

Madis Seppel

**KANALISATSIOONI- JA
VEETORUSTIKE
PAIGALDAMISJUHI FİRMA
AQUAGROUP OÜ NÄİTEL**

LÕPUTÕÕ

Ehitusteaduskond
Teedehituse eriala

Tallinn 2015

Mina,

Madis Seppel,

Tõendan, et lõputöö on minu kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teostele on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autorile ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

Lõputöö autor

Madis Seppel

Nimi, allkiri ja allkirjastamise kuupäev

Üliõpilase kood: e08207k

Õpperühm: KTEI75/85

Lõputöö vastab sellele püstitatud kehtivatele nõuetele ja tingimustele.

Juhendajad

Aleksandr Lember

Nimi, allkiri ja allkirjastamise kuupäev

Konsultandid

Nimi, allkiri ja allkirjastamise kuupäev

Kaitsmisele lubatud „.....“2015 a.

Ehitusteaduskonna dekaan Martti Kiisa

Nimi ja allkiri

Ehitusteaduskond

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Lõpetaja: Madis Seppel

Üliõpilase kood: e08207k

Õpperühm: KTEI 75/85

Eriala: Teedehitus (kood: 1821)

Lõputöö teema: Kanalisatsiooni- ja veetorustike paigaldamisjuhis firma Aquagroup OÜ näitel.

Lähteandmed töö koostamiseks: RIL 77 – 1990 Maa sisse ja vette paigaldatavad plasttorud. Paigaldusjuhend; Teehoiutööde tehnoloogianõuded; Tee ja teetööde kvaliteedinõuded; autori erialased kogemused.

Töö koosseis, lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu: termoplastist torustike omadused; torustike nõuetekohane paigaldamine; ehitustehniliste tööde teostamine; ehituseelse olukorra taastamine; tööohutus ja keskkonnakaitse torustike rajamisel; torustike kontroll ja järelevalve.

Seletuskirja ning graafilise materjali sisu ja maht: 5 joonist, mille sisu on skemaatiline.

Lõputöö konsultandid:

Konsultandi nimi	Valdkond	Allkiri	Kuupäev

Lõputöö juhendaja:	Aleksandr Lember (nimi)	(allkiri)	30.03.2015 (kuupäev)
--------------------	----------------------------	-----------	-------------------------

Lõpetaja:	Madis Seppel (nimi)	(allkiri)	30.03.2015 (kuupäev)
-----------	------------------------	-----------	-------------------------

Kinnitaja:	Martti Kiisa Ehitusteaduskonna dekaan	(allkiri)	30.03.2015 (kuupäev)
------------	--	-----------	-------------------------

Lõputöö ülesanne antud: 30.03.2015

Lõputöö esitamise tähtaeg: 11.05.2015

SISUKORD

LÜHENDID	6
SISSEJUHATUS.....	7
1. TEHNOVÕRKUDE PROJEKTEERIMISNORMID	9
1.1. Torude valmistamiseks kasutatavate termoplastide omadused	9
1.2. Termoplastist isevoolsete kanalisatsiooni- ja survetorude liigid.....	9
1.3. Torude käsitlemine, transport ja ladustamine.....	10
1.4. Toruklassi valik	11
1.4.1. Isevoolsed torustikud.....	11
1.4.2. Survetorustikud	13
2. TORUARMATUUR JA LIITMIKUD	14
2.1. Siibrid ja maakraanid.....	14
2.2. Elekterkeevisliitmikud.....	15
2.3. Pökk-keevitus	15
2.4. Kaped.....	16
2.5. Kaevud.....	16
2.5.1. Sadeveetorustiku kaevud.....	17
2.5.2. Kaevude kõrguse reguleerimine.....	17
2.5.3. Kaevude demonteerimine.....	18
3. DEFORMATSIOONID	19
3.1. Maa sisse paigaldatud plasttorude deformatsioon	19
4. E HITUSTEHNILISED TÖÖD	22
4.1. Kaeviku konstruktsioonikomponendid.....	22
4.2. Kaevik.....	22
4.3. Aluse rajamine	23
4.4. Tasanduskiht.....	25
4.5. Torustiku paigaldamine	26
4.6. Kinnistu liitumispunkti ehitus	29

4.7.	Survetorustike rajamine kinnisel meetodil	29
4.8.	Algtäide	30
4.9.	Lõpptäide	32
4.10.	Teisaldatava pinnasega täitmine ja vallitamine	34
4.11.	Torustike soojustamine	36
4.12.	Veetõrje	36
5.	EHITUSEELSE OLUKORRA TAASTAMINE	38
5.1.	Murukatte taastamine	38
5.2.	Kruuskatte taastamine.....	38
5.3.	Killustikkatte taastamine	39
5.4.	Asfaltkatte ajutine taastamine.....	40
5.5.	Asfaltkatte taastamine.....	40
6.	EHITUSEELSE OLUKORRA FIKSEERIMINE.....	44
7.	TÖÖOHUTUS JA KESKONNAKAITSE.....	45
7.1.	Tööohutus	45
7.2.	Keskkonnakaitse	46
8.	KONTROLL JA JÄRELEVALVE.....	47
8.1.	Torude kontrollimine vastuvõtmisel.....	47
8.2.	Isevoolsete torustike testimine.....	47
8.3.	Survetorustike katsetamine testimine	49
8.4.	Veetorustiku läbipesu ja desinfitseerimine.....	49
8.5.	Ehitusjärelevalve	50
9.	KOKKUVÕTE.....	52
10.	SUMMARY	54
11.	VIIDATUD ALLIKAD.....	56

LÜHENDID

PE	– polüetüleen;
PEL	– pehme polüetüleen;
PEM	– poolkõva polüetüleen;
PEH	– kõva polüetüleen;
PP	– polüpropüleen;
PVC	– polüvinüülkloriid;
HDPE	– kõrgtiheduspolüetüleen;
PN	– nimirõhk, bar;
SN	– isevoolse toru nominaalne rõngasjäikuse tähis;
SFS	– Soome standardimisorganisatsioon;
EN	– Euroopa standardimisorganisatsioon;
d_e	– toru välisläbimõõt, mm;
d_{max}	– täitematerjali suurim lubatud fraktsioon, mm;
XPS	– ekstrudeeritud kõrgpolüstüreen

SISSEJUHATUS

Käesolev lõputöö, pealkirjaga „Kanalisatsiooni- ja veetorustike paigaldamisjuhised firma Aquagroup OÜ näitel“ annab ülevaate nõuete- ja normidekohasest vee- ja kanalisatsioonitorustike ning toruarmatuuri paigaldamisest lähtudes heast ehitustavast.

Diplomitöö annab ülevaate tänapäeval kasutatavatest vee-, sadevee- ja kanalisatsioonitorudest, toruarmatuurist ja liitmikest, kanalisatsioonikaevudest, torude nõuetekohasest ühendamisest ja paigaldamisest, kaeviku rajamisest, tagasitäite tegemisest ja paigaldatud torustike kontrollimisest ja katsetamisest. Vaadeldakse torustike deformatsioone – mis asjaoludel need tekivad ning mis on nende suurimad lubatavad piirväärtused. Lisaks antakse ülevaade nõuetekohastest taastamistöödest nii haljasaladel kui ka teede sees. Torustikust vaadeldakse PE (polüetüleen) veetorusid, gofreeritud PP (polüpropüleen) sadeveetorusid ja PVC (polüvinüülkloriid) kanalisatsioonitorusid, kuna just eelpool mainitud toruklassid on enim kasutust leidvad.

Lõputöös kirjeldatakse klassikalise torustiku rajamise alternatiivtehnoloogiat – suundpuurimist ehk horisontaalpuurimist. Kuid reeglina kasutatakse ikkagi kanalisatsioonitorustike ja ka vee- ja kanalisatsioonitorustike rajamisel ühises kaevikus lahtist meetodit. Ainult veetoru rajamisel eelistatakse tihtipeale kinnist meetodit ehk suundpuurimist, kuna see on majanduslikult otstarbekam. Torustike rajamist suundpuurimise teel tehakse ka keerulistes kaevetingimustes (jõgedest läbiminekul) ja kohtades, kus kaeveluba ei väljastata (suured ristmikud linnades ja magistraalmaanteede ületused).

Diplomitöös antakse põgus ülevaade ka tööohutusest ja keskkonnakaitsest, kuna ehitus ja tööohutus ning keskkonnakaitse on omavahel seotud, kuid seda kiputakse kvantiteeti taga ajades tihtipeale unustama.

Töö tugineb eelkõige teosele „RIL 77 – 1990 Maa sisse ja vette paigaldatavad plasttorud. Paigaldusjuhend“, kuna antud teos on sisuliselt ainus nõuete ja normide kogum, millele tuginedes Eesti Vabariigis vee- ja kanalisatsioonitorustike rajatakse.

Lisaks tuginetakse lõputöös autori pikaajalisele kogemusele torustike rajamisel ja sellega seonduvatel lisatöödel.

Ehituseelse olukorra taastamisel on lähtutud Majandus- ja Kommunikatsiooniministri poolt väljastatud määrustele „Teehoiutööde tehnoloogianõuded“ ja „Tee ja teetööde kvaliteedinõuded“.

Diplomitöö eesmärgiks on valmistada vee- ja kanalisatsioonitrasside paigaldamise juhend, mille kaudu firma Aquagroup OÜ töölised saaksid Eesti Vabariigis kehtestatud normide ja nõuete kohaselt vee- ja kanalisatsioonitorustikke paigaldada. Eeldatavasti on käesolev juhend abiks tööprotsesside käigus tekkivatele küsimustele ja hõlbustab töö tegemist nii vähekogenenud kui ka algajatele torumeestele.

1. TEHNOVÕRKUDE PROJEKTEERIMISNORMID

1.1. Torude valmistamiseks kasutatavate termoplastide omadused

Tabelis 1 on välja toodud vastavate termoplasttorude ja kanalisatsioonikaevude valmistamisel kasutatavate toorainete tähtsamad tehnilised omadused, mis vastavad SFS standardile. Plasttorud on vastupidavad enamikele üldlevinud kemikaalide toimele. Täpsemat teavet plastide vastupidavusest kemikaalide toimele saab tabelis 1 toodud SFS standarditest.[1, p. 8]

Tabel 1

Torude ja kanalisatsioonikaevude valmistamiseks kasutatavate termoplastide tehnilised omadused (temperatuuril +20°C)[1, p. 9]

omadus	ühik	PEL	PEM	PEH	PP	PVC
tihedus	kg/m ³	920...935	926...935	940...970	905...915	1380...1500
tõmbetugevus (lühiaegne)	N/mm ²	ligikaudu 10	ligikaudu 18	ligikaudu 20	29...33	> 45
elastsus (lühiaegne)	N/mm ²	ligikaudu 150	ligikaudu 600	ligikaudu 900	ligikaudu 1000	3000
pikkuse soojuspaisumis-egur	10 ⁻⁵ m/m°C	20	13...20	13...20	18	6...8
soojusjuhtivus	W/m°C	0,34...0,36	0,36...0,38	0,43...0,52	0,22	0,16...0,21
keemilist vastupidavust käsitlev SFS standard		3154	3154	3154	3459	3155

PE-survetorude, PVC-kanalisatsioonitorude ja PP-sadeveetorude elueaks loetakse 50 aastat.

1.2. Termoplastist isevoolsete kanalisatsiooni- ja survetorude liigid

Maa sisse paigaldavate torude vastupidavuse seisukohalt on tähtis nende ringjäikus. Isevoolsete kanalisatsiooni torud jagatakse järgmistesse klassidesse:

- massiivsed PVC-torud SN2, SN4, SN8 ja SN16;
- massiivsed PE-torud SN2, SN4 ja SN16;
- PVC- ja PE-kergetorud SN4, SN8 ja SN16.

Survetorud on jagatud klassidesse vastavalt nimirõhule:

- PE-torud PN 3,2-20;
- PVC-torud PN 6-16.

Torude klassid on kindlaks määratud vastavates tootestandardites. [1, p. 8]

1.3. Torude käsitlemine, transport ja ladustamine

Plasttorusid käsitletakse, transporditakse ja ladustatakse tihtipeale nõuetele mittevastavalt. Kuna vigastada saanud torustik ei vasta enam standardile ning nende kasutamine on keelatud, siis peab pingsalt jälgima nende nõuetekohast käsitlemist.

Torusid tuleb käsitleda piisava ettevaatusega püüdes vältida nende kahjustamist. Kukkumisel või viskamisel võivad torud kahjustada saada. Vältima peab toru või torurulli lohistamist mööda maad, sest torude välispind võib kahjustavaid kriimustusi saada.[1, p. 9]

Torude transportimisel ja ladustamisel peab hoolikalt jälgima, et torud ei jääks alaliselt paindesse nii, et painderaadius on tabelis 2 lubatud väärtusest väiksem. Muhvidega torude korral peab välistama muhvide sattumise koormuse alla. Transportimise ning ladustamise ajal peavad torude otsad olema kaitstud. Torude paigaldamisel tuleb jälgida, et paindekoht ei langeks muhvile. Survetorusid ei tohi painutada kohtadest, kuhu hiljem paigaldatakse liitmikke.[1, p. 9]

Tabel 2

Plasttorude lubatud painderaadiused [1, p. 10]

toru materjal	minimaalne lubatud painderaadius paigaldamisel
PVC	300 x d_e
PEH	50 x d_e
PEM	40 x d_e
PEL	30 x d_e
PP	75 x d_e

Plasttorude lubatud painderaadius sõltub ka temperatuurist. Kui torusid tuleb painutada temperatuuril alla -15°C , siis peab järgima torude tootja poolt antud spetsiaalseid juhiseid.[1, p. 10]

Torusid transporditakse sirgel transpordialusel, kus puuduvad teravad ääred ning muud torusid kahjustada võivaid esemeid. Vältida tuleb torude nihkumist transportimisel, kasutades näiteks koormarihmasid. Erineva suurusega torude transportimisel peab raskemad torud paigutama alla ning kergemad nende peale. Kui erinevaid torusid transporditakse teineteise sees, siis laaditakse kõigepealt maha peenemad ning pikaajalisemal ladustamisel ei tohi torusid üksteise sisse jätta. Kui

torusid teiseldatakse mehaanilise tõstevahendiga (kopp-laadur, teleskooplaadur vms), tohib kasutada vaid selliseid tõstetroppe ja muid varustust, mis ei kahjusta torusid.[1, pp. 9,10]

Torude pikaajalise ladustamise koht peab olema tasane, vältimaks koormuse ebahütlast jaotumist. Soovitatav on hoida torusid transpordipakendis. Kui torusid hoitakse ladustatult pikka aega, tuleb neid kaitsta otsese päikese kiirguse eest, kattes need riide või kilega. Kui torusid hoitakse virnas, ei tohi virna kõrgus ületada tabelis 3 antud väärtusi. Toruliitmikke transporditakse ja hoitakse tootja juhiste kohaselt. Temperatuuri alanedes plasttorude löögikindlus väheneb. Kui torusid tuleb transportida temperatuuril alla -15°C , peab järgima tootja poolt antud spetsiaalseid juhiseid.[1, p. 10] Torude ladustamisel ei tohi muhvinga osad toetuda üksteise peale. Torude virnas ladustamisel on soovitatav toruvirna alla paigaldada risti torudega puidust lauad, mille omavaheline kaugus ei ületa 1 m.

Tabel 3

Plasttorude suurim lubatud ladustamiskõrgus, m[1, p. 10]

toru materjal	SN2	SN4	SN8	SN16	PN 3,4	PN 4	PN 6...20
PEL	-	-	-	-	-	-	3
PEM ja PEH	2,1	2,8	2,8	3	2,1	2,8	3
PP	-	-	2,8	3	2,1	2,8	3
PVC	1,7	2,6	2,6	3			3

Soovitatav on kasutada materjalide ladustamisplatsidel valvet, et ära hoida vargusi, sest materjali kaotsimineku võib põhjustada tööprotsessi pikenedamist ja seega tekitada lisakulu.

1.4. Toruklassi valik

1.4.1. Isevoolsed torustikud

Isevoolsete torustike toruklassi valik sõltub eelkõige toru ümbritsevast algtäitematerjalist, selle tihedusest ning torule mõjuvast koormusest (katmissügavus ja liikluskoormus). Toruklass määratakse kindlaks projektiga.[1, p. 25]

Isevoolsete kanalisatsioonitorudena peab kasutama täisseinalisi PVC NAL Compact torusid, mis vastavad Euroopa standardile EN 1401. Kasutatud torud peavad olema sertifitseeritud, kinnitamaks toru kvaliteeti. Kui projektis pole näidatud teisiti, siis tuleb vältida mitmekihilise PVC NAL Coex kanalisatsioonitoru kasutamist. Kuigi mitmekihiline kanalisatsioonitoru omab Euroopa standardit EN 13476 – 2, on sertifitseeritud ning odavam kui täisseinaline kanalisatsioonitoru, pole antud toru

paigaldamine laialdaselt levinud. Eeldatavaks põhjuseks on toru haprus. Torude sisesein peab olema tasane ja sile.

Isevoolse kanalisatsioonitorustiku rajamise minimaalne kalle on $1/D_e$. Näiteks D_e 200 mm kanalisatsioonitoru minimaalseks kaldeks on $1/200 = 0,005$ mm ehk ühele meetrile tuleb torustiku kaldeks 5 mm. Kui projektis pole nõutud teisiti, on isevoolse kanalisatsioonitorustiku rajamisel maksimaalseks kaldeks 3 cm ühele meetrile. Kui isevoolse kanalisatsioonitorustiku omavahelisel kokku viimisel läheb vaja suuremat langu, tuleb torustiku vahele paigaldada kukkumisega kaevud. Seda põhjusel, et liiga suure kaldega torustiku rajamisel võib tekkida oht, et vedelik voolab torustikus ära, aga tahke osa jääb torustiku alles, tekitades ummistuse.

Isevoolsete sadeveetorustikena peab kasutama kas täisseinalisi PVC-torusid või gofreeritud PP-torusid. Sadeveetorustiku rajamiseks mõeldud PVC-torud vastavad samadele standarditele nagu isevoolsed kanalisatsioonitorustikudki. Gofreeritud PP-sadeveetorustik on sertifitseeritud ja vastab standardile EN 13276-3.

Ehitades haljasaladel tavalistes tingimustes ning kasutades algtäitena fraktsiooninõuetele vastavat killustikku, kruusa või liiva, kasutatakse kuni 6 meetrise katmissügavuse korral toruklassi SN4. Üle 6 meetrise katmissügavuse puhul peab toruklass olema vähemalt SN8.[1, p. 25]

Liiklustsooni paigaldatava isevoolse torustiku puhul (k.a. ehitusobjekti liiklusteed) peab toruklassi määramisel lisaks katmissügavusele arvestama ka torule mõjuvat liikluskoormust. Toruklasside kasutusvaldkonnad on esitatud tabelis 4.[1, p. 25]

Tabel 4

Termoplasttorude toruklassi valimine liikluspiirkonnas. Isevoolsed torud[1, p. 26]

piirkonna kasutuseesmärk	toruklass	Katmissügavus toru ülemisest servast, m
vähese liiklusega teed jms	SN4	0,8...6,0
õued	SN8	>0,6
tänavad jms	SN8	1,0 – 6,0
avalikud parkimisplatsid	SN16	>0,6
laoplatsid	SN16	>0,6

Torudest eraldiolevatesse kandvatesse kaitsekonstruktsioonidesse paigaldatavaid torustikke võib eriprojekti põhjal paigaldada kõrgemale kui tabelis 4 ette nähtud. Katmissügavus peab igal juhul olema üle 0,4 meetri. Kui torustiku katmissügavus on üle 6 meetri, peab lisaks koostama ka üksikasjalise ehitus- ja paigaldusprojekti.[1, p. 25]

Isevoolsel PVC kanalisatsioonitorustikul ja PP sadeveetorustikul on põlvede kasutamine keelatud. Keelatud on ka torude painutamine, sest vastasel korral võib tekkida torustikele pikinihe. Toru muhvi osast painutamise korral aga ei pruugi tihend enam oma tööülesandeid täita.

PP-toru on võimalik ühendada PVC-toruga, kasutades selleks sadeveetoru muhvi, millele tuleb lisada klikkrõngas, saades aktsepteeritava ja veekindla ühenduse. Isevoolsete torustike ühendused ja liitmikud peavad olema samast kvaliteediklassist kui torudki.

1.4.2. Survetorustikud

Veetorustikuna kasutada PE-survetoru. Minimaalne veetorustiku rajamissügavus on 1,8 meetrit toru peale. Torustik peab vastama minimaalselt surveklassile PN 10 ja rõngasjäikusele 17 KN/m^2 . Kasutada tohib survetorusid, mis on sertifitseeritud ja vastavad standardile EN 12201.

Survekanalisatsioonitorustikuna kasutada PE-survetoru. Minimaalne survekanalisatsioonitorustiku rajamissügavus on 1,6 meetrit toru peale. Torustiku surveklass peab olema minimaalselt PN 10 ja rõngasjäikus 17 KN/m^2 . Kasutada tohib survetorusid, mis omavad sertifikaati ja vastavad standardile EN 12201.

Survetorustiku surveklass määratakse reeglina torustiku töösurve põhjal. Surveklassi valikul peab lisaks arvestama eksploatatsioonis ette tulla võivat alarõhku, seda eriti kanalisatsioonitorustikes. Torustiku surveklass määratakse projektiga.[1, p. 26]

Liikluspiirkonnas valitakse survetorustiku surveklass arvestusliku koormuse põhjal, kus on lisaks arvesse võetud liiklusest tulenevat võimalikku väliskoormuse suurenemist. Torustiku sõidutee alt läbiviimisel peab kaitsehülsina kasutama vähemalt SN 16 klassi jäikusega toru.[1, p. 26]

Et tulevikus eristada samasse kaevikusse paigaldatud vee- ja survekanalisatsioonitoru, tuleb kasutada veetorustiku puhul siniste triipudega PE-toru ning survekanalisatsiooni torustikel pruunide triipudega PE-toru.

PE-torude ühendamiseks tuleb kasutada keevismuhve või pökk-keevitust. Lubatud on ka ühendamine äärikute või spetsiaalsete ühendusdetailide abil. Mehaaniliste koonusliitmikega survetorustike ühendamine on keelatud. Ühenduse surveklass ei tohi olla madalam kui torustiku üldine surveklass. Torude ja liidete pimeotsad tuleb sulgeda selleks ettenähtud tehases valmistatud toruotstega ehk pimekorkidega.

2. TORUARMATUUR JA LIITMIKUD

Toruarmatuur on ühine nimetaja kõiksugu materjalile, mis käib torustike vahele. PE veetorude puhul on selleks siibrid, maakraanid, elekterkeevismuhvid, -poognad, -kolmikud, vantuusikaevud, tuletõrjehüdrandid jne. PP sadeveetorustike ja PVC kanalisatsioonitorustike puhul kaevud ja poognad. Torustikuga ühendatav armatuur ja liitmikud peavad survekindluse, pinnakäsitluse ja materjali poolest vastama projektis toodud torustikule.

2.1. Siibrid ja maakraanid

Siibrite ja maakraanide põhimõtteks on sulgeda ja avada survetoru liine. Kasutatakse eelkõige veetorudel aga ka reoveepumplasse suubuval isevoolisel torustikul. Pumpla esise siibri eesmärgiks on selle sulgemisel hooldamistööde teostamise võimalus reoveepumplasse sees. Tähelepanu tuleb tarvikute valikul pöörata sellele, et materjalide ühenduspunktides ei tekiks korrosiooni või muid vigastusi. Joogivee torustikule paigaldatud siibrid ja maakraanid ei tohi kahjustada vee kvaliteeti. Soovitavalt ei tohiks vee magistraaltorustikul siibrite vahe asulates ületada 200 meetrit ja asulavälisel torustikul 500 meetrit. Siibrid ja maakraanid peavad olema tihedad, töökindlad ja hästi kaitstud korrosiooni eest ning täitma üldisi materjalinõudeid. Siibrid ja maakraanid peavad sulguma päripäeva ning nende surveklass peab vastama vähemalt torustiku surveklassile. Veetorustike puhul on see PN 10 ja kanalisatsioonitorustike puhul SN 6. Ka siibrite äärikud peavad vastama surveklassi nõuetele (ääriku paksus, avade suurus ja arv äärikus jne).

Siibrite spindlid peavad olema roostevabast terasest. Teede sisse jäävate siibrite ja maakraanide spindlid peavad olema teleskoopsed, haljasaladel võivad spindlid olla fikseeritud pikkusega. Spindel ja maakraan peavad olema tihvtiga ühendatud. Spindlid peavad olema vertikaalsed ning tagasitäite ajal tuleb jälgida, et vertikaalne asend säiliks. Kui spindel pärast tagasitäidet ei jää vertikaalasendisse, võib juhtuda, et siibrit või maakraani ei saa korrapäraselt sulgeda/avada, kuna spindli keeramine võtmega on raskendatud. Sel juhul tuleb spindli ümbrus lahti kaevata ja spindel paigaldada vertikaalasendisse.

2.2. Elekterkevisliitmikud

PE-torud tuleb ühendada elekterkevismuhvidega. Elekterkevisliitmike surveklass peab olema vähemalt võrdne torude surveklassiga. Elekterkevisühenduse liitmike kuumutusniit peab paiknema liitmiku polüetüleenist seina sees, mitte sisepinnal.

Elekterkevismuhve-, -siirdmikke, -kolmikuid ja põlvi ühendatakse muhvkeevituse abil. Muhvkeevitusega tohib tööd teha selleks vastava koolituse läbinud tööline. Keevitamise eeltööna tuleb PE-torude otsadelt eemaldada oksiidikiht selleks ettenähtud kaabitsaga. Noaga oksiidikihi eemaldamine pole lubatud. Oksiidikihti eemaldada torult vastavalt nii pikalt, kui palju elektrikeyvisliitmik toru peale ulatub. Seejärel tuleb survetoru otsad ja ka elektrikeyvisliitmik puhastada atsetooniga. Toru peale tuleb markeriga märkida elektrikeyvisliitmiku ülekatte pikkus, et tagada liitmiku võrdses pikkuses asetsemine kummagi toru peale. Torud peavad olema fikseeritud enne keevitamist, keevitamise ajal ning elektrikeyvisliitmiku jahtumisel ning kõikide tööprotsesside ajal ei tohi sattuda liitmiku vahele vett ega muid pinnaseosakesi.

Kui ettevalmistustööd on tehtud võib alustada keevitamisega. Selleks tuleb asetseda muhvkeevituse otsikud elektrikeyvisliitmiku pesadesse ning triipkoodilugejaga selekteerida liitmiku peal olev kood. Muhvkeevituse aparaat annab automaatselt ette liitmiku keevitamiseks vajaliku aja ja pinge. Triipkoodilugeja puudumisel tuleb vastavad andmed sisestada käsitsi. Pärast keevitamist näitab muhvkeevitus ära ka jahtumise aja. Eriti hoolikalt tuleb jälgida, et keevitamise ajal ja jahtumisel toru ei liiguks, sest vastasel juhul ei pruugi liitmike keevitusniit täielikult toru ümbrust sulatada, mille tagajärjel võib keevituskoht lekkima hakata.

2.3. Põkk-keevitus

Suundpuurimisega paigaldatavad torud tuleb omavahel ühendada põkk-keevitusega. Selleks tuleb põkk-keevitus seadme vahel kahe torulati otsad ära fikseerida ning seejärel toruotsad siledaks freesida. Pärast freesimist tuleb kontrollida, kas toruotsad on omavahel kohakuti. Kui ei, tuleb torulati teist otsa liigutada vastavalt sinna poole, kuhu vaja (üles, alla, vasakule või paremale). Seejärel otsad freesida ning uuesti kontrollida. Kui otsad on kohakuti, tuleb toruotsad puhastada atsetooniga ning toruotste vahele paigaldada põkkimiseks vajaliku temperatuuri saanud nn kevispann. Sõltuvalt PE-toru läbimõõdust ja toru seina paksusest on toruotste sulatamisaeg ning jõud, millega torusid sulatuspanni vastus surutakse erinevad.

Sulatamisprotsessil peab toru otsa tekkima umbes 2 mm paksune rant, misjärel eemaldatakse sulatuspann torude vahelt ja torud pressitakse omavahel kokku toru läbimõõdu ja toruseina paksusele vastava jõuga. Aeg, mil torud omavahel survega kokkupressituna seisma peavad sõltub samuti toru läbimõõdust ja toruseina paksusest. Kui vajalik aeg saab täis, keeratakse põkk-keevitus aparaadil surve maha ning toru, fikseerituna aparaadi vahel, jahtub vastavalt põkitava toru tehnilistest omadustest sõltuvalt ette nähtud aja. Kui põkk-ühendus on jahtunud, võib toru aparaadi vahelt vabastada.

2.4. Kaped

Kapedeks nimetatakse kummikiilsiibrite ja maakraanide metallist eraldiseisvaid komponente, mis paigaldatakse maapinnaga samale tasapinnale ning mille ülesandeks on kaitsta spindlit mehaaniliste vigastuste eest. Kaped peavad olema valmistatud kas valu- või tempermalmist. Liikluspiirkonnas peavad kaped olema „ujuvat“ tüüpi, kandejõuga 40 tonni. Haljasaladel sobivad ka koonusekujulised kaped, kandejõuga 25 tonni. Kapede alla tuleb paigaldada sobiva läbimõõduga plasttorust 0,3 m pikkune pikendus, et hõlbustada võimalike tulevaste pinnasetööde ajal kape tõstmist või langetamist.

2.5. Kaevud

Isevoolsele torule tuleb paigaldada vaatluskaevud toru läbimõõdu, kalde või suunamuutuse ning kõrvalühenduste korral. Suurim lubatud vaatluskaevude vahekaugus on 50 meetrit.

Plastist vaatluskaevud ja kontrolltorud peavad olema toodetud vastavalt Soome standardile SFS 3468. Kaevude materjaliks võib olla HDPE või PP. Kaevud peavad olema veetihedad. Vaatluskaevud tehakse nii materjali kui suuruse poolest vastavalt projektile. Kaevud, kõrgusega kuni 2,5 m peavad olema rõngasjäikusega SN 2, kõrgemate kaevude rõngasjäikus peab olema vähemalt SN 4. Kaevud peavad olema torustike diameetrile vastavad ning sobivate luukidega. Plastkaevud peavad olema valmistatud tehases ning ehitatud teleskoopilistena.

Kaevudel peavad olema rennpõhjad, mille laius ei tohi olla suurem kui kaevust väljuva torustiku läbimõõt. Kaevudel peavad sisenevate torude põhjade kõrgused olema samaväärsed või asetsema kõrgemal kui väljuva torustiku põhja kõrgus. Kõik ühendustorude liited kaevudesse peavad olema tehases tehtud keevitusühendustega. Ehitusjärelvalve kirjalikul loal võib lisäühendusi teha sadulaga. Läbiviigutihendite kasutamine pole lubatud. Kui plastkaevu toruotsad (kaevukellad) erinevad tegelikule olukorrale, võib ehitusjärelvalvet teavitades kasutada kuni 15° torupõlvesid.

Suurema nurgaga põlvede kasutamine on keelatud ning vajadusel tuleb kaev lasta ringi ehitada või tellida uus, korrigeeritud kaevukelladega kaev. Kaevudel ei tohi äravoolu suunas olla alla 90° sissetulevaid otsi. Legokaevude kasutamine pole lubatud, kui projekt ei näita teisiti.

Kaevud paigaldatakse vertikaalselt. Hälve tohib olla maksimaalselt 10 mm 1 m kohta. Kaevude asukohalise horisontaalse paigaldamise puhul on lubatud maksimaalne hälve 100 mm.

Plastikust vaatluskaevude luugi suurus valitakse vastavalt kaevu läbimõõdule. Kui projektis ei ole nõutud teisiti, siis asfalteeritud tänavatel, teedel ja haljasalal peavad kaevuluugid olema maapinnaga ühel tasapinnal (tolerants ei ole lubatud). Kruus- ja killustikkattega teedel peab kaevuluugid paigaldama 10 cm ulatuses teekattest madalamale, vältimaks teede profileerimisel kaevukaane purunemist või teleskoobi viltuseks sõitmist. Luukide kandejõud suure liiklusega piirkondades peab olema 40 t ning vähese liiklusega piirkondades 25 t. Kui kaevu sügavus on üle 6 m, peavad kaevude luugid olema võtmega lukustatavad. Hoolduskaevu luugi kinnitamisel poltliitega peab mutter jääma kaevu sisse ning tagatud peab olema kinnituste ja hingede avamine väljastpoolt. Poltliidete kasutamisel peavad poldid olema keevitatud mutritega kokku. Paigaldatavate kanalisatsioonikaevude luukidel peab olema sissevalatud tekst „KANAL“.

Vaatluskaevu konstruktsioon ja mõõtmed peavad võimaldama teostada torustiku läbipesu ja tagama torustiku kontrolliks TV-vaatluskaamera läbipääsu.

Betoonkivide või betoonplaatidega kaetud aladel ja sillutuskivi aladel kasutada risküliku kujulisi kaevupäiseid. Kahekordset või lukustatavat luuki kasutada ainult siis, kui projektis on sellekohane nõue.

2.5.1. Sadeveetorustiku kaevud

Lisaks eelpool kirjeldatud nõuetele, peab sadeveetorustiku kaevudel olema vähemalt 80 liitrine setteosa, võimaldamaks kaevude puhastamist pinnaseosakestest, mis koos sademetega kaevudesse uhtuvad. Setteosa välistab ka torustiku ummistuse. Sadeveekaeve tuleb regulaarselt puhastada sinna uhtunud materjalist. Sadeveetorustiku restkaevude luugid peavad olema paigaldatud nii, et luugi ribi suund ei ühti sõidusuunaga.

2.5.2. Kaevude kõrguse reguleerimine

Kaevude kõrgusi reguleeritakse teleskoopide abil. Teleskoobi pikkus ei tohi olla üle 800 mm. Teleskoobi ülekate kaevus peab olema vähemalt 150 mm. Kaevu kraed peavad olema nn „ujuvat“

tüüpi ja varustatakse müra vältiva konstruktsiooniga. Kaevud ehitatakse kõrguse poolest sellisena, et kaevuluuki oleks võimalik paigaldada vastavalt projektis antud kõrgusele ja nõutud kalletega. Teleskoopi kõrgust reguleeritakse asetades puitprussi risti kaevu sisse teleskoobi alla. Pruss asetatakse läbi tõstetropi ava ning tropiga tõstetakse teleskoopi vajamineva kõrguseni. Alternatiivina saab teleskoopi tõsta kangidega, asetades kangi otsad malmkrae alla. Sellise meetodi puhul peab teleskoopi tõstma samaaegselt kahe kangiga, asetades kangid omavahel vastamisi, vältimaks malmkrae poltkinnituste purunemist.

2.5.3. Kaevude demonteerimine

Demonteeritavad kaevud tuleb võtta lahti kuni 1,5 m sügavuseni ja alaosa täita pinnasega, mis tuleb tihendada tänavakonstruktsioonide jaoks määratletud tiheduseni. Enne kaevu alaosa pinnasega täitmist suletakse kaevudes asuvad kanalisatsioonitorustikud vahtbetoonega. Kui projektis pole nõutud teisiti, siis likvideeritavate kaevude metall-luugid ja –kraed kuuluvad tellijale ning need peab ladustama tellija poolt ettenähtud kohta.

3. DEFORMATSIOONID

3.1. Maa sisse paigaldatud plasttorude deformatsioon

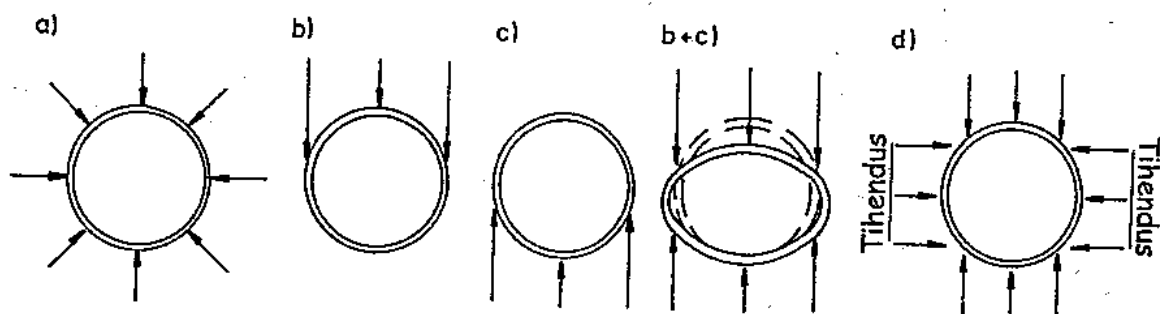
Maa sisse paigaldatud plasttorustikel võib esineda kaht tüüpi deformatsioone:

- ülddeformatsioon;
- kohtdeformatsioon.

Ülddeformatsiooni põhjustab reeglina algtäitekihi vajumine. Võimalikud ülddeformatsiooni tekke põhjused on torustiku algtäite ebapiisav tihendamine või ebapiisav tihendamine toru külgedel. Ülddeformatsiooni tekke vältimiseks on äärmiselt tähtis tihendada toru külgedelt ühtlaselt.

Kohtdeformatsiooni põhjustavad lubatust suurema läbimõõduga kivid tasanduskihis ning algtäites. Põhjuseks võib olla ka liialt vähene algtäite kihi paksus.

Maa sisse paigaldatud plasttoru ning paigaldamise järel toru ümbritsev pinnas (algtäide) moodustavad terviku, mille käitumise määravad toru ja seda ümbritseva pinnase omadused ning nende omavaheline kokkusobivus. Maa sisse paigaldatud plasttoru käitumist võib vaadelda näiteks järgmisel viisil (Joonis 1).[1, p. 36]



Joonis 1. Plasttoru käitumine pinnases. Põhimõtteline joonis [1, p. 36]

Eesmärk:[1, p. 36]

- maa sisse paigaldatud plasttoru ideaaltingimused: pinnase ning põhjavee surve toru pinnale jaotub ühtlaselt kogu toru ulatuses (a).

Tegelik kasutus:[1, p. 36]

- toru peal paiknev kaevise täide tekitab surve toru ülaosale (b);
- isevoolsele torustikule vajaliku langu säilitamine põhjustab toru alumisele pinnale suunatud koormuse tekke (c);
- kui toru külgedel ei ole väljastpoolt suunatud mingit koormust (tuge) või see on väga väike, aga toru peal on koormus, ei suuda toru enda jäikus deformeerumist ära hoida, muutes toru ovaalseks (b+c). Toru muljumist on siiski võimalik vältida, kui pinnas toru külgedel tihendatakse ühtlaselt ning korrektselt tihedaks. Sellega kindlustatakse toru ja algtäite poolt moodustatava terviku eeldatud funktsioneerimise (d).

Kui plasttoru rajatakse maa sisse allapoole põhjavee tasapinda, peab arvestama, et eriti juhul, kui algtäitena kasutatakse peeneteralist pinnast, võivad põhjavee üleslükkejõud ja pinnase hõrenemine põhjavee tasapinnast allpool põhjustada koormuse ebahürtlase jaotumise toru pinnale.[1, p. 36]

Kui plasttorule mõjuvad jõud on kogu toru pinna ulatuses ühtlased, siis toru säilitab algse ringikujulise ristlõike. Plasttorustikke projekteerides ja paigaldades lähtutakse siiski sellest, et toru alla ning külgedele jäävat algtäidet pole tihti peale võimalik tihendada täiesti ühtlaseks. Algselt ühtlane jõudude jaotus toru pinnale võib eksploatatsioonis muutuda ebahürtlaseks ja erineda torustiku kasutamise seisukohalt optimaalsest, mistõttu võib toru talle mõjuvate erinevate suurustega jõudude (ebahürtlasest jaguneva pinnaserõhu) toimel deformeeruda, ringikujuline ristlõige muutub veidi ovaalseks. Maa sisse paigaldatud toru deformatsioon võib suurenedagi seni, kuni torule mõjuvad vertikaal- ja horisontaaljõud saavutavad omavahel tasakaalu.[1, pp. 36,37]

Et kindlustada toru pikaaegset eksploatatsiooni, tuleb algtäide teostada nii, et täite ebahürtlasest tihedusest tingitud deformatsioon vahetult pärast paigaldamist oleks võimalikult minimaalne.[1, p. 37]

Algtäite rajamisele ja tihendamisele esitavate nõuete lähtekohaks on mõistlik seada torule paigaldamisjärgse lubatud deformatsiooni piirväärtus. See piirväärtus avaldatakse välisläbimõõdu mõõtmisel põhineva plasttoru paigaldamise järel mõõdetud siseläbimõõdu muutusena protsentides võrreldes deformeerumata toru arvestusliku siseläbimõõduga.[1, p. 37]

Deformatsiooni piirväärtus sõltub eelkõige sellest, mis materjalist toru on tehtud. Paigaldamisjärgsed suurimad lubatud deformatsioonid on antud tabelis 5. Lubatud deformatsioonide piirväärtuse määrab see, et planeeritud eksploatatsiooniaja (50 aastat) jooksul ei tohi see olla üle 15%. [1, p. 37]

Paigaldamisjärgseid deformatsioone vaadeldes tuleb arvestada, et plasttoru võib juba valmistamise või ladustamise ajal saada muljutud ja see võib olla ovaalne juba paigaldamise ajal. See ovaalsus arvestatakse toru lubatud suurima paigaldamisjärgse deformatsiooni sisse. Tabelis 5 on antud erinevatest materjalidest isevoolse kanalisatsiooni termoplasttoru suurim lubatud ovaalsus. See arvestatakse toru välisläbimõõdu muutusena protsentides võrrelduna nimivälisläbimõõduga.[1, p. 37]

Tabel 5

Isevoolse kanalisatsiooni termoplasttoru ristlõike lubatud ovaalsus ja lubatud kujumuutus pärast paigaldamist[1, p. 37]

toru materjal	toru ristlõike suurim lubatud ovaalsus enne paigaldamist, %	toru ristlõike suurim lubatud ovaalsus pärast paigaldamist, %
PVC	1	8
PEH	2	9
PEM	2	9
PP	2	8

Tabelis toodud piirväärtused tähistavad suurimat üksikut deformatsiooni. „Pärast paigaldamist“ all mõeldakse 2 – 3 nädala möödumist paigaldamisest.[1, p. 38]

Juhul kui torustiku vastuvõtmisel tehtud deformatsioonimõõtmiste tulemused ületavad tabelis 5 antud piirväärtusi, tuleb välja selgitada selle põhjused. Tavaliselt on põhjuseks hooletult teostatud algtäide. Mõõtmistulemuste ja deformatsiooni põhjuste analüüsi alusel peab otsustama, kas konkreetsel juhul jätkata torude deformatsiooni mõõtmiste teostamist ning milliste ajavahemike tagant neid teha. Torude deformatsiooni uuringud on näidanud, et reeglina peatub toru deformatsioon 1-2 aasta möödudes paigaldamisest, kui torule väljastpoolt mõjuvad jõud sealjuures ei muutu.[1, p. 38]

4. EHITUSTEHNILISED TÖÖD

4.1. Kaeviku konstruktsioonikomponendid

Kuna kanalisatsiooni- ja veetorustiku ekspluatatsioonikindlus sõltub torustiku kõikide osade tööst, tuleb tähelepanu pöörata toru, kaeviku põhja ja algtäitematerjali koostoimele, seda eriti iseveolsetes torudes. Lisaks tuleb arvesse võtta võimalik külmakaitse või soojusisolatsioon ning samasse kaevikusse paigaldavate erinevate torude mõju kaeviku konstruktsioonile.[1, pp. 11,12]

4.2. Kaevik

Kaevetööde puhul tuleb järgida projekti jooniseid ja nõutud täpsusega järgida seal esitatud suundasid, pikku-, laius- ja kõrgusmõõtmeid. Juhul, kui ei ole võimalik kinni pidada projektis nõutust, tuleb teostada projektimuudatus ja saada selleks ehitusjärelvalve heakskiit.

Kaevise ristlõike suurus ning kuju projekteeritakse sellesse paigaldatavate torude ning pinnaseuuringust saadud pinnaseomaduste põhjal. Üldjuhul tehakse kaevik võimalikult kitsas, arvestades võimalike tugitarindite jaoks vajalikku laiust, töötamisruumi ning seda, et torustiku ümber paiknevat algtäidet oleks võimalik nõuetekohaselt tihendada. Toestamata kaeviku põhja minimaalne laius on 0,7 m, toestatud kaeviku puhul 1,0 m. Põhjendamatult laia kaeviku tegemist tuleb vältida, vastasel korral võib algtäite horisontaaltuge andev mõju plasttorule väheneda. Kui kaeviku põhja pinnas võimaldab, võib vajadusel projektis selleks ettenähtud kohtadesse teha astmestiku.[1, p. 12] Kaevude kohal tuleb kaevik teha laiem, et kaevu ja kaeviku seina vahe on vähemalt 0,3 meetrit.

Eeldusel, et tasanduskihi materjal on nõuetekohane ning kasutatakse kokkukeevitatud survetoru rõhuklassis $> PN 10$ ja mõõdus $< d_e 160$, võib väljaspool liiklustsooni paikneva kaeviku teha drenaažiekskavaatoriga. Sellisel juhul võib kaevik olla kitsam kui eespooltoodud põhireeglid näitavad, arvestada tuleb vaid töövahendite kasutamist võimaldavat laiust.[1, p. 12]

Kui kaeviku põhjas olev pinnas on tasanduskihiks ebakõlblik, peab kaeviku sügavust määrates arvestama, et torustiku alla mahuks vähemalt 150 mm paksune tasanduskiht. Kaevamise lõppfaasis

peab olema ettevaatlik, et pinnas kaevise põhjas säiliks võimalikult puutumatuna. Pehmel pinnasel tuleb vältida tarbetud käimist.[1, p. 13]

Kui talvekuudel ei tehta tasanduskihti ega paigaldada torustikku vahetult pärast kaevetöid, tuleb kaevise põhja kaitsta külmumise eest selliselt, et torude alla jääv pinnas ei külmuks üheski tööde staadiumis. Eriti oluline on jälgida, et paepinnases ei jäätuks sinna kogunenud vesi.[1, p. 14] Külmunud pinnas tuleb kaevikust eemaldada.

Kaeviku nõlvus ja toestamisvajadus määratakse vastavalt vajadusele ning tööohutusnõudeid silmas pidades. Toestamisvajadust määrates tuleb arvestada ehituspaiga pinnasekihtide kandevõimet, pinnasevee taset, kaevise sügavust, aastaaega, paigaldamistööde kestust, liiklust torustiku läheduses ning valli tõstetud väljakaevatud pinnase ja mehhanismide mõju.[1, p. 14] Kaeviku seinad peavad olema ühetasased ilma suuremate sisselõigetega pinnasesse.

Enne kaevetöödega alustamist peab olema absoluutselt kindel, et kaevetöödega ei kahjustata ühtegi olemasolevat rajatist. Täitma peab kõiki olemasolevate rajatiste omanike või haldajate ettekirjutisi ja nõudeid. Elektri- ja sidekaablid tuleb eelnevalt labidaga välja surfida. Juhul kui kaevetööde käigus mingi olemasolev kommunikatsioon saab kahjustada või puruneda, tuleb sellest viivitamatult teavitada kommunikatsiooni omanikku.

4.3. Aluse rajamine

Torustiku alustarindite all mõeldakse pinnasekihte, mis jäävad tasanduskihi alla. Piisava kandevõimega pinnase puhul paigaldatakse torustik otse kaeviku põhjale, vastasel juhul aga spetsiaalsetele aluskonstruksioonidele või vaiadele. Aluse rajamisviis määratakse alati ehitusprojektis ning seda tehakse iga juhtumi kohta eraldi. Vajadusel laotatakse aluspõhjale filterkangas, mis parandab töötingimusi ning väldib aluskonstruksiooni, tasanduskihi või algtäite materjali segunemist aluspõhja pinnasega.[1, p. 15]

Tabel 6

Torustike põhilised rajamisviisid[1, p. 14]

rajamine pinnasele	
I	vahetult aluspõhjale (tasanduskiht, paksus 0,15 m)
II	pinnaspõhjale (paksus määratakse projektiga) kruus + killustik, vajadusel lisaks geotekstiil
III	puitalusele laudalus või palkalus
IV	terasplaatalusele
V	raudbetoonalusele

rajamine vaiadele	
VI	süvastabiliseerimine
VII	vaiadele rajatud palkalusele
VIII	vaiadele rajatud betoonalusele

Tabel 7

Juhised torusüsteemide rajamisviiside kasutamise kohta erinevates pinnastes[1, p. 15]

pinnas	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
kaljupinnas ja mittekülmuv jämedateraline pinnas	+							
külmuv jämedateraline pinnas ja moreenpinnas	+							
murenemiskoorik, kõva saviliiv- ja savipinnas	+	+	(+)	(+)	(+)			
pehme möll ja savipinnas	(+)	+	+	+		+	(+)	(+)
väga pehme möll ja mudapinnas, turvas		(+)	+	+			+	+

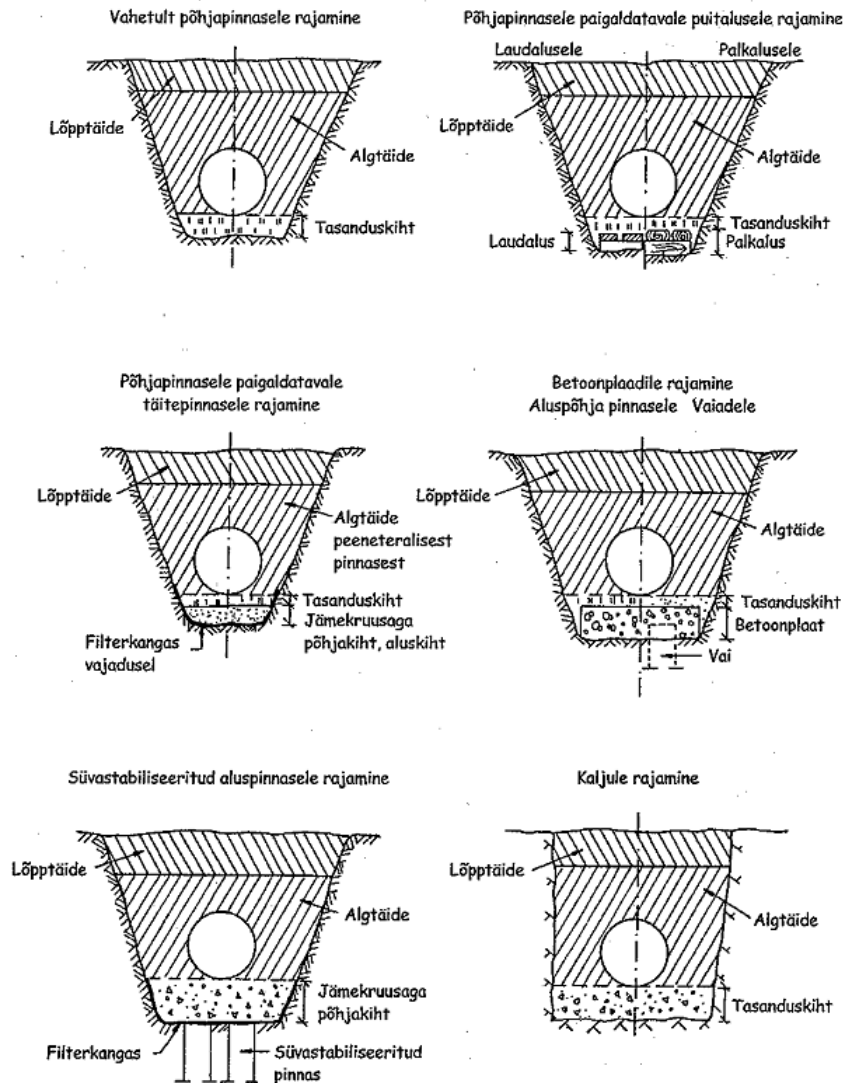
+ põhiline rajamisviis

(+) teisejärguline rajamisviis

Kivise aluspõhja tegemiseks kasutatakse kruusa või killustikku, fraktsiooniga 0 – 32 mm. Aluspõhja kihi paksus määratakse ehitusprojektis. Aluspõhja tegemiseks kasutatav materjal ei tohi olla jäätunud. Kui projektis pole märgitud teisiti, peab materjali tihedusaste olema vähemalt 90%. Üleminekul ühelt aluse rajamismooduselt teisele (paepinnas, nõrgalt kandev pinnas, sõidutee alt läbiviimine jne.) tuleb liitumiskohtades teha ebavõrdsete survete kompenseerimiseks üleminekukonstruktsioon.[1, p. 17]

Nõrga kandevõimega pinnaste puhul nagu turvas, savi ja märg pinnas või suure põhjavee pealevooluga tingimustes on aluskonstruktsiooni rajamine kohustuslik.

(Joonis 2)



Joonis 2. Torustiku põhilisi rajamisviise[1, p. 16]

4.4. Tasanduskiht

Kaeviku põhja, täitepinnase kihi või aluse peale rajatakse tasanduskiht, mille kõrgus toru sirge osa põhjast mõõdetuna peab olema vähemalt 150 mm. Kui projektis pole ette nähtud teisiti, tehakse tasanduskiht liikluspiirkonnas kõikidele torustikele killustikust, kruusast või liivast. Väljaspool liikluspiirkonda kehtib sama nõue erandiga torustikele, mille surveklass on suurem kui PN 10. Tasanduskihina kasutatava kivimaterjali suurim lubatud fraktsioon $d_{\max}$ sõltub paigaldatava toru välisläbimõõdust d_e . Kui $200 < d_e < 600$ mm, siis $d_{\max} = 0,1 d_e$. [1, p. 17]

Kui toru välisläbimõõt on üle 600 mm, siis suurim lubatud fraktsioon ei või ületada 60 mm ning alla 200 mm torude korral on suurimaks lubatud fraktsiooniks 20 mm. Killustikku võib kasutada

torude korral, mille d_e on suurem kui 110 mm, kuid seejuures ei tohi killustiku fraktsioonisuurus ületada 16 mm.[1, p. 17]

Kui väljaspool liiklustsooni aluspinnas on tasanduskihiks sobiv, siis survetorude puhul, mille surveklass on üle PN 10 pole vaja eraldi rajada tasanduskihti. Selliseks aluspinnaseks sobib fraktsiooni suuruse nõudeid rahuldav liiv, kruus, moreenliiv, moreenkillustik, saviliiv või savi.[1, p. 17]

Paigaldades toru otse tasandatud aluspinnasele, peab kaevetöid tegema erilise ettevaatusega, vältides liigset kaevamist ning jälgides, et kaeviku põhi oleks kogu ulatuses piisavalt tasane. Aluspinnases ei tohi olla tasanduskihi paksuselt kive.[1, p. 17]

Tasanduskihi minimaalne tihendusaste peab olema vähemalt 90% ja tihendamine peab olema tehtud mehhanismidega, kui projektis pole ette nähtud teisiti. Vajaliku tihendusastme saavutamine sõltub tihendusmehhanismist, tasanduskihi materjalist ja selle paksusest ning paigaldus- ja üldistest töötingimustest. Kasutades näiteks 0,1 – 0,2 tonnist vibroplaati, saavutatakse ettenähtud tihendus normaaltingimustes (välistöödeks sobilik ilm, materjali optimaalse niiskusesisalduse korral) 4 – 6 töökäiguga. Tihendusaste määratakse mõõtmise teel.[1, p. 18]

Tasanduskihi materjal ei tohi sisaldada külmunud pinnase osasid.

4.5. Torustiku paigaldamine

Enne paigaldamist peab kontrollima, et torudel ja tarvikutel pole defekte. Pärast transportimist ning käsitlemist ja enne paigaldamist tuleb torud hoolega puhastada.[1, p. 18]

Torupaigaldustööde käigus tuleb järgida tootjapoolseid juhiseid. Torude paigaldamisel ei tohi kasutada ülemäärast jõudu vältimaks toruotste vigastamist ning muid sellega kaasnevaid defekte. Torud või liitmikud, mis kahjustuvad paigaldustööde käigus, tuleb ehitusplatsilt eemaldada ja asendada uutega.

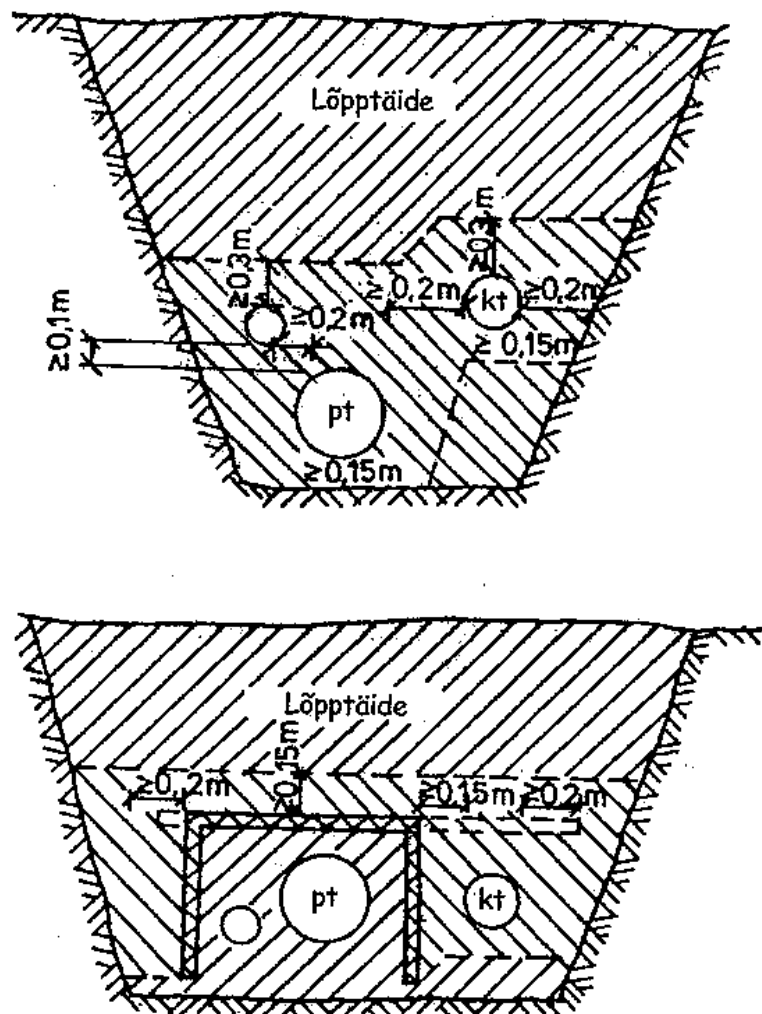
Kanaliseerimisitoru paigaldamisel tuleb tagada toruotste täielik ulatumine muhvi. Et selles veenduda, tuleb muhvita toruotsa teha markeriga joon vastavalt nii kaugele, kui sügavale muhvi sisse toru ots ulatub. PVC-torude ja PP-torude liited peavad olema mehaaniliselt ühendatud.

Isevoolsete torude paigaldamisel tuleb ette olukordi, kus peab kasutama toru juppe. Isevoolseid PP- ja PVC-torusid lõigatakse peenehambulise saega. Tagada tuleb, et lõige oleks tehtud toruga risti.

PVC-torude puhul tuleb lõigatud toruotsa teha faas. Selleks peab kasutama rasplit. Noaga faasi tegemine pole lubatud. Lõigatud gofreeritud PP-torude puhul tuleb paigaldada tihend viimasesse soonde. Isevoolsete torustike paigaldamisel peab jälgima, et torude muhviga osa jääks vastu voolusuunda.

Külgnevate torude välispindade horisontaalne vahekaugus ja torude kaugus kaeviku servadest ei tohi olla vähem kui 200 mm, kaevu sein ja toru vaheline kaugus peab olema vähemalt 100 mm. Isevoolsete kanalisatsioonitorude omavaheline vahekaugus peab siiski olema vähemalt 300 mm. Kaevude kohale tehakse vajalikud laiendused nii, et kaeviku seinte ja kaevu vahele jääb vähemalt 200 mm vaba ruumi. Torudevaheline vertikaalkaugus peab olema selline, et kõikide vajalike liitmike paigaldamine ei oleks takistatud, olles siiski vähemalt 100 mm.[1, p. 13]

(Joonis 3)



Joonis 3. Kaeviku normaalmõõtmed[1, p. 13]

Torud asetatakse kaeviku tasandatud põhjale või tasanduskihile nii, et toru toetuks pinnasele ühtlaselt terves pikkuses. Aluspinnasesse või tasanduskihti tehakse muhvide kohale süvised, vältimaks toru raskuse kandumist muhvile. Toru ei tohi paigaldada puitklotside ega muude tarindite peale.[1, p. 18]

Talvisel perioodil tuleb torustikutöid teha eriti ettevaatlikult. Plasttorude paigaldamine ei ole lubatud õhutemperatuuridel alla -15°C . Torud, liitmikud ja toru alus tuleb hoida puhtana lumest, jääst ja külmunud pinnasest. Tihendeid ja liugainet peab enne kasutamist hoidma soojas. Torustike paigaldamine külmunud kaeviku põhja on keelatud.

Torumuhvide, siirdmike ning torupõlvede toestamisel peab järgima tootja juhiseid. Vajadusel peab kasutama nurgatugedena betoontugesid. Betoontoed peavad paigaldatavuselt ning konstruktsioonilt olema sellised, et nad annaksid torule vajaliku toe, kuid samas ei koormaks oma raskusega toru.[1, p. 18]

Paigaldamistöode ajaks peab veetorude otsad tihedate kaitsekorkidega sulgema, et vältida mustuse sattumist torusse. Paigaldamistöode katkestuse ajaks peab ka kanalisatsioonitorustiku otsad sulgema korkidega. Paigaldamistöode ajal peab kaevikus veetaseme hoidma nii madalal, et võimalik veetõus ei liigutaks ega kahjustaks paigaldatud toru.[1, p. 18]

Paigaldatud isevoolsetel torustikel peab olema ühtlane kalle. Vett koguvate lohkude esinemine ei ole lubatud (lubatud seisva veekihi paksus on $0 \leq D_e$).

Kaevikute täitmisel tuleb piki veetoru telge paigaldada toru pealt mõõdetuna 0,3 – 0,4 m kõrgusele sinist värvi hoiatuslint, millel on kiri „Vesi“. Kanalisatsioonitorustike peale tuleb paigaldada samadel tingimustel pruuni värvi hoiatuslint, millel on kiri „Kanal“. Hoiatuslint peab olema vähemalt 100 mm laiune. Survetorustikele tuleb paigaldada vaskjuhe, mille kaudu on võimalik juhtida elektrisignaali ja selle abil leida eksploatatsiooni käigus torustiku trass. Juhtme otsad peab tooma välja maasiibrite spindlipikenduste kapede alla.

Vee- ja survekanalisatsioonitorustike lubatud hälbed on järgmised:

- asukoha hälve (vertikaalis) ± 50 mm;
- asukoha hälve (horisontaalis) ± 100 mm.

Tabel 8

Isevoolse kanalisatsiooni- ja sadeveetorustiku lubatud hälbed

projekteeritud torulang (‰)	lubatud kõrvalekaldumine projekteeritud langust (‰)	lubatud kõrvalekaldumine kõrgusest (mm)
>5	1,5	50
3-5	1,0	30
<3	1,0	20

Paigaldatud veetorustike sõlmed ning muud keevisühenduskohad peab fotodega fikseerima. Piltide peal peab olema ära märgitud sõlme tähis. Isevoolsetel torustikel tuleb fotod teha paigaldatud kaevudest, kus peab ära märgitud olema kaevu number.

4.6. Kinnistu liitumispunkti ehitus

Enne kinnistu liitumispunkti ehitamist tuleb kinnistuomanikega kirjalikult kooskõlastada rajatava liitumispunkti asukoht.

Kui projektis pole näidatud teisiti, siis veetorustiku kinnistu liitumispunkt tuleb rajada PE-torust De32 PN 10 ning varustada see maakraaniga. Maakraan peab paiknema 0,5 kuni 1 m kaugusel kinnistu piirist. Maakraan tuleb varustada spindlipikenduse, kape ja otsakorgiga. Peale maakraani tuleb paigaldada 1 m pikkune veetoru maakraanist kinnistu poole ja sulgeda see elekterkeeviskorgiga.

Kui projektis pole näidatud teisiti, siis kanalisatsioonitorustiku kinnistu liitumispunkt tuleb rajada PVC-torust De160 SN8 ning varustada see teleskoope kontrolltoruga (min läbimõõt 200 mm). Kontrolltoru peab paiknema 0,5 kuni 1 m kaugusel kinnistu piirist. Kui projektis pole nõutud kanalisatsioonitoru paigaldamist kontrolltorust kinnistu poole, paigaldatakse kontrolltorule otsakork. Minimaalne majaühenduse torustiku kalle on 1‰. Kontrolltoru tuleb varustada teleskoobi ja kaevuluugiga.

4.7. Survetorustike rajamine kinnisel meetodil

Survetorustike rajamist kinnisel meetodil nimetatakse suundpuurimiseks ehk horisontaalpuurimiseks. Suundpuurimisel on mitmeid eeliseid lahtise kaevikuga torustike paigaldamise ees:

- väiksem pinnase ja katete taastamise maht;
- väiksem pinnase väljakaevamine;
- kulub vähem materjali tagasitäiteks;

- lühem ehitusperiood;
- väiksem tööohutusrisk;
- võimalus töid teostada kohtades, kus avatud kaeve ei ole võimalik.

Horisontaalpuurimine on kaheetapiline protsess:

- esimeses etapis toimub pilootpuurimine puurpea ja puurvarraste abil algpunktist kuni lõpppunktini mõõda projekteeritud torustiku keskjoont. Selleks valitakse vastavalt pinnasetingimustele sobilik puurpea. Puurimise suunda juhitakse, pöörates puurpead vastavalt vajadusele kas ülesse, alla, vasakule või paremale. Seda protsessi jälgitakse spetsiaalse lokaatori abil. Kui puurpea on jõudnud soovitud sihtpunkti, asendatakse puurpea laiendajaga, mille taha ühendatakse maa sisse tõmmatavad torud. Laiendaja läbimõõt valitakse vastavalt vajadusele, mis sõltub sissetõmmatavate torude kogusest ja torude läbimõõdust;
- teises etapis toimub toru sissetõmbamine pilootkanalisse, suurendades laiendajaga esmast ava soovitud diameetrini ja koos ava laiendamisega tõmmatakse maasse ka ettenähtud toru. Torustiku maasse tõmbamise ajal eritatakse laiendaja peast puurimiskanalisse bentoniiti, mis vähendab sissetõmmatavatele torudele mõjuvat hõõrdejõudu.

Horisontaalpuurimise tehnoloogia võimaldab maa sisse tõmmata torusid alates läbimõõdust 32 mm kuni 600 mm. Sõltuvalt geoloogiast ja puurmasina tehnilistest omadustest on ühe puurimisega võimalik maa sisse tõmmata kuni 300 m toru. Samuti on võimalik vastavalt vajadusele maasse tõmmata mitu toru korraga. Suundpuurimist on võimalik teostada vastavalt vajadusele nii maapinnalt maapinnale kui ka kaevikust kaevikusse.

Torustiku paigaldustöö kohta peab väljastama asukohta fikseerivad raportid.

4.8. Algtäide

Algtäitematerjali all mõeldakse toru ümber olevat ja aluspinnase või tasanduskihi peal kasutatavat materjali. Algtäide peab $d_e > 160$ torude puhul ulatuma 300 mm toru ülaservast kõrgemale. Kui projektis on eraldi lubatud, võib $d_e < 160$ torude korral kasutada ka õhemat algtäitematerjali kihti. Sõltumata toru läbimõõdust ei tohi algtäitekihi paksus olla vähem kui 150 mm.[1, p. 19]

Algtäite materjali suurim lubatud fraktsioon d_{max} sõltub paigaldatava toru välisläbimõõdust d_e . Kui $200 < d_e < 600$ mm, siis $d_{max} = 0,1 d_e$. Liikluspiirkonnas kasutatakse kõikide torude korral, väljaspool liikluspiirkonda surveklassiga alla PN 10 torude korral fraktsiooninõuetele vastavat liiva, kruusa või killustikku. Väljaspool liikluspiirkonda võib survetorustikel surveklassiga üle PN

10 kasutada ka fraktsiooninõuetele vastavat moreenliiva või –kruusa, saviliiva või savi.[1, p. 19] Tingimustes, kus aluskihi peenaine võib läbi külmuda, tehakse see killustikust, mille suurim materjali osakeste suurus vastab eeskirjadele ja milles ei leidu alla 8 mm materjali osakesi.

Juhul kui aluskihi peale paigaldatakse erinevaid torusid, siis peab valitud aluskihi materjal vastama kõikide torude osas mainitud nõuetele.

Algtäidet ei tohi kallata otse torustikule, sest see võib saada kahjustada või nihkuda paigast. Täide tuleb kallata võimalikult ühtlaselt mõlemale poole toru, seejärel labidatega suruda see toru alla ja külgedele. Esimene täitekiht võib ulatuda maksimaalselt poole toru kõrguseni.[1, p. 19]

Kaeviku algtäide tehakse ja tihendatakse homogeense kihina toru pikisuunas, eriti oluline on sealjuures toru alumist poolt toetava täitekihi hoolikas ja korrapärane tihendamine.[1, p. 19]

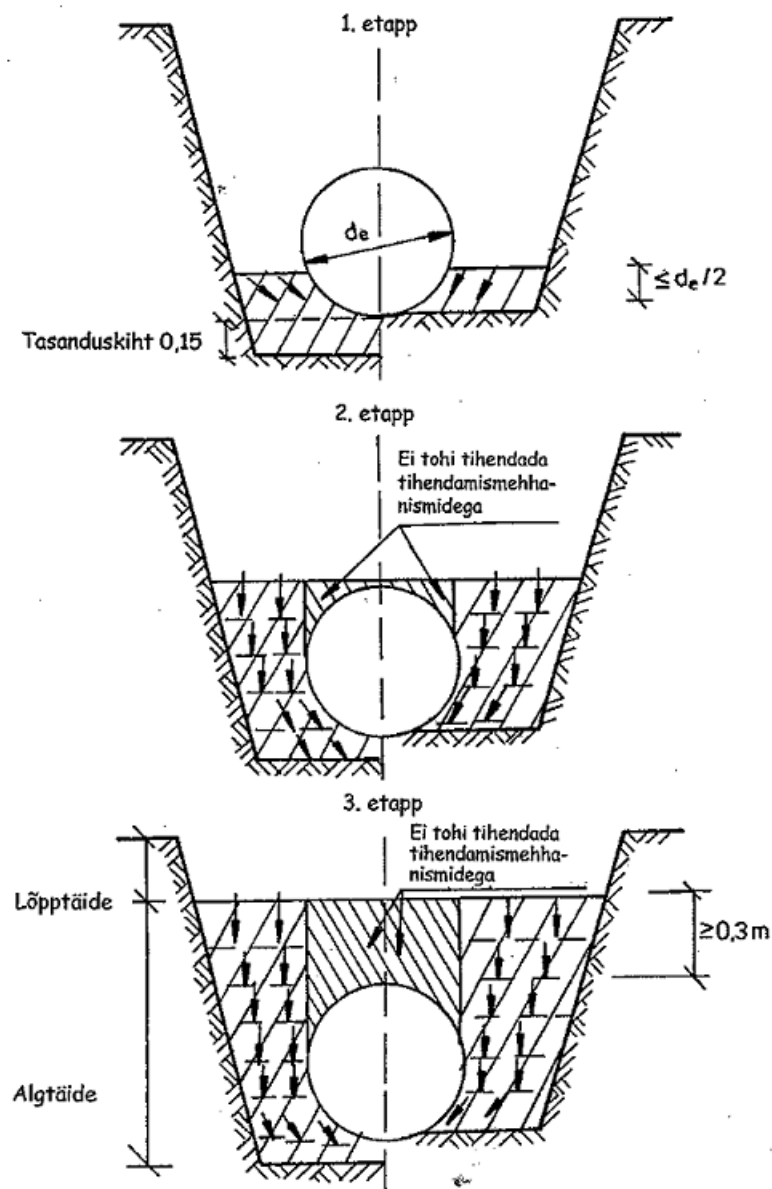
Toruümbruse pinnast võib mehhanismidega tihendada alles siis, kui toru peale jääva pinnasekihi paksus on vähemalt 300 mm. Teisi tihendusvõtteid kasutades peab kihi paksus olema vähemalt 150 mm.[1, p. 20] Kui vajalik, tuleb tagasitäitematerjali kuivatada või niisutada enne tihendamist.

Kui projektis pole näidatud teisiti, peab kõigil torustikel liikluspiirkonnas algtäite tihedus olema minimaalselt 90%. Väljaspool liikluspiirkonda kehtib sama nõue erandiga torustikele, mille surveklass on suurem kui PN10.[1, p. 20]

Vajaliku tihedusastme saavutamine sõltub tihendusmehhanismidest, algtäite materjalist ning rajamis- ja üldistest töötingimustest. Kasutades näiteks 0,1 – 0,2 tonnist vibroplaati, saavutatakse ettenähtud tihedus normaaltingimustes (välistöödeks sobilik ilm, materjali optimaalse niiskusesisalduse korral) 4-6 töökäiguga 15-20 cm kihi kohta. Tihedusaste määratakse mõõtmise teel. Toestustarindite eemaldamisel kaevisest peab jälgima, et algtäide ei hõreneks ning toru ei nihkuks paigast.[1, p. 20]

Pärast tagasitäitetööde lõppu peab näitama täidetud pinnad ette järelevalvele ja pärast järelevalve nõusolekut tohib jätkata edasiste tagasitäite töödega. Iga tagasitäite kiht tuleb ehitusjärelevalvele ette näidata ning teede piirkonnas tuleb liiva tihedust mõõta kalibreeritud instrumendiga, milleks reeglina on dünaamiline penetromeeter ning tihedused fikseerida kaetud tööde aktis, kuhu on märgitud kontrollkohad, tihedus nendes kohtades, kuupäev, täitepinnase granulomeetria ja katsemetoodika. Tihedust mõõdetakse reeglina iga 50 meetri tagant ning lisaks strateegiliselt tähtsates punktides (tee sees, ristmikel). Kasutusele tuleb võtta tihendustööde päevik. Ilma järelevalve loata on kaeviku täisajamine keelatud.

(Joonis 4)



Joonis 4. Plasttoru paigalduskaeviku algtäite paigaldamine kihtide kaupa [1, p. 20]

4.9. Lõpptäide

Liikluspiirkonnas peab lõpptäidet tegema materjalidega, mis on tihendusmehhanismidega tihendatav. Kui kaevikust väljakaevatud pinnas on sobilik, kasutatakse seda, muudel juhtudel kasutatakse mujalt toodud, samade jäätumisomadustega materjali. [1, p. 21]

Toru ülaservast mõõdetud 1 meetri lõpptäitekihis ei tohi olla üle 300 mm läbimõõduga kive. Lõpptäites olev kivi ei või asuda torule lähemal kui paigaldatava toru enda läbimõõt. Lõpptäite

ülaosas ei tohi kivide läbimõõd ületada 2/3 ühekorraga tihendatava tagasitäite kihi paksusest. Täitematerjal peab olema mitmekesise teralise koostisega, et täitesse ei jääks tühimikke.[1, p. 21]

Tagasitäidet tehakse selleks ette nähtud mehhanismidega (ekskavaator, kopp-laadur, bobcat vms). Tagasitäitmisel on keelatud täitematerjali kallamine kaevikusse otse kallurilt. Tagasitäidet teostatakse kihiti, kusjuures ühe tagasitäite kihi paksus ei tohi ületada 0,3 m, tihendades kihid nõutud tihendusastmeteni.

Väljaspool liikluspiirkonda kasutatakse lõpptäites enamasti kaevikust väljatõstetud pinnast, mille suurim lubatud fraktsioon on sama mis liikluspiirkonnas.[1, p. 21]

Tagasitäites on keelatud kasutada materjale, mis tõstavad sanitaarriski, kahjustavad ehitisi või muudavad täite ebastabiilseks. Keelatud on tagasitäitena kasutada külmunud materjale või materjale, mis sisaldavad jääd. Väljakaevatud täidet, mis on sobilik ja planeeritud hilisemaks tagasitäiteks, aga ka laoplatsil olevat liiva, kruusa ja killustikku ei tohi hoida külmunud maapinnal. Erinevad materjalid tuleb tagasitäita nii, et ainult üks materjal on ühes kihis.

Kui projektis pole määratud teisiti, tihendatakse liikluspiirkonnas lõpptäidet mehaaniliselt vähemalt 90% tiheduseni või vastavalt teekatte konstruktsioonile.[1, p. 22] Liikluspiirkonnas kõrgemal kui 1,2 m allapoole teepinda on paeliiva kasutamine keelatud.

Haljasaladel võib lõpptäite jätta tihendamata või siis tihendatakse see vastavalt kohalikele tingimustele. Kaevik tuleb täita sellise kõrguseni, et hilisema tihenemisega jääks täide planeeritud kõrgusele või maapinnaga ühele tasemele.[1, p. 22]

Kaevude ning siibrite ja maakraanide spindlite ümbruse tagasitäitel tuleb hoolikalt jälgida, et pinnase tihendamisel säiliks elementide vertikaalne asend seni, kuni kaevik on maapinnani täidetud.

Kui tagasitäite ala kõrgus ümbritsevast alast on rohkem kui 600 mm, tuleb kahe ala ühendusserva moodustada nõlv, mille kalle on minimaalselt 1:1. Nõlva tihendusaste peab vastama tagasitäitepinna üldisele tihendusastmele.

Kaeviku lahtihoidmise aeg peab olema nii lühike, kui võimalik. Öhtul täitematerjali kaevikusse paigaldamine ja järgmisel hommikul materjali tihendamisega alustamine võib vahepealse ajaga ilmastikuolude muutuse tõttu tagasitäitematerjali omadusi niivõrd muuta, et tagasitäitematerjal on tihendamiseks sobimatu. Seetõttu tuleb pärast täitekihi paigaldamist kogu täitematerjal tihendada nii ruttu kui võimalik nõutud tiheduseni. Soovitav on jätta tööpäeva lõpuks avatuks mitte rohkem kui

5 m kaevikut. Pinnasevee tase tuleb kaevikus hoida madalana, et vältida tagasitäite ja kaevikuseinte kahjustamist. Tagasitäiteta toru tuleb kaitsta kukkuvate kivide ja muude võimalike kahjustuste eest. Selleks sobib tööpäeva lõpus killustiku laotamine lahtise toruotsa peale. Piisav killustiku kiht hoiab ära torude üleslukkamise pinnaseveerohketes piirkondades. Enne killustiku paigaldamist torustike peale tuleb isevoolsete sade- ja kanalisatsioonitorustike otsad sulgeda auguliste otsakorkidega, et pinnasevesi saaks torusse voolata, mis samuti vähendab pinnasevee üleslükke jõudu.

Tagasitäite tegemise puhul tuleb arvestada kõikide ettevaatusabinõudega, et ära hoida ümberkaudsete hoonekonstruktsioonide rikkumist ja liigset koormamist. Täitematerjal tuleb ladustada ja hiljem ka tagasitäita nii, et säilitatakse olemasolev olukord stabiilsena või parendatakse seda.

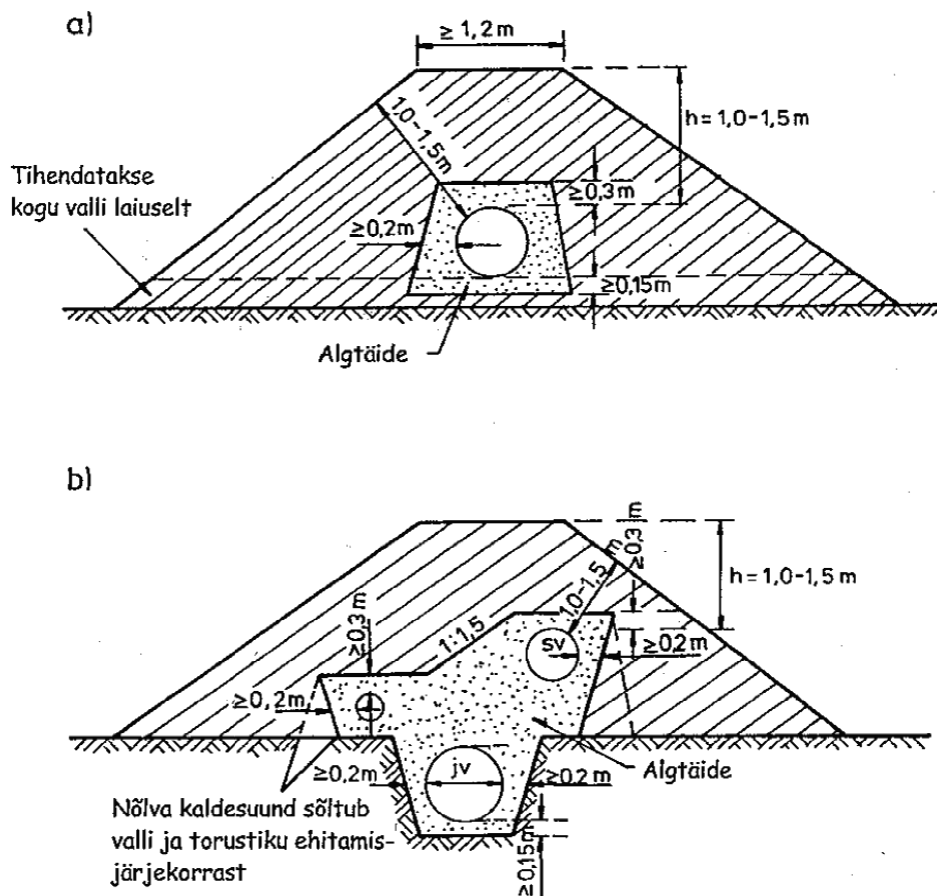
Ehitustöölistel on keelatud kaevikusse jätta olmeprügi.

4.10. Teisaldatava pinnasega täitmine ja vallitamine

Teisaldatava pinnasega täitmine tehakse karjäärimurruga või kandva ja tihendatava pinnasega projektis nõutud laiusega. Täide tihendatakse minimaalselt 90% tiheduseni. Karjäärimurdu peab tasandama jämedafraktsioonilise killustikuga.[1, p. 24]

Vallitamisega kaitstakse maapinnale või väiksemale sügavusele paigaldatud torustikku külmumise ning välise mehaanilise mõju eest. Vall ehitatakse nii kõrge, et valli hari jääks pärast tihendamist projektis nõutud kõrgusele.[1, p. 24]

(Joonis 5)



Joonis 5. Torustiku paigaldamine valli[1, p. 24]

Valli kõrgus ning valli harja laius määratakse projektiga vastavalt kohalikele tingimustele. Valli nõlvus peab olema 1:3. Katmissügavust saab vähendada näiteks toru isoleerimisega, kuid seda eeldusel, et torus voolav vedelik eraldab piisavalt soojust.[1, p. 25]

Kui valli paigaldatakse üks toru, siis vall rajatakse ja tihendatakse vastavalt töökirjelduses määratud tiheduseni torustiku alaservaga samal tasemel kogu valli laiuses. Kui olukord võimaldab, siis täidetakse torustik enne algtäite tegemist veega. Algtäide tihendatakse toru ülaservaga samale kõrgusele. Kõrgemale jäävat valliosa ning algtäidet pole vaja tihendada, kui vallile esitatavad nõuded seda ei tingi.[1, p. 25]

Kui valli paigaldatakse mitu torustikku, siis valli materjal tihendatakse kõrgemal asuva toru alaserva tasemel kogu valli laiuses. Algtäide tihendatakse ülemise toru ülaserva kõrguselt. Sellest kõrgemale jäävat valli tihendada pole vaja, kui vallile esitatavad nõuded seda ei tingi. Rajades valli

nõrgale pinnasele, tuleb arvestada, et vall ei tekitaks maapinda ja torustikku kahjustavaid vajumisi.[1, p. 25]

4.11. Torustike soojustamine

Projekteeritud kanalisatsioonitorustik tuleb soojustada kasutades spetsiaalseid soojusisolatsioonplaate, kui paigaldamissügavus on vähem kui 1,2 m maapinnast toru peale. Ristumisel kraavide ja truupidega tuleb projekteeritud kanalisatsioonitorustik isoleerida, kasutades spetsiaalseid soojusisolatsioonplaate, kui sügavus kraavi või truubi põhjast toru ülemise servani on vähem kui 1,2 m.

Projekteeritud veetorustik, mis paigaldatakse maapinnale lähemale kui 1,8 m mõõdetuna toru pealt, tuleb soojustada. Ristumisel truupide ja kraavidega tuleb projekteeritud veetorustik isoleerida, kasutades spetsiaalseid soojusisolatsioonplaate, kui sügavus truubi või kraavi põhjast kuni toru ülemise servani on vähem kui 1,8 m.

Projekteeritud survekanalisatsioonitorustik, mille sügavus mõõdetuna toru pealt on vähem kui 1,6 m, tuleb soojustada. Ristumisel truupide või kraavidega tuleb projekteeritud survekanalisatsioonitorustik isoleerida, kasutades spetsiaalseid soojusisolatsioonplaate, kui sügavus truubi või kraavi põhjast toru ülemise servani on vähem kui 1,6 m.

Nii kanalisatsiooni-, vee- ja survekanalisatsioonitorustike soojustus tuleb paigaldada 1,5 meetri ulatuses mõlemale poole piki paigaldatavat torustikku. Soojustamiseks tuleb kasutada soojustusmaterjali, mis on ette nähtud pinnasesse paigaldamiseks. Materjali survetugevus peab olema vähemalt 180 kN/m^2 ja soojusjuhtivustegur ei tohi ületada $0,04 \text{ W/mK}$. Selliseks soojusisolatsioonimaterjaliks sobib näiteks Styrofoam XPS plaat.

4.12. Veetõrje

Töötamisel allpool pinnasevee taset on oluline roll veetõrjel. Kaevik tuleb torustiku paigaldamise ajal hoida kuiv. Efektiivseks vee eemaldamiseks tuleb teha kaeviku põhja süvend, süvendisse paigutada pump ning pumba ümbrus täita killustikuga. Soovitav on seejuures süvendisse paigaldada geotekstiil, vältimaks pinnaseosakeste välja pumpamist läbi killustiku pooride. Alternatiiviks sobib ka nn. pumpamiskaevu (augustatud toru, mille sisse asetatakse pump) kasutamine. Ei ole lubatud ehitustsooniga külgnevate maavalduste üleujutamine kaevikust välja pumbatud veega. Keelatud on ka vee pumpamine kaevikust alalistesse kuivenduskraavidesse,

olemasolevatesse sadeveetorustikesse ja kanalisatsioonitorustikesse ilma vastava kirjaliku loata. Luba tuleb taotleda vastavast instantsist. Loa olemasolul tuleb kaevikust väljapumbatavat vett eelnevalt setitada, vältimaks vees sisalduvate pinnaseosakeste sattumist kas kuivenduskraavidesse, olemasolevatesse sadevee- või kanalisatsioonitorustikesse.

Kaevelõikudes, kus pinnasevett on väga ohtralt, tuleb kasutada hüdropumpasid, veealandajaid või nõelfiltreid.

5. EHITUSEELSE OLUKORRA TAASTAMINE

Taastamisega tuleb alustada nii kiiresti kui see on võimalik ning mõistlik, seda eriti asustatud piirkondades. Kuni taastamistööde lõpuleviimiseni peab tänavad ja kinnistute ligipääsuteed hoidma kasutatavas seisukorras. Kõik ehituse ajal teiseldatavad elemendid (liiklusmärgid, piirdepostid, aiad jne) tuleb asetada sama koha peale tagasi. Ehituse ajal viga saanud elemendid tuleb asendada uutega. Pärast ehitustööde lõppu peab kõikvõimalike taastamiste tulemusena lõpptulem olema ehituseelse olukorraga võrreldes vähemalt samaväärne või parem.

5.1. Murukatte taastamine

Enne kasvupinnase rajamist tuleb alus eelnevalt planeerida, et tagada mullakihi ühtlane paksus terves taastamisfrondis. Külvatav muruseeme määratakse projektiga. Kui vastav märke projektis puudub, tuleb külvatav muruseeme kooskõlastada ehitusjärelvalvega. Külvinorm on vähemalt 20 g/m². Pärast muruseemne külvamist rehitsetakse see mulla sisse ning tihendatakse mururulliga. Kasvukihi minimaalne paksus olema vähemalt 0,15 m ning tihendatud mullakiht peab jääma ümbritseva maapinnaga samale tasemele. Pindmise mullakihi peale ei tohi jääda kive, mille läbimõõt on suurem kui 20 mm. Vajadusel peab haljastatud piirkondi kastma.

5.2. Kruuskatte taastamine

Kruusateede pealiskihi paksus ei tohi olla õhem kui 12 cm.[2, p. §43]

Kruusateede pealiskihi mineraalmaterjali terakoostis peab olema vastavuses tabelis 9 toodud nõuetele. Mineraalmaterjali terakoostise vastavust projektile peab kontrollima mitte harvemini, kui üks kord 1000 m³ paigaldatud mineraalmaterjali kohta.[2, p. §44]

Tabel 9

Kruusateede pealiskihi mineraalmaterjali terakoostis[2, p. §44]

segu nr	sõela ava mõõt, mm							
	32	16	8	4	2	0,5	0,125	0,063
	läbib sõela, massi-%							
3	85-100	60-80	40-65	30-55	20-45	10-30	8-20	7-20
5	-	85-100	65-90	50-75	35-65	20-45	10-35	8-25

Kruusatee pealiskiht ehitatakse purustatud kruusast, looduslikust kruusast või mitme mineraalmaterjali segust. Tihedast killustiku- või kruusasegust kattes kasutatav kivimaterjal peab vastama vähemalt III klassi nõuetele, kui kasutatakse killustikku, ja vähemalt IV klassi nõuetele, kui kasutatakse kruuskillustikku.[2, p. §45]

Kruusateede pealiskihi ehitamisel peab mineraalmaterjali laotamisel ning tihendamisel selle niiskuse olema laboratooriumis määratud optimaalse niiskusega võimalikult samal tasemel (lubatud hälve $\pm 10\%$ optimaalsest).[2, p. §46]

Kruusateede pealiskihi geomeetrilised parameetrid peavad olema vastavuses projektis esitatud nõuetele. Projektis ettenähtud geomeetrilistele parameetritele, mõõdetuna iga 25 m tagant, lubatakse järgmisi hälbeid:[2, p. §47]

- põikkalle $\pm 0,5\%$;
- pinna kõrgusarv ± 30 mm;
- pikitasasus (pilu 3 m lati all) < 15 mm;
- tihendatud kihi ristlõike kolme punkti keskmine paksus, mõõdetuna tee teljel ja tee servast 1 m kaugusel ei tohi olla projekteeritust väiksem üle 10 mm ning kogu teelõigu keskmine paksus ei tohi olla projekteeritust üle 5 mm väiksem.

Elastsusmoodulit mõõdetakse kruusatee pinnal Inspector või Loadman seadmega iga 100 m tagant ristlõike kolmes eri punktis. Elastsusmooduli minimaalne väärtus neis punktides peab olema vastavuses projektiga. Kui projektis nõue puudub, siis ei tohi olla see väiksem kui 120 MPa.[2, p. §48]

Talvel võib kruusateid ehitada mulletele, mis on valmis ehitatud ning vastu võetud enne külmade saabumist. Talvel ehitatud kruusateed võetakse vastu pärast muldkeha ning aluse sulamist.[2, p. §49]

Kruuskatte alla jääva liiva filtratsioonimoodul peab olema vähemalt 0,5 m/ööpäevas.

5.3. Killustikkatte taastamine

Enne killustikkatte rajamist tuleb täita augud ja ebatasasused ning täide tihendada. Parandama peab ka tee piki- ja põikprofiili.

Killustikkatte aluskihis peab kasutama keskteralist või jämedateralist liiva, mis täidab drenivat, filtreerivat ja külmakaitse funktsiooni. Aluskihi täiteliiva filtratsioonimoodul peab olema vähemalt 0,5 m/ööpäevas. Liivakiht peab olema tihendatud tiheduseni $k = 1,0$.

Killustikkatte alumine kiht tuleb rajada vähemalt III klassi paekillustikust, fraktsiooniga 32-64, kihipaksusega 0,2 m. Killustikukihi peab teehöövliga profileerima vajalike kallete ja kõrgusmärkideni. Seejärel peab kihti tihendama teerulliga. Erandkorras, kus rulliga tihendamine ei ole võimalik, tuleb killustikukihti tihendada vibroplaatidega. Pärast tihendamist kiiluda kiht vähemalt III klassi paekillustikuga (fraktsioon 16-32), kulunormiga 25 kg/m^2 , mis tuleb omakorda tihendada. Viimase kihina lisada peakillustikku, fraktsiooniga 8-12, kulunormiga 15 kg/m^2 ja see tihendada.

Valmis katte ebatasasus ei tohi ületada 3 meetrise latiga mõõdetuna 10 mm. Kui projektis pole märgitud teisiti, peab elastsusmoodul killustikkatte pinnal olema vähemalt 120 MPa, mõõdetuna kalibreeritud Loadman või Inspector seadmega.

5.4. Asfaltkatte ajutine taastamine

Torustike rajamisel asfalteerimistöödeks sobimatul aastaajal peab taastama asfaltkattes oleva kaevejälje ajutise kattega. Kaevejälje ajutiseks taastamiseks tuleb kasutada killustikku, mille ülemine kiht stabiliseeritakse asfaldifreespuruga, erandkorras peenkillustikuga. Ajutine kate peab olema sõidetav kuni asfaltkatte lõpliku taastamiseni. Kaevejälje tekkinud löökaugud ning ajutise katte ja olemasoleva asfaltkatte vahele tekkinud ebatasasused tuleb viivitamatult kõrvaldada.

Suurt tähelepanu tuleb pöörata ajutise katte korrasolekule sulaperioodidel. Sulaga võib sõltuvalt liiklusintensiivsusest osutada vajalikuks ajutise katte korrastamine mitu korda päevas.

5.5. Asfaltkatte taastamine

Tihendustegur kalibreeritud dünaamilise penetromeetriga mõõtes peab asfaldialuse drenkihis olema 1,0. Selle peale rajatakse vastavalt projektile killustikalus.

Sideainega töötlemata alused peab ehitatama vähemalt III klassi killustikust või IV klassi kruuskillustikust, kasutades kiilumismeetodit. Laotatud kihi minimaalne paksus peab olema vähemalt 1,5 korda suurem materjali suurimate terade läbimõõdust, kuid mitte alla 10 cm ja mitte suurem kui 25 cm.[2, p. §34] Killustikaluse ehitamisel kiilumismeetodil peab kiilekillustiku kulu

olema projektis antud. Juhul kui projektis kiilekillustiku kulunormid puuduvad, peab lähtuma alltoodud kulunormidest:[2, p. §36]

- põhifraktsioon 16-32 mm – kiilekillustiku fraktsiooni 8-12 mm kulu 25kg/m^2 ;
- põhifraktsioon 32-64 mm – kiilekillustiku fraktsiooni 12-16 mm kulu 25 kg/m^2 ja fraktsiooni 8-12 mm kulu 15 kg/m^2 ;
- põhifraktsioon 64-120 mm – kiilekillustiku fraktsiooni 16-32 mm kulu 30 kg/m^2 ja fraktsiooni 8-12 mm kulu 20 kg/m^2 .

Talvel võib sideainega töötlemata aluseid ehitada mulletele, mis on valmis ehitatud ja vastu võetud enne külmade saabumist. Talvel ehitatud alused võetakse vastu pärast muldkeha ning aluse sulamist.[2, p. §37]

Kui torustike rajamise tulemusena on kahjustatud teed või tänavat rohkem kui $2/3$ ulatuses, tuleb taastamine teha kogu tee laiuselt. Aluste geomeetrilised parameetrid ning aktsepteeritavad hälbed peavad vastama projekti nõuetele. Kui projektis sellekohased nõuded puuduvad, siis peab lähtuma järgmistest lubatud hälvetest:[2, p. §38]

- aluse kõrguse erinevus projektkõrgusest $\pm 30\text{ mm}$;
- kihi laius tee telje ja serva vahel $+ 10\text{ cm}$ kuni -5 cm ;
- pilu piki ja põiksuunas 3-meetrise lati all $< 20\text{ mm}$;
- põikkalle kahepoolse kaldega teedel $\pm 0,5\%$;
- põikkalle ühepoolse kaldega teedel $\pm 0,3\%$;
- tihendatud kihi ristlõike kolme punkti keskmine paksus, mõõdetuna tee teljel ja aluse servast 1 m kaugusel, võib olla projekteeritud paksusest väiksem kui 10 mm ja kogu teelõigu keskmine paksus võib olla projekteeritud paksusest väiksem kui 5 mm .

Rajatud aluse tihendamist kontrollitakse elastsusmooduli mõõtmise kaudu tihendatud aluse pinnal Loadman või Inspector seadmega vähemalt iga 100 m tagant ristlõike kolmes punktis. Elastsusmoodul tihendatud aluse pinnal peab vastama projektis nõutavale. Kui projektis vastav nõue puudub, siis peab see olema $> 170\text{ MPa}$. [2, p. §39]

Asfalti tohib laotada ainult ehitusjärelevalve poolt vastuvõetud alusele ning enne asfalteerimist peab vormistama kaetud tööde akti, mis tuleb vastavate osapoolte poolt allkirjastada.

Asfaldikihtide ettenähtud geomeetrilistele parameetritele, mõõdetuna iga 25 m tagant, lubatakse alltoodud hälbeid:[2, p. §50]

- põikkalle kahepoolse põikkaldega teedel +/- 0,5%;
- põikkalle ühepoolse põikkaldega teedel +/- 0,3%;
- pinna kõrgusarv +/- 2 cm;
- kihi laius tee telje ja serva vahel -5 cm kuni + 10 cm;
- keskmise kihi paksuse vähenemine ristlõikes kuni 10%;
- kihi paksuse vähenemine üksikmõõtmisel asfaltbetoonkattel 10 mm;
- kihi paksuse vähenemine üksikmõõtmisel mustkattel 20 mm.

Asfaldikihi tasasust hinnatakse ehitamise käigus 3-meetrise latiga. Suurim lubatud pilu lati all peab vastama tabelis 10 toodud nõuetele.

Tabel 10

Suurim lubatud pilu 3-meetrise lati all, mm[2, p. §53]

katendkiht	pikisuunas	põiksuunas
ÜLAKIHT		
tihe- ja kergasfaltbetoon	4	3
killustikmastiks- ja valuasfalt	5	4
seguri mustsegu	7	6
teelsegatud mustsegu	10	7
ALAKIHT		
tihe- ja poorne asfaltbetoon	5	5
mustsegu	10	7
ALUSKIHT	6	5
ÜHEKIHILISE KATTEGA KÖNNITEED JA PLATSID	10	6

Kui torusiku paigaldamisel on kaevega mindud osaliselt tee sisse või torustik on paigaldatud risti tee seest läbi, tuleb lähtuda asfaldi taastamisel Majandus- ja kommunikatsiooniministri määrusest „Tee ja teetööde kvaliteedinõuded“.

Tee katendi peab taastama vastavalt taastatavatele kihipaksustele kihtide kaupa, astmeliselt. Iga järgnev katendi kiht peab olema ülekattega alumise suhtes vähemalt 30 cm.[3, p. §27]

Tee katendi konstruktsioonikihid peab taastama vähemalt samaväärse materjaliga ning samaväärse paksusega. SMA katte puhul on lubatud kasutada taastamiseks asfaltsegu AC surf, kus kasutatav kivimaterjal peab olema samaväärne SMA segu kivimaterjaliga.[3, p. §27] Taastatud katte tasasus peab vastama samadele tingimustele, mis kehtivad ka asfaltkattega taastamisel kogu tee laiusel.

Sõidutee suhtes risti või diagonaalis tehtava kaevetöö korral taastatakse asfaltkatte pealmine kiht asfaldilaoturi või samaväärse tehnoloogiaga, seejuures ei tohi pikivuuk paikneda sõidujäljes. Alla 5 aasta vanuse katte pealmine kiht taastatakse kogu sõiduraja laiuselt nendel sõiduradadel, kus kaevetöid on teostatud.[3, p. §27]

Piki sõiduteed tehtava kaevetöö korral taastatakse asfaltkatte pealmine kiht asfaldilaoturi või samaväärse tehnoloogiaga, seejuures ei tohi pikivuuk paikneda sõidujäljes. Alla 5 aasta vanuse asfaltkatte pealmine kiht taastatakse kogu sõiduraja laiuselt nendel sõiduradadel, kus kaevetöid on teostatud.[3, p. §27]

Kõnniteega ja jalg- ja jalgrattateega risti või diagonaalis tehtavate kaevetööde korral taastatakse asfaltkatte pealmine kiht risti kõnniteega kogu kõnnitee laiuses üksnes juhul, kui asfaltkatte taastamine on vajalik üle poole kõnnitee laiusest. Piki kõnniteed tehtava kaevetöö korral taastatakse kate järgmiselt:[3, p. §27]:

- kõnniteel laiusega kuni 4 meetrit taastatakse asfaltkatte pealmine kiht terve kõnnitee laiuses;
- kõnniteel laiusega üle 4 meetri taastatakse asfaltkatte pealmine kiht terve kõnnitee laiuses üksnes sel juhul, kui taastamata katet jääb vähem kui 2 meetrit.

Vajunud kaevupäis taastatakse järgmiselt:[3, p. §27]

- asfaltkatte pealmine kiht taastatakse vähemalt 0,5 meetri ulatuses, seejuures ei tohi pikivuuk paikneda sõidujäljes. Pikivuugi asukoht viiakse sõiduraja keskele või sõiduraja piirile;
- asfaltkatte taastamisel on lubatud kasutada ringfreesimist.

6. EHITUSEELSE OLUKORRA FIKSEERIMINE

Vältimaks töötsoonis olevate kinnistute omanikega vaidlusi taastamismahtude piiride määratlemisel, tuleb ehituseelne olukord fikseerida. Selleks tuleb teha põhjalik tööpiirkonna pildistamine. Fotod tuleb teha vahetult enne ehitustegevuse algust. Kui eeldatav tööde algus on talvisel ajal, tuleb ehituseelne olukord fikseerida enne lume saabumist, vältimaks objektide kattumist lumega.

Pildistamisel tuleb fikseerida hooned, pöörates erilist tähelepanu olemasolevatele kahjustustele. Hoolikalt tuleb üles pildistada ka olemasolevad teekatted, fikseerides nende olukorra, kuna just teekatete taastamise mahud on reeglina enim vaidlusküsimusi tekitavad. Lisaks peab fotodega fikseerima äärekivid, kõrghaljastuse, olemasolevad kaevud, piirded, liikluskorraldusvahendid jne.

Töötsooni üles pildistamine on vajalik ehituseelse olukorra taastamise üksikasjade kindlaksmääramisel ja kolmandate isikute võimalike kahjunõuete õigustatuse hindamiseks. Kui ehituseelse olukorra fikseerimine on puudulik ega suudeta tõendada mingi elemendi kahjustuse tekitajat tööde tsoonis, siis reeglina tuleb ehitajal kompenseerida elemendi remont või asendamine uuega.

7. TÖÖOHUTUS JA KESKONNAKAITSE

7.1. Tööohutus

Töötsoon ja ehitusplatsi osadena defineeritavad osad (ladustusalad, ehitusmasinate seisuplatsid jne) peavad olema ümbritsetud piirdeaedadega, et vältida kõrvaliste isikute sattumist ehituspiirkonda. Piirdeaiaks on vähemalt 1 m kõrgusega stabiilne ja katkematu metallaed. Muid piiramismeetodeid (kilelindid, üksikud postid jne) võib kasutada vaid tähelepanu juhtimiseks, näiteks ladustusalade tähistamiseks, liiklusvoolu ümbersuunamiseks jne. Ajutised piirded peavad jääma kohale seni, kuni tööd on piisavalt lõpetatud selleks, et võtta ala ohutult kasutusse. Kaevikute piirdeid ei tohi eemaldada enne, kui kaevik on täidetud maapinna tasemeni. Liiklusaladel kasutatavad piirded peavad olema varustatud vastavate liiklusmärkidega ning puna-valgetriibuliste tahvlitega. Avalikel teedel toimuvate kaevetööde puhul peab enne tööde alustamist olema liiklusskeemid kooskõlastatud. Tagada tuleb optimaalne liikluskorraldus. Liikluskorralduse muudatustest tuleb teavitada päästeametit, kiirabi ja tööalas liiklevaid ühistranspordi ettevõtteid. Piirdeid ja liikluskorraldust tuleb regulaarselt kontrollida ja mistahes puudused peab viivitamatult kõrvaldama. Tööde korraldamisel tuleb jälgida, et oht liiklejaile oleks minimaalne. Pärast ehitustööde lõpetamist peab taastama esialgse liikluskorralduse ning eemaldama kõik ajutised liikluskorraldusvahendid.

Töötajad peavad olema varustatud kaitsekiivritega ja muude individuaal- ja rühmakaitsevahenditega. Töötsooni sisenevatele inimestele on kaitsekiivrite ja ohutusvestide kandmine kohustuslik. Iga brigaad peab olema varustatud alaliste esmaabivahenditega ning brigaadis peab olema vähemalt üks liige, kes omab kehtivat esmaabi koolituse tõendit ning oskust anda vajadusel esmaabi. Objektil peab olema nimetatud isik, kes vastutab üldise tööohutuse eest.

Kõik kaevikud tuleb varustada redelitega. Redelite vahekaugus kaevikus ei tohi ületada 20 meetrit.

Nõrkades pinnastes torustike rajamine on raskendatud, kuna tekib varingu oht. Varinguid soodustab ka kõrge pinnase- ja põhjavee tase. Vajadusel peab kaevised, mis ületavad 1,8 m, varustama ajutiste metalltoestuste, erandkorras järelevalve nõusolekul puittugedega, et ära hoida varinguid kaevistes. Reeglina kasutatakse tugevana metallist kraaviraketisi. Üldjuhul rakendatakse kaevikute

vertikaaltoestamist siis, kui kaeviku põhi on allpool pinnasevee taset või kui kaeviku seinte ohutu nõlvuse teostamiseks pole piisavalt ruumi. Toestuse võib eemaldada alles siis, kui see ei sea ohtu töötajaid, või kaevisesse paigaldatud torustikke, torustike komponente, olemasolevaid kommunikatsioone või seadmeid. Ehitusjärelvalvel on õigus nõuda kaeviste nõlvade stabiilsuse tagamiseks toestuse tegemist või muude meetodite kasutamist.

Kui torustiku paigaldamiseks minnakse kaevikuga maapinnast mõõdetuna sügavamale kui 5 meetrit ja pinnas, kuhu kaevik rajatakse on nõrk ning pole võimalik tagada kaevikuseinte ohutut kaldenurka, tuleb kasutada kaeviku seinte kindlustamiseks metallist rammseinu, mis on omavahel kokku keevitatud.

Kaevised peab kaevama piisava nõlvusega, et tagada ohutu kaevikus töötamine.

Enne ehitustöödega alustamist peab olema koostatud tööohutusplaan. Kohustuslik on hoida volitamata isikud ehitusplatsilt eemal. Ehitustöid teostades tuleb järgida head ehitustava.

7.2. Keskkonnakaitse

Tuleb hoolitseda töömaa üldise korrashoiu eest. Iga tööpäeva lõpus peab tööde ala puhastama liigsest materjalist (torujupid kokku korjama, teede pealt liigse liiva ära harjama jne). Kuni lõpliku katte taastamiseni peab tolmamise vähendamiseks vajadusel kaevejälge kastma. Vältima peab pinnase või jäätmete pudenemist tänavatele tööde alalt lahkuvatelt täislaaditud veokitelt ning mistahes sellisel moel tekkinud reostus tuleb koheselt eemaldada.

Kasutama peab keskkonnasõbralikke materjale, töömeetodeid ja vahendeid, vältimaks keskkonna reostumist. Kõik jäätmed tuleb käidelda ning nendest vabaneda kohasel moel, vastavalt jäätmete omadustele. Ohtlikud jäätmed tuleb koguda ja käidelda eraldi. Keelatud on torujuppide ja muude ehitusjäätmete jätmine tagasitäite sisse.

8. KONTROLL JA JÄRELEVALVE

8.1. Torude kontrollimine vastuvõtmisel

Torusid kontrollitakse vastuvõtmisel. Vajadusel koostatakse üleandmise-vastuvõtmise akt. Akti märgitakse järgmised andmed:[1, p. 34]

- torude suurus, hulk ja tähistus;
- toruklassid või surveklassid;
- võimalikud kahjustused;
- muud tähelepanekud.

Kontrollimisel hinnatakse torude välisilmet, värvust ning kuju ja võimalikke kahjustusi. Vajadusel peab täpsustama torude mõõtmed. Juhul kui torudel leitakse vigu või nende mõõtmed erinevad ettenähtud mõõtmetest, siis peab kontrollima kõiki ehitusplatsile tarnitud torusid. Kui torude välisilme, värvuse või kuju põhjal on alust oletada, et nende valmistamisel, transportimisel või ladustamisel on tehtud vigu, tehakse vastav märkus üleandmise-vastuvõtmise akti. Torusid, mille kõlblikkuses on alust kahelda, võib võtta kasutusse alles pärast uurimist, millega on tõestatud nende kõlblikkuses. Kõlbmatud torud tuleb kõlblikest eraldada ning ehitusplatsilt eemaldada.[1, pp. 34,35]

Muhvühenduste korral peab kontrollima, kas tehases paigaldatavad rõngastihendid on õiges asendis ning terved. Eraldiolevate tihendite korral tuleb kontrollida, kas need paigaldatavatele torudele sobivad.[1, p. 35]

8.2. Isevoolsete torustike testimine

Plastikust torustiku lekke test tuleb läbi viia Soome standardi SFS 3113 kohaselt. Plastikust torustiku õhulekke test tuleb läbi viia Soome standardi SFS 3114 kohaselt. Kõik paigaldatud isevoolsed torustikud tuleb survepesuriga läbi pesta ja üle kontrollida CCTV kaameraga. Video tuleb redigeerimata kujul salvestada CD-le või DVD-le. Aktsepteeritakse kaameravaatlusi, mis on tehtud mitte enne 14 päeva täitumist alates torustikulõigu tagasitäite tegemisest.

Videos tuleb ära näidata filmimise asukoht, aeg, kuupäev, eesmärk (kas esmane vaatlus või kordus), tuleb ära märkida filmitava lõigu kaevu tähised ja filmitava lõigu pikkus. Filmimisel kasutatavad tähised ja kaugused peavad olema samad, mis mõõdistusjoonisel. Lähivaatluse tegemiseks tuleb kasutada 360⁰ radiaalset videokaamerat. Erilist tähelepanu tuleb pöörata uuendatud haruühendustele, kinnistuühendustele, kaevude ühenduskohtadele, muhvide jätkukohtadele, võimalikele pikinihetele ning võimalikele läbivajumistele ja potentsiaalsetele lekkekohtadele liigutades kaamerat aeglaselt ja andes 100% ülevaate kõikidest komponentidest. Kinnistuühendustel tuleb kaamera peatada, et anda ühendusest täielik ja terviklik pilt. Igat ebakorrapärasust tuleb hoolega uurida ja fikseerida lõplikus videouuringute päevikus. Kaamera peab olema varustatud kaldemõõtjaga ja tarkvaraga, mis võimaldab kaldemõõtja mõõtmistulemuste põhjal koostada iga torulõigu (kaevuvahe) kohta kallete graafiku. Kaldemõõtja peab olema tootja nõuete kohaselt kalibreeritud. Enne kaameravaatlustöödega alustamist tuleb sellest teavitada järelevalvet ning järelevalvele on kohustatud võimaldama uuringuprotsessi jälgimist.

Kaameravaatluse põhjal saadakse uuringuraportid skaalal 0 – 4, kus hinded vastavad järgmistele kriteeriumitele:

- 0 – torustik on hästi rajatud;
- 1 – torustik on hästi rajatud, kuid osaliste pisidefektidega, soovitatav uus kaameravaatlus 5 aasta pärast;
- 2 – torustik on üldiselt hästi rajatud, esineb defekte, mis ehitusjärelevalve nõudmisel tuleb remontida. Soovitatav uus kaameravaatlus 2 aasta pärast;
- 3 – torustik on keskpäraselt ehitatud ning vajab remonti lähitulevikus, ehitusjärelevalve nõudmisel tuleb koheselt remontida;
- 4 – torustik on kehvasti ehitatud ning vajab kohest parandamist.

Väiksemate defektide puhul on järelevalvel õigus nõuda täiendavat videouuringut.

Isevoolsete kanalisatsioonitorustike veepidavuse katsed viiakse läbi vastavalt EN 1610-le. Pärast edukaid katsetusi ühendatakse torustikulõik süsteemiga ning ajutise torustiku võib lahti ühendada.

Isevoolsetel torustikel kontrollitakse ka ovaalsust, mis tähendab, et toru ristlõike kuju ei tohi paigalduse ja täite tegemise käigus muutuda rohkem, kui tootja poolt ette nähtud, igal juhul mitte rohkem, kui PVC-torudel 8% ja PE-torudel 9%. Järelevalvel on õigus kahtluse korral teostada katse spetsiaalse kalibreeritud silindri läbivedamisega torust. Kui katse ebaõnnestub, on järelevalvel õigus nõuda toru asendamist uuega.

Kanalisatsioonikaevude tihedust kontrollitakse üldiselt visuaalsel vaatlusel. Kaevud peavad olema veetihedad ja visuaalsel vaatlemisel peab olema arusaadav, et mittevajalikke avasid ja lekkekohti ei ole. Järelevalvel on õigus nõuda kaevude veetiheduse katsetamist standardite SFS 3113 ja SFS 3135 järgi.

8.3. Survetorustike katsetamine

Survetorustikele tehakse leketest, vältimaks lekkega torustike kasutusele võtmist. Potentsiaalset torustiku leket kontrollitakse torustiku survestamisega. Survestamise lõik võib olla maksimaalselt 500 m pikk. Survetesti teostamisest tuleb teavitada ehitusjärelevalvet.

Survestamisel suletakse ehitusjärelevalve juuresolekul survestamiskatse lõigul kõik maakraanid ja kummikiilsiidrid. Survestamist teostatakse kas käsiveepumba või kompressoriga, ühendades seadme torustikuga katsepiirkonna madalaimas ühenduspunktis (reeglina on selleks mingi kinnistu liitumispunkt). Torustiku ja survestamisseadme vahele tuleb paigaldada kolmik, mis on varustatud tühjenduskraani ja manomeetriga. Torustik täidetakse käsipumba või kompressori abil veega. Katsepiirkonna kõrgeimas punktis avatakse maakraan, et lasta välja torustikus olev õhk. Õhku väljutatakse niikaua, kui torustikust väljuval veel ei ole enam sees õhumulle. Seejärel suletakse maakraan ning läbi käsipumba või kompressori survestatakse toru niikaua, kui manomeetrile on saadud näit 10 baari. Seejärel suletakse kolmiku ja survestamisseadme vaheline kraan ning ühendatakse lahti survestamisseade. Torustik on survestamiskatseks valmis.

Katse alustamisel fikseeritakse kellaaeg ja torustiku rõhk. Katse loetakse edukaks, kui 30 minuti vältel torustiku rõhk ei lange üle 0,1 baari. Pärast katsetamist langetatakse rõhku sujuvalt läbi kraani. Kui katsetamise käigus avastatakse mõni defekt, tuleb see kõrvaldada.

Kõik katsetused tuleb protokollida.

8.4. Veetorustiku läbipesu ja desinfitseerimine

Pärast edukat veetorustiku survestamiskatset ja enne liitumispunktide ühendamist olemasoleva toruga või uute torustike rajamist lõpptarbijani tuleb torustik läbi pesta. Kui torustikku on piisavalt läbi pestud, võetakse veeproovid ning need saadetakse tervisekaitse laborisse. Kui veekvaliteedi tulemused ei olnud rahuldavad, tuleb torustikku täiendavalt desinfitseerida.

Veetorustiku desinfitseerimiseks täidetakse toru uuesti veega, samal ajal kloori lisades. Rajatud torustiku sulgarmatuuri tuleb seejuures korduvalt avada ja sulgeda, et tagada kloorilahuse ühtlase

jaotumise torustikus. 24 tunni möödudes peab torusiku kloorivaba veega põhjalikult läbi uhtuma. Läbiuhutav veekogus peab olema 5 korda suurem torustikus seisnud kloreeritud veest. Pärast läbipesu võetakse uuesti veeproovid rajatud torusiku alg-, kesk- ja lõpppunktist ning proovid saadetakse tervisekaitse laborisse. Kui analüüsid näitavad, et desinfitseerimine ei olnud piisav, tuleb sama protsessi korrata seni, kuni on saadud rahuldav tulemus.

Kui torustikust võetud veeproovid on bakterioloogiliselt ja keemiliselt puhtad, võib rajatud veetorustiku kasutusele võtta.

Plaanitavatest veeproovide võtmisest tuleb teavitada ehitusjärelevalvet, kes fikseerib veeproovide võtmise ja dokumenteerib selle. Veetorustikust võib veeproove võtta selleks atesteeritud isik.

8.5. Ehitusjärelevalve

Ehitamise ajal peab jälgima, et töid teostatakse vastavalt projektile. Avastades kõrvalekaldeid ning muutusi projektiga ettenähtud pinnase- ja paigaldustingimustest, on ehitaja kohustatud teatama sellest ehitusjärelevalvele. Seejärel lepivad tellija, ehitaja ja projekteerija ühiselt kokku projekti muudatustes vastavalt ilmsiks tulnud uutele tingimustele.[1, p. 35]

Ehitusjärelevalvele juuresolekul tuleb kontrollida tagasitäite tihedust järelevalve poolt näidatud kohtades. Liivpinnaseid kontrollitakse kalibreeritud penetromeetriga ja killustiku alustelt mõõdetakse elastsusmoodulit kalibreeritud Inspectoriga või Loadman seadmega. Tihedusproovid teostatakse ehitusjärelevalve vastava korralduse alusel, kuid mitte harvem kui 1 proov 50m³ tihendatud pinnase kohta. Lisaks võetakse tihedusproovid kanalisatsioonikaevude kõrvalt, kuna kaevude ümbrustes on potentsiaalne läbivajumise tekke oht suurim. Lisaks võetakse tihedusproovid strateegiliselt tähtsatest kohtadest (teede ristmikud, suuremad sissesõidud jne.).

Dünaamilise kalibreeritud penetromeetriga mõõdetuna peab tihendustegur tagasitäitel ehk muldkeha ülakihi olema vähemalt 0,98 ja drenkihi 1,0. Killustikaluse kihi peal peab elastsusmoodul olema vähemalt 170 MPa mõõdetuna Inspectori või Loadman seadmega. Jalg- ja jalgrattateedel ning parklates peab elastsusmoodul olema vähemalt 120 MPa, kui projektis pole nõutud teisiti. Tihedusproovide katsetulemused protokollitakse. Kõiki torustikutrassi katete läbivajumisi garantiiperioodil käsitletakse ebakorrekse tihendamise tulemusena ning sellised vajumid tuleb remontida.

Enne vee- ja survekanalisatsioonitorustiku lõplikku üleandmist teostatakse ehitusjärelvalve juuresolekul torustikul olevate siibrite ja maakraanide spindlite kontrollkeeramist. Spindlid peavad keerama vabalt.

Isevoolsete torustike puhul teostatakse koos ehitusjärelvalvega vaatluskaevude kontrolli. Kontrollimisel vaadatakse, et teleskoop asetseks kaevu suhtes otse. Kontrollitakse selleks ettenähtud tööriistaga, et teleskoop ulatuks kaevu sisse vähemalt 15 cm. Visuaalsel teel hinnatakse kaevu veepidavust. Lisaks kontrollitakse, et teleskoobi ülaosa oleks maapinnaga samal tasapinnal.

Kõikidele torustike rajamisega kaasnevatele töödele peab andma 24 kuulise garantii alates rajatise lõplikust vastuvõtmisest.

9. KOKKUVÕTE

Diplomitöös, nimega „Kanalisatsiooni- ja veetorustike paigaldamisjuhise firma Aquagroup OÜ näitel“ käsitletakse nõuetekohast vee ja kanalisatsioonitorustiku paigaldamist. Töö annab ülevaate kõigist torustiku rajamise etappidest alustades torustiku nõuetekohasest ladustamisest ehitusplatsil kuni lõpliku taastamiseni olenevalt kaevetööde asukohast.

Lõputöös on tuginetud eelkõige teosele „RIL 77 – 1990 Maa sisse ja vette paigaldatavad plasttorud. Paigaldusjuhend.“ Antud teoses on välja toodud torude valmistamiseks kasutatavate termoplastide omadused ja kanalisatsiooni- ja survetorude liigid. Meeles tuleb pidada, et ka torustike ladustamisel ja transportimisel on omad spetsiifilised nõuded. Ladustamisel ja transportimisel nõuetele mittevastavalt võidakse tekitada torudele defekte ning viga saanud torustikud ei vasta enam standardile ning need tuleb asendada. Lähtuda tuleb tootjapoolsetest nõuetest.

Töös on kokkuvõtvalt kirjeldatud surve- ja isevoolsete torustike juurde kuuluvaid elemente ehk toruarmatuuri ja liitmikke ning nende paigaldamisel esitatavaid nõudeid. Käesoleva juhise abil peaksid firma Aquagroup OÜ töölised oskama teostada põkk-keevitamist ja muhvkeevitamist. Kirjeldatud on ka detailselt kanalisatsioonikaevudele esitatud nõudeid, mille abiga peaksid firma töölised suutma välja selekteerida ehitusplatsile toodud kaevudest nõuetele mittevastavad.

Paigaldatavad vee- ja kanalisatsioonitorustikud eksploatatsioonis deformeeruvad. Deformatsioone on paigaldatavatel plasttorudel kahte liiki. Vastavalt toruklassidele on lõputöös välja toodud maksimaalsed aktsepteeritavad deformatsioonide piirmäärad, millest ehitajad peavad kinni pidama.

Ehitustehnilistes töödes on etapiliselt välja toodud torustike rajamisel tehtavad tööd, mille teostamisel järgitakse RIL 77 nõudeid. Need nõuded on üle võetud soomlastelt. Välja on toodud nõuded torustiku aluse rajamisele, tagasitäite tegemisele ja tagasitäitel kasutatavatele materjalidele.

Alternatiivina traditsioonilisele torustiku rajamise viisile lahtise kaevikuna on kirjeldatud ja lahti seletatud kinnise meetodi ehk suundpuurimise tööpõhimõtted. Torustike rajamisel saab töövõtja vastavalt tasuvusele ja vajadusele otsustada, kumba rajamismeetodit eelistada.

Ehituseelse olukorra taastamise nõuetel on lähtunud Majandus- ja kommunikatsiooniministri määrustest ning vastavatest nõuetest tuleb kinni pidada. Lõputöös on kirjeldatud iseoolsetele torudele tehtavat kaameravaatlust ja survetorudele teostatavat torustike survekatset. Pööratud on tähelepanu ehitusjärelvalvele huvi pakkuvatele ja tema poolt jälgitavatele aspektidele. Seda kõike selleks, et firma töölised teeksid korralikult ja hoolsalt oma tööd.

Kesksel kohal lõputöös on tööohutus ja keskkonnakaitse. Töid teostades peab olema veendunud, et ei seata ohtu nii enda kui ka teiste tervist ning ümbritsevat keskkonda.

Töid tuleb teostada vastavalt ehitusprojektis esitatud nõuetele, lähtudes heast ehitustavast. Iga endast lugupidav Aquagroup OÜ torumees viib end kurssi torustiku nõuetekohase paigaldamisega.

10. SUMMARY

This thesis „Instruction for the Installation of Water Supply and Sewerage Pipelines as Exemplified by the Aquagroup OÜ Company“ provides an overview of the installation of water supply and sewerage pipelines and valves in compliance with requirements and regulations on the basis of good engineering practice. The paper describes different stages of pipeline construction, from the proper storage of piping on the construction site to complete restoration depending on the location of excavation works.

The following thesis reviews the water supply, storm water drainage and sewerage pipes as well as drainage well currently in use; proper connection and installation of pipes; making trenches and backfills; and inspection and testing of pipelines after installation. Another topic reviewed is pipe deformations: the conditions in which they occur and their maximum permissible limit values. Attention is paid to the aspects that would be of interest to providers of construction supervision and that would be supervised by the latter. All of the above is necessary for company employees to perform their work properly and carefully.

The types of pipelines regarded in the paper are PE (polyethylene) water pipes, corrugated PP (polypropylene) storm water drains and PVC (polyvinyl chloride) sewerage pipes because it is the above pipe categories that are the most widely used.

Diploma thesis describes the alternative technology of a classical pipeline construction: directional drilling i.e. horizontal drilling. Still, as a rule, the open trench method is used for the construction of sewerage pipelines as well as the construction of sewerage and water supply pipelines in one trench. For the construction of water supply pipelines only, the closed method i.e. directional drilling is often preferred as it is more economically rational. Pipeline construction by means of directional drilling is also performed in difficult excavation conditions (passing through rivers) and in locations for which an excavation permit will not be issued (major intersections in cities and crossings of arterial highways).

The thesis is mainly based on “RIL 77 – 1990. Plastic pipes laid in the ground or water. Installation instructions” as the above work is essentially the only set of requirements and standards used for water supply and sewerage pipeline construction in the Republic of Estonia. In addition, the author of the thesis uses his long-term experience in pipeline construction and the relevant supplementary works. Restoration to the pre-construction condition is based on the regulations titled “Technological Requirements for Road Maintenance Works” and “Quality Requirements for Roads and Road Works” issued by the Minister of Economic Affairs and Communications.

The thesis also provides a brief overview of occupational safety and environmental protection as construction is linked to occupation safety and environmental protection but this is often neglected in the process of chasing performance numbers. In the course of performing works it must be made sure that the health of the worker and other persons as well as the surrounding environment will not be damaged.

The thesis aims to produce an instruction for the installation of water supply and sewerage pipelines which would be used by the employees of the Aquagroup OÜ company to install water supply and sewerage pipelines in compliance with requirements and regulations. The instruction is expected to be of use in solving the issues that emerge during work processes and facilitate the performance of works by workers with little experience or beginners.

11. VIIDATUD ALLIKAD

- [1] Soome Ehitusinseneride Liit, RIL 77 - 1990 Maa sisse ja vette paigaldatavad plasttorud. Paigaldusjuhend, Tallinn: mittetulundusühing Eesti Toruliit, 2000, p. 60.
- [2] Majandus- ja kommunikatsiooniminister, "Teehoiutööde tehnoloogianõuded," [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/756881>. [Kasutatud 15.04.2015].
- [3] Majandus- ja kommunikatsiooniminister, "Tee ja teetööde kvaliteedinõuded," [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/111032014003>. [Kasutatud 16.04.2015].