



TALLINNA
TEHNIKAKÕRGKOO

Kristel Aruste

**VOOLUVEEKOGUGA
RISTUVATE RAJATISTE
LIIGITUMINE NING NENDE
SEISUND RIIGITEEDE NÄITEL**

LÕPUTÖÖ

Tallinn 2023

Kristel Aruste

VOOLUVEEKOGUGA RISTUVATE RAJATISTE LIIGITUMINE NING NENDE SEISUND RIIGITEEDE NÄITEL

LÕPUTÖÖ

Ehitusinstituut

Teedeehituse õppekava

Juhendajad: Olari Valter, Karin Lellep

Tallinn 2023

Mina, Kristel Aruste tõendan, et lõputöö on minu/meie kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teostele on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autori/te/le ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

Juhendajad (nimi, */allkirjastatud digitaalselt/*) Olari Valter, Karin Lellep

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina,
Kristel Aruste
sünnikuupäev: 23.07.1996

annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

„Vooluveekoguga ristuvate rajatiste liigitumine ning nende seisund riigiteede näitel“

reprodutseerimiseks paberkandjal kõrgkooli raamatukogus avaldamise ja säilitamise eesmärgil;

1. elektroonseks avaldamiseks kõrgkooli repositooriumi kaudu;
2. kui lõputöö avaldamisele on instituudi direktori korraldusega kehtestatud tähtajaline piirang, lõputöö avaldada pärast piirangu lõppemist.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et:

1. lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi;
2. PDF-failina esitatud töö vastab täielikult kirjalikult esitatud tööle.

Tallinnas,

/allkirjastatud digitaalselt/

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Lõpetaja: **Kristel Aruste**
Õpperühm: **KTE2019**
Eriala: **Teedehitus (1821)**
Lõputöö teema: **Vooluveekoguga ristuvate rajatiste liigitumine ning nende seisund riigiteede näitel**

Lähteandmed töö koostamiseks:

Määrus „Tee seisundinõuded“, maanteede projekteerimismid, Teeregister, rajatiste seisukorra hindamisel kogutud andmed.

Töö sisu, ülesehitus ja lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:

Anda ülevaade kuidas klassifitseeritakse vooluveekoguga ristuvaid rajatisi nii Eestis kui välismaal. Välja töötada uus ja põhjalikum truupide hindamise süsteem. Hinnata rajatiste seisukorda vastavalt liigile ja analüüsida tulemusi. Võimalusel tuua välja hooldust ja/või remonti vajavad rajatised.

Seletuskirja ning graafilise materjali sisu ja maht:

Seletuskiri 40-60 lehekülge, lisad

Lõputöö juhendaja: **Olari Valter**
(nimi)

Lõputöö juhendaja: **Karin Lellep**
(nimi)

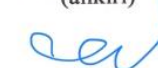
Lõpetaja: **Kristel Aruste**
(nimi)

Kinnitaja: **Aivars Alt**
ehitusinstituudi direktor

 **02.07.2023**
(allkiri) (kuupäev)

 **02.01.2023**
(allkiri) (kuupäev)

 **02.01.2023**
(allkiri) (kuupäev)

 **02.01.2023**
(allkiri) (kuupäev)

Lõputöö ülesanne antud: **02.01.2023**
Lõputöö esitamise tähtaeg: **02.05.2023**

SISUKORD

SISUKORD	5
SISSEJUHATUS	7
1 SILLA JA TRUUBI ERISTAMINE	9
1.1 Silla ja truubi eristamine välisriikides	9
1.2 Silla ja truubi eristamine Eestis	11
1.2.1 Sild	11
1.2.2 Truup	14
1.2.3 Sillaelementidest truup	15
2 PROBLEEMID SILLAELEMENTIDEST TRUUPIDEGA	16
2.1 Probleemidest üldiselt	16
2.2 Truubi vahetus/ehitus	17
2.3 Korrashoid ja liiklusohutus	18
2.3.1 Teraskonstruksioonide korrashoid	20
3 SEISUNDI HINDAMISE PÕHIMÕTTED	22
3.1 Seisundi hindamine	23
3.1.1 Sildade hindamine	23
3.1.2 Truupide hindamine kuni aastani 2021	23
3.1.3 Truupide hindamine alates 2022	24
3.2 Seisundi hindamise analüüs	26
3.2.1 Sillad	26
3.2.2 Truubid	27
3.2.3 Torusillad	27
4 ÜLEVAATUSTE TULEMUSED	30
4.1 Sillad	35
4.1.1 Kunimäe (1029)	35
4.1.2 Kõrge (1600)	36
4.1.3 Väljaküla (815)	37
4.1.4 Räpo (963)	38
4.1.5 Kuura (2100)	39
4.1.6 Sulaoja (675)	40
4.1.7 Muriste (2407)	41

4.1.8	Pilpa (1031)	42
4.1.9	Luke (1809)	43
4.1.10	Kaavere (667)	43
4.1.11	Kaarapõllu (1028)	44
4.2	Truubid	45
4.3	Truubitorudega laiendatud sillad	49
4.3.1	Koljaku (210)	49
4.3.2	Adaka (209)	50
4.3.3	Kõrtsi (1709)	51
4.3.4	Ülenurme (1811)	52
5	HOOLDUST JA/VÕI REMONTI VAJAVAD SILLAD JA TRUUBID	54
5.1	Sillad	54
5.2	Truubid	55
	KOKKUVÕTE	57
	SUMMARY	59
	VIIDATUD ALLIKAD	61
	LISAD	63
	Lisa 1. Näiteid erinevatest truupide ja torusildade materjalidest	64
	Lisa 2. Päise elemente selgitavad fotod	67
	Lisa 3. Silla või truubi tähistus	70

SISSEJUHATUS

Vooluveekoguga ristuvad rajatised saab liigitada kaheks – sillad ning truubid. Liigitada on neid võimalik vastavalt määruuses olemasolevatele definitsioonidele. Defineerides truupi ja silda korrektselt on võimalik tagada nende turvalisem kasutamine ning pikem eluiga.

Lõputöös tuuakse näiteid, kuidas ja mille alusel välisriigid liigitavad sildu ja truupe ning selgitatakse, kuidas Eestis hetkel truupe ja sildu defineeritakse. Et tuvastada, kuhu peaks kuuluma sillaelementidest truubid, mis on hetkel liigitatud truupide hulka tehti neile ülevaatused, kus märgiti üles nende konstruktsiooni kõik elemendid ning mõõdistati olulised karakteristikud parameetrid. Sild ja truup on kaks erinevat konstruktsiooni, mille ülesanded on suuresti sarnased. Terminitele sild ja truup on antud igas riigis erinev definitsioon. Eestis eristatakse silda truubist ava mõõdu järgi. Käesoleva töö eesmärk on välja selgitada, kas Eesti Vabariigi määruuses „Tee seisundinõuded“ on truupi sillast piisavalt selgesti eristatud. Hetkel on määruuse „Tee seisundinõuded“ kohaselt sild ühe- või mitmeavaline rajatis, mida mööda tee kulgeb üle veetakistuse ja millel on vähemalt üks puhas ava pikkusega kolm meetrit või rohkem ning sillana käsitletakse ka truupi. Määruuse „Tee ehitamise kvaliteedi nõuded“ kohaselt käsitletakse truubina rajatist, mille läbimõõt on alla kolme meetri ning sillana käsitletakse truupi, mille läbimõõt on üle kolme meetri. Maantee projekteamismisnormide kohaselt on truup tee muldkehas olev rajatis vee või loomade tee alt läbijuhtimiseks, mille läbimõõt on alla kolme meetri. [1], [2], [3]

Silla ja truubi selgesti eristamine on oluline, kuna määruuse „Tee seisundinõuded“ järgi on kohustus silla seisundit kontrollida tee omanikul üks kord kolme aasta jooksul üld ülevaatusel [1]. Lisaks on sillale kehtestatud palju nõudeid konstruktsioonide seisundi kohta. Truupidele ei ole nõuet, mis kohustaks tee omanikul selle seisundit nii detailselt kontrollida. Sild on võrreldes truubiga keerukam konstruktsioon ning hooldamata sillakonstruktsioon võib tekitada liiklusohtlikemaid olukordi kui hooldamata jäänud truup. Juhul kui sillakonstruktsiooniga rajatis on sattunud truubi nimekirja, siis see võib jääda piisava tähelepanuta ning probleem kerkib esile alles siis kui on liiga hilja hoolduseks, või tekib varisemisoht ning on vaja suuremat remonti või konstruktsiooni täielikku väljavahetamist.

Üks lõputöö eesmärkidest on välja selgitada, kas hetkel silla truubist eristamine on piisav ning vajadusel teha ettepanekuid edaspidiseks truupide ning sildade liigitamiseks. Selleks teostati ülevaatused üle kahe meetrise läbimõõduga ja mitmeavalistel truupidel ning truupidel, mille vanus on üle 50 aasta. Ülevaatusete käigus hinnati ja analüüsiti truupide seisundit ning analüüsiti tulemusi.

Nii sildade kui ka truupide korrashoid on oluline, et tagada tee konstruktsiooni pikaajalisus ning liiklusohutus. Nende seisundite regulaarne hindamine võimaldab neid õigeaegselt hooldada ja õigeaegselt remontida pikendades nii sildade ja truupide eluiga ning vältida ootamatuid olukordi, kus rajatised on muutunud liiklejatele ohtlikuks. Ka looduskeskkonnale on oluliselt säästlikum hoida korras olemasolevaid silla ja truubi konstruktsioone, selle asemel, et lasta neil laguneda ning hiljem vahetada välja kogu silla või truubi konstruktsioon.

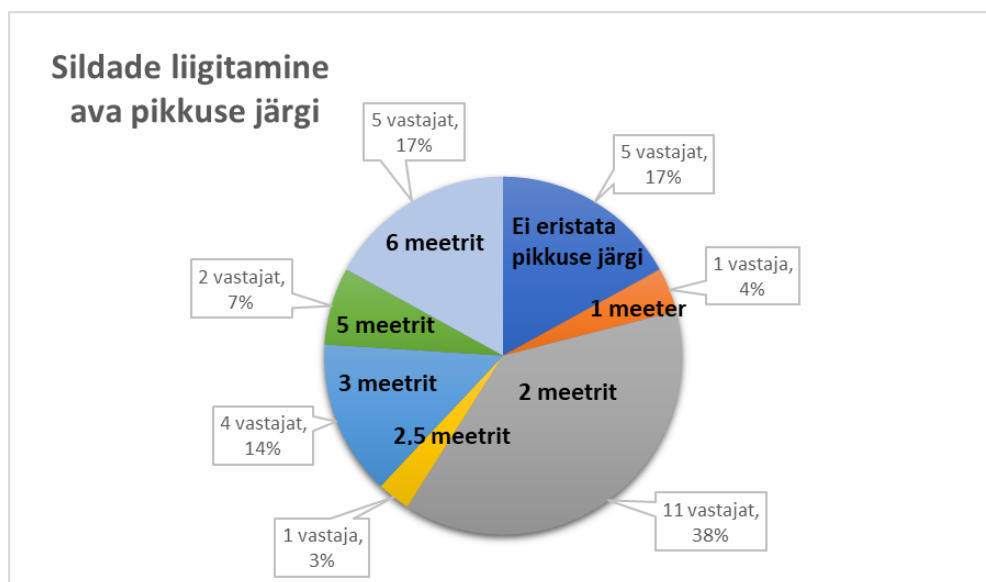
Lõputöö teiseks eesmärgiks on välja töötada varasemast põhjalikum truupide hindamissüsteem, mis võimaldaks hinnata truubikonstruktsiooni elemente eraldi. Aastate jooksul annab sildade ja truupide seisundite hindamiste tulemuste analüüs ülevaate, millist tüüpi konstruktsioonidel või tehnilistel lahendustel on eluiga pikem, millistel lühem. Selline teadmine aitab teha otsuseid, mis tüüpi ja mis materjalist sildu ja truupe on edaspidi mõistlikum projekteerida ja ehitada ning millist konstruktsiooni tüüpi võimaluse korral vältida.

Käesoleva lõputöö esimeses peatükis selgitatakse, kuidas liigitatakse sildadeks ja truupideks vooluveekoguga ristuvaid rajatisi nii Eestis kui ka välisriikides. Teises peatükis kirjeldatakse probleeme, mis tekivad kui silda truubist eristatakse ava pikkuse järgi. Kolmandas peatükis on lahti seletatud sildade ja truupide hindamissüsteemid ning nende analüüs. Neljandas ja viiendas peatükis on ülevaade sildade ja truupide ülevaatuste ja analüüsi tulemustest. Kokkuvõttes peatükis antakse soovitusi edaspidiseks sildade ja truupide liigitamiseks.

1 SILLA JA TRUUBI ERISTAMINE

1.1 Silla ja truubi eristamine välisriikides

Aastal 2021/2022 viis PIARC (Maailma Teede Assotsiatsioon, kuhu kuulub 142 riiki üle maailma) TC 4.2 (Bridges) läbi uuringu. Küsitlusele anti vastus kahekümne viies erinevas riigis ja kahekümne üheksas organisatsioonis. Küsitluse eesmärgiks oli selgitada, kuidas erinevates riikides defineeritakse sildu. Oli küsitud üldiseid küsimusi: kui suur on riikide teede võrk, kui palju on sildu arvuliselt kokku, nende sildade keskmine vanus, materjal ja konstruktsiooni tüüp. Samuti küsiti täpsustavaid küsimusi teemal, kuidas liigitatakse riigis sildu: kas riigis on miinimum ava mõõt, mille järgi saab määrata, kas tegemist on sillaga või mitte, ning kas silla defineerimisel on tähtis konstruktsiooni kuju. Iga riik on vastavalt kohalikele oludele ja praktikale leidnud parima viisi defineerida sildu ja truube.



Joonis 1. Sildade liigitamine ava pikkuse järgi [4]

Kahekümne üheksast vastanuist on hetkel veel sarnaselt Eestile kolmes riigis tingimuseks ava pikkuse nõue kolm meetrit, et saaks konstruktsiooni pidada sillaks. Riike, kus ei defineerita sildu ava pikkuse järgi on viis (Joonis 1).

Võimalusi silla pikkuse mõõtmiseks on mitmeid. Läbiviidud uuringust ei selgu, kuidas erinevad riigid arvestavad silla pikkust. Silla pikkust võib määrata esiseinte vahelise kaugusena, mõõduna küljetiibade kaugematest otstest või pikkusena koos pealesõiduplaatidega.



Joonis 2. Sildade liigitamine kuju järgi [4]

Silda eristatakse konstruktsiooni kuju järgi lisaks või ainult nõutud silla ava miinimum pikkusele pooltes küsitlusele vastanud riikidest. (Joonis 2). Küsitlusele vastanuist 14 loevad sillaks ka neljakandilisi karprofiilist truupe (*culvert box*). Karprofiilist truubid võivad olla raudbetoonist ja terasest ning neid võib ehitada mitme avaga.

Uus-Meremaa on üks nendest riikidest, kus ei eristata silda truubist ava pikkuse järgi. Sillaks nimetatakse Uus-Meremaal sellist konstruktsiooni, mis on projekteeritud kandma teed või rada ulatudes üle takistuse. Truubiks nimetatakse üht või mitut külgnevat toru või suletud kanalit pinnavee või oja edasijuhtimiseks. Suureks truubiks nimetatakse truupi või truupe, millel on veega täidetud ristlõike pindala suurem kui 3,4 m². Uus- Meremaal hinnatakse ka truupide seisukorda. [5], [6]

Rootsis loetakse konstruktsiooni truubiks juhul kui selle teoreetiline ava pikkus on 2 meetrit või vähem ja ta ei ole ise kandev konstruktsioon [7]. Sillaks loetakse Rootsis konstruktsiooni, mille teoreetiline ava pikkus on üle 2 meetri ning tal on tugiosad [8].

Norras nimetatakse sillaks konstruktsiooni, mille sildeulatus on 2,5 meetrit või rohkem ning peab olema võimeline kandma ise liikluskoormust. Sillana mõistetakse ka maetud konstruktsioone nagu truubid või torud, mille teoreetiline ava pikkus või läbimõõt on 2,5 meetrit või rohkem [9]. Norras mõistetakse truubina konstruktsioone, mis juhivad vett tee konstruktsioonist läbi ning mille läbimõõt on alla 2,5 meetri [10].

Inglismaal määratletakse truubina maetud toru, mille eesmärk on suunata edasi vooluveekogu, sealjuures truup ei ole toru, mis moodustab ühe osa torustikust [11].

Ameerika Ühendriikides on kokku sildu 612 622, neist üle neljakümne protsendi on raudbetoonist, ligikaudu kolmkümmend protsenti terasest ning eelpingestatud raudbetoonsildu ligi kakskümmend protsenti ning alla kümne protsendi on puidust ja kividest laotud sildu. [4]

Ameerika Ühendriikide teede võrk on üks suurimaid ning ka terminite selgitused on põhjalikud. Ameerika Ühendriikides on sild struktuur, mis sisaldab tugesid ulatudes üle takistuse, näiteks veekogu, maantee või raudtee, millel on tee, mida mööda liiklus ja muud liikuvad koormused saavad liikuda. Selle minimaalne ava pikkus on 6 meetrit mõõdetuna piki sõidutee keskpunkti ühest kaldasambast teiseni, kaarsillal ühe ava pikkus. Mitme avaga sildade puhul loetakse pikkust äärmiste avade kaugematest punktidest. Sillaks loetakse ka konstruktsiooni, kus kõrvuti on mitu toru ning nende avade omavaheline vahekaugus on väiksem kui nende torude ava suurus. [12]

Truup on Ameerika Ühendriikides struktuur, mis koosneb ühest või mitmest torust teetammi all ning see on konstrueeritud selliselt, et see arvestaks täitematerjali ja toru vastastik mõju. Need konstruktsioonid on hüdrauliliselt ja konstruktsiooniliselt projekteeritud edastamiseks vett, setteid ning ulukeid läbi tee konstruktsiooni. Truubitorud võivad olla erineva suuruse ja kujuga ning neil on põhi, mis on integraalne või avatud, see tähendab, et nad on paigaldatud tugevdatud aluspinnale või toetatud vaiadele. Truupide eeliseks on nende põhja kaldenurk, mis võimaldab tõsta vee läbilaskevõimet. [12]

1.2 Silla ja truubi eristamine Eestis

1.2.1 Sild

Tee seisundinõuete kohaselt nimetatakse sillaks rajatist, mille puhas ava pikkus on vähemalt kolm meetrit või enam [1]. Silla pikkust mõõdetakse kaldasammaste riiglite tagaseinte tagant [13].

Sild on eriline konstruktsioon sellepoolest, et see ühendab teid asulate, linnade ja erinevate linnaosade vahel võimaldades inimestel liikuda mugavalt ja muretult oma sihtkohta, nii nagu seda ei tee mitte ükski teine ehitis. Võib öelda, et silla eesmärk on viia inimesed ohutult üle erinevate takistuste.

Takistusteks võib olla veekogu, loomade rännutee või kergliiklustee ja/või tee mootorsõidukite liikluse jaoks. Viadukt, tunnel ja ökodukt ületavad kuivamaataktusi ning sild ületab veetakistust. Sillana mõistetakse ka viadukti, tunnelit ja truupi. [1]

Oluline on rajada sillad sobivasse kohta, et see parandaks inimeste elukvaliteeti, oleks võimalik arendada kohalikku elu ja teha sujuvamaks nii linnadevaheline kui ka asulasisesed kaubaveod. Silla

projekteerimisel on tähtis meeles pidada, kas kaubavedu toimub ainult üle silla või kasutatakse kaubaveoks ka silla all olevat veeteed. Väiksemates asulates ja maakohtades vajalike sildade puudumisel, võib sealne elu muutuda ebamugavaks või sootuks võimatuks. Sildade projekteerimine vajad põhjalikku eeltööd, et teha kindlaks, millise funktsiooniga silda tuleks projekteerida, asukohaga arvestades, milline sild sobib projekteeritavasse keskkonda. Linnakeskkondadesse rajades on oluline, et see sobituks ümbritsevate hoonetega, et liikumine oleks mugav ja ohutu jalakäijatele, jalgratturitele ja auto- ja bussiliiklusele. Linnapildis võivad sillad olla nagu omaette arhitektuurilised objektid. Jalakäijate sildu projekteerides on alati mõistlik luua selline lahendus, et igal inimesel, hoolimata vanusest või liikumisvõimest, oleks lihtne ja võimalikult lühike tee sillale ja sealt maha pääseda. Asulast välja jäävate sildade projekteerimisel, tuleb arvestada liikluskoormusega, kas või kui palju liigub üle silla raskeveokeid.

Sildade konstruktsioone on erinevaid ja on palju konstruktsiooni osasid, millest tuleb valida välja sobivaim. Sildu võib jagada arvutusskeemi järgi: lihttala, jätkuvtala, konsooltala, raam, kaarsild, torusild, sõrestik, rippsild ning vantsild. Sildade projekteeritud kasutusiga on 100 aastat. Et sildade kasutusiga oleks tõepoolest 100 aastat tuleb projekteerimisel arvestada ümbritsevate keskkonnatingimustega, pinnase omadustega ja koormustega. [14]

Projekteerimisel tuleb välja valida sobivaimad materjalid vundamendi, sammaste ja vahesammaste ning tekiplaadi jaoks ning leida parim lahendus vuukide, tugiosade ja sademevee osas.

Silla tekiplaadi olemasolul see hürdoisoleeritakse ja paigaldatakse kulumiskiht. Hüdroisoleerimiseks paigaldatakse tekiplaadile hüdroisolatsioon ning sinna peale kaitsekiht. [15]

Kulumiskihina on võimalik kasutada kruus-, asfalt- ja betoonkatteid või sillutiskive. Puidust sildu immutatakse puidukaitsevahenditega, et kaitsta puitu ilmastiku ja kahjurite eest ning eraldi kulumiskihi alati ei projekteerita. Sillale sõidu sujuvamaks muutmiseks on silla üheks osaks pealesõiduplaat. Ohutuse tagamiseks sillal paigaldatakse pörkepiirded, mille ulatus sillast eemale sõltub silla kõrgusest/kõrguste erinevusest.

Sildadele nõutavad põhijoonised tehnilises projektis on asendiplaan, silla plaan, vaated ja lõiked ning silla sammaste vaated, põhiplaanid ja lõiked, lisaks ka tehnovõrkude joonised. Seletuskirjas põhjendatakse silla otstarvet, asukohta ja ehitusuuringute tulemusi ning seletuskirjale lisatakse ka projekteerimise alusmaterjalid. [13]

Sillad jaotatakse Eestis kolmeks: lühikesed sillad, mille pikkus on 3 kuni 25 meetrit, keskmised sillad, pikkusega 25-100 meetrit ning pikad sillad, mille pikkus on üle 100 m. Silla pikkust mõõdetakse tee pikisuunas. [13] Igal sillal on nimi ja number. Eestis riigiteedel oli 2022 aasta lõpu seisuga kokku 1047 silda.

Monteeritavatest terasplaatidest torusillad võivad sarnaneda truubile kuid suudavad asendada tavapäraseid sillakonstruktsioone. Torusildade projekteerimisel on abiks Transpordiameti dokument „Riigiteedel terasprofiilist truupide ja sildade projekteerimise ja ehitamise juhised“, Tallinna Tehnikakõrgkooli „Terastorusildade projekteerimise, ehitamise ja hooldamise juhend riigimaanteedel“ ja „Terastorutruupide projekteerimise, ehitamise ja hooldamise juhend metsateedel“.

Transpordiameti juhise kohaselt on torusillad gofreeritud terasest konstruktsioonid. Teras gofreeritakse, et tõsta kandevõimet. Terasprofiilist sildadena mõeldakse komposiitkonstruktsioone, mis töötavad koos ümbritseva pinnasega ja mille kandevelemendiks on metallprofiilist teraselemendid. Terasprofiilist sildadena käsitletakse juhises kõiki sildu, tunnelid, viadukte, estakaade ja ökodukte. Terastoru tüüpe on mitu: ümartorud, ellipsid, torukaared, võlvprofiilid ja karpprofiilid. Juhist on soovituslik kasutada projekteerides torusildu ja terastorusid, millel avade läbimõõt on vähemalt 1 meetrit või rohkem, vajadusel võib juhist kasutada ka alla ühe meetri avade läbimõõtude puhul. Juhis ei erista sildu ja truupe mõõdu poolest, eristatakse ainult konstruktsioone: monteeritavatest elementidest torukonstruktsioonid ning keerdomblusega torukonstruktsioonid. [16]

Nii Transpordiameti kui ka Tallinna Tehnikakõrgkooli juhendites tekib segadus terasest konstruktsioonide mõõtmise osas: kui sildade pikkust mõõdetakse piki teed vastavalt projekteerimistingimustele siis vastavalt torusildade juhisele mõõdetakse torusildade pikkust sarnaselt truupidele põiki teed ja piki toru telge, hoolimata terastoru ristlõike tüübist ning torusildade laiust mõõdetakse piki teed.

Metsateede juhendis ei eristata truupi (terastorutruupi) sillast mõõdu järgi, juhendi kohaselt on truup kinnise perimeetriga, mistahes suuruse ja kujuga veeviimar ning sild (terastorusild) on avatud profiiliga kaarkonstruktsioon [17].

Tallinna Tehnikakõrgkooli juhend riigiteede jaoks eristab terasest sildu ja truupe laiuse poolest, sest terasest konstruktsioonide piki tee telge mõõdetav mõõt on laius mitte pikkus – terasest konstruktsioon laiusega 3 meetrit või rohkem on sild ning laiusega alla 3 meetri on truup. Määruste järgi on sildade pikkus piki tee telge mõõdetav suurus. Juhises kasutatakse terminit terastorusild

kõikide truupide ja sildade jaoks ning terastorusillana käsitletakse nii monteeritavatest elementidest kui ka keerdõmblusega torukonstruktsioone. [17]

Terasest konstruktsioonidel on nõutud tihendatud aluskihi minimaalseks paksuseks 0,3 meetrit. Ning minimaalne pealiskihi paksuseks 0,5 meetrit. Juhul kui aluspinnas on nõrk, võib kasutada aluspinnase ehitamiseks raudbetoonist plaate või vaiasid. Teraskonstruktsioonide kasutusiga võib olla projekteeritud viiekümneks kuni sajaks aastaks. [18]

Enne teraskonstruktsioonide projekteerimisega alustamist määratakse kindlaks tagajärgede klass, mis näitab kui suured võivad olla tagajärjed konstruktsiooni purunemisel. Tagajärgede klasse on kolm: kerged, keskmised ja rasked tagajärjed. Erinevatel konstruktsiooni osadel võivad olla erinevad tagajärjeklassid ning tagajärje klass tuleb määrata vastavalt standardile EVS-EN 1990. [18]

Samal ajal on terasprofiilide ehitamise juhises öeldud, et alla 3 meetri laiuse korral määrata tagajärgede klassiks kerged tagajärjed ning üle kolme meetrise laiuse korral keskmised tagajärjed. Seega ainult mõõdu järgi määrata tagajärgede klassi ei saa, sest ka alla kolme meetrise ava pikkusega võivad olla keskmise tagajärje klassiga nende konstruktsiooniosade tõttu. [18]

1.2.2 Truup

Truup on määruse kohaselt vee või loomade tee alt läbijuhtimiseks tee muldkehas olev rajatis, mille läbimõõt on alla 3 meetri [3]. Saab järeldada, et truup on alati selline õõnes toru, mis on sümmeetriline ning truubi põhi ei ole mitte kunagi looduslik. Truupide pikkust mõõdetakse põiki teed ning laiust/läbimõõtu piki teed. Truupe on Eesti riigiteedel kokku 2022.aasta seisuga 20 403. Truubitoru peamiseks materjalideks on gofreeritud teras, plastik või raudbetoon. Materjale selgitavad fotod on toodud lisas (Lisa 1). Truupidele ei anta nime ega numbrit.

Truubi otstarbeid võib olla mitmeid: juhtida vooluveekogu või loomi läbi tee konstruktsiooni. Truupide planeerimiseks ja projekteerimiseks kuluv aeg on võrreldes sildade projekteerimisega tunduvalt lühem. Truubid ehitatakse vastavalt projekt- või tüüpjoonistele. Nende projekteeritav eluiga on 50 aastat. [19]

Erinevalt sillast, vajab truup vahetult enda ümber täitematerjali. Ilma täitematerjalita truubi konstruktsiooni ei ole võimalik rajada, sest truubile kanduv koormus jaotub ühtlaselt edasi ümbritsevasse pinnasesse. Truubi konstruktsiooni osadeks on truubitoru, päised, krae, nõlva- ja kraavi põhja kindlustused, truubi aluskiht, tagasitäide ja vajadusel ka geotekstiil erinevate kihtide eraldamiseks või kandevõime suurendamiseks. Päisete ja krae ülesanne on suunata vooluveekogu

ning kraavi põhja kindlustus takistab pinnase liigset õõnestamist truubi ümbruses. Päiseid selgitavad fotod on toodud lisas (Lisa 2). Truubi sängituskihi minimaalne paksus peab olema vähemalt 0,05 meetrit ning aluskihi minimaalne paksus peab olema vähemalt 0,2 meetrit. Aluskihi ülesanne on truubi kandva osa ulatuses koormuse ühtlane jaotamine. [19]

1.2.3 Sillaelementidest truup

Silla elementidega truubid on kõik loodusliku põhjaga alla kolme meetrise ava pikkusega konstruktsioonid: lihttala sillakonstruktsioonid, kividest laotud võlvid, truubitorudega laiendatud lihttala sillad, kõik ebasümmeetrilised alla kolme meetrise ava pikkusega monteeritavatest terasplaatidest torusillad ja kõik truubitorudega laiendatud sillad (Foto 1.). Varasemalt olid sellised konstruktsioonid liigitatud truupide registrisse.

Silla elementidega truubid võivad tekitada mitmeid probleeme, sest suur osa neist on suhteliselt suure mõõdulised ehk nad on küll alla kolme meetrise ava pikkusega kuid oma kõrguse poolest võivad nad olla suhteliselt kõrged. On mitmeid alla kolme meetrise puhta avaga sillakonstruktsioone, mille kõrgus on kaks meetrit või enamgi.



Foto 1. Sillaelementidega truup

Sellistel konstruktsioonidel ei ole otsest nõuet tee omanikule, et nende seisundit oleks vaja regulaarselt kontrollida ning seetõttu võib jääda nende õigeaegne hooldus või remont tegemata, mille tagajärjel võivad muutuda nad liiklusele ohtlikuks.

2 PROBLEEMID SILLAELEMENTIDEST TRUUPIDEGA

2.1 Probleemidest üldiselt

Silla konstruktsioonidega truupide ja truupidega laiendatud sildade kohta puuduvad täpsed andmed nende konstruktsiooni osade kohta. Teeregistrist võib leida andmeid nende kohta küll üldist informatsiooni kuid puuduvad detailsed andmed. Osa selliseid vooluveekoguga ristuvaid rajatisi on hinnatud varasemalt truupide hindamise seisukorra süsteemi järgi ning on ka neid, mis on varasemalt hindamata jäänud. Kõik sarnased konstruktsioonid on kantud truupide registrisse, põhjusel kuna sillaks neid ei saanud nimetada ava pikkuse järgi ning nõuet nende seisundit kontrollida ei ole.

Truubitorudega laiendatud sillad on Teeregistris liigitatud truupide hulka kuna registri loomise hetkel olid sillad juba truubitorudega laiendatud kuid informatsiooni, et lisaks truubile on keskel ka sild, ei olnud säilinud. Visuaalsetel vaatlustel võis näha, et tegemist on ainult truubiga ning varasemalt olid kõik truubitorudega laiendatud sillad liigitatud truubiks. Ka juhul kui visuaalsel vaatlusel oli näha silla konstruktsioon keskel, võis see olla alla kolme meetrise ava pikkusega ja nii olnud võimalik sellist konstruktsiooni liigitada sillaks.

Truubitorudega laiendatud sillad näevad eemalt vaadates välja tavaliste truupidena. Üldjuhul on üheavaline sild laiendatud raudbetoon lülidest truubitorudega mõlemalt poolt. Kõikide truubitorudega laiendatud sildade asukohti Eesti riigiteedel ei ole teada. Kuid aegajalt valmistavad selliste konstruktsioonide ilmsiks tulemised nii suuremaid kui ka keerukamaid väljakutseid.

Lihttala sillakonstruktsioonid ja kividest laotud võlvid ava pikkusega kolm meetrit või veidi enam olid sattunud truupide registrisse, kuna sildade pikkust on mõõdetud vahepeal kaldasammaste esiseinte vahelist kaugust ning kui see kaugus juhtus olema alla kolme meetri liigitus see truubiks. Lisaks seisundile on olemasolevate rajatiste kohta oluline koguda täpset informatsiooni nende konstruktsiooniosade kohta, võimaldades nii kogutud andmeid kasutada terve ehitise elukaare jooksul.

Tuginedes kogutud andmetele, ebasümmeetriliste torusildade ehituse aastatele ning määrustele, on ebasümmeetrilised alla kolme meetrise ava pikkusega torusillad liigitatud registris truubiks, kuna nende liigitamisel oli jälgitud ainult ava pikkuse mõõtu ning järeldusel, et sillaks mõõdu järgi ei liigitu, liigitati need truupideks. Võimalus neid teisiti liigitada määruste kohaselt ei olnud.

Vähesed või puudulikud andmed olemasolevate rajatiste kohta andmebaasides võivad tekitada probleeme ehitushankeid koostades, projekteerides, ehituse käigus ning ka korrashoiul.

Veekoguga ristuvate rajatiste puhul võib tulla ette olukordi, kus ei olegi võimalik alati visuaalsel vaatlusel tuvastada, näiteks kõrge veetaseme tõttu, millega täpselt võib tee konstruktsiooni all tegemist olla, tekitades nii suuri probleeme hangete koostamisel ja projekteerimisel. Täpsed andmed olemasoleva konstruktsiooni kohta selguvad sellisel juhul alles tee rekonstrueerimisel või truubi vahetusel. Andmete puudumine võib tekitada ehituse käigus segaduse pikendades kogu ehituse aega ning ka suurendades kulusid.

2.2 Truubi vahetus/ehitus

Valgejõe- Rõmeda teelõikude 5 ja 7 ehituse käigus toimus tööde muudatus aastal 2014. Põhimaanteeel numbriga 1, Tallinn – Narva teelõikude ehituse käigus tuli välja kilomeetril 68,475 projektijärgse raudbetoontruubi asemel üheavaline sild pikkusega 2 meetrit, mis oli laiendatud mõlemalt poolt raudbetoonist truubitorudega, mille diameeter oli 2 meetrit (Foto 2). Raudbetoonist sild, laiusega 11 meetrit, oli tugevalt armeeritud, raudbetoonist truubi lülide kogupikkus oli 5 meetrit (Foto 3). Lisaks truubitorudele tuli lammutada ka ühenduskollektor ja silla tekiplaat, kaldasambad ning pealesõiduplaadid.



Foto 2. Keskelt üheavaline sild, laiendatud truubitorudega

Eelnevalt täpsed andmed antud truubi/silla keha kohta puudusid. Enne ehitust ei olnud võimalik visuaalsel vaatlusel tuvastada kevadise kõrge veetaseme tõttu, et tee all võiks olla lisaks truubile ka sillakonstruktsioon. Ehitaja võttis arvesse tellijalt saadud informatsiooni, et tee all asub 26 meetri

pikkune raudbetoontruup diameetriga 1,5 meetrit ja mis on ilmselt ühendatud kollektori abil kilomeetril 68,475 asuva binokkeltruubiga kuid mille täpne olukord selgitatakse tööde käigus. Seega ei olnud töövõtjal informatsiooni, et tee all võiks asuda teistsugust lähenemist vajav silla konstruktsioon.

Ehitaja oli arvestatud, et lammutada tuleb ilmselt raudbetoonlülidest truup pikkusega 26 meetrit, mis on ühendatud kollektori abil kilomeetril 68,463 oleva kaheavalise truubiga, mõlema truubitoru läbimõõt oli 1,5 meetrit. Seega tekkis silla lammutamisel rohkem vaba ruumi kui eelnevalt oli arvestatud ning asendada puudujääv maht tuli karjäärast toodava liivaga. Täpse informatsiooni puudumise tõttu muutus ehitus ligikaudu kuus korda kallimaks ning ka ajamahukamaks.



Foto 3. Truubi vahetuse käigus välja tulnud silla tekiplaat

Eelnev informatsioon truubi kohta puudus, kuna läbimõõdu poolest võis antud rajatist põhimõttelist liigitada truubiks, sest paistis olevat visuaalsel vaatlusel, et tegemist ongi truubiga. Samal ajal on tee keskel asuva silla pikkuseks kaks meetrit ning liigitada seda sillaks ei saa. Teades, et konstruktsioon koosneb truubitorudega laiendatud sillakonstruktsioonist ei saa tänase määruse põhjal ei liigitu antud konstruktsioon ei sillaks ega truubiks.

2.3 Korrashoid ja liiklusohutus

Seisundite hindamine annab ülevaate olemasolevate sildade ja truupide seisukorra kohta. Analüüsides seisundi on võimalik tuvastada, millised konstruktsioonid vajavad remonti, hooldustöid või konstruktsioonide välja vahetamist. Õigeaegne sildade ja truupide remont või hooldustööd aitavad ära hoida konstruktsioonide liiklusohutlikeks muutumist.

Sildade hooldamine on oluline, et oleks võimalik tagada nende projekteeritud eluiga. Õigeaegselt tegemata jäänud hooldustööd võivad tekitada väga mitmeid probleeme, põhiliseks probleemiks liiklusohutus.

Näiteks võib tuua vooluveekoguga ristuva rajatise tugimaanteel Ahja alevikus, mis ületab Mõisaoja kraavi (Foto 4). Täpsemalt asub Kosova sild teel numbriga 45 Tartu – Räpina – Värskas kilomeetril 33,054. Konstruktsiooni ehitusaasta on 1926 ja remonditud on aastal 1998. Liiklussagedus sellel lõigul on 1461 AKÖL.



Foto 4. Kosova silla sissevool

Kosova silla ootamatu lagunemine oli teadmatusel tingitud tagajärg (Foto 5). Silla konstruktsiooniosade kohta puudus täpne informatsioon ning eelnevate ülevaatuste tihedus on olnud ebapiisav. Konstruktsioonil on sillale omased elemendid: kividest laotud võlv, looduslik põhi ja küljетиivad. Ava pikkus kividest laotud võlvil on 1 meeter ning laius 12,5 meetrit. Tugiseinana ja samal ajal ka pörkepiirdena oli kasutatud antud juhul tellistest laotud sein, mis oli ülevaatuse hetkel juba lagunenu. Tugiseinal armeeringut ei olnud. Sissevoolu poolel oli konstruktsioon terve, kuid väljavoolu poolel oli tugisein alla vajunud haarates kaasa osa teekonstruktsioonist. Kividest laotud võlvil olid kivid välja vajumas mitme koha peal ning segu oli kivide vahelt välja pudenenud suures osas ning veepiiril osad kivid seetõttu välja vajunud. Lagunenud tugisein oli endaga kaasa haaranud suure osa asfaltkattest, mille tõttu tuli sulgeda üks sõidusuund.



Foto 5. Kosova silla väljavoolul varisenud tugisein

2.3.1 Teraskonstruksioonide korrashoid

Torusillad pikkusega alla kolme meetri on liigitatud truupideks ning nende seisundit ei ole nõutud regulaarselt kontrollida. Torusillad pikkusega kolm meetrit või rohkem on liigitatud mõõdu järgi sillaks ning nende seisundit kontrollitakse regulaarselt. Truupideks liigitatud torusildade seisund võib kaasa tuua nende konstruktsioonide kiirema lagunemise võrreldes torusildadega, mis on liigitatud sillaks, sest puudub ülevaade nende seisukorrast.

Terasest konstruktsioonid on kaetud kaitsekihiga, milleks võib olla tsink, epoksüüdtõrvavärv või muu polümeerpinne. Truupideks liigitatud torusildade seisundit ega kaitsekihi kulumist ei kontrollita seega puudub ülevaade nende torusildade seisundi kohta. Sildadeks liigitatud teras konstruktsioonide kaitsekihti mõõdetakse üldülevaatustel. Kaitsekihi kulumine toob kaasa terasest konstruktsioonide eluea lühenemise ning nende seisundit on oluline jälgida, et torusillad ootamatult kokku ei vajuks. Teraplaadid on ülekattega kinnitatud omavahel kinnitatud poltidega ning ka poltide pingutus vajab paigaldusjuhendite järgi aegajalt kontrollimist. Kõik torusillad vajavad regulaarset kontrollimist sõltumata nende mõõtudest ja ristlõikest, sest neil kõigil on samad/sarnased elemendid.

Näiteks võib tuua torusild Luusavälja nr 1510 tugimaanteel numbriga 32, Jõhvi – Vasknarva 21,383 kilomeetril Ida – Viru maakonnas. Torusild asub kurvi peal, maantee aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus on 477. Torusilla tsiingitud kaitsekiht on kulunud, terasplaadid on roostes (Foto 6). Kuna rooste esineb tavaliselt terasel veega kokku puutunud terasplaatidel siis võib järeldada, et veetase on aastaringelt kõrge, sest torusild on täies ulatuses roostes.

Kaitsekihi mõõdetud paksus oli ülevaatusel 272 mikromeetrit. Torusilla vanuseks on tänaseks päevaks 11 aastat ning see asub soolatataval teelõigul. Torusilla pikkus 1,85 meetrit ning kõrgus 1,42 meetrit, kogulaius 22,40 meetrit.

Kõrge veetaseme tõttu ei saanud tuvastada, kas tegemist on horisontaalse ellipsi või lameda torukaarega. Kui ümartorude puhul jaotub koormus külgedele rohkem siis horisontaalsete ellipsite ja lameda torukaarega ristlõigete puhul kandub koormus alumistesse nurkadesse [20].

Üldine seisundiindeks hinnatud sillana on 94,33. Üldist seisundiindeksit tõstab kõrgemale liiklusohutus, kuid torusilla seisund on kehv. Hinnatud truubina on terastoru seisundiindeks 210. Seisundiindeksite kohta täpsem informatsioon on toodud peatükis number kolm.



Foto 6. Rooste torusilla terasplaatidel

3 SEISUNDI HINDAMISE PÕHIMÕTTED

Sildade ja truupide seisundeid hinnatakse ning analüüsitakse erinevalt, seetõttu, et truubil puuduvad sillale omased elemendid ning truupide hindamisel ei ole praktiline kasutada sildade hindamise süsteemi. Seisundeid hinnatakse visuaalselt.

Et kindlaks teha, kas mõõdu järgi silla truubist eristamine on piisav ning kuidas peaks edaspidi liigitama sildu ja truupe, on teostatud ülevaatused Eesti riigiteedel suuremõõdulistel truupidel. Mõlema eesmärgi täitmiseks tehti ülevaatus käigus nii truupide kui ka sildade seisukorra hindamine.

Ülevaatus käigus koguti andmeid, millistest elementidest konstruktsioonid koosnevad. Kõikide truupide ja sildade kohta on loodud süsteemsed kaustad, kus saab näha seisukorra hindamise ajal fikseeritud truupide ja sildade seisukorda fotodel.

Ülevaatus tehti aastal 2022 vahemikus aprillist oktoobrini. Aastal 2022 koguti truupide kohta täpseid andmeid esimest korda, ülevaatus käigus pandi kirja kõik konstruktsiooni elemendid ja nende mõõdud. Eelnevalt ei ole kogutud infot truupide konstruktsioonide kohta. Varasemalt on hinnatud ainult truubi üldist seisukorda kuid sel aastal hinnati eraldi truubi kõiki elemente, et saada truubi konstruktsioonide seisukorra kohta täpsemaid andmeid.

Eestis on riigiteedel Transpordiameti Teeregistri andmetel 20 403 truupi. Enne ülevaatusid koostati valim Teeregistri väljavõtte põhjal. Teeregistris on olemas info riigiteedel asuvate truupide kohta. Olemas on truupide läbimõõt, truubi pikkus, asukoht ning osadel truupidel ka eelmise seisundi hindamisel antud hinne koos märkustega. Kuni aastani 2021 on kasutatud truupide hindamiseks hindamissüsteemi, mille täpsem selgitus on punktis 4.1.2.

Truupide valimisse kaasati 270 truupi. Nende asukohad kanti kaardile, kasutades selleks kaardirakendust Google Mymaps [21]. Pingeritta pandi truubid läbimõõdu järgi selliselt, et oleks võimalik ülevaatus teostada kõikidel üle kahe meetrise läbimõõduga truupidel, kõikidel mitmeavalistel truupidel, mille läbimõõt kokku oli 1,5 meetrit või rohkem, truupidel, mille seisukord on olnud eelmisel seisundi hindamisel halb ning truubid, mis on vanemad kui 50 aastat.

3.1 Seisundi hindamine

3.1.1 Sildade hindamine

Riigiteedel sildade hindamiseks on sillaelementide hindamiskriteeriumid. Sillakonstruktsiooni kõiki elemente hinnatakse visuaalselt ning igale elemendile antakse seisukorrale vastav seisunditase. Seisunditasemeid on neli, eraldi märgistakse vajadusel ära kandevõimet mõjutavad kahjustuste kategooriad. Ülevaatuste käigus tehakse lisamärkmeid ning mõõdetakse ära torusildadel kaitsekihi paksus.

Et igat elementi oleks võimalik vastavalt seisunditasemetele hinnata, märgitakse üles kõigepealt silla kõik elemendid eraldi ning nende kogus- vastavalt elemendile tükina, ruutmeetrina või jooksva meetrina. Seisunditasemete selgitused on järgnevad:

- Seisund 1 - elemendil puuduvad kahjustused ja kulumise tunnused või kulumisprotsess on alles algusjärgus. Üldine välimus on puhas ja uueväärne. Võib esineda pisipuuduseid, nagu näiteks mahu kahanemispraod (alla 0,3 mm) või värvi pleekimine;
- Seisund 2 - elemendil esinevad väiksemad pinnapealsed kahjustused, esineb pikemaajalist kulumist ja viiteid konstruktsioone kahjustavatest protsessidest. Üldine välimus on korralik, aga pinna kvaliteet ei ole uueväärne ja esineb selgeid kulumise tunnuseid. Võib esineda funktsioneerimise seisukohalt mitteolulised defekte ja väiksemaid geomeetrilisi kõrvalekaldeid. Võib esineda ka halba betooni pinnakvaliteeti;
- Seisund 3 - elemendil esinevad kahjustused, mis otseselt kandevõimet ja funktsioneerimist ei vähenda, kuid mõistlik on element remontida ja mõnel juhul asendada. Üldisest välimusest paistavad esile kahjustused mille likvideerimiseks ei piisa pisiremondist. Seisundit halvendavad keskkonna protsessid on hakanud elementi kahjustama. Esineb olulisi defekte ja geomeetrilisi kõrvalekaldeid;
- Seisund 4 - elemendil esinevad kahjustused, mis avaldavad mõju tugevusele ja kogu konstruktsiooni kandevõimele. Üldisest välimusest on näha, et element on amortiseerunud ja vajaks viivitamatut kapitaalremonti või asendamist. Element ei täida oma funktsiooni ja kujutab tõsist ohtu silla tugevusele, teistele elementidele või ohutusele.

3.1.2 Truupide hindamine kuni aastani 2021

Teeregistri väljavõtte põhjal on truupe on varasemalt hinnatud seitsme punkti süsteemis - 1...5. Truupi on hinnatud ühe numbriga, mis samaaegselt näitab ära truubi konstruktsiooni ja hoolde

seisukorra. Hetkel on hinnatud ühe hindena päised, nõlva- ja kraavikindlustus ning katend. Varasemalt on eraldi tehtud sõnalisi märkuseid, kuid selliselt truubi seisukorra hindamine on väga üldine ning võib tekitab segadust remondinimekirja ja hooldusnimekirja koostamisel. Remondinimekirjast võivad jääda välja truubid, need võivad sattuda hindamiste alusel hoopiski hooldenimekirja või jääda täiesti kõrvale. Segadus võib tekkida, kui truubile on antud hindeks 1, 2 või 3. Keeruline on eristada, milline truup vajab esmajärjekorras remonti või milline hinnatud truupidest peaks olema hooldenimekirjas.

- - 1 – andmed truubi seisukorra kohta puuduvad;
- 0 – truupi ei ole märgitud asukohas;
- 1 – truubi lülid on purunenud, seisukord on väga halb;
- 2 – truubi päis on lagunened ja/või on truup 2/3 läbimõõdust umbes;
- 3 – truup on 1/3 ulatuses täiesti umbes;
- 4 – truubil esineb üksikuid pisipuuduseid;
- 5 – truubi seisukord väga hea.

3.1.3 Truupide hindamine alates 2022

Vana hindamissüsteemi järgi ei ole võimalik tuvastada truupide seisukorda detailsemalt, kuna hindamissüsteem keskendus peamiselt setete olemasolule, mitte aga truubi kui konstruktsiooni seisundi jälgimisele. Niisiis tekkis vajadus hinnata ka konstruktsioonelemente eraldi. Truupide tegelikust seisukorrast parema ülevate saamiseks, on antud hinded eraldi korrashoiule, truubitorule ning päistele, katte seisukorrale, nõlva- ja kraavikindlustusele.

Truupide seisundite hindamisel on arvestatud nõuetega, et vee vool peab olema tagatud ning teekattes ei tohi olla läbivajumisi ega auke [1]. Veevool võib olla ka tagatud juhul kui truup on umbes ainult 1/3 ulatuses kuid see võib tekitada paisutuse enne truubitoru mujal voolusängis. Seega peaks hoidma truubitoru täielikult ummistuste vabana.

Ülevaatuste käigus on kogutud andmeid truubi otstarbe kohta, mõõdetud ära truubi läbimõõt ja truubi pikkus. Võimaluse korral pandi kirja ka lüli pikkus. Üle kontrolliti olemasolevad andmed truubi avade arvu kohta.

Ära on märgitud kõik truubi elemendid, nende materjal ning tehtud vastavaid lisamärkmeid. Ülevaatuse käigus mõõdetakse ära terastorudel terase kaitsekihi paksus. Truupide seisundite hindamisel tehakse kindaks truubi konstruktsiooni järgnevad elemendid:

- truubitoru materjal;
- päise tüüp;
- truubi krae materjal;
- kraavipõhja kindlustuse materjal;
- sisse- ja väljavoolukindlustuse materjal;
- vundamendi olemasolu;
- märgistuse olemasolu.

Neid truubi elemente hinnatakse kolme numbriga järgmiselt:

$$Seisund = V T P$$

- V – voolusängi seisukord – numbriline 1 hea.....4 halb;
- T – truubitoru seisukord – numbriline 1 hea.....4 halb;
- P – päiste, krae, nõlvade, kraavi põhja ja katte seisukord – numbriline 1 hea.....4 halb.

Voolusängi seisukorra numbrilised tähendused on järgnevad:

- 1 – voolusäng on korras ja ummistusi truubitorus ei ole;
- 2 – voolusängis ja/või truubitorus on setteid väikeses koguses, mis veevoolu ei takista;
- 3 – voolusängis ja/või truubitorus on setteid koguses, mis takistavad veevoolu;
- 4 – voolusäng ja/või truubitoru on setetest umbes, vesi seisab, vajab koheselt hooldust.

Truubitoru seisukorra numbrilised tähendused on järgnevad:

- 1 – truubitorul puuduvad kahjustused, võib esineda pisipuuduseid, mis ei vaja hooldust ega remonti;
- 2 – truubitorul defektid, mis ei mõjuta truubi toimivust. Truup võib vajada parandustöid;
- 3 – truubitorul defektid suures ulatuses või on toru deformeerunud, truubitoru vajab remonti;
- 4 – truubitorul defektid või deformatsioonid, mis on ületamas kandepiirseisundit, vajab väljavahetamist.

Päiste, krae, nõlvakindlustuse, kraavi põhja ja teekatte seisukorra selgitused on järgnevad:

- 1 – truubi päisetel ja/või krael kahjustused puuduvad, nõlva- ja kraavikindlustusel uhtumist ei esine, teekate defektideta;
- 2 – truubi päistel ja/või krael võivad esineda puudused, mis ei mõjuta truubi toimimist, nõlva- ja/või kraavi põhja kindlustustel võib esineda väheseid uhtumisi, teekate on murenenud. Võib vajada hooldustöid;

- 3 – truubi päistel ja krael defektid, nõlva- ja/või kraavi põhja kindlustused uhtunud suures osas, teekate muhkus/lohkus, vajab remonti või parandustöid;
- 4 – truubi päised ja/või krae on täielikult lagunenenud, nõlva ja/või kraavi põhja kindlustus on uhtunud ja/või takistab veevoolu, teekattes on augud, suured praod ja/või teekatte servad on murenenud, vajab remonti, hooldustöid ja/või välja vahetada konstruktsiooni osad.

Hinnatud seisundite selgituse on järgnevad:

- 441 - Voolusäng on umbes (4), truubitoru lülid lagunenenud või paigast ära (4) ning korras on päised, nõlva- ja kraavikindlustus (1);
- 144 – Voolusäng on korras (1), truubitoru lülid on lagunenenud või paigast ära (4), lagunenenud on päised, krae, nõlva- ja kraavipõhja kindlustus (4).

Truup seisukorraga 144 on kehvemas seisukorras kui truup seisukorraga 441, kuna päiste ja nõlvakindlustuse lagunemine mõjutab teekonstruktsiooni rohkem ja kiiremini kui olukord, kus on voolusäng umbes ning vajab ainult puhastamist.

3.2 Seisundi hindamise analüüs

Seisundite analüüsimine oluline, et koostada remondinimekirja ning tuvastada, millised konstruktsioonid vajavad esmajärjekorras hooldustöid. Sildade ja truupide analüüsimine toimub eraldi ja erinevalt.

3.2.1 Sillad

Silla üldise seisundiindeksi saamiseks korrutatakse elementidele ülevaatusel antud seisunditase läbi vastava kaalufactoriga. Pealisehituse seisundi leidmisel korrutatakse elementide ülevaatusel antud seisunditase läbi vastava kaalufactoriga ning teiste gruppide (alusehitus, ohutus jne) elemente liidetavatena arvesse ei võeta. Silla elemendid on jaotatud viieks rühmaks ning ka neil on kõigil vastav kaalufaktor:

- kaalufaktor 3 – alusehitus (vundament, kaldasambad, tugiseinad, sillasambad, küljetiivad, istepadjad, riiglid, jäämurdjad, koonusekindlustus);
- kaalufaktor 3 – pealisehitus (tekiplaat, talad, sõrestikud, kaared, servaprussid);
- kaalufaktor 2 – toetarindid (tugiosad ja deformatsioonivuugid);
- kaalufaktor 1 – isolatsioon (hüdroisolatsioon, joatorud, tilktorud, veerennid, restkaevud).
- kaalufaktor 1 – liiklusohutus (trepid, käsipuud, piirded ning sõidu- ja kõnnitee);

Korrutades läbi nii elemendi seisunditaseme hinde kui ka elemendi enda kaalufaktoriga on võimalik lisaks üldisele seisundiindeksile ka võrrelda sildade erinevate elementide seisundit eraldi. Sellisel viisil analüüsi läbi viies, on võimalik võrrelda sildade alus- ja pealisehituse seisundit ning toetarindite, isolatsiooni seisundit, samuti ka liiklusohutuse seisundeid. Kõik seisundiindeksid esitatakse protsentides nullist sajani.

3.2.2 Truubid

Truupide seisukorra pingerea koostamiseks on ülevaatusel hinnatud elementide seisundite hinded läbi korrutatud kaalufaktoritega. Kaalufaktoritega läbi korrutamise abil paremini esile tuua truubid, mis vajavad esmajärjekorras remonti või hoolust. Kõige suurema osakaaluga on truubi keha, seejärel tähtsusele järgmised on päised, nõlva- ja kraavikindlustus ning katend. Kõige väiksema osakaaluga on voolusängi seisukord. Truupide kaalufaktorid:

- 20 – voolusäng [V];
- 50 – truubi keha [T];
- 30 – päised, nõlva- ja kraavikindlustus, katend [P].

Seisundiindeksit (SI) saab arvutada järgneva valemiga:

$$SI = V \times 20 + T \times 50 + P \times 30$$

Analüüsi tulemusena saame seisundiindeksi ning see näitab ära terve truubi konstruktsiooni ning voolusängi seisundi, mida saab hiljem vajadusel võrrelda ka teiste truubikonstruktsioonidega.

Saadud tulemused on vahemikus 100..400. Seisundiindeks 100 näitab ära, et hinnatud truup on väga heas korras ning hoolustöid ei vaja. Seisundiindeks 400 näitab, et truubi voolusäng on täiesti umbes ning truup vajab väljavahetamist.

Sellist hindamis- ja analüüsimissüsteemi kasutati sel aastal esimest korda. Juhul kui tulevikus peaks vaja minema täpsemat infot truupide seisukorra kohta, oleks võimalik eraldi hinnata konstruktsiooni seisukorda ja voolusängi seisukorda ning hiljem vajadusel korrutada läbi sobiva kaalufaktoriga.

3.2.3 Torusillad

Ülevaatuste käigus tuvastati kõik konstruktsiooniosad, nende mõõdud ja materjalid. Hinnatud on torusildu mõlema hindamissüsteemi kohaselt. Selliselt andmete kogumine aitab tuua selgust, milline on see konstruktsioon, mida on hinnatud.

Truupide hindamise süsteemi kohaselt ei pruugi saada konstruktsioonide kohta piisavalt infot, sest sellistel rajatistel võib olla väga palju sillakonstruktsioonile omaseid elemente ning seetõttu oli vajadus nende seisukorda hinnata ka sildade hindamise süsteemi järgi. Samas ei olnud mõistlik hinnata torusildu ainult silla hindamise süsteemi kohaselt, sest ei olnud teada, kas nad peaks liigituma edaspidi sillaks või truubiks.

Analüüsitud on kõiki torusildu nii sillana kui ka truubina, et tuvastada, kuidas peaks neid edaspidi liigitama ja hindama. Analüüsiti torusildade elemente, et kindlaks teha, kas nad sarnanevad silla või truubi konstruktsiooniga ning analüüsiti nende pikkust ja laiust, et teha kindlaks, kas määrusest tulenev silla truubist pikkuse järgi on piisav.

Et koostada remondinimekirja ning kindlaks teha, kas loodud truupide hindamise süsteem annab sarnased tulemused võrreldes sildade hindamisega, on võrreldud nende hindamiste tulemusi. Allpool olevas tabelis (Tabel 1) on toodud võrdluseks torusildade hindamiste tulemused.

Tabel 1. Hindamissüsteemide võrdlus torusildade näitel

Silla nimi	Silla number	Truubina hinnatud seisundi - hinne	Truubina hinnatud seisundi - indeks	Sillana hinnatud seisundi - indeks
Kaarapõllu	1028	442	340	73.65
Kivijärve	959	211	120	81.00
Matsuri	958	113	160	89.66
Laastu	1321	113	160	91.24
Taebla	343	122	180	91.95
Luusavälja	1510	113	160	94.34
Loodi	674	112	130	94.62
Uuearu	1323	113	160	95.44
Vitsjärve	1902	121	150	96.18
Rajasoo	1512	122	180	96.21
Tereski	873	112	130	96.50

Seisundihinne truubina hinnates on antud ülevaastustel kohapeal, seisundiindeks hinnatud truubina on seisukorra hinde tulemuse analüüs läbi korrutatuna kaalufaktoritega. Silla seisundiindeks on kohapeal antud elementide analüüsi tulemus läbi korrutatuna sillaelementide kaalufaktoritega.

Pingereas on toodud välja üksteist torusilda, mille seisund oli üle vaadatud torusildade hulgast kõige kehvem, et võrrelda, kas hinnates torusildu truubina ja sillana tuleb tulemus sarnane. Selline võrdlemine aitab kindlaks teha, kas loodud truupide hindamise süsteem on toimiv.

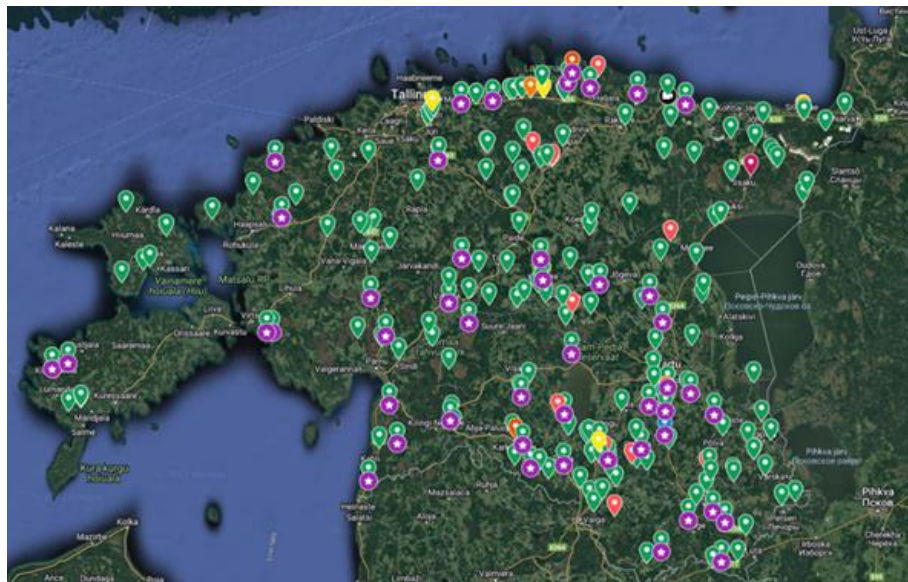
Pingeritta on torusillad pandud sillana hinnatud seisundiindeksi alusel, sest hinnates ja analüüsides torusildu sillana, näitab see ära torusildade tegeliku seisundi kõige täpsemini, kuid üldine pingerida võrreldes seisundiindekseid tuleb sarnane hinnatuna nii truubina kui sillana.

Erinevus tuleb sellest, et kui truubil hinnatakse ühe numbrina tervet konstruktsiooni osa siis sillana hindamisel hinnatakse konstruktsioonielemente ruutmeetri või jooksva meetri kaupa, nii et iga ruutmeetri või meetri saab määrata erineva seisunditaseme. Samuti on erinevad ka kaalufaktorid. Truubina hinnates ei arvestata hindesse sisse pörkepiirete ega tähispostide seisundit- nii võib olla torusild hinnates truubina paremas seisukorras seisundihinde järgi kui hinnates seda sillana.

Võrreldes truubiks liigitatud torusildade elemente torusildadega, mis olid liigitatud sillaks, sai järeldada, et konstruktsiooni poolest nad ei erine.

4 ÜLEVAATUSTE TULEMUSED

Ülevaatustel hinnati 270 konstruktsiooni, mille seas olid truubid ning sillad riigiteedel üle Eesti (Joonis 3).



Joonis 3. Teostatud ülevaatuste asukohad [21]

Tingmärkide selgitused:

- roheline – ülevaatus tehtud;
- punane – truup vee all/veetase kõrge, ülevaatus uuesti vaja teha;
- sinine – truubi koordinaadid;
- lilla – silla konstruktsioon.

Ülevaatuste käigus selgus, et truupide registris on mitmeid sildu, mille ava pikkus oli 3 meetrit või rohkem. Neid hinnati sildade hindamissüsteemi kohaselt ning lisati vajadusel sildade remondinimekirja. Varasemalt oli neid hinnatud truubina ning täpsemad andmed konstruktsiooniosade ja nende seisundi kohta puudusid. Ülevaatuste käigus oli märgata, et sellistele sildadele ei ole piisavalt tähelepanu pööratud ning nende hooldus oli väga kehv või olematu.

Kõigil nimekirja võetud konstruktsioonidel ei olnud võimalik erinevatel põhjustel ülevaatus teostada. Ei olnud võimalik seisukorda hinnata truupidel, mille veetase on aastaringselt kõrge või mille asukoha andmed Teeregistris ei olnud korrektsed ning neid ei olnud võimalik üles leida. Veetase oli kohati nii kõrge, et truup oli täielikult vee all. Üle sai hinnatud ka väiksema läbimõõduga truupe 0,3 ja 0,6 meetrit, kuna Teeregistris oli truupide läbimõõt märgitud tegelikkusest suuremana. Samuti

hinnati seisukorda kahekümnel alla ühe meetrisel truubil, et saada parem ülevaade nende seisukorras ning selgus, et väiksemate truupide põhilisteks probleemideks oli nende ummistumine setetest või päiste kahjustused niitmistest. Probleemiks oli ka truubitoru mattumine täielikult pinnase alla, mistõttu ei olnud võimalik kõiki väiksemaid väljavalitud truupe hinnata.

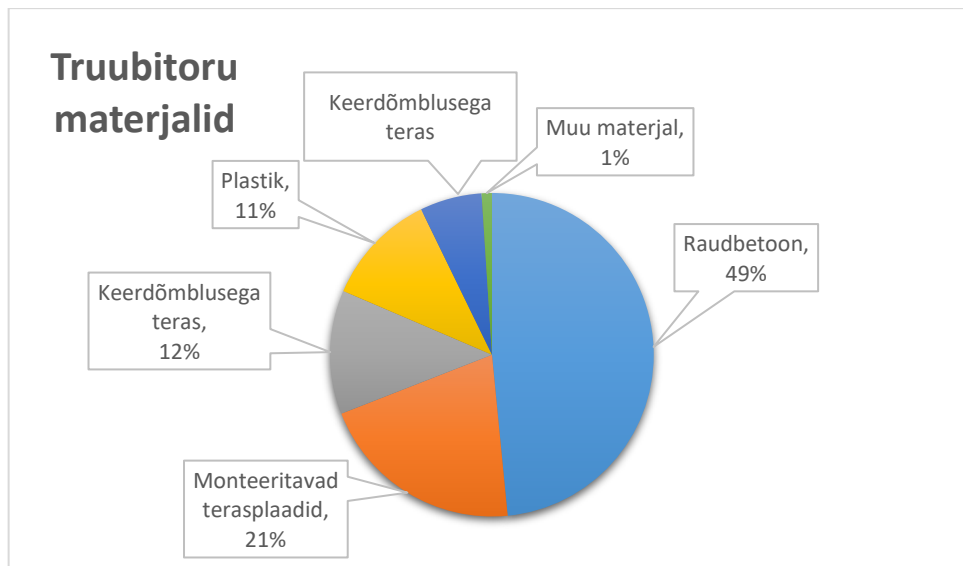
Ülevaatuse tulemuste järelkus: silla truubist eristamine mõõdu järgi ei ole piisav.

Peale ülevaatuseid liigitati sildadeks kõik sillaelementidega truubid, arvestamata nende mõõde. Peale ülevaatuste teostamist, 2023. aasta alguseks, lisandus juurde sildade registrisse 89 silda, mis varasemalt oli liigitatud truupide hulka kuna ei olnud praktiline jätkata nende liigitamist truubiks.

Sildadeks liigitati kõik sillaelementidega truubid, monteeritavatest terasplaatidest torusillad, kividest laotud võlvid, truubitorudega pikendatud sillad ning lihttalakonstruktsiooniga sillad ehk edaspidi on sild seinte, võlvi ja laega konstruktsioon, mille puhul toimub jõudude koondamine konkreetsetesse arvutatavatesse piirkondadesse. Sildadele omased elemendid on veel vuugid, tugiosad, veeviimariid ning hüdroisolatsioon. Truupideks liigitati kõik ümartorud, mille peamiseks materjalideks oli plastik, raudbetoon või keerdomblusega teras ehk truup on edaspidi sümmeetrilise läbimõõduga lülidest või pideva tootmise toimega rajatud elementidest konstruktsioon, mille puhul toimub jõudude ümbersuunamine kogu perimeetri ulatuses. Truubitoru materjaliks on üldjuhul betoonlülid, plastik või keerdomblusega teras. Truupi iseloomustab kõige paremini kogu ümbermõõdu ulatuses ühtlase ja jätkuva materjali kasutamine. [22]

Järgnev ülevaade on tehtud truupide ja sildade ülevaatuste analüüsi põhjal. Peatükkides 5.1 ja 5.2 on toodud näiteid sildade ja truupide seisukorrast. Üle vaadatud truupide ja sildade otstarve jaotus on järgnev: 1% konnatunnelid, 3% ulukiläbipääsud ning 96% veevoolu tagamiseks.

Hinnatud konstruktsioonidest oli 38% terasest, millest monteeritavatest terasplaatidest torusillad oli 20% ning raudbetoonist konstruktsioone oli 47%. Plastikust konstruktsioone ehk plasttruupe oli 11% ning kividest laotud võlvid moodustasid 3% kõikidest üle vaadatud konstruktsioonidest. Kõik kividest laotud võlvid liigituvad sillaks. Metallkonstruktsioonideks olid truubid ning neid oli 1% (Joonis 4).



Joonis 4. Truubitoru materjalid

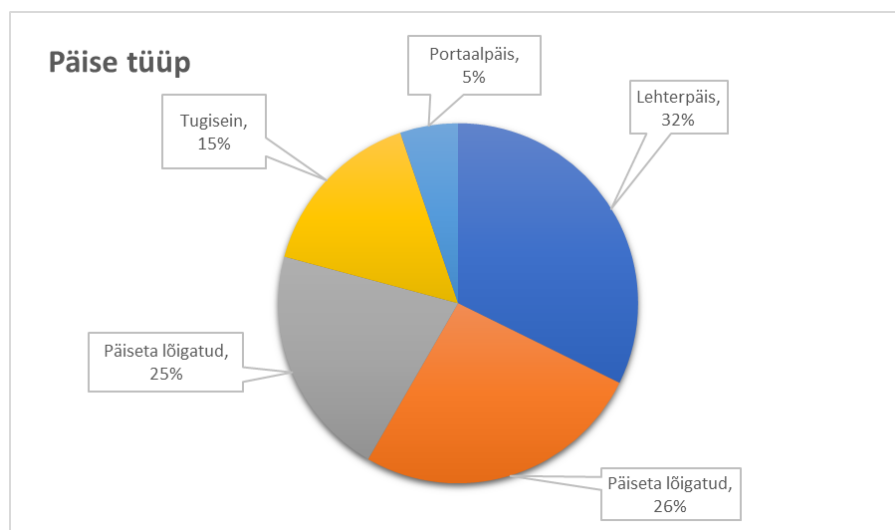
Ülevaatuste tulemusena saab järeldada, et kõige paremas seisukorras olid plastikust trüübid. Keerdõmblusega terastorude põhiliseks probleemiks oli tšingikihi kulumine – oli mitmeid terastorusid, mis olid roostetanud ning esines läbivaid auke terases. Polümeerkattega terasel ei esinenud roostet visuaalsel vaatlusel, kuid polümeerkatte all võib olla terastoru roostes, seega nende tegelikku olukorda täpselt hinnata ei saa. Raudbetoon trüüpidel oli põhilisteks probleemideks truubitoru lülide paigast nihkumine ning päiste lagunemine.

Üle vaadatud raudbetoonlülidest trüüptide keskmine vanus on 54 aastat. Uuemad raudbetoon lülidest koosnevad rajatised on põhimaanteede all asuvad konnatunnelid, mille vanus on alla kümne aasta, kuid ka seal oli märgata lülide paigast nihkumist.

Üle vaadatud plastiktrüüptide ja polümeerkattega terastrüüptide keskmine vanus on 10 aastat. Trüüptide ülevaatusel võis märgata poollahtist geotekstiili plast- ja terastoru peal või kraavi põhjas, võsa ning suurte puude kasvamist konstruktsioonidel. Ülevaatuste käigus selgus, et trüüptide korrashoiule tuleks rohkem tähelepanu pöörata.

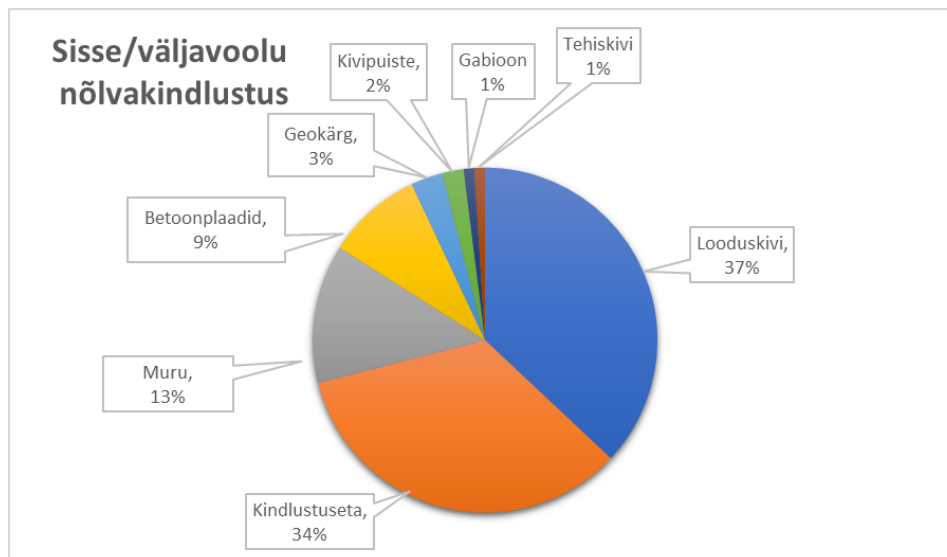
Kividest laotud võlvidel ja maakividest laotud kaldasammastel oli märgata segu pudenemist kivide vahelt, mille tõttu olid kivid välja vajunud omalt kohalt. Monteeritavatest terasplaatidest torusildade probleemiks oli sarnaselt keerdõmblusega terastorudele kaitsekihi kulumine ning rooste, samuti läbivad augud terases. Üle vaadatud tšingitud terastorude ja torusildade keskmine vanus on 18 aastat. Raudbetoonist sildade põhiliseks probleemiks oli betooni murenemine ja pragunemine. Raudbetoonsildade sarrus oli paljandunud, ning paljudel sildadel oli ka betoonist suured tükid väljas.

Teraskonstruksioonidel nii sildadel kui ka truupidel oli päis lõikamata või lõigatud. Mitmete terasest konstruksioonide sissevoolul oli märgata, et vooluveekogu voolab terastoru või torusilla välisküljele, lagundades nii nõlvakindlustust. Sellistes kohtades on voolusängi kitsendatud truubi või silla ehitusega ning voolusängi kitsendamine on põhjus, miks vooluveekogu hakkab lagundama nende ümbritsevat koonusekindlustust. Raudbetoon truupidele oli iseloomulik lehterpäis ning portaalpäis. Raudbetoon truupide päiste põhiline probleem oli nende lagunemine. Joonisel 5 on tugiseinana märgitud silla konstruksioonide kaldasamba tiib. (Joonis 5).



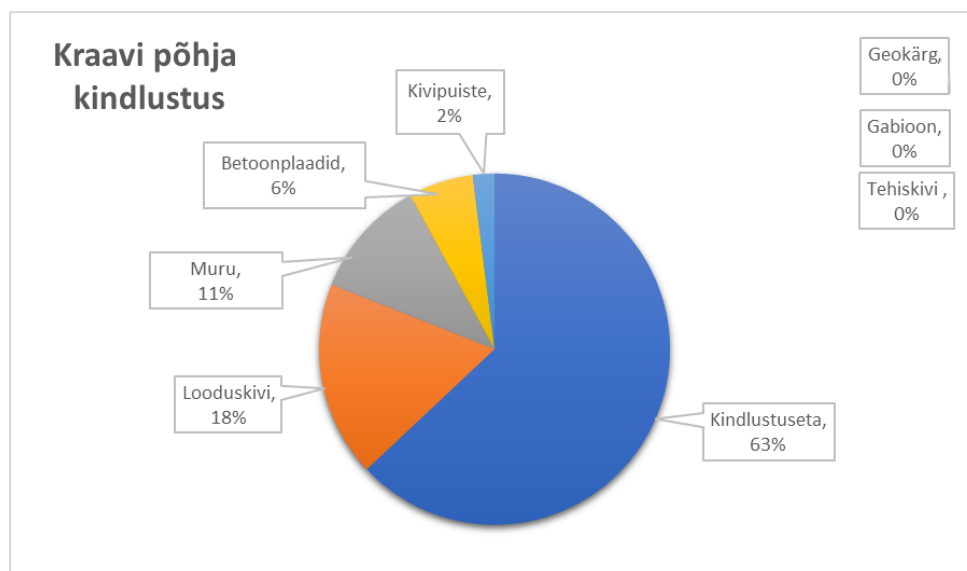
Joonis 5. Päise tüüp

Nõlvakindlustuse tüüpe oli viis. Kõige vähem probleeme oli looduskivist nõlvakindlustusega. Betoonest ja kivipuiste nõlvakindlustuste juures võis märgata nende paigast nihkumist. Gabioonidel võis märgata nende korvide paigalt nihkumist ning kivipuiste välja pudenemist gabiooni korvidest. Samuti oli kivipuiste uhtumist nõlvakindlustusena kasutatavatel geokärgedel. Truupide ja sildade nõlva- ja kraavi põhja kindlustuste variante on illustreeritud järgneval joonisel. Truupidel ja sildadel, kus oli nõlvad olid niidetud, on märgitud joonisel nõlvakindlustuseks muru ning niitmata ümbruse korral on märgitud nõlvakindlustuseks kindlustamata nõlv (Joonis 7).



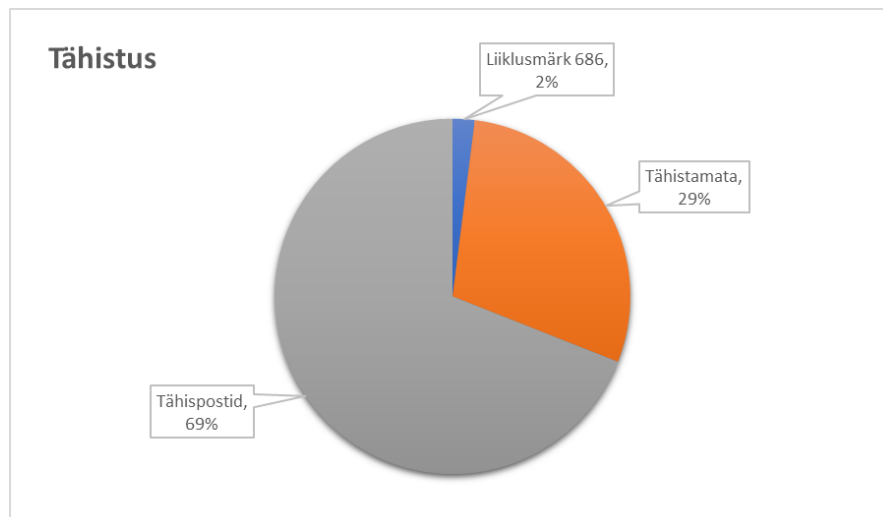
Joonis 6. Sisse/väljavoolu nõlvakindlustus

Üle poole konstruktsioonidest olid ilma kraavi põhja kindlustuseta. Muru on märgitud kohtades, kus voolusäng oli suures osas kinni kasvanud. Betonist kraavi põhja kindlustus oli betoonlülidest truupidel ning looduskivi oli kasutatud nii sildade kui ka truupide juures kraavi põhja kindlustusena (Joonis 7).



Joonis 7. Kraavi põhja kindlustus

Üle poole hinnatud konstruktsioonidest on tähispostidega tähistatud (Joonis 8). Liiklusmärki 686 on enamasti kasutatud sillakonstruktsioonide tähistamiseks. Tähistamata konstruktsioonide seas oli nii truupe kui ka sildu. Ülevaatus käigus selgus, et paljud tähispostid ja pörkepiirded ei vasta nõuetele. Tähistusi selgitavad fotod on toodud lisa (Lisa 3).



Joonis 8. Tähistus

4.1 Sillad

4.1.1 Kunimäe (1029)

Kõrvalmaanteel numbriga 18148 Maaritsa – Otepää kilomeetril 16,374. Valga maakonnas asuv maakividest laotud kaldasammate ning raudbetoonist tekiplaadiga sillakonstruktsioon on ava arvutusliku pikkusega 2 meetrit ja laiusega 7,8 meetrit. Silda on ühelt küljelt laiendatud karptaladega (Foto 7). Ehitusaasta on 1969, sillakonstruktsiooni pikendamise aasta ei ole teada. Üldine seisundiindeksiks on sillal 74,20, sealjuures silla alusehitise seisundiindeks on 47,22. Põrkepiirde üks osa on kinnitatud karptala külge ning silla väljavoolu poolel on piirded otse mulde serva peal. Tekiplaadil on näha vee läbijookse. Koonusekindlustusena on kasutatud pinnast, asfalti ning puitlaudu. Osa pinnasest koonusekindlustusest on vajunud voolusängi. Vesi voolab karptalade põhja alt.



Foto 7. Sild laiendatud karptaladega

Väljavoolu poolel on servaprussi all lahtised maakivid, mistõttu on ära vajunud oma kohalt osa servaprussist ja seal peal asuvast pinnasest ning sõiduteest. Servaprussil on praod ülevaatuskäigust oli märgata, et varasemalt on asfaltkatet paigutatud kohast, kust servapruss on ära vajunud, kuid paigutatud koht on uuesti ära vajunud (Foto 8). Ka vesi koguneb tee serva. Aasta keskmine liiklussagedus teelõigul on 455. Asfaltkatte laius on sillal 5 meetrit. Tee on kitsas ning mõlemalt poolt tee äärest koonusekindlustused on uhtunud.



Foto 8. Väljavoolu poolel lagunenud servapruss

4.1.2 Kõrge (1600)

Kõrvalmaanteel numbriga 17176, Viitna – Koljaku kilomeetril 8,920 asuv sild. Silla ava arvutuslik pikkus 4,2 meetrit ning silla laius 16 meetrit. Silla ehitusaasta on 1962, remonditud ei ole. Aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus teelõigul on 199. Ülevaatusel hetkel oli veetase kõrge, kuid tegemist on raudbetoonist lihtsala sillaga (Foto 9).



Foto 9. Kõrge silla tekiplaadil kasvav puu

Väljavoolu poolel asuvat nõlva tekiplaadi kohal on hästi hooldatud kuid kolm suurt puud kasvavad otse konstruktsiooni peal silla sissevoolu poolel (Foto 10). Puude vanus võib olla ligikaudu 50 aastat ning juurde on kasvamas nooremad puud, mis asuvad samuti otse sillakonstruktsiooni peal. Silla küljetiibade, tekiplaadi ja kaldasammaste betoon on murenenud, esinevad läbijooksud. Servaprussid on sammaldunud ja nende betoon murenenud. Silla üldine seisundiindeks on 87,10.



Foto 10. Tekiplaadil kasvavad kolm puud Kõrge sillal

4.1.3 Väljaküla (815)

Tugimaanteel numbriga 92, Tartu – Viljandi – Kilingi-Nõmme kilomeetril 118,235 asuv sild ava arvutusliku pikkusega 3,3 meetrit. Sild on ehitatud aastal 1976 ning aasta keskmine liiklussagedus lõigul on 1547. Väljavoolu poolel kasvab ligikaudu 15 aastat vana võsa otse servaprussil, mis on muutunud pudedaks pideva niiskuse tagajärjel. Betoonest servaprussist on tükid väljas. Ülejäänud ümbrus on hooldatud. Sissevoolul küljetiivast suured betoontükid väljas (Foto 11). Suured praod on tekiplaadil, kaldasammastel ja küljetiibadel.



Foto 11. Väljaküla silla leetri kujuline sissevool

Üldine seisundiindeks sillal on 76,76. Liiklusohutuse seisundiindeks on 98,87, alusehitusel 55,14, pealisehitusel 88,12 ning hürdoisolatsiooni seisundiindeks on 51,69. Sild on lisatud remondinimekirja, kuid vajab ka kohest hooldust (Foto 12).



Foto 12. Väljaküla silla servaprussil kasvav võsa

4.1.4 Räpo (963)

Sild Võru maakonnas ületab Räpo jõge. Asub põhimaanteel, teel numbriga 2 Tallinn- Tartu – Võru – Luhamaa kilomeetril 261,501. Liiklussagedus sellel lõigul on 2248 AKÖL. Ehitatud 1959. aastal, remonditud aastal 2002. Silla ava arvutuslik pikkus on 2,5 meetrit ning kõrgus 3,6 meetrit. Kogu konstruktsiooni laius on 30 meetrit. Konstruktsiooni poolest on tegemist üheavalise lihttala sillaga, millel on olemas tekiplaat, kaldasambad, servapruss ning tilktorud (Foto 13).



Foto 13. Räpo silla tekiplaat, kaldasambad

Ülevaatuse hetkel olid nõlvad võssa kasvanud ning võsa, mis kasvab servaprussi peal ära murdunud (Foto 14). Läbijooksud on betoonist tekiplaadil ja kaldasammastel terve silla ulatuses. Tilktorud on paigaldatud iga viie meetri järel. Kõikide tilktorude ümbruses on betoon täiesti lagunenuk ning servaprussil esinesid stalaktiidid. Kaldasambad on enamjaolt muhkus ning veepiirilt betoonist tükid väljas. Tilktorude olemasolu viitab sellele, et silla tekiplaadile on paigaldatud ka hüdroisolatsioon.

Hinnates sildade süsteemi kohaselt on selle üldine seisukorra indeks 46,167.



Foto 14. Võsa servaprussil, uhtunud koonusekindlustus

4.1.5 Kuura (2100)

25161 Kose – Kääli kilomeetril 26,657 asuv sild üle Kuura jõe on ehitatud aastal 1954, remonditud ei ole. Ava arvutuslik pikkus on 2,5 meetrit. Silla peal ja ümbruses kasvavad suured mitmekümne aastased puud. Puu juurte tõttu on küljetiivast on suur tükk betoonist väljas (Foto 15). Sild on

tähistamata ning pörkepiireid ei ole. Asfaltkate silla kohal on muhkus. Koonusekindlustus on kohati uhtunud ning voolusängis on langenud puud. Servaprussid ja küljetiibade äär on sammaldunud, raudbetoon tekiplaadil on sarrus paljandunud. Sild ei ole hetkel remondinimekirjas, kuid vajaks hooldust, et vältida silla kiiret lagunemist.



Foto 15. Puud silla tekiplaadil ja küljetiibadel

Silla üldine seisundiindeks on 75,40, remondinimekirjas ei ole see sild, kuna selle alusehituse seisundiindeks 90,64.

4.1.6 Sulaoja (675)

Üheavaline sild kõrvalmaanteel numbriga 24162, Loodi- Helme teel kilomeetril 0,934. Liiklussagedus on 136 AKÖL. Silla ava arvutuslik pikkus on 2,2 meetrit. Silla laius on 19,8 meetrit. Sulaoja sild ületab Viljandi maakonnas Sulaoja jõge ning on ehitatud aastal 1931 ning remonditud ei ole.

Tekiplaadil sarrus väljas ning niiskuse tõttu ka sammaldunud, betoon murenenud (Foto 16). Raudbetoonist küljetiivad on kohati sammaldunud ning betoon murenenud. Maakividest kaldasammaste vahelt on veepiirilt segu välja pudenenud. Silla koonusekindlustus on betoonist, osa koonusekindlustusest oli vajunud voolusängi. Sild oli tähispostidega tähistatud kuid nõuetele mittevastavalt, olemas olid pörkepiirded.



Foto 16. Sulaoja silla servapruss ja kaldasambad

Üldine silla seisundiindeks on 70,06, hüdroisolatsiooni seisundiindeks on 30,30, tugiosad sillal puuduvad, pealisehituse seisundiindeks 71,74, alusehituse seisundiindeks on 70,89 ning liiklusohtuse seisundiindeks on 96,13

4.1.7 Muriste (2407)

Sild kõrvalmaanteel numbriga 16185 Hanila – Hõbesalu kilomeetril 12,528. Liiklussagedus lõigul on 85 AKÖL ning teel on kruuskate. Ehitusaasta 1972. Ava arvutuslikuks pikkuseks 2,2 meetrit, laius 9,6 meetrit, silla pikkus 3,6 meetrit. Olemas on sillale omased elemendid: riiglid, küljетиivad, kaldasamba tugipostid, tugiseinad, vundament, hüdroisolatsioon ja raudbetoonist tekiplaat (Foto 17).



Foto 17. Muriste silla tekiplaat, kaldasambad, kaldasamba postid ja riiglid

Silla kaks kaldasamba tugiposti on vajunud viltu, kõik tugipostid on tugevalt murenenud ning sarrus on paljandunud. Riiglid on sarrus paljandunud ning betoon tükk on väljas. Käsipuud mõlemal pool

teed on roostes. Põrkepiirded puuduvad. Silla üldine seisundiindeksiks on 64,27, millest alusehituse seisundiindeksiks on 42,26.

4.1.8 Pilpa (1031)

Valga maakonnas kõrvalmaanteel 23198, Ala- Taagepera- Raiksilla kilomeetril 2,813 asuv maakividest ehitatud võlv, mille ehitusaastaks on 1967 (Foto 18). Renoveeritud silda ei ole. Sild ületab Õhne jõge ning sõidutee laius silla kohal on 4,3 meetrit. Ava pikkus 2 meetrit ning laius 10 meetrit. Võlvi kõrgus on 1,7 meetrit. Liiklussagedus teelõigul on 249 AKÖL.



Foto 18. Maakivide vahelt välja pudenenud segu

Segu on kivide vahelt välja pudenenud ning sissevoolu poolel on osad kivid lahtiselt ning osad oma kohalt juba välja vajunud (Foto 19).



Foto 19. Silla väljavoolul osaliselt lagunenu maakividest võlv

Silla üldine seisundiindeksiks on 78,28. Silla pealis- ja alusehituse keskmine seisundiindeks on 47,00. Üldise seisundiindeksit tõstavad kõrgemale ainult olemasolevad pörkepiirded ja tähispostid.

4.1.9 Luke (1809)

Laiendatud üheavaline sild 22183 Luke – Unipiha kilomeetril 2,356. Silla ava arvutuslik pikkus on 2,7 meetrit. Silla pikkus on 2,9 meetrit. Liiklussagedus sellel teelõigul on 33 AKÖL. Silla servapruss on vajunud viltu ning servaprussist on betoontükid väljas. Silla kividest laotud võlv heas korras. Silla laiendatud betoonist võlvil on läbijooksud, suured praod sees ning veerpiiril betoonist suured tükid väljas (Foto 20).



Foto 20. Kivivõlvi laiendamine betoonvõlviga

4.1.10 Kaavere (667)

Kõrvalmaanteel numbriga 24213, Kaavere- Leie kilomeetril 3,494 asuv monteeritavatest terasplaatidest torusild läbimõõduga 2,8 m (Foto 21). Selline konstruktsioon liigitus varasemalt läbimõõdu poolest maantee projekterimisnormide kohaselt truubiks. Kuid seda konstruktsiooni on hinnatud ka sillana, kuna samasuguse konstruktsiooniga kuid läbimõõdult või ava pikkuselt 20 cm suuremad või pikemad konstruktsioonid on liigitatud sillaks määruse „Tee seisundinõuded“ kohaselt. Monteeritavatest terasplaatidest terastorudele on antud ka silla nimi ja number, kuna peale üle vaatuseid liigitati nii sümmeetrilise kui ka ebasümmeetrilise ristlõikega monteeritavatest terasplaatidest torusillad sildade hulka.

Torusilla krae on betoonist ning koonusekindlustus looduskividest. Torusild on ehitatud aastal 2015. Seisundiindeks truubina hinnates on 111 ning hinnates sillana on torusilla seisundiindeks 97,85. Erinevus tuleneb sellest, et truubina hinnates ei ole hindesse sisse arvestatud tähispostide ega

põrkepiirete seisundeid. Sillana hinnates võetakse arvesse ka tähispostide ja põrkepiirete olemasolu ja nõuetele vastavus. Mõõdetud terasekaitsekihi paksus veepiiri läheduses oli 176 mikromeetrit. Teel on purustatud kruusliivast kate ning teed ei soolatata.



Foto 21. Betoonist kraega torusild

4.1.11 Kaarapõllu (1028)

Tugimaanteel numbriga 72 Sangaste- Tõlliste asub monteeritavatest terasplaatidest torusild kilomeetril 10,825. Läbimõõt 2 meetrit, pikkus 27,2 meetrit. Kaarapõllu sild on ehitatud ümber terastoruks aastal 2000. Aasta keskmine liiklussagedus teelõigul on 1445. Terasekaitsekihi pakus veepiiri lähedal oli 101 mikromeetrit. Toru põhi roostes ning selletõttu ka toru põhjas läbiv auk väljavoolu poolel. Ramp on sattunud truubitorusse ning kinni jäänud juhtmetesse, mis jooksevad üle veekogu truubi eest (Foto 22). Rampi ette torus on kogunenud hulk setteid ning nõlvakindlustus on uhtunud toru ümbruses.

Hinnates terastoru truubina on üldine seisundiindeks 340. Sillana hinnates on üldiseks seisundiindeksiks 73,64.



Foto 22. Kaablitesse kinni jäänud ramp torusilla väljavoolul

4.2 Truubid

Tugimaantee number 45, Tartu – Räpina – Värskas kilomeetritel 27,49 asuv binokkel truup pikkusega 34,5 meetrit, läbimõõt 1,5 meetrit on Fotol 23. Ehitatud on aastal 1980, remonditud vahepeal ei ole. Truubi ees, peal ja kogu ümbruses kasvab umbes 15 aastane võsa nõlvad on uhtunud ning oksad on voolusängis. Truubitoru põhjas on setted. Truubi lülidel on sarrus väljas ning lülid on paigast nihkunud, lehterpäisetel suured praod ja suured betoontükid oma kohalt väljas. Päisekindlustus on sissevoolul alla vajunud, väljavoolul kukkunud voolusängi (Foto 23). Seisundi hinne on 244. Seisundiindeks on 360.

Sarnast probleemi päistega võis näha mitmetel üle vaadatud raudbetoontruupidel, hoolimata avade arvust. Edaspidi tuleks rohkem tähelepanu pöörata nõlvakindlustuste hooldamisele, et võsa või puude kasvamine nõlvadel ei hakkaks lagundama truubi päiseid.



Foto 23. Binokkeltruubi lagunened päis

Binokkeltruup, mis asub Ida – Virumaal Võrnu ühendusteel numbriga 1305, kilomeetril 0,027. Truubitorude läbimõõt on 1 meeter, liiklussagedus 300 AKÖL. Kraav on võsas ja prügi täis nii sisse- kui väljavoolu poolel (Foto 24). Truupi on varasemalt üritatud parandada puitlaudadega. Praeguseks hetkeks on kõik puitlauad ära vajunud. Servaprussil on sarrus väljas, läbivad praod ning osa servaprussist on alla vajunud. Seisundi hinne on 444. Seisundiindeks on 400 ning truup on vahetust vajavate truupide pingereas esikohal.

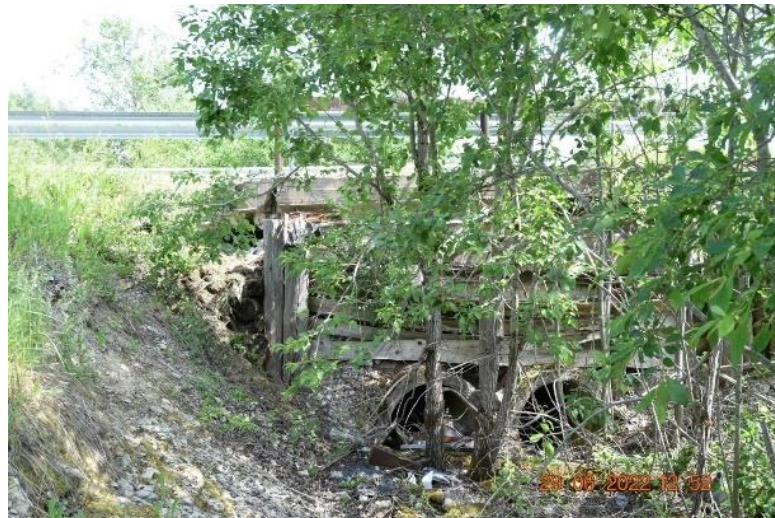


Foto 24. Binokkeltruubi ees kasvav võsa

Voolusängi on oluline korras hoida, et vältida üleujutusi ning truupide lagunemist. Peale võsa kasvamise ja langenud puude voolusängis oli paljude truupide ees kopratammid. (Foto 25)

Võru maakonnas kõrvalmaanteel Vastseliina – Meremäe – Kliima kilomeetril 16,211 asuva binokkeltruubi juures oli ühelt poolt üle ujutatud kogu kraavi kallas, kuna mõlemad truubitoru ees oli

kopratamm, mis oli ummistanud torud umbes 90% ulatuses (Foto 25). Truubitorude läbimõõt 1,6 meetrit. Lehterpäistel oli sarrus väljas ning päistel kohal kasvasid suured puud. Seisundi hinne on 424 ning seisundiindeks on 300.



Foto 25. Kopratamm truubitoru ees

Plastikust truubitorudega pikendatud raudbetoon binokkeltruup Tallinn- Narva maanteel, kilomeetril 68,475. Plastikust truubitorud olid hea korras, kui raudbetoonist truubil olid praod (Foto 26). Seisundi hinne oli 112 ning seisundiindeks 130.



Foto 26. Plastikust binokkeltruup [22]

Gofreeritud terasest binokkeltruup kõrvalmaanteel numbriga 13136, Jõhvi – Uikala kilomeetril 0,178. Ehitatud aastal 2008, torude läbimõõt 1 meeter. Teras tsingikihi paksus 132. Mõlemad truubitorud roostes ning ühel neist oli auk sees veepiiril (Foto 27).

Kõikidel keerdõmblusega ja monteeritavatest elementidest terastorudel oli märgata kaitsekihi kulumist veega kokku puutunud aladel, nende ülevaastustel nähtu sarnanes varasemalt tehtud lõputööle „Monteeritavate terastorusildade tehnilise seisukorra hindamine riigiteedel“ [23].



Foto 27. Terastorus läbiv auk

Kõrvalmaanteel numbriga 17192 Simuna- Vaiatu, kilomeetril 5,462 polümeerkattega terastoru. Ehitatud aastal 2010. Nõlv on kindlustatud geokärjega, geokärg on kivipuistest tühjaks jooksnud, osa geogärjest on vajunud truubitoru ava ette ning võsa kasvad toru äärtes. Kaitsekihi paksus on 396. Seisundi hinne on 114, seisundiindeks on truubil 190. (Foto 28)



Foto 28. Pooltühi geokärg, võsa truubi ümbruses

4.3 Truubitorudega laiendatud sillad

4.3.1 Koljaku (210)

Lääne – Viru maakonnas kõrvalmaanteel numbriga 17177, Haljala – Käsmu kilomeetril 22,885 asub sild, mis on mõlemalt poolt laiendatud raudbetoon lülidest truubiga (Foto 29). Truupide läbimõõt on 1,6 meetrit, silla ava pikkus on 4 meetrit. Kogu konstruktsiooni laius on 19 meetrit. Liiklussagedus teelõigul on 745 AKÖL. Ehitusaasta on teeregistri andmetel 1981, ehitusaastana on ilmselt mõeldud silla pikendamise aastat, kuid puudu on algse silla ehitusaasta. Konstruktsioon ületab Võsu jõge.



Foto 29. Truubitorudega laiendatud sild

Silla kaldasambad on laotud kividest ning tekiplaat on raudbetoonist. Sissevoolul on truubitorud korras. Väljavoolu poolel on kõik truubitorude lülid vajunud viltu, viltu on ka raudbetoonist truubi päis (Foto 30). Päise nihkumise tõttu on selle kohal olev pinnas samuti uhtunud ning ka selle peal olev teepeenar. Tee äärde on paigaldatud pörkepiirded, mis koos pinnasega on hakanud vajuma. Konstruktsiooni edasine lagunemine võib muutuda liiklusele ohtlikuks.

Ülevaatuste tulemusena on üldine seisundiindeks sillana hinnatud sellel konstruktsioonil 78,77, sealjuures alusehituse seisundiindeks 36,84.



Foto 30. Viltu vajunud truubi lülid

4.3.2 Adaka (209)

Kõrvalmaanteel numbriga 17177, Haljala – Käsmu kilomeetril 12,464 asuv sild, laiendatud raudbetoon lülidest truubiga, läbimõõt truupidel on 1,5 meetrit, silla ava pikkus 4 meetri. Kogu konstruktsiooni laius 14,2 meetrit. Liiklussagedus sellel teelõigul on 909 AKÖL.



Foto 31. Truubi lehterpäis

Truubitorude raudbetoonist päised on ehitatud olemasoleva lubjakivi peale (Foto 31). Päised on kihistunud ja murenenud, neis on läbivad praod ning pinnas päiste alt on osaliselt uhtunud. Silla kaldasambad on laotud kividest ning tekiplaat on raudbetoonist (Foto 32). Sild tähistamata ning pörkepiirded puuduvad. Kate silla kohal on muhkus ning voolusäng osaliselt ummistunud. Silla üldine seisundiindeksiks 82,01.



Foto 32. Sillakonstruktsioon laiendatud truubitorudega

4.3.3 Kõrtsi (1709)

Kõrtsi sild ületab Navesti jõge Järva maakonnas. Raudbetoon lülidest binokkel truubiga laiendatud üheavaline sild põhimaanteel numbriga 2, Tallinn - Tartu – Võru- Luhamaa kilomeetril 104,317. Liiklussagedus sellel teelõigul on 9190 AKÖL, millest 3% on veoautod ja autobussid ning 13% autorongid.



Foto 33. Binokkeltruup

Raudbetoonist on silla tekiplaat ning kaldasambad, mõlemalt poolt on sild laiendatud binokkel truubiga ning kogu konstruktsiooni laius on 17,7 meetrit (Foto 33). Silla ava pikkus on 5 meetrit (Foto 34). Teeregistri andmetel on silla ehitusaastaks 1965. Truubitorude lülid on nihkunud ning raudbetoonist päistel on märgata murenemist ja pragusid. Üldine seisundiindeks hinnates kogu konstruktsiooni sillana on 81,24. Kuna olemas on tähispostid ning pörkepiirded on silla üldine seisund seetõttu kõrgem, kui silla alus- ja pealisehitus ning isolatsiooni seisundiindeks on keskmiselt 65,00.



Foto 34. Sild laiendatud truubitorudega

4.3.4 Ülenurme (1811)

Kõrvalmaanteel numbriga 22130, Tartu- Ülenurme kilomeetril 3,096 asub maakividest laotud sild, mis on laiendatud ühelt küljelt raudbetoon truubi ühe lüluga ning algab regulaatoriga. Truubitoru taga on veekogu paisutatud, mille tulemusena on tekkinud paisjärv. Veekogu paisutamiseks loetakse kui looduslikku veetaset tõstetakse 0,3 meetrit või rohkem [24].

Kalade ränne on takistatud kahe astmega üle 0,3 meetri – üleminek paisjärvest truubini astme kõrgus umbes 1,5 meetrit ja truubist silla põhjani 0,4 meetrit (Foto 35). Kalade ränne takistatud ka betoonitruupide juures, kus veekogu põhi oli madalam kui betoontruubi põhi ja kraavipõhjajätkustus.



Foto 35. Sild laiendatud truubitoruga, pais truubi taga

Silla pikkus on 6 meetrit ning truubitoru läbimõõt on 1 meeter. Kividest laotud võlvil on segu kivide vahelt välja pudenenud ning kivid on sammaldunud. Üks kaldasamba tiib on kividest laotud, teine kaldasamba tiib on ilmselt remonditud ning on raudbetoonist. Raudbetoonist kaldasamba tiival on

horisontaalselt jooksev pragu kogu ulatuses. Ka servapruss on raudbetoonist hiljem juurde ehitatud, et laiendada silla sõidutee osa 50 sentimeetrit. Servapruss on ühest otsast toetatud kividest laotud kaldasamba tiiva juurdevalatud betoonosale, teisest otsast raudbetoonist küljetiivale. Servaprussil esineb läbijookse, mis on lagundanud mõlemat küljetiiva ülemist osa. Servaprussist on tükid väljas ja sarrus paljandunud (Foto 36). Servaprussi ja tugiseina vahelise osa vahelt pudeneb välja sõidutee asfalt. Põrkepiirded puuduvad ning sild on tähistatud ühe tähispostiga. Olemas on metallist käsipuud, mis on roostes ja kinnitunud lagunevale servaprussile. Silla seisundiindeks on 80,85.



Foto 36. Ülenurme silla väljavool

5 HOOLDUST JA/VÕI REMONTI VAJAVAD SILLAD JA TRUUBID

Remondi nimekirjad on koostatud sildade ja truupide kohta eraldi. Pingerida on kokku pandud aastal 2022 hinnatud ja analüüsitud seisundiindeksite põhjal.

5.1 Sillad

Hinnati ja analüüsiti 86 silla seisundit, mis varasemalt oli liigitatud truubiks. Sildade remondinimekirja koostamisel on võrreldud sildade kõiki seisundiindekseid, et panna kokku lõplik remondinimekiri (Tabel 2).

Kuna truupide registrisse sattunud sildadel puudus nimi ja number, määrati neile sillale omaselt nimi ja number. Silla numbri valik sõltub maakonnast, kus sild asub ning nimi silla ümberkaudsete kohanimedega järgi. Monteeritavatest terasplaatidest torusildadele oli võimalik taastada vana silla nimi, kuna oli torusildu, mis oli ehitatud vanade sildade asemele ning oli võimalik taastada nende eelnevalt kasutatud silla nimi ja number.

Tabel 2. Sildade remondinimekiri

Tee number	Tee nimi	Algus-kilomeeter	Silla number	Silla nimi	Üldine seisundi-indeks
45	Tartu - Räpina - Värska	33,054	874	Kosova	55,60
4	Tallinn - Pärnu - Ikla	92,459	2400	Kotka	53,76
17177	Haljala - Käsmu	22,885	210	Koljaku	78,78
23198	Ala - Taagepera - Raiksilla	2,813	1031	Pilpa	78,29
22183	Luke - Unipiha	2,356	1809	Luke	65,81
2	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	261,501	963	Räpo	46,18
11260	Jõelähtme - Kemba	20,066	1289	Käru	63,37
18148	Maaritsa - Otepää	16,415	1029	Kunimäe	74,21
24162	Loodi - Helme	0,934	675	Sulaoja	70,06

Tee number	Tee nimi	Algus-kilomeeter	Silla number	Silla nimi	Üldine seisundi-indeks
92	Tartu - Viljandi - Kilingi-Nõmme	118,235	2404	Rahumere	76,77
6	Valga - Uulu	28,109	1032	Piima	81,98
21102	Mustjala - Kihelkonna - Tehumardi	8,093	1051	Männiku	79,51
16185	Hanila - Hõbesalu	12,528	812	Muriste	64,28

5.2 Truubid

Truupide remondi nimekirjas on kõik ainult truubina hinnatud konstruktsioonid (Tabel 3). Nendeks on tsingitud või polümeerkattega keerdõmblusega terasest ümartorud, raudbetoonlülidest ning plastikust truubitorud. Remondinimekirja koostamiseks on pingeritta pandud truubid nende analüüsitud seisundiindeksite põhjal ning pingereas ettepoole on toodud truubid, mille truubitoru seisukord on halb ning nad vajaksid välja vahetamist esmajärjekorras. Seisundihinde esimene number näitab ära voolusängi seisukorra ning selle põhjal saab teha teha järelduse, milliste truupide voolusängi tuleks setetest puhastada. Setetest puhastamist vajavad kõik truubid, mille seisundi hinde esimene number on 2, 3 või 4. Seisundiindeksi järgi koostatud pingerida näitab ära, millised truubid vajavad esmajärjekorras truubitoru või torude välja vahetamist või remonti.

Viljandi – Rõngu maanteel kilomeetril 49,548 asuval truubil vajavad remonti truubi päised ning voolusäng setetest puhastamist, kuid truubitoru remonti ega väljavahetamist ei vaja. Kõik ülejäänud remondinimekirjas olevad truubid vajavad täielikku väljavahetamist. Remondinimekirjas olevad truubid on kõik raudbetoonlülidest truubid.

Tabel 3. Aastal 2022 hinnatud truupide remondinimekiri

Tee number	Tee nimi	Alguskilomeeter	Avade arv	Truubi läbimõõt, m	Seisundi hinne	Seisundi-indeks
1305	Võrnu ühendustee	0,027	2	1,0	444	400
46	Tatra - Otepää - Sangaste	34,510	1	1,0	444	400

Tee number	Tee nimi	Alguskilo-meeter	Avade arv	Truubi läbimõõt, m	Seisundi hinne	Seisundi-indeks
45	Tartu - Räpina - Värskä	27,490	2	1,6	244	360
13145	Hiiemetsa - Auvere	5,190	1	1,6	144	340
5	Pärnu - Rakvere - Sõmeru	133,210	3	1,5	144	340
15126	Ambla - Tamsalu	0,700	3	1,5	144	340
22269	Sooru - Kure	1,479	1	1,5	144	340
15172	Kolu - Jändja	2,569	3	1,5	234	310
9	Ääsmäe - Haapsalu - Rohuküla	5,699	3	1,0	234	310
1	Tallinn - Narva	163,804	2	1,6	333	300
18243	Niitsiku - Võmmorski	0,316	3	1,5	244	300
17176	Viitna - Koljaku	9,763	2	0,9	133	260
2	Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	196,483	2	1,6	224	260
52	Viljandi - Rõngu	49,548	1	1,8	314	230

KOKKUVÕTE

Aastal 2022 tehtud truupide ülevaatuste tulemusi analüüsidest selgus, et suur hulk silla elementidega konstruktsioone oli liigitatud truubiks, ainult seetõttu, et nende piki tee telge mõõdetud pikkus oli alla kolme meetri. Silla elementidega truupide seisund oli kehv, kuna nende korrashoiule ei olnud varasemalt piisavalt tähelepanu pööratud, sest määruste kohaselt ei ole vaja truupide seisundit regulaarselt kontrollida. Varasemalt oli jälgitud riigiteedel truupide voolusängi seisundit - kas esineb setteid ning kui suurel hulgal, kuid konstruktsiooni enda seisund oli jäänud tagaplaanile.

Et hinnata truupide seisukorda ja teha kindlaks, kas silla truubist eristamine on pikkuse järgi piisav loodi truupide hindamise süsteem, mis võimaldaks täpsemini hinnata truubi kõikide elementide seisukorda. Loodud hindamissüsteemi on võimalik kasutada ka edaspidi truupide seisundi hindamiseks, juhul kui on vaja täpsemat informatsiooni truubi seisukorra kohta.

Ülevaatuste käigu selgus, et truupide registris oli sildu, mis olid oma pikkuselt kolm meetrit või rohkem. Silla pikkust on arvestatud vahepeal kaldasammaste esiseinte vahelisest kaugusest ning kui see mõõdetav pikkus oli alla kolme meetri siis liigitati selline sild truupide hulka ning kui hakati mõõtma silla pikkust kaldasammaste riiglite tagaseinte tagant siis oli jäänud osa sildu eelnevalt mõõdetud mõõdu järgi juhusliku vea tõttu truubiks.

Selgus, et truupide korrashoid vajab edaspidi suuremat tähelepanu. Konstruktsioonide juures võis märgata võsa ja/või puude kasvamist truubitoru nõlvakindlustustel ja truubitoru servades, mis oli kaasa aidanud truubitoru päiste kiiremale lagunemisele. Varasemalt truubiks liigitatud sildade betoon oli lagunenenud mitmel sillakonstruktsioonil, ka sellele oli lagunemisele oli kaasa aidanud võsa või puude kasvamisest otse konstruktsioonide peal.

Ülevaatuste tulemuste analüüsi järeldus on, et silla truubist eristamine pikkuse järgi ei ole piisav, sest ava pikkuse järgi liigitades trupe ja sildu, liigitub osa sillakonstruktsioone truupideks ning kuna truupide arv riigiteedel on suur võivad sillakonstruktsioonid truupide hulgas jääda õigeaegse hoolduseta.

Kui määruse kohaselt on hetkel sild üle kolme meetri pikkusega, truup alla kolme meetrise läbimõõduga, siis edaspidi võiks sildu truubist eristada konstruktsiooni järgi. Edaspidine liigitus võiks olla järgnev:

- Sild on seinte, võlvi ja laega konstruktsioon, mille puhul toimub jõudude koondamine konkreetsetesse arvutatavatesse piirkondadesse. Sildadele omased elemendid on veel vuugid, tugiosad, veeviimariid, hüdroisolatsioon ning monteeritavad terasplaadid.
- Truup on sümmeetrilise läbimõõduga lülidest või pideva tootmise toimega rajatud elementidest konstruktsioon, mille puhul toimub jõudude ümbersuunamine kogu perimeetri ulatuses. Truubitoru materjaliks on üldjuhul betoonlülid, plastik või keerdõmblusega teras. Truupi iseloomustab kõige paremini kogu ümbermõõdu ulatuses ühtlase ja jätkuva materjali kasutamine. [22]

Aastal 2022 loodud truupide hindamissüsteemi abil oli võimalik võrrelda hinnatud truupide seisundit, kokku panna truupide remondinimekiri ning oli võimalik kõikide hinnatud truupide hulgast leida ka truubid, millel oli vaja ainult hooldustöid teha. Uut truupide hindamissüsteemi on võimalik kasutada ka edaspidi juhul kui on vaja detailsemat informatsiooni truubi konstruktsioonide seisundi kohta.

SUMMARY

The topic of this thesis is *Classification of Watercrossings and Their Condition on Estonian National Roads*. A bridge and a culvert are two different structures, the tasks of which are largely similar. The terms bridge and culvert are defined differently in each country. In Estonia, a bridge is distinguished from a culvert by the size of the span. The purpose of this paper is to determine whether the Regulation “Requirements for the condition of roads” of the Republic of Estonia has sufficiently clearly distinguished a culvert from a bridge. Currently, according to the “Requirements for the condition of roads”, “a bridge is a single or multi-span civil engineer work along which a road runs over a water obstacle and which has at least one clear span of three meters or more in length.”

According to the “Quality requirements for the building of roads” and the road design standards, a culvert is a “civil engineer work in the road embankment for the passage of water or animals underneath the road, the diameter of which is less than three meters.” In both regulations, a culvert is also considered a bridge.

A clear distinction between a bridge and a culvert is important because according to the “Requirements for the condition of roads”, the owner of the road is obligated to check the condition of the bridge once every three years during general inspection.

A number of requirements have been established for a bridge with regard to the condition of the structures. There is no requirement for culverts that would oblige the owner of the road to check its condition in such detail.

The final paper gives examples of how and on what grounds foreign countries classify bridges and culverts and explains how culverts and bridges are currently defined in Estonia. In order to identify how to classify culverts with bridge elements that are currently grouped under culverts because the length of their span is less than three meters and how many such structures there are on national roads, they were inspected where all elements of the structure were noted and important characteristic parameters were measured. During the inspections, the condition of the civil engineer works was also inspected.

Analysing the results of the inspections of culverts carried out in 2022 revealed that a large number of structures with bridge elements had been classified as culverts only because their length was less than three meters. The condition of culverts with bridge elements was poor because not enough attention had been paid to their maintenance in the past because according to the regulations, it is not

necessary to regularly check the condition of culverts. Previously, the condition of the watercourse of culverts on national roads had been monitored – whether there was sediment and to what extent, but the condition of the structure itself had been overlooked.

It was revealed that the maintenance of culverts requires more attention in the future. At the structures, brush and/or tree growth could be observed on the culvert slope protection and culvert edges, which had caused culvert headwalls to disintegrate. At bridges previously classified as culverts, the concrete had disintegrated in several bridge structures due to the brush or trees growing directly on the structures.

The conclusion of the analysis of the inspection results is that distinguishing a bridge from a culvert based on length is not sufficient. While according to the regulation, a bridge is less than three meters long and a culvert has a diameter of less than three meters, in the future, bridges could be distinguished from culverts based on the structure. The future classification is as follows:

A bridge is a structure with walls, a vault and a ceiling in which forces are concentrated in specific calculated areas. Other elements specific to bridges are joints, support elements, water drains, waterproofing and/or corrugated steel plates.

A culvert is a structure made of segments of symmetrical diameter or built through continuous production in which forces are diverted along the entire perimeter. The material of the culvert is generally concrete segments, plastic, or helical welded steel. A culvert is best characterised by the use of uniform and continuous material around the entire circumference.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] „Tee seisundinõuded,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/115072015013?leiaKehtiv>. [Kasutatud 11 märts 2023].
- [2] „Tee ehitamise kvaliteedi nõuded,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/107082015001?leiaKehtiv>. [Kasutatud 11 märts 2023].
- [3] M.-. j. Kommunikatsiooniministeerium, „Maanteede projekteerimismid,“ 2015. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 11 märts 2023].
- [4] P. TC, „Bridge stock survey,“ 2022.
- [5] N. Z. Goverment, „Bridge Manual,“ 2022. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 11 märts 2023].
- [6] N. Z. Goverment, „Bridges and other significant structures inspection policy,“ 2022. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 11 märts 2023].
- [7] Trafikverket, „Avvattning, Dimensionering,“ 2022. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 11 märts 2023].
- [8] Trafikverket, „Inspektion av bro och övriga,“ 2021. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 11 märts 2023].
- [9] S. vegvesen, „Bruprosjektering,“ 2015. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 11 märts 2023].
- [10] S. vegvesen, „Vegbygging,“ 2018. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 11 märts 2023].
- [11] O. Organisations, „Design of outfall and culvert details,“ 2021. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 11 märts 2023].
- [12] U. D. o. Transportation, „Specifications for the National Bridge Inventory,“ 2022. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 11 märts 2023].
- [13] „Tee projekteerimise normid ja nõuded,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/26215>. [Kasutatud 11 märts 2023].
- [14] „EVS-EN 1990:2002+NA:2002,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evs.ee/Download/ViewBrowsingServiceSubscription?productId=28161&language=EstonianLanguage>. [Kasutatud 20 märts 2023].
- [15] R. E. AS, „Sildade hüdroisolatsiooni ja kaitsekihi,“ 2009. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 20 märts 2023].

- [16] „Riigiteedel terasprofiilist truupide ja sildade,“ 2017. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 20 märts 2023].
- [17] T. Tehnikakõrgkool, „Terastoru truupide projekteerimise, ehitamise ja hooldamise juhend metsateedel,“ 2016. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 20 märts 2023].
- [18] Maanteeamet, „Riigiteedel terasprofiilist truupide ja sildade projekteerimise ja ehitamise juhend,“ 2017. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 20 märts 2023].
- [19] Transpordiamet, „Teetööde tehnilised kirjeldused,“ 2019. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 20 märts 2023].
- [20] C. s. p. institute, „Handbook of Steel Drainage and Highway Construction,“ 2007. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 20 märts 2023].
- [21] „Google MyMaps,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.google.com/maps/about/mymaps/>. [Kasutatud 2022].
- [22] Transpordiamet, „Kus lõpeb truup ja kust algab sild?,“ *Teejuht*, nr 5, pp. 66, 67, 2023.
- [23] K. Helgand, „Monteeritavate terastorusildade tehnilise seisukorra hindamine riigiteedel,“ Tallinna Tehnikakõrgkool, Tallinn, 2021.
- [24] „Veeseadus,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/122022019001?leiaKehtiv>. [Kasutatud 20 märts 2023].

LISAD

Lisa 1. Näiteid erinevatest truupide ja torusildade materjalidest

Lisa 2. Päise elemente selgitavad fotod

Lisa 3. Silla või truubi tähistus

Lisa 1. Näiteid erinevatest truupide ja torusildade materjalidest



Foto 1. Monteeritavatest terasplaatidest torusild



Foto 2. Keerdõmblusega terastruup



Foto 3. Raudetoon lülidest truup



Foto 4. Kividest laotud võlv



Foto 5. Polümeerkattega terastruup



Foto 6. Plastiktruup



Foto 7. Muu materjal

Lisa 2. Päise elemente selgitavad fotod



Foto 1. Lehterpäis



Foto 2. Portaalpäis



Foto 3. Tugisein



Foto 4. Päiseta lõigatud



Foto 5. Päiseta lõikamata



Foto 6. Betoonest kraavipõhja kindlustus



Foto 7. Looduskivist kraavipõhja kindlustus

Lisa 3. Silla või truubi tähistus



Foto 1. Tähistamata truup



Foto 2. Tähispostidega tähistatud truup



Foto 3. Sillakonstruktsioon tähistatud liiklusmärgiga 686