



MAANTEEAMET

Torusillad

Riigiteedel terasprofiilist truupide ja sildade projekteerimise ja ehitamise juhis



MA 2017-001

SISUKORD

1	Sissejuhatus	3
1.1	Juhise eesmärk ja rakendusala	3
1.2	Terminid, lühendid ja tähised.....	4
2	Projekteerimine	5
2.1	Projekteerimise tingimused.....	5
2.2	Terastoru projekteerimise alused	5
2.3	Toruavade valik	7
2.4	Täiendav korrosioonikaitse	22
2.5	Muud konstruktsioonelemendid	23
2.6	Nõlvade kindlustamise võimalusi	28
3	Ehitamine.....	32
3.1	Üldist.....	32
3.2	Nõuded kaevikule ja alusele	33
3.3	Nõuded täitematerjalidele	33
3.4	Monteerimine	34
3.5	Tihendamine ja täitmine	34
3.6	Nõuded korrosioonikaitse värvidele	35
3.7	Korrosioonikaitse kvaliteedi kontroll	36
3.8	Ehitustööde hälbed.....	36
3.9	Terastoru renoveerimine	37
4	Hooldamine	39
4.1	Ülevaatus.....	39
4.2	Hooldamise alused ja hooldusjuhend.....	39
4.3	Jääkkasutusea hindamine	40
	Lisa 1 – Torusilla kontrolltööde akt	41
	Lisa 2 – Nõutavad deklareeritavad nõuded teraskonstruktsioonil Tootjale	42
	Lisa 3 – Näidis projekteerimise/ehitamise lähteülesanne	43

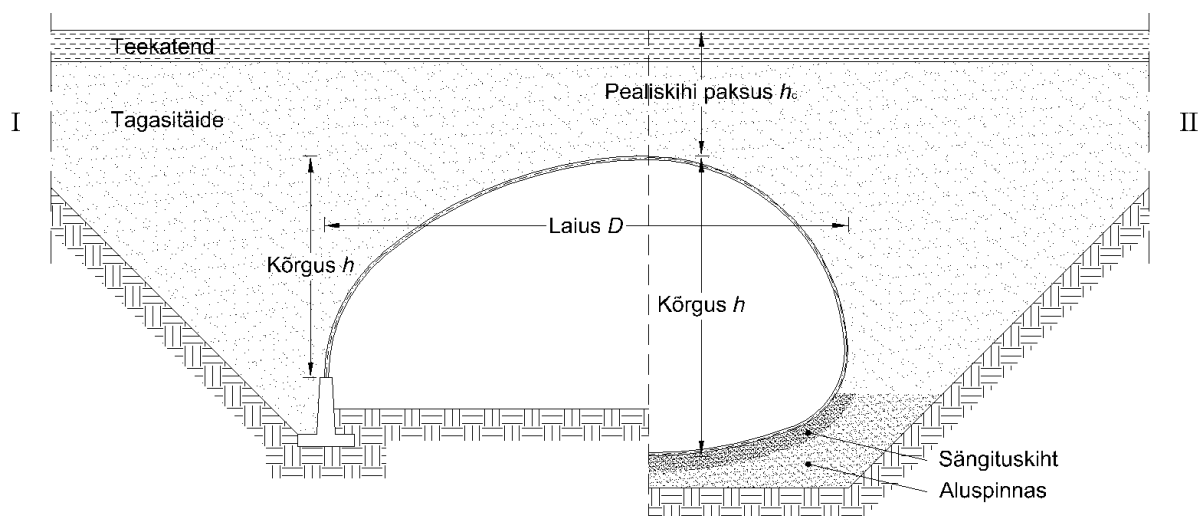
1 SISSEJUHATUS

1.1 Juhise eesmärk ja rakendusala

Käesolevas juhises on käsitletud riigiteedel paiknevate pinnases terasprofiilist sildade (*soil steel composite bridge*) projekteerimist, ehitamist ja hooldamist. Terasprofiilist sildade all mõeldakse käesolevas juhises truupe, sildu, tunnelid, viadukte, estakaade, ökodukte, mille kandevelemendiks on metallprofiilist teraselemendid, mis töötades koos ümbritseva pinnasega moodustab komposiit konstruktsiooni. Antud juhises on segaduste vältimiseks kasutatud läbivalt termineid **terastoru** või **torusild**. Juhis on rakendatav sildadel ja truupidel mille ava on vähemalt 1m või suurem. Tellija võib antud juhist rakendada ka väiksemate avade korral. Oluliseks tingimuseks torusildade puhul on, et kandevelemendi pinnaskihi minimaalne kihipaksus peab olema 0,5m, kui tootja ei ole ette näinud teisiti.

Juhis käsitleb nii monteeritavatest elementidest kui ka keerdõmblusega torukonstruktsioone. Juhises on ka teemasid, mis on rakendatavad plastprofiil- ja raudbetoon torusildadele.

Standarditele viitamisel on kasutatud dateerimata viidet, mis tähendab, et kasutada tuleks kõige uuemat standardiversiooni (koos võimalike muudatustega). Juhises vaadeldakse toru- ja kaarprofiile, mis on üldjuhul valmistatud gofreeritud terasplaatidest (joonis 1).



Joonis 1. Tüüpiline torusilla ristlõige (I – avatud profiil; II – suletud profiili)

Juhise sisu on arutatud MTÜ Eesti Asfaldiliidu, Ehitusmaterjalide Tootjate Liidu, Eesti Ehituskonsultatsiooniettevõtete Liidu, materjali maaletootjatega AS ViaCon ja OÜ Hüdroseal ja Tallinna Tehnika Ülikooliga.

Suur tänu Tallinna Tehnikakõrgkoolile algse informatsiooni kogumise ja juhendi esialgse versiooni koostamise eest. Maanteeamet tänab ka kõiki teisi osapooli juhise koostamisele kaasaaitamise eest. Juhisega oodatakse riigiteede truupide ja sildade kvaliteedi ja kestvuse paranemist. (*Juhises fotod nr 1-19 (Maanteeamet erakogust T.Kurg; foto 20 Viacon erakogust A.Melnikov ja fotod 21-26 TTKK juhendist).*

1.2 Terminid, lühendid ja tähised

Lühendid:

KK	Käskkiri
MKM	Majandus- ja kommunikatsiooniminister
MNT	Maanteeamet
MTM	Majandus- ja taristuminister
NGS	<i>NorGeoSpec</i>
PMM	Põllumajandusminister
RMK	Riigimetsa Majandamise Keskus
SDM	<i>Swedish design method</i>
SSCB	<i>Soil steel composite bridge</i>

Tähised:

a	Torude omavaheline kaugus
$a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$	Toru ümbritsevate pinnasekihtide mõõdud
h	Kõrgus toru kõige laiemast kohast toru ülemise punktini (vertikaalsuunaline)
h_1	Toru otsa vertikaalosa kõrgus
h_c	Pealiskihi paksus
$H_{(KVP)}$	Kõrg- või tulvavee kõrgus seotud tõenäosus protsendiga.
k	Filtratsioonimoodul
k_1, k_2, k_3, k_4	Tingimustegurid vastavates klassides
l_1, l_2, l_3, l_4	Toru pikkusega seotud mõõdud
v_{HW}	Kõrg- või tulvavee voolukiirus
φ'	Pinnase sisehõõrdenurk
γ'	Pinnase mahukaal
A	Toru ristlõikepindala
C_u	Lõimistegur
H	Toru kõrgus
KI	Kasutusiga
R	Toru raadius (üldtähis)
T_1	Teraslehe arvutuslik eluiga
T_2	Tsingikihi arvutuslik eluiga
T_3	Lisakaitse arvutuslik eluiga
z	Pinnakatte lisakaitse tegur

2 PROJEKTEERIMINE

2.1 Projekteerimise tingimused

2.1.1 Tellija koostab lähteülesande, mis peab sisaldama piisavalt informatsiooni lahenduse väljatöötamiseks ning mis peab olema üheselt arusaadav.

2.1.2 Lähteülesandes käsitletakse vähemalt järgmisi teemasid:

- projekteerimise üldeesmärk (uusehitis, ümberehitus jne) ja projekteerimise lähtetase;
- projektile esitatavad nõuded (sh projekteerimise staadium, vormistusnõuded jne).
- olemasoleva olukorra kirjeldus (sh rajatise asukoht, varasemalt teostatud uuringud ja mõõtmised, olemasolev dokumentatsioon jne);
- terastoru eelistuse ja valiku põhjendus;
- lahendamisele kuuluvate tööde loetelu (sh kasutus- ja hooldusjuhend, ehitusaegne liikluskorraldus jne);
- tulevase rajatise tüüp (sild, ökodukt, tunnel) ja täiendav funktsionaalsus (laevatatavuse nõuded, kalade läbipääs, liikluse ökoduktil jne);
- eelistatav konstruktiivne lahendus;
- nõutav eluiga;
- nõutavad liiklusuuringud või koormussagedused;
- nõutavad koormused;
- nõutavad lisauuringud;
- teele esitatavad nõuded pärast remont- või ehitustööde teostamist:
 - tee klass (tee gabariidid),
 - kõnniteede olemasolu,
 - piirded (nende olemasolul),
 - muud nõuded,
- täiendavad nõuded, kui need on asjakohased:
 - sisse- ja väljavoolude kindlustamine,
 - paisutuse lubamine,
 - nõuded nõlvadele/koonustele,
 - erinõuded korrosioonikaitseks,
 - valgustus,
 - muud nõuded,
- nõutavate kooskõlastuste loetelu;
- kasutatavad normatiivdokumendid;

Märkus: Lähteülesande näidis - Lisa 3.

2.2 Terastoru projekteerimise alused

2.2.1 Üldnõuded projekteerimisel.

2.2.1.1 Kooskõlas Tee projekteerimismäärdele ja käesoleva juhise, tuleb tellija nõudmisel täiendavalt rakendada „Maaparandussüsteemi projekteerimismäärde“ tellija poolt viidatud ulatuses.

2.2.1.2 Terastoru koos pinnastäitega tuleb projekteerida nii et:

- on kasutatav ettenähtud eluea jooksul;
- on nõutava töökindluse astmega;
- talub eluea jooksul projektseid koormusi ja nende mõjusid;
- tagab sõidukite ja kasutajate ohutu ning sujuva liikluse;
- arvestab suurvee ja jäämineku ohutu läbilaskmist ja jõesängi meandreerumist
- täidab loodushoiu nõudeid;
- loob rajatise all tingimused ohutuks liikluseks (nõutud juhtudel);

- tagab materjalide ja energiaressursside optimaalse kasutamise;
 - tagab kalade läbipääsu üles- ja allavoolu;
 - tagab ulukite liikumisvõimaluse (nõutud juhtudel);
 - arvestab tellija poolt esitatud täiendavaid tingimusi.
- 2.2.1.3 Liiklustunnelid projekteerida seest kuivadena, rajades vajalikud veeviimarid (äravoolud).
- 2.2.1.4 Tagajärgede liigitamise kriteerium omab tähtsust konstruktsiooni või konstruktsioonelemendi purunemistagajärgede suhtes. Sõltuvalt konstruktsiooni kuju valikust ja otsustest projekteerimise käigus, võivad konstruktsiooni üksikosadel olla sama, kõrgem või madalam tagajärje klass kui konstruktsioonil tervikuna. Tagajärgede klassi määramine on aluseks töökindlusklassi, projekteerimise järelevalve taseme ja ehitamise järelevalve taseme määramisel. Töökindluse eristamise eesmärgil kasutatavad tagajärgede klassid CC (*consequence class*) võib kehtestada, arvestades konstruktsiooni purunemise või halva funktsioneerimise tagajärge nagu on esitatud tabelis 1.
- 2.2.1.5 Tellija määrab tagajärgede klassi vastavalt EVS-EN 1990 „Ehituskonstruktsioonide projekteerimise alused järgi“:
- üle 3 m laiuse korral konstruktsiooni tagajärjeklass CC2;
 - alla 3 m laiuse korral CC1.

Tabel 1. Tagajärje- ja töökindlusklasside liigitus

Tagajärje de klass	Töökindl us-klass	Kirjeldus
CC3	RC3	Rasked tagajärjed inimelukaotuse suhtes või majanduslikud, sotsiaalsed või keskkonna kahjud on väga suured
CC2	RC2	Keskmiised tagajärjed inimelukaotuse suhtes või majanduslikud, sotsiaalsed või keskkonna kahjud on arvestatavad
CC1	RC1	Kerged tagajärjed inimelukaotuse suhtes või majanduslikud, sotsiaalsed või keskkonna kahjud on hüljatavad

- 2.2.1.6 Konstruktsioonide töökindlust RC (*reliability class*) võib eristada näiteks alalise arvutusolukorra põhikombinatsioonis kasutatava koormuse osavaruteguri γ_F või materjali osavaruteguri γ_M kaudu. Töökindlusklassid võivad olla ühenduses tagajärgede klassidega CC nagu on näidatud tabelis 1.
- 2.2.1.7 Projekteerimise järelevalve taseme DSL (*design supervision level*) eristamine sisaldab erinevaid organisatsioonilisi kvaliteediohje meetmeid. Projekteerimise järelevalve tase võib olla seotud töökindlusklassiga (mis on eelistatud) või valitud vastavalt konstruktsiooni tähtsusele (tabel 2). Järelevalve taseme määrab Tellija hanketingimustes.

Tabel 2. Projekteerimise järelevalve tasemete liigitus

Projekteerimise järelevalve tase	Näitajad	Minimaalsed soovituslikud nõuded arvutuste, jooniste ja spetsifikatsioonide kontrolliks
DSL3 seoses RC3-ga	Suurendatud järelevalve	Kolmanda poole kontroll: kontrollib organisatsioon, mis ei olnud projekteerija
DSL2 seoses RC2-ga	Tavaline järelevalve	Kontrollivad eri isikud, kes ei ole projektiga seotud, kuid töötavad samas organisatsioonis
DSL1 seoses RC1-ga	Tavaline järelevalve	Omakontroll: kontrollib projekteerija ise

2.2.2 Projektile esitatavad nõuded.

- 2.2.2.1 Ehitusprojekti lahendus peab olema teostatav ja arvestama ehitise sobivust, kasutatavust ja korrashoiu vajadust. Ehitusprojekti kohaselt peab olema võimalik

kontrollida ehitise ja ehitamise nõuetele vastavust ning ehitise kasutamist ja korrashoidu.

2.2.2.2 Täiendavalt määruses kehtestatud tee ehitusprojekti nõuetele, võib lähteülesandega nõuda lisaks täiendavaid konstruktiivseid, ristlõikelisi ja vaatelisi jms jooniseid, mis on projektiga seotud maaala kasutatavuse ja ohutuse hindamiseks ka rajatisest kaugemal.

2.2.3 Ehitusuuringud

2.2.3.1 Ehitusprojekti koostamiseks peab töövõtja oluliste ehitustehniliste andmete väljaselgitamiseks tegema täiendavaid uuringuid vastavalt lähteülesandele lisaks geodeetilisele-, geoloogilistele (pinnase keemilised agressiivsused jms) ja hüdrooloogilistele uuringutele.

2.2.3.2 Ehitusuuringute teostamisel tuleb aluseks võtta vähemalt:

- Määrus „Ehitusgeoloogilisele uuringule esitatavad nõuded“
- Määrus „Topo-geodeetilisele uuringule ja teostusmöödistamisele esitatavad nõuded“
- Kehtivad Maanteeameti juhendid ja käskkirjad;

Lisana lähteülesandes kirjeldatud uuringud.

2.2.4 Ehitusprojekti ekspertiis

2.2.4.1 Ehitusprojekti ekspertiisi käigus kontrollitakse ehitusprojekti kui terviku vastavust nõuetele või projekti osa vastavust nõuetele koosmõjus koostatud ehitusprojekti kui tervikuga, sealhulgas vastavust õigusaktidele, ehitusprojekti koostamiseks väljaselgitatud andmetele, planeeringule, projekteerimistingimustele, säästlikule ja põhjendatud lahendusele ning projekteerimise ja ehitamise heale tavale.

2.3 Toruava valik

2.3.1 Kasutatavad materjalid

2.3.1.1 Kõik kasutatavad ehitusmaterjalid ja -tooted (sh kinnitusvahendid) peavad vastama Eestis kehtivatele EVS-EN harmoneeritud standarditele¹. Kui vastav harmoneeritud standard puudub, siis tuleb lähtestandard tellijaga kooskõlastada. Projekteerijal kontrollida standardi kehtivust antud ajahetkel. Eelkõige tuleb lähtuda järgmistest standardidest:

- EVS-EN 1090 –1 Osa 1 „Kandelementide vastavushindamine“;
- EVS-EN 1090-2 „Teras- ja alumiiniumkonstruktsioonide valmistamine. Osa 2 Tehnilised nõuded teraskonstruktsioonidele.“
- EVS-EN 10025 „Konstruktsiooniterasest kuumvaltsitud tooted“;
- EVS-EN 10088 „Roostevaba teras“;
- EVS-EN 10139 „Külmvaltsitud pinnakatteta pehmest terasest kitsad ribad külmsurvevormimiseks“. Tehnilised tarnetingimused;
- EVS-EN 10143 „Pidevas kuumuskelprotsessis pinnatud leht- ja lintteras“ - Mõõtme- ja kujutolerantsid;
- EVS-EN 10149 „Kuumvaltsitud tasapinnalised tooted“, mis on tehtud kõrge voolavuspiiriga terasest ning on ette nähtud külmsurvevormimiseks;
- EVS-EN 10169 „Pidevprotsessis orgaanilise pindega pinnatud (rullis pinnatud) terasest lehttooted“. Tehnilised tarnetingimused;
- EVS-EN 10210 „Kuumalt lõppvaltsitud konstruktsiooni-õõnesprofiilid mittelegeer- ja peenetera-konstruktsiooniterasest“;
- EVS-EN 10219 „Külmsurvevormitud keevitatud konstruktsiooni-õõnesprofiilid mittelegeer- ja peeneteraterasest“;
- EVS-EN 10248 „Mittelegeerterasest kuumvaltsitud vaisulundseinad“;

¹ Lisainfo: <https://www.evs.ee/StandardidjaEL/Harmoneeritudstandardid>

- EVS-EN 10268 „Külmvormitavad külmvaltsitud kõrge voolavuspiiriga terasest lehttooted“. Tehnilised tarnetingimused;
- EVS-EN 10346 „Pidevas kuumsukelprotsessis pinnatud lehtterastooted“. Tehnilised tarne tingimused.
- EVS-EN 14399 „Eelpingestatud kõrgtugevad ehituslikud poltliited“. Osa 1: Üldnõuded;
- EVS-EN 15048 „Mitte-eelkoormatavad ehituslikud kinnitusmehhanismid“. Osa 1: Üldnõuded.

2.3.1.2 Kasutatavate teraste tähistus peab vastama standardile EVS-EN 10027 „Teraste tähistussüsteem“.

2.3.1.3 Terastorul kasutatava terase puhul juhinduda järgmistest minimaalsetest nõuetest, kui lähteülesandes ei ole nõutud teisiti:

- terase voolavuspiir vähemalt 235MPa;
- terase löögisitkus alates 5mm terastel 27J.

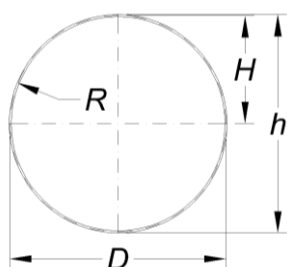
2.3.1.4 Kasutatavad kinnitusvahendid peavad olema kompleksed terastoruga ning sobituma ja olema terastoru tarnija poolt heakskiidetud .Kinnitusvahendid vastavalt standardile EVS-EN 10204 ja nende korrosioonikaitse vaevavalt standard EVS-EN ISO 1461.

2.3.2 Toru ristlõike kuju

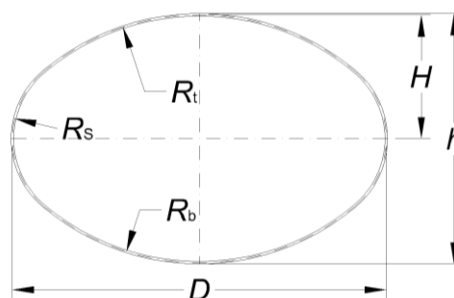
2.3.2.1 Tabelis 3 on toodud peamised gfreeritud terastorude tüübid koos tähtsamate profiili kujule iseloomulike nõuetega.

Tabel 3. Torusilla tüübid

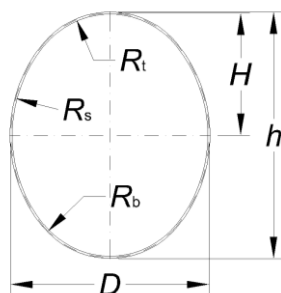
Tüüp	Tähis	Nimetus	Nõuded	Viide joonisele
Kinnine toru profiil	A	Ümartoru	$R = const$	Joonis 2
	B	Horisontaalne ellips	$R_t / R_s \leq 4$ $R_b / R_s \leq 4$	Joonis 3
	C	Vertikaalne ellips	$R_t / R_s \approx 0,8$ $R_b / R_s \approx 0,8$ $1,0 < 2H / D \leq 1,2$	Joonis 4
	D	Lame torukaar (kahe - kolme eri raadiusega)	$R_t / R_c \leq 5,5$ $R_b / R_c \leq 10$	Joonis 5
	E	Madal torukaar (nelja või enama raadiusega)	$R_t / R_c \leq 5,5$ $R_b / R_c \leq 10$ $R_s / R_t \leq 2,0$	Joonis 6
Avatud toru profiil	F	Kaarprofiil	$R = R_t$	Joonis 7
	G	Võlvprofiil	$R_t / R_s \leq 4$ $1,0 \leq R_c / R_s \leq 4,0$	Joonis 8
	H	Karpprofiil	$R_t / R_s \leq 12$	Joonis 9



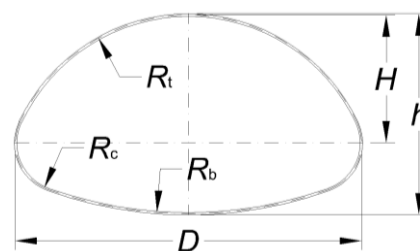
Joonis 2. Ümartoru (tüüp A)



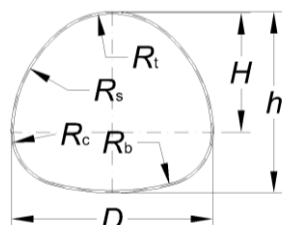
Joonis 3. Horisontaalne ellips (tüüp B)



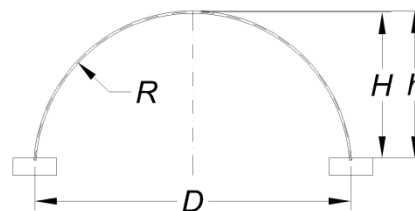
Joonis 4. Vertikaalne ellips (tüüp C)



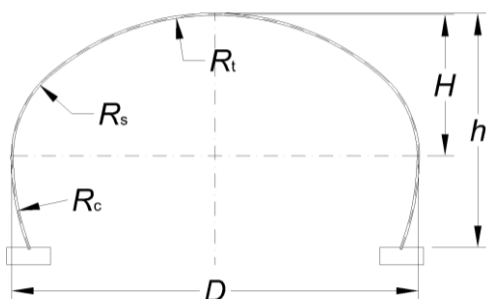
Joonis 5. Lamé torukaar (tüüp D)



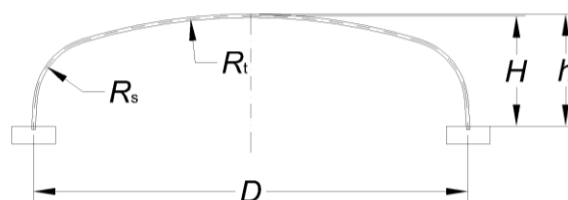
Joonis 6. Madal torukaar (tüüp E)



Joonis 7. Kaarprofiil (tüüp F)



Joonis 8. Võlvprofiil (tüüp G)

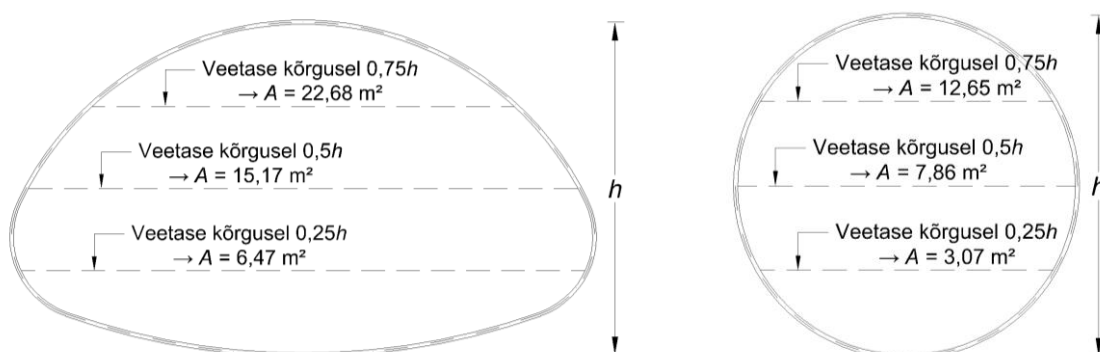


Joonis 9. Karpprofiil (tüüp H)

2.3.2.2 Projekteerijal torusilla valikul lähtuda järgnevast:

- laiad ja madalad profiilid (tüübid D ja H) sobivad eelkõige jõgedele ja kohtadesse, kus pealiskihi paksus on piiratud;
- (liiklus) tunnelite korral on sobilikeks lahendusteks tüübid E, F; G ja H ning suure tunnelikõrguse vajaduse korral ka tüüp C;
- naturaalne põhja alusmaterjal ning hüdrauliline veevoolude maht on kõige paremini säilitatud, kui kasutada avatud põhjaga võlvtorusid (tüübid F, G ja H);
- karpprofiilide korral (tüüp H) on enamus tootjaid seadnud olulised piirangud pealiskihi paksuse väärtusele ja nõutava kandevõime saavutamiseks võib osutuda vajalikuks terasprofiili tugevdada (joonis nr. 15 näiteks raudbetoonplaat jne);
- sama kõrgusega/pindalaga, kuid erineva kujuga torude korral erineb vee läbilaskevõime kuni paar korda (joonis 10).

Lõpliku valiku profiili tüübi osas teeb Tellija.



Joonis 10. Näide: eri kujuga, kuid sama kõrgusega torude läbilaskevõime, erinevate veetasemete korral

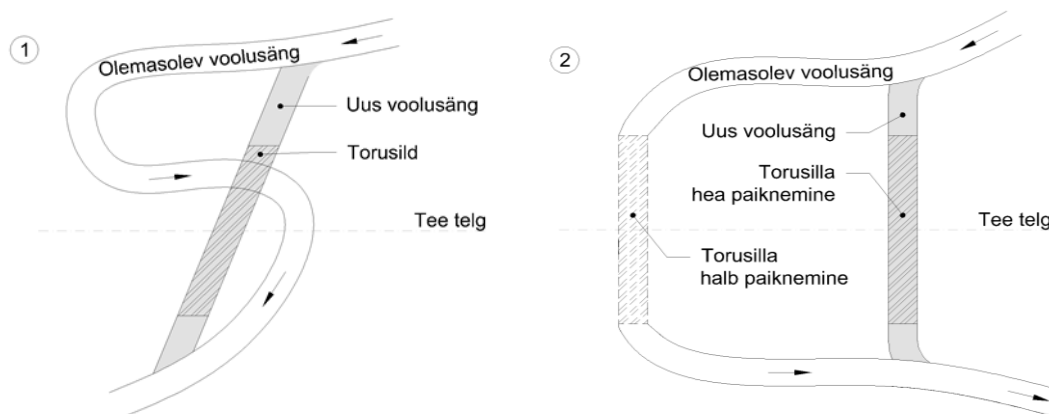
2.3.3 Torusilla paiknemine ja pikkus

2.3.3.1 Torusilla asukoha valikul, plaani ja pikiprofiili projekteerimisel ning avade määramisel peab projekteerija arvestama maantee paiknemise nõudeid, geoloogiliste, hüdromeetriliste, hüdroloogiliste ja jõesärgi iseärasustega. Vooluveekogu ei ole püsiv, see võib muutuda - rännata (Coriolise efekt); uuristuda sügavamale või ummistuda. Vooluveekogu särg on ajas muutuv, sellega tuleb projekteerimisel arvestada ning näha ette vastavad meetmed (kindlustus, voolusuunajad jms) rajatise juures olukorra püsivuse/stabiilsuse tagamiseks.

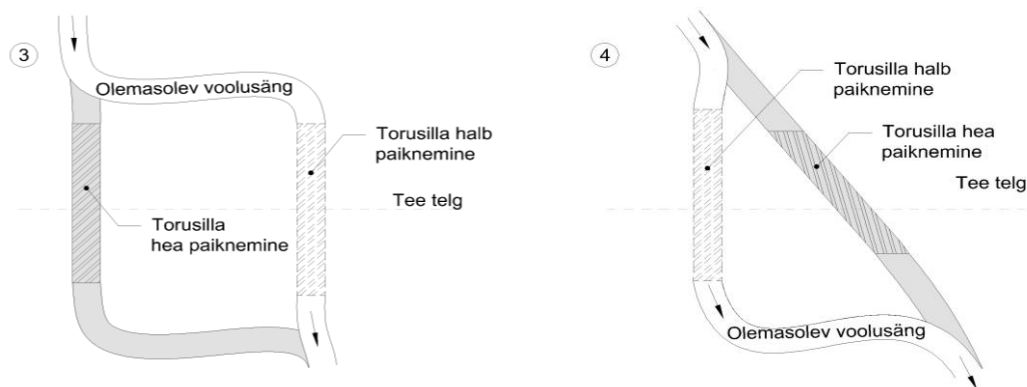
Märkus: Voolusärgi püsivust ja veevoolu mõjutavad ülesvoolu jäävate alade kasutuse muutmine – puhastamine, metsa mahavõtmine, maaparandus jne. Asukoha valikul peab arvestama ka ümbritsevat maastikku, et ei tekiks paisutusi, uhtumisi, ummistusi ja settimist. Kuna torusild moodustab vooluveekogul fikseeritud asukohaga ja läbilaskevõimega lõigu, siis on selle asukoha ning paiknemise määramine väga oluline.

2.3.3.2 Projekteerimisel toru asendi määramisel on lähtekohaks tee geomeetriline paiknemine horisontaallõikes. Asendi määramisel tuleb lähtuda järgnevast:

- asukoht teega valida nii, et see paikneks võimalikult risti takistusega, kuid mitte väljaspool 70° kuni 110° lõikumisnurka. Muus vahemikus lõikumisnurk kooskõlastada tellijaga;
- tellijaga kooskõlastatult võib eelmises punktis toodud nõuet eirata, kui looduslik voolusärg lõikub teega teravam nurga all ja voolusärgi ümberkujundamine ei ole otstarbekas või võimalik. Sellisel juhul tuleb rangelt kinni pidada toru tootja poolt esitatavatest täiendavatest nõuetest ning kooskõlastada tegevus tellijaga;
- voolusärg peab olema sirgjooneliselt terastoru teljega. Lähteülesandes vastava nõude puudumisel peab sisse- ja väljavoolu sirge osa pikkus olema vähemalt kolmekordne terastoru suurim läbimõõt;
- väljavoolul kontrollida kalda kindlustamise vajadust. Lähteülesandes nõude puudumisel on voolusärgi kindlustuspikkuseks sissevoolul kahekordne suurim toruläbimõõt ja väljavoolul vähemalt kolmekordne terastoru suurim läbimõõt;
- kui sirget sisse- ja väljapääsu looduslikult ei teki, siis muuta voolusärgi asukohta, toru suunda või mõlemat;
- vältida vooluveekogu suuna muutust torusilla otste lähedal, mis võib tekitada paisutust;
- veevoolu teekonna muutmisel tuleb tagada keskkonnavalade nõuete järgimine;
- soovitusi torusilla asendi määramisel on toodud joonisel 11-12.



Joonis 11. Soovitusi torusilla asendi määramisel



Joonis 12. Soovitusi torusilla asendi määramisel

2.3.3.3 Toru asendi määramisel vertikaallõikes projektis lähtuda järgnevast:

- terastoru vertikaallõike lahendus ei tohi tekitada setteid, liiga suurt vee voolukiirust ega uuristumist;
- Avatud profiiliga (F; G; H) terastorudel peab kaare kinnitus vundamendil olema norm. veepinnast (aastate mõõdetud keskmine kõrgus) kõrgemal vähemalt 0,1m (foto 1);
- terastorul vähim pikikalle 0,5%;
- suurema voolusängi loodusliku kalde korral üle 0,5%, tuleb kalle projekteerida loodusliku kaldega võrdseks;
- Tellijaga kooskõlastatult eelmises punktis toodud nõuet vähendada, kui looduslike eripärade tõttu (nt jõesängi loomulik langus torusilla asukohas praktiliselt olematu) on vähima pikikalde nõude (0,5%) tagamine raskendatud või ebamõistlik;
- Kergliiklejatele mõeldud torusilla korral suurim pikikalle 4%;
- toru projekteerimisel ja ehitamisel tuleb arvestada võimalike hilisemate järelvajumistega.



Foto 1. Kaare kinnitus- normaal veepinnast kõrgemal

2.3.3.4 Torusilla pikkuse määratakse järgnevalt (joonis 13):

- nii toru põhjapikkust ($l_1 + l_2 + l_3$) kui ka laepikkust (l_2) mõõdetakse piki toru pikitelge;
- toru valikul tuleb täita järgmisi nõudeid:

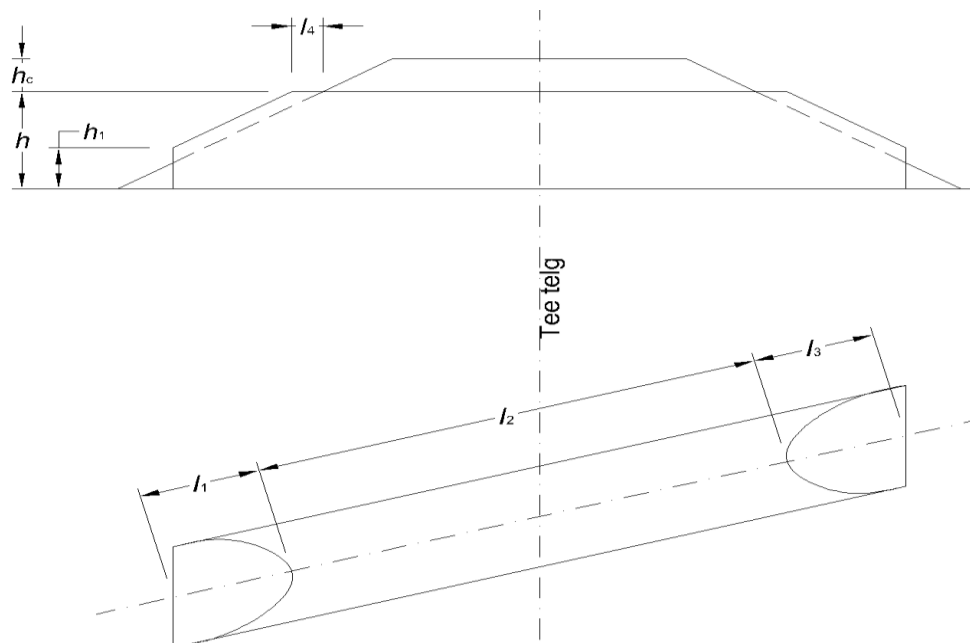
$$l_2 \geq l_1 + l_3,$$

$$h_1 \geq h/3,$$

$$150\text{mm} \leq l_4 \leq 450\text{mm},$$
- toru otsad paralleelselt teeteljega (rampidel olemasolul teeservaga);
- tagada teeristlõikel teeklassi gabariidid, koos ohutute teepeenardega (foto 2).



Foto 2. Torusillal arvestada pikkusega, kus tagatud kindlustatud nõlvad ja ohutud peenrad



Joonis 13. Torusilla pikkuse määramine

2.3.3.5 Kui lähteülesandes ei ole teisiti, siis projektis näha ette terastoru kaare ülemise osas otsa täiendav jäigastamine, kui:

- terastoru konstruktsiooni laius ületab 5m-t;
- laugjas nõlv (kaldega 1:2 ja laugem), alates 3m läbimõõduga terastoru korral.

2.3.3.6 Kõrvuti asetsevate terastorude vahekauguse määramisel arvestada alljärgnevate nõuetega:

- kahe ja enama kõrvutiasetseva toru kasutamine on ummistuste suure ohu tõttu pigem erandlik ning selle kasutamine põhjendatud ainult suurte vooluhulkade ja konstruktsiooni piiratud kõrguse korral;
- Samaväärsete vooluhulkade läbilaskmiseks on alati eelistatum üheavaline, kõrvuti asetsevate mitmeavaliste torude ees. Võimalik on erandlik variant, mille puhul nn lisatoru paikneb kõrgemal ja hakkab tööle üksnes kõrgvee korral;
- paralleelsete torude vahekaugus peab olema piisavalt suur, et tagasitäidet oleks võimalik nõuetekohaselt teostada;
- suletud profiilide (tüübid A, B, C, D, E – joonised 2...6) minimaalsed vahekaugused:

$$\begin{cases} a \geq 1,0 \text{ m, kui } D \leq 10 \text{ m} \\ a \geq D/10, \text{ kui } D > 10 \text{ m} \end{cases}$$

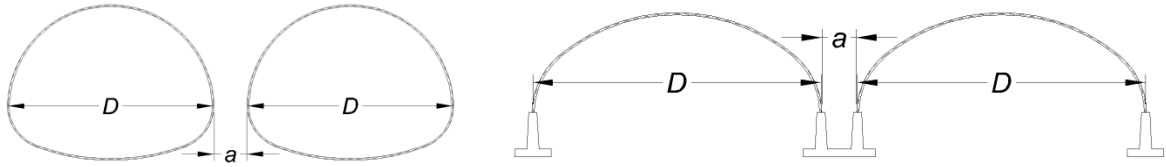
kus a – torude minimaalne vahekaugus ja D – toru laius (joonis 14);

- avatud profiilide (tüübid F, G, H – joonised 7...9) minimaalsed vahekaugused;

$$\begin{cases} a \geq 0,6 \text{ m, kui } D \leq 6 \text{ m} \\ a \geq D/10, \text{ kui } D > 6 \text{ m} \end{cases},$$

kus a – torude minimaalne vahekaugus ja D – toru laius (joonis 14);

- Tellijaga kooskõlastatult võib eeltoodud nõuetest kõrvale kalduda, kuid siis tuleb konstruktsiooni kandevõimet vähendada juhendi „Design of soil steel composite bridges“ toodud juhiste kohaselt.



Joonis 14. Tähised suletud ja avatud profiilide minimaalse vahekauguse määramiseks kõrvutiasetsevate torude korral

2.3.4 Torusilla ristlõike määramine hüdrauliliste arvutustega

Vooluveekoguga ristuva rajatise ava suurus, avade arv ja kindlustamise viis tuleb määrata hüdrauliliste arvutustega, arvestades seejuures:

- rajatise mõju ümbritsetavale keskkonnale;
- üldist ja lokaalset uhtumist;
- paisutust;
- jõesängi võimalikku rännet.

2.3.4.1 Kui lähteülesandes ei ole nõutud teisiti, siis tuleb arvutuste aluseks võtta arvutusliku kõrgvee esinemise tõenäosuse min. väärtused, mis on kirjeldatud Tee projekteerimise normide määruhes. Tellijal on õigus lähteülesandes esitada kõrgendatud või kaalutletud juhtudel ka madalamaid tingimusi.

2.3.4.2 Hüdrauliliste arvutuste teostamisel on põhimõtteline lahenduskäik järgmine:

- Vooluveekogu geodeetiline mõõdistamine mööda voolusängi;
- hüdroloogiliste karakteristikute määramine;
- torusilla ristlõike dimensioonimine;
- maksimaalse kõrgveetaseme kõrgusest ülesvoolu samakõrgusjoonte määramine.

2.3.4.3 Vooluveekogu geodeetilisel mõõdistamisel lähtuda järgmisest:

- mõõta rajatisest kummalegi poole vähemalt 100m (k.a lisaharud ja takistused k.a jõepõhjas püsivalt paigal olevad takistused);
- suurendada mõõdistatavat maaala ülesvoolu ulatuseni, kus arvutuslik kõrgvee tase ei välju voolusängist;
- voolusängi ristlõiked iga 50m tagant (ristlõikes kajastada kalda kõrgused ja nõlvus, jõesügavus ja jõepõhja kõrgus ning veetaseme kõrgus).

2.3.4.4 Hüdroloogilised karakteristikud määratakse:

- hüdromeetriliste vaatlusandmete alusel;
- ebapiisavate hüdromeetriliste vaatlusandmete korral vaatlusrea pikendamise teel analoog-veejuhtme pika vaatlusrea andmete järgi;
- vaatlusandmete puudumise korral seni kasutatud empiiriliste valemite ja asjakohaste kartogrammide abil ning tulemuste võrdlemise teel analoog-veejuhtme vaatlusandmete järgi arvutatud karakteristikutega.

2.3.4.5 Torusilla ristlõike arvutuslik kõrgveetase ei tohi ületada 75% toru ristlõike kõrgusest. Ainult tellijaga kooskõlastatult põhjendatud ettepaneku korral lubada konstruktsiooni töötamist rõhu all.

2.3.4.6 Toru ristlõike dimensioonimisel kasutada erinevaid piisava usaldusväärsuse ja täpsusega meetodeid (sealhulgas analüütilised arvutusmeetodid, nomogrammid, tarkvarad).

2.3.4.7 Hüdrauliline arvutus peab koosnema järgmistest arvutustest:

- vooluveesängi pikikalde määramine mõõdistatud alal;
 - vooluveekogu valgala määramine;
 - veevooluhulga määramine (mõõtepunkti korral mõõtepunktist, mõõtepunkti puudumisel analoog jõe põhjal);
 - maksimaalse vooluhulga määramine (arvestades tõenäosust);
 - normaal- ja kõrgveetaseme määramine;
 - optimaalse toru ristlõike määramine ;
 - toru läbilaskvusest tulenev paisutuse kõrguse – ja paisutus ala suuruse määramine;.
- 2.3.4.8 Vooluveekogude kohta on võimalik leida infot (nt valgala pindala, hüdroloogilised vaatlusandmed jne) ka järgmistest allikatest, mis ei ole lõplik.
- Keskkonnaregister ;
 - Eesti Looduse Infosüsteemi (EELIS) infoleht ;
 - Riigi Ilmateenistus.

2.3.5 Torusilla ristlõike määramine liiklusnõuetest lähtuvalt

- 2.3.5.1 Torusilla projekteerimisel tuleb kaaluda lähtuvalt otstarbest: liiklusvahendite, loomade läbilaske võime (ökoduktid ja karjatunnelid) või kergliiklejate hulkade ja seal esinevate liiklejate mõõtmatega. Nõuded liiklusvahenditele on toodud määruises „Tee projekteerimise normid“.
- 2.3.5.2 Laevade läbilaskmiseks ettenähtud avades tuleb tagada kõik ohutu laevatatavuse nõuded (gabariidid, sügavus, signalisatsiooni olemasolu ja nähtavus).
- 2.3.5.3 Ulukite liikumisvõimaluste tagamisel (nii toru sees kui ka peal) tuleb muuhulgas arvestada järgmist:
- ökodukti minimaalsed vajalikud põhiparameetrid peavad olema toodud projekteerimise lähteülesandes;
 - kaaluda tuleb vähemalt 1,5 m laiuste kuivade (norm. veepinna tasemest kõrgemal) kallasradade kavandamist I-III klassi teedel, ulukite liikumisvõimaluste tagamiseks piki looduslikke vooluveekogusid.

2.3.6 Torusilla ristlõike määramine keskkonnanõuetest lähtuvalt

- 2.3.6.1 Lähteülesandes võib täiendavalt piirata torus tekkivat maksimaalset voolukiirust (praktiliselt on see jäänud valdavalt vahemikku 2...4 m/s). Vajadusel ette näha ka meetmed voolu rahustamiseks.
- 2.3.6.2 Nendel töödel on alati vaja taotleda Keskkonnaametilt vee erikasutusluba. Töövõtja taotleb veerikasutusloa enne töödega alustamist, kui on teada planeeritav tööde aeg, kestvus ning teostamise viis.
- Märkus:** Torusilla rajamisel veekogusse on Veeseaduse mõistes tegemist tahke aine uputamisega veekogusse. Kui torusild ei asu Looduskaitseaduse alusel kaitsealal, hoiualal, püsielupaigas ja kaitstava looduse üksikobjekti kaitsevööndis, ei pea lisaks taotlema projekteerimistingimusi Keskkonnaametilt.
- 2.3.6.3 Keskkonnaametilt ei pea taotlema projekteerimistingimusi ega kooskõlastama projekte, kui rajatis ei asu Looduskaitseaduse alusel kaitsealal, hoiualal, püsielupaigas ja kaitstava looduse üksikobjekti kaitsevööndis.
- 2.3.6.4 Projektis lähtuda järgnevatest Keskkonnanõuetest:
- Lõhe, jõeforelli, meriforelli ja harjuse kudemis- ja elupaigana kinnitatud veekogul või selle lõigul on keelatud veekogu loodusliku sängi ja veerežiimi muutmine. Lõhe, jõeforelli, meriforelli ja harjuse kudemis- ja elupaikade nimistu on määratud Looduskaitseaduses. Seega võimalikud/eelistatud torutüübid oleks F; G ja H.
 - Kõikide veekogude puhul lähtuda sellest, et veekogu kuhu terastoru paigaldatakse, peab pärast ehitustöid jääma võimalikult looduslikuks st veekogus tuleb tagada võimalikult looduslik voolurežiim. Rajatis ei tohi üldjuhul veevoolu aeglustada ega kiirendada.

- Torusild ei tohi tekitada paisutust ega vee-elustikule rändetõket st rajatis ei tohi muuta jõe põhja kõrgust. Elustikule on parim looduslik põhi. Kui seda ei ole võimalik tagada, lisada terastoru põhja elustikule sobiliku substraati.

2.3.6.5 Keskkonnavalaste nõuete täitmiseks peaks terastoru põhja kõrgus olema jõe põhjast või setetest 30-50cm sügavamal.

Märkus: kujunenud olukorraga tuleb arvestada hüdrauliliste arvutuste tegemise juures. Sealhulgas tuleb arvestada ahenenud ristlõikes tekkinud voolukiirust ja tekitatud paisutust enne, kui voolusäng on leidnud toru ristlõike oma optimaalse kuju.

2.3.7 Arvutus kande- ja kasutuspiiriseisundis

2.3.7.1 Torusilla arvutused peavad vastama standardi EVS-EN 1990–1997 nõuetele. Eurokoodekseid tuleb kasutada koos Eesti rahvuslike lisadega.

2.3.7.2 Liikluskoormuste määramisel tuleb juhinduda MNT juhistest ja nõuetest. Ökoduktide võimalikud liikluskoormused (nt hooldussõidukid) peavad ära olema toodud projekteerimise lähteülesandes.

2.3.7.3 Terastoru arvutustel lähtutakse kande- ja kasutuspiiriseisundi kontrolli teostamisel L. Pettersoni ja H. Sundquisti poolt 2014. aastal avaldatud käsiraamatust „Design of soil steel composite bridges“, mis on koostatud eurokoodeksite põhjal². Rahvusvaheliselt tuntakse seda meetodit kui Swedish design method (SDM).

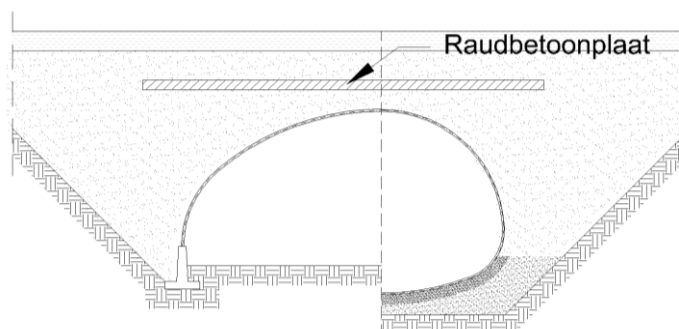
Märkus: Tellijaga kooskõlastatult võib konstruktsioonis tekkivate pingete, sisejõudude ja deformatsioonide määramiseks kasutada ka teisi eurokoodeksitega mitte vastuolus olevaid arvutusmeetodeid, sealhulgas ka lõplike elementide meetodil baseeruvaid arvutitarkvarasid.

Tabel 4. Terastoru piirläbipained

Toru põhja pikkus [m]	Lubatud läbipaine [mm] ^{1) 2)}
10	60/H
15	140/H
20	250/H
30	560/H
60	1250/H
Märkused: ¹⁾ H – toru kogukõrgus [m]. ²⁾ Vahepealsed väärtused interpoleeritakse lineaarselt.	

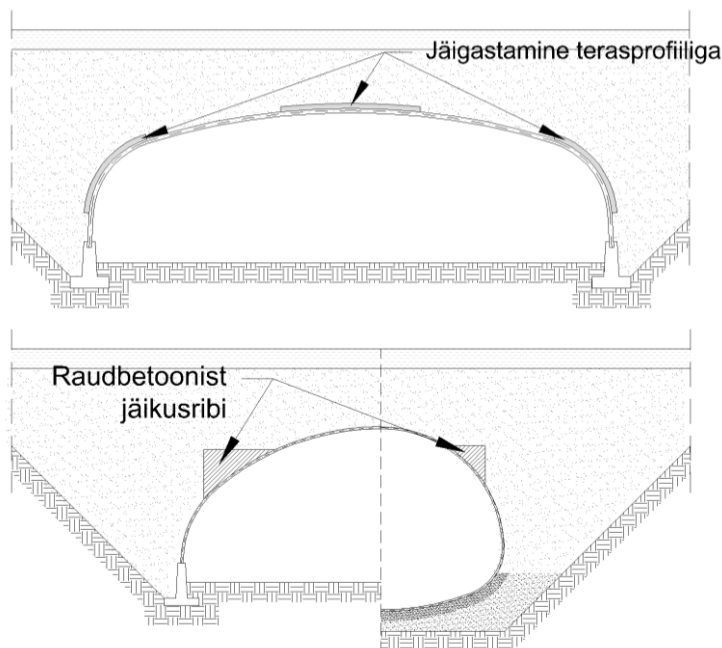
2.3.7.4 Nõuded kasutuspiiriseisundile määrab tee omanik. Toru piirläbipained on tabelis 4.

2.3.7.5 Tellija määratud juhtudel on võimalik terastoru kandevõimet ja jäikust suurendada



Näiteid kasutatavatest lahendustest on toodud joonisel 15..

² Viidatud allikas on käsiraamatu 5. versioon. Varasemad versioonid ei ole kasutatavad, kuna põhinesid suures osas Rootsi rahvuslikel standarditel.

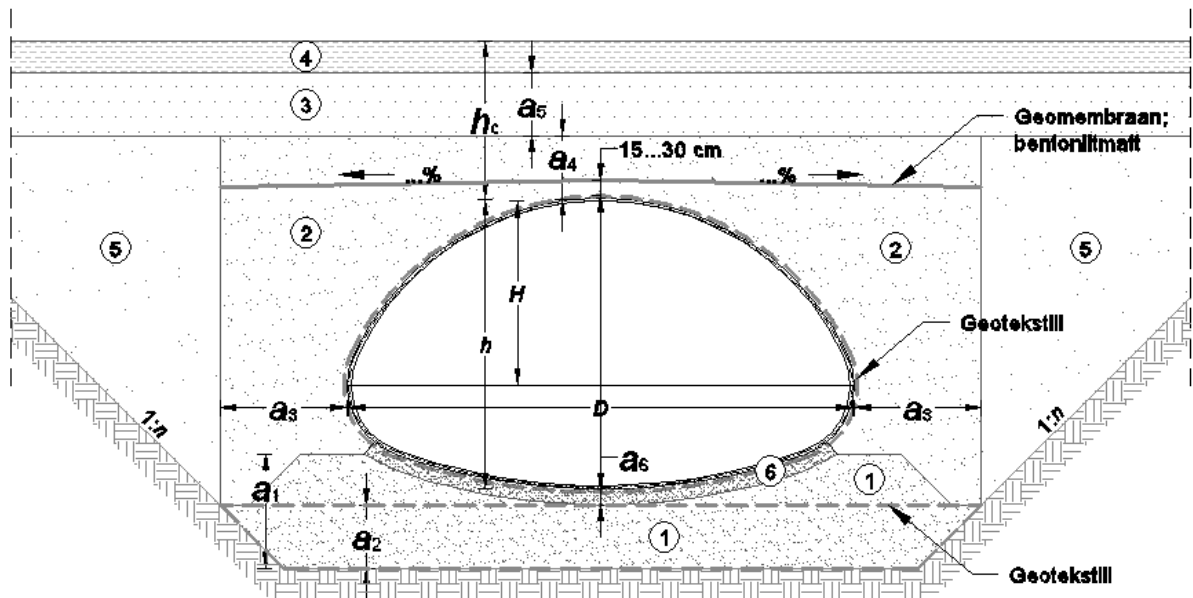


Joonis 15. Terastoru võimalikud tugevdamised

2.3.8 Pinnas ja vundeerimine

- 2.3.8.1 Terastoru peab olema paigaldatud kindlale, ühtlaselt kandvale pinnasele. Kohtades, kus aluskiht on nõrgast materjalist, tuleb see asendada tugevama materjaliga, et vältida toru vajumist. Vajadusel on aluspinnasele ehitamiseks võimalik kasutada ka geosüntee³, raudbetoonist plaati või vaiasid.
- 2.3.8.2 Vee liikumine terastoru ümber (all, peal ja külgedel) peab olema takistatud ning selleks vajalikud abinõud rakendatud. Selleks kasutada näiteks geosüntee, bentoniitmatte vms, millest moodustatakse ümber torusilla veepinna ulatuses nn veetõke.
- 2.3.8.3 Olukordades, kus veetase tõuseb kõrgemaks toru ülemisest kõrgusest, peavad vajadusel olema rakendatud meetmed toru ankurdamiseks.
- 2.3.8.4 Toru ümbritseva pinnase geomeetriliste mõõtmete tähised on esitatud joonisel 16 ning arväärtused tabelis 5.
- 2.3.8.5 Tootjad kasutavad terastoru tugevusarvutustes tüüpseid pinnaseparameetreid, millede väärtused võivad olla järgmised: (fraktsioon: fr. 0...32; efektiiv sisehõõrdenurk; mahukaal; lõimistegur). Arvutusliku ja objektil tegeliku tagasitõite materjali pinnaseparameetrite erinevuse korral, tuleb teha tootjal või tootja volitatud esindajal terastoru kontrollarvutused lähtuvalt kasutatavast pinnasest.

³ Geosünteedide kirjeldamisel kasutatakse NorGeoSpec (NGS) süsteemi, mis käsitleb geosünteedide ja geosünteedi laadsete toodete sertifitseerimist ja määratlemist (www.norgeospec.org).



Joonis 16. Pinnase jaotus torusillal

Märkus: Projekteerimisel tuleb arvestada, et torusilda ümbritseva pinnase fraktsiooni suurus mõjutab arvestataval määral konstruktsiooni kui terviku kandevõimet. Samuti tuleb suurima lubatava fraktsiooni määramisel arvestada toruprofiili tootja võimalikke erinõudeid.

2.3.8.6 Pealiskihi paksuse kohta kehtivad järgmised nõuded:

- minimaalne kihi pakus on $h_c \geq 0,5$ m (soovituslikult vähemalt 1,0 m) **ilma katendi konstruktsioonideta**;
- minimaalse kihipaksuse nõue peab olema tagatud kogu torusilla pikkuse ulatuses, välja arvatud nõlvad;
- karpprofiili (terastorusilla tüüp H) korral peab pealiskihi paksum soovitatavalt täitma nõudeid $0,5\text{ m} \leq h_c \leq 1,5\text{ m}$ ⁴;
- arvutustes kasutatakse h_c ulatuses kihtide ②, ③ ja ④ tiheduse kaalutud keskmist väärtust;
- arvutustes tuleb arvesse võtta ka kihi h_c paksuse võimalikku vähenemist ehitusprotsessi käigus, kuna tihendamisel tekkiv külgsurve deformeerib toru lage vertikaalsuunas (kihi paksum h_c tuleb arvutustes vähendada orienteeruvalt väärtuse $0,015 \times D$ võrra⁵).

2.3.8.7 Täiendavad juhised muldkehade projekteerimisel ja tihendamisel tuleb võtta MNT kehtivatest nõuetest ja juhenditest.

Tabel 5. Terastoru täitel pinnasele esitatavad nõuded

Pinnase tähis	Nõue	Märkused
①	$a_1 > 0,2D$ $a_2 > 0,3\text{ m}$	Külmakerkeliste aluste korral suurendada vajalikuks mõõde a_1 ja a_2 võrreldes minimaalsete nõuetega. Aluse piirkond on joonisel 16 näidatud ulatuses ümbritsetud eraldatava geotekstiil (NGS4). Nõrga aluspinnase puhul täiendavalt kihi alla lisada geovõrku.

⁴ Täiendavalt tuleb kinni pidada toru tootja poolt esitatavatest täiendavatest nõuetest, kui need esinevad.

⁵ Täpsemad juhised on toodud juhendi „[Design of soil steel composite bridges](#)“ lisas 3.

②	$a_3 = \min \begin{cases} D/2 \\ 3,0\text{m} \end{cases}$ $a_4 > 0,1\text{m}$	Pinnase omadused vastavalt terastoru tugevusarvutustes arvutuslikule pinnaseparameetrile. tPinnase tihendamisel ümbritseda terastoru terastoru geotekstiiliga (NGS2).
③		Pinnase omadused vastavalt katendi aluskihtide nõuetele.
④		Katendikonstruktsioon. Kandevõime arvutustes kasutatakse h_c ulatuses kihtide ②, ③ ja ④ tiheduse keskmist väärtust.
⑤		Pealesõitudel ol. oleva muldepinnas. Pinnasele ⑤ ja kaldele 1:n esitatavad nõuded ei sõltu toru mõõtmetest.
⑥	$a_6 > 0,05...0,15\text{m}$	Liivast sängituskiht 5-15 cm;

2.3.9 Kasutusea tagamine

2.3.9.1 Terastoru koos ümbritseva konstruktsiooniga tuleb projekteerida nii, et selle seisundi halvenemine projekteeritud kasutusea (tabel 6) jooksul ei kahjustaks konstruktsiooni kasutust rohkem kui eeldatud, arvestades keskkonda ja ettenähtud hooldustaset. Terastorusilla tavapäraseks kasutuseaks loetakse 50...100 aastat. Nõutav kasutusiga peab olema fikseeritud projekteerimise lähteülesandes ja kasutusea kategooria määrab tellija. Kui lähteülesandes ei ole määratud teisiti, siis kasutusiga 50 aastat.

Tabel 6. Terastoru kasutusea liigitus

Kasutusea kategooria	Kasutusea kestvus (aastad)
1	10
2	10-25
3	15-30
4	50
5	100

2.3.9.2 Projektlahenduses tuleb kasutuseal tagada:

- piisava paksusega terase kasutamine;
- sobilikud ja piisavad pinnakatted (tsinkimine, värvimine jne)
- kandevkonstruktsiooni täiteks kasutatav pinnas;
- konstruktiivsed meetodid (katmine geosünteediga, pritsbetoon⁶, katoodkaitse jne).

2.3.9.3 Konstruktsiooni kasutusea (KI) määramise aluseks on tingimusklassi määramine⁷:

- tingimusklassi on kokku neli ning need võtavad arvesse konstruktsiooni keskkonnatingimusi (sh pinnase ja vee omadused), kasutusotstarvet ja talihooldde iseärasusi;
- tingimusklassid tuleb määrata joonise 18 ja tabeli 7 alusel;
- konstruktsiooni erinevad piirkonnad võib kooskõlastatult tellijaga liigitada erinevatesse tingimusklassidesse;
- tingimusklassi ei määrata ja ehitise projekteeritakse erijuhtumina, kui üks või mitu tabelis 7 toodud tingimusklasside nõuetest ei ole täidetud.

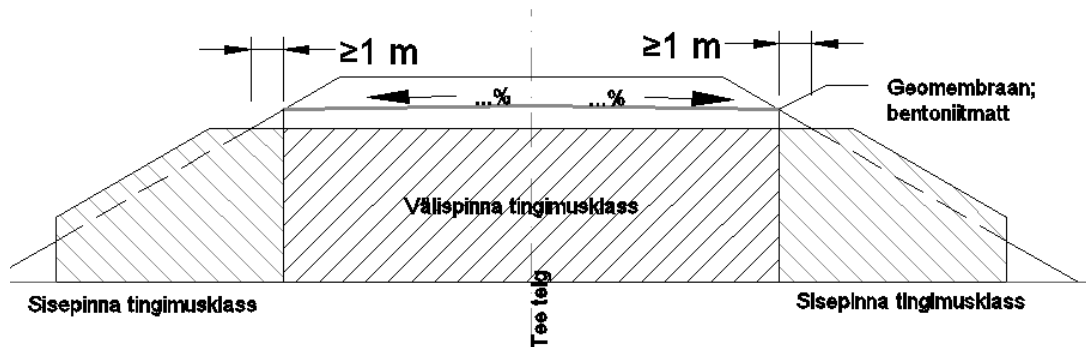
2.3.9.4 Erinõuded täiendavate pinnakattetüüpidega katmisel (lisaks tsinkimisele):

- terastoru välispinna tingimusklass on sama, mis terastoru sisemine tingimusklass joonisel 17 toodud ulatuses;

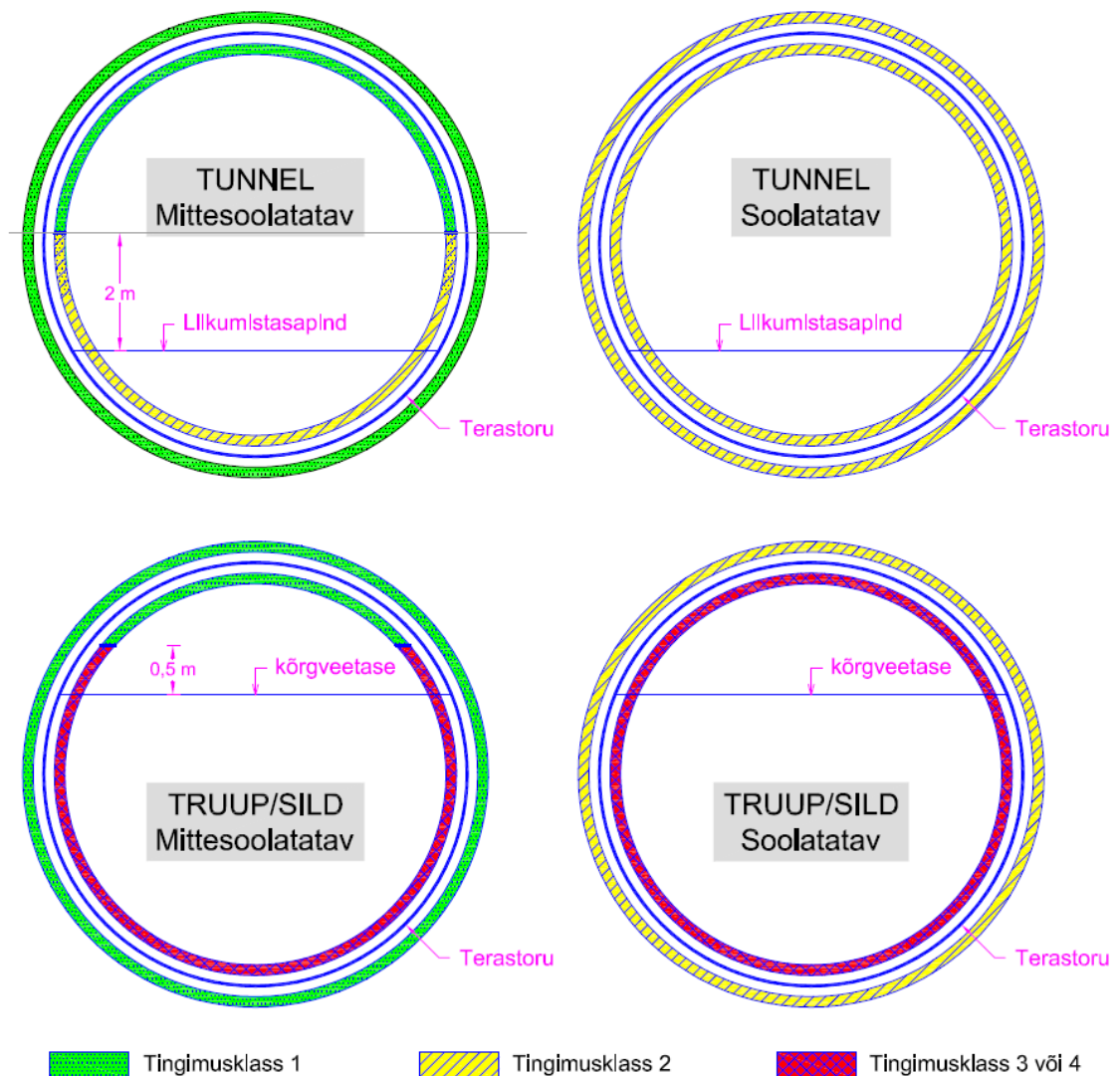
⁶ Üldiselt pritsbetoon veetorude põhjapiirkonna kaitseks, tugevast voolust kulumise eest. Üldiselt kasutatav kasutusea pikendamiseks mõeldud parandustööna

⁷ Siintoodud metoodika baseerub Soome 2014. a juhendil „[Teräsputkisillat, suunnitteluohje, 25.2.2014](#)“ mida on väikeses ulatuses täiendatud (kuid mitte vastuollu mindud) – lisatud on vee ja pinnase omadusi (nt kloriid- ja sulfiitioonide sisaldus jne).

- mitte soolataval tunnelil tuleb sisekülj katta vähemalt kõrguseni 2 m üle liikumistasapinna;
- sildade sisekülj, mitte soolataval teel, katta vähemalt kõrguseni 0,5 m üle kõrgvee pinnataseme.



Joonis 17. Tingimusklass mõõdetuna mulde välisservast terastoru välispinnal



Joonis 18. Tingimusklassi tüüpuhud

2.3.9.5 Tingimustegur k_i ($i = 1 \dots 4$) määratakse sõltuvalt tingimusklassist ning see on vajalik korrosiooni- ja kulumiskiiruse määramiseks. Tingimustegur näitab terastoru ja selle kaitsekihtide kulumiskiirust võrrelduna tingimusklassiga 1:

- tingimusklass 1 $\rightarrow k_1 = 1,0$;
- tingimusklass 2 $\rightarrow k_2 = 1,5$;
- tingimusklass 3 $\rightarrow k_3 = 2,5$;
- tingimusklass 4 $\rightarrow k_4 = 4,0$

Tabel 7. Tingimusklassile esitatavad nõuded

Parameeter		Tingimusklass				Erijuhtum
		1	2	3	4	
VESI	pH-tase	-	-	≥ 4 ja < 10	≥ 3 ja < 4 või ≥ 10 ja < 11	< 3 või ≥ 11
	Kloriidioonide Cl^- sisaldus [%]	-	-	$< 0,010$	$\geq 0,010$ ja $< 0,025$	$\geq 0,025$
	Veeslahustuvate sulfaatioonide SO_4^{2-} sisaldus [g/l]	-	-	$< 0,30$	$\geq 0,30$ ja $< 0,60$	$\geq 0,60$
	Arvutuslik voolukiirus v_{HW} [m/s] ¹⁾	-	-	$< 1,5$ ja $< 1,2 + \ln(h_{\text{HW}}) / 4$	$\geq 1,5$ ja $< 4,5$ ning $< 3,1 + \ln(h_{\text{HW}})$	$\geq 4,5$
	Voolu iseloom	-	-	Pisut kulutav vool, liivapõhi	Mõõdukalt kulutav vool, liiva- või kruusapõhi	Väga kulutav vool
PINNAS	pH-tase	≥ 4 ja < 10	≥ 3 ja < 4 või ≥ 10 ja < 11	-	-	< 3 või ≥ 11
	Kloriidioonide Cl^- sisaldus [%]	$< 0,010$	$\geq 0,010$ ja $< 0,050$	-	-	$\geq 0,050$
	Veeslahustuvate sulfaatioonide SO_4^{2-} sisaldus [g/l]	$< 0,30$	$\geq 0,30$ ja $< 1,20$	-	-	$\geq 1,20$
	Elektritakistus [Ωm]	> 50	≥ 1 ja < 50	-	-	≤ 1
Märkused: 1) Vee arvutusliku voolukiirusena v_{HW} kasutatakse keskmiselt pikema ajaperioodi jooksul l esinevat keskmist voolukiirust kõrg- või tulvavee ajal ning h_{HW} on vastav veepinna kõrgus [m]. Märkus: „kui enamus näitajad on ühes tingimusklassis, kuid üks näitaja suuremas tingimusklassis, siis kasutada suurema tingimusklassi nõudeid.						

2.3.9.6 Kasutusiga arvutatakse lähtuvalt määratud tingimusklassi(de)st ning tingimusteguri(te)st järgmiste kasutusea arvutusvalemitega:

- tsingitud terastorud ilma lisakaitseta (aastates):

$$KI = T_1 + T_2$$

- tsingitud terastorud koos lisakaitsega⁸ (aastates):

$$KI = T_1 + z * (T_2 + T_3)$$

kus: KI – kasutusiga,
 T_1 – teraslehe eluiga,
 T_2 – tsingikihi eluiga,
 T_3 – lisakaitse eluiga;
 z - tegur - (tehasevärvimisel 1,5; erijuhul objektil värvimisel 1,0);

„Tehasevärv“ – on spetsiaalses ruumis teostatav värvimistöö, kus sisekliima on (temperatuur, õhuniiskus) püsiv, kontrollitav ja vajadusel muudetav värvinõuetele vastavaks. Tehasevärvimise juures ei esine ootamatuid õhuniiskuse; kastepunkti ja temperatuuri muutust ning ei esine vihma, tuult, õhuvoole, päikese UV kiirguse, tolmu jms. mõju.

Näide valemi kasutamisel: kui teraslehe paksus on 5 mm (5000µm), tsingikihi deklareeritud paksus 90µm ja korrosioonikaitsel värvikihi paksus 150µm ning keskkonnaklassiks 3 siis arvutatakse järgmiselt:

Objektile värvitud $KI = 0,2 * 5000 / 75 \mu m + 1,0 * (90 \mu m / 5 \mu m + 150 \mu m / 10 \mu m) = 13,2 + 1,0 * (18 + 15) = 46,2$ aastat.

Tehasevärvil $KI = 0,2 * 5000 / 75 \mu m + 1,5 * (90 \mu m / 5 \mu m + 150 \mu m / 10 \mu m) = 13,2 + 1,5 * (18 + 15) = 63$ aastat.

- iga üksiku kihi eluiga T_i arvutatakse kihipaksuse (teraslehe korral korrosioonivaru) ja korrosioonikiiruse jagatisena;
- erinevate materjalide korrosiooni- ja kulumiskiirused on toodud tabelis 8;
- 0,2 - teraslehe kasutusea arvutus tegur, mis arvestab korrosiooniks kuni 20% terastoru terasseina paksusest, jagades selle sise- ja välispinna vahel võrdselt;
- Siin toodud arvutusmetoodika ei ole täpne, mistõttu arvutatud kasutusigavõib tulla projekteeritud kasutuseast oluliselt kõrgem. Küll aga ei ole lubatud projekteeritud kasutuseast madalamat arvutuslik kasutusiga.

Tabel 8. Kasutusea arvutamisel kasutatavad korrosiooni- ja kulumiskiirused erinevates tingimusklassides

Materjal	Materjali aastane korrosiooni- ja kulumiskiirus [µm/a]			
	Tingimus klass 1	Tingimus klass 2	Tingimus klass 3	Tingimus klass 4
Terasleht	30	45	75	120
Tsinkpinne	2	3	5	8
Epoksüüdtõrvavärv (EPC)	4	6	10	15
Vaiguga modifitseeritud epoksüüdvärv (EP)	3	5	8	12
Muu polümeerpinne	2,5	3,5	6,0	9,5

2.3.9.7 Terastoru põhiline kaitsmine toimub tsinkimise teel. Kõik ülejäänud pinnakaitsekihid on lisakaitsemeetodid⁹, mille vajadus selgitatakse välja kasutusea arvutuste teel.

⁸ Tsingi ja lisakaitsega moodustatud kombineeritud pinde eluiga on pikem, kui üksikute kihtide kokkuliidetud eluead. Arvutustes võetakse seda arvesse teguriga 1,5 [15].

⁹ Eelistada tuleks tehases paigaldatud lisakaitsekihte. Kui töid teostatakse ehitusobjektile, siis tuleb rangelt kinni pidada tootjapoolsetest nõuetest (aluspinna ettevalmistus jne).

Lisaks on terastoru alati vaja kaitsta geosünteedidega ja osalise värvimisega¹⁰ (kirjeldatud järgmistes punktides), mille peamine eesmärk on vältida mehaanilisi vigastusi ehitamise ja eksploatatsiooni ajal.

2.3.9.8 Terastoru kaitsta geosünteedidega (joonis 16). vigastuste vältimiseks geotekstiili NGS1 või NGS2 (sõltuvalt ümbritseva pinnase terasuurusest);

2.3.9.9 Terastoru kohale paigaldatavad geotõkked¹¹ valikul lähtuda järgnevatest nõuetest:

- on vähemalt HDPE puhul 1,0 mm paksune või EPDM puhul 1,0 mm paksune;
- bentoniitmatt vähemalt 4000 g/m²;

2.4 Täiendav korrosioonikaitse

2.4.1 Erinevate korrosioonikaitse süsteemide detailsed nõuded erinevate pinnakatete korral on kirjeldatud tabelis 9 toodud viitestandardites¹², mida tuleb rakendada sõltuvalt olukorrast.

Tabel 9. Korrosioonikaitse süsteemide nõuded

Pinnakatte tüüp	Viitestandardid korrosioonikaitse tagamiseks
Värvitavad pinnad	EVS-EN ISO 12944 -5 Värvid ja lakid. Teraskonstruktsioonide korrosioonitõrje värvkattesüsteemidega. Värvitüübid: • Epoksütõrvvärv EPC • Epoksüüdvärv EP
Kuumpihustusmeetodiga metallpinnatavad pinnad	EVS-EN ISO 12670 Thermal spraying - Components with thermally sprayed coatings - Technical supply conditions.
Metall - sukelkattega kaetavad pinnad	EVS-EN ISO 14713 Guidelines and recommendations for the protection against corrosion of iron and steel in structures - Zinc coatings.
Polümeerkilega kaetud pinnad	EVS-EN 10169 Pidevprotsessis orgaanilise pindega pinnatud (rullis pinnatud) terasest lehttooted. Tehnilised tarnetingimused.
Märkused: <i>Tabelis toodud meetodite ja standardite nimekiri ei ole lõplik. Tellijaga kooskõlastatult võib kasutada ka teisi (innovaatilisi) pinnakattetüüpe, kui neil on olemas usaldusväärsed andmed ning on tagatud vastupidavus keskkonna- ja muudele mõjudele</i> <i>EPC- tegemist mustavärvitooniga, mis keemiliselt vastupidavam ja odavam värv. EP- ei sobi otsese kokkupuutes päikese UV kiirgusega kohtades, aga talub maa ja vee uputuskooormust.</i> <i>Üldjuhul esimeseks kihiks epoksiidil põhinev värv ja teine polüuretaani baasiline värv.</i> <i>Näiteks: Teknose värvide kasutamisel lähtuda värviskeemidest K6- epoksütõrv ; K7-modifitseeritud epovärv</i>	

2.4.2 Korrosioonikaitsealastes nõuetes tuleb lähteülesandes määratleda:

- kas soovitatakse värvimist, tsinkimist või nende kombinatsioone;
- Uputuskoormused (tabelid 10) – [EVS-EN ISO 12944-2](#);
- täiendavaid kontrolli ja järelevalve erinõuded;

2.4.3 Korrosioonikaitsealastes nõuetes peab olema projektis määratletud:

¹⁰ Värvida ei tule, kui kogu toru on kaetud lisaks tsingile ka polümeerpindega.

¹¹ Muldkeha nendes piirkondades, kus piirded rammitakse maasse läbi geomembraani, asendada või täiendada bentoniitmattiga, mille minimaalne kaal on 4000 g/m².

- tingimusklassi määramine;
- täiendavaid kontrolli ja järelevalve erinõuded, Tellijaga eelnevalt kooskõlastades (kihipaksus ja värvikihi tõmbetugevus värvimistingimused, pinnatemperatuur ja kastepunkt) jms.;

2.4.4 Tellijaga kooskõlastatult kus uputuskoormust ei esine (näiteks jalakäijate tunnelid ja ökoduktid) võib korrosioonikaitseüsteemi nõudes korrosiooniklassi asemel määrata keskkonnaklassi vastavalt tabelile 11.

Tabel 10. Korrosiooniklassid pinnases või vees olevatele konstruktsioonidele (või – osadele)

Korrosiooniklass (keskkonna saasteklass)	Korrosiooniklassi ligikaudne kirjeldus
Im1	Magevesi- puhtas vees asuvad konstruktsioonid – jõerajatised, hüdroelektrijaamad
Im2	Meri või riimvesi (väheste soolasusega merevesi) - merevees või soolases vees asuvad konstruktsioonid – sadamaalad, lüüsid, kaid ja konstruktsioonid merel;
Im3	Pinnas- maa sees asuvad konstruktsioonid – maa-alused torud, vaiad, paagid;

Tabel 11. Korrosiooniklassid õhus olevatele konstruktsioonidele (või –osadele)

Korrosiooniklass (keskkonna saasteklass)	Korrosiooniklassi ligikaudne kirjeldus
C1 ¹⁾ eriti leebe	Külmad ja kuivad piirkonnad, kus on väga madal õhusaaste
C2 leebe	Puhas maaõhk, kus saasteainete kogus on tühine
C3 ²⁾ mõõdukas	Mõõduka SO ₂ saastega linna- ja tööstuspiirkonnad, väheste soolasisaldusega mereõhk
C4 ³⁾ agressiivne	Keskmise soolasisaldusega tööstus- ja mereäärsed alad
C5 ¹⁾ eriti agressiivne	Niisked ja saastatud õhuga tööstus-piirkonnad; kõrge soolasisaldusega ranniku- ja merealad
CX ¹⁾ ekstreemne	Troopilised ja lähistroopilised piirkonnad; väga kõrge õhusaastega piirkonnad
Märkused: ¹⁾ Eestis väliskeskkonna korrosiooniklasse C1, C5 ja CX ei esine. ²⁾ Mitte soolatavatel teedel korrosiooniklassiks võtta C3. ³⁾ Soolatavatel teedel korrosiooniklassiks võtta C4.	

2.5 Muud konstruktsioonelemendid

2.5.1 Nõlvad peavad olema projekteeritud ja ehitatud nii, et oleks tagatud nende stabiilsus ja tõkestatud erosioon. Kindlustused peavad olema rajatud ulatuses, mis tagavad nõlvade püsimise kõrgveepinna korral (võimalusel vähemalt 0,5 m kõrgemale kõrgveetasemest). Nõlvade kindlustamise peamised võimalused (täiendav info vt. tabelist 12):

- taimestikuga katmine;
- erosioonitõkkematt;
- geokärg;

- lahtine (muna)kivisillutis;
- betoonseguga seotud (muna)kivisillutis;
- gabioontarind;
- tugiseinad.

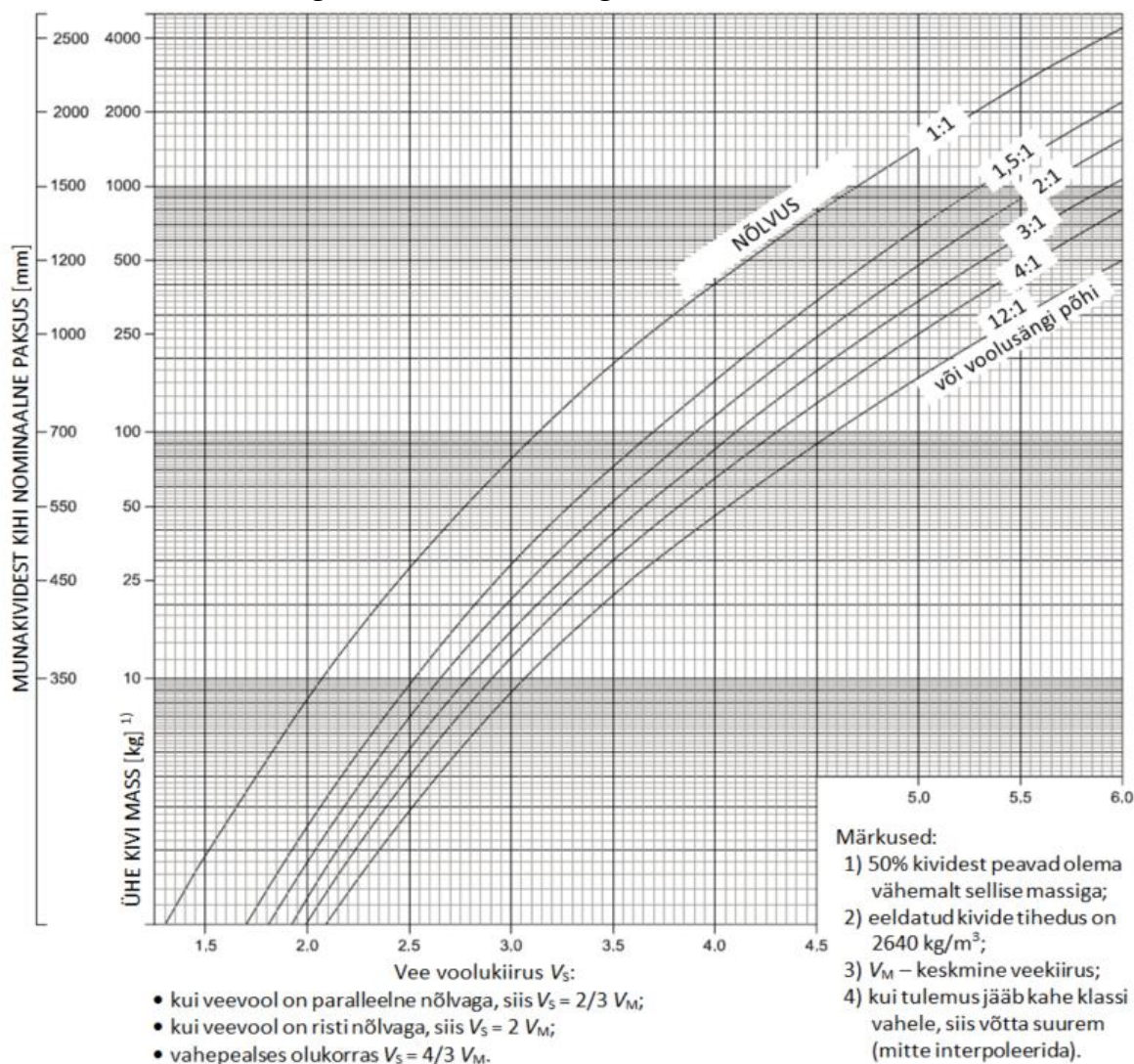
Tabel 12. Nõlvade kindlustamise võimalusi

Meetod	Märkused ¹⁾
Taimestikuga katmine	1) Tõkestamine taimedega (muru ja mättad) on üks odavaim meetod, kuid mitte sobiv vooluveekogudele ning kui tegemist erosiooniohu ja järsu nõlvakalde korral (järsem kui 1:2). Ajutise nõlva stabiliseerimiseks kasutada (kuni taimede juurdumiseni) biolagunevaid matte ja võrke (kookoskiududest, põhust, džuudist vms). Kui on tegemist väga erosiooniohtliku nõlvaga, siis meetodit kasutada ainult tellijaga kooskõlastatult. Murukülvi kasutada ainult madalate ja laugete (1:2 ja laugem) nõlvade korral. 2) Mätaste korral kasutada laus- ja seinmätastust. Mätastuse korral mättad ankurdada vaiadega (soovitavalt puitvaiad). Lausmätastuse paigaldamise korral paigaldada mättad omavahel tihedalt üksteise kõrvale. Seinmätastuse korral tuleb järskudel nõlvadel (kalle suurem kui 1:1) laduda mättad üksteise peale, laugematel nõlvadel võivad mättad paikneda astmeliselt (nihutusega ¼ mätta laiusest). 3) Hüdrokülvi, kus lisaks veele ja muruseemnele lisatakse pabermultši, väetist ning värvainet. Hüdrokülvi kasutada kõrgveepinnast üleval pool veepiiri laugjatel nõlvadel.
Erosioonitõkkematt	Erosioonitõkkematte kasutada kiireks ja kergeks katmiseks varemkasutatud töömahuka lausmätastuse asemel, kuid erosioonitõkkematt ei asenda taimestiku mitte kasvamisel mätastust. Erosioonitõkkemattide alla paigaldada 5...10 cm paksune huumusrikas pinnasekiht ja teostada murukylv (minimaalne muruseemne kogus 30 g/m²). Erosioonitõkkemattide paigaldamist alustada vastu veevoolu ning kallakutel, kõrgemalt kallakuosalt madalamale. Erosioonitõkkemattidega kaetava ala välispiiridele tehakse ca 20 cm sügavused ankurduskraavid, kuhu matt kinnitatakse puitvaiadega (soovitav vähemalt 4tk/m²). Täiendav info erosioonitõkkemattide kohta on toodud juhendis „Maaparandusrajatiste tüüpjoonised“.
Geokärg	Geokärg paigaldatakse eelnevalt tasandatud nõlvale (alates 1:1,5). Kasutada perforatsiooniga seinaga (paksus vähemalt 1,5 mm) karge kõrgusega 75...150 mm, mille alla asetatakse geotekstiil (minimaalselt NGS2) ja mis täidetakse killustikuga (fraktsioon sõltub kärje kõrgusest, jäädes vahemikku 16 kuni 64 mm). Geokärg kaitsta jääerosiooni eest. Seejuures peab täide ulatuma üle kärgede vähemalt 2 cm kõrguselt. Geokärje ankurdamine peab olema ära näidatud projektis või tootja juhendis. Selle puudumisel paigaldada vaiad kärje ülemises servas igasse avasse ja nõlva peal vähemalt iga meetri järel. Geokärje paanid kinnitatakse omavahel UV-kindlate plast-kinnitusklambritega. Täiendavat info on juhendis „Maaparandusrajatiste tüüpjoonised“.
Lahtine kivisillutis	Vältida otse pinnasel asuvat munakivisillutist, kuna lahenduse puhul ei ole takistatud kivide vajumine olemasolevasse pinda ja kivialuse pinna erosioon. Lahtine munakivisillutis paigaldatakse geotekstiilile (minimaalselt NGS2), kusjuures vajalik kivide kogus on võimalik määrata tabelis 13. Tahutud kivide korral kasutatakse tavaliselt graniitkivist tahutud kuubikukujulisi kive, mille mõõtmed varieeruvad vahemikus 5×5...14×14 cm. Tahutud kivide alla

	paigaldatakse geotekstiil ja kuivbetoon, mis ajapikku niiskusega reageerides kivistub, tekitades tugeva aluse ja seotud kihi. Tahutud kivil on kokkupuutepind üksteise ja alusega suurem, kui munakivil. Tänu kivide ühtlasemale paksusele on kivide alla jääv betoonalus ka oluliselt ühtlasema paksusega ning stabiilsem.
Betoonseguga seotud kivil	Betoonseguga (vastab standardile 206-1) seotud kivilist korral kasutatakse valdavalt munakive läbimõõduga Ø15...30 cm, mille alla paigaldatakse geotekstiil (minimaalselt NGS2).
Gabioontarind	Gabioonid tarnida ja paigaldada vastavalt standardile EVS-EN 12338-10. Antud töö puhul lähtuda Teetööde tehnilises kirjelduses toodud gabioontarindite tehnilistest nõuetest.
Tugiseinad	Tugiseinu rajatakse valdavalt raudbetoonist, kivilplokkidest ja gabioonidest. Tugiseinte korral tuleb teostada kõik vajalikud kontrollarvutused (ümberlükkele, stabiilsusele jne) ning võib osutada vajalikuks konstruktsiooni armeerimine geosüntetidega.
Märkused: ¹⁾ Täiendavad nõuded on toodud juhendis „Teetööde tehnilised kirjeldused“	

2.5.2 Kivikindluste korral kivide kogus ja suuruse valikul tuleb lähtuda tabel 13. Näiteid võimalikest lahendustest on toodud fotodel 6...18.

Tabel 13. Kivide kogus lahtise kivilistisega kindlustamisel



2.5.3 Voolusängi kindlustamisel arvestada sissevoolu kindlustuse pikkuseks vähemalt terastoru kahekordne suurim läbimõõt ning väljavoolu kindlustuse pikkuseks kolmekordne suurim läbimõõt, kui lähteülesandes pole ette nähtud teisiti (foto 3).



Foto 3. Veevoolu sängi kindlustamine

2.5.4 Voolusängi kindlustuse materjal määrata tabelis 14 toodud andmete alusel, kui lähteülesandes ei ole määratud teisiti.

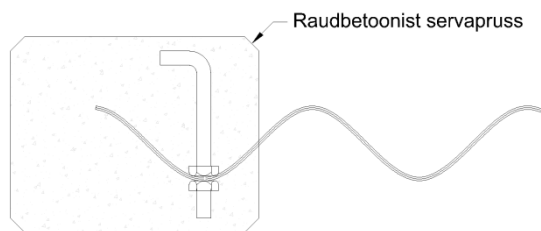
Tabel 14. Voolukiiruse ülempiir erinevate pinnaste (kindlustusviiside) ja veesügavuste korral (tabel T.Metsvahi, Autoteede, projekteerimise ja metoodiline juhend. III osa, vooluvete juhtimine TPI 1989)

Pinnas, kindlustusviis	Terasuurus [mm]	Uhtumiskindel voolukiirus vastavalt vee sügavusele [m/s]					
		0,3 m	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	3,0 m
Muda, tolmlüiv	0,005...0,5	0,20	0,25	0,30	0,30	0,35	0,40
Peenliiv	0,05...0,25	0,30	0,35	0,40	0,40	0,45	0,50
Keskliiv	0,25...1,00	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70
Jämeliiv	1,0...2,5	0,50	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80
Peenkruus	2,5...5,0	0,60	0,70	0,80	0,85	0,90	0,95
Keskkruus	5...10	0,70	0,80	0,90	0,95	1,00	1,10
Jämekruus	10...15	0,80	0,90	1,00	1,10	1,15	1,25
Peenpurd	15...25	0,95	1,05	1,20	1,30	1,35	1,50
Keskpurd	25...40	1,05	1,20	1,35	1,45	1,55	1,70
Jämevõrd	40...75	1,20	1,30	1,50	1,60	1,70	1,90
Peenveeris	75...100	1,50	1,65	1,90	2,00	2,15	2,35
Keskveeris	100...150	1,65	1,85	2,10	2,25	2,40	2,70
Jämeveeris	150...200	1,80	2,00	2,30	2,50	2,65	3,00
Voolav saviliiv	-	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
Saviliiv	-	0,50	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80
Kerge liivsavi	-	0,60	0,70	0,80	0,85	0,90	0,95
Keskmine liivsavi	-	0,70	0,80	0,90	0,95	1,00	1,10
Raske liivsavi	-	0,85	0,95	1,05	1,15	1,20	1,30
Savi	-	0,90	1,00	1,10	1,20	1,25	1,35
Tihendatud savi	-	1,15	1,30	1,45	1,55	1,65	1,80
Voolav savi	-	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70
Kihiline või poorne lubjakivi	-	1,95	2,20	2,50	3,00	3,50	4,50
Monoliitne lubjakivi, dolomiit	-	3,90	4,35	5,00	5,45	6,00	7,00
Mätas lapiti (võrsed)	-	0,60	0,70	0,80	0,90	0,90	1,00
Mätas lapiti (juurdunud)	-	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30
Killustik	40...75	1,20	1,30	1,50	1,70	1,80	2,00

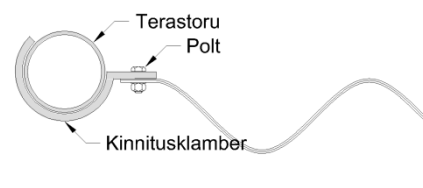
Killustik kruusal	40...75	1,40	1,50	1,80	1,90	2,00	2,20
Ühekordne kivisillutis geotekstiilil	150...200	1,50	1,70	2,00	2,10	2,20	2,50
Ühekordne kivisillutis geotekstiilil	200...300	1,70	1,90	2,20	2,40	2,50	2,70
Ühekordne kivisillutis kruusal	150...200	1,90	2,20	2,50	2,70	2,80	3,10
Ühekordne kivisillutis kruusal	200...300	2,30	2,60	3,00	3,20	3,40	3,70
Raudbetoonplaadid kruusal	-	2,50	2,80	3,20	3,50	3,70	4,20
Monoliitbetoon	-	4,70	5,20	6,00	6,50	6,90	7,50

Märkus: mida väiksem on vee sügavus, seda väiksem on ka lubatav kiirus.

2.5.5 Terastoru väljaulatuvad servad tuleb täiendavalt kaitsta. Selleks kasutada näiteks, kas raudbetoonist servaprussi, spetsiaalset kummiprofiili või klambritega kinnitatavat terastoru. Valik kasutatavaid lahendusi on toodud joonistel 19 ja 20 ning fotodel 4-5.



Joonis 19. Serva jäigastamine raudbetoonist servaprussiga



Joonis 20. Serva kaitsmine terastoruga (üldjuhul jalakäijate liikumisel)



Foto 4. Servade kaitsmine



Foto 5. Servade kaitsmine

2.6 Nõlvade kindlustamise võimalusi



Foto 6. Taimestiku/muruga kindlustamine



Foto 7. Osaline kindlustus



Foto 8. Erosioonitõkke matiga kindlustamine



Foto 9. Geokärje kindlustus



Foto 10. Lahtine kivisillutis



Foto 11. Betoonseguga seotud kivisillutis



Foto 12. Betooniseguga seotud kivisillutis, mitme toru korral



Foto 13. Gabioonidega kindlustus



Foto 14. Gabioonidega kindlustus



Foto 15. R/b plaat kindlustus



Foto 16. Tugisein kindlustus



Foto 17. Tugisein kindlustus



Foto 18. Tugisein kindlustus

3 EHITAMINE

3.1 Üldist

- 3.1.1 Kõik ehitustööd peavad olema teostatud vastavalt projektile või lähteülesandele ja selle põhjal koostatud projektile, mis peab olema koostatud tööprojekti mahus.
- 3.1.2 Kõik üldnõuded teostatavatele töödele ja nende kontrollimisele on toodud kehtivates õigusaktides ning kehtivates MNT juhistes, nõuetes ja käskkirjades.
- 3.1.3 Nõuded terastorude tarindite tolerantsidele ja kvaliteedile peavad vastama juhendi nõuetele ning olema määratletud ehitusprojektis.
- 3.1.4 Materjalide ja toodete transport, ladustamine ning paigaldamine (sh toruelementide kokkumonteerimine) peab toimuma vastavalt tootja juhistele.
- 3.1.5 Kui lähteülesandes ei ole nõutud teisiti, siis terastorule paigaldatakse kontrollmõõtmiste tegemiseks 3 reeperit (mõlemasse otsa ja keskele). Reeperiteks võivad olla kuumtsingitud poldid M10×20, mis kinnitatakse terastoru keskjoonele lakke puuritud avasse Ø12 mm nii, et poldi pea on terastoru sisekülje laineharjal ja mutter terastoru väliskülje lainepõhjal.
- 3.1.6 Terastoru lubatavad deformatsioonid ehitamise ajal (sh tagasitõrje teostamisel) määratakse projektis ja ei tohi olla suuremad tabelis 4 toodud nõuetest. Lähtuda tuleb torukonstruksiooni tootja poolt esitatud nõuetest.
- 3.1.7 Kui ehitusplatsil teostatakse terastoru pinnakattetöid (sh vigastuste likvideerimist), siis lähtuda peatükis „Kasutusea tagamine“ toodud standarditest.
- 3.1.8 Erilist tähelepanu tuleb pöörata kvaliteediplaani koostamisele, kus muuhulgas määratletakse:
- taotletavad kvaliteedieesmärgid nt õige värvitoon, värvikihi välisilme, õige kihipaksus;
 - vastutuse ja volituste detailne jaotus projekti eri etappidel;
 - rakendatavad üksikasjalikud meetodid, töövõtted ja -juhised;
 - sobivad kvaliteedikontrolli meetodid eri etappidel ning meetodid vigade parandamiseks ja mittekvaliteetsete kohtade kõrvaldamiseks;
 - tööde dokumenteerimine.
- 3.1.9 Ehitusplatsil kontrollitakse enne tööde vastuvõtmist terastoru pinnakatete kvaliteeti^{13,14}
- tsingikihi paksust – EVS-EN ISO 1461 Terasele kantavad kuumtsink pind (tüktsinkimine). Nõuded ja katsemeetodid;
 - värvikihi paksust – EVS-EN ISO 2808 Värvid ja lakid. Kihi paksuse määramine;
 - polümeerkile paksust – EVS-EN 13523-1 Coil coated metals - Test methods - Part 1: Film thickness.
- 3.1.10 Riigiteede terastorudele on täiendavate pinnakatete lisamine lubatud vaid „tehasevärvina“ (selgitus peatükis 2.6), millega on tagatud pinnakatete kvaliteedi standardijärgne kontroll ja kvaliteet. Erijuhtudel tellijaga kooskõlastatult (näiteks suured terastorud) on lubatud pinnakatete lisamine objektil, juhul kui tootja volitatud esindaja kontrollib ja võtab vastu pinnakatted.
- 3.1.11 Monteeritavatest teraselementidest torukonstruksioonide korral tuleb kasutada tootjapoolseid kinnitusvahendeid.

¹³ Ülevaate erinevatest paksuse mõõtmise meetoditest on toodud standardis [EVS-EN ISO 3882](#).

¹⁴ Tsingi ja alusmetalli vahelist naket ei kontrollita, kuna praegu puuduvad asjakohased rahvusvahelised standardid vastava testi läbiviimiseks. Vajadus selle katse järele puudub, kuna piisav nake on kuumtsinkimisprotsessile iseloomulik ja Tootja tagada.

- 3.1.12 Konstruktsioonide ehitamisel lähtuda järgmistest standarditest, mis on kooskõlas antud juhiseiga:
- EVS-EN 1090 „Teras- ja alumiiniumkonstruktsioonide valmistamine“;
 - EVS-EN 13670 „Betoonstruktsioonide ehitamine“.
- 3.1.13 Geotehniliste töödel lähtuda asjakohastest standarditest:
- EVS-EN 1536 „Geotehnilise eritöö teostamine“. Puurvaiad;
 - EVS-EN 1537 „Geotehniliste eritööde tegemine“. Pinnaseankrud;
 - EVS-EN 1538 „Execution of special geotechnical work“ - Diaphragm walls;
 - EVS-EN 12063 „Geotehniliste eritööde tegemine“. Sulundseinad;
 - EVS-EN 12699 „Execution of special geotechnical works“ - Displacement piles;
 - EVS-EN 12715 „Execution of special geotechnical works“ - Grouting;
 - EVS-EN 12716 „Execution of special geotechnical works“ - Jet Grouting;
 - EVS-EN 14199 „Execution of special geotechnical works“ - Micropiles;
 - EVS-EN 14475 „Execution of special geotechnical works“ - Reinforced fill;
 - EVS-EN 14490 „Execution of special geotechnical works“ - Soil nailing;
 - EVS-EN 14679 „Geotehniliste eritööde teostamine“. Süvastabiliseerimine;
 - EVS-EN 14731 „Execution of special geotechnical works“ - Ground treatment by deep vibration;
 - EVS-EN 15237 „Execution of special geotechnical works“ - Vertical drainage.

3.2 Nõuded kaevikule ja alusele

- 3.2.1 Kaevik ja kaevandamise viis, peab tagama:
- nõuetekohase ja ohutu terastoru paigaldamise, arvestades ümbritsevaid pinnaseomadusi. Kaevik peab olema piisava laiuse sügavuse ja kaldega;
 - ehitustööde teostamisel sh kaeviku rajamisel, toestamisel ja tagasitäitmisel tuleb muuhulgas arvestada standardi EVS-EN 1610 „Äravoolu- ja kanalisatsioonitorustike ehitamine ja katsetamine“ nõudeid kaeviku kaevandamisele, täite üldpõhimõtteid.
- 3.2.2 Kaevikus olevaid töid loetakse ohtlikeks töödeks ning kaeviku laius ja nõlvad peavad eelnevale tööle olema ohutud ja läbimõeldud ning kajastatakse tööohutusplaanis ohutu kaevikuna. Lisaks järgida Tööinspektsiooni poolt väljastatud voldikus/juhises „Tööohutus ehitusplatsil“ toodud nõudeid.
- 3.2.3 Alus peab sobima torusilla põhjaga ning moodustama kindla ja ühtse kandealuse kogu terastoru pikkuses.
- 3.2.4 Kaeviku põhi või alus rajatakse vastavalt joonise 16 ja tabeli 5 nõuetele, mille kohaselt peab olema vähemalt 30 cm paksune tihendatud tasanduskiht (killustik, kruuskillustik, purustatud kruus, liivpinnastest). Vajadusel kaeviku aluskihi alla paigaldada geotekstiil (NGS4). Kui aluspinnas on külmakerkeline (tolmliiv, tolmane saviliiv, kerge ja raske tolmane liivsavi, raske tolmane saviliiv) või pehme, peab aluskihi paksust suurendama vähemalt 50 cm paksuseni, kui ei kasutata muid tulemuslikke lahendusi külmakerkevältimiseks.

3.3 Nõuded täitematerjalidele

- 3.3.1 Aluse- ja tagasitäitematerjalid peavad vastama konstruktsiooni arvutustes kasutatud pinnase parameetritele, mis kajastatakse projektis.
- 3.3.2 Terasega kokkupuutuv pinnas ei tohi sisaldada suurema läbimõõduga osakesi kui 64 mm, külmunud tükke, turvast, savi ja orgaanilisi või kahjulikke materjale. Soovitav tagasitäitematerjali maksimaalne terasuurus on 32 mm. Täitepinna kasutada tee konstruktsiooni sobiliku materjale vastavalt „Muldekeha ja drenkihi projekteerimise, ehitamise ja remondi“ juhisele.
- 3.3.3 Konstruktsiooni arvutuslikust täitematerjalist erineva täitematerjali korral teostada konstruktsiooni kontrollarvutus, vajadusel konstruktsioone tugevdades.

- 3.3.4 Mulde drenivuse kaitseks, rakendada meetmeid muldepinnase „läbi drenimiseks“ (näiteks savilukk truubitoru ümber torusilla ümbruses voolsäangi laiuses ja kõrguses).

3.4 Monteerimine

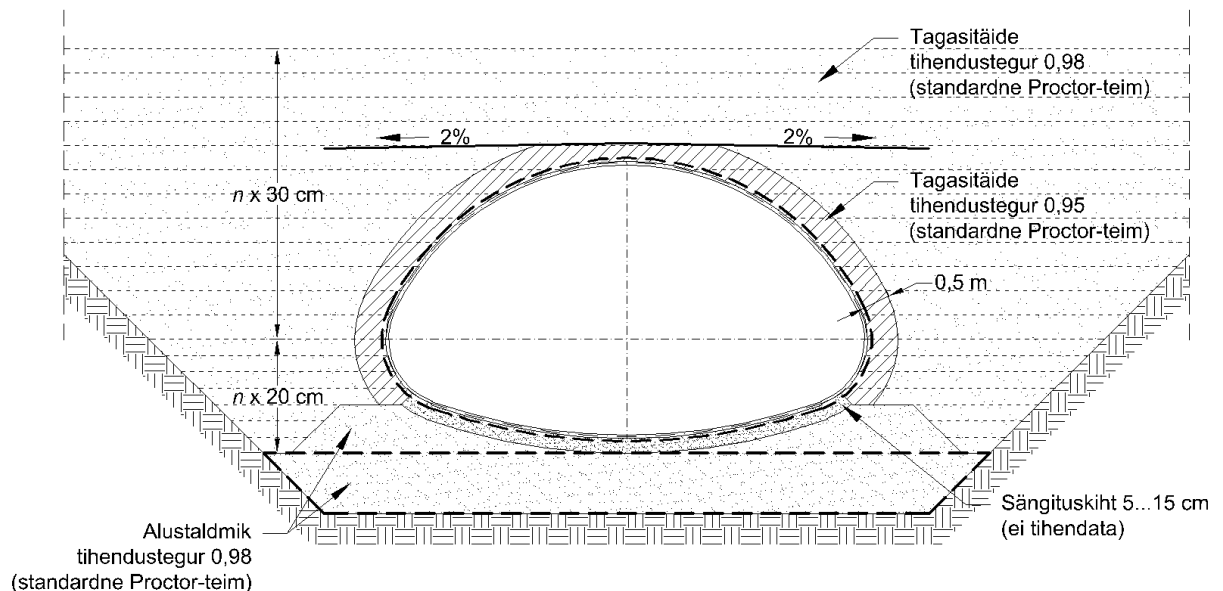
- 3.4.1 Terasplaadid monteerida vastavalt tootja juhistele, kus peab olema kirjeldatud plaadi asetus ning plaatide paigalduse järjekord.
- 3.4.2 Terastoru paigaldamisel alusele, enne monteerimist, paigaldada nõuetele vastav sängituskiht (tabel 5) 5 -15 cm paksune toru aluspinnaga sama kujuga sängituskiht, et terastoru sobituks aluspinnale;



Foto 19. Toru aluspinna kujuline sängituskiht

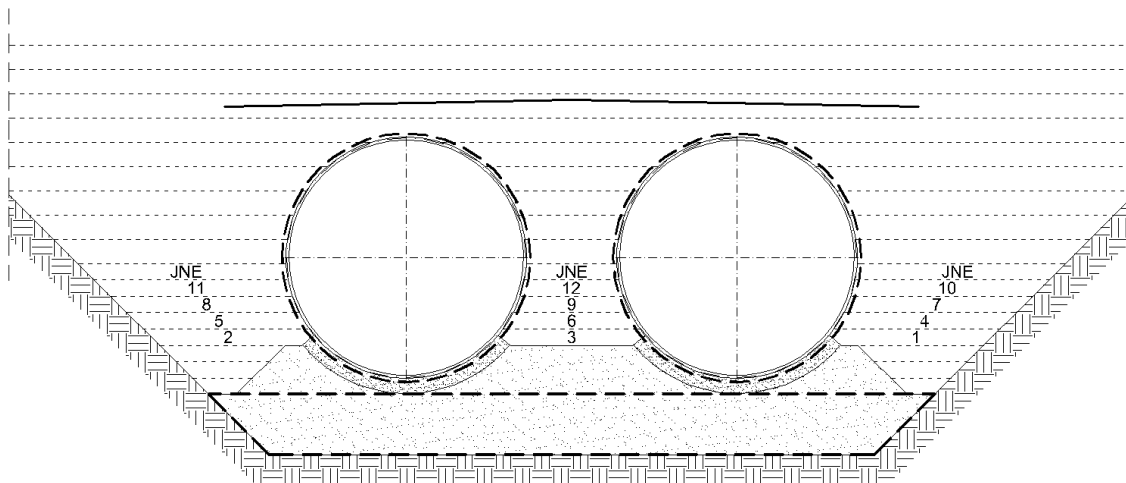
3.5 Tihendamine ja täitmine

- 3.5.1 Pinnasekihtide tihendamine peab olema teostatud ühtlaselt ja kvaliteetselt, kuna see on üks tähtsamaid faktoreid torusilla vajaliku kandevõime saavutamiseks.
- 3.5.2 Aluspinnase ja tagasitäite ehitamine ning tihendamine peab toimuma vastavalt joonisele 21;



Joonis 21. Nõuded tihendamisel

- 3.5.3 Kõrvuti asetsevate torude tagasitäite tihendamise põhimõtteline järjekord on näidatud joonisel 22.



Joonis 22. Kahe kõrvutiasetseva toru tagasitäite tihendamise järjekord toru külgedel

- 3.5.4 Tihendatavate kihtide maksimaalne paksus on 30 cm. Toru alumises osas tihendatakse 20 cm kihtide kaupa. Tagasitäide paigaldada võrdselt mõlemale küljele. Täitetöödel ei tohi toru erinevatel külgedel olla tihendavate pinnase kihtide kõrguse erinevus üle ühe kihipaksuse (30 cm).
- 3.5.5 Raske tihendustehnikaga (üle 500 kg) ei tohi toru seina vastu minna, et vältida terastoru pinnakatete vigastamist.
- 3.5.6 Kui ehitusseadmed on raskemad, kui toru projekteerimisel on arvestatud, peab paigaldaja tagama vajaliku lisakatte, et vältida torukahjustusi. Tagasitäite tegemisel ja tihendamisel ei tohi vigastada toru ning deformatsioonid peavad jääma lubatud piiridesse. Erijuhul viia tihendamine läbi katsetihendamise põhjal, et määrata kindlaks, milline on vajalik kihipaksus tihendamisel arvestades veesisaldust ja tihendusmeetodit
- 3.5.7 Iga kiht enne järgmise kihi paigaldamist tihendada nõutava tasemeni vähemalt $K_t - 0,95$, võrreldes standard Proctor tiheduseni mis asub kuni 20 cm kaugusel terastorust. Ülejäänud osas tihendada vähemalt $K_t - 0,98$ võrreldes standard Proctor tiheduseni. Proctortest vastavalt „Muldkeha pinnaste tihendamise ja tiheduse kontrolli juhisele“, kui tootja ei ole näinud ette teisiti.
- 3.5.8 Täitematerjali kontrollitakse vastavalt „Muldkeha ehitamise juhisele“ ja muudele norm dokumentidele.
- 3.5.9 Põlvide pingutust kontrollida pärast lõpliku toru ümbrise täite- ja tihendamistööd. Järelduste kontrollimeetodi, jõu ja sageduse peab andma tootja.

3.6 Nõuded korrosioonikaitse värvidele

- 3.6.1 Terastoru elemendid kuumtsinkida.
- 3.6.2 Värvimismeetod peab sobima värvitavale konstruktsioonile ja meetodid ja töövõtted käsitletakse standardis ISO 12944-7.
- 3.6.3 Värvitud pinna kestvuse seisukohalt korrosioonikaitse värv paigaldada tehases tööstusliku värvimisega „tehasevärv“, kus kogu värvimise protsess (sh värvi ettevalmistus) on lõpuni kontrollitav ja dokumenteeritav.
- 3.6.4 Värvimistingimused ei tohi pinna eeltöötluse, värvimistööde ja värvi kuivamise ajal ületada värvi tootja poolt antud piirväärtusi.
- 3.6.5 Värvimistööde raportis jälgida kokkulepitud ulatuses fikseeritud järgmisi keskkonnategureid: õhutemperatuur; värvitava pinna temperatuur; suhteline õhuniiskus; värvi temperatuur; kastepunkt.
- 3.6.6 Värvitud konstruktsiooni ei tohi kasutada või transportida enne kui värv on kasutuskuiv.
- 3.6.7 Enne korrosioonikaitse tööd teostada mehaaniline eeltöötlus nn märg liivapesu (SaS), kas loodusliku liiva või alumiiniumoksiidiga. Igal värvitootjal on omad eeltöötluse

juhised millest tuleb lähtuda pinna ettevalmistamisel. Pinna ettevalmistus sisaldab puhastamist ja karestamist.

- 3.6.8 Tuhmunud või pikalt seisnud (eeldatav aeg 3-6 kuud) tsinkpinnad, mille pind on passiveerund ei vaja mehaanilist eeltöötlust. Piisab näiteks fosfaateeriva toimega (raudfosfaat) ammoniaak või rasvaerastus pesust fosfaateeriva toimega, mis tagab keemilise kareduse.

3.7 Korrosioonikaitse kvaliteedi kontroll

- 3.7.1 Korrosioonikaitse lisamise tööd dokumenteeritakse värvimistööde raportis.
- 3.7.2 Kontrollida värvimisraporti järgset värvikihi paksust, värviprotokolle, millega tõendatakse korrosioonivastase katte vastavust nõutule ja standarditele.
- 3.7.3 Kontrollitakse visuaalselt pinna ühtset „mattistumist“ peale eeltöötlust.
- 3.7.4 Kontrollitakse tolmu sisaldust ISO 8502-3 ja vesilahustuvate soolade kontsentratsiooni värvitava pinnal ISO 8502-6. Tolmu sisaldus sobilik klass 1-3. Soola sisalduse lubatud kontsentraat korral kuni 30 mg/m².
- 3.7.5 Peale värvimist teostatakse värvikihil tõmbetest („pull off“- 3 katset konstruktsiooni kohta) vastavalt standardile ISO 4624. Tsinkpindade värvidel teostatakse katse 7 ööpäeva peale viimase värvikihi kandmist kuivades +23 kraadi juures, Tõmbetest võib teostada ka varem, värvitootja nõusolekul Tellijaga kooskõlastatult.
Märkus: Temperatuur alanedes, pikeneb ka kuivamisprotsess.
Näiteks: +10 kraadi 14 ööpäeva ja +5 kraadi juures 20 päeva, kui saab teostada tõmbetest, mis on sõltuv värvi tootjast ja värvi tüübist
- 3.7.6 Tõmbetest dokumenteeritakse raportis, kus kirjeldatakse murdumise olemust (adhesioon-värv tuleb lahti pinnalt, kohesioon- murdumine värvikihi sees) ning lisaks fotod. Minimaalne tõmbetugevus värvil kuumtsingitud aluspinnal on vähemalt 4 MPa. Kolme katse korral arvutatakse keskmine, aga ühe katse üksikväärtus ei tohi olla väiksem kui 3,5 MPa.
- 3.7.7 Erandjuhul on lubatud värvikihi tõmbetest teostamine referentspinnal, mis jälgendab varem paigaldatud värvimist teraspinnal, et välistada ajalist viivitust.

3.8 Ehitustööde hälbed

- 3.8.1 Tööde vastavusel kontrollitakse ehitustööde hälbeid vastavalt tabelile 15

Tabel 15. Ehitustööde hälbed

	Näitaja	Ühik	Lubatud hälve
Ettevalmistatud tööd	Toru aluspinna tasasus (mitte sängituskiht)	mm	+/- 30 mm/3 m
	Elementidest terastoru aluspinna tasasus (mitte sängituskiht)	mm	+/- 10 mm/3 m.
	Aluspinna tihedus/kandevõime		0,98 võrreldes standard proctor tihedusega või $E2 \geq 145$ MPa ja $E2/E1 < 2,0$
Toru paigaldamisel	Toru alumine pikkus	mm	-50...+600
	Toru ülemine pikkus	mm	-50...+200
	Toru põhja kõrgusarv ($D \leq 1$ m) projektsest	mm	+0...- 30
	Toru põhja kõrgusarv ($D > 1$ m;	mm	+30...-80
	Toru asukoha plaanilise hälve teetelje suhtes	mm	+/- 100
	Terastikulise koostise kontroll		Muldkoha ja drenikihi projekteerimise, ehitamise
	Peenosiste sisaldus		

Täidetööd	Filtratsioonimoodul		ja remondi juhised
<i>valmistöö</i>	Nõlva kalle Tee ja teepeenra gabariidid Kivisillutis	kalle	Määrus „Tee ehitamise kvaliteedi nõuded“ Ei esine struktuurilt ega välimuselt häirivaid kive

3.8.2 Teras- või plasttorust valmistatud põhitee truupide tagasitäide tihendatakse selliselt, et pärast paigaldamist ja tee avamisest ühe aasta jooksul läbi viidud järeltihendamist on truubi lubatud deformatsioon kuni 2% esialgsest ristlõikest. Truubi deformatsiooni kontrollitakse visuaalselt truubitoru otsast ja vajadusel vertikaalse ja horisontaalse läbimõõdu mõõtmise teel toru kolmes ristlõikes.

3.9 Terastoru renoveerimine

3.9.1 Terastoru peamised renoveerimise meetodid on järgmised:¹⁵:

- pinnakatete taastamine hooldusvärvimisega;
- toru alaosa taastamine pritsbetooniga;
- toru alaosa taastamine uue terasprofili lisamisega ning koos täisbetoneerimisega;
- uue toru paigaldamine vana konstruktsiooni sisse (ei tohi tekitada paisutust);
- toru asendamine.

3.9.2 Pindade kahjustuste hulga ja suuruse klassifitseerimiseks kasutatakse standardiseeriat EVS-EN ISO 4628, kus on muuhulgas kirjeldatud kuus roostetusastme taset Ri 0 kuni Ri 5. Hooldusvärvimine tehakse parandusvärvimisena roostetusastmete Ri 0 – Ri 3 korral. Roostetusastmete Ri 4 ja Ri 5 korral on värv kaotanud kaitsevõime ning pind tuleb tervikuna puhastada ja üle värvida (eeldusel, et konstruktsioonil on säilinud vajalik kandevõime).

3.9.3 Pinnakatete taastamisel tuleb lähtuda standardi EVS-EN 1090-2 lisas F esitatud nõuetest ja sealtoodud viitestandarditest.

3.9.4 Pritsbetooniga alaosa taastamist kasutatakse juhul, kui hooldusvärvimine ei ole enam otstarbekas (foto 24 ja 25). Uus betoonist kaitsekiht (5 kuni 10 cm) armeeritakse võrksarrusega (Ø5...6 mm, s = 150...300 mm). Uue kaitsekihi võib teha ka fiiberbetoonist. Aluspind puhastatakse enamasti puhastusklassini Sa 2 (EVS-EN ISO 8501-1). Seda meetodit saab kasutada vaid siis, kui korrosioonikahjustused ei ole mõjutanud konstruktsiooni kandevõimet. Enamasti pikendatakse toru eluiga selliselt kuni 15 aastat.

3.9.5 Toru alaosa suurte kahjustuste korral võib lisada vana toru põhja kuju kopeeriva uue terasprofili segmendi. Vana ja uue seina vaheline osa injekteeritakse betooniga. Vajaliku kandevõime saavutamiseks tuleb erinevad kihid ühendada omavahel nihkekindlalt. Nihkekindla ühendamise korral võib uus eluiga tõusta kuni 50 aastani.

3.9.6 Vanale konstruktsioonile võib sisse paigaldada uue terastoru (fotod 23). Uue ja vana konstruktsiooni vahele peaks jääma vahe, mis hiljem täidetakse tihedalt betooniga. Kasutatakse nii uue toru sissetõmbamist (ei sobi vana konstruktsiooni suurte deformatsioonide korral) kui ka plaatide kohapealset monteerimist.

¹⁵ Soovitusi ja näiteid renoveerimistööde läbiviimiseks võib leida Soome juhenditest „[SILKO 2.341 Teräsputkisillan korjaaminen](#)“ ja „[SILKO 2.354 Vanhan ja uuden sinkkipinnoitteen maalaus](#)“.



Foto 20. Pöördumatult kahjustatud terastoru alaosa



Foto 21. Toru hävinenud põhi



Foto 22. Terastoru avariitoetus



Foto 23. Toru renoveerimine uue põhja ehitamisega



Foto 24. Toru alaosa renoveerimine pritsbetooniga



Foto 25. Toru alaosa renoveerimine pritsbetooniga

4 HOOLDAMINE

4.1 Ülevaatus

4.1.1 Torusilla seisundit kontrollib Maanteeamet:

- regulaarsel hooldustööde järelevalve teostamisel;
- üks kord nelja aasta jooksul üldülevaatusel;
- erakorralisel ülevaatusel.

4.1.2 Regulaarsel ülevaatusel kontrollitakse lisaks määrusele „Tee seisundinõuded“:

- nõlva seisukorda sisse- ja väljavoolul;
- jõesängi seisukorda sisse- ja väljavoolul;
- torusilla põhja ja jõe setete kogust ja puhtust;
- torusilla enda- ja pinnakatete (tsink- ja värvi) üldolukorda;
- piirdeid; nõlvus;
- teisi nõudeid, mis on fikseeritud vastavates hooldelepingutes.

4.1.3 Üldülevaatus kohta vormistatakse ülevaatusakt, mis on muuhulgas varustatud ülevaatliku pildi- või videomaterjaliga olukorra illustreerimiseks. Üldülevaatus akt peab andma konkreetse info edasiste tegevuste kohta (kas ja mida on vaja teha ning millal). Üldülevaatusel käsitletakse lisaks regulaarse ülevaatus nõuetele järgmisi aspekte:

- nõlvade ja otste seisukord;
- jõesängi seisukord ja puhtus (setted, praht, langenud puud, jää);
- torusilla põhja puhtus (setted, kivid, praht);
- torusilla geomeetria (sh väljaulatumine muldkehast) ja esinevad deformatsioonid;
- torusilla vigastused;
- torusilla korrosioonikahjustused ja pinnakatete seisukord;
- kinnitusvahendite seisukord;
- torusilla kui terviku koostekvaliteeti;
- pinnase vajumid terastoru kohal (tee deformatsioonid);
- vete ärajuhtimissüsteemi toimivus;
- piirete ja liikluskorraldusvahendite seisukord;
- kui terastoru kohta ei ole varasemalt dokumenteeritud kogu infot, siis tuleb teostada vajalikud mõõtmistööd andmebaasi täiendamiseks (ehitise geomeetrilised mõõtmised jne).

4.1.4 Erakorraline ülevaatus teostatakse juhul, kui on tekkinud kahtlus torusilla kande- või kasutuspiirseisundi, funktsionaalsuse või muude nõuete täitmise osas. Ülevaatus käigus kontrollitakse ehitist kui tervikut või ehitise osa koosmõjus ehitise kui tervikuga vastavalt ülevaatus lähteülesandele ning aluseks võetakse määrus „Ehitise auditi tegemise kord“.

4.2 Hooldamise alused ja hooldusjuhend

4.2.1 Ehitise eluea vältel tuleb tagada selle ohutu seisund ja visuaalne korrasolek. Ehitist tuleb kasutada heaperemehelikult ja kasutusotstarbe kohaselt. Ehitise kasutusea ajal tuleb tagada ehitise püsivuseks ja ohutuks kasutamiseks vajalik asjatundlik korrashoid. Nõuded ehitise kasutamisele ja korrashoiule tulenevad heast tavast, õigusaktidest ja ehitise kohta koostatud kasutus- ja hooldusjuhendist.

4.2.2 Ehitise kasutus- ja hooldusjuhend (edaspidi *hooldusjuhend*) tuleb koostada selliselt, et sellest juhendites on võimalik mõistliku kuluga ehitist kasutada, tuvastada ehitise ja selle osade omadused ning nende säilitamiseks vajalik tegevus kogu ehitise kasutusea ajal.

4.2.3 Hooldusjuhendis sisalduvad ehitisse paigutatud materjalid, seadmed või toote tootja poolt ettenähtud kasutamise- ja korrashoiunõuetes, arvestades ka ehitise kasutamise

- seonduvat eripära. Hooldusjuhend sisaldab ka teavet ehitise auditi/ülevaatuse kohustuslikkuse kohta ja ehitise korrashoiuks vajalikku muud teavet.
- 4.2.4 Hooldusjuhendi koostab ehitusprojekti koostaja või tee omaniku määratud isik. Kui ehitises tehakse muudatusi, tuleb vajaduse korral hooldusjuhendit muuta.

4.3 Jääkkasutusea hindamine

- 4.3.1 Torusilla jääkkasutusea hindamine peab tuginema reaalselt mõõdetud usaldusväärsel parameetritel (pinnakihtide paksused, pinnaseomadused jne) ja oludele vastaval arvutusmetoodikal. Seejuures tuleb arvestada, et iga arvutusmeetod sisaldab lihtsustusi ning arvutustulemused võivad olulisel määral erineda. Seetõttu on vastutusrikkamatel juhtudel arvutuste usaldusväärsuse tõstmiseks soovitatav kasutada korraga vähemalt kahte erinevat meetodit.
- 4.3.2 Peamise meetodina tuleb torusilla jääkkasutusea hindamiseks kasutada käesoleva juhendi peatükis „kasutusea tagamine“ toodud metoodikat. Võrdleva meetodina on soovitatavad juhendmaterjalid järgmised:
- „CSP Durability Guide“ (2000);
 - „Handbook of Steel Drainage & Highway Construction Products“ (2007)
- 4.3.3 Olemasoleva konstruktsiooni jääkkandevõime arvutamisel on soovitatavaks juhendmaterjaliks L. Pettersoni ja H. Sundquisti poolt 2014. aastal avaldatud käsiraamatu „Design of soil steel composite bridges“ lisa 7.

Lisa 1 – Torusilla kontrolltööde akt

Töövõtja		
Asukoht: Tee nr ja nimetus		
Ületatav takistus:		
Üldandmed	Projektne	Tegelik
Torusilla kuju geomeetria		
Torusilla ristumisnurk teega		
Gabariit sillal/peenrad		
Torusilla põhja- $L_{põhi}$ ja laepikkus L_{lagi}	/.....m	/.....m
Torusilla laius D / kõrgus h	/.....m	/.....m
Torusilla ristlõikepindala A		
Torusilla väljaulatus l3 ja l4		
Torusilla kõrgus sissevoolul H_{vs}		
Torusilla kõrgus väljavoolul H_{vv}		
Torusilla pikikalle i		
Torusilla kaevise aluspinna kõrgusmärk (mõõdetuna teeteljel):		
Terase paksus	mm	mm
Pinnakaitsekihtide paksus (tsink, värv, polümeer)	 μ m/..... μ m	 μ m/..... μ m
Pealiskihi paksus h_c		
Täitematerjali omadused : fraktsioon, filtratsioon		
Täitematerjali mahumass		
Täitematerjali sisehõõrdenurk		
Vee happelisus		
Veevoolu kiirus		
Poltide pingutamine		

Lisa 2 – Nõutavad deklareeritavad nõuded teraskonstruksioonil Tootjale

Aluseks tuleb võtta Tee-ehitusmaterjalide ja –toodetele esitatavad nõuded. Kui tee-ehitusmaterjal ei ole hõlmatud harmoneeritud tehnilise kirjeldusega või on erand Euroopa Parlamendi ja nõukogu määruse (EL) nr 305/2011 artikli 5 mõistes, siis koostab tootja toote turule laskmisel selle kohta vastavusdeklaratsiooni, milles peab sisalduma vähemalt järgmine teave:

- 1) tootja ja tema nimel tegutseva volitatud esindaja nimi ja aadress;
- 2) toote kirjeldus (toote nimetus, tüüp, klassifikatsioon);
- 3) toote põhiomaduste loetelu (laius, diameeter; kõrgus, pikkused (alumise ja ülemine), materjali paksus, toru otste kaldenurgad);
- 4) toote ettenähtud kasutusotstarve (arvutusmeetod ja arvutuslik koormus; minimaalne täitepinnase paksus, kasutusiga sh. eraldi terasel ja pinnakattel);
- 5) põhimaterjalide osas koos viitega omadused ja nende määramise metoodikale;
 - toote klass - terase klass, voolavuspiir, terase paksus, lainestuse mõõtmed;
 - toote täiendavad katsekihid (iga täiendava kihi kaitsekihi pinnakattetüüp, toode ja toote nimetus ning paksused);
 - Kinnitusvahendid (poldid- mutrid spetsifikatsioon, tugevustus- ja korrosioonikindlusklass);
- 6) Muud eritingimused arvutuslikul täitematerjalil: fraktsioon; mahukaal; sisehõõrdenurk ja lõimistegur;
- 7) vastavusdeklaratsiooni väljaandmise aeg ja koht, väljaandja esindaja nimi, ametikoht ja allkiri.

Märkus: Euroopa Parlamendi ja nõukogu määruse (EL) nr 305/2011 kohane toimivusdeklaratsioon ja käesoleva paragrahvi lõikes 1 nimetatud vastavusdeklaratsioon esitatakse eesti keeles.

Lisa 3 – Näidis projekteerimise/ehitamise lähteülesanne

1. Üldnõuded	
1.1 Projekteerimise staadium ja lähtetase	<i>hea/rahuldav/erandlik</i>
1.2 Maanteeklass /projektkiirus	
1.3 Liiklussagedus / raskeveokite osakaal	
1.4 Projekteeritav kasutusiga	
1.5 Gabariit sillal / peenrad	
1.6 Katend konstruktsioonil/pealesõidul	
1.7 Ristumisnurk teega	<i>vahemik</i>
1.8 Töömaaala min. pikkus	
1.9 Piirded / min. pikkus	
1.10 Muud erinõuded <i>((kallasrada, liiklusmärgid; kraavid; valgustatus, jalakäijate kaitse; esteetika (täiendav viimistlus)</i>	
2. Nõuded konstruktsioonile	
2.1 Vooluveekogu nimetus (erinõuded lõhelised	
2.2 Eeldatav ristlõike pindala/laius/kõrgus:	
2.3 Vooluhulga tõenäosus % <i>/erinõuded 25% tõenäosus</i>	<i>ristlõiked/joonis</i>
2.4 Eeldatav tingimus- ja uputusklass	
2.4 Eeldatav materjal ja pinnakattetüüp:	
2.5 Torusilla tüüp (toru ristlõike kuju):	<i>C või D</i>
2.6 Lubatud paisutuse ulatus ja kõrgus:	<i>lubatud /ei ole lubatud</i>
2.7 Torusilla min. paigaldussügavus/kõrgus:	<i>Jõepõhjast</i>
2.8 Torusilla otsa kindlustus :	<i>Jah/ei</i>
2.9 Muud erinõuded: <i>paigaldus (objektil/tehasevärv)</i>	
3. Muud nõuded	
3.1 Nõlva kalle	<i>min.</i>
3.2 Sisse- ja väljavooludel põhja kindlustus /pikkused	<i>min.</i>
3.3 Puhastatava jõesäangi pikkus (üles/allavoolu)	
3.4 Sisse- ja väljavoolu kalda kindlustus/pikkused	<i>min.</i>
3.5 Nõuded projektile/joonistele	
3.6 Reeperid	