalkoguja
Niederschlagshöhen — sademete hulk (kõrgus), sademekõrgus
Niederungsmoor — madalsoo
Niederungswiese — madaliku-heinamaa
Nivellieren der Dräns — dreenide loodimine

O.

oberirdischer Wasserabfluss — maapäälne veeäravool
Obrometer — obromeeter
Ödland — kõnnumaa (kasutamata, kõlbmata maa)

Ödländereien — kõnnumaistu
offener Graben — lahtine kraav

P.

Paralleldränage — rööbasdrenaaž, paralleeldrenaaž
Parallelgraben — rööbaskraav, paralleelkraav
Parallelkanal — paralleelkanal, rööbaskanal
partielle Dränage — osaline drenaaž
pedologisches Laboratorium — pedoloogiline laboratoorium
Pferdeschaufel — hobukühvel
Pflanzenatmung — taimehingamine
Pflanzennährstoff — taimetoitaine
Pfütze — loik
Piezometer — pietsomeeter
Planaufstellung — plaanikavastus
Pluviometer — pluviomeeter
Polder — polder
Porenraum — urberuum, pooriruum
Porosität — urbsus, poorsus
Probeloch — prooviauk
Probeentnahme — proovivõtmine
Pulverstruktur — pulberstruktuur, pulbristruktuur
Pyknometer — püknomeeter

Q.

Quelle — allikas
Quellbarkeit — tursumine, tursuvus, paisumine, pundumine, paisuvus, punduvus
Quellungsfähigkeit — tursumisvõime
Querdränung — põikidrenaaž
Querprofil — ristiprofiil
Querschnitt — ristilõige

R.

Randgraben — äärekraav
Raseneisenstein — maage[-ke]
Rauhigkeit — karedus
Rauhigkeitskoeffizient — karedusekoeffitsient
Räumung — puhastamine
Räumungsgeräte — puhastamisriistad
Regelung der Vorfluter — veeäravoolu-emakraavi korraldamine
Regenhöhen — vihmahulgad, sajupaksused
Regenmesser — vihmamõõtja
Regenschreiber — iseregistreerija vihmamõõtja
Rieselfeld — niisutusväli, -põld
Rieselrinne — niisutusrenn
Rieselwasser — niisutusvesi
Rissebildung — pragunemine
Röhrendrän — torudreen
Rohrwand — torusein
Rolltisch — rullimislaud
Rundlochsieb — ümmaraukne sõel
Rückenbau — kaksiknõlvakultuur
Rückstau — taanduspais, -paisutus

S.

Sacken des Moores — soo vajumine
Sammelbecken — (vee-) kogumispaik
Sammeldrän — kogujadreen
Sammelschacht — (vee-) kogumiskaev
Sammelstrang — kogujadreen
Sammler — koguja
Sand — liiv
Grobsand — jämeliiv
Feinsand — peenliiv
Mehlsand — tuhkliiv
Sandboden — liivmuld
Sanddecke — liivkate
Sättigungsdefizit — küllastusevajak
Sauger — imeja
Saugstrang — imeja, imejadreen
Scheibenegge — taldrikäke, ketasäke

Schichtenwasser — kihivesi
Schilfmähmaschine — pilliroo-niidumasin
Schlämmapparat — uhteaparaat
Schlammfang — mudapüüdja
Schlammaschine — uhtemasin
Schlämmprodukte — uhteproduktid
Schlammpumpe — mudapump
Schlammschacht — mudakaev
Schlämmzylinder — uhtesilinder
Schlauchberieselung — voolikniisutus
Schleifteller — häilimiskeder
Schlucker — neelaja
Schneetiefe — lumesügavus
Schöpfrad — [vee-]tõsteratas
Schüttelverfahren — raputamisviis
Schwanenhals — „kurekael" (labidas torukraavi põhja korraldamiseks)
Schwarzkultur — mustkultuur
Seesenkung — järvemadaldamine
Senkbrunnen — neelkaev, neelauk
Setzen des Moores — soo vajumine
Sickerwasser — nirgvesi
Sohlbreite — põhjalaius
Sohlenbefestigung — põhjakinnitamine
Sohlschwelle — põhjakünnis
Sohlenstampfer — põhjanui
Sonde — sond, puur
Sondierung — sondeerimine
Sommerbewässerung — suvine vesitamine, vesitus
Stangendrän — roovikdreen
Stauberieselung — paisniisutamine
stauen — paisutama
Staukasten — paiskast
Stauschleuse — paislüüs
Stauvorrichtung — paisutamisseadis
Stauwasser — paisvesi
Stauwiese — paisheinamaa, paisutusheinamaa
Steindrän — kividreen
Sternradegge — tähtäke
Stoss — vt. Fuge
Stossfugen — [torude] liitekohad
Strangentfernung — dreenide vahelaius
Strauchdrän — vt. Faschinendrän
Sumpfbildung — soostumine, soosünnitis (Moorbildung)
System — süsteem

T.

Tagwasser — pinnavesi, päälisvesi
Tellerbohrer — taldrikpuur
Telleregge — taldrikäke
Tiefe der Dränstränge dreenide sügavus
Ton — sau, [piibusavi, potisavi, soesavi, sappsavi]
Tonboden — saumuld, sappsavimuld
Tonrohr — sautoru, (savitoru)
Tonschneider — sauelõikur, savilõikur
Torfboden — turvasmuld
Torfdrän — turvasdreen
Triebsand — tuiskliiv
Trockengebiet — kuivala
Trockenschuppen — kuivatusküün

Ü.

Übergangsrohr — ülemineku toru
Überlaufstelle — ülevoolukoht
Überschlagkante — ülevooluserv
Überschwemmung — üleujutus
Überstauung — paisujutus
Umbruch — karimine, kargekünd, karing
Umhüllung der Stossfugen — liitekohtade katmine
Umlaufkanal — ringekanal
Umleitungsgraben — ringekraav

Untergrund — põhimuld, mullapõhi
Untergrundpflug — põhjakohendaja
Untersuchung — uurimine, uuring
Untersucnungsergebnis — uurimus
Untersuchungsmethode — uurimismeetod

V.

Veenkultur — vt. Fehnkultur
Ventildränage — ventiildrenaaž
Verbindung der Dräns — torude ühendamine
Verdunstung — auramine
Verkrautung — rohtumine
Verlegen der Röhren — torupanek
Versanden der Dränstrange — dreenide liivastumine
Versickerung — nirgumine
Verstopfung der Dränröhren — dreenitoru ummistumine
Versumpfung — soostumine
Verwachsung der Dränstränge — dreenide kinnikasvamine, kinnikasve
Verwitterung — murenemine
Verwitterungsschicht — murenemiskiht
Visierkreuz — loodimiskark
Vorflut — veeäravool
Vorfluter — emakraav

W.

Waldweide — metsakarjamaa
Waldwiese — metsaheinamaa
Walzen des Moores — soo rullimine
Wasserabfluss — veeäravool
Wasserabnahme — veekahanemine
Wasserabzug — veeäratõmme
Wasseraufnahmefähigkeit — veevastuvõtvus
Wasseraufstieg — veetõus
Wasserbedarf — veetarve
Wassergebrauch — veetarvitus
Wassergeschwindigkeit — veekiirus
Wasserkapazität — veekapatsiteet, veemaht
Wasserkrautschnitt — veerohu-niitmine, veeheinte lõikamine
Wasserquerschnitt — veeristilõige
Wassersäule — veesammas
Wasserschnecke — veetigu (pump)
Wasserversickerung — veenirgumine
Wasserstand — veeseis
Wasserverbrauch — veetarvitus
Wasserverlust — vee kadu [kao]
Widder — vesioinas
Wiesenbeil — mättakirves
Wiesenbewässerung — heinamaa vesitamine
Wiesendränage — heinamaa-drenaaž
Wiesenegge — heinamaaäke
Winterbewässerung — talvine vesitamine

Z.

Zementdränrohr — vt. Betondränrohr
Zentrifugalpumpe — vurrpump
Zuggraben — tõmbekraav
zulässige Wassergeschwindigkeit — lubatav veekiirus
Zuleiter — juhe [-htme].

Sisujuhatus.

Lk.

Eessõna autori poolt 3
Sissejuhatus 5

Üldine maaparandus.

A. Üldandmed.

Maaparanduse mõiste ja ülesanne 7
Maaparanduse arenemisest 8

B. Veest ja tema liikumisest.

1. Vesi looduses ja vee ringkäik 10
2. Sademete jagunemine 12
3. Põhjavesi 15
4. Vesivool ning tema omadused. Veehulk. Veekiirus 18
   Vesivoolu ristlõikepinna määramine 20
   Veekiiruse määramine vesivooludes 21

C. Maakuivendamine.

1. Maakuivendamise otstarve ja mõju 26
2. Veeäravoolu-olud 28
   Looduslik veeäravool 29
   Kunstlik veeäravool 31

1.

Maakuivendamine lahtiste kraavide abil.

Kraavide skeem 33
Piirdekraav 35
Mis kraavide projektimisel tähtis arvesse võtta 37
   1. Kraavi ristlõige 37
   2. Kraavi langus 40
   3. Pääkraavi suuruse määramine 42
      Keskmine ärajuhitav veehulk $Q_{keskm.}$ 45
      Veel veeäravoolu-normidest 46
   4. Kraavide vahelaiuse ning sügavuse määramine 51
Soode kuivendamine 52
   Taimekasvule tarvilik põhjavee sügavus soos 53
   Kraavide sügavus ning vahelaius soos 55
   Mis veel soode kuivendamisel lahtiste kraavide abil tarvis arvesse võtta 59
Soo vajumine 60
Maakuivenduse eeltööd 63
   1. Välised eeltööd maaparanduse-kava valmistamiseks . . . 64
   2. Maaparanduse-eelplaan 67
Maakuivendusetööde teostamine väljal 69
   1. Kraavide märkimine 69
   2. Kraavide kaevamine 71
   3. Kraavide eest hoolitsemine ning nende korrashoid . . . 73

Maakuivendamine drenaaži abil.

Lk.

1. Drenaaži mõju ning tema põllumajanduslik tähtsus 76
2. Drenaaži süsteem 78
3. Ajalooline ülevaade 82
4. Dreenide sügavus 84
5. Dreenide pikkus 93
6. Dreenide vahelaius 94

Dreenide vahelaius soos 119
Millega drenaaži-eelplaani koostamisel tarvis arvestada 121
Drenaaži-tööde teostamine väljal 125
Torudrenaaž ja selle teostamine 126
- Drenaažitorud ja nende valmistamine 126
- Missugustele nõuetele peavad vastama hääd savitorud . . 132
- Betoontorud ja nende valmistamine 134
- Torudreeni suuruse arvutamine 137
- Torudrenaaži teostamine 142
- Torude panek ja torukraavide kinniajamine 149
- Torudreenide sidumine oma vahel 154
- Torudreeni suubumiskoht 156
- Drenaaži kaevud 158
- Mitmesugused võimalused, millega tuleb arvestada torudrenaaži sisseseadmisel 159
- Drenaaži korrashoid 165

Lattdrenaaž 166
Fašiindrenaaž 170
Lauddrenaaž 173
Turvasdrenaaž 174
Muttdrenaaž 175
Kividrenaaž 176
Hoonete dreenimine 177

D. Maaniisutamine.

Maaniisutamise otstarve 178
Millest oleneb niisutamisel tarvisminev veehulk 180
Missugune vesi kõlbab niisutamiseks 181
Millal ja kuidas niisutada 182
Niisutusesüsteemid 182
1. Kraavipaisutus 183
2. Vaguniisutus 184
3. Paisujuhus 185
4. Paisniisutus 186
5. Niisutus 187
6. Vihmutus 190
7. Maa-alune vesitamine 190

Küsimusi ja ülesandeid üldise maaparanduse õppeaine alalt 192
Eelarve maaparanduse-projekti juure 196
Tähtsamaid nimetusi 198
Tarvitatud kirjandus 200
Valik tarvitatavamaid oskussõnu maaparanduse alalt 203
Sisujuhatus 211
Värvitrükis maaparanduse-eelplaan.
Tabel kraavi ristlõike pinna leidmiseks
Ganguillet ja Kutteri valemi graafiline kujutis.
Tabel dreenitorude suuruste leidmiseks.

Eestimaa Sooparanduse Seltsi
Tooma Sookatsejaama
Maaparanduse-eelplaan

„Livländ. Bureau für Landeskultur" ja klt.-tehn. N. Goss'i välistööde järele projekteerinud klt.-tehn: [illegible]

Tallinn, veebruar 1924. a.

Märkide seletus:

- Vana lahtine kraav.
- „ „ „ kinni ajada.
- „ „ „ puhastada.
- Projekt. lahtine kraav.
- Projekt. toorukraavid 2, 3 ja 4 toll. toorudega.
- Projekt. lattkraav.
- Projekt. hagukraav.
- Kõrguse-jooned 1/1 mtr.
- „ „ 1/2 „
- „ „ 1/4 „
- Kontuur.
- °7425 °7432 Looditud punkt, kõrgus cm-ter.
- Rp. 7913 + 8057 / 7895 + 8025 Fix. punkt.
- P.S. 7225 Vana kraavi põhi.
- U.p= Uus „ „
- T= Toru- „ „
- L= Lattkraavi põhi.
- H= Hagukraavi „
- P= Projekt. laht. kraavi põhi.
- J= Kraavi kalle.
- Vp. Veepinna kõrgused.
- Vee äravoolu siht.
- 1–32, I–IX, a–g Kraavi ja süsteemi numbrid.

Kubja talu mets

Tooma talu mets

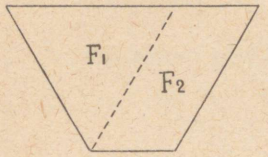
Vp 7417

Vp 7417

Männiku Vp. järv 7221

Mõõt: 1 : 4200.

Tabel kraavi ristlõike pinna leidmiseks.



Tabeli pahempoolsest osast leiame kolmnurga F_1 pinna suuruse (v. juuresolev joonis), kui teame kraavi sügavuse ja nõlvuse. Tabeli parempoolse osa järele leiame parallelogrammi F_2 pinna suuruse. Liites mõlemad saadud arvud, saame kraavi ristlõike pinna suuruse.

Näide: Kraavi sügavus on 120 sm, põhjalaius 50 sm ning nõlvus 1 : 1½. Kraavi ristlõike pinna suurus on:

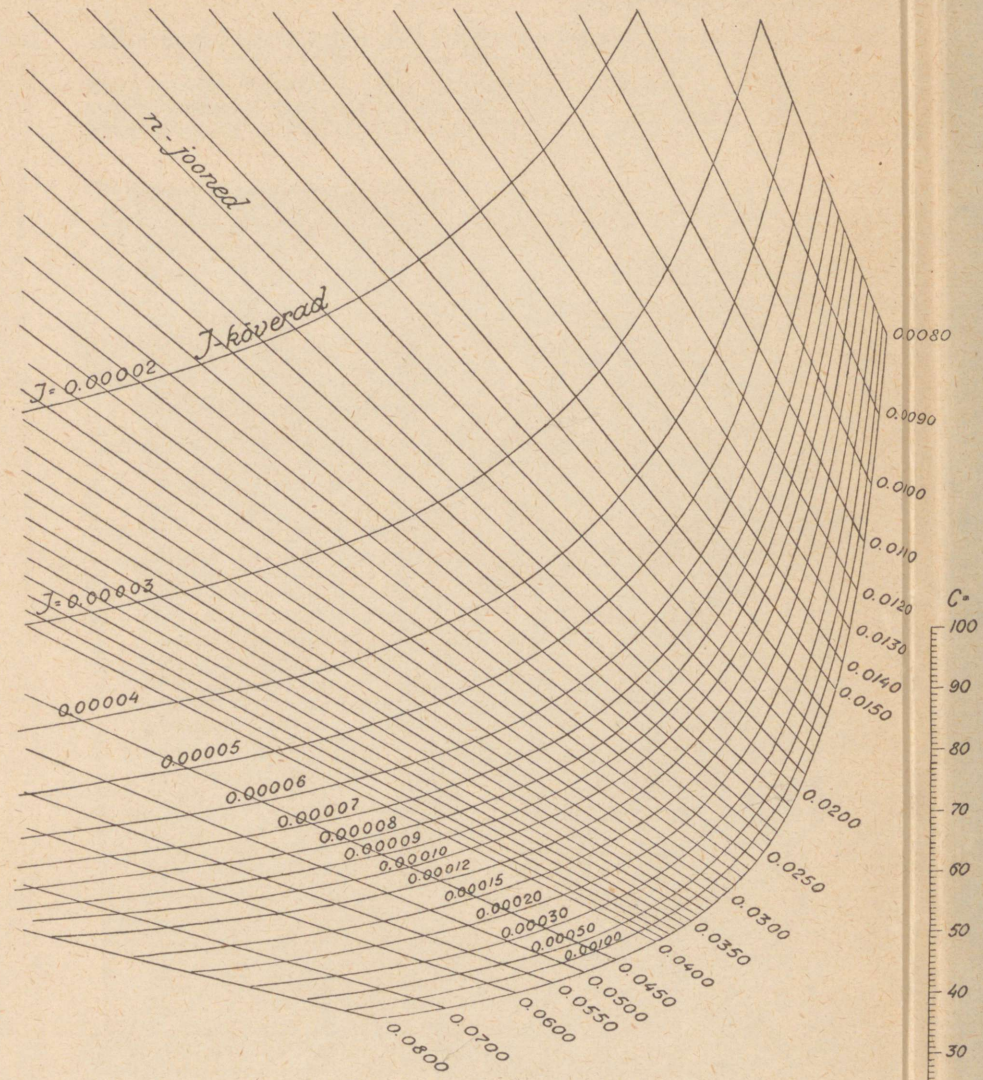
pahempoolsest tabelist leiame 2,16 m²
parempoolsest „ „ 0,60 „

2,76 m²

Kraavi sügavus m	Nõlvus			
	1 : 1	1 : 1½	1 : 2	1 : 3
0,1	0,01	0,02	0,02	0,03
0,15	0,02	0,03	0,04	0,07
0,2	0,04	0,06	0,08	0,12
0,25	0,06	0,09	0,12	0,19
0,3	0,09	0,14	0,18	0,27
0,35	0,12	0,18	0,24	0,37
0,4	0,16	0,24	0,32	0,48
0,45	0,20	0,30	0,40	0,61
0,5	0,25	0,38	0,50	0,75
0,55	0,30	0,45	0,60	0,91
0,6	0,36	0,54	0,72	1,08
0,65	0,42	0,63	0,84	1,27
0,7	0,49	0,74	0,98	1,47
0,75	0,56	0,84	1,12	1,69
0,8	0,64	0,96	1,28	1,92
0,85	0,72	1,08	1,44	2,17
0,9	0,81	1,22	1,62	2,43
0,95	0,90	1,35	1,80	2,71
1,0	1,00	1,50	2,00	3,00
1,1	1,21	1,82	2,42	3,63
1,2	1,44	2,16	2,88	4,32
1,3	1,69	2,54	3,38	5,07
1,4	1,96	2,94	3,92	5,88
1,5	2,25	3,38	4,50	6,75
1,6	2,56	3,84	5,12	7,68
1,7	2,89	4,34	5,78	8,67
1,8	3,24	4,86	6,48	9,72
1,9	3,61	5,42	7,22	10,83
2,0	4,00	6,00	8,00	12,00
2,1	4,41	6,62	8,82	13,23
2,2	4,84	7,26	9,68	14,52
2,3	5,29	7,94	10,58	15,87
2,4	5,76	8,64	11,52	17,28
2,5	6,25	9,38	12,50	18,75
2,6	6,76	10,14	13,52	20,28
2,7	7,29	10,94	14,58	21,87
2,8	7,84	11,76	15,68	23,52
2,9	8,41	12,62	16,82	25,23
3,0	9,00	13,50	18,00	27,00

Kraavi sügavus m	Kraavi põhjalaius m																																Kraavi sügavus m
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	
0,1	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	0,1
0,15	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,09	0,10	0,12	0,14	0,15	0,18	0,21	0,24	0,27	0,30	0,38	0,45	0,52	0,60	0,68	0,75	0,90	1,05	1,20	1,35	1,50	1,65	1,80	1,95	2,10	2,25	0,15
0,2	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,24	0,28	0,32	0,36	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	0,2
0,25	0,03	0,05	0,08	0,10	0,12	0,15	0,18	0,20	0,22	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,62	0,75	0,88	1,00	1,12	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	0,25
0,3	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21	0,24	0,27	0,30	0,36	0,42	0,48	0,54	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	1,35	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,30	3,60	3,90	4,20	4,50	0,3
0,35	0,04	0,07	0,10	0,14	0,18	0,21	0,24	0,28	0,32	0,35	0,42	0,49	0,56	0,63	0,70	0,88	1,05	1,22	1,40	1,58	1,75	2,10	2,45	2,80	3,15	3,50	3,85	4,20	4,55	4,90	5,25	0,35
0,4	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28	0,32	0,36	0,40	0,48	0,56	0,64	0,72	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,40	2,80	3,20	3,60	4,00	4,40	4,80	5,20	5,60	6,00	0,4
0,45	0,05	0,09	0,14	0,18	0,22	0,27	0,32	0,36	0,40	0,45	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	1,12	1,35	1,58	1,80	2,02	2,25	2,70	3,15	3,60	4,05	4,50	4,95	5,40	5,85	6,30	6,75	0,45
0,5	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50	0,5
0,55	0,06	0,11	0,16	0,22	0,28	0,33	0,38	0,44	0,50	0,55	0,66	0,77	0,88	0,99	1,10	1,38	1,65	1,92	2,20	2,48	2,75	3,30	3,85	4,40	4,95	5,50	6,05	6,60	7,15	7,70	8,25	0,55
0,6	0,06	0,12	0,18	0,24	0,30	0,36	0,42	0,48	0,54	0,60	0,72	0,84	0,96	1,08	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,60	4,20	4,80	5,40	6,00	6,60	7,20	7,80	8,40	9,00	0,6
0,65	0,07	0,13	0,20	0,26	0,32	0,39	0,46	0,52	0,58	0,65	0,78	0,91	1,04	1,17	1,30	1,62	1,95	2,28	2,60	2,92	3,25	3,90	4,55	5,20	5,85	6,50	7,15	7,80	8,45	9,10	9,75	0,65
0,7	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,56	0,63	0,70	0,84	0,98	1,12	1,26	1,40	1,75	2,10	2,45	2,80	3,15	3,50	4,20	4,90	5,60	6,30	7,00	7,70	8,40	9,10	9,80	10,50	0,7
0,75	0,08	0,15	0,22	0,30	0,38	0,45	0,52	0,60	0,68	0,75	0,90	1,05	1,20	1,35	1,50	1,88	2,25	2,62	3,00	3,38	3,75	4,50	5,25	6,00	6,75	7,50	8,25	9,00	9,75	10,50	11,25	0,75
0,8	0,08	0,16	0,24	0,32	0,40	0,48	0,56	0,64	0,72	0,80	0,96	1,12	1,28	1,44	1,60	2,00	2,40	2,80	3,20	3,60	4,00	4,80	5,60	6,40	7,20	8,00	8,80	9,60	10,40	11,20	12,00	0,8
0,85	0,09	0,17	0,26	0,34	0,42	0,51	0,60	0,68	0,76	0,85	1,02	1,19	1,36	1,53	1,70	2,12	2,55	2,98	3,40	3,82	4,25	5,10	5,95	6,80	7,65	8,50	9,35	10,20	11,05	11,90	12,75	0,85
0,9	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	1,08	1,26	1,44	1,62	1,80	2,25	2,70	3,15	3,60	4,05	4,50	5,40	6,30	7,20	8,10	9,00	9,90	10,80	11,70	12,60	13,50	0,9
0,95	0,10	0,19	0,28	0,38	0,48	0,57	0,66	0,76	0,86	0,95	1,14	1,33	1,52	1,71	1,90	2,38	2,85	3,32	3,80	4,28	4,75	5,70	6,65	7,60	8,55	9,50	10,45	11,40	12,35	13,30	14,25	0,95
1,0	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	1,0
1,1	0,11	0,22	0,33	0,44	0,55	0,66	0,77	0,88	0,99	1,10	1,32	1,54	1,76	1,98	2,20	2,75	3,30	3,85	4,40	4,95	5,50	6,60	7,70	8,80	9,90	11,00	12,10	13,20	14,30	15,40	16,50	1,1
1,2	0,12	0,24	0,36	0,48	0,60	0,72	0,84	0,96	1,08	1,20	1,44	1,68	1,92	2,16	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80	5,40	6,00	7,20	8,40	9,60	10,80	12,00	13,20	14,40	15,60	16,80	18,00	1,2
1,3	0,13	0,26	0,39	0,52	0,65	0,78	0,91	1,04	1,17	1,30	1,56	1,82	2,08	2,34	2,60	3,25	3,90	4,55	5,20	5,85	6,50	7,80	9,10	10,40	11,70	13,00	14,30	15,60	16,90	18,20	19,50	1,3
1,4	0,14	0,28	0,42	0,56	0,70	0,84	0,98	1,12	1,26	1,40	1,68	1,96	2,24	2,52	2,80	3,50	4,20	4,90	5,60	6,30	7,00	8,40	9,80	11,20	12,60	14,00	15,40	16,80	18,20	19,60	21,00	1,4
1,5	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	1,35	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,75	4,50	5,25	6,00	6,75	7,50	9,00	10,50	12,00	13,50	15,00	16,50	18,00	19,50	21,00	22,50	1,5
1,6	0,16	0,32	0,48	0,64	0,80	0,96	1,12	1,28	1,44	1,60	1,92	2,24	2,56	2,88	3,20	4,00	4,80	5,60	6,40	7,20	8,00	9,60	11,20	12,80	14,40	16,00	17,60	19,20	20,80	22,40	24,00	1,6
1,7	0,17	0,34	0,51	0,68	0,85	1,02	1,19	1,36	1,53	1,70	2,04	2,38	2,72	3,06	3,40	4,25	5,10	5,95	6,80	7,65	8,50	10,20	11,90	13,60	15,30	17,00	18,70	20,40	22,10	23,80	25,50	1,7
1,8	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26	1,44	1,62	1,80	2,16	2,52	2,88	3,24	3,60	4,50	5,40	6,30	7,20	8,10	9,00	10,80	12,60	14,40	16,20	18,00	19,80	21,60	23,40	25,20	27,00	1,8
1,9	0,19	0,38	0,57	0,76	0,95	1,14	1,33	1,52	1,71	1,90	2,28	2,66	3,04	3,42	3,80	4,75	5,70	6,65	7,60	8,55	9,50	11,40	13,30	15,20	17,10	19,00	20,90	22,80	24,70	26,60	28,50	1,9
2,0	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,40	2,80	3,20	3,60	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00	20,00	22,00	24,00	26,00	28,00	30,00	2,0
2,1	0,21	0,42	0,63	0,84	1,05	1,26	1,47	1,68	1,89	2,10	2,52	2,94	3,36	3,78	4,20	5,25	6,30	7,35	8,40	9,45	10,50	12,60	14,70	16,80	18,90	21,00	23,10	25,20	27,30	29,40	31,50	2,1
2,2	0,22	0,44	0,66	0,88	1,10	1,32	1,54	1,76	1,98	2,20	2,64	3,08	3,52	3,96	4,40	5,50	6,60	7,70	8,80	9,90	11,00	13,20	15,40	17,60	19,80	22,00	24,20	26,40	28,60	30,80	33,00	2,2
2,3	0,23	0,46	0,69	0,92	1,15	1,38	1,61	1,84	2,07	2,30	2,76	3,22	3,68	4,14	4,60	5,75	6,90	8,05	9,20	10,35	11,50	13,80	16,10	18,40	20,70	23,00	25,30	27,60	29,90	32,20	34,50	2,3
2,4	0,24	0,48	0,72	0,96	1,20	1,44	1,68	1,92	2,16	2,40	2,88	3,36	3,84	4,32	4,80	6,00	7,20	8,40	9,60	10,80	12,00	14,40	16,80	19,20	21,60	24,00	26,40	28,80	31,20	33,60	36,00	2,4
2,5	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	6,25	7,50	8,75	10,00	11,25	12,50	15,00	17,50	20,00	22,50	25,00	27,50	30,00	32,50	35,00	37,50	2,5
2,6	0,26	0,52	0,78	1,04	1,30	1,56	1,82	2,08	2,34	2,60	3,12	3,64	4,16	4,68	5,20	6,50	7,80	9,10	10,40	11,70	13,00	15,60	18,20	20,80	23,40	26,00	28,60	31,20	33,80	36,40	39,00	2,6
2,7	0,27	0,54	0,81	1,08	1,35	1,62	1,89	2,16	2,43	2,70	3,24	3,78	4,32	4,86	5,40	6,75	8,10	9,45	10,80	12,15	13,50	16,20	18,90	21,60	24,30	27,00	29,70	32,40	35,10	37,80	40,50	2,7
2,8	0,28	0,56	0,84	1,12	1,40	1,68	1,96	2,24	2,52	2,80	3,36	3,92	4,48	5,04	5,60	7,00	8,40	9,80	11,20	12,60	14,00	16,80	19,60	22,40	25,20	28,00	30,80	33,60	36,40	39,20	42,00	2,8
2,9	0,29	0,58	0,87	1,16	1,45	1,74	2,03	2,32	2,61	2,90	3,48	4,06	4,64	5,22	5,80	7,25	8,70	10,15	11,60	13,05	14,50	17,40	20,30	23,20	26,10	29,00	31,90	34,80	37,70	40,60	43,50	2,9
3,0	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,60	4,20	4,80	5,40	6,00	7,50	9,00	10,50	12,00	13,50	15,00	18,00	21,00	24,00	27,00	30,00	33,00	36,00	39,00	42,00	45,00	3,0

L. Rinne, Maaparanduse alused. Põllutööministeeriumi väljaanne.



Ganguillet ja Kutteri valemi graafiline kujutis.

$$c = \left[\frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{J}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}} \right]$$

1) Antud R, J, n; leida c.

R abstsisside teljel joonte n J lõikepunktiga sirgjooneliselt ühendada. Saadud sirgjoon lõikub ordinaatide teljel, andes sääl c väärtuse.

2) Antud c, J, n; $R = ?$

n joone ja J kõvera lõikepunkti ühendades ordinaatide teljel punkt c-ga, pikendades saadud sirgjoont kuni abstsisside teljeni, saame $\sqrt{R}$ väärtuse.

3) Antud c, R, n; $J = ?$

Punkt R abstsisside teljel ja punkt c ordinaatide teljel ühendades ja saadud joont pikendades antud n jooneni, leiame J väärtuse.

4) Antud J, R, c; $n = ?$

Punkt R abstsisside teljel ühendades punktiga c ordinaatide teljel, saame sirgjoone, mis pikendatud J jooneni näitab siin n suurust.

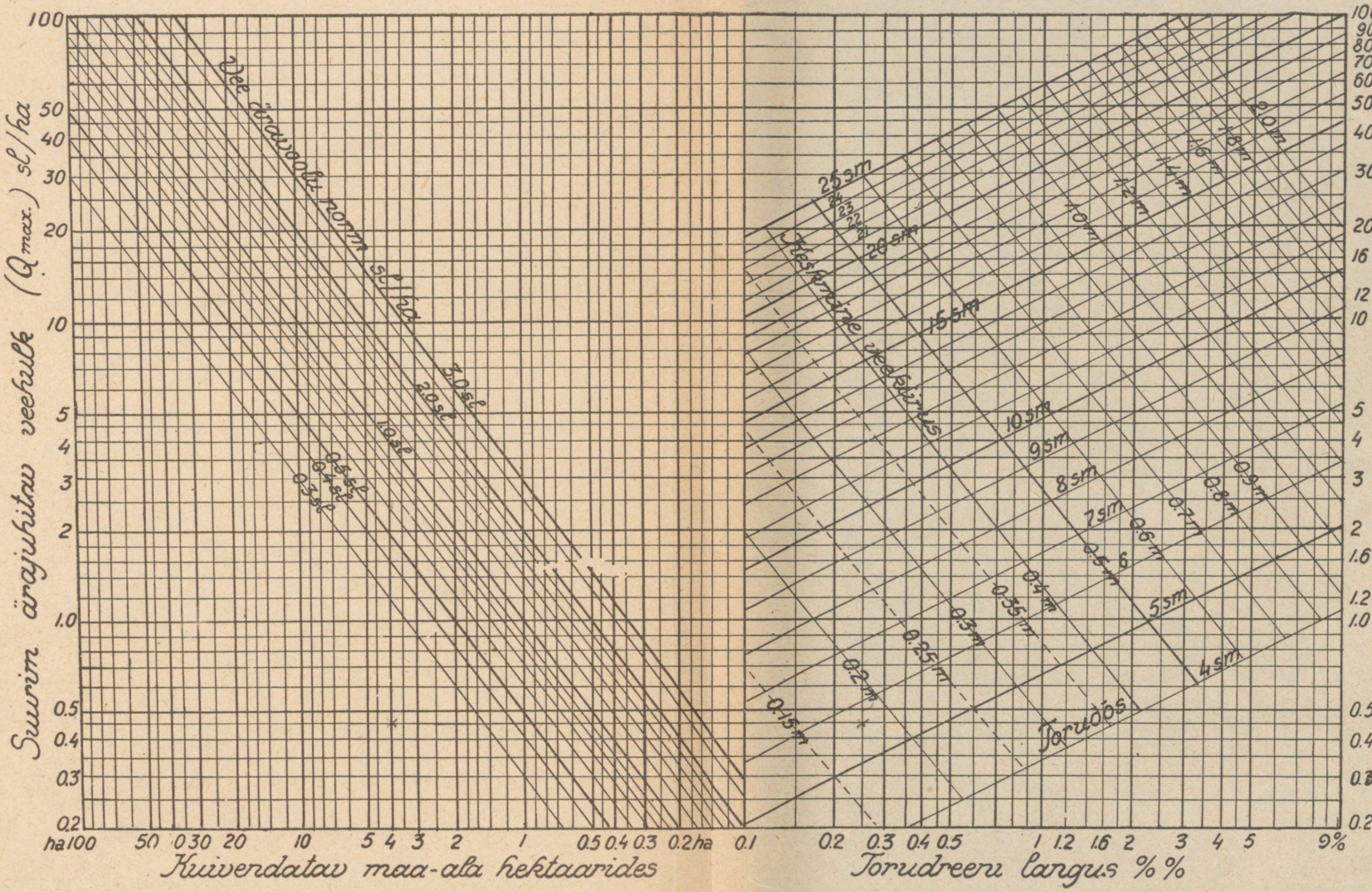
R	√R	R	√R	R	√R	R	√R	R	√R	R	√R	R	√R	R	√R	R	√R	R	√R	R	√R	R	√R
0,01	0,100	0,21	0,459	0,41	0,640	0,62	0,79	1,02	1,01	1,42	1,19	1,82	1,35	2,22	1,49	2,62	1,62	3,10	1,76	5,10	2,26	7,10	2,66
0,02	0,141	0,22	0,470	0,42	0,648	0,64	0,80	1,04	1,02	1,44	1,20	1,84	1,36	2,24	1,50	2,64	1,62	3,20	1,79	5,20	2,28	7,20	2,68
0,03	0,173	0,23	0,480	0,43	0,656	0,66	0,81	1,06	1,03	1,46	1,21	1,86	1,36	2,26	1,50	2,66	1,63	3,30	1,82	5,30	2,30	7,30	2,70
0,04	0,200	0,24	0,490	0,44	0,663	0,68	0,82	1,08	1,04	1,48	1,22	1,88	1,37	2,28	1,51	2,68	1,64	3,40	1,84	5,40	2,32	7,40	2,72
0,05	0,224	0,25	0,500	0,45	0,671	0,70	0,84	1,10	1,05	1,50	1,22	1,90	1,38	2,30	1,52	2,70	1,64	3,50	1,87	5,50	2,35	7,50	2,74
0,06	0,245	0,26	0,510	0,46	0,678	0,72	0,85	1,12	1,06	1,52	1,23	1,92	1,39	2,32	1,52	2,72	1,65	3,60	1,90	5,60	2,37	7,60	2,76
0,07	0,265	0,27	0,520	0,47	0,686	0,74	0,86	1,14	1,07	1,54	1,24	1,94	1,39	2,34	1,53	2,74	1,66	3,70	1,92	5,70	2,39	7,70	2,77
0,08	0,283	0,28	0,529	0,48	0,693	0,76	0,87	1,16	1,08	1,56	1,25	1,96	1,40	2,36	1,54	2,76	1,66	3,80	1,95	5,80	2,41	7,80	2,79
0,09	0,300	0,29	0,539	0,49	0,700	0,78	0,88	1,18	1,09	1,58	1,26	1,98	1,41	2,38	1,54	2,78	1,67	3,90	1,97	5,90	2,43	7,90	2,81
0,10	0,316	0,30	0,548	0,50	0,707	0,80	0,89	1,20	1,10	1,60	1,26	2,00	1,41	2,40	1,55	2,80	1,68	4,00	2,00	6,00	2,45	8,00	2,83
0,11	0,332	0,31	0,557	0,51	0,714	0,82	0,91	1,22	1,10	1,62	1,27	2,02	1,42	2,42	1,56	2,82	1,68	4,10	2,02	6,10	2,47	8,10	2,85
0,12	0,346	0,32	0,566	0,52	0,721	0,84	0,92	1,24	1,11	1,64	1,28	2,04	1,43	2,44	1,56	2,84	1,69	4,20	2,05	6,20	2,49	8,20	2,86
0,13	0,361	0,33	0,575	0,53	0,728	0,86	0,93	1,26	1,12	1,66	1,29	2,06	1,44	2,46	1,57	2,86	1,69	4,30	2,07	6,30	2,51	8,30	2,88
0,14	0,376	0,34	0,583	0,54	0,735	0,88	0,94	1,28	1,13	1,68	1,30	2,08	1,44	2,48	1,57	2,88	1,70	4,40	2,10	6,40	2,53	8,40	2,90
0,15	0,387	0,35	0,592	0,55	0,742	0,90	0,95	1,30	1,14	1,70	1,30	2,10	1,45	2,50	1,58	2,90	1,70	4,50	2,12	6,50	2,55	8,50	2,92
0,16	0,400	0,36	0,600	0,56	0,748	0,92	0,96	1,32	1,15	1,72	1,31	2,12	1,46	2,52	1,59	2,92	1,71	4,60	2,14	6,60	2,57	8,60	2,93
0,17	0,412	0,37	0,608	0,57	0,755	0,94	0,97	1,34	1,16	1,74	1,32	2,14	1,46	2,54	1,59	2,94	1,71	4,70	2,17	6,70	2,59	8,70	2,95
0,18	0,424	0,38	0,616	0,58	0,762	0,96	0,98	1,36	1,17	1,76	1,33	2,16	1,47	2,56	1,60	2,96	1,72	4,80	2,19	6,80	2,61	8,80	2,97
0,19	0,436	0,39	0,624	0,59	0,768	0,98	0,99	1,38	1,18	1,78	1,33	2,18	1,48	2,58	1,61	2,98	1,73	4,90	2,21	6,90	2,63	8,90	2,98
0,20	0,447	0,40	0,632	0,60	0,775	1,00	1,00	1,40	1,18	1,80	1,34	2,20	1,48	2,60	1,61	3,00	1,73	5,00	2,24	7,00	2,65	9,00	3,00

L. Rinne, Maaparanduse alused. Põllutööministeeriumi väljaanne.

Tabel dreenitorude suuruste leidmiseks.

Tarvitamisnäide: Kui meie kuivendatav maa-ala on 4 ha suur, dreeniga ärajuhitiva vee äravoolu-norm 0,60 sl/ha, kogujadreeni langus 0,25%, siis võime leida graafilisel teel kogujadreeni suuruse järgmiselt:

Veeäravoolu-normile — 0,6 sl/ha — vastavat joont pahempoolses tabeli osas kuni kuivendatava maa-ala suurust — 4 ha — näitava vertikaal-joone lõikepunktini jälgides, lähme horisontaal suunas paremale kuni torudreeni langust — 0,25% — kujutava jooneni. Vaatame, missugusele paremale ülesse minevale, toru jämedust kujutavale joonele on saadud lõikepunkt kõige lähemal, nii leiamegi õige torujämeduse. Praeguse näite juures — 10 sm (4 tolli).



L. Rinne, Maaparanduse alused. Põllutööministeeriumi väljaanne.