

TEEALADE KUIVENDUSE PROJEKTEERIMISE JUHEND

Leping 25.02.02.a "Teealade kuivenduse projekteerimise
juhendi väljatöötamine"

Tellijaja: Maanteeamet

TÄITJA: FIE ANTS VAIMEL

Tallinn, mai 2002

EESTI PÕLLUMAJANDUSÜLIKOOL
VEEMAJANDUSE INSTITUUT

Tellija: FIE ANTS VAIMEL

TEEALADE KUIVENDUSE PROJEKTEERIMISE JUHENDI VÄLJATÖÖTAMINE

Uurimistöö aruanne

Täitjad: Professor Koit Alekand

Toomas Timmusk

Tartu 2002

Sisukord

SELETUSKIRI	4
TEEALADE KUIVENDUSE PROJEKTEERIMISE JUHEND.....	6
1. ÜLDOSA.....	6
2. LÄHTEANDMETIK.....	6
2.1. Teealade veega toitumise tüübid	6
2.2. Maaparanduslik pinnaste klassifikatsioon ja mulla liigniiskustastmed.....	6
2.3. Kuivendusotstarbelised väliuurimised.....	9
2.3.1. Vajalik andmestik.....	9
2.3.2. meetodilised soovitused.....	10
3. KUIVENDUSRAJATISTE PROJEKTEERIMINE	12
3.1. Lähtetingimused.....	12
3.1.1. Kuivendusnorm.....	12
3.1.2. Kuivendusrajatiste piirparameetrid.....	12
3.1.3. Keskkonnatingimused.....	12
3.2. Süsteemi projekteerimine	12
3.3. Drenaaži hüdrauliline arvutus	18
3.4. Eevool.....	20
4. KONSTRUKTSIOONID JA MATERJALID	22
4.1. Kuivendusdreen	22
4.2. Piirdedreen	23
4.3. Kihtdrenaaž	24
4.4. Võimendiga drenaaž	24
4.5. Kaevud.....	25
4.6. Filter- ja kattematerjalid	26
4.6.1. Üldnõuded filtermaterjalidele	26
4.6.2. Kruus filtermaterjalina	26
4.6.2. Üldnõuded kattematerjalidele	27
5. TEEALA KUIVENDUSPROJEKT	28
5.1. Projekteerimise lähteülesane.....	28
5.2. Projekti menetlemine	28
5.3. Projekti koosseis	28
KASUTATUD KIRJANDUS	29

SELETUSKIRI

“Teeala kuivenduse projekteerimise juhend” koostamise kohta

Juhend on koostatud vastavalt FIE Ants Vaimeli ja Eesti Põllumajandusülikooli vahel sõlmitud töövõtulepingule.

Töö täitjateks olid emeriitprof. Koit Alekand ja mag. Toomas Timmusk EPMÜ veemajanduse instituudist.

Juhendi koostamisel on arvestatud järgmisi lähteseisukohti:

1. juhend on abimaterjal teehitusala insenerile, kellel pole piisavaid praktilisi kogemusi ja süvateadmisi maaparandusliku projekteerimise ning väliuurimiste alal;
2. pikaajaliste uurimistöde ning ulatuslike praktiliste kogemuste põhjal põllu- ja metsamaade kuivendamisel on välja kujunenud omaette eesmärkide ja mõistete süsteem ning praktiliselt kontrollitud lubatavad üldistuste astmed kuivendusrajatiste projekteerimisel;
3. teede projekteerimisel kuivendatud maadele on olemasolevad kuivendusprojekti väliuurimismaterjalid olulises osas kasutatavad ka teede projekteerimisel;
4. osa teede projekteerimise normides ja nõuetes määratletud kategooriatest, näiteks pinnaste klassifikatsioon ja niiskuspakkonnad pole ilma lisauuringuteta täpselt ülekantavad senini kasutatud vastavatesse maaparandusalastesse kategooriatesse.

Sellepärast on käesoleva juhendi esimeses osas küllalt ulatuslikult kirjeldatud maaparanduslikke mõisteid, klassifikatsioone ning nende määramise aluseid.

Võrreldes tavakuivendusega on teealade kuivenduse eripäraks valdavalt pinnasevee juurdevoolu äralõikamine teealasse, mitte selle taseme alandamine piirdedreenide vahel. Viimatinimetatud ülesanne esineb vaid survepõhjaveega toituvatel aladel. Seetõttu pole teealade kuivendamisel niivõrd oluline liigniiskuse aste, juurdevoolu suurus ja ka pinnasevee tase väljaspool piirdedreene külmumiseelsel perioodil (niiskuspakkond), vaid ala vee- ja toitumise tüüp (juurdevoolu suund). Sellest tingituna on juhendis ka teeala kuivendusvõimalusi käsitletud toitumistüüpide lõikes.

Veel mõningaid konkreetseid selgitusi:

- Juhendis on käsitletud n.ö. tüüpolukordi. Loodulike tingimuste suure varieeruvuse tõttu võib esineda ka väga erinevaid olukordi, mille lahendamine tuleb anda kompetentsetele veemajandusinseneridele.
- Kuivendusrajatiste ehitamisel on omad ehitustehnoloogilised piirid, mistõttu tuleb vajaliku kuivendusnormi tagamiseks vahel muuta ka tee ehituslikke parameetreid, nagu mulde kõrgust ja võib olla ka tee trassi, näiteks vältimaks survepõhjaveega toituvat ala.
- Arvestades raskemaid tingimusi teeala kuivendusdreenide rikete kõrvaldamisel on juhendis ette nähtud, analoogiliselt parkide kuivendusele, дренаaži võrksüsteem (pikidreenide regulaarne ühendamine põiktorudega), mis säilitab süsteemi toimimisvõime ka üksikute drenirikete puhul (ümbervoolu võimalus).
- Eestis kasutatavad kuivenduse projekteerimise normid pärinevad 80-ndate

aastate lõpust ja käsitlevad valdavalt põllumajanduslikku drenaaži.

- Käesolevas juhendis on võetud pinnaste klassifitseerimisel paralleelselt kasutusele ka varem kehtinud jaotus. Selle põhjendus on alljärgnev.

Haritavast maast 60% ehk 650 tuhande ha kohta on olemas 1:2000 mõõtkavas pinnaskaardid sondeerimisvahega 100 m. Ka kuivendatud riigimetsamaa kohta on pinnase uurin-gute plaanid mõõtkavas 1:10000. Kuivenduse projekteerimise käigus tehtud pinnaseuurin-gute plaanidel ja mullakaartidel on välja toodud pinnasekihtide nimetused, mille veejuhti-vusomaduste kohta on aastate jooksul kogunenud palju teavet. Nende kasutamine võimal-dab vähendada projekteerimiskulusid ja kasutada kuivenduse projekteerimiseks olemas-olevat informatsiooni ja juhendeid (eeskätt andmeid pinnase veejuhtivuse kohta).

Maaparanduses on võetud pinnaste klassifikatsiooni aluseks 0,01mm (nn füüsikalise savi sisaldus), mis on olnud kriteeriumiks pinnase klassifitseerimisel: liiv, saviliiv, kerge liivsa-vi jne. See ei sobi kokku EPN-ENV 7.1 lisa 9, kus peenpinnaste piiriks on 0,06mm. Mit-med uurijad on näidanud, et pinnase nimetuste ülekandmine ühest süsteemist teise ilma sõelkõvera andmete võrdlemiseta ei ole võimalik.

Juhendis ei ole kasutatud mõistet muld. Ehituses kasutatakse mõistet pinnas, millele või millesse rajatakse ehitised. Mullateadlased (ka kuivenduse projekteerimise juhendid) eris-tavad mõistet muld, mis koosneb huumushorisondist (keskmiselt 20-30 cm) ja selle all ku-ni 1 m ulatuses lasuvatest eri horisontidest kuni mulla lähtekivimini, mis on taime kasvu-keskkond. Mullatekke protsess liigniiskes keskkonnas on gleistumine ja turvastumine. Eesti mullateadlased on pikaajaliste uuringutega sidunud gleistumistunnused pinnase vee-sisaldusega, täpsemalt selle režiimiga. See annab võimaluse loobuda pinnase veebilansi uuringutest (mis on Eesti väga kireva ja heterogeense pinnase puhul komplitseeritud) ja kasutada selle iseloomustamiseks kaudseid tunnuseid – gleistumisastmeid.

Ehitusmaterjale ja konstruktsioone on käsitletud põgusalt viidates vastavatele olemasole-vatele juhenditele.

TEEALADE KUIVENDUSE PROJEKTEERIMISE JUHEND

1. ÜLDOSA

Teealade kuivenduse projekteerimise juhend (edaspidi “Juhend”) käsitleb kuivendusrajatiste projekteerimist pinnase- ja põhjaveetaseme alandamiseks muldkeha aluspinnases 2. ja 3. niiskuspaikkonna tüüpi maanteelõikudel.

Juhendi koostamise aluseks on viljelusmaade kuivenduse alal tehtud varasemate uurimiste tulemused ja nende põhjal koostatud juhendid [5, 6].

Sellest tulenevalt on käesolevas juhendis kasutatud mõisteid järgmises tähenduses:

- kuivendusnorm – kuivendusega saavutatud minimaalne pinnase- ja põhjaveetaseme sügavus;
- kuivendusdreen – dreen pinnase- ja põhjaveetaseme alandamiseks;
- piirdedreen – erikonstruktsiooniga dreen pealevoolava pinnasevee äralõikamiseks;
- võimenditega dreen – iseveolsete vertikaaldreenidega täiendatud kuivendusdreen;
- kuivendusrajatised – kraavid, dreenid, veeviimarid;
- veega toitumise tüüp – loodusliku juurdevoolu tüüp kuivendatavale alale;
- vettkandev kiht – pinnaseveest vähemläbilaskva pinnasekihiga eraldatud läbilaskvam pinnasekiht, kus põhjavesi on survealine.

2. LÄHTEANDMESTIK

Teealade kuivenduse projekteerimisel on kasutatavad kõik varasemad mullastikulised, geoloogilised ja hüdrogeoloogilised uurimistulemused, kuivendusvõrguga põllu- ja metsamaadel vastava projekti koostamise väliuurimistulemused.

2.1. Teealade veega toitumise tüübid

Teealade toitumistüübid ja nende puhul põhimõtteliselt rakendatavad kuivendusviisid on esitatud tabelis 2.1. Täpsemalt tuleb hüdrogeoloogiliste uurimistega piiritleda survealise põhjaveega toituv ala ja määrata survekõrgus vettkandvas kihis (vt. p. 3.2).

2.2. Maaparanduslik pinnaste klassifikatsioon ja mulla liigniiskustastmed

Kuivenduse projekteerimiseks määratakse väliuurimistel lisaks pinnase uuringule ka pinnasekihtide veejuhtivus.

Olemasolevate (varem määratud) piisavate ja usaldusväärsete pinnaseuuringu väliandmete korral võib kasutada veejuhtivuse hindamiseks kasutusel olnud klassifikatsiooni alusel määratud pinnaste nimetusi ning nende keskmisi veejuhtivusi. Maaparanduslike väliuurimismaterjalide kasutamisel tuleb arvestada tabelis 2.2 esitatud pinnaste klassifikatsiooniga ja nende kasutatavate tähistega.

Tabel 2.1. Teealade veega toitumise tüübid ja vastavad kuivendusviisid

Toitumistüüp	Põhjus	Esinemisala, tunnused	Ohtlikus	Kuivendusviis
I Pinnaveeline toide	Kõrge veeseis suublas (jões, meres) -	Lammialad, rannikumadalikud. Puittaimed, eriti okaspuud puuduvad, rohurindes tarnad, paelrohi, varsakabi jt.	Pinnase külmumis-perioodil vähetõenäoline	Kraavid vee tagasi-juhtimiseks ülejutuse taandumisel
Ia – tulvaveega	pole välditav teeala kuivendusrajatistega;			
Ib- sadeveega	Sadevete kokkuvool	Ulatuslikud haritavad nõlvad raskemates pinnastes	Pinnase külmumis-perioodil vähetõenäoline	Äravoolukraavid
II – väheliikuva pinnasevee toide	Seisva või väheliikuva pinnasevee kõrge tase	Madalikud, reljeefilohud, nõlvaalused tasandikud, kus vettpidava sügavama kihi pinnareljeef takistab pinnasevee äravoolu ja imbumist sügavamatesse kihtidesse	Sõltub pinnaseveetaseme sügavusest	Piirdedrenaaz
III Pealevalguv pinnaseveetoide	Maapinna langusuunaline pinnasevee juurdevool	Eriliste hüdrooloogiliste tingimustega nõlvaalad; turbakiht või turvastunud muld pinnavee heade äravoolutingimustega nõlvadel, nõlvaallikad, taimkate liigirikas, puurindes sanglepp	Liigvee pidev juurdevool	Pinnasevee liikumis-suunaga lõikuv piirdedrenaaz
Survelise põhjaveetoide	Surveline põhjavesi sügavamates vettkandvates kihtides	Kõrgustike äärealadel sõltumata maapinna reljeefist; alaline liigniiskus, geoloogiliste “akende” kohal tõusuallikad, allikasood	Liigvee pidev juurdevool, põhjaveetaseme tõusuvõimalus teemuldesse, s.o. kõrgemale maapinnast	Drenaaz, võimenditega drenaaz, teemulde suurem kõrgus

Märkus: valdavalt on praktikas tegemist segatoitumisega, kus liigniiskuse tunnused määrab domineeriv toitumistüüp

Klassifikatsiooni aluseks on alla 0,01 mm läbimõõduga osakeste protsent. Tabelis toodud veejuhtivuse andmed iseloomustavad antud pinnasegrupi keskmisi ja neid võib kasutada kui uurimistega pole määratud teisiti.

Tolmjates või tihenened pinnastes on vajalik veejuhtivuse määramine.

Tabel 2.2. Maaparanduslik pinnaste klassifikatsioon

Nimetus	Tähis	Alla 0,01 mm osakeste %	Arvutuslik filtratsioonimoodul k (m/ööp)
Savi	S	≤ 60	0,04
Raske liivsavi	l''S	45	0,1
Keskmine liivsavi	l'S	35	0,2
Kerge liivsavi	l'S	25	0,4
Saviliiv	sL	15	0,6
Peenliiv	xL	5	1,0
Keskliiv	yL	5	1,6
Jämeliiv	zL	5	2,7
Kruus	Kr		
Turvas: vähelagunenud (≤ 25%)	T		
- Sfagnumturvas			0,7-1,7
- Tarnaturvas			1,7-5
Turvas: keskmiselt lagunenud (20-50%)	T		
- Sfagnumturvas			0,08-0,16
- Tarnaturvas			0,16-0,7

Hinnanguliselt määratud pinnase täiendavaid omadusi tähistatakse:

- α - tolmjas pinnas (αsL – tolmjas saviliiv);
kr - kruusane pinnas (krl''S – kruusane keskmine liivsavi);
r - rähkne pinnas (rl'S – rähkne kerge liivsavi).

Pinnase profiil tähistatakse “valemi” kujul pinnase tähistete ja kihi sügavuste reana, näiteks:

- hsL20 sL40l''S90 krl''S200+, mis tähenda: huumuslik saviliiv 20 cm sügavuseni jne kuni kruusane keskmine liivsavi üle sondeerimissügavuse (2 m);
- T 60/50 x L200+ - turvas lagunemisastmega 50% sügavuseni 60 cm ja peenliiv üle sondeerimissügavuse.

Pinnaste liigniiskuse aste määratakse mineraalpinnastel gleistumistunnuste ja turbamaadel veega toitumise intensiivsuse alusel. Mineraalpinnase liigniiskuse aste määratakse pinnaseprofiili morfoloogiliste tunnust, huumushorisoni orgaanilise aine sisalduse ja indikaatoritaimede järgi. Turbamaad jagatakse liigniiskuse astmetesse kogemusliku grupeerumise alusel, arvestades äravoolu mõõtmisandmeid. Põhjendatud vajaduse korral tuleb hankida täiendavaid andmeid hüdrogeoloogilise uurimise teel. Seos pinnase liigniiskuse astme ja teedehituse niiskuspaikkonna tüüpide vahel on toodud tabelis 2.3.

Tabel 2.3. Kuivendatavate pinnaste liigniiskuse astmed

Tähis	Nimetus	Kirjeldus	Niiskuspaikkonna tüüp
(g)	Gleistumistunnustega pinnas	Nõrgad liigniiskuse tunnused	1.
g _I	Nõrgalt gleistunud pinnas	Niiske pinnas	
g _{II}	Tugevalt gleistunud pinnas	Väga niiske pinnas	2.
G	Gleipinnas	Märg pinnas	
G _I	Turvastunud või kõduhorisondiga gleipinnas	Väga märg pinnas	3.
M _I	Põhjaveest nõrgalt toituv madal soo	Äravoolunorm kuni 12 l/(s · km ²)	
M _{II}	Põhjaveest keskmiselt toituv madal soo	Äravoolunorm 20 l/(s · km ²)	
M _{III}	Põhjaveest tugevalt toituv madal soo	Äravoolunorm 30 l/(s · km ²)	

Maaparanduslikul pinnase uurimisel piiritletakse III ja II toitumistüübiga alade, ühisnime-tajaga "allikaliste alade piir ristikeste reaga (xxxx) ja avastatud allikad kullesekujulise tingmärgiga. Toitumise muud parameetrid tuleb neil aladel määrata hüdrogeoloogiliste uurimistega.

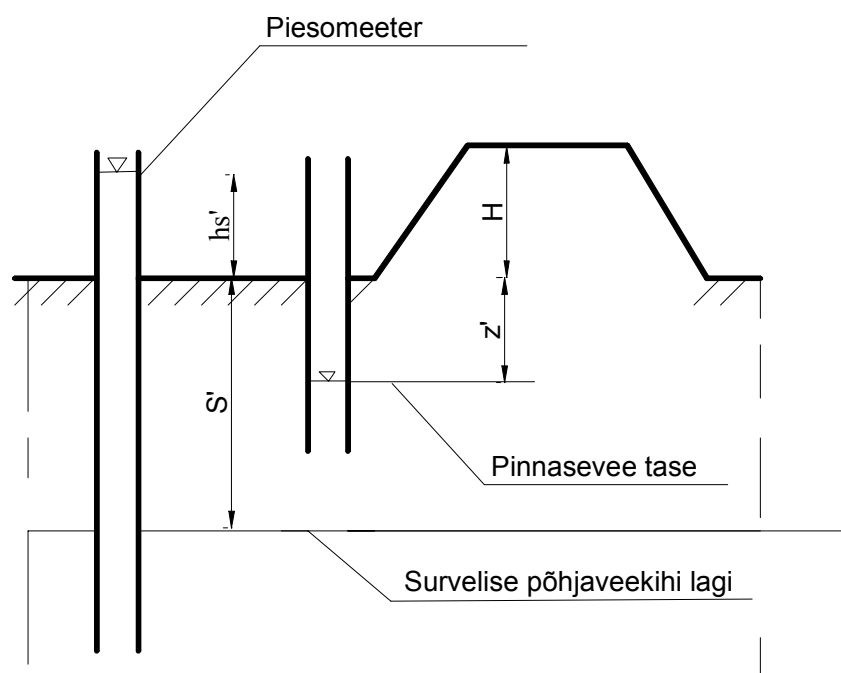
2.3. Kuivendusotstarbelised väliuurimised

2.3.1. Vajalik andmestik

Piisavate varasemate uurimistulemuste puudumisel tuleb väliuuringute maanteetrassil määrata:

- pinnaseprofiil sondeerimissügavusega vähemalt 2 m projekteeritava mulde jalami pinnast, sondpunktide tihedusega üks punkt 100 m kohta; survealise põhjaveega toituvatel aladel määratakse survealise lademe sügavus ja omadused.
- määratleda erinevate toitumistüüpidega trassilõigud;
- hüdrooloogiliste uurimistega:
 - täpsustada allikaliste alade piiri;
 - määrata III toitumistüübil pinnasevee liikumise suund;
 - määrata IV toitumistüübil pinnaseveetaseme sügavus maapinnast (z'), survealise põhjaveekihi sügavus (S) ja survekõrgus (h_s).

Joonisel 2.1 on skemaatiliselt esitatud väliuurimistel ja projekteerimisel määratavad parameetrid. Pinnase ja põhjavee vaatluspuuraukude asend on joonisel 2.1. skemaatiline selgitamiseks mõõdetavaid suurus. Välitöödel puuraukude asend sõltub looduslikest tingimustest: projekteeritava tee ja tasase pinna korral paiknevad puuraukud tee teljel; olemasoleva tee korral võidakse puurida ka tee teljel; nõlval paikneva tee korral ristprofili rajamine sõltub geoloogilistest tingimustest.



Joonis 2.1. Tähiste selgitus

2.3.2. Meetodilised soovitused

Tabelis 2.4. toodud praktilised juhised pinnaseliikide määramisel tagavad selle insenerilahendusteks piisava täpsuse.

Turba lagunemisastet võib ligikaudselt hinnata märja turbatüki surumisega peos. Kui sõrmede vahelt voolab välja vaid mudane vesi, on tegemist vähelagunenud turbaga. Kui sõrmede vahelt tuleb koos veega ca 1/3 turbamassist, on tegemist keskmiselt lagunenud turbaga.

Tabel 2.4. Praktilisi juhiseid savi, liivisavi, saviliiva ja liiva määramiseks välitöödel

Mulla (pinnase-) liik	Mulla (pinnase) omadused			
	Niiskena või kuivana sõrmede vahel hõõrudes	Käte vahel rullimisel*	Märjas (poolvedelas) olekus. Loodusliku niiskuse juures labidaga kaevamisel	Kuivanult, tükkidena
Savi	Niiskena väga ühtlane, libe. Liivateri ei ole tunda. Kuivanult tundub puudrina. Paberile puistatuna jääb koputamisel paberi külge, samuti on sõrmi pulbrist raske puhastada	Märjalt* hõlpus rullida ca 1 mm jämeduseks nõõriks, mis ei murdu ega pragune sõrme ümber painutamisel. Paraja niiskuse juures võib rullida kuni 0,5 mm jämeduseks nõõriks	Väga kleepuv ja määriv. Labida küljest raske eemaldada. Loodusliku niiskuse juures labidaga kaevamisel august väljavisatud tükid jäävad terveks	Väga kõvad tükid. Tüki pind tundub sõrmega hõõrumisel "rasvasena". Haamriga löömisel puruneb teravakandilisteks tükikesteks. Näpuga ei suuda tükikest katki suruda. Küntud põllul kõndimisel ei purune mullatükid jala all
Liivisavi	Niiskena ebaühtlane pulber. Peenikese materjali üldisel foonil on tunda liivaterasid (raskel liivisavil vähem, kergel rohkem). Kuivanult sõrmede vahel hõõrumisel jääb sõrmede külge, kuid on sõrmede küljest hõlpsamini eemaldatav kui savi.	Laseb end nõõriks rullida, mis praguneb või murdub sõrme ümber painutamisel. Paraja niiskuse juures võib rullida kuni 2 mm jämeduseks nõõriks	Sitke, plastiline ja kleepuv, kuid määrib eelmisest vähem. Loodusliku niiskuse puhul labidaga kaevamisel eemaldub viskamisel kergesti labida küljest. Tükid purunevad osalt, kusjuures labida vastu olnud pind on väga sile	Kõvad tükid, kuid purunevad eelmisest kergemini. Murdepinnad savist karedamad, sellel näha liivaterasid. Tükikeste servad teravad, kuid nürinevad hõõrumisel kergesti. Küntud põllul kõndides puruneb kerge liivisavi puhul enamik tükke jala all
Saviliiv	Põhimassi moodustavad liivaterad, mille tõttu tundub karedana. Määrib kätt rohkem kui liiv. Kuivanult hõõrumisel jääb sõrmede külge tolmu, mis on hõlpsasti eemaldatav	Niiskelt võimalik ainult kuulikesi veeretada. Paraja niiskuse juures on võimalik veeretada kuni 3 mm jämeduseks nõõriks, mis murdub painutamisel	Sidusus ja kleepuvus peaaegu puuduvad. Labidaga kaevatud tükid purunevad august välja viskamisel. Labida vastu olnud pind on kare	Tükid purunevad kergesti näppude vahel pigistamisel. Murdepind kare, liivaterade ülekaaluga. Küntud kuivanud mullal kündimisel tundub jala all pehme.
Liiv	Olenevalt terade jämedusest enam või vähem kare. Ei määri kätt	Ei lase end kuulikesteks voolida	Laialivalguv mass. Labidalt visatud tükid pudenevad laiali	Kuivanult tükki ei jää

*Rullimiseks tuleb proov niisutada kuni peaaegu plastilisuse ülempiirini (voolavuse piirini) Atterbergi järi. Sellise niiskuse juures proov läigib ja määrib

3.1. Lähtetingimused

3.1.1. Kuivendusnorm

Kuivendusnorm sõltuvalt töökihi pinnasest on ette antud juhendi "Teede projekteerimise normid ja nõuded" tabelis 3.6. Ülekantuna käesolevas juhendis kasutatavale pinnase klassifikatsioonile ja arvestades teatud tagavaraga võimalikku külmumissügavust, on kuivendusnormi arvutuslikud suurused esitatud tabelis 3.1.

Tabel 3.1. Teealade kuivendusnorm (Z)

Töökihi pinnas	Z (m)
peenliiv (xL), tolmjäs liiv (α L) ja saviliiv (sL)	1,0
kerge liivsavi (α l'S)	1,5
keskmine- ja raske liivsavi (l''S; l'''S)	2,2
savi (S)	2,4

3.1.2. Kuivendusrajatiste piirparameetrid

Teega paralleelselt drenide ja kraavide vahekaugus on määratud tee klassi ja teepinna kõrgusega maapinnast.

Drenide minimaalseks sügavuseks on mineraalpinnastel 1,0 m, varemkuivendatud soodes 1,3 m ja kuivendamata keskmiselt lagunenu turbaga soodes 1,5 m ning vähelagunenud turba puhul 1,7 m.

Dreenitorude minimaalne läbimõõt on 100 mm ja drenide minimaalne lang 2,5‰.

3.1.3. Keskkonnatingimused

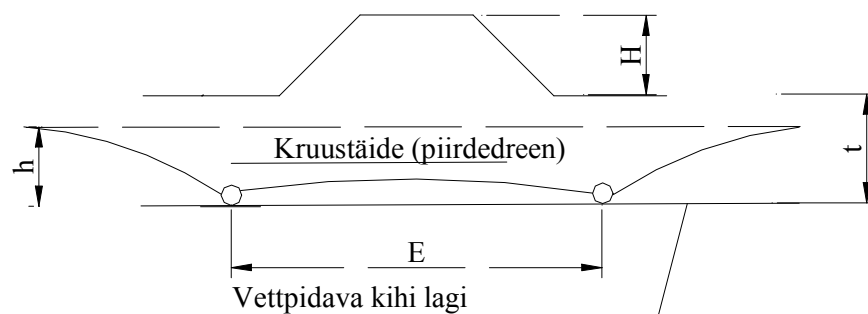
Teela kuivendusvett ei tohi juhtida karstikurisusse ja imbkaevu abil pinnasesse.

3.2. Süsteemi projekteerimine

Kuivendussüsteemi põhilahenduse määrab teela veega toitumise tüüp, segatoitumise korral peamine liigniiskuse põhjus.

- (I) Pinnaveelise toite korral on kõige otstarbekam liigvesi ära juhtida sõltuvalt reljeefitingimustest kas küvettide või kraavidega. Viimased dimensioneeritakse veeviimaritele kehtestatud nõuete kohaselt.
- (II) Pinnaseveelise toite korral tuleb vee juurdevool teelal tõkestada teega paralleelsete piirdedreenidega (joo- (joonis 3.1). Dreenid rajatakse muldekeha

jalamile, I klassi ja kiirteede puhul ka sõidutee vahele.



Joonis 3.1. Dreenide paiknemise skeem seisva surveta pinnaseveelise toitumise korral

Viimasel juhul ühendatakse süsteemi töökindluse suurendamiseks kõik kolm dreeniliini omavahel põiktoruga iga 250 m tagant. Saavutatud kuivendusnorm sõltub dreenide vahekaugusest (tee klassist ja muldkeha kõrgusest) ja sügavusest, kihilistes pinnastes ka suhteliselt vettpidava kihi sügavusest. Suhteliselt vettpidavaks võib lugeda dreenaarži aktiivkihis kaks astet raskema pinnasega kihti. Dreenaarži aktiivkihiks loetakse pinnase pealmist kihti sügavuseni A.

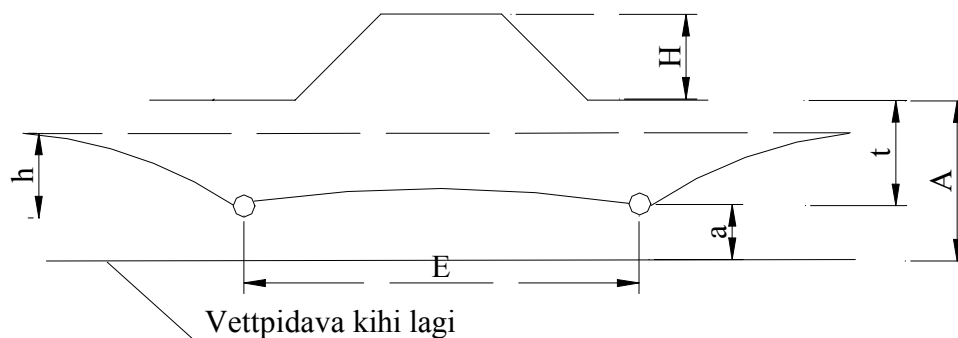
$$A = t + a, \quad (1)$$

kus t - dreenide sügavus (m);

a - aktiivkihi tüsedus (m) allpool dreene vastavalt tabelile 3.2

Tabel 3.2. Aktiivkihi tüsedus allpool dreene

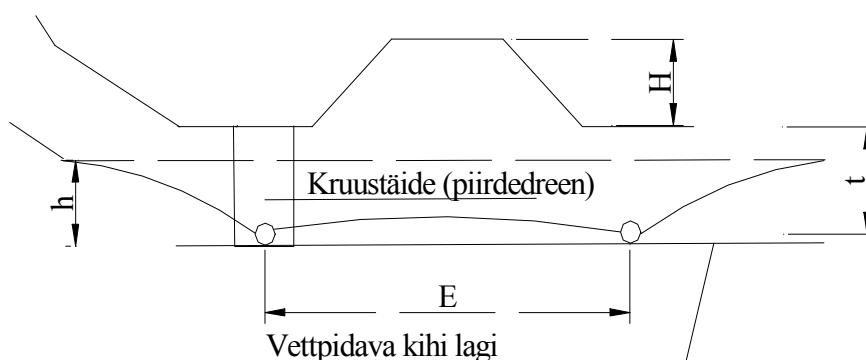
Pinnas	a
Savi	0,3
Raske liivsavi	0,4
Keskmine liivsavi	0,5
Kerge liivsavi	0,6
Saviliiv	0,7
Liivsavi	0,8



Joonis. 3.2. Dreenide arvutuskeem skeem surveta pinnaseveelise toitumise korral sügava vettkandva kihi korral

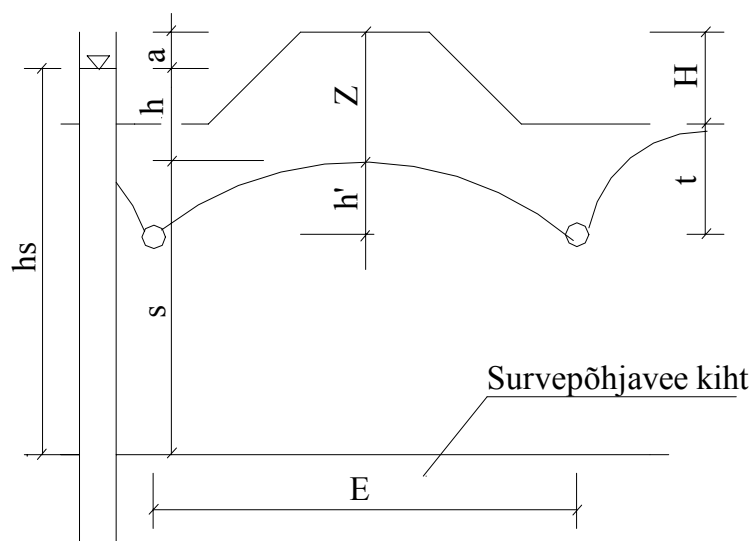
Piirdedreenidega saavutatud kuivendusnormiks võib lugeda $H + t$ tingimusel, et vettpidava kihi sügavus ei ületa suurust A . H ja t omavaheline suhe määratakse ehitismaksumuse võrdluse alusel või lähtudes tee-ehituse teistest tingimustest. Näiteks kergete ja keskmiste mineraalpinnasest töökihi korral peab dreeni minimaalse sügavuse korral ($t = 1,0$ m) teekatte kõrgus maapinnast (H) olema vähemalt 0,5 m. Sellise tee kõrguse ja savipinnasest töökihi korral tuleks dren rajada vähemalt 1,9 m sügavusele või suurendada muldkeha kõrgust. Kui vettpidav kiht asub sügavamal kui A , tuleb etteantud kuivendusnormi saavutamiseks suurendada ka dreenide sügavust 1% võrra nende vahekaugusest.

- (III) Pealevalguva pinnaseveetoite korral sõltub drenisüsteemi kujundus vee liikumise suuna ja teetrassi suuna vahelisest nurgast. Teetrassiga ristuva ($\pm 45^\circ$) voolusuuna korral on drenisüsteemi skeem ja ka nõuded dreenide sügavusele samad, mis II toitumistüübi puhul. Voolu suunas esimene dren peab olema piirdedreeni konstruktsiooniga, teised dreenid tavakonstruktsiooniga kuivendusdreenid. Voolu suunas viimase dreeni läbimõõt peab olema ühe astme võrra suurem teiste dreenide omast. Teetrassiga paralleelse ($\pm 45^\circ$) voolusuuna korral tuleb dreniliine ühendavad risttorud projekteerida piirdedreenidena ja seda ka madalama klassi teedel (kahe dreniliini puhul). Ristdreenid projekteerida kohtadesse, kus nad ulatuksid vettpidava kihini, kuid mitte suurema vahekaugusega kui 50 m.



Joonis 3.3. Dreenide arvutuskeem pealevalguva pinnasevee toite korral

- (IV) Survelise põhjaveetoite korral sõltub дренаaži tüüp ja konstruktsioon surve kõrgusest vettkandvas kihis (h_s), vettkandva kihi sügavusest (S) ning teekatte kõrgusest (H).



Joonis 3.4. Dreenide arvutuskeem survelise põhjaveetoite korral

Võivad esineda järgmised variandid:

Variant 1. Survekõrgus tõuseb maapinnast kõrgemale, teekatte kõrgus on teehituslikest tingimustest lähtudes suurem kui $h_s + Z$. Sellisel juhul pole põhjavee taset muldkehas vaja alandada.

Variant 2. Survekõrgus samuti maapinnast kõrgemal, teekatte kõrgus vahemikus Z kuni $h_s + Z$.

On mitu võimalust:

- projekteerida suurem teekatte kõrgus ($H \geq h_s + Z$);
- projekteerida muldkeha alla vähemalt 20 cm tusedune drenikiht (joon. 4.5).
- kasutada muldes jämedateralist (jämeliiv, kruus) pinnast;

Variant 3. Samades tingimustes on teehituslikult vajalik teekatte kõrgus väiksem kui kuivendusnorm ($H < Z$). Drenaaži töökindluse seisukohalt on kõige otstarbekam muldkeha kõrguse tõstmisega saavutada variant 2. olukord.

Variant 4. Põhjavee survekõrgus ulatub kuni maapinnani, $H < Z$. Põhjaveetase on alandatav muldkeha jalami äärde, kahe sõiduteega teedel ka eraldusriba alla rajatud kuivendusdreeniga. Dreenide vajalik sügavus on määratav joonisel 3.5 toodud nomogrammi abil.

Dreenide toimimisvõime ulatus sõltub suurel määral vettkandva kihi sügavusest (S'). Mida suurem on vettkandva kihi sügavus, seda suurem on ka dreenide toimimisvõime ulatus. Alla 5-10 m sügavuse korral vettkandva kihi kattekihti rajatud dreenid vajalikku põhjaveetaseme alandust ei taga (vt. joon. 3.5).

Projekteerimisel tuleb kaaluda järgmisi võimalusi:

- suurendada teekatte kõrgust, seega suurust a nomogrammi kasutamisel;
- süvistada dreenid vettkandvasse kihti kui see on ehitustehnoloogiliselt võimalik;
- projekteerida võimenditega dreenid (joon. 4.6) võimendite vahekaugusega 50 m.

Arvutus- ja analüüsinäited

A. Lähteandmed

- a) hüdroloogiliste uurimiste tulemustest; $h_s' = +0,5$ m; $z' = -0,3$ m (seisuga näiteks 15.juuni xx a.) ; $S' = -10,0$ m;
- b) tee-ehituslikud tingimused: V teeklass, soovitatav teekatte kõrgus $H = 0,5$ m; töökihi pinnas liiv ja mulde nõlvus 1 : 1,5.
- c) Projekteerimise lähtetingimused: kuivendusnorm $Z = 1,5$ m, drenide vahekaugus $E = 10$ m ja minimaalne sügavus $t_{\min} = 1,0$ m; lisaks sellele järeldus tõsiasiast, et juunikuus, kus surveta põhjaveetase peaks olema märgatavalt madalam, on $Z = -0,3$ m – tegemist on tugeva survealise põhjaveetoitega ning eelpoolkirjeldatud variandiga 3.

Projekteerimine:

- a) arvutuse lähteparameetrid: $H = 0,5$ m; $E = 10$ m; $Z = 1,5$ m;
 $h_s = S' + h_s' = 10,5$ m; $a = h_s' - H = 0$;

- b) arvutus

$$s = h_s - (Z \pm a) = 9,0 \text{ m};$$

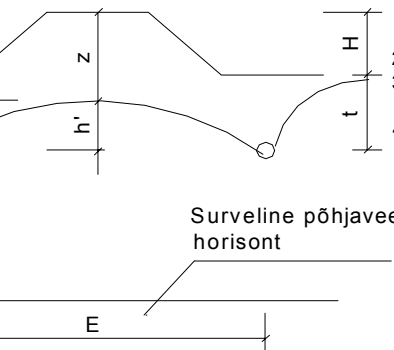
$$h = h_s - s = 1,5 \text{ m};$$

$$\text{nomogrammilt } h' = 1,5 \text{ m};$$

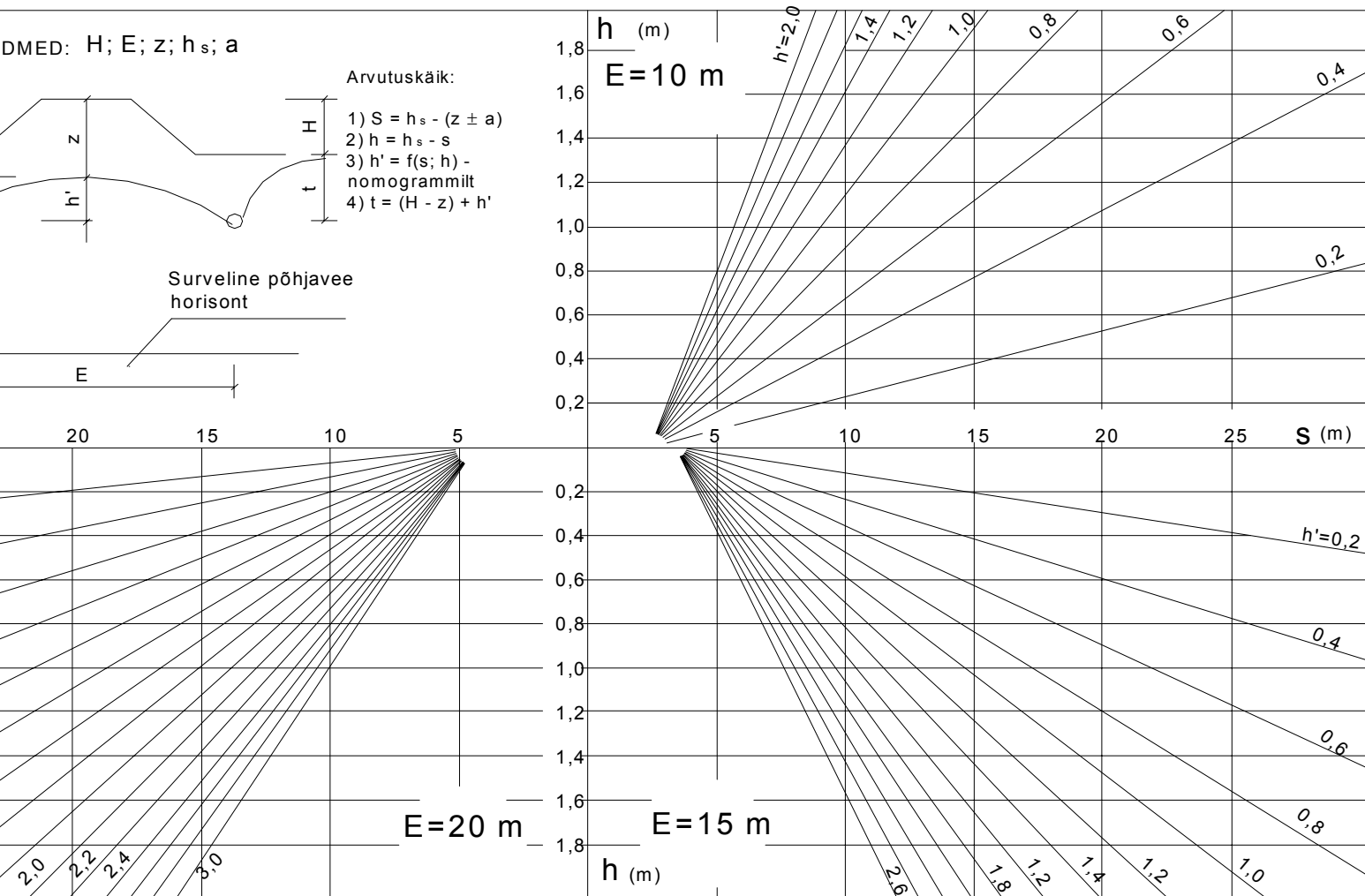
$$\text{drenide vajalik sügavus } t = |H - Z| + h' = 2,5 \text{ m}$$

- c) analüüs – kui 2,5 m sügavusele drenide ehitamine on ehitustehnoloogiliselt antud tingimustes raske, võib drenide sügavust vähendada miinimumini (1, 0 m) tõstes samavõrra teekatte kõrgust. Antud konkreetsel juhul on drenide minimaalse sügavuse korral vajalik teekatte kõrgus (1,5) võrdne kuivendusnormiga ja drenid võib üldse asendada töökindlama variandiga – drenkihiga muldkeha all.

DMED: H; E; z; h_s; a



- Arvutuskäik:
- 1) $S = h_s - (z \pm a)$
 - 2) $h = h_s - s$
 - 3) $h' = f(s; h)$ - nomogrammilt
 - 4) $t = (H - z) + h'$



Joonis 3.5. Nomogramm I dreeni-
de sügavuse määramiseks surve-
lise põhjaveega toituvatel aladel

B. Lähteandmed

- a) hüdrogeoloogiliste uurimiste tulemustest: $h_s' = -0,5$; $z' = -0,8$ m; $S' = -7,0$ m;
- b) tee-ehituslikud tingimused: II teeklass, soovitatav teekatte kõrgus $H = 0,5$ m; töökihi materjal savi ja mulde nõlvus $1 : 1,5$;
- c) projekteerimise lähtetingimused: kuivendusnorm $Z = 2,4$ m, drenide vahekaugus $E = 15$ m ja minimaalne sügavus $t_{\min} = 1,0$ m (variant 4).

Projekteerimine:

- a) arvutuse lähteparameetrid: $H = 0,5$ m; $E = 15$ m; $Z = 2,4$ m; $h_s = 6,5$ m; $a = 1,0$ m;
- b) arvutus
 $s = 5,1$ m;
 $h = 1,4$ m;
nomogrammilt $h' \geq 2,6$ m;
drenide vajalik sügavus $t \geq 4,5$ m.
- c) analüüs – praktiliselt pole võimalik tavaliste drenidega vajalikku kuivenduse normi tagada, analüüsida järgmisi võimalusi:
 - projekteerida ehitustehnoloogiliselt võimaliku sügavusega võimenditega дренаaz, mis alandab survet vettkandvas kihis;
 - projekteerida kergemast pinnasest ($Z = 1,5$ m) ja vähemalt $1,0$ m kõrgune mulle (teekatte kõrgus $\geq 1,5$ m).

Segatoitumine

Kõige sagedamaks liigniiskuse põhjuseks on Ib ja II tüüpi toitumine. Toitumistüübid III ja IV võivad esineda suhteliselt lühematel teelõikudel. Seda enamasti koos Ib ja II tüüpi toitumisega. III tüüpi kaastoitumisel tuleb nii III, kui ka IV tüübile vajalikud drenid projekteerida piirredreenidena. Kuivendusdreni konstruktsiooniga võib jääda vaid kahe sõidutee vahelise eraldusriba alla projekteeritud dren. Pinnavee eemaldamiseks (toitumistüüp I) võib drenidele projekteerida neeldu- või kraavikaevusid (joon. 4.7).

3.3. Drenaaži hüdrauliline arvutus

Teealade kuivendamise eesmärgil rajatavate drenide minimaalne läbimõõt on konstruktiivselt valitud 100 mm. Projekteerimisel tuleb, lähtudes konkreetsetest tingimustest (niiskuspaikkonna tüüp, dreni lang), määrata millise drenipikkuse ulatuses minimaalne läbimõõt tagab normaalse äravoolu. Arvutuslikuks äravoolumooduliks võib võtta vastavalt niiskuspaikkonnale:

1. – 5 l/s·km;
2. – $7,5$ l/s·km;
3. – 10 l/s·km.

Minimaalse läbimõõduga toru pikkuse ja sellest allavoolu jääva torustiku läbimõõtude määramine toimub sileda siseseinaga дренаazitorudel nomogrammi II järgi (joon. 3.6) ja gofreeritud torudel nomogrammi III järgi (joon. 3.7).

Pinnavett ei juhita üldreeglina kuivendusdrenaažitorustikku. Raskest pinnasest ümbritsevalt alalt (toitumistüüp Ib) tee mulde kõrvale kogunev pinnavesi juhitakse ära piirdekraaviga, mille projekteerimine lahendatakse teeprojektiga.

Teekatendilt, parklast, bussipeatustest jm kogunev lumesulamis- ja sadevee ärajuhtimine

lahendatakse teeprojektiga. Katenditelt koguneva veekoguse määramiseks võetakse aluseks "EPN 18.4. Kinnistukanalisatsioon" punkt 5.2 sajuvee arvutusaravool, millega arvestatakse erinevate pinnakatete äravoolutegureid, nende pindala ning vihma intensiivsust [3].

Aladel, kus ei tagata sadeveekaevu resti puhastamist või kui vees liigub pinnal ujuvat prahti kasutatakse ribikaanega kaevu (joonis 4.7).

Neelu- või kraavikaevu projekteerimisel tuleb arvestada torude läbimõõdu arvutamisel pinnasest tuleva vee ja täiendava pinnavee vooluhulgaga.

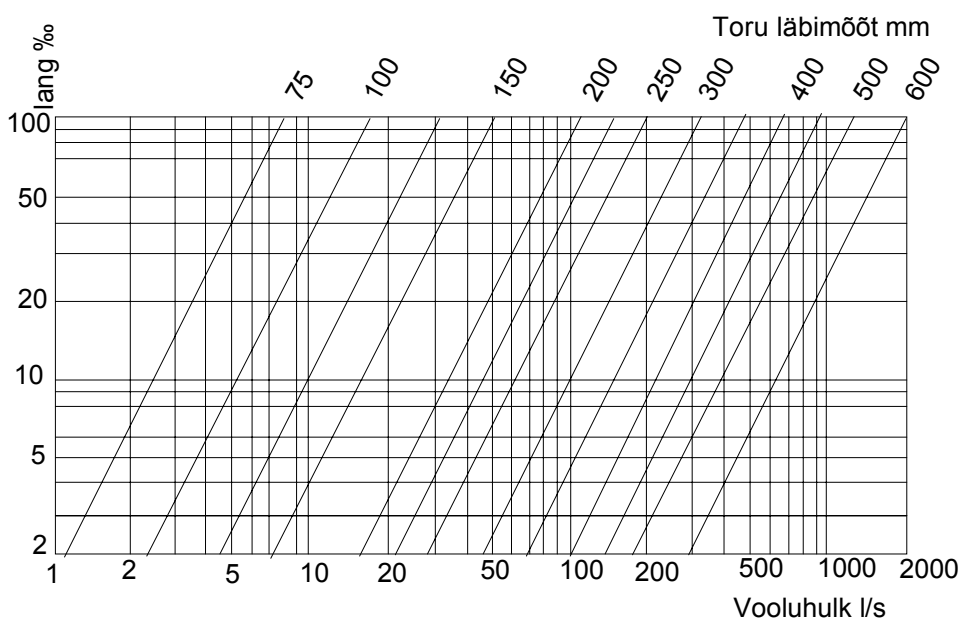
Loodusliku taimestiku ja mikroreljeefiga alalt koguneva veekoguse arvutamiseks kasutatakse valemit 2.

$$Q_p = F \cdot q_p, \quad (2)$$

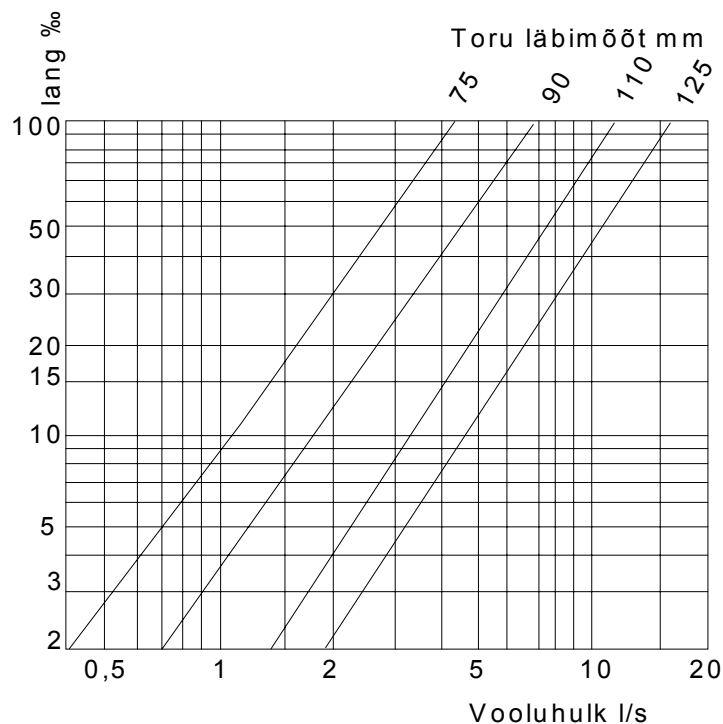
kus: Q_p - vooluhulk (l/s);
 F - valgala pindala (km²);
 q_p - pinnaaravoolu moodul (l/s·km²), mille suurus on toodud tabelis 3.3.

Tabel 3.3. Äravoolumoodul pinnavett ärajuhtivate rajatiste dimensioneerimiseks q_p (l/s·km²) [6].

Pinnas								
liiv			saviliiv			liivsavi ja savi		
Maapinna lang ‰								
≤5	20	≥30	≤5	20	≥30	≤5	20	≥30
30	50	80	50	80	130	95	195	225



Joonis 3.6. Nomogramm II siledaseinalise dreanažitoru läbimõõdu määramiseks



Joonis 3.7. Nomogramm III gofreeritud дренаážitoru läbimõõdu määramiseks

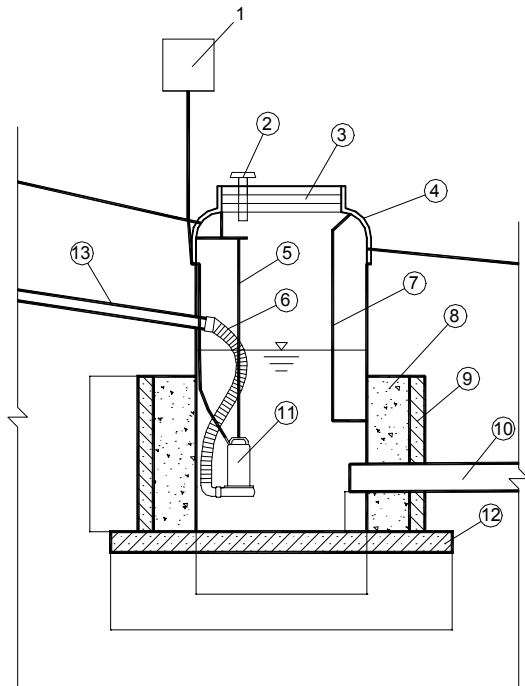
3.4. Eesvool

Teeala kuivendusdreenid juhatakse kas otse või eesvoolu abil suublasse (olemasolev vee-kogu).

Eesvooluks võib olla kraav või toruveejuhe olenevalt konkreetsetest tingimustest. Kui vee ärajuhtimiseks дренаážist on vaja ehitada pumpla, on otstarbekam projekteerida eesvool torujuhtmena.

Pumpla konstruktsiooni näide on toodud joonisel 3.8..

Teeala дренаáži ühendamiseks maaviljelusmaade kuivendussüsteemi peab hankima selleks loa kohalikust maaparandusbüroost ja nõusoleku maaomanikult. Ühendamistingimused määrab maaparandusbüroo.



Joonis 3.8. Pumpla skeem

Spetsifikatsioon:

- 1 – juht- ja jõukilp
- 2 – tuulutustoru
- 3 – lukustatav ja soojustatud kaan
- 4 – pumpla soojusisolatsioon
- 5 – pumba kinnitusköis
- 6 – ühendusvoolik
- 7- teenindusredel
- 8 – betoon
- 9 – kaevurake
- 10 – pumpla toitetoru Ø160 mm
- 11 – sukelpump
- 12 – põhjaplaat
- 13 -- survetoru

4. KONSTRUKTSIOONID JA MATERJALID

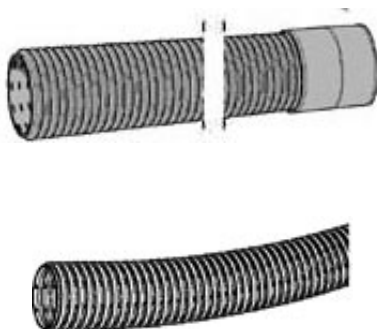
4.1. Kuivendusdreen

Dreenitoruna kasutatakse PE või PVC torusid. Toru pikkus on alates 6-st m kuni 200 m väikese (50 mm) läbimõõdu korral. Toru läbimõõtu väljendatakse eri tootjate puhul kas nimiläbimõõduna (UPONOR), välis- ja siseläbimõõduna.

Toru perforatsioonivadeks on pilud mõõtmetega 1,5 x 5 mm, 2,5 x 5 mm, ümmargused avad (diameeter 3,5 mm), mis paiknevad ühtlaselt jaotatuna või 2 x 30...50 mm avad toru ühel küljel.

Üldnõuded dreenitorule:

- Suur veevastuvõtuvõime (heaks loetakse avade pindala 40...50 cm²/m);
- Perforatsioonivast ei tohi pinnas sisse tungida – tagatakse valitud filtriga või geotekstiilkangaga;
- Piisav rõngasjäikus, mis talub liiklusvahendite ja pinnase koormust;
- Läbimõõt 80 mm külmutussügavusel üle 80 cm [17].



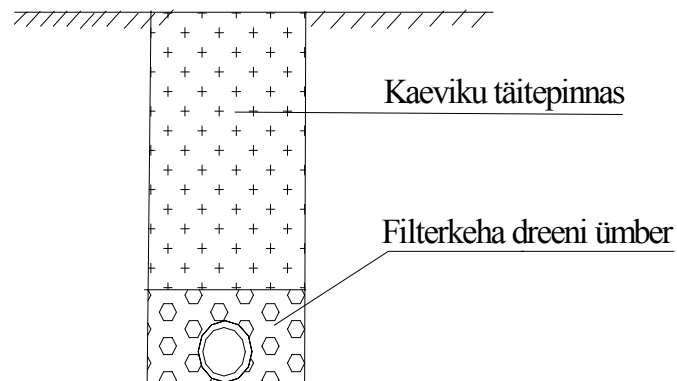
Joonis 4.1. Plastmassist kahekordse seinaga ehitusdreenitoru ja gofreeritud dreenitoru.

Konstruksioonilt on levinud kaks plasttoru tüüpi (joonis 4.1).

1. lainelise õhukese seinaga toru (nimiläbimõõt alates 40 mm kuni 160 mm). Kasutuskoht: põllumajanduslik dreenaaz;
2. kahekordse seinaga (sile sisesein) toru. Rõngasjäikus SN8. Välisläbimõõt 110...315 mm. Kasutatakse ehitiste ja teede kuivendamisel.

Liivapinnastes ümbritsetakse torud ummistumise vältimiseks geotekstiilkangaga, väikese veeläbilaskvusega pinnastes veevastuvõtuvõime suurendamiseks filtermaterjaliga - kruusaga (joonis 4.2).

Dreenitoru ümbritsev kruus peab vastama juhendis (vt. punkt 4.5) toodud nõuetele. Juhendis toodud nõuetest jämedamafraktsioonilise kruusa või killustiku kasutamisel ümbritsetakse filter ummistumise vältimiseks geotekstiilkangaga.



Joonis 4.2. Filterkeha dreeni ümber

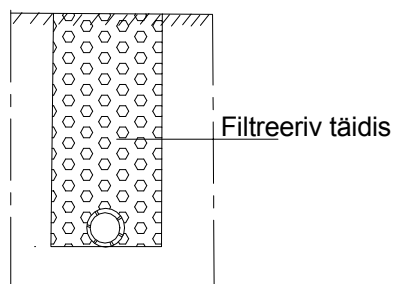
Raskete teehooldusmasinate ülesõidukohtades olevate dreenide ja kollektorite kaeviku konstruktsiooni (aluse ja täitmise) juures võetakse aluseks plastist veevarustuse- ja kanalisatsioonitorustike kaeviku täitmise tehnoloogia: RIL 77-1990. “Maa sisse ja vette paigaldatavad plasttorud. Paigaldusjuhend”. Toru alla paigaldatava tasanduskihi paksus on vähemalt 150 mm (mõõdetuna toru sirge osa välispinnast). Plasttoru tasandusmaterjalina ja kaeviku esmase täitena kasutatava liiva või kruusa suurim lubatud tera läbimõõt d_{\max} määratakse toru välisläbimõõdu d_e alusel:

- kui $d_e = 200 \dots 600$ mm, $d_{\max} = 0,1 \times d_e$
- kui välisläbimõõt on üle 600 mm, suurim teraläbimõõt on 60 mm
- kui välisläbimõõt on alla 200 mm, suurim teraläbimõõt on 20 mm
- killustikku võib kasutada torudel, mille $d_e \geq 110$ mm, killustiku suurim teraläbimõõt võib olla 16 mm

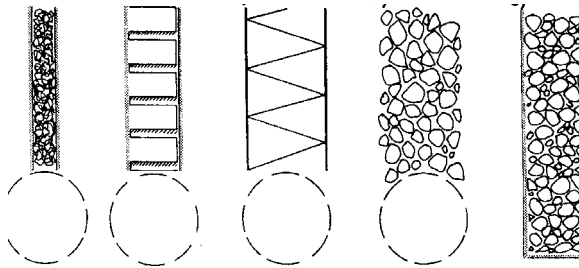
Kaeviku täitmisel ja materjali tihendamisel tuleb jälgida ülalnimetatud juhendis [8] toodud nõudeid.

4.2. Piirdedreen

Juurdevoolava pinnavee äralõikamiseks projekteeritakse terve kaeviku täitega filterdreen (joonis 4.3). Filtermaterjali osas on nõuded eelmisega sarnased. Filtrina saab kasutada ka plastist kärjekujulisi filterelemente, polüstüroolgraanulitest pressitud elemente (joonis 4.4).

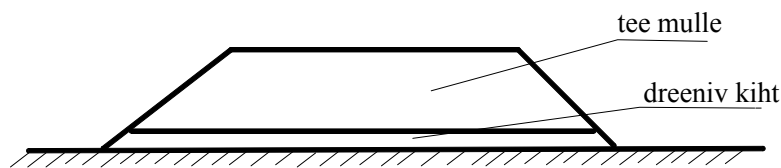


Joonis 4.3. Filtreeriva täitega piirdedreen



Joonis 4.4. Tehisfilterelementidega piirdedreen

4.3. Kihtdrenaaž



Joonis 4.5. Kihtdrenaaž tee muldkeha all

4.4. Võimendiga dren

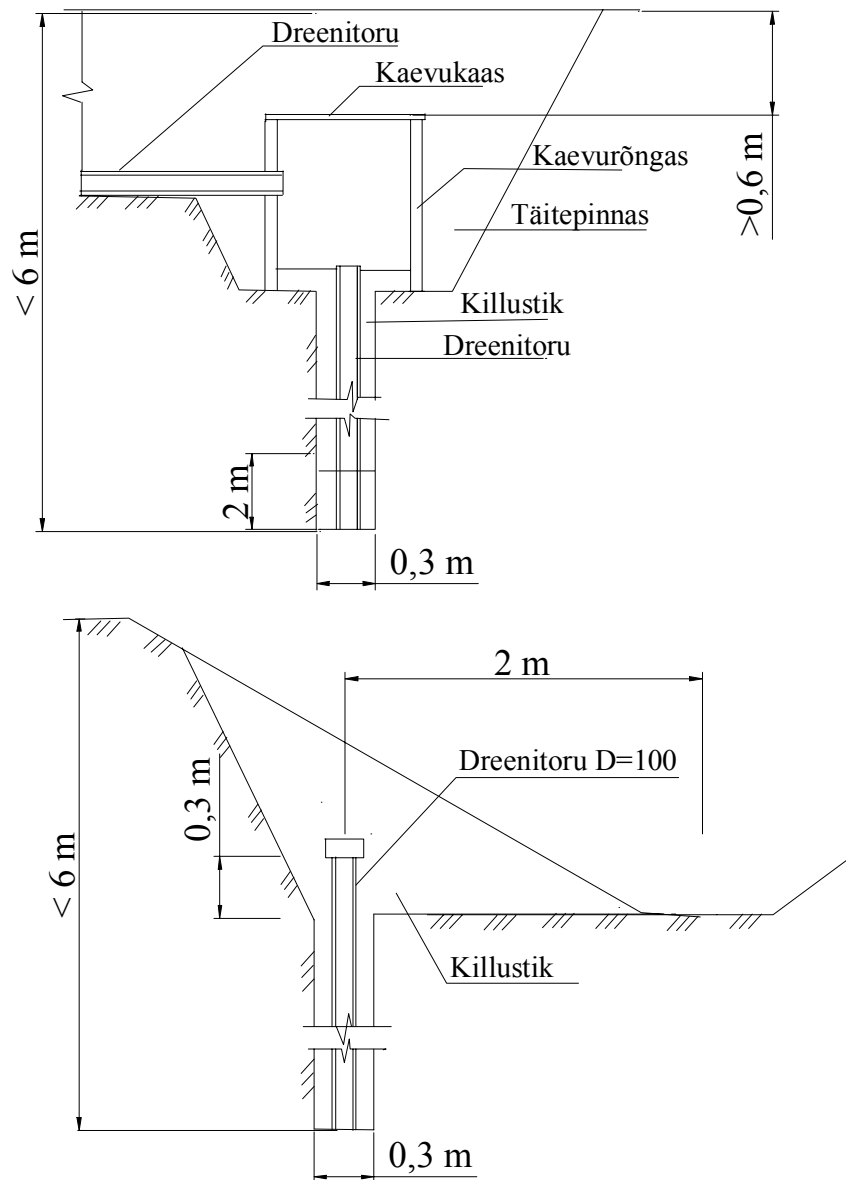
Põhjavee tugeva juurdevoolu korral on vajalik avada survealine kiht kraavide või suure läbimõõduga drenidega ning vähendada sellega põhjavee survet.

Kohtades, kus põhjaveelademe lae tusedus on alla 2 m, on soovitatav veelade avada sügavate drenidega või ka piirdekraavidega. Sügav kraav ei ole otstarbekas – põhjavee väljakiildumine nõlval vähendab selle püsivust ja nõuab kindlustamist.

Kohtadesse, kus survealine horisont on kuni 6m sügavusel ning põhjavee survetase tõuseb maapinnale on soovitatav ehitada puurkaevu süsteem (alandusvõimendi), millest vesi voolab isevoolselt drenidesse või kraavidesse.

Võimendi rajamisel süvistatakse veelademesse perforeeritud plasttoru. Praktikas on kasutatud rajamiseks puuri diameetriga 300 mm. Vertikaalne toru ühendatakse horisontaalse dreniga kaevu või piirdekraaviga filtri abil (joonis 4.6).

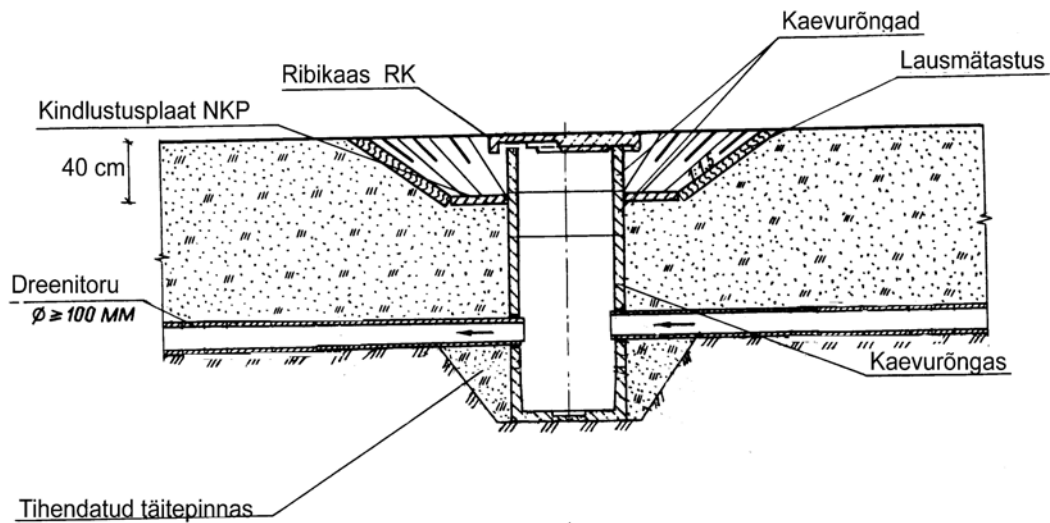
Võimendite vahekaugus on kuni 50 m. Võimendi sügavus valitakse selliselt, et ta ulatuks kuni 2 m vettkandvasse kihti. Dreenivõimendi projekteerimiseks on vajalikud täiendavad hüdrogeoloogilised uurimised



Joonis 4.6. Dreenivõimendi ja kraavivõimendi skeem.

4.5. Kaevud

Pinnavee juhtimiseks dreeni projekteeritakse neelukaev. Eestis levinud raudbetoonrõngasest neelukaevu skeem on joonisel 4.7.



Joonis 4.7. Neelukaev

Pikkadele piirdedreenidele (üle 200 m) rajatakse hooldustööde (pesemine) tegemiseks vaatluskaevud. Kaevu minimaalne läbimõõt on 300 mm.

4.6. Filter- ja kattematerjalid

4.6.1. Üldnõuded filtermaterjalidele

- Kasutatav materjal peab olema piisava veeläbilaskvusega (vähendab toru sissevoolutakistust ning suurendama sellega toru veevastuvõtuvõimet). Liivapinnases olev drenifilter peab olema sellest vähemalt 5 korda parema veeläbilaskvusega ning savipinnases olev filter vastavalt vähemalt 20 korda parema veeläbilaskvusega.
- Materjal peab kaitsma toru koondatud koormuse eest;
- Filter ei tohi ise ummistada toru;
- kuivendatav pinnas ei tohi läbi filtri tungida torru ega kolmaterida filtrit

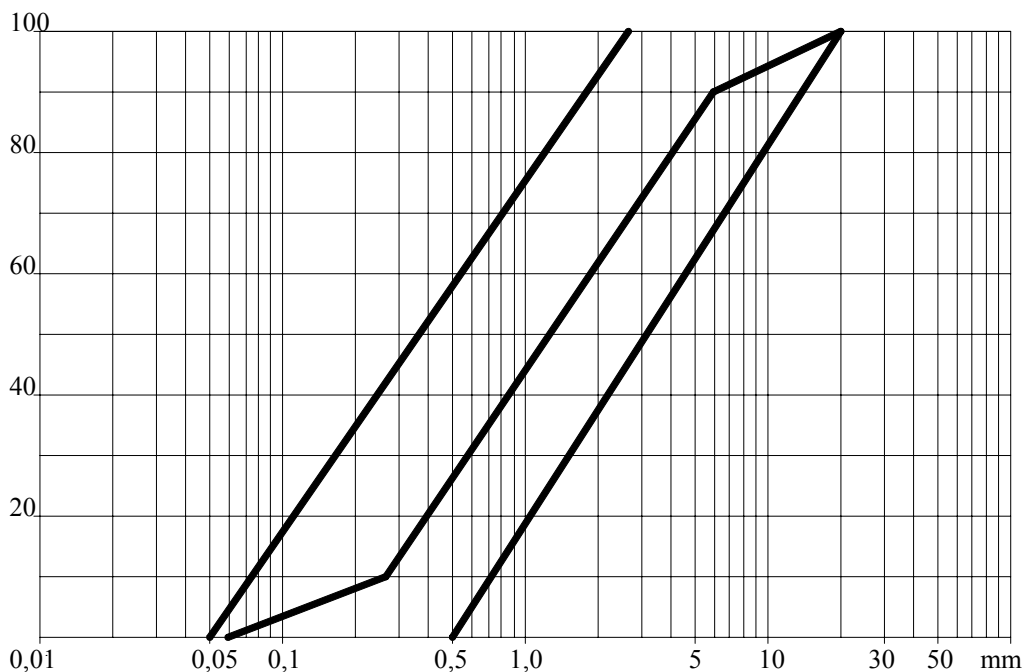
Filtermaterjalidena on kasutatavad kruus, killustik ja tehismaterjalid (granuleeritud plast jm).

4.6.2. Kruus filtermaterjalina

Kruusfiltri valiku aluseks on kuivendatava pinnase granulomeetriline koostis, tema filtratsioonimoodul ja kasutatavate torude perforatsioonivõrded.

Kruusfiltri projekteerimisel protseduur on järgmine:

- filtri pakutava kruusa sõelanalüüs ja sõelkõvera koostamine;
- maardla sõelkõvera võrdlus juhendis toodud normsõelkõveraga (joonis 4.8). See peab jääma kahe paralleelse joone vahele ega või lõigata keskmist joont.



Joonis 4.8. Normsõelkõver kruusfiltri valikuks [9].

4.6.3. Üldnõuded kattematerjalidele

Kattematerjal on vahetult toru peal või ümber paiknev õhuke materjal, mille ülesandeks on kaitsta toru pinnasega ummistumise eest.

Liivapinnastes kaetakse drenitoru kogu perimeetri ulatuses. Kahekihilistes pinnastes (liivakas ülemine horisont ja toru paikneb sidusas pinnases) kaetakse toru pealt. Kui tehnoloogilistel põhjustel ei saa liivas toru ümbritseda kogu perimeetri ulatuses kasutatakse allosas sissevooluavadeta torusid.

Nõuded kattematerjalidele:

- Pikaelasticus;
- Head filtratsiooniomadused;
- Piisava tõmbetugevusega.

Teeehituses on sobivad kattematerjalid sünteetilised materjalid e. geotekstiilid. Orgaanilise päritoluga materjalid (õled, kookoskiud) on ebasobivad. Suure rauasisalduse korral ($\text{Fe}^{++} > 5 \text{ mg/l}$) tuleb kasutada uputatud dreanaazi, orgaanilisi filtermaterjale ja lupja ummistumisohtu vähendamiseks ning konstruktiivselt näha ette võimalused drenitorude pesemiseks.

Kattematerjalide efektiivsust mõjutavad kõige rohkem kolm suurust:

- materjali paksus,

- kattematerjali ja pinnase filtratsioonimoodulite suhe
- kattematerjalide pooride suurus ja nende jaotus.

Toru sissevoolutakistuste seisukohalt on optimaalne kattematerjali paksus 5 mm, minimaalne 1 mm. Kattematerjali ja pinnase filtratsioonimoodulite suhe peab olema vähemalt 20. Normeeritud on materjali veeläbilaskvus surve all ning tema tugevusomadused [15].

5. TEEALA KUIVENDUSPROJEKT

5.1. Projekteerimise lähteülesanne

Projekteerimise lähteülesande koostab tellija vastavalt projekteeritava või olemasoleva tee ehituslikele tingimustele.

Lähteülesanne sisaldab:

- tee nimetuse ja projekteeritava lõigu algus- ning lõpp-punkti määratluse;
- riigimaanteede puhul tee klass;
- kuivenduse rajamise loodus- ja keskkonnakaitselised ning tehnilised piiravad tingimused;
- vajalike väliuuringute loetelu ja tingimused;
- teeala kohta tehtud varasemate uuringute ning koostatud planeeringute ja projektide loetelu;
- projekteerija õigused ja kohustused tee ehitusliku projekteerija suhtes;
- nõuded projekti vormistamisele;
- vajalikud kooskõlastused.

5.2. Projekti koosseis

Teeala kuivendusprojekt sisaldab:

- lähteülesande;
- seletuskirja;
- väliuuringu aruande;
- aruande varemtehtud uuringute ja projektide kasutatud materjalidest;
- joonised;
- lähteülesandes määratud kooskõlastused.

Kuivendusvõrgu asend kantakse teeprojekti trassi plaanile, pikiprofiilidele ja põikprofiilidele koos ehituseks vajalike andmetega.

5.3. Projekti menetlemine

Tellijale esitatud projekti edasise menetlemise (ekspertiisid, kooskõlastused) vajaduse ja korra määrab tellija. Menetlusest tulenevad täiendused ja parandused, mis ei muuda projekti põhilahendust, teeb projekteerija kehtiva töölepingu raames.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Alekand, K., Maaparandus, II osa Põllumajanduslik drenaaž, Tartu, 1975
2. Maaparanduse käsiraamat, I osa Maaparanduse alused, Tallinn, 1962.
3. Kinnistukanalisatsioon. EPN 18.4 (Eelnõu)
4. Kuivatusrakenteet ja putkistot. Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset, TIEL 2212457. Tielaitos, Helsinki, 1991. 50 s.
5. Kuivendussüsteemide projekteerimisjuhend.VEN-P-6-88. I Tehniline osa. RPUI "Eesti Maaparandusprojekt". Tallinn, 1989. 55 lk.
6. Kuivendussüsteemide projekteerimisjuhend.VEN-P-6-88. II Arvutuste alused. RPUI "Eesti Maaparandusprojekt". Tallinn, 1989. 44 lk.
7. Rebane, A. Katte- ja filtermaterjalide mõju drenide veevastuvõtudevõimele. Magistritöö. Tartu, 1993.- 112 lk.
8. RIL 77-1990. Soome Ehitusinseneride Liit RIL r.y. Maa sisse paigaldatavad plasttorud. Paigaldusjuhend. 60 lk.
9. Saavalainen J. Salaojitajan käsikirja. Osa III. Salaojitustöiden toteuttaminen, salaojitusten kunnossapito, täydennysojitus. Helsinki, 1991.
10. Stuyt, L., Dierickx, W., Martinez Beltran, J. Materials for subsurface land drainage systems. FAO Irrigation and Drainage Paper 60.- Rome, 2000.- 183 p.
11. Teede projekteerimise normid ja nõuded. Määrus nr. 55, 1999.
12. Tien kuivatustarvikkeet. Suunnittelu- ja valintaperusteita. Tielaitos. Kehtämiskeskus. Helsinki, 1993. 47 s.
13. Teiden suunnittelu, IV Tien rakenne, osa 4 Kuivatus. Kansio B. Helsinki, 1993.
14. Vaimel, A., Elastsete katendite projekteerimise juhend,
15. Vlotman W.F., Willardson, L, and. Dierickx, W. Envelope Design for Subsurface Drains ILRI Publications 56. Wageningen, 2001.
16. Абрамов С.К. Подземные дренажи в промышленном и городском строительстве.- Москва, 1967.- 239 с.
17. Инструкция по проектирования дорожных одежд нежесткого типа. ВСН 46-83. Москва, 1985. 157 с.
18. Истомина В.С. Фильтрационная устойчивость грунтов. Москва, 1957.- 295 с.

19. Эггельсманн, Р., Руководство по дренажу, Москва, 1984.
20. Мелиорация и водное хозяйство. 3. Осушение. Справочник. Москва, 1985. 447 с.
21. Проектирование автомобильных дорог. Справочник инженера дорожника. Москва, 1989. 437 с.