



Torusillad

Riigiteedel terasprofiilist truupide ja sildade projekteerimise ja ehitamise juhis



MA 2020-009

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	23
2.5	Muud konstruktsioonielemendid	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

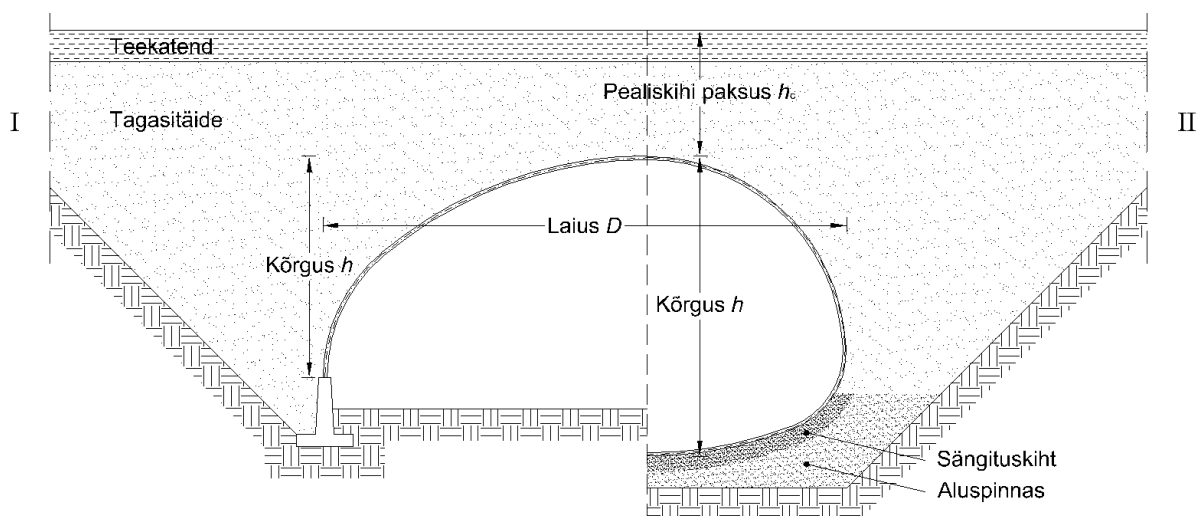
1 SISSEJUHATUS

1.1 Juhise eesmärk ja rakendusala

Käesolevas juhises on käsitletud riigiteedel paiknevate pinnases terasprofiilist sildade (*soil steel composite bridge*) ja truupide (steel culverts) projekteerimist, ehitamist ja hooldamist. Terasprofiilist sildade all mõeldakse käesolevas juhises truupe, sildu, tunneleid, viadukte, estakaade, ökodukte, mille kandevelemendiks on metallprofiilist teraselemendid, mis töötades koos ümbritseva pinnasega moodustab komposiitkonstruktsiooni. 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 kihi paksus 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 gfreeritud terasplaatidest (joonis 1).



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

Juhise sisu on arutatud MTÜ Eesti Asfaldiliidu, Ehitusmaterjalide Tootjate Liidu, Eesti Ehituskonsultatsiooniettevõtete Liidu, materjali maaletoojatega 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 tulpavee 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 tulpavee 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, sh. majanduslik põhjendatus;
 - lahendamisele kuuluvate tööde loetelu (sh kasutus- ja hooldusjuhend, ehitusaegne liikluskorraldus jne);
 - tulevase rajatise tüüp (sild, ökodukt, ihtödukt, tunnel) ja täiendav funktsionaalsus (laevatatavuse nõuded, kalade läbipääs, liiklus 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,
 - kalade läbipääsuks tingimuste loomine,
 - 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 projekteerimisnormidele ja käesoleva juhise, tuleb tellija nõudmisel täiendavalt rakendada „Maaparandussüsteemi projekteerimisnorme“ tellija poolt viidatud ulatuses.
- 2.2.1.2 Torusilla rajamisel veekogusse on Veeseaduse mõistes tegemist tahke aine uputamisega veekogusse
- 2.2.1.3 Terastoru koos pinnastäitega tuleb projekteerida nii et:
- on kasutatav ettenähtud eluea jooksul;
 - on nõutava töökindluse astmega;
 - on tagatud lubatud veevoolu kiirused ja uputustase ning sisse- kui ka väljavoolul;
 - talub eluea jooksul projektseid koormusi ja nende mõjusid;

- tagab sõidukite ja kasutajate ohutu ning sujuva liikluse;
 - tagab suurvee ja jäämineku ohutu läbilaskmise ja jõesäangi looklevust;
 - täidab loodushoiu ja keskkonna 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.
- 2.2.1.4 Liiklustunnelid projekteerida seest kuivadena, rajades vajalikud veeviimariid (äravoolud).
- 2.2.1.5 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 tagajärgi nagu on esitatud tabelis 1.
- 2.2.1.6 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

- 2.2.1.7 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 Lisaks määruuses kehtestatud ehitusprojekti nõuetele, võib lähteülesandes nõuda lisaks täiendavaid konstruktiivseid, ristlõikelisi ja vaatelisi jms jooniseid, mis on projektiga seotud maa-ala kasutatavuse ja ohutuse hindamiseks ka rajatisest kaugemal määratud aladel.

2.2.3 Ehitusuuringud

2.2.3.1 Ehitusprojekti koostamiseks peab oluliste ehitustehniliste andmete väljaselgitamiseks tegema täiendavaid uuringuid vastavalt lähteülesandele lisaks veel geodeetilisi-, geotehnilisi (pinnase keemilised agressiivsused jms) ja hüdroloogilisi ja hüdrotehnilisi uuringuid.

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;
- Muude erialade asjakohased juhenddokumendid

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 „Külmalvaltsitud 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 terastest 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-konstruktsiooniterastest“;
- EVS-EN 10219 „Külmsurvevormitud keevitatud konstruktsiooni-õõnesprofiilid mittelegeer- ja peeneteraterastest“;
- EVS-EN 10248 „Mittelegeerterasest kuumvaltsitud vaisulundseinad“;
- EVS-EN 10268 „Külmvormitavad külmalvaltsitud kõrge voolavuspiiriga terasest lehttooted“. Tehnilised tarnetingimused;

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

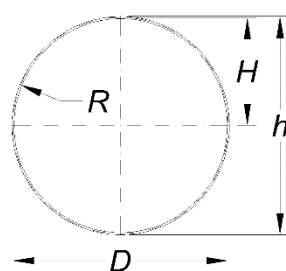
- EVS-EN 10346 „Pidevas kuumsukelprotsessis pinnatud lehtterastooted“. Tehnilised tarne tingimused.
 - EVS-EN 14399 „Eelpingestatud kõrgtugevad ehituslikud poltliited“. Osa 1: Üldnõuded;
 - EVS-EN 15048 „Mitte-eelkoormatavad ehituslikud kinnitusmehhanismid“. Osa 1: Üldnõuded.
 - EVS 924:2015 „Vesiehitised sisevetel. „Põhialused“.
- 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 27J2.
- 2.3.1.4 Kasutatavad kinnitusvahendid peavad olema komplektsed 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

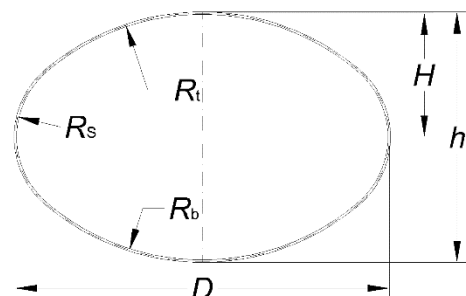
- 2.3.2.1 Tabelis 3 on toodud peamised gofreeritud terastorude tüübid koos tähtsamate profiili kujule iseloomulike nõuetega.

Tabel 3. Torusilla tüübid

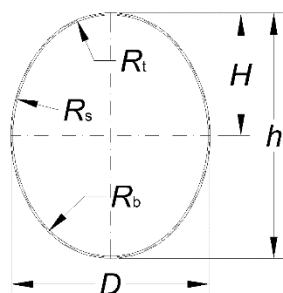
Tüüp	Tähis	Nimetus	Nõuded	Viide joonisele
Kinnine toru profiil	A	Ümartoru	$R = const$	Joonis 2
	B	Horisontaalne ellips	$R_t / R_s \leq 4$ $R_b / R_s \leq 4$	Joonis 3
	C	Vertikaalne ellips	$R_t / R_s \approx 0,8$ $R_b / R_s \approx 0,8$ $1,0 < 2H / D \leq 1,2$	Joonis 4
	D	Lameprofiilne (kahe - kolme eri raadiusega)	$R_t / R_c \leq 5,5$ $R_b / R_c \leq 10$	Joonis 5
	E	Tunnelprofiilne (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



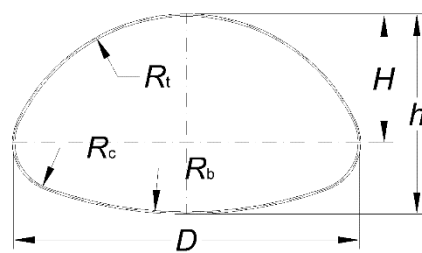
Joonis 2. Ümartoru (tüüp A)



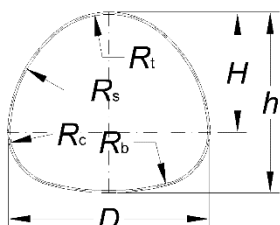
Joonis 3. Horisontaalne ellips (tüüp B)



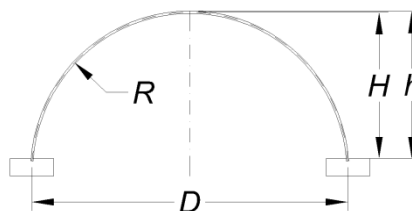
Joonis 4. Vertikaalne ellips (tüüp C)



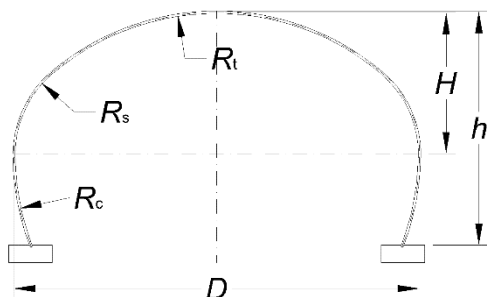
Joonis 5. Lameprofiilne (tüüp D)



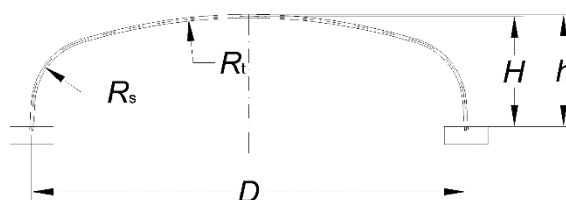
Joonis 6. Tunnelprofiilne (tüüp E)



Joonis 7. Kaarprofiil (tüüp F)



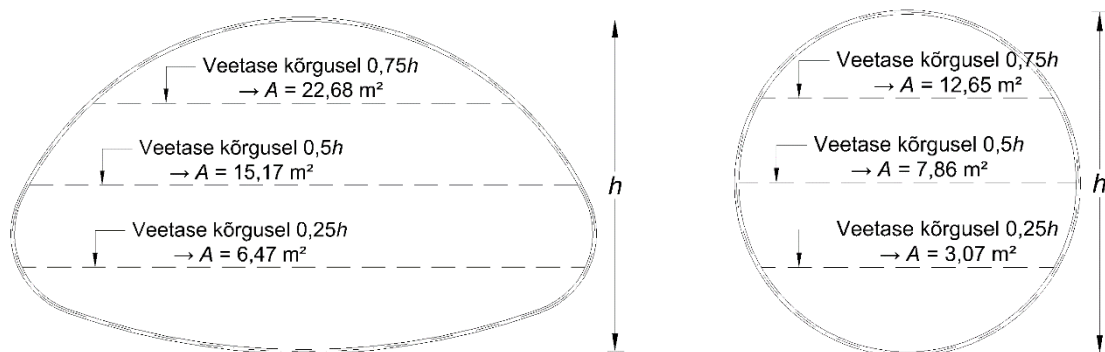
Joonis 8. Võlvprofiil (tüüp G)



Joonis 9. Karpprofiil (tüüp H)

2.3.2.2 Projekteerijal torusilla valikul lähtuda järgnevast:

- tavaprofiilid on A, D, E, F;
- eriprofiilid on B, C, G, H;
- tavaprofiilid sobivad nii vooluhulga läbijuhtimiseks, väikelooma tunneliteks, kalade vaba rände tagamiseks jne;
- naturaalne põhja alusmaterjal ning hüdrauliline veevoolude maht on kõige paremini säilitatud, kui kasutada avatud põhjaga võlvtorusid (tüübid F, G ja H);
- eriprofiilide sh. 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).
- laiad ja madalad eriprofiilid (tüübid D ja H) sobivad eelkõige suurtele jõgedele, kus vajalik (hüdraulilise dimensioneerimise tulemina) ava laius on üle 10 m ja kohtadesse, kus pealiskihi paksus on piiratud ning ei võimalda tavaprofiilide kasutamist.



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

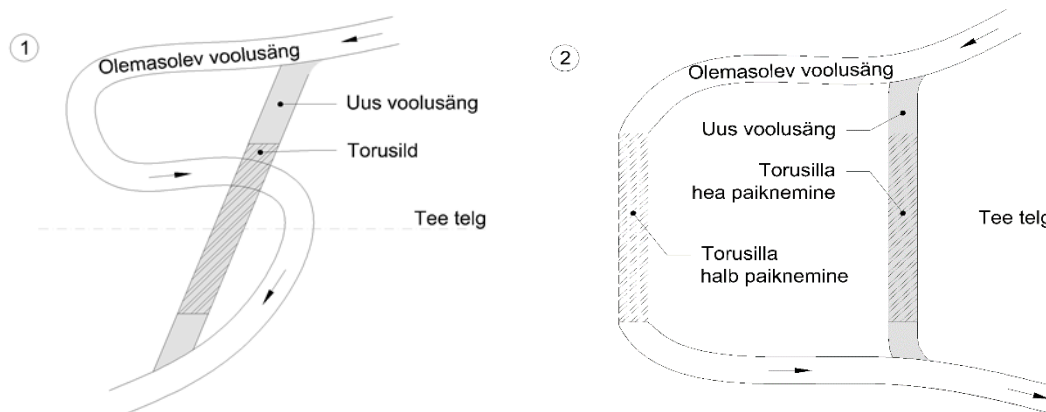
2.3.3 Torusilla paiknemine ja pikkus

2.3.3.1 Torusilla asukoha valikul, plaani ja pikiprofiili projekteerimisel ning avade määramisel peab projekteerija arvestama maantee paiknemise nõudeid, geoloogiliste, hüdromeetiliste, hüdroloogiliste, hüdrauliliste ja jõesärgi kuju, kalde ja muude iseärasustega. Vooluveekogu ei ole püsiv, see võib ajas 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.

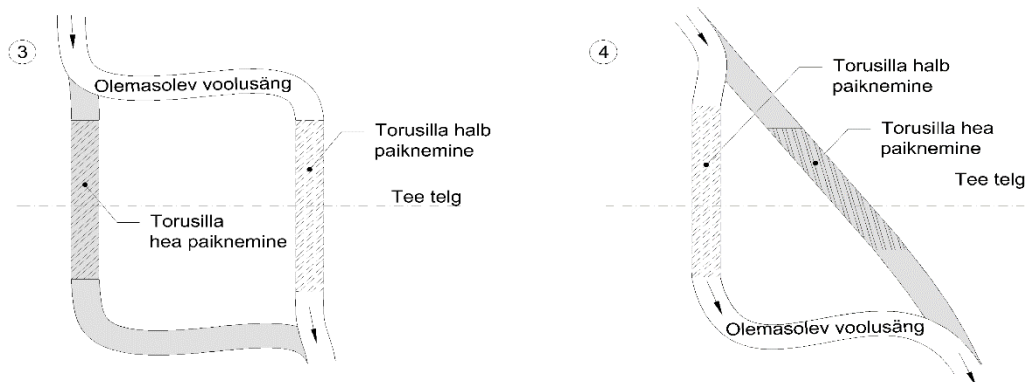
Märkus: Voolusärgi püsivust ja veevoolu mõjutavad ülesvoolu jäävate alade kasutuse muutmine – puhastamine, metsa mahavõtmine, maaparandus jne. Asukoha valikul peab arvestama ka ümbritsevat maastikku, et ei tekiks paisutusi, uhtumisi, ummistusi ja settimist. Kuna torusild moodustab vooluveekogul fikseeritud 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 teravamal 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;
- veevoolu suund enne suubumist peab olema võimalikult sirgjooneline toru teljega. Lähteülesandes vastava nõude puudumisel peab sisse- ja väljavoolu sirge osa pikkus olema vähemalt kolmekordne terastoru suurim läbimõõt;
- sisse- ja väljavoolul kontrollida arvutuslikult kalda uhtekindlust ja kindlustamise vajadust. Lähteülesandes arvutus nõude puudumisel on voolusärgi kindlustuspikkuseks sissevoolul kahekordne toruläbimõõt ja väljavoolul vähemalt viiekordne toru suurim läbimõõt;
- kui sirget sisse- ja väljapääsu looduslikult ei teki, siis muuta voolusärgi asukohta, toru suunda või mõlemat või tugevdada kaldakindlustusi vastavalt arvutustulemitele;
- vältida vooluveekogu suuna muutust torusilla otste lähedal, mis võib tekitada vooluvee režiimi muutuseid (laminaarne voolamine läheb üle turbulentseks voolamiseks) ja mis omakorda võib tekitada lisapaisutust ja läbilaskevõime muutusi;
- 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 järgnevalt:

- terastoru vertikaallõike lahendus ei tohi tekitada setteid, liiga suurt vee voolukiirust toru ega kalda uhtumist ülevee kui ka alavee poolel;
- 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;
- eelmises punktis toodud nõuet võib vähendada Tellijaga kooskõlastatult, kui looduslike eripärade tõttu (nt jõesängi loomulik langus torusilla asukohas praktiliselt olematu vms.) on vähima pikikalde nõude (0,5%) tagamine raskendatud või ebamõistlik;



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:

$$l_2 \geq l_1 + l_3,$$

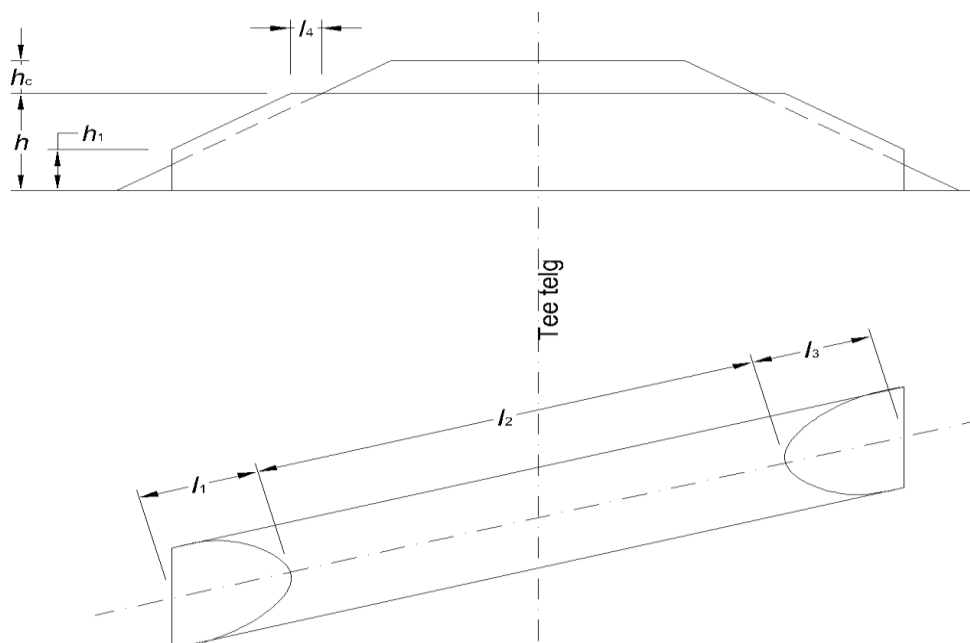
$$h_1 \geq h/3,$$

$$150 \text{ mm} \leq l_4 \leq 450 \text{ mm},$$

- toru otsad paralleelselt teeteljega (rampidel olemasolul teeservaga);
- tagada teeristlõikel teeklassi gabariidid, koos ohutute teepeenardega (foto 2).



Foto 2. Torusilla õige pikkusega tagatud kindlustatud nõlv ja ohutu peenar



Joonis 13. Torusilla otsa äralõike osa pikkuse määramine

2.3.3.5 Kui lähteülesandes ei ole öeldud teisiti, siis näha projektis ette terastoru kaare ülemise 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:

- samaväärsete vooluhulkade läbilaskmiseks on alati eelistatum üheavaline toru;
- kõrvuti asetsevate 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:

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

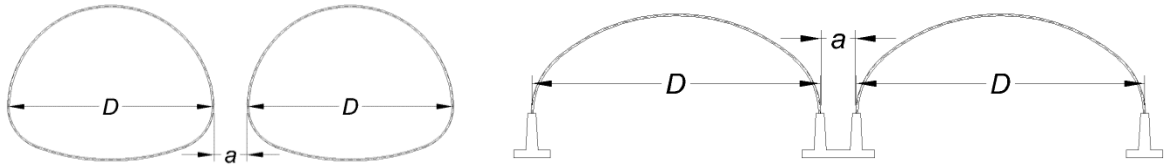
kus a – torude minimaalne vahekaugus ja D – toru laius (joonis 14);

- 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 või konstruktsiooni tugevdada 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 ja läbilaskevõime määramine hüdrauliliste arvutustega

Vooluveekoguga ristuva rajatise ava suurus, avade arv ja kindlustamise viis tuleb määrata pädevust omava isiku poolt tehtavate hüdrauliliste arvutustega, arvestades seejuures:

- rajatise mõju ümbritsetavale keskkonnale;
- üldist ja lokaalset kaldaalade uhtumisohtu;
- veekogu põhja stabiilsust uhtumisele;
- paisutust;
- jõesängi võimalikku rännet.

2.3.4.1 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 või kõrgemaid tingimusi.

2.3.4.2 Hüdrauliliste arvutuste teostamisel on põhimõtteline lahenduskäik järgmine:

- hüdroloogiliste karakteristikute määramine;
- uputatuse kontroll sisse- ja väljavoolul;
- vooluvee režiimi tüübi ja kuju määramine torus;
- voolukiiruse määramine toru ees, torus ja väljumisel torust;
- torusilla ristlõike dimensionimine arvutatud vooluhulga järgi vastavalt tõenäosuse %-le;

Lisapaisustuse tekkimise korral lisaks:

- mõjuala väljaselgitamine;
- ajalise kestvuse määramine;
- maksimaalse kõrgveetasemest samakõrgusjoonte määramine ülesse ja allavoolu.

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 maa-ala 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:
- vooluveesäingi 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 võimaliku 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 loetelu.
- 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 mõõtmega. Nõuded liiklusvahenditele on toodud määruses „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 (praktikas on see jäänud valdavalt vahemikku 2...4 m/s) ja määratleda lubatud vee režiim (turbulentne või laminaarne voolamine). Vajadusel ette näha täiendavate meetmete rakendamise vajadus voolu rahustamiseks.
- 2.3.6.2 Torusilla rajamisel veekogusse on Veeseaduse mõistes tegemist tahke aine paigutamisega veekogusse. Vastavalt tahke aine kogusega, tuleb Veeseaduse kohaselt taotleda kas veeluba või teostada veeloa registreeringu menetlus.
- 2.3.6.3 Projektis lähtuda järgnevatest Keskkonnanõuetest:
- Lõhe, jõforelli, meriforelli ja harjuse kudemis- ja elupaigana kinnitatud veekogul või selle lõigul on keelatud veekogu loodusliku sängi ja veerežiimi muutmine kaladele mitteläbivaks. Lõhe, jõforelli, meriforelli ja harjuse kudemis- ja elupaikade nimistu on määratud Looduskaitseaduses.
 - Kõikide veekogude puhul lähtuda sellest, et veekogu kuhu terastoru paigaldatakse, peab pärast ehitustöid jääma võimalikuks looduslikuks st veekogus tuleb tagada võimalikult valdavale kalaliigile sobilik voolurežiim.

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

2.3.6.4 Keskkonnaalaste 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 voolukiiruse ja voolurežiimi muutusega, mida tuleb kontrollida arvutuslikult.

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..

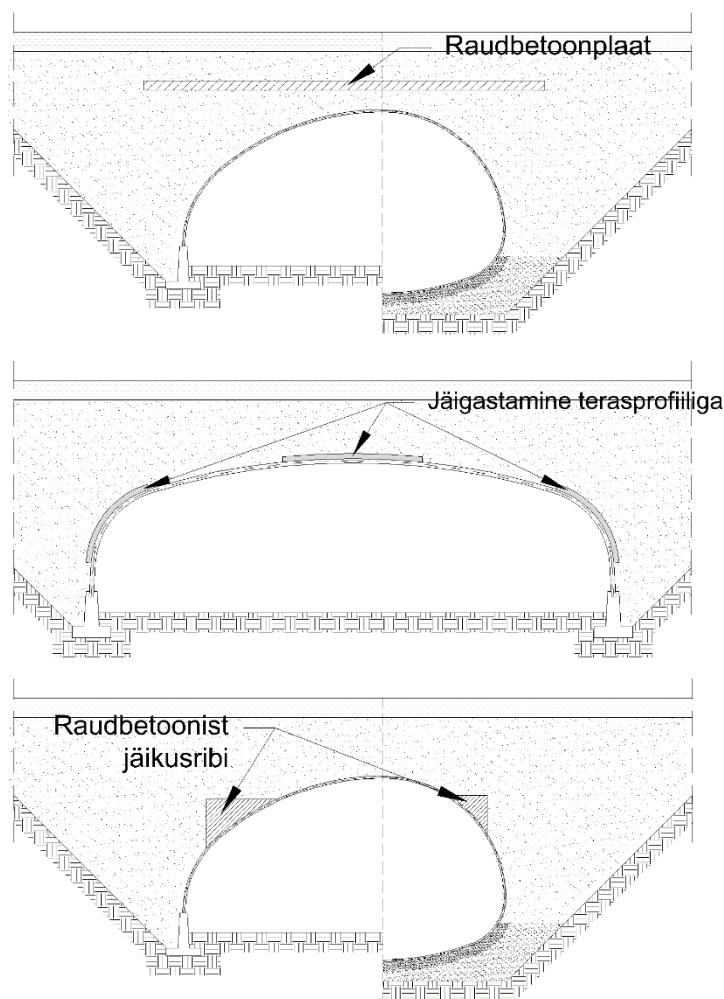
2.3.8 Pinnas ja vundeerimine

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.

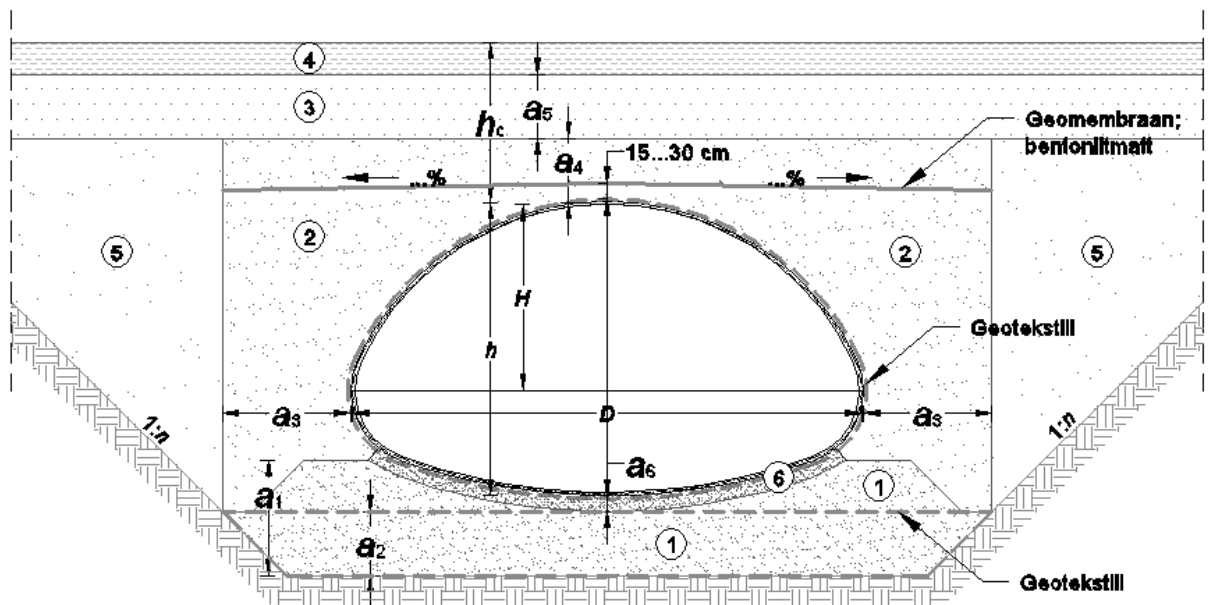
² Viidatud allikas on käsiraamatu 5. versioon. Varasemad versioonid ei ole kasutatavad, kuna põhinesid suures osas Rootsi rahvuslikel standarditel.

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



Joonis 15. Terastoru võimalikud tugevdamised

- 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 sisehõordenurk; mahukaal; lõimistegur). Arvutusliku ja objektil tegeliku tagasitäite materjali pinnaseparameetrite erinevuse korral, tuleb teha tootjal või tootja volitatud esindajal terastoru kontrollarvutused lähtuvalt kasutatavast pinnasest.



Joonis 16. Pinnase jaotus torusilla täitel

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 paksus 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 paksust 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.

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](#)“ lisa 3.

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 mõõte 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.
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.
- 2.3.9.2 Kasutusiga koosneb kolmest komponendist: terase paksus, Zn kihi paksus ja lisakaitse paksus (vajadusel). Komponentide paksuseid võib omavahel muuta, kuid kokkuvõttes tuleb tagada etteantud eluiga ja kandevõime.

Tabel 6. Terastoru kasutusea liigitus

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

2.3.9.3 Projektlahenduses tuleb tagada:

- piisava paksusega terase kasutamine, mis arvutatakse vastavalt koormusmodelile;
- sobilikud ja piisavad pinnakatted (tsinkimine vastavalt EN ISO 1461 ja EVS-EN 12944, värvimine jne)
- kandevkonstruktsiooni täiteks kasutatav sobilik pinnas;
- konstruktiivsed meetodid (katmine geosünteediga, pritsbetoon⁶, katoodkaitse jne).

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

Tabel 6.1. Terastorude tsiingi kihi minimaalsed paksused vastavalt seinapaksusele EN ISO 1461

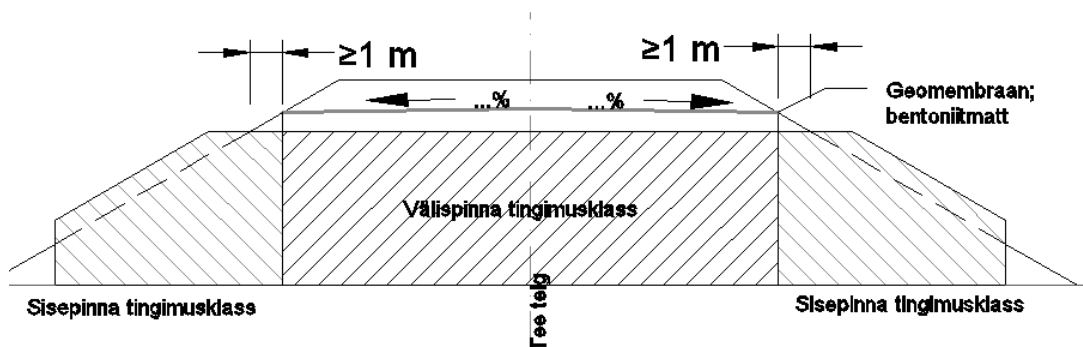
seinapaksus	Zn (μm)	Zn grammides
teras > 6 mm	85	610
teras > 3 mm kuni $\leq$ 6 mm	70	505
teras > 1,5 mm kuni $\leq$ 3 mm	55	395
teras < 1,5mm	45	325

2.3.9.4 Konstruksiooni kasutusea (KI) määramise aluseks on tingimusklassi määramine⁷:

- tingimusklassid on kokku neli ning need võtavad arvesse konstruksiooni keskkonnatingimusi (sh pinnase ja vee omadused), kasutusotstarvet ja talihoolde iseärasusi;
- tingimusklassid tuleb määrata joonise 18 ja tabeli 7 alusel;
- konstruksiooni erinevad piirkonnad (seest, väljast, kaitse ulatus) liigitatakse erinevatesse tingimusklassidesse vastavalt toimekeskkonnale;
- tingimusklassi ei määrata ja ehitis projekteeritakse erijuhtumina, kui üks või mitu tabelis 7 toodud tingimusklasside nõuetest ei ole täidetud.

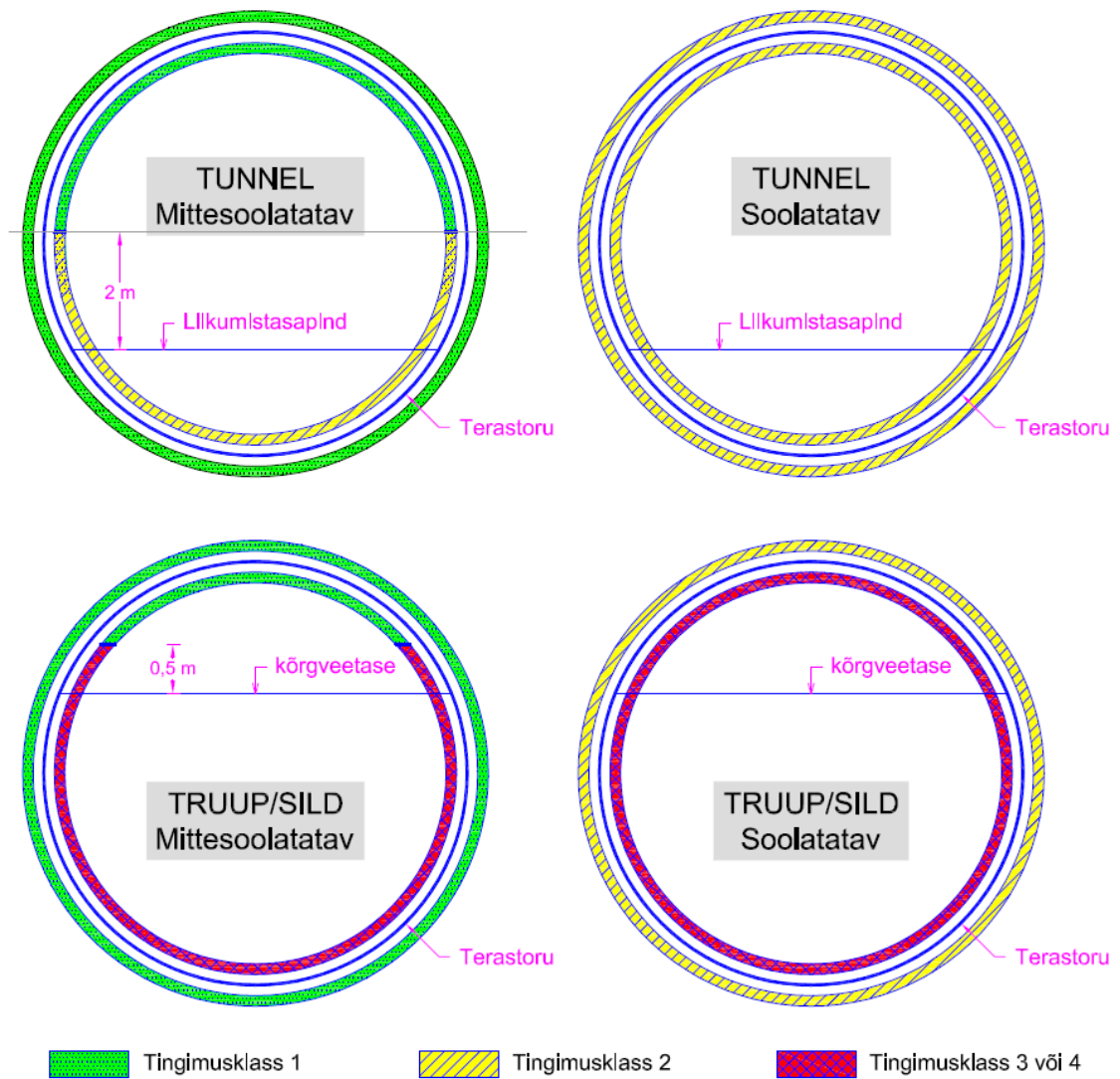
2.3.9.5 Erinõuded täiendavate pinnakattetüüpidega katmisel (lisaks tsinkimisele):

- terastoru välispinna tingimusklass on sama, mis terastoru sisemine tingimusklass joonisel 17 toodud ulatuses;
- mitte soolataval tunnelil tuleb sisekülg katta vähemalt kõrguseni 2 m üle liikumistasapinna;
- sildade sisekülg, mitte soolataval teel, katta vastavalt tingimusklassile ja ½ ulatuses torusilla kõrgusest arvestades plaatide jaotusega.



Joonis 17. Tingimusklass mõõdetuna mulde välisservast terastoru välispinnal

⁷ Siintoodud meetodika 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 sulfitioonide sisaldus jne).



Joonis 18. Tingimusklassi tüüpuhud

2.3.9.6 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 sulfaationide 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 sulfaationide 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 tulpavee 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.						

2.3.9.7 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):

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

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

kus: KI – kasutusiga,

T_1 – teraslehe eluiga,

T_2 – tsingikihi eluiga,

T_3 – lisakaitse eluiga;

z - tegur - („tehasevärv või värvitsehhis“ värvimisel 1,5; objektil värvimisel 1,0);

„Tehasevärv“ või „värvitsehhis“ värvimine (mitte objektil või ehitusplatsil) – on spetsiaalses ruumis teostatav värvimistöö, kus sisekliima on (temperatuur, õhuniiskus) püsiv ja pidevalt kontrollitav (vastavalt juhise punktide 3.6 ja 3.7). ja vajadusel muudetav värvinõuetele vastavaks. Tehases/värvitsehhis värvimise 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 eraldi nii sisepinnalt ja välispinnalt eraldi järgmiselt:

Objektil või ehitusplatsil värvitud (erijuhul) $KI = 0,1 * 5000 / 75µm + 1,0 * (90µm / 5µm + 150µm / 10µm) = 6,6 + 1,0 * (18 + 15) = 39,6$ aastat.

Tehasevärvil või värvitsehhis värvitud $KI = 0,1 * 5000 / 75µm + 1,5 * (90µm / 5µm + 150µm / 10µm) = 6,6 + 1,5 * (18 + 15) = 56,1$ aastat.

- iga üksiku kihi eluiga T_i arvutatakse kihipaksuse (teraslehe korral korrosioonivaru) ja korrosioonikiiruse jagatisena;
- erinevate materjalide korrosiooni- ja kulumiskiirused on toodud tabelis 8;
- 0,1- teraslehe kasutusea arvutus tegur, mis arvestab korrosiooniks 10+10% terastoru paksusest eraldi nii sise- ja välispinnalt. Märkus: Kui terastoru tingimusklassid erinevad oluliselt välis- ja sisepinnal, siis põhjendatult võib kestvusea arvutuses tegurit muuta sise ja välispinnal, tingimusel, et terastoru kogu korrosioon nii sise- ja välispinnal kokku ei ületaks 20%-i;
- Siin toodud arvutusmetoodika ei ole täpne, mistõttu arvutatud kasutusiga võib tulla projekteeritud kasutuseast oluliselt kõrgem. Küll aga ei ole lubatud projekteeritud kasutuseast madalamat arvutuslikku 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 pinne (trenchcoat või polüurea (epoksiidid ja epoksüidid ei ole analoogid)	2,5	3,5	6,0	9,5

- 2.3.9.8 Terastoru põhiline kaitsmine toimub tsinkimise teel. Kõik ülejäänud pinnakaitsekihid on lisakaitsemeetodid⁹, mille vajadus selgitatakse välja kasutusea arvutuste teel. Lisaks on terastoru alati vaja kaitsta geosünteedidega ja osalise värvimisega¹⁰ (kirjeldatud järgmistes punktides), mille peamine eesmärk on vältida mehaanilisi vigastusi ehitamise ja eksploatatsiooni ajal.
- 2.3.9.9 Terastoru tuleb kaitsta geosünteedidega (joonis 16). vigastuste vältimiseks geotekstiiliga kas NGS1 või NGS2 profiiliga (sõltuvalt ümbritseva pinnase terasuurusest);
- 2.3.9.10 Terastoru kohale paigaldatavate geotöket¹¹ valikul lähtuda järgnevatest nõuetest:
- Geotöke on vähemalt 1,0 mm paksune (HDPE või EPDM);
 - bentoniitmatt on vähemalt kaaluga 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: 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 EPC- tegemist musta värvitooniga, mis keemiliselt vastupidavam ja odavam värv. EP- ei sobi otsesesse kokkupuutesse UV kiirgusega kohtades, aga talub maa ja vee uputuskooormust.	

- 2.4.2 Korrosioonikaitsealastes nõuetes tuleb lähteülesandes määratlada:

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

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

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

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

2.4.3 Korrosioonikaitsealastes nõuetes peab olema projektis määratletud:

- tingimusklassi määramine;
- täiendavaid kontrolli ja järelevalve erinõuded, mis eelnevalt kooskõlastatakse Tellija esindajaga (kihipaksus ja värvikihi tõmbetugevus värvimistingimused, pinnatemperatuur ja kastepunkt) jms.;

2.4.4 Kohtades kus uputuskoomust 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 (vähese 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, vähese 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 kõrgveetaseme korral. Kindlustus rajatakse 0,5 m kõrgemale kõrgveetasemest. Nõlvade kindlustamise peamised võimalused (täiendav info vt. tabelist 12):

- taimestikuga katmine;
- erosioonitõkkematt;
- geokärg;

- kivipuiste (lahtine kivisillutis);
- betoonseguga seotud (muna)kivisillutis;
- gabioontarind;
- plast ja metall tugiseinad.

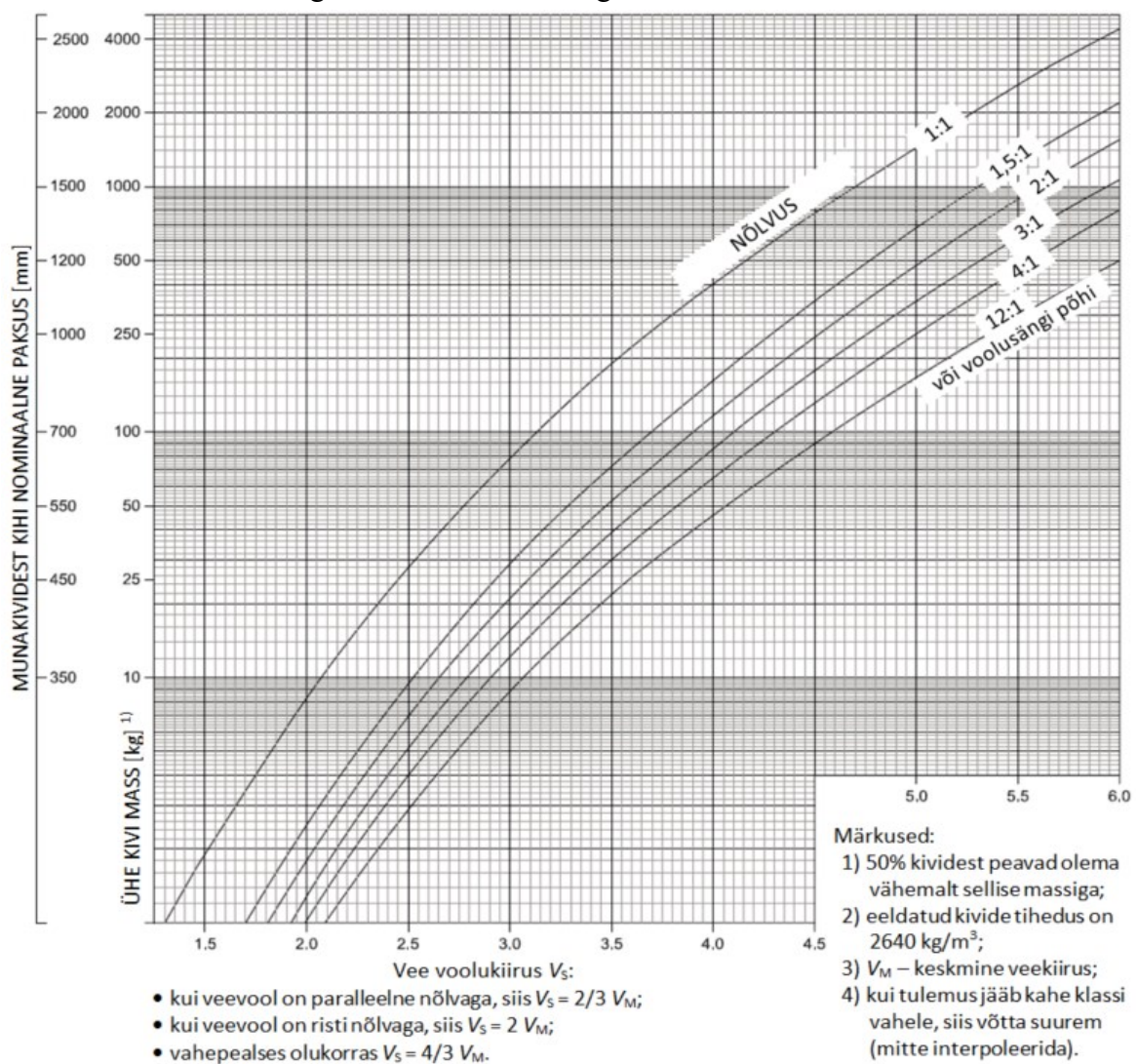
Tabel 12. Nõlvade kindlustamise võimalusi

Meetod	Märkused ¹⁾
Taimestikuga katmine	1) Tõkestamine taimedega (muru ja mättad) on üks odavamaid meetodeid, kui nõlva kalle on laugem kui 1:2-le. Mitte sobiv vooluveekogudele ning kui tegemist on erosiooniohuga tingituna ja/ või suurtest nõlva pikkustest ja järsu nõlvakalde korral (järsem kui 1:2). Murukülvi kasutada ainult madalate ja laugete (1:2 ja laugem) nõlvade korral. 2) Mätastuse korral kasutada laus- ja sein- ja valikmätastust. 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). NB! Erosioonitõkkematti ei paigaldata vooluvee tasemest allapoole. 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 perforeeritud seinaga (paksus vähemalt 1,5 mm) karge kõrgusega 100..150 mm. Geokärje alla asetatakse geotekstiil (minimaalselt NGS2) ja mis täidetakse killustikuga (fraktsioon sõltub kärje kõrgusest ja silma suuruselt, kuid jäädes vahemikku 16 kuni 64 mm). Geokärg kaitsta jääerosiooni eest. Seejuures peab täide ulatuma üle kõrgede 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-kinnitusklaambritega. Täiendavat info on juhendis „Maaparandusrajatiste tüüpjoonised“.
Lahtine kivisillutis	Vältida otse pinnasel asuvat munakivisillutist, kuna lahenduse puhul ei ole takistatud kivide vajumine pinnasesse ja seetõttu võib kergelt tekkida kivide aluse pinnase erosioon. Lahtine munakivisillutis tuleb paigaldada geotekstiilile (minimaalselt NGS2). Vajalik kivide kogus on võimalik määrata tabelis 13.
Betoonseguga seotud kivisillutis	Sillutise korral kasutatakse tavaliselt graniitkivist tahutud kuubikujulisi kive, mille mõõtmed varieeruvad vahemikus 5x5...14x14 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. Betoone seguga (vastab standardile 206-1) seotud kivilisillutise 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 (kivikorvid, kivimatid) tehnilistest nõuetest.
Tugiseinad	Tugiseinu rajatakse valdavalt raudbetoonist, kiviplakkidest, plastik- ja metallpunnseintest ning gabioonidest. Tugiseinte korral tuleb teostada kõik vajalikud kontrollarvutused (ümberlükkele, stabiilsusele jne) ning võib osutuda vajalikuks konstruktsiooni armeerimine geosünteedidega.
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 kivilisillutisega kindlustamisel



2.5.3 Voolusängi kindlustamisel arvestada sissevoolu kindlustuse pikkuseks vähemalt terastoru kahekordne läbimõõt ning väljavoolu kindlustuse pikkuseks viiekordne läbimõõt (vt. p. 2.3.3.2), 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.

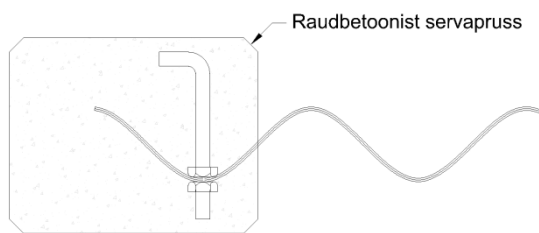
Tabel 14. Voolukiiruse ülempiir erinevate pinnaste (kindlustusviiside) ja veesügavuste korral (tabel T.Metsvahi, Autoteede, projekteerimise ja metoodiline juhend. III osa, vooluvete juhtimine TPI 1989)

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

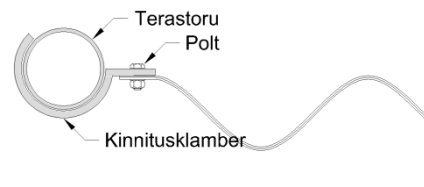
Killustik kruusal	40...75	1,40	1,50	1,80	1,90	2,00	2,20
Ühekordne kivisillutis geotekstiilil	150...200	1,50	1,70	2,00	2,10	2,20	2,50
Ühekordne kivisillutis geotekstiilil	200...300	1,70	1,90	2,20	2,40	2,50	2,70
Ühekordne kivisillutis kruusal	150...200	1,90	2,20	2,50	2,70	2,80	3,10
Ühekordne kivisillutis 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 vajadusel täiendavalt kaitsta. Selleks kasutada kas raudbetoonist servaprussi, spetsiaalset kummiprofiili, klambritega kinnitatavat terastoru või muud Tellijaga kooskõlastatud lahendust. 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 maakiviga betoonil



Foto 8. Erosioonitõkkematiga kindlustamine



Foto 9. Geokärjega kindlustus



Foto 10. Lahtine kivisillutis geotekstiilil



Foto 11. Betoonseguga seotud kivisillutis



Foto 12. Betooniseuga 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 tagasitõite 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 Terasese kantavad kuumtsink pind (tükktsinkimine). 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 „värvitsehhis“ värvituna (selgitus peatükis 3.6), millega on tagatud pinnakatete kvaliteedi standardijärgne kontroll ja kvaliteet. Erijuhtudel tellijaga kooskõlastatult (näiteks suured terastorud) on lubatud pinnakatete lisamine objektile, juhul kui tootja volitatud esindaja kontrollib ja võtab vastu pinnakatted.
- 3.1.11 Monteeritavatest teraselementidest torukonstruksioonide korral tuleb kasutada tootjapoolseid kinnitusvahendeid.
- 3.1.12 Konstruktsioonide ehitamisel lähtuda järgmistest standarditest, mis on kooskõlas antud juhiseiga:

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.

- 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 laius 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, tolme saviliiv, kerge ja raske tolme liivsavi, raske tolme 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 drenikihi 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 laius ja kõrguses).

3.4 Monteerimine

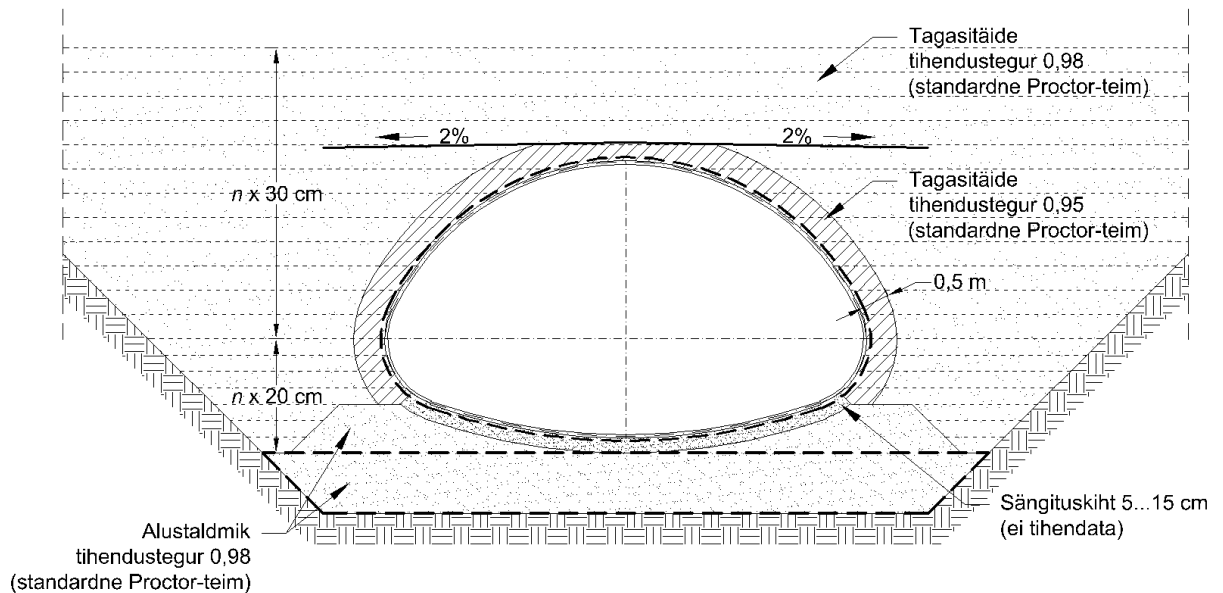
- 3.4.1 Terasplaadid monteerida vastavalt tootja juhistele, kus peab olema kirjeldatud plaadi asetus ning plaatide paigalduse järjekord.
- 3.4.2 Terastoru paigaldamisel alusele, enne monteerimist, paigaldada nõuetele vastav sängituskiht (tabel 5) 5 -15 cm paksune toru aluspinnaga sama kujuga sängituskiht,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



Foto 19. Toru aluspinna kujuline sängituskiht

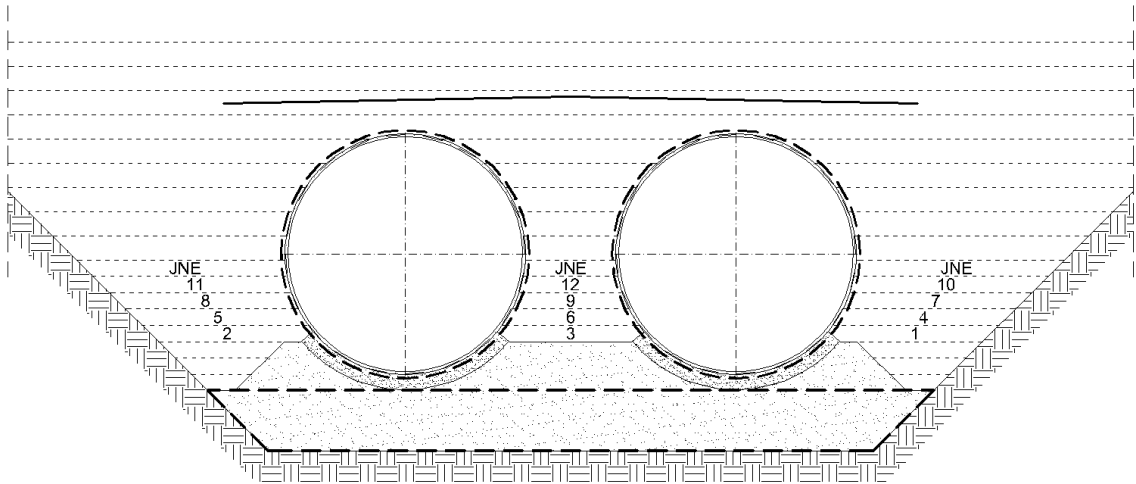
3.5 Tihendamine ja täitmine

- 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. Tagasitäite 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. Proctorteim vastavalt „Muldkeha pinnaste tihendamise ja tiheduse kontrolli juhisele“, kui tootja ei ole näinud ette teisiti.
- 3.5.8 Täitematerjali kontrollitakse vastavalt „Muldkeha ja drenikihi projekteerimise, ehitamise ja remondi juhisele“ ja muudele norm dokumentidele.
- 3.5.9 Poltide 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 nn. „tehasevärv“ või spetsiaalses värvimistöokojas nn. „värvitsehhis“, kus kogu värvimise protsess (sh värvi ettevalmistus) on lõpuni kontrollitav ja dokumenteeritav.
- 3.6.4 Värvimistingimused ei tohi pinna eeltöötlemise, 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 töid on vaja teostada mehaaniline eeltöötlus nn märg liivapesuna (SaS), kas loodusliku liiva või alumiiniumoksiidiga. Igal värvitootjal on omad

eeltöötuse 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 passiveerunud ei vaja mehaanilist eeltöötust. Piisab näiteks fosfateeriva toimega (raudfosfaat) ammoniaak või rasvaerastus pesust fosfateeriva 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 „matistumist“ peale eeltöötust.
- 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 viib teostada ka varem, värvitootja nõusolekul Tellijaga kooskõlastatult.
Märkus: Temperatuuri 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 Et välistada ajalist viivitust on lubatud värvikihi tõmbetest teostamine referentspinnal, mis jäljendab 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≥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≤1m) projektsest	mm	+0...- 30
	Toru põhja kõrgusarv (D> 1m;	mm	+30...-80
	Toru asukoha plaanilise hälve teetelje suhtes	mm	+/- 100
	Terastikulise koostise kontroll		
	Peenosiste sisaldus		

Täitetööd	Filtratsioonimoodul		Muldkeha ja drenkihi projekteerimise, ehitamise ja remondi juhis
<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 terasprofiili 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 terasprofiilsegmendi. Vana ja uue seina vaheline osa injekteeeritakse 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 ülevaataliku 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 koosmõju 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“ (2017)
- 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 (alumine 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 jõesängi pikkus (üles/allavoolu)	
3.4 Sisse- ja väljavoolu kalda kindlustus/pikkused	<i>min.</i>
3.5 Nõuded projektile/joonistele	
3.6 Reeperid	