



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Ehituse ja arhitektuuri instituut

**TRUUPIDE ELUEA JA SEISUKORRA JÄLGIMINE
IDA-HARJU HOOLDEPIIRKONNA NÄITEL**

**MONITORING THE LIFESPAN AND CONDITION
OF CULVERTS IN THE IDA-HARJU MAINTENANCE
DISTRICT AS AN EXAMPLE**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Juri Šarkov

Üliõpilaskood 110599EATI

Juhendaja: Olari Valter

Tallinn 2024

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

"....." 2024

Autor: Juri Šarkov
/ allkiri /

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele.

"....." 2024

Juhendaja: Olari Valter
/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

"....."2024

Kaitsmiskomisjoni esimees:

/ nimi ja allkiri /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina Juri Šarkov (sünnikuupäev: 15.12.1991)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Truupide eluea ja seisukorra jälgimine ida-harju hooldepiirkonna näitel“ mille juhendaja on Olari Valter,

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

_____ (kuupäev)

¹ Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingu tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtajaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.

Ehituse ja arhitektuuri instituut

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Juri Šarkov, 110599EATI

Õppekava, peeriala: EATI02/09 - Teedeehitus ja geodeesia

Juhendaja(d): lektor, Olari Valter, +372 5360 3049 (amet, nimi, telefon)

Lõputöö teema:

(eesti keeles) Truupide eluea ja seisukorra jälgimine ida-harju hooldepiirkonna näitel

(inglise keeles) Monitoring the lifespan and condition of culverts in the Ida-Harju maintenance district as an example

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Truubi määratlus ja eluiga mõjutavate peamiste defektide tuvastamine.
2. Ida-Harju hoolduspiirkonna korrashoiulepingu analüüs.
3. Põhimõisted ülevaatustest ja meetodite rakendamine Ida-Harju hoolduspiirkonnas.

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	75% Teoreetilise osa valmis, andmete kogumine	25.04.2024
2.	95% valmis, lõputöö kaitsmistaotluse esitamine	06.05.2024
3.	Töö valmis, ettevalmistused kaitsmiseks, töö esitamine retsenseerimiseks	20.05.2024
4.	Lõppkaitsmine	30.05.2024

Töö keel: Eesti keel

Lõputöö esitamise tähtaeg: 20.mai 2024.a

Üliõpilane: ".....".....2024.a

/allkiri/

Juhendaja: ".....".....2024.a

/allkiri/

Konsultant: ".....".....2024.a

/allkiri/

Programmijuht: ".....".....2024.a

/allkiri/

Kinnise kaitsmise ja/või lõputöö avalikustamise piirangu tingimused formuleeritakse pöördel

SISUKORD

EESSÕNA.....	7
SISSEJUHATUS.....	8
1. ÜLEVAADE TRUUBI MÄÄRATLUSEST JA HETKE SEISUKORD	10
1.1 Teetruubi määratlus välisriikides ja Eestis	10
1.2 Eesti olukorraülevaade	13
1.3 Teetruubid maha sõitudel.....	15
2. TRUUPIDE LIIGID JA ELUIGA.....	18
2.1 Teetruupide eluiga ja materjalid	18
2.2 Batoon ja raudbatoon konstruktsioonidega truubid.....	20
2.3 Plastkonstruktsioonidest truubid	24
2.4 Teraskonstruktsioonidest truubid	26
2.5 Truupäised ja uhtekindel nõlvakindlustus.	29
2.6 Truupide ehitamine ja mõju elueale.....	33
3. RIIGITEEDE KORRASHOIULEPING	36
4. ÜLEVAATUSED JA SEISUNDI HINDAMISE PÕHIMÕTTED	39
4.1 Ülevaatus	39
4.2 Sagedus ja tüübid ülevaatest.....	40
4.3 Seisundi hindamine	41
4.4 Seisundiindeks.....	44
5. IDA-HARJU HOOLDEPIIRKONNA TRUUPIDE ÜLEVAADE	45
5.1 Ida-Harju hooldepiirkonna ülevaade	45
5.1.1 Riigiteede hoolde suvine seisunditase 3	48
5.1.2 Riigiteede hoolde suvine seisunditase 2	50
5.1.3 Riigiteede hoolde suvine seisunditase 1	51
5.2 Truupide ülevaatus protseduur.....	52
5.3 Ülevaatus tulemused.....	53
5.3.1 Truupide seisundi analüüs ja hinnangulised hinded.....	53
5.3.2 Tulemused seisundiindeksi alusel.....	57
KOKKUVÕTE.....	60
SUMMARY	62
KASUTATUD KIRJANDUS.....	64

LISAD	67
LISA 1. Betoonkonstruktsioonide struktuursete defektide hindamiskaala.....	68
LISA 2. Elastsete materjalide (gofreeritud teras, plastik) iseloomulike defektide hindamiskaala	69
LISA 3. Hüdrauliliste rikete ja elementide tulemuste hindamiskaala	71
LISA 4. Päiste, nõlvade ja katte defektide hindamiskaala	72
LISA 5. Ülevaatusleht truubi T11141 km 1,808	73
LISA 6. Ülevaatusleht truubi T11141 km 8,06.....	74
LISA 7. Ülevaatusleht truubi T11204 km 7,764.....	75
LISA 8. Ülevaatusleht truubi T11132 km 0,865.....	76
LISA 9. Ülevaatusleht truubi T11250 km 16,16.....	77
LISA 10. Ülevaatusleht truubi T11317 km 0,008.....	78

EESSÕNA

Magistritöö teema valik tulenes autori isiklikust huvist Eestis olevate teetruupide seisukorrast, nende uurimismetoodikatest ja võimalusest kasutada saadud kogemust oma edasises töös. Autor töötab EKT Teed OÜ teehooldus ettevõttes Teemeistri positsioonil, millest tingituna omab antud teemas praktilist kogemust alates 2022. aasta augustist.

Eestis on teetruupe enam kui 20 000 ja nad on teede taristu tähtsaks osaks, seega ei tohi neid tähelepanuta jätta. Hetkel puudub kahjuks juhend nende ülevaatamiseks ja samuti ei ole Teeregistris piisavalt infot, et anda head ülevaadet nende seisukorrast.

Töö käigus koguti infot erinevate teetruupide eluiga mõjutavate defektide ja teetruubi elementide hindamise metoodikate kohta. Põhjalikumalt uuriti kaalukoefitsientide ja seisundiindeksite (SI) rakendatavust ja kasutamise võimalust tuleviku seisundi prognoosimiseks. Metoodika toimimise demonstreerimiseks teostati truupide ülevaatused IDA-HARJU regioonis.

Töö autorina tahan tänada kõiki, kes andsid oma panuse käesolevasse töösse. Suurimat tänu avaldan juhendajale Olari Valterile tema osavõtu, teetruupide puudutavate konsultatsioonide ja samuti kannatuse eest. Lisaks tänan kolleege, kelle abi, nõuannete ja toetuseta poleks see töö valmis saanud.

Võtmesõnad: truubid, seisund hindamine, ülevaatus, hooldus, kasutusiga

SISSEJUHATUS

Analoogselt teiste rajatistega muutuvad ka truubid ajapikku kasutuskõlbmatuks. Nende konstruktsioonide kahjustumist võivad põhjustada mitmed tegurid, sealhulgas ebapiisav tehniline hooldus. Peamine probleem seisneb truupeid seisukorra hindamises, mille alahindamine põhjustab sageli ka avariolukordi.

10.01.2024 seisuga oli Eesti riigiteedel 20 694 teetruupi, millest 4730 kohta on Teeregistris väär või puuduv informatsioon [10]. Edasise amortiseerumise vältimiseks on vajalik investeerida truupeid hooldusesse, kuid ressursside efektiivseks jaotamiseks on vajalik ajakohane ja terviklik andmesüsteem.

Käesoleva lõputöö peamine eesmärk on anda ülevaade Eestis asuvatest truupeidest, tutvustada ja analüüsida uusi hindamismetoodikaid ja lähenemisi ning teostada näidisülevaatused. Lõputöö on jaotatud viieks peatükiks, millele eelneb sissejuhatus ja järgneb kokkuvõtte koos järelduste ja soovitustega.

Esimeses peatükis antakse ülevaade sellest, mis on truubi tähendus rahvusvahelises praktikas ja milliseid definitsioone kasutatakse Eesti normides ja standardites. Samuti on tehtud üldine analüüs truupeid seisundist ning toodud välja peamised probleemid, mis on seotud andmete puudulikkuse või puudumisega Teeregistris.

Teises peatükis antakse ülevaade truupeide iseloomulikest defektidest ja kahjustustest, mis mõjutavad nende eluiga. Erinevate juhendite analüüs võimaldas koostada nimekirja tüüpilistest defektidest ja kahjustustest. Lisaks analüüsiti erinevaid truubi materjale ja seisundit Teeregistri andmete põhjal, tuues välja kasutatavate materjalide peamised eelised ja puudused. Andmete põhjal töötati välja Kanadas kasutatava hindamispraktika põhjal seisukorra hindamise skaala.

Kolmandas peatükis käsitletakse riigiteede korrashoiulepinguid, milles analüüsiti truupeid hooldusega seotud põhipunkte ja tehti ettepanekuid kontrollide läbiviimise ajaliste intervallide kohta lepingutes.

Neljandas peatükis antakse ülevaade truupeid ülevaatuste põhimõtetest. Käsitletakse kehtivat hindamissüsteemi ja pakutakse välja alternatiivne süsteem, mis hõlmab konstruktsioonide seisundi analüüsi. Lisatud on seisundiindeksi (SI) arvutusprotsess, kus iga elemendi hinded korrutatakse vastavate kaalufaktoritega.

Viendas peatükis on analüüsitud 175 truupi, mille andmed koguti samuti töö raames näitlikustamaks süsteemi toimivust. Hinnangud on antud lõputöö käigus välja töötatud hindamise meetodi põhjal.

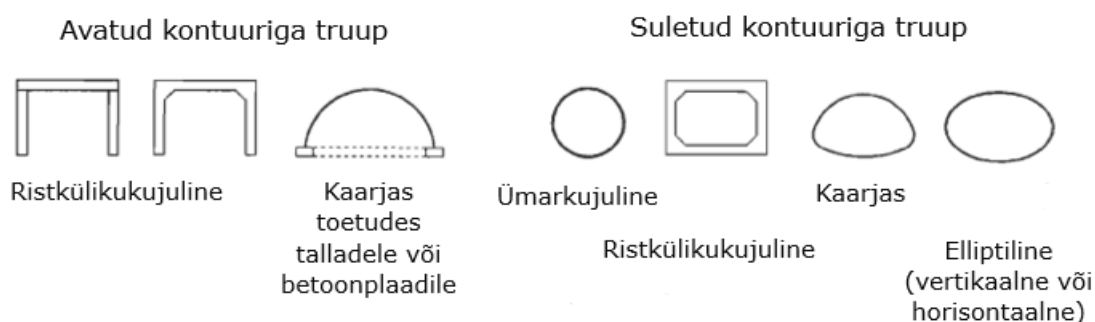
1. ÜLEVAADE TRUUBI MÄÄRATLUSEST JA HETKE SEISUKORD

1.1 Teetruubi määratlus välisriikides ja Eestis

Teetruupi määratluse mõistmine on vajalik ülevaatuste teostamiseks ja seisundi hindamiseks. Ülevaatajate jaoks on oluline selgelt eristada näiteks teetruubi mõistet sillast, et täpselt hinnata konstruktsioonelemente ja tagada nende seisundi õige hindamine. See aitab vältida võimalikke vigu tulemuste tõlgendamisel ja tagab ülevaatuste tõhususe. Rahvusvahelises praktikas kahjuks puudub ühtne arusaam sellest, kus lõpeb truubi mõiste ja algab silla mõiste.

Eri riikide juhendeid uurides oli kõige selgemini defineeritud truup Kanada osariigis Quebecis. Sealse Transpordiministeeriumi poolt välja antud juhendis "*Ouvrages d'art*", kirjeldatakse terminit "teetruup" kui väikese suurusega konstruktsiooni, mida kasutatakse vee läbipääsuks teekonstruktsiooni alt, mille sisemine puhas ava ei ületa 4,5 meetrit. See määratlus hõlmab truppe, mille puhas ava jääb vahemikku 0,3 m kuni 4,5 m. [1]

Joonisel 1.1 on näidatud kahte tüüpi teetruupe: suletud tüüpi teetruup ja avatud tüüpi teetruup. [1]



Joonis 1.1 Truupide tüübid ja vormid. [1]

Erinevalt Kanadast määratletakse Ameerika Ühendriikides truupi kui mis tahes konstruktsiooni, mida ei klassifitseerita sillaks ja mis tagab vee äravoolu teekonstruktsiooni alt. 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. Samuti võivad teetruubid olla konstruktiivselt sarnased sildadega, kuid nende üldine ulatus ei tohiks ületada 20 jalga (6,1 meetrit). Kui konstruktsioon koosneb mitmest torust ja nende laius ületab 20 jalga,

klassifitseeritakse see silla konstruktsiooniks vastavalt Rahvuslikele Sildade Inspektsiooni Standarditele (NBIS). [2]

Venemaa standardites ei ole määratletud kindlat suurusepiiri silla ja truupi vahel. Truupid ja väikesed sillad, mille sillaavaus on alla 25 meetri, liigitatakse väikesteks tehisehitisteks. Peamine erinevus väikese silla ja truupi vahel seisneb selles, et truup on rajatis, mis on mõeldud väikeste veekoguste läbilaskmiseks muldkehas tee alt, sellel on pealne mullakiht ja veevoolu põhjatasemel olev säng. [3]

Eestis vastavalt vanadele „*Maanteede projekteerimisnormidele*“ on truup vee või loomade tee alt läbijuhtimiseks tee muldkehas olev rajatis, mille läbimõõt on alla 3 meetri [4]. Uues, 17.11.2023 vastu võetud redaktsioonis „*Tee projekteerimise normid*“ kirjeldatakse truupi kui rajatist tee muldkehas tee alt vee läbijuhtimiseks [5]. Peamise erisusena pole uute reeglite alusel truubil suurusepiiranguid, seda võib esineda mitte-sümmeetrilisena ja omada looduslikku põhja. Antud standardis on samuti märgitud, et truubi projekteerimisel tagatakse truubi minimaalne läbimõõt ja truubi pikkus meetrites sõltuvalt liiklussagedusest [5]. Kahjuks ei võimalda selline terminoloogia täpselt kirjeldada truupi kui konkreetset ehitist kindlate konstruktiivsete karakteristikutega.

Kokkuvõtlikult võib järeldada, et truupideks liigitatakse kõik ümartorud, mille peamiseks materjalideks oli plastik, raudbetoon või keerdõmblusega (gofreeritud) teras. Teisisõnu truup on sümmeetrilise läbimõõduga, lülidest või pideva tootmise toimega rajatud elementidest konstruktsioon, mille puhul toimub jõudude ümbersuunamine kogu perimeetri ulatuses. [7]

Üheks oluliseks truubi omaduse kriteeriumiks on truubi ümber oleva täitematerjali vajadus. Ilma täitematerjalita ei ole võimalik truupi rajada, sest koormus jaotub ühtlaselt 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 õhnestamist truubi ümbruses. 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. [7] [8]

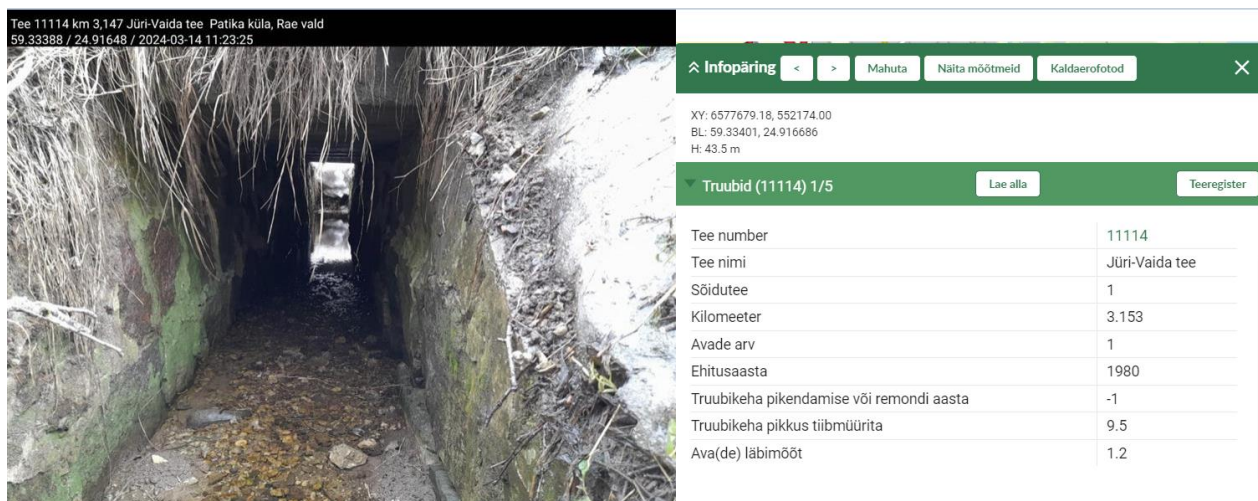
Truup projekteeritakse üldjuhul rõhuta töörežiimiga, mille puhul tagatakse maksimaalse arvutusliku veetaseme juures vaba ruumi vähemalt 25 protsenti truubi ristlõikepindalast. [5]

Tabel 1.1 esitab truupide minimaalsed diameetrid ja pikkused, mis sõltuvad liiklustihedusest. Tabelis toodud väärtused on ainult juhised. Truubi lõpliku diameetri ja pikkuse määramisel tuleb neid alati võrrelda arvatatud veevooluhulgaga, mis põhineb veekogumisala suurusel. [6]

Tabel 1.1 Truubi läbimõõt ja truubi pikkus meetrites olenevalt liiklussagedusest [6]

Liiklussagedus, sõidukit ööpäevas	Truubi pikkus	Truubi vähim läbimõõt
> 4000	> 20	1,2
	≤ 20	1,0
≤ 4000	> 15	1,0
	≤ 15	0,5

Lõpetuseks on vaja välja tuua ka silla definitsioon. Tegemist on konstruktsiooniga, mis koosneb seintest, võlvist ja/või laest ning kus toimub jõudude koondamine konkreetsetesse arvutatavatesse piirkondadesse. Seetõttu liigitatakse kõik sillaelementidega truupid, monteeritavad terasplaatidest torusillad, kividest laotud sillad, sillaelementidega pikendatud truupid ja lihttalakonstruktsiooniga konstruktsioonid sildadeks. [7]

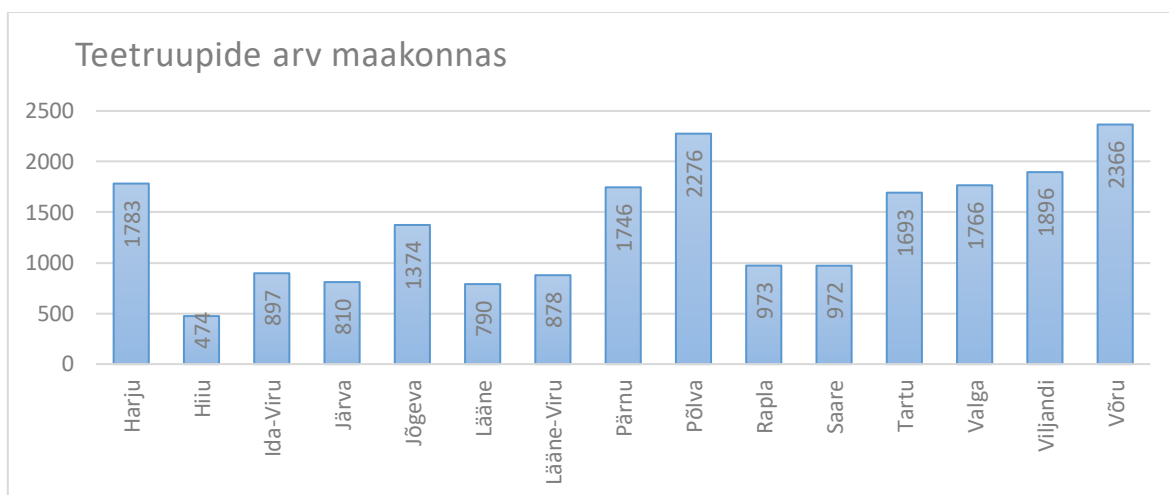


Joonis 1.2 Sillaelementidega truup, mille mõõtmed on 0,85 x 1 m (vasakul)(Autori erakogu), truubi inventariandmed (paremal) [10]

1.2 Eesti olukorraülevaade

Andmed on võetud allikatest 10.01.2024.

Eesti Transpordiameti vastutusalas olevate riigiteede kogupikkus on 16969 kilomeetrit, millest 1603 km on põhimaanteed, 2407 km tugimaanteed, 12528 km kõrvalmaanteed ja muud riigiteed, 147 km rambid ja ühendusteel ning riigi kergliiklusteed 284 km. [11] Vastavalt Teeregistri andmetele on riigiteedel kokku 20694 teetruupi, mahasõitude teetruupe arvestamata. [10] Sellest tulenevalt tähendab see, et ühe kilomeetri tee kohta on keskmiselt 1-2 teetruupi.



Joonis 1.3 Teetruupide arv maakondades [10]

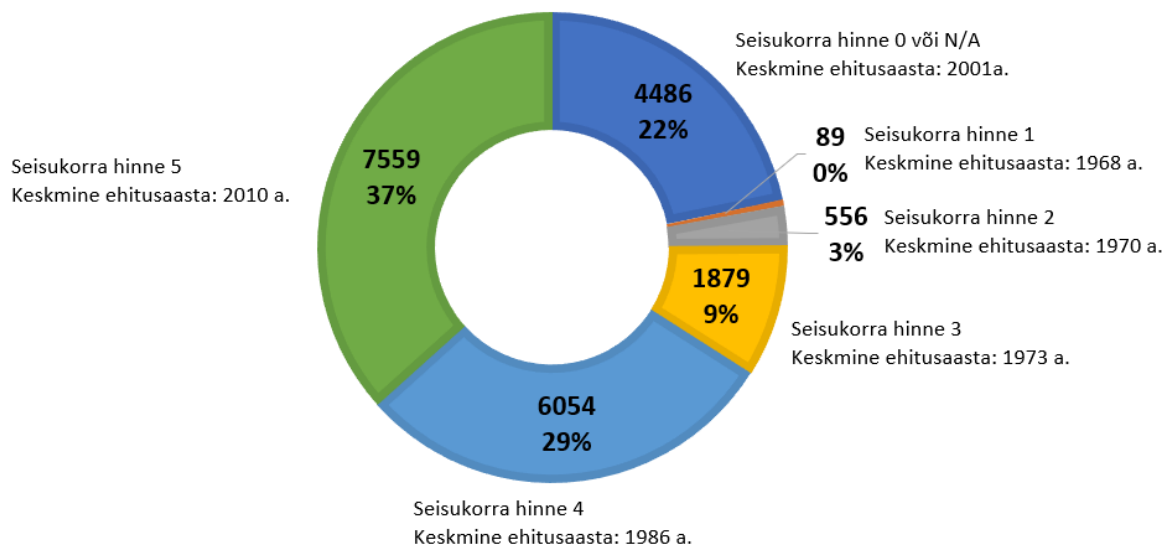
Teeregister on riigi infosüsteemi kuuluv andmekogu, mille eesmärk on teede kohta vajalike andmete töötlemine ja avalikustamine. Teeregistri vastutav töötleja on Transpordiamet. Teeregister on asutatud Vabariigi Valitsuse 28. juuli 2005. a määrusega nr 199 „Riikliku teeregistri asutamine ja registri pidamise põhimäärus. [9]

Teeregistri peamine eesmärk on toetada Transpordiametit teede varade haldamisel ja teehoolduse planeerimisel. Inventeerimisandmed truupide kohta hõlmavad:

1. Truubi asukohta, mis põhineb tee numbril, nimetusel ja kilomeetril.
2. Ehitusaasta ja pikendamise või remondi aasta.
3. Truubi karakteristikud, sealhulgas avade arv, pikkus, diameeter, materjal.
4. Truubi otsa kindlustused.
5. Seisukorra hinnang.

Andmed mida ei ole võimalik grupeerida, kirjutatakse märkustesse ja kui teave puudub, jääb lahtrisse „märketa“. Kui ehituse või remondi aasta on teadmata, kuvatakse number -1 või 0.

Teeregistis on Eestis tehniliselt rahuldava seisundiga 2524 truupi, mille hindamine on 3 või madalam, moodustades 12% koguarvust. Lisaks puudub hinnang ja seisunditeave 4486 truubi kohta, moodustades 22% koguarvust. Graafikul on näidatud truupide seisund ja keskmine ehitusaasta.



Joonis 1.4 Truupide arvu, nende keskmise seisukorra hinnangu ja ehitusaasta graafik [10]

Oluliseks probleemiks on andmete puudumine või nende ebapiisavus, mis raskendab tervikliku ja täpse ülevaate loomist truupide olukorrast. Näiteks on puudu andmed torude kõrgusmärkide (sisse- ja väljavoolu osade), toru kalde ja veevoolu suuna kohta. Kusjuures olemasolevate veekogude põhja kõrgus võib aasta jooksul muutuda kraavide setete tõttu. Tuleb üle toonitada, et teabe kogumine on väga oluline, sest see annab infot kahjustuste ja tõrgete kohta. Terviklik süsteem võimaldab tõhusalt andmeid töödelda ja anda sisendid hooldus- või rekonstrueerimistegevuste prioriteetsete kriteeriumide ülevaatamiseks.

Eesti truupide üldiseks probleemiks on aegunud hüdrauliline läbilaskvus. Muutused ümbritsevas maastikus ja äravoolutingimustes on suurendanud läbilaskevõime nõudeid, mistõttu on oluline truupe regulaarselt kontrollida, et tagada nende funktsionaalsed hüdraulilised omadused ja vastupidavus. Truubid on jaotatud kaheks asukoha järgi:

- Truubid põhitee muldes
- Truubid maha sõitudel

Põhitee muldes olevate truupide kohta on infot piisavalt kuid järgnevalt on selgitatud juurdepääsu tee truupidega seotud probleeme.

1.3 Teetruubid maha sõitudel

Andmed on võetud vastavalt korrashoiulepingu lisale 25 [28]

Ida-Harju hoolduspiirkonnas on registreeritud 5722 mahasõitu, millest 778 on varustatud teetruubiga [28]. Kuna tegemist on suure hulga truupidega, ei tohi neid tähelepanuta jätta, sest need mõjutavad tee toimimist ja korrasolekut olulisel määral. Mahasõidu truubid võimaldavad juhtida põhitee kraavidest pärit vett piki põhikraave kuni eesvooludeni. Sellised mahasõidud võivad olla peamiste teede ristmikud või lihtsad kinnistute juurdepääsud.

Truupide funktsioon seisneb põhikraavide jätkumises läbi mahasõidu, justkui mahasõitu poleks kraavi taksistamas. Kui see truup mingil põhjusel ei toimi, siis ei toimi ka tee ääres olev kraav, ega ka tee muldkeha ja kogu tee vastavalt planeeritud kujule. Nende väiksema läbimõõdu tõttu on truubid vastuvõtlikud kiirele ummistumisele, mis võib viia vee tungimiseni põhitee kihtidesse, nõrgestades neid ja põhjustades tõsiseid erosiooni- ja kandevõime probleeme.

Joonisel 1.5 on kujutatud truup, mis ei täida oma funktsioone täieliku ummistuse tõttu. Truubi läbimõõt on 300 mm ja see on valmistatud asbesttsemendist. Truup takistab veevoolu kraavis, mille tulemusena võib vesi hakata üle voolama kas erateest või peateest.



Joonis 1.5 Mahasõidu truup T11134 km 5,284. Mahasõidu kasutusotstarve - elukohta sissesõit. (Autori erakogu)

Üleujutusvesi imbub külmadesse jäätunud teekonstruktsioonidesse, kus võivad tekkida jääläätsed, põhjustades diferentsiaalset külmakerkimist. Külmakerkimine tekib sageli lühikese perioodi jooksul kevadel, kui lumi hakkab sulama. Sel ajal on teekonstruktsioonid veel külmunud ja vee imbudes nendesse põhjustab see diferentsiaalset külmakerkimist. Teine risk kõrge veetasemega kraavis on pinnase erosioon, mis võib põhjustada teepenarde ja nõlvade deformatsiooni. [12]

Vanemas versioonis „Maanteede projekteerimishormidele“ ei olnud piiranguid truubi diameetri osas, [4] kuid uues, 17.11.2023 vastu võetud redaktsioonis „Tee projekteerimise normid“ on ette nähtud, et kinnistu juurdepääsutee alla projekteeritaval truubil peab olema vähemalt 0,4-meetrine läbimõõt. [5] Kahjuks ei ole võimalik truupi vaadelda kui eraldiseisvat konstruktsiooni, sest enamasti on see osa terviklikust omavahel ühendatud kraavide võrgustikust. Seetõttu ei ole standardsete diameetrite määramine töö autori jaoks selgelt põhjendatud. Kui kraav on projekteeritud vastavalt vooluhulgale siis peaks ka truup selle kraavi peal olema projekteeritud vastavalt vooluhulgale.

Lõputöö raames tehtud ülevaatused (Peatükk 5) näitasid samas, et 0,4 meetri minimaalse läbimõõdu määramine põhjendatud, kuna väiksema läbimõõduga truupid on suuremal määral ummistumisele vastuvõtlikud.

Teeregistris klassifitseeritakse mahasõit kui eraldi ehitis riigimaanteedel. Mahasõit on määratletud kui sõiduteega külgneva kinnistule, sealhulgas parklasse, õue, puhkekohta, põllule, metsa, heinamaale ja muule teega külgnevale alale viiv tee, mis ei läbi kinnistut. [4] Uues redaktsioonis „Tee projekteerimise normid“ on termin mahasõit asendatud terminiga juurdepääsutee. Kinnistule juurdepääsutee on ristmikuga liituv tee, mis on ette nähtud teega külgnevate kinnistute teenindamiseks ja mille liiklussagedus on kuni 20 sõidukit ööpäevas. [5]

Truup on mahasõidu üks osa ja kahjuks märgitakse Teeregistris selle olemasolu ilma spetsiifiliste omadusteta. Nagu varem mainitud, on truup oluline element ja sõltumata selle asukohast, tuleb seda projekteerida ja hooldada kehtestatud normide ja standardite kohaselt.

Mahasõidu, sealhulgas truubi, ehitab kinnistu omanik kelle maale juurdepääsutee suundub. Pärast teostatud tööde vastuvõtuakti allkirjastamist läheb see üle Transpordiameti haldusesse.

Parandamine, asendamine, hooldamine ja perioodiline puhastamine juurdepääsutee truupidele kuulub tavapärase ülesannete hulka Riigiteede Korrashoiulepingu raames.

Probleem tekib, kui registris puudub täpne truubi asukoht (koordinaadid, truubi aadress) ja vajalik teave. Samal ajal ei ole mahasõiduteede teave alati usaldusväärne, näiteks on olemas liigsed truubid võrreldes tegelikkusega.

Tee 11134 km 4,28 Raudoja - Vikipalu - Kehra Vikipalu küla, Anija vald
59.34159 / 25.4261 / 2023-04-16 16:33:22



Joonis 1.6 Mahasõidu truup T11134 km 4,28. Puudub inventariandmebaasist (Autori erakogu)

Üheks parandusettepanekuks oleks määrata eraisiku, kelle kinnistule juurdepääsutee piirneb, kohustuseks hoolitseda truubi eest või teavitada hooldusfirmat võimalikest probleemidest. Kuna vastutus on jagatud, siis alternatiivselt võib selle ka hoolduslepingusse lisada, sest kehv truup seab ohtu tee toimivuse ja püsivuse ning sellisel juhul ei ole tee seisundi tagamine teehooldajal võimalik, kui truubi eest vastutab kinnistu omanik

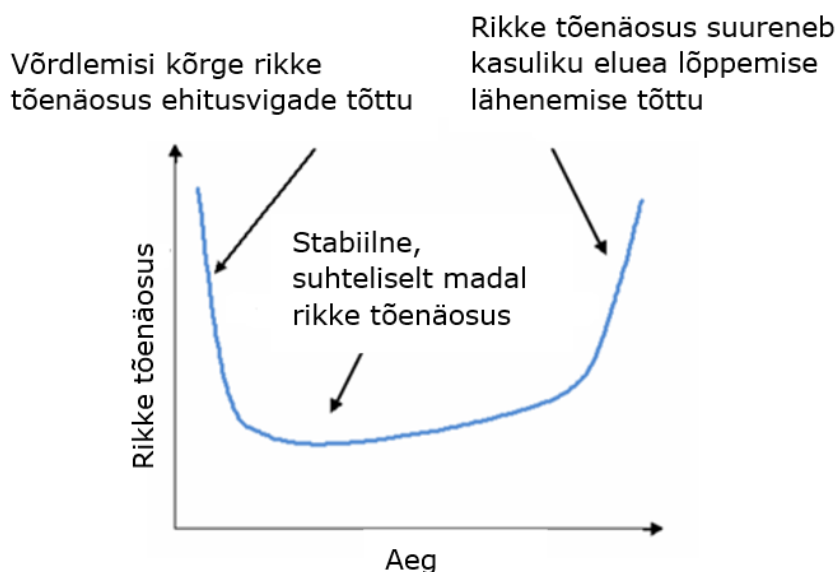
2. TRUUPIDE LIIGID JA ELUIGA

2.1 Teetruupide eluiga ja materjalid

Arvutatud teetruupide eluiga peab olema pikem kui tee muldkeha eluiga. Muldkeha eluiga tuleb arvestada vähemalt 50 aastat ja aluspinnase tugevdamise tehniliseks elueaks 100 aastat. Seega on teetruupide kasutusiga mitte vähem kui 50 aastat. [8]

Truupide kasutusiga sõltub kasutatava materjali tüübist, keskkonna- ja maastikutingimustest ning tehnilise hoolduse sagedusest ja tasemest. Tavaliselt varieerub truupide nominaalne kasutusiga 30 kuni 100 aasta vahel, sõltuvalt laialdaselt kasutatavatest materjalidest. Truupide tegelik kasutusiga tihti lühem, mõjutatuna keskkonnatingimustest ja puudulikust tehnilisest hooldusest.

Vanuse, seisundi ja riketega seotud funktsiooni nimetatakse vannikõveraks või "Bathtub Curve". Illustratiivne graafik (Joonis 2.1) näitab, kuidas teetruup käitub aja jooksul, ja iga konkreetse juhtumi puhul võib see erineda.

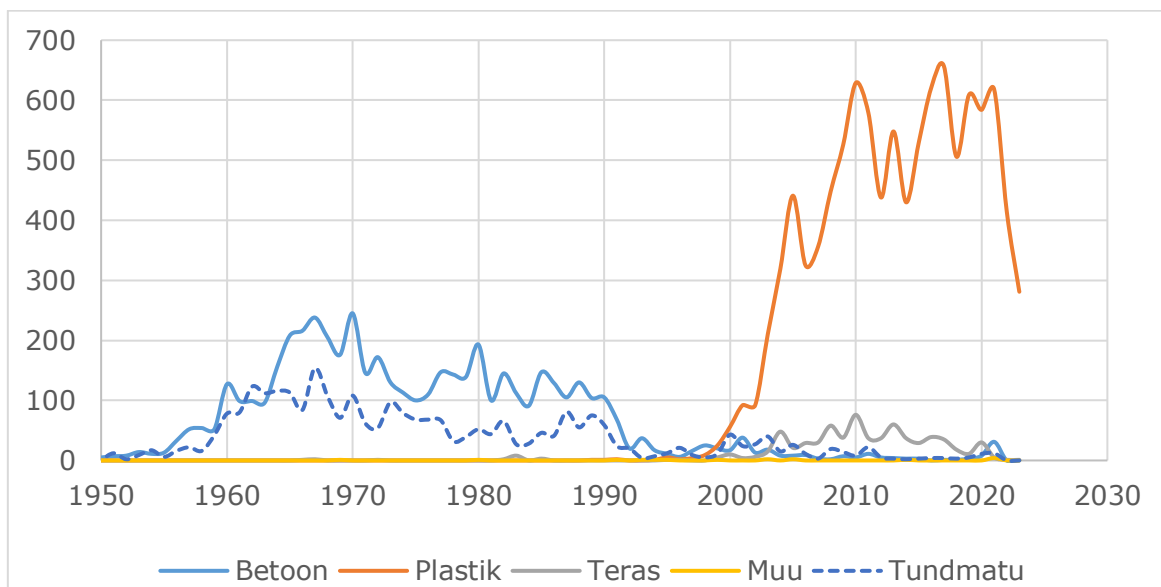


Joonis 2.1 Vannikõveraks või "Bathtub Curve" [13]

Kõvera algusosas on näha varase arengu ebaõnnestumisi, mis on peamiselt tingitud ehitusest ja valmistamismaterjalidest. Kasutusperioodi keskel on ebaõnnestumise määr tavaliselt madal. Sel perioodil võivad ebaõnnestumised tuleneda teguritest nagu liikluskoormuse ületamine, vee, libedusetõrjevahendite ja saasteained. Kasutusea lõppedes suureneb teetruupide ebaõnnestumise määr eksponentsiaalselt, kuna igal materjalil on oma piir. [13]

Eestis kasutatakse kolme põhilist materjali, millest valmistatakse teetruupe, millel on oma ekspluatatsiooniaeg:

- Batoon/raudbetoon
- Plastik
- Gofreeritud teras (laineline)



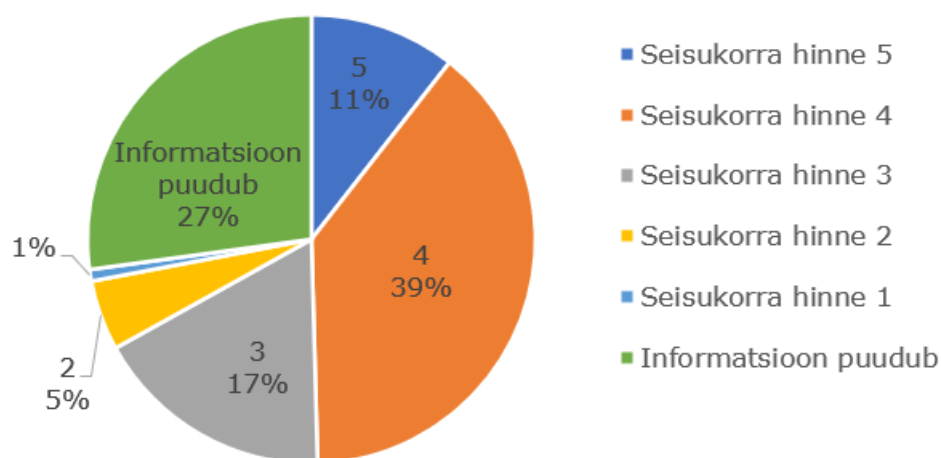
Joonis 2.2 Graafik, mis näitab erinevatest materjalidest truupide ehitamise aastate järgi kogust [10]

Graafikul on kujutatud materjalide prioriteetide muutused viimase 70 aasta jooksul. Selle graafiku põhjal võib järeldada, et enamik betoonist truubid lähenevad oma elutsükli lõpule ja vajavad põhjalikumat inspekteerimist või asendamist. Viimase 20 aasta jooksul on laialt levinud plastik- ja metalltruubid. Lisaks sellele puudub Teeregisteri inventuuris enamikul teetruupidel materjali tähistus, mis raskendab põhjalikumat analüüsi.

Truubi kontrollimine eeldab oskuste, teadmiste ja kogemuste kombinatsiooni, nõudes sügavaid teadmisi materjalide tüüpidest, samuti mõistmist seoses kontrollitava truubi tüübi projekteerimise ja paigaldamise kriteeriumitega. Järgnevates jaotistes vaadeldakse iga materjali ja selle elutsükli üksikasjalikumalt.

2.2 Betoon ja raudbetoon konstruktsioonidega truubid

Eestis on teadaolevatel andmetel olemas 5970 betoonist teetruupi. Graafik (Joonis 2.2) näitab, et enamuse Eesti betoonist teetruupe ehitati aastatel 1950 kuni 1990. Tegelik kogus ei ole kehtiv, kuna samal perioodil on ehitatud 2438 teetruupe teadmata materjalist. Analüüsidest olemasolevaid andmeid, ehituse haripunkt oli aastatel 1965–1980, moodustades 2680 teetruupi ehk 45% koguarvust. Seega on enamuse Eesti teetruupe keskmise vanusega 61 aastat. Betoonist teetruupide ehituse maht on oluliselt vähenenud pärast 1990. aastat, uute materjalide, nagu plastik ja gofreeritud teras, turuletuleku tõttu.



Joonis 2.3 Betoonruupide seisundi graafik. Andmed on võetud Teeregistrist [10]

1950. aastast kuni 1990. aastani ehitati teetruubid standardjooniste ja ehitusnormide SNiP II-D.7-62 [30] kohaselt, hiljem kasutati kogu Nõukogude Liidu territooriumil GOST 24547-81. [31] Standardsete ümarate teetruupide peamiseks suurusmaks on 0,5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5 ja 2,0 meetrit. Enne 1970-ndaid aastaid kasutati peamiselt lühikesi raudbetoonist truubi lülisid, mille pikkus oli 1 meeter. Eestis on kõige levinum teetruupide diameetrisuurus vahemikus 0,5 kuni 1 meetrit, moodustades 90% kõigist betoonruupide koguarvust.

Üheks peamiseks probleemiks betoonist teetruupide monteeritavatest sektsioonidest on nende vahelise kindla kinnituse puudumine. Iga teetruupi sektsioon toimib eraldi kehana konstruktsiooni sees. See võib kaasa tuua kõige tavalisemad rikked, nagu:

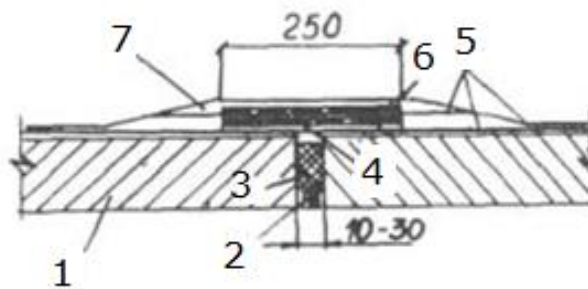
- Truubi keskosa lülide vajumine (langemine) koos truubi kraavi kumerprofiili moodustumisega. Märgatav lülide vajumine toimub aluspinnase niisutamisel (Joonis 2.4).
- Truubi otsmiste lülide väljaulatuvus, mis tekib mullastiku pundumise korral sektsiooni ümbruses.

- Lülide kaldenurk: pikisuunaline ja ristisuunaline. Lülide kaldenurgad tekivad ebavõrdsest vajumisest ja toru pikkuse ulatuses toimuvast külmumise paisumisest.
- Lülide lahku vajumine, mis viib õmbluste avanemiseni sektsioonide vahel, tekib suurte pikisuunaliste venitavate jõudude tõttu, mis tulenevad mulla horisontaalsest survest toru põhja tasapinnal. See avaldub kõige enam juhtudel, kui toru aluspind on külmunud ja sulanud, samuti suureneva koormuse tõttu nasva, mis on tingitud liikluse intensiivsuse suurenemisest ja autode massi muutusest.
- Deformatsioonivuukide hävimine sektsioonide ja lülide vahel, täitematerjali vajumine toru sisse.



Joonis 2.4 Betontruup T11281 km 8,933. (Autori erakogu)

Vastavalt standardprojektile 3.501-59 „NSVL Transpordiehituse Ministeerium“ kaetakse torude lülide või sektsioonide liitekohad mõlemalt poolt bituumeniga immutatud papiga (Joonis 2.5). Toru välispinnale kantakse papi peale kuum bituumenmastikskiht ja sellele kinnitatakse hüdroisolatsioonikiht, laiusega 25 cm, mida katab kuum bituumenmastiks. Toru siseküljel tihendatakse õmblus 3 cm sügavusele tsemendilahusega. [16]



Joonis 2.5 Betoonruupide ühenduskoht, millel on kogu pikkuses ühtlase paksusega seinad. [16]

Joonisel 2.5 on kujutatud standardne ühenduskoht lülidega, millel on ühtlane seinapaksus, kus:

1. Truubi külgnevad lülid
2. Tsemendimört
3. Bituumiga immutatud takk
4. Asbestobituumenmastiks
5. Asbestotsement- või asbestobituumenmastiks
6. Tugevdav materjal (džuutkangas)
7. Kaitsekiht kuumast bituumenmastiksist või betoonist tasanduskiht

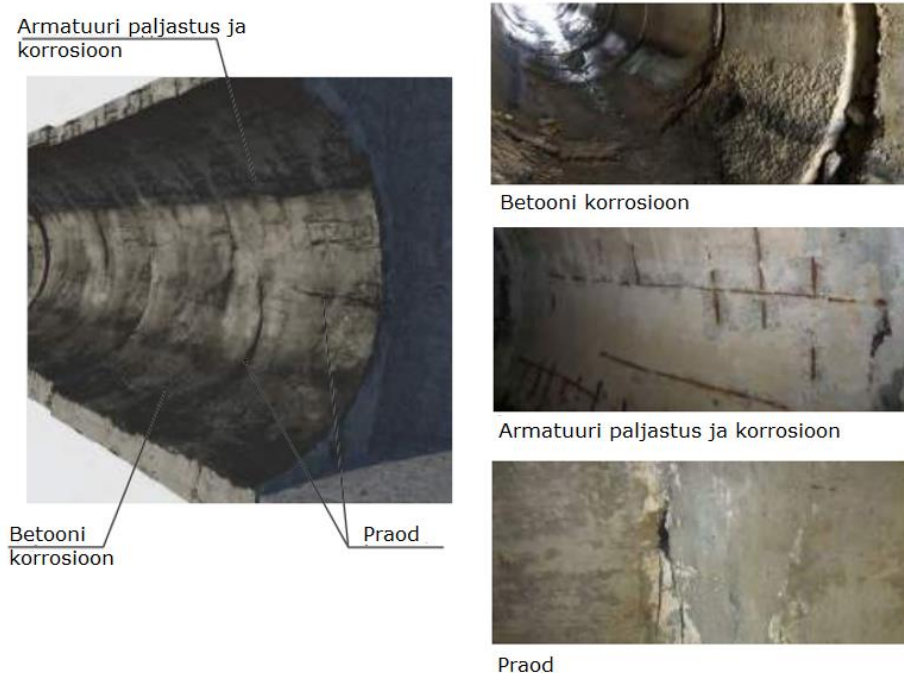
1960.-1970. aastatel viidi läbi tealuste truupide uuringud. Avastati, et bituumeni hüdroisolatsioon ilma kaitsekateteta (betoon, asfaltbetoon) laguneb 3-5 aasta jooksul, kaotades täielikult hüdroisolatsiooni omadused. Sellise hüdroisolatsiooni lagunemise peamiseks põhjuseks on biokahjustused. Mikroorganismid toituvad orgaanikast, st bituumen on neile toitainerikas keskkond. Armeeritud või peeneteralise betooniga kaitstud bituumeni isolatsioon kestab märkimisväärselt kauem, kuid mitte üle 15-16 aasta, eriti kohtades, kus kaitsekatetesse tekivad vältimatult praod. [15]

Selle tulemusena on aastatel 1950–1990 ehitatud betoonruupidel tüüpilised probleemid, ja nende oodatavaks elueaks ei saa pidada 50 aastat. See konstruktsioon on valmistatud mitte ainult betoonist, vaid ka teistest materjalidest, mille elutsükkel on lühem kui arvatud.

Betoonist truupi sektsioonide endi peal ilmnevad aja jooksul järgmised defektid:

- Truubi keha elementides võivad esineda pikisuunalised ja ristlõikelised praod, mis võivad olla pinnapealsed või sügavad.
- Truubi kehaelementide sise pinna kulumine, süvendid ja väljaspool olevate ja sisemiste kauside põhja kulumine, välis- ja sisemised pragunemised ning kulumised, mida põhjustab vee keemiline agressiivsus ja liikuvad esemed.

- Truubi hüdroerosioon, külmumisest tingitud tuulerosioon, jäide jne.
- Betooni küllastumise, tsemendikivi leostumise ja tsüklilise "betooni külmutamine - sulatamine" tagajärjel tekkinud kahjustused raudbetoonkonstruktsioonide kaitsekihil.
- Töö- ja konstruktsiooniarmeermise korrosioon, mis toimub betooni kaitsekihis esinevate pragude, kulumise ja kaitsekihi kahjustuste korral.



Joonis 2.6 Raudbetoonist truupide tüüpilised defektid 0

Kaasaegsed truubid valmistatakse sulundliitega, mida varasemalt praktiliselt ei kasutatud. Truubiühenduse tiheduse tagamiseks kasutatakse kummist tihendit. Sulundliide liidab truubid, välistades astmete tekke. Lisaks takistab see vee ja materjali erosiooni, isegi kui truubid liiguvad külmumise ja sulamise mõjul. Ühenduse kuju takistab betooniga kokkupuutest põhjustatud punktkoormust, tagades truubile parema vastupidavuse koormustele, nagu näiteks sõidukite koormused.

Betoonist teetruup vastab standardile EVS-EN 1916 100 aastat vastavalt betooni keskkonnaklassidele EVS-EN 206 XD3 ja XF4. Betooni tugevus peab olema vähemalt 40 MPa ning vee-tsementi suhe $\leq 0,45$.

Teetruupe oleks otstarbekas rajada kõrge liiklusintensiivsusega maanteedele, teedele seisundiklassiga 3 ja 4 ning transiitkoridoridesse, mille ava läbimõõt või laius ületab 1 meetrit.

Eelnevalt mainitu põhjal on koostatud betoonkonstruktsioonide struktuursete defektide hindamiskaala (LISA 1)

2.3 Plastkonstruktsioonidest truubid

50% kõikidest Eesti truupidest on valmistatud plastikust. Esimene truup paigaldati 1990. aastatel, mis tähendab, et paljud truubid ei ole veel oma eeldatavat kasutusiga ära teeninud. Seega on veel vara teha järeldusi nende käitumise kohta pärast 50-aastast ekspluatatsiooni. On oluline olla valmis selleks, et paljude samal perioodil ehitatud truupide vananemise tõttu võib tulevikus esineda rohkelt rikkeid. Truupide regulaarne kontrollimine ja hooldamine aitab ennetada ja tuvastada probleeme varases staadiumis, et säilitada nende turvalisus ja funktsionaalsus pikema aja jooksul.

Plasttruupide valmistamiseks kasutatakse materjali vastavalt standarditele SFS 5906 ja EVS-EN 13476, järgides truubi materjali standardi nõudeid:

- polüpropeen truubid (PP) EN 1852-1;
- polüeteen truubid (PE) EN-12666;

Plasttorude struktuurinõuded tugevusele teedel põhinevad rõngasjäikusel, mis tähendab konstruktsiooni võimet taluda maa all torule mõjuvat välist survet. Plasttorud liigitatakse vastavalt SFS 5608 standardile vastavalt rõngasjäikusele tugevusklassidesse A=16 kN/m², B=8 kN/m² ja C=4 kN/m², sõltuvalt paigalduskohast.

Vastavalt „Teetööde tehniline kirjeldus“, teekonstruktsioonidesse paigaldatavate truupide minimaalne nõutav rõngasjäikus on SN8 ja üle 6m täitel truubipinnal ringjäikuseks SN16. [8]

Plastikust truubid on paindlikud ja neid eelistatakse paljudes projektides nende madala tiheduse ja suhteliselt kõrge tugevuse tõttu (kõrge tugevuse ja tiheduse suhe). Plasttorusid peetakse tavaliselt teras- ja betoontorudega võrreldes vastupidavamaks, kuigi plasttorude veekindluse eluiga võib olenevalt objekti tingimustest ja paigalduse kvaliteedist oluliselt varieeruda. Hoolimata asjaolust, et PP ja PE torude kasutusiga on umbes 100 aastat, ei pruugi sellistest materjalidest valmistatud truubid sageli vastu pidada koormustsüklitele, külmutamis- ja sulatamistsüklitele ning otsesele päikesevalgusele nii pikka aega.

Enamikku plastmaterjale mõjutab päikese ultraviolettkiirgus. Plastkonstruktsioonide kahjustuste tunnused ultraviolettkiirguse toimel on visuaalselt märgatavad materjali erksa pleekimise või kirju välimuse järgi. Plastmaterjalide vananedes võivad nendes tekkida praod või lõhed, tavaliselt mööda liiteid. Needavad võivad võimaldada veel

tugevate sademete või täitematerjali infiltratsiooni. Plastmaterjalid on vastupidavad kulumisele, kuid kulumine võib ikkagi tekkida, millele tuleks tähelepanu pöörata. Plastist truupide suurim eelis on nende korrosioonikindlus ja samuti on plasttruupide eksploatatsioonieelisteks sade ja jää eemaldamine tänu siledale pinnale.

Aluspinnase on sängitusmaterjali struktuurse toe kaotus truubi all, ilmneb truubi all ja ümber olevate tühimike kujul, mis on tingitud truubi vee lekke ja täitematerjali sisseimbumise tagajärjel. Kõrge põhjavee tingimustes on kerged plastikust torud vastuvõtlikud üleslükkeprobleemidele ja võivad tõusta maapinnale.

Tabel 2.1 Plastikust truupide defektide tüübid ja nende põhjused [2]

Defekti tüüp	Kirjeldus	Põhjus
Pragunemine	Peamiselt ümbermõõdulised praod, mõnikord pikisuunalised, elliptilised (lokaalsete muljumiste ümber)	Aeglase pragude kasvu või kiire pragude leviku tõttu, mis on põhjustatud pikisuunalisest painutamisest profiilis, kõrgetest jääkpingetest pärast valmistamist, kohalikest muljumistest või ebaõigest paigaldusest
Paindumine, muljumine (lokaalne, üleüldine)	Ovaalsus, dimplid ja rõngasmuljumine, seinapurustus kevadjoontel, kõveruse pöördumine võlvi või põhjaosas	Vertikaalne (nt mullakoormus) koormus, survetugevused profiili seinte õhukestes elementides
Oksüdatiivne lagunemine	Muutused mehaanilistes omadustes (tõmbetugevus ja venivus) aja jooksul	Vanemine aja jooksul hapnikuga kokkupuute tõttu
Defektsed liitekohad	Eraldatud, joondamata liitekohad	Ebaõige paigaldus, õõnestamine, ebaühtlane täitematerjali vajumine või pinnase erosioon vee sisseimbumise tõttu truupi läbi avanenud liitekohad
Vajumine/kõrgenemine	Vertikaalne joondamatus liitekohtade vahel.	Ebaõige paigaldus, õõnestamine, ebaühtlane täitematerjali vajumine
Õõnestamine	tühimikud mullas truubi all ja ümber	Erosioon, vee väljavool, tagasitäitematerjali sisseimbumine truupi
Ujuvus	Kattemulla sügavuse vähenemine, toru ilmumine pinnale	Ülespoole suunatud jõud kergekaalulisel torul kõrge põhjavee taseme tingimustes

Eelnevalt mainitu põhjal on koostatud Paindlike struktuuride (gofreeritud teras, plastik) iseloomulike defektide hindamiskaala (LISA 2)

2.4 Teraskonstruksioonidest truubid

Teeregistri andmetel on Eestis 634 metallist truupi, mis moodustavad 3% kõigist truupest. Peamiseks diameetrik on 1 – 2,8 meetrit, millele vastab 449 truupi, moodustades 71% terastruupide koguarvust. [10]

Võrreldes teiste truupe materjalidega, omab teras suuremat plastilisust ja tõmbetugevust, mis võimaldab seda kasutada kõige erinevamate kujude ja suurustega truupe valmistamiseks. Terastoru tüüpe on mitu: ümartorud, ellipsid, torukaared, võlvprofiilid ja karpprofiilid. Juhist „Riigiteedel terasprofiilist truupe ja sildade projekteerimise ja ehitamise juhis“ on soovituslik kasutada projekteerides terastorusid, millel ava läbimõõt on vähemalt 1 meetri või rohkem, vajadusel võib juhist kasutada ka alla ühe meetri avade läbimõõtude puhul. [7] [20]

Truubi valikul tuleb arvesse võtta järgmisi aspekte:

- Truup on vastupidav külmakerkimisele.
- On võimalik valmistada pikki liideteta truupeid.
- Saavutatakse väike minimaalne katte sügavus.
- Kiire vool ja liiv kulutavad truubi katet.
- Korrosiooni mõju lühendab truubi kasutusiga.
- Tagasitõimistõid tuleb teostada ettevaatlikult, kuna mulla tugi on oluline koormuste kandmisel.

Tsingitud lainelistest terasplaatidest truupe ehitamiseks kasutatavad terasplaadid peavad vastama EN 10025 S 235 JR nõuetele. Autoteede truupeidel on väikseim lubatud lehtede paksus 3 mm, kui truubi läbimõõt on 2,5 m, ja 2,5 mm, kui truubi läbimõõt on < 2,5 m. Ühendamiseks kasutatavad mutrid ja poldid peavad vastama standardile EVS-EN 10204 ning nende korrosioonikaitse peab vastama standardile EVS-EN ISO 1461. [20]

2016. aasta juhendis „Teetõõde tehniline kirjeldus“ on märgitud, et plaatide tsingikihi minimaalne mass peab olema 980 g/m² tsinki mõlemal pinnal. [21] 2019. aasta aktuaalses versioonis selliseid piiranguid enam pole ja kõik sõltub projektist. [8]

Terastoru põhiline kaitsemeetod on tsinkimine. Kõik muud pinnakaitsekihid on täiendavad kaitsemeetodid, mille vajadus selgitatakse välja kasutuse arvutuste teel. Täiendavate kaitsemeetoditena kasutatakse geosüntetikat ja osalist värvimist, mille peamine eesmärk on vältida mehaanilisi kahjustusi ehituse ja kasutamise ajal. [20]

Vastavalt «Riigiteedel terasprofiilist truupide ja sildade projekteerimise ja ehitamise juhendile» on terastoru normaalne kasutusiga 50...100 aastat. Nõutav kasutusiga tuleb määrata projekteerimise tehnilises ülesandes, ja kasutusea kategooria määrab tellija. Kui projekteerimise tehnilises ülesandes pole märgitud teisiti, peab kasutusiga olema vähemalt 50 aastat. [20]

Juhendis on samuti konstruktsiooni kasutusaja (KI) määramisel on aluseks tingimusklassi (ki) määramine, kokku on neli klassi, mis võtavad arvesse konstruktsiooni keskkonnatingimusi, sealhulgas pinnase ja vee omadusi, kasutusotstarvet ja talihoolde iseärasusi. Arvesse võetakse ka iga eraldi kihi eluiga (T_i), lähtudes konstruktiivse materjali (teras) paksusest ja kaitsematerjalidest (tsingikiht ja lisakaitse). Valem näeb välja järgmiselt:

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

kus: z - tegur - (tehasevärvimisel 1,5; erijuhul objektil värvimisel 1,0)

Praktika näitab, et terastorudele mõeldud korrosioonivastased kattekihid ei taga piisavalt pikaajalist kaitset. Samuti peaks terase puhul tooma välja selle, et torusilla juhend hõlmab küll eluea arvutust, kuid see ei arvesta põhjasette liikumise ja kulutava toimega ning sealt kaob ära kogu see eluea arvutus oluliselt kiiremini, kui see esialgu tundus.



Joonis 2.7 Praod terasest truubi poldide ümber [27]

Goofreeritud terasest truubid, mis on kokku pandud poltühendustega, on alati tekkima pragusid poltide ümber. Plaatide poltide ümber võivad tekkida praod halva kvaliteediga kokkupaneku tõttu. See defekt võib kaasneda pikisuunalise või ristisuunalise deformatsiooniga suuremal või vähemal määral ning võib samuti otseselt nõrgendada truubi koormustaluvust. [27] Joonisel 2.7 on näidatud sellise defekti tüüpiline näide.

Tabel 2.2 Defektide tüübid terast truupeid ja nende põhjused [2]

Defekti tüüp	Kirjeldus	Põhjus
Korrosioon	Kaitsekatte delamineerimine, korrosioonilohud, läbistavad augud	Veetingimused, kus pH on alla 5,0 või üle 8,5
Abrasioon (kulumine)	Voolav vesi kulutab toru sisepinda, eriti alaosa	Voolav vesi sisaldab abrasiivseid setteid ja prahti.
Kuju moonutamine	Vajumine, lapikumaks muutumine, haripunkt, sümmeetria kadu	Liigne koormus ja/või ebapiisav tagasitäite tugi
Aluspinna kahjustamine (erosioonitühimikud)	Tühimikud mullas truubi all või ümber	Tagasitäitematerjali infiltratsioon truupi läbi korrodeerunud või puuduvate torusektsioonide põhjavee rõhu all
Defektsed liited	Lahknemise või joonduse kadumisega liitekohad, mis põhjustavad väljalekkimist ja infiltratsiooni	Vajumine, aluspinna kahjustamine või ebaõige paigaldamine
Lõtkud või tõusmine	Vertikaalne joondamatus liitekohtade vahel	Pinnase vajumine, kehv tagasitäite tugi
Otsasektsiooni defektid	Paindumine, aluspinna kahjustamine	Torustiku moodustumine, vee väljalekkimine, tagasitäitematerjali infiltratsioon truupi.
Õmblusdefektid	Defektid pikisuunalistes õmblustes ja ümbermöödulistes õmblustes	Korrosioon, vundamendi rike, truubi sektsioonide lahtitõmbamine vertikaalsetel nõlvadel
Kohalikud kahjustused	Praad, mõlgid	Korrosioon, kulumine, probleemid tagasitäite toetusega
Alustalade defektid	Eriulatuses vundamendi vajumine, vundamendi pöördumine	Probleemid tagasitäite toetusega, aluspinna kahjustamine

Eelnevalt mainitu põhjal on koostatud Paindlike struktuuride (gofreeritud teras, plastik) iseloomulike defektide hindamiskaala (LISA 2).

2.5 Truubipäised ja uhtekindel nõlvakindlustus.

Truubipäis/otsak – truubi konstruktsiooni osa ülaveepoolel vee sissevoolu suunamiseks, teemulde toetamiseks ja selle kindlustamiseks erosiooni vältimiseks või dekoratiivsetel eesmärkidel. [18]

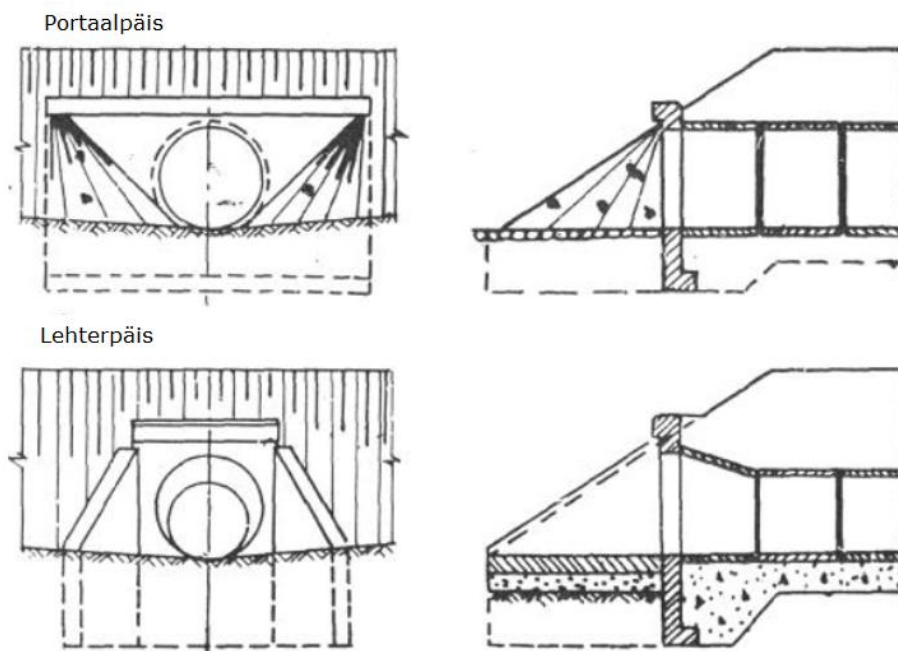
Truubipäise kindlustus hõlmab ümbritseva täitematerjali toetamist ja hoidmist, toru kere kaitsmist ning truubi otste lisastabiilsuse tagamist. Need meetmed on suunatud toru ümbruse mulla erosiooni ja uhtumise vältimisele.

Truubi päiste tüübid jagunevad kaheks peamiseks liigiks:

1. Portaali- ja lehterpäis
2. ilma päiseta truubid, kus toru on vertikaalse või teemuldega paralleelse löikega (kaldpäis).

Portaali- ja lehterpäised on kõige levinumad raudbetoonist truupide jaoks.

Portaali- ja lehterpäised on vertikaalse seina kujul, mida ümbritsevad mõlemalt poolt avause koonused, mis on ühendatud muldkehade nõlvadega. Lehterpäis koosneb tavaliselt vertikaalsetest seintest, mis on lõigatud paralleelselt muldkehade nõlvaga. Erinevalt portaali- ja lehterpäisest, kus nõlvakülgi ei ole, vähendab lehterpäis oluliselt muldkeha pinnase sattumise võimalust truupi. [14]



Joonis 2.8 Truupide päiste tüübid [14]

Peamisteks puudusteks on see, et vertikaalne betoonist sein koos esimese sektsiooniga moodustab ühtse elemendi. Stabiilsuse kaotamisel ja vajumisel võib see põhjustada sektsioonide vahel lõhe tekkimist, mis omakorda toob kaasa mulla sattumise teetruupi.

Kasutades terasest ja plastikust truupe, on levinumad päiseteta truubid, kus truup on vertikaalse või tee nõlvaga paralleelse lõikega (kaldpäis).

Nõlvad peavad olema projekteeritud ja ehitatud nii, et oleks tagatud nende stabiilsus ja välditud erosioonioht. Kindlustused peavad olema rajatud ulatuses, mis tagavad nõlvade püsimise kõrgveepinna korral (võimalusel vähemalt 0,5 m kõrgemale kõrgveetasemest, mis esineb kevadise maksimaalse vooluhulga ajal). [19]

Nõlvade erosiooni vältimiseks kasutatakse järgmisi meetodeid:

- Katmine taimestikuga.
- Erosioonitõkkematt
- Geokärg
- lahtine (muna)kivisillutis
- betoonseguga seotud (muna)kivisillutis
- gabioontarind
- tugiseinad (raudbetoonist, kiviplakkidest ja gabioonidest)

Peamised päiste ja nõlvakaitsega seotud defektid on järgmised:

Maapinna erosioon on nõlvade pinnase pealiskihi kahjustus atmosfääri vete mõjul. Erosioon, mis on seotud pinnase sulamisega, viib sulanud massi voolamiseni pinnase all oleva külmunud kihi kaudu nõlva alusele või kraavidesse. Erosiooni tekkimise põhjuseid võib seostada järgmiste teguritega:

- nõlvade ebapiisav tugevdamine;
- kohalik pinnase liigniiskus veeärastussüsteemide normaalse töö häirete või kaitsekihi kahjustuste tõttu;
- pinnase vedeldumine sulamisel vedelasse olekusse.

Erosiooni iseloomulikeks tunnusteks on jooksvad voogud ja väikesemahulised erosioonikahjustused nõlvadel ning kuivanud ja tahkunud pinnase sadestumine nõlvade alusel, kraavides.

Paisude nõlvade libisemine on pinnase pealiskihi nihkumine, mis hõlmab teeäart, ilma et see mõjutaks üldist paisu stabiilsust. Selle nähtuse tekkimise põhjused võivad olla järgmised:

- pealmise mullakihi lahtine ladestumine;
- kohalik niisutamine savi mullastiku nõlva ja kandva kihi kontaktalal;
- nõlva ülaosa ülekoormus lume lükkamisest;
- ebapiisav vee äravool.

Libisemise iseloomulikeks tunnusteks on pikisuunalised praod teeäartel, kohalik teeääre madaldumine ja nõlva pinna kohalik väljapaisumine.



Joonis 2.9 Truup T11287 km 0,539. Paisude nõlvade libisemine. (Autori erakogu)

Paisude nõlvade uhtumine on paisu nõlvaosa eraldumine, mis hõlmab peamiselt paisu alust, sageli ulatudes asfaldini, ja selle nihkumine nõlva jalami poole. Libisemise alguses toimub pinnase vertikaalne nihkumine, tekitades rebendi seina, seejärel toimub horisontaalne nihkumine. Libisemise põhjusteks võib liigitada järgmised teguritega:

- paisu ja nõlvaosade pinnase ebapiisav tihedus;
- nõlvadejärsk kalle;

- paisu ehitamine nõrkadest, ehituseks mittekõlblikest pinnastest;
- erinevused pinnase tiheduses ja niiskuses maapinna ja nõlvaosa vahel;
- pinnase ülemäärane niiskumine rohkete atmosfääriliste sademete ja sulamisvee tõttu;
- truupi otsaseina tugevdavate seinte stabiilsuse kadumine;
- truupi segmentide vaheliste õmbluste avanemine.

Libisemise iseloomulike tunnustena võib täheldada pikkade pragude tekkimist tee äärtel ja teekattes, suhteliselt suuri roopaid teekattes; samuti nõlvade ja maa pinna kujundite moonutamist nõlva alusel.



Joonis 2.10 Truup T11202 km 11,222. Paisude nõlvade uhtumine. (Autori erakogu)

Eelnevalt mainitu põhjal on koostatud Päiste, nõlvade ja katte defektide hindamiskaala (LISA 4).

2.6 Truupide ehitamine ja mõju elueale

Üks peamisi faktoreid, mis määravad truubi vastupidavuse, on selle õige paigaldamine. See protsess nõuab täpsust ja konkreetse tüüpi truupide jaoks ette nähtud spetsifikatsioonide tundmist. Ebasobiv paigaldamine võib põhjustada varajast kulumist, kahjustusi ja lõppkokkuvõttes truubi kasutusaja lühendamist. Seetõttu peab kontrollija teadma mitte ainult materjalide omadusi, vaid ka omama teadmisi truubi paigaldamisest.

Truubid ehitatakse vastavalt tüüp- või projektjoonistele. Truubi materjalid peavad vastama projektis ja „Tee ja teetööde kvaliteedinõuded“ toodule. Ehitustööde teostamisel sh kaeviku rajamisel, toestamisel ja tagasitäitmisel tuleb arvestada EVS-EN 1610 nõuetega. [8]

Kaeviku valmistamisel tuleb arvestada pinnase stabiilsuse ja truubi suurusega, tagamaks, et kaevik ei varise ega põhjusta hilisemaid teepinna deformatsioone. Kaeviku laius peaks olema toru välisläbimõõdust 0,6–0,7 m laiem. Kaeviku nõlvakaldeid kohandatakse vastavalt pinnase omadustele. [21]

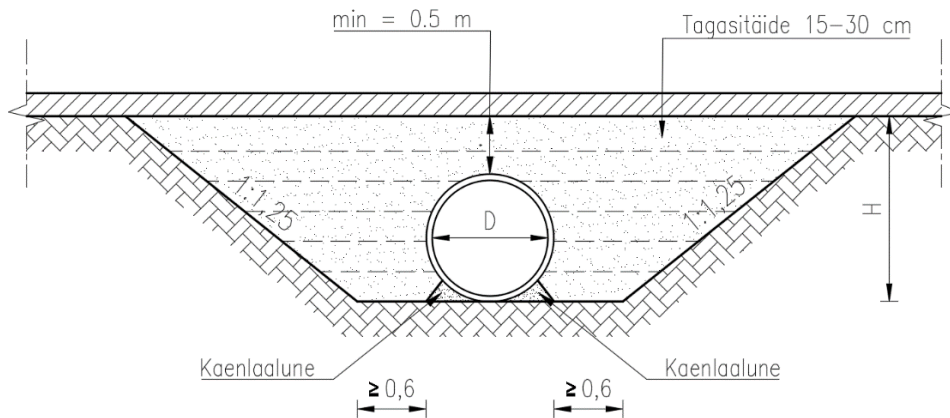
Aluspinnasele, mis on külmakerkelise iseloomuga, paigaldatakse vähemalt 30 cm paksune killustiku, kruuskillustiku või purustatud kruusa kiht. Eriliselt külmakerkelise aluspinnase puhul või pehmetes tingimustes peab aluskiht olema vähemalt 50 cm paksune. Põhitee ja mahaõidu truupide aluse tihendustegur peaks olema vähemalt 0,95. [21]

Truubi paigaldamisel kaevikusse ja fikseerimisel puuklotsidega on oluline, et täitmine toimuks sümmeetriliselt, vältimaks truubi nihkumist. Täitematerjal peab olema sobiv ja tihendatav, vältimaks hilisemaid teepinna deformatsioone.

Truubi ümber kasutatakse täitematerjalina kergelt tihendatavat täitematerjali, mis sobib kasutamiseks aluses. Tagasitäite materjal ei tohi olla savimaterjal ja ei tohi sisaldada suuremaid kui 75 mm läbimõõduga osi, külmunud kamakaid, puitu või muud metsamaterjali. Täitematerjali ei tohi valada toru ümbrusesse otse kallurilt. [21]

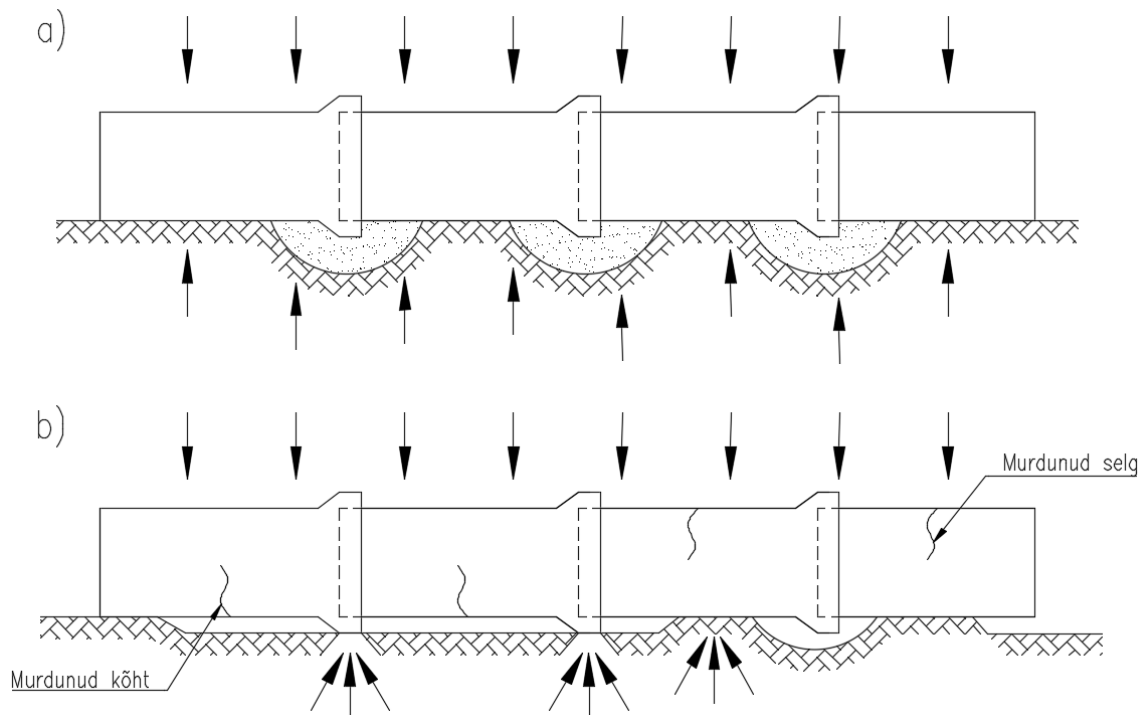
Tagasitäide tihendatakse kihtide kaupa et truubi toru ei tõuse üles ega nihku paigast. Soovituslikult on kihtide paksused 0,15–0,3 m, juhul kui truubitoru sisemine läbimõõt on väiksem kui 0,6 m, ei tohi tagasitäite esimese kihi paksus tihendatuna ületada poolt truubi läbimõõdust. Esimese kihi tagasitäite puhul on oluline, et truubitoru kaenlaalused (Joonis 2.11) ei jääks tihendamata. Pärast esimese tagasitäite kihi

tihendamist, tuleb järgnevad kihid tihendada samaaegselt truubitoru mõlemalt poolt. Nõutust väiksem tihendamine võib kaasa tuua soovimatuid deformatsioone. [21]



Joonis 2.11 Truubi tüüpiline eskiis, tagasitäide ning kaenlaalune.

Kõige enam esineb deformatsioone tagasitäide ebapiisava tihendamise või ebäühtlase tihendamise tõttu. Joonisel 2.12 on toodud põhilised deformatsioonid, mis saavutatakse ühtlasel ning nõutud tihendusastmeni tihendamisel.



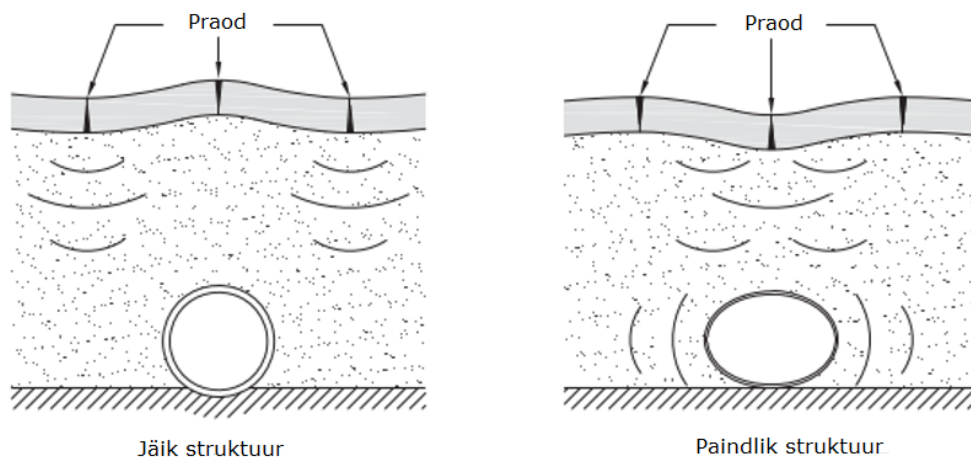
Joonis 2.12 Betoontoruupi ristisuunalise (ümberrõõdulise) pragunemise illustreerimine erinevate vajumite tõttu. a) Korralikult ettevalmistatud alus jaotab koormused ühtlaselt. b) Ebakorrekne aluse ettevalmistamine põhjustab pingekontsentratsioone. [29]

Deformatsioonid jagunevad kaheks: üld- ja kohtdeformatsioonid.

Ülddeformatsioone mõjutab sängituspinnase tihendus – mida väiksem on sängituspinnase tihendus pinnase optimaalse tiheduse suhtes, seda suurem deformatsioon võib tekkida, sest täitekihid võivad üksteise suhtes vajuda. Ülddeformatsioone põhjustab ka toru kaenlaaluste ja liitekohtade ebaühtlane täitmine ja tihendamine. [21]

Kohtdeformatsioone mõjutavad suured kivid sängituspinnase alumises kihis ja tagasitäite paksuse ulatus toru peal. Teravate nurkadega kivid pinnases on eriti ohtlikud, sest võivad kahjustada torude kaitsekihti. Teras- või plasttorust valmistatud põhitee truupide tagasitäite tihendatakse selliselt, et aasta pärast paigaldamist ja tee avamisest jääb truubi vertikaalne läbimõõt piiridesse 95...110% ümmarguse truibitoru esialgsesest läbimõõdust. [21]

Joonisel 2.13 on näidatud teekattele avalduva tihenemise mõju sõltuvalt sellest, kas konstruktsioon on jäik või paindlik. Paindliku konstruktsiooni deformeerumine põhjustab teekatte vajumist ja deformeerumist just truubi kohal. Teisalt, jäiga konstruktsiooni puhul on tihenemine suurem torujuhtme mõlemal küljel.



Joonis 2.13 Vajumine mõju võrdlus kattele sõltuvalt jäiga ja paindliku struktuuri olemasolust. [26]

Deformatsioonid ei tohi ületada norme. Paigaldatavate truupielementide vaheline külgsuunaline nihke ei tohi ületada 20 mm. Paigaldatud truubi kõrgusmärgid peavad vastama projekti väärtustele. Kõrvalekalle truubi põhja kõrgusmärgist ei tohi ületada ± 5 mm. Lubatud kõrvalekalle pikikaldest on $\pm 0,15\%$, ja truubi pikitelje kõrvalekalle sirgjoonest ei tohi olla suurem kui 50 mm. [23]

Eelnevalt mainitu põhjal on koostatud Päiste, nõlvade ja katte defektide hindamiskaala (LISA 4).

3. RIIGITEEDE KORRASHOIULEPING

Lõputöö aluseks on võetud Ida-Harju riigiteede korrashoiuleping aastatel 2021-2026. Korrashoiu lepingus on toodud eraldi nõuded, mida Teehooldaja on kohustatud lepinguperioodi jooksul täitma. Teehooldaja kohustub tegema Ida-Harju hoolduspiirkonna teede korrashoiutöid, tagades nende hulka kuuluva tavahoolde, perioodilise ja remonttööde tegemise. Eesmärgiks on säilitada või parendada riigiteede ja sinna juurde kuuluvate rajatiste seisukorda lepinguperioodi jooksul, tagades korrashoiulepingust tulevaid nõudeid.

Perioodiliste ja remonttööde tegemise eesmärgiks on hoolde koosseisu kuuluvate tööde tee-elementide kulumise ja kahjustuste tagajärgede kõrvaldamine ning teede seisunditasemete nõuetele vastavuse võimaliku mahajäämuse likvideerimine ühekordse või mahuliselt määratud tegevusega. Tasustamine toimub lepingujärgsete ühikhindadega vastavalt tegelikult teostatud töömahtudele.

Korrashoiutööde tehniline kirjeldus täpsustab ja täiendab nõudeid ning kirjeldab, milliste korrashoiutöödega kehtestatud nõuded saavutada. Olenemata tehnilises kirjelduses sisalduvate korrashoiutööde tegemisest või mittetegemisest, lasub vastutus teeseisundi tagamise eest Teehooldajal.

Korrashoiutööde tehnilises kirjelduses on eraldi jaotis truupide hooldamise kohta, mis sisaldab endas 5 punkti:

1. *«Truubi sisse-, sees- ja väljavoolu puhastamine prahist, okstest jms, mis takistavad veevoolu. Voolusängi puhastamine teemaa ulatuses langenud puudest ja okstest, mis takistavad või võivad hakata takistama veevoolu. Päiste ja tiibmüüride üksikute vigastuste, isolatsiooni ja kindlustuse parandamine. Lülide vaheliste vuukide parandamine ja täitmine.»*

Antud punkt tuleb jaotada kaheks:

- a. Esimeses osas kirjeldatakse puhastustöid, mis võivad takistada veevoolu. Peamine segadus on terminoloogias, seega on oluline selgitada voolusängi ja teekraavi peamisi erinevusi, mis seisnevad nende funktsioonides ja asukohas. Voolusäng on osa looduslikust või kunstlikust veekogust ja on mõeldud vee transportimiseks. Teekraav on ette nähtud tee ja selle kõrval asuvate alade pinnavee kogumiseks ja äravooluks kraavi kaudu. Eelnevast lähtuvalt ei saa öelda voolusängi võrdsustada teekraaviga ning sellest sõltuvalt tervet truubi esist ei puhasta.

Maaparandussüsteemi hooldustööde tegemise juhendis on märgitud, et rohttaimestikku ja peenvõsa tuleb niita truubist ja truubi otsakust vähemalt 4 meetri ulatuses mööda veejuhtme nõlva ja kallast. [24]

- b. Teises osas kirjeldatakse betoonist truupide remonttöid. Enamik remonti vajavatest betoontruupe ehitati 1960. aastatel, mis tähendab, et nende eluiga on lõppenud ja need vajavad asendamist. Truupide lülid vaheliste vuukide parandamine ja täitmine ei ole otstarbekas, kuna see on lühiajaline investeering. Lisaks on 90% truupide läbimõõt 0,3 kuni 1 meetri vahel ja sisemised tööd võivad olla eluohtlikud, samal ajal kui tee katte avamisega kaasnevad tööd on ressursside ja kulude poolest peaaegu võrdsed uue truubi paigaldamisega. «Päiste ja tiibmüüride üksikute vigastuste ja kindlustuse parandamine» on truupide remonditööde viies punkt.

2. *«Kogu hooldepiirkonna truupide ja voolusängide kontrollimine ja vajadusel puhastamine (kui pole tagatud 75% läbimõõdust puhtus) setetest vähemalt 1 kord lepinguperioodi jooksul.»*

See tähendab, et Teehooldaja peab viie aasta jooksul kontrollima kõiki truupe (sh truur mahasõidu all) ja nendega külgnevaid voolusängid.

Sarnaselt punktile 1 puudub ka siin täpne mõiste voolusängist. Kui see kehtib teekraavi voolusängile, siis vastavalt sellele punktile peab Teehooldaja viie aasta jooksul säilitama kraavi algse kuju kogu hoolduspiirkonnas. Selline tööde maht ei ole lepingus ette nähtud.

Maaparandussüsteemi hooldustööde tegemise juhendi kohaselt tuleb sete eemaldada veejuhtmele ehitatud truubi kindlustuse põhjast või kindlustamata truubi otsast vähemalt 2 meetri ulatuses. [24] Truubi puhastamine setetest ja takistustest tuleb teostada käsitsi ja vajadusel kasutades survevett.

3. *«Ummistunud truupide avamine.»*

Riigiteede korrashoiu järelevalve juhendis on märgitud, et lubatud on truubi ummistumine alla 25% ristlõikest. [25]

4. *«Ohtliku ja kahjustava paisutuse kõrvaldamine.»*

Antud punktis puudub konkreetne mõiste ohtliku ja kahjustava paisutuse kohta (vee taseme tõus). Selle tõttu ei ole võimalik täpselt määratleda, millisest kõrgusest muutub paisutus kahjustavaks?

Vanades projekteerimismäärustes «MAANTEEDE PROJEKTEERIMISNORMID» oli sätestatud, et tee äärde paigaldatud truupide pealesõitude kõrgus peab olema kõrgem arvutuslikust paisutusega veetasemest. Rõhuta töörežiimi puhul peab see kõrgus olema vähemalt 0,5 meetrit; rõhuga ja osalise rõhuga töörežiimi puhul vähemalt 1,0 meetrit. Lisaks peab truubi kindlustuse ülemine serv olema kõrgemal arvutuslikust kõrgveepinnast (arvestades paisutust ja lainetust) vähemalt 0,25 meetrit. [4]

5. *«Truubipäised (betoon-, mäta-, kivikindlustus) hoida korras ja tagades sisse- ja väljavooluavadele sobiva kindlustusega nõlva stabiilsus.»*

Truubi ots ei tohi olla lagunenu ja truubiliides ei tohi pinnast lasta läbi. Nõlvade erosioon vastutusalas tuleb kõrvaldada, vajadusel tuleb nõlva kindlustada. Truubipäiste kaitsekonstruktsioonid tuleb taastada algseisundisse või valida vastavalt tüüpprojektidele, kooskõlastatult Transpordiametiga.

Samuti tuleb arvesse võtta „Tee seisundinõuete“ määruses kirjeldatud punkte. [22] Selles määruses kohaldatakse truubile samu reegleid, mis kehtivad sildadele, viaduktidele ja tunnelitele. Truupi puhul on eraldi ette nähtud kaks punkti:

- Truup peab tagama vee voolu
- Truubi kohal teekattes ei tohi olla auke ega läbivajumisi, mis viitavad konstruktsiooni lagunemisele.

Teehooldaja peab jälgima truupide seisukorda kogu tee ulatuses, et saaks õigesti arvutada tööde aega truupide puhastamiseks. Teehooldaja peab omaalgatuslikult tegema tellijale ettepanekuid truupide remontimiseks ja asendamiseks, eriti olukordades, kus remondi vajadus kujutab endast ohtu liiklusele või takistab vee ärajuhtimist teelt või selle kohal asuvalt alalt.

Autori ettepanek ressursside tõhusamaks kasutamiseks on jagada leping kaheks ajaperioodiks, 3+2:

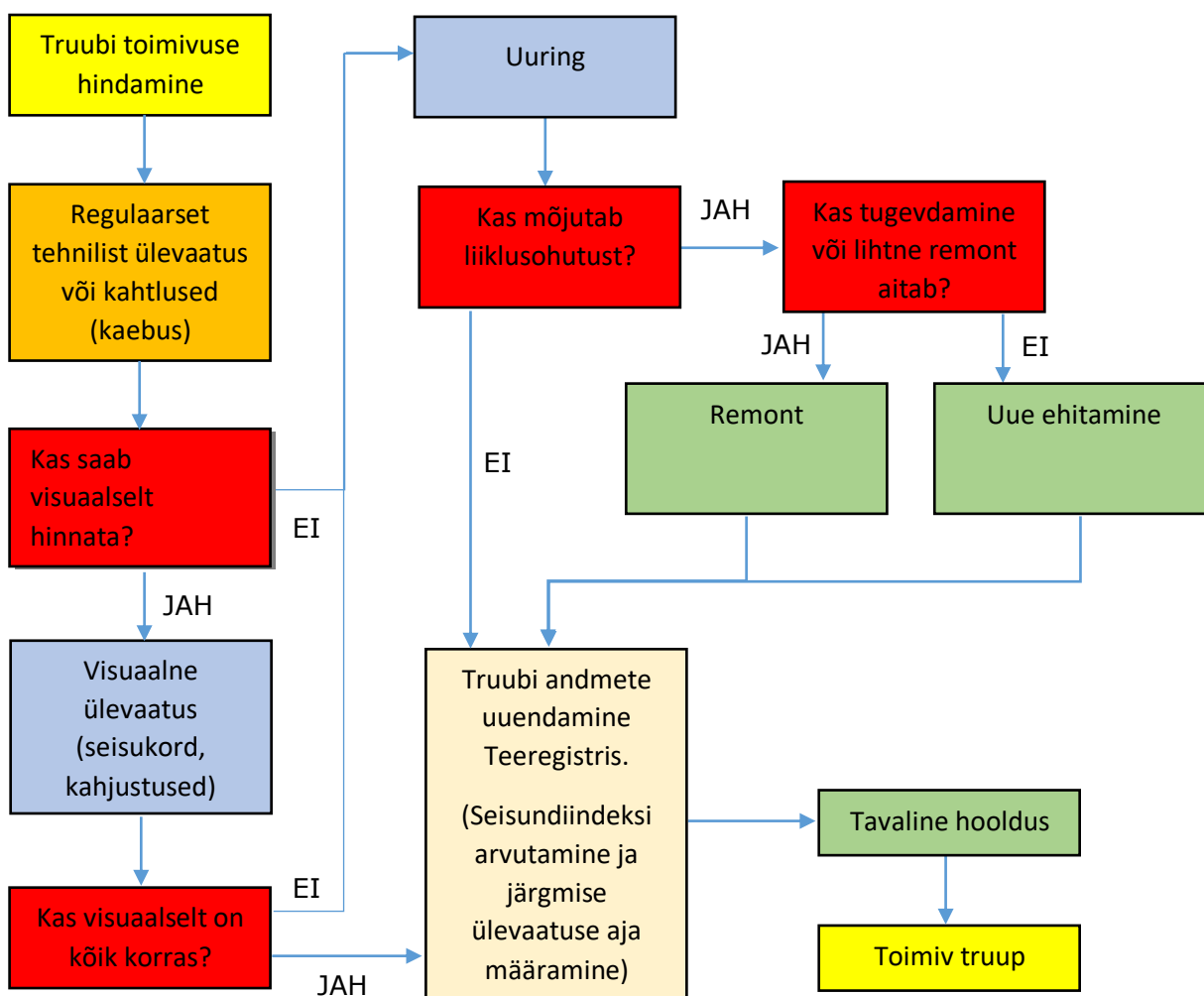
- Teehooldaja on kohustatud üks kord kolme aasta jooksul tegema kõikide truupide üldise ülevaatus ja esimese kolme aasta jooksul teostama eelmise lepingu alusel määratud remonttöid (vastavalt LEPINGU finantsvõimalustele ja prioriteetidele).

- Viimase kahe aasta jooksul on Teehooldaja kohustatud esitama töögraafiku järgmise lepingu PERIOODI TRUUPIDE REMONTTÖÖDEKS (TÖÖDE TEOSTAMINE TAAS VASTAVALT LEPINGU FINANTSVÕIMALUSTELE JA PRIORITEETIDELE). Teehooldaja on kohustatud enne lepinguaja lõppu esitama tellijale ettepaneku järgmise/UUE korrashoiulepingu jaoks vajalike truupide uuendamiseks kiireloomulisuse järjekorras.

4. ÜLEVAATUSED JA SEISUNDI HINDAMISE PÕHIMÕTTED

4.1 Ülevaatus

Truupide ülevaatus on mitmesuguste tegevuste kogum, mille eesmärk on tuvastada defekte ja anomaaliaid ning seejärel määratleda nende defektide tõsidus ja mõju truubi läbilaskevõimele, stabiilsusele ja konstruktsiooni elueale, samuti tee kasutajate mugavusele ja ohutusele.



Joonis 4.1 Truubi toimivuse hindamine

4.2 Sagedus ja tüübid ülevaatusetest.

Ülevaatus võib jagada neljaks peamiseks tüübiks:

1. Esmane ülevaatus
2. Üldine ülevaatus
3. Regulaarne tehniline ülevaatus
4. Eriülevaatus

Esmane (inventari) ülevaatus toimub pärast truubi kasutuselevõttu, tavaliselt pärast ehitamise lõppu. Ülevaatus eesmärk on kontrollida, kas ehitatud objekt vastab projekti kriteeriumidele, nagu on ette nähtud kinnitatud ehitusjoonistes, samuti koguda andmeid konstruktsiooni või komponentide esialgse seisundi kohta, mis on vajalikud varade haldamise süsteemi jaoks. Need andmed pakuvad alusinfot tulevaste inspeksioonide jaoks. Esmane ülevaatus tuleks läbi viia:

- Esimese ülevaatuses raames pärast ehituse lõppu ja objekti kasutuselevõttu.
- Esimese plaanipärase ülevaatuses raames, kui puudub teetruup inventaarne register.
- Pärast suuremahulisi taastamistöid.

Üldine (elementaarne) ülevaatus hõlmab visuaalset kontrolli, mida peaksid läbi viima hooldustöötajad, kuid mitte tingimata spetsialiseerunud hoolduspersonal. Selline kontroll on efektiivne kahjustuste varajases avastamises ja kriitiliste probleemide ennetamises. See aitab samuti tuvastada truubi osasid, mis vajavad kiiret hooldust või parandust. Sellised kontrollid toimuvad kogu korrashoiulepingu perioodi vältel ala läbivaatamisel või kui saabub teavitust võimalike probleemsete kohtade kohta, mille on avastanud kodanik või liikleja (kaebus). Kui sellise kontrolli käigus mittekvalifitseeritud personal tuvastab puudujääke, edastatakse informatsioon kvalifitseeritud personalile ja järgneb regulaarne tehniline ülevaatus.

Regulaarset tehnilist ülevaatuset viiakse läbi iga viie aasta järel (vastavalt korrashoiulepingule) või sagedamini, sõltuvalt eelmiste regulaarsete üldiste ülevaatusete tulemustest. Esmalt tuleb üle vaadata truubid, kus eelmisel ülevaatusel tuvastati defektid, mis mõjutavad truubi vajalikku vee läbilaskevõimet, konstruktsiooni usaldusväärsust ning tee sõidetavuse ja kasutamise seisundit. Avariiohtlikus seisundis olevaid truupe tuleb inspekteerida iga kuue kuu tagant. Samuti tuleb esimene ülevaatus läbi viia pärast ehitusgarantii perioodi lõppu. Regulaarset tehnilist ülevaatuset peaksid läbi viima spetsialistid (teemeister). Selle kontrolli põhjal analüüsitakse truupi ja sellele omistatakse seisundi hind ja seisundiindeks. Igaaastaselt peab hooldusfirma

esitama regulaarse tehnilise ülevaatus tulemused tellijale (Transpordiamet) ning seejärel lisatakse info Teeregistrisse.

Takistused, mis on avastatud Regulaarse tehnilise ülevaatus käigus ja mis segavad truubi täielikku ülevaatus (varingud, üleujutused jms), tuleb kõrvaldada ja seejärel tuleb läbi viia korduv ülevaatus.

Eriülevaatus (ehitise audit või ekspertiis) viiakse läbi regulaarse tehnilise ülevaatus tulemuste alusel. See toimub enne rajatise remonti (rekonstrueerimist), üle normatiivi koormuste läbipääsu korraldamisel, nende läbipääsu järel, samuti eksperimentaalsete konstruktsioonide toimimise uurimiseks (monitooring). Eriülevaatus hõlmab tutvumist tehnilise dokumentatsiooniga, eelnevat (visuaalset) uurimist, kontrollmõõtmisi ja detailseid (instrumentaalsete) uuringuid. Viivad läbi vastava kvalifikatsiooniga spetsialistid.

4.3 Seisundi hindamine

Eestis riigiteedel kasutatakse teetruupide seisukorra hindamise meetodikat, millel puudub kahjuks avalik juhend. Teeregistris oleva info põhjal võib järeldada, et süsteem põhineb ühel numbril, mis peegeldab korraga nii truubi konstruktsiooni kui ka hooldusseisundit. Hindamine hõlmab mitte ainult truupi ennast, vaid ka otsaseinu, nõlvakindlustust ja kraavi, samuti teekatet. Lisaks on olemas tekstilised märkused ja täiendused.

Teeregistri väljavõtte põhjal on truupe hinnatud seitsme punkti süsteemis – 1...5.

- - 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 lagunenu 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.

Selline hindamismeetod on üldistav ja võib põhjustada segadust remondi- ja hooldustööde nimekirjade koostamisel. Hetkel kasutusel olev hindamissüsteem ei võimalda truupide seisundit piisavalt detailselt hinnata, kuna see keskendub suuresti setete esinemisele, jättes tähelepanuta truubi enda konstruktsioonilise seisundi analüüsi. [7]

Lõputöös „VOOLUVEEKOGUGA RISTUVATE RAJATISTE LIIGITUMINE NING NENDE SEISUND RIIGITEEDE NÄITEL“ on tehtud ettepanek süsteemi kasutuselevõtuks, mis hõlmab konstruktsioonelementide eraldi hindamist. Elementidele antakse hinnang 1-st 4-ni, kus 1 on võrdne uueväärsega ning 4 iseloomustab täielikult amortiseerunud elementi. Truupide tegeliku seisukorra paremaks mõistmiseks on välja pakutud hinnata eraldi hooldust, truubi ja selle päiseid, katte seisundit, nõlva- ja kraavikindlustust. [7]

Neid truubi elemente hinnatakse kolme numbriga järgmiselt:

$$Seisund = V T P$$

kus V – voolusängi seisukord

T – truubitoru seisukord

P – päiste, krae, nõlvade, kraavi põhja ja katte seisukord

See meetod põhineb sildade inspekterimisel. Selle meetodi puuduseks on aga see, et hindamine on subjektiivne iga elemendirühma jaoks, nagu ka esimeses meetodis.

Lõputöös soovitatakse kahe meetodi ühendamist, pöörates rohkem tähelepanu iga elemendirühma detailsele analüüsile ja määrates neile kaalufaktorid. Selles meetodis antakse igale tuvastatud defektile hinnang 1-st kuni 5-ni. Hinnang 1 tähistab väga tõsist defekti, mis nõuab kiireloomulisi meetmeid, samas kui hinnang 5 tähendab defekti puudumist või selle ebaolulisust. Kui kontrollitav element puudub, antakse hinnanguks 0. Saadud tulemuste kaudu arvutatakse SI. See meetod põhineb teetruupide hindamise kogemusel, mille on välja töötanud Québeci Transpordiministeerium. [26]

Hindamine, nagu ka teises meetodis, põhineb truubi elementide hindamisel kolme numbriga järgmiselt:

$$Seisund = T_{\text{üld}} V_{\text{üld}} P_{\text{üld}}, \text{ kus}$$

$T_{\text{üld}}$ – truubitoru seisukord, mis arvutatakse välja:

$$T_{\text{üld}} = \min(T_1; T_2; T_3)$$

kus T_1 - Deformatsioon ja/või väljaulatuvus, kaalufaktor 1

T_2 - Korrosioon või betooni defektid, kaalufaktor 1

T_3 - Praod ja liitekohtade defektid, kaalufaktor 1

$V_{\text{üld}}$ – voolusängi seisukord, mis arvutatakse välja:

$$V_{\text{üld}} = 0,7 * \min(V_4; V_5; V_6) + 0,1 * V_7 + 0,1 * V_8 + 0,1 * V_9$$

- kus
- V_4 - Settimine / Saagikus, kaalufaktor 0,7
 - V_5 - Sisse- / Väljavoolu erosioon, kaalufaktor 0,7
 - V_6 - Infiltratsioon, kaalufaktor 0,7
 - V_7 - Prahi kogunemine, kaalufaktor 0,1
 - V_8 - külakraavid, kaalufaktor 0,1
 - V_9 - Drenaažikraav, kaalufaktor 0,1

$P_{\text{üld}}$ – päiste, nõlvade ja katte seisukord, mis arvutatakse välja:

$$P_{\text{üld}} = 0,2 * P_{10} + 0,2 * P_{11} + 0,2 * P_{12} + 0,2 * P_{13} + 0,2 * P_{14}$$

- kus
- P_{10} - Sisse- / Väljavoolu nõlvakindlustus, kaalufaktor 0,2
 - P_{11} - Teepenrad, kaalufaktor 0,2
 - P_{12} - Teekatte praod / ebatasasused, kaalufaktor 0,2
 - P_{13} - Päise / Tugisein, kaalufaktor 0,2
 - P_{14} - Sadeveekaev / muu, kaalufaktor 0,2

Seisukorra numbrilised tähendused on järgnevad:

- 5 (Hea) – defekte ei ole.
- 4 (Rahuldav) – on mõned väikesed puudused, mida tavaliselt kõrvaldatakse jooksva hoolduse käigus.
- 3 (Mitterahuldav) – Puudused, mida kõrvaldatakse jooksva hoolduse käigus, võimalik, et koos väikese remondiga.
- 2 (Halb) – on puudusi, mille kõrvaldamiseks on vaja teostada remonti.
- 1 (Avariolukord) – on puudusi, mis rikuvad normaalset kasutust ja nõuavad elementide kiiret väljavahetamist või kogu rajatise ümberehitust.
- 0 – Elemendi puudumine.
- 9 - Elemendi ülevaatamine võimatu.

4.4 Seisundiindeks

Seisundiindeks (SI) arvutamisel korrutatakse iga elemendi hinded vastavate kaalufaktoritega. Selline lähenemine võimaldab kindlaks teha truubid, mis vajavad esmajärjekorras remonti või tehnilist hooldust. Peamine rõhk pannakse truubikeha seisundile, millele järgnevad tähtsusele otsaseinad, nõlvade ja kraavide kaitse ning tee kate. Vähima kaaluga on voolusängi seisund.

Välja pakutud meetod põhineb Québeci Transpordiministeeriumi meetodikal. [26]

Erinevate truupide elementide kaalufaktorid jaotuvad järgmiselt:

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

Seisundiindeksit (SI) saab arvutada järgneva valemiga:

$$SI = 100 - (I_T \times 50 + I_V \times 20 + I_P \times 30)$$

kus $I_T; I_V; I_P$ - elementide grupi seisundiindeks, mis arvutatakse välja:

$$I = \frac{(5 - \text{Elemendi seisund})}{4}$$

Saadud tulemused varieeruvad vahemikus 0 kuni 100: väärtus 0 vastab truubile, mis vajab ulatuslikke remonditöid, samas kui väärtus 100 näitab truubi ideaalset seisundit madala rikkeohuga. Mida lähemal on SI nullile, seda kõrgem on sekkumise prioriteet.

Tabel **Error! No text of specified style in document.**1 Tabel järgmise ülevaatusaja määramiseks ja seisundiindeksi (SI) põhjal vajalike hooldustegevuste jaoks.

Teetruubi üldine seisund	SI	Vajalikud tegevused	Järgmine ülevaatus
Hea	85 – 100	Hooldustööd	5
Rahuldav	70 – 84	Hooldustööd	5
Mitterahuldav	55 – 69	Remont	2
Halb	40 – 54	Remont/ Taastamine	1
Kriitiline	0 - 39	Uus ehitus	Võtta kiireloomulisi meetmeid

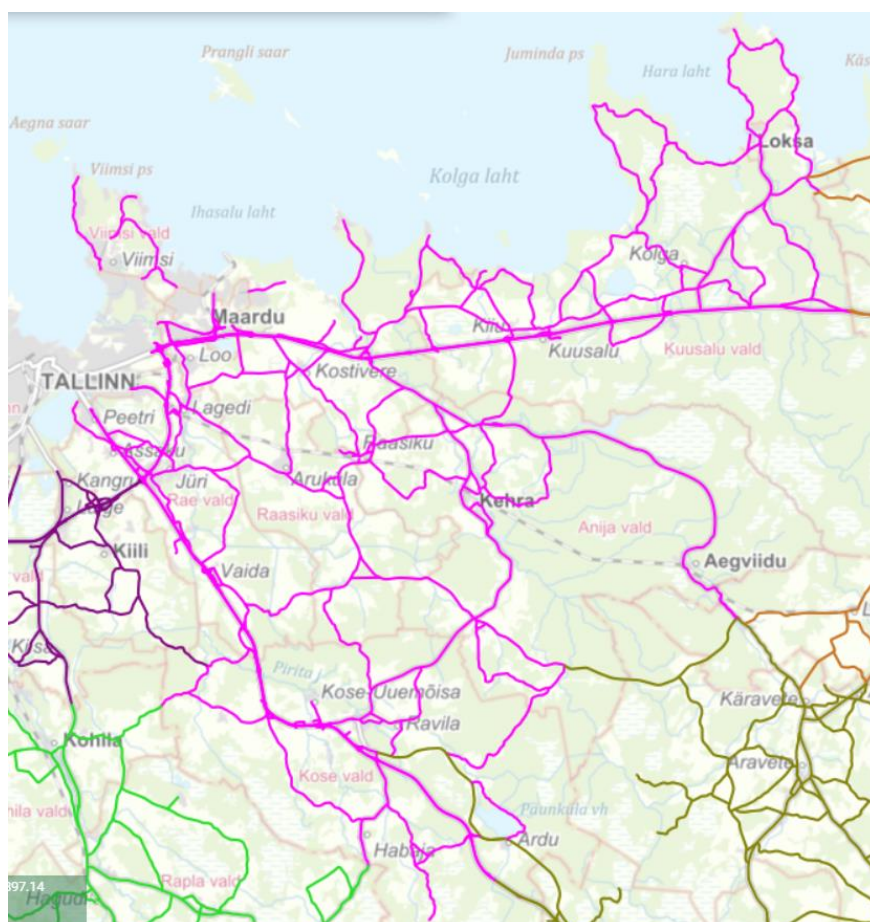
Tuleb märkida, et SI on abistav vahend ja see ei asenda terve mõistust hooldus- või remonttööde planeerimisel.

5. IDA-HARJU HOOLDEPIIRKONNA TRUUPIDE ÜLEVAADE

Seisuga 01.10.2023 on Eestis 16 hooldepiirkonda ja -lepingut. Hooldepiirkonnad on peamiselt maakondade põhised, v.a Harjumaa, mis on jaotatud kaheks erinevaks hooldepiirkonnaks: Ida-Harju ja Lääne-Harju hooldepiirkonnaks. Hooldelepingud on sõlmitud kaheksa erineva ettevõttega. [11]

5.1 Ida-Harju hooldepiirkonna ülevaade

Lõputöö jaoks valiti hoolduspiirkonnaks Ida-Harju, mida haldab Osaühing EKT teed. Hooldusleping on kehtiv ajavahemikul 01.10.2021 kuni 30.09.2026. Ida-Harju hooldepiirkond seisuga 01.10.2023 hõlmab 1027,77 km kattega teid, 10,06 km kruusateid ja 39,17 km kergliiklusteid. Hooldeleping hõlmab 1039 põhitee all asuvat teetruupi ja 780 mahasõitu läbivat truupi.



Joonis 5.1 Teed, mida haldab EKT teed OÜ, on tähistatud lilla värvusega.

Ida-Harju hooldepiirkonna olemasolevate andmete üksikasjalikumaks analüüsimiseks klassifitseeritakse truubid vastavalt teede suvisele seisunditasemele. Selle

analüüsimeetodi kasutamine on tingitud truupide loetelu puudumisest korrashoiulepingus. Aluseks on võetud korrashoiulepingu Lisa 25 "Kattega teede nimekiri seisunditasemete kaupa" (Joonis 5.2). [28] Tehnilised andmed on saadud inventuuriregistrist Teeregister seisuga 21.01.2024. [10] Tuleb märkida, et kuigi Teeregister asutati Vabariigi Valitsuse 28. juuli 2005. aasta määrusega, ei ole enne seda kogutud teave eriti kvaliteetne ega ühtne. [9]

Seisunditaseme määramise aluseks on aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus (AKÖL), tee tüüp ja teekatte tüüp. [22]

Andmete ülevaatus viiakse läbi ainult peateedel hoolde suvine seisundi tasemetega 3, 2 ja 1. Andmed grupeeritakse valmistusmaterjalide järgi, et analüüsida truupide pargi uuendamise astet. Samuti esitatakse iga materjali jaoks kasutatavate peamiste ristlõike diameeter ülevaade.

Tee nr	Tee nimi	Tee				Truubid		Mahasõidud		
		Sõiduosa	algkm	lõppkm	pikkus km	tk	m	tk	sh truubiga	sh looma- restiga, tk
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11276	Vahastu - Mustametsa	1	0.000	0.474	0.474	1	18			
11280	Loksa - Viinistu	1	0.000	0.998	0.998	1	16	17	0	
11283	Loksa - Hara	1	0.000	1.288	1.288	1	9	37	6	
11285	Loksa - Pärismepea	1	0.000	1.534	1.534			38	0	
11290	Tallinn - Lagedi	1	4.924	9.036	4.112	5	102	14	4	
11300	Lagedi - Aruküla - Peningi	1	0.000	16.352	16.352	12	210	141	32	
11302	Lagedi - Kostivere	1	0.000	1.593	1.593	3	37	40	2	
11303	Jüri - Aruküla	1	0.000	8.300	8.300	7	114	85	7	
11330	Järveküla - Jüri	1	0.592	9.673	9.081	13	192	87	6	
11332	Jüri bensiinjamaa tee	1	0.000	0.670	0.670	1	22	8	0	
	Kõrvalteed kokku				82.574	88	3585	913	150	0
	3 seisunditase kokku				387.976	237	8176	1145	191	1

Joonis 5.2 Korrashoiulepingu Lisa 25 "Kattega teede nimekiri seisunditasemete kaupa" [28]

5.1.1 Riigiteede hoolde suvine seisunditase 3

Teede kogupikkus suvise seisunditasemega 3, kaasa arvatud kõrvalteed, on 387,98 km. Vastavalt korrashoiulepingule asub eelnimetatud teedel 237 truupi ja 191 mahaõitu läbivat truupi. Inventuuriregistri Teeregister andmetel põhitee all asuvate truupide arv erineb 22% võrra summas 290.

Joonisel 5.3 ja Joonisel 5.4 on kujutatud erinevust lepingus olevate truupide arvu ja Teeregistri vahel näiteks T94 Muuga sadama tee puhul.

Tee nr	Tee nimi	Tee				Truubid	
		Sõiduosa	algkm	lõppkm	pikkus km	tk	m
1	2	3	4	5	6	7	8
SEISUNDITASE 3							
94	Muuga sadama tee (Muuga suund)	1	0.000	4.022	4.022	4	143
94	Muuga sadama tee (Tallinna suund)	2	0.000	1.543	1.543		

Joonis 5.3 Korrashoiulepingu Lisa 25 "Kattega teede nimekiri seisunditasemete kaupa", truupide arv T94 teel. [28]

	tee_	tee_nimi	algus_k
1	94	Muuga sadama tee	0.267
2	94	Muuga sadama tee	0.322
3	94	Muuga sadama tee	0.912
4	94	Muuga sadama tee	1.546
5	94	Muuga sadama tee	2.206
6	94	Muuga sadama tee	3.954
7	94	Muuga sadama tee	0.135

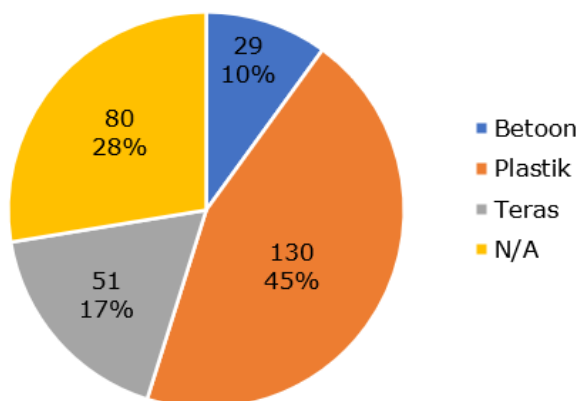
Joonis 5.4 Teeregister, truupide arv T94 teel [10]

Kolmanda seisunditaseme teede truupide materjalide uurimisel selgus, et peamiselt kasutatakse plastikut ja metalli. Metalltruupe paigaldati peamiselt aastatel 2010 kuni 2020, mis moodustab 93% kõigist paigaldatud metalltruupidest. Nende truupide tüüpiline diameeter varieerub 0,7 meetrist 1 meetrini. Registreeritud on üks truup puhta avaga 2.28 meetrit, mis on elliptilise kujuga.

Plastiktruupe hakati paigaldama alates aastast 1997. Aastatel 1997 kuni 2009 paigaldati 35 plastiktruupi, mis moodustab 27% kõigist seni paigaldatud plastiktruupidest. Alates aastast 2010 kuni tänapäevani on paigaldatud veel 95

plastiktruupi, mis moodustab 73%. Plastiktrूपide peamine diameeter jääb vahemikku 0,5 kuni 0,8 meetrit.

Ajavahemikus 1960 kuni 1987 ehitati 25 betoontruupi, mis moodustab 86% selle perioodi jooksul paigaldatud betoontrूपide koguarvust, diameetritega 0,75 kuni 1 meeter. Perioodil 2003 kuni 2007 ehitati veel 4 betoontruupi, sealhulgas üks trूप diameetriga 0,75 meetrit ja kolm trूपi diameetriga 1 meeter.



Joonis 5.5 Suvise seisunditaseme 3 teedel paiknevate trूपitorude jaotus valmistamismaterjalide alusel. Andmed on saadud Teeregistris. [10]

Andmete ülevaatusena on Seisunditase 3 teedel trूपide park uuendatud plastikust ja terasest trूपideks, mille eluiga ei ole veel lõppenud. Erandiks on 40 trूपi, mille kasutusaeg on 50 aastat ja mis eluiga on läbi. Neist 7 trूपi on valmistatud betoonist ja 33 trूपi kohta puudub teave valmistusmaterjali kohta. See ei tähenda, et need trूपid oleksid halvas seisukorras või vajaksid väljavahetamist. Nimetatud parameeter rõhutab vajadust pöörata nende trूपide hooldusele suuremat tähelepanu.

Lõputöö raames teostati teedel seisunditasemega 3 ülevaade 37 trूपist, mis moodustab 13% koguarvust 290. Kokkuvõtte:

- 13 trूपi ei olnud Teeregistris registreeritud, jagunesid materjali järgi: 5 betoonist ja 7 plastikust.
- Ei leitud kolme trूपi, mis olid Teeregistris kirjas ning lisaks leiti trूप, mida ei olnud kirjas
- 10 trूपil oli valesti märgitud diameeter.
- Teedel seisunditasemega 3 keskmine hinnang oli 554.

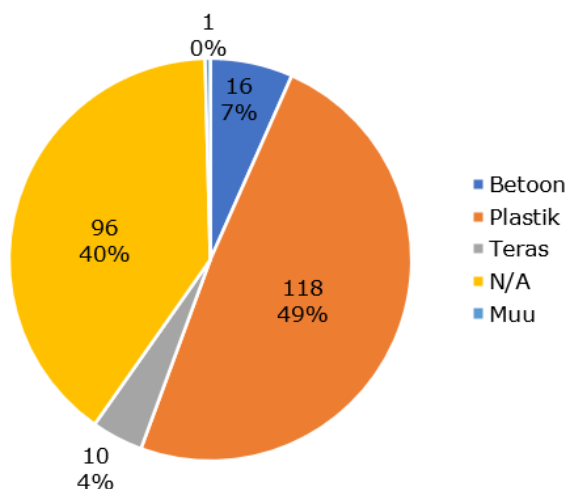
5.1.2 Riigiteede hoolde suvine seisunditase 2

Teede kogupikkus suvise seisunditasemega 2, kaasa arvatud kõrvalteed, on 246 km. Vastavalt korrashoiulepingule asub eelnimetatud teedel asub 246 truupi ja 285 mahasõitu läbivat truupi. Inventuuriregistri Teeregister andmetel põhitee all asuvate truupide arv erineb 2% võrra, summas 241.

Põhimaterjalina on kasutatud plastikut, kokku 19 truupi, mis paigaldati aastatel 2000 kuni 2008. Neist 11 truupi on läbimõõduga 0,5 kuni 1 meeter ja 8 truupi on läbimõõduga 0,3 kuni 0,4 meetrit. Ehitustegevuses truupide arv kasvas märgatavalt aastatel 2010 kuni 2021, kokku paigaldati 99 truupi põhiläbimõõduga 0,5 kuni 0,8 meetrit.

Betoonist truubid ehitati aastatel 1965 kuni 1985 ja nende läbimõõdud on 0,75 kuni 1,5 meetrit.

Terast truubid moodustavad ainult 4% ja peamine läbimõõt on 1 kuni 1,5 meetrit. Ehitusaasta on 2013 kuni 2020.



Joonis 5.6 Suvise seisunditaseme 2 teedel paiknevate truubitorude jaotus valmistamismaterjalide alusel. Andmed on saadud Teeregistrist. [10]

Seisunditase 2 taseme teedel puudub 40% truupide puhul teave materjali kohta. Lisaks on 46 truupi ehk 20% koguarvust ületanud oma 50-aastase eluea.

Lõputöö raames teostati teedel seisunditasemega 2 ülevaade 39 truubist, mis moodustab 16% koguarvust 241. Kokkuvõte

- 10 truupi ei olnud Teeregistris registreeritud, jagunesid materjali järgi: 6 betoonist ja 4 plastikust.

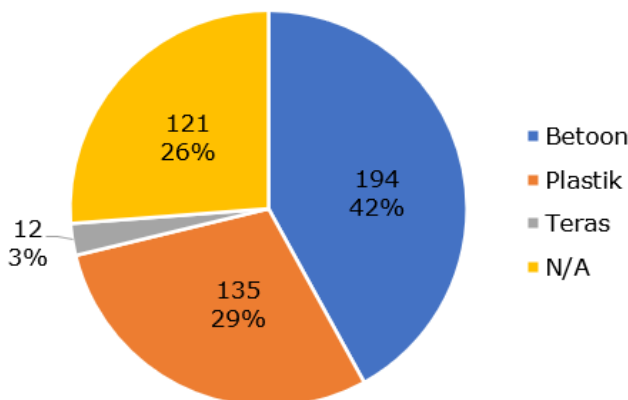
- Kahte truupi ei olnud tegelikkuses, kuid oli Teeregistris kirjas.
- 15 truubil oli valesti märgitud diameeter.
- Teedel seisunditasemega 2 truupide keskmine hinnang oli 544.

5.1.3 Riigiteede hoolde suvine seisunditase 1

Teede kogupikkus suvise seisunditasemega 1, kaasa arvatud kõrvalteed, on 418,22 km. Vastavalt korrashoiulepingule asub eelnimetatud teedel asub 475 truupi ja 302 mahaõitu läbivat truupi. Inventuuriregistri Teeregister andmetel põhitee all asuvate truupide arv erineb 3% võrra, summas 462.

Terasest truubid paigaldati aastatel 2010 kuni 2019 ja neil on peamine ristlõike diameeter vahemikus 1 kuni 1,5 meetrit. Lisaks on üks terasest truup puhta avaga 2,2 meetrit. Plastikust truupe hakati paigaldama alates aastast 2000. Kõige sagedasem läbimõõt on 0,6 meetrit, mis moodustab 45% koguarvust.

Betoontorud on kõige sagedamini kasutatav materjal truupide ehitamiseks. Neid ehitati aastatel 1957 kuni 2000, kus peamised läbimõõdud olid järgmised: 0,5 meetrit – 32%, 0,75 meetrit – 28% ja 1 meeter – 28%.



Joonis 5.7 Suvise seisunditaseme 1 teedel paiknevate truubitorude jaotus valmistamismaterjalide alusel. Andmed on saadud Teeregistrist. [10]

Seisunditase 1 taseme teedel puudub 26% truupide puhul teave materjali kohta. 103 truupi, mis on ehitatud aastatel 1954 kuni 2003. Lisaks on 175 truupi ehk 38% koguarvust ületanud oma 50-aastase eluea.

Lõputöö raames teostati teedel seisunditasemega 1 ülevaade 100 truubist, mis moodustab 22% koguarvust 462. Kokkuvõttes:

- 15 truupi ei olnud Teeregistris registreeritud, jagunesid materjali järgi: 11 betoonist ja 4 plastikust.
- Ei leitud nelja truupi, mis olid Teeregistris kirjas ning lisaks leiti truup, mida ei olnud kirjas.
- 19 truubil oli valesti märgitud diameeter.
- Teedel seisunditasemega 1 truupide keskmine hinnang oli 443.

5.2 Truupide ülevaatuse protseduur

Autor viis ülevaatuse läbi üksi, mis ohutusnõuete tõttu piiras suure läbimõõduga torude sisemise kontrolli võimalusi. Selle tulemusena toimus kontroll ainult toru otstest. Kuigi selline meetod ei võimalda tuvastada paljusid konstruktiivseid defekte, saab tõsiste probleemide olemasolu hinnata ristlõike nihete või liitekohtade kaudu imbunud täitepinnase kuhjumiste põhjal. Lisaks võivad olulised probleemid liitekohtades ilmned aukuks või süvenditena tee muldes toru kohal. Abrasiivne kulumine on kõige märgatavam toru alavoolu osades, mis võimaldab piisava kindlusega eeldada, et abrasiivse kulumise seisund teistes toru osades ei ole halvem kui väljundotsas.

Ülevaatuse ajal kasutati fotode tegemiseks mobiilirakendust Teepilt, mis tagab piltide aja ja geokoordinaatide fikseerimise. Telefoni kasutamisel on vajalik veenduda ajatempli ja geolokatsiooni õigsuses. Peamised fotod tehakse sisse- ja väljapääsu otsadest, samuti süngist üles- ja allavoolu ning tee katte pinnast. Vee läbilaske torude elementidele, mis on hinnatud alla 3 punkti, on vajalik teha täiendavaid pilte, mis dokumenteerivad seisundi halvenemist.

Truupide põhiosa hinnati ülevaatusel tehtud fotode ja kommentaaride põhjal, millele järgnes andmete sisestamine Exceli koondtabelisse tulevaseks analüüsiks.

Ülevaatuste käigus töötati välja ülevaatusvorm, mille autor on käesoleva diplomitöö autor. See pakub põhiteavet, mis on vajalik töös kasutamiseks, kuid ei ole lõplik ja vajab enne rakendamist täiendavat täiustamist. Ülevaatusvorm tuleb maksimaalselt kohandada efektiivsuse tagamiseks ja üleliigsete kirjete minimeerimiseks, mis on kriitiline välitingimustes. Võimaluste uurimise protsessis tundub otstarbekas vormi

ühtlustamine elektroonilisel kujul, kasutades spetsialiseeritud rakendusi nagu ODK Collect või oma rakenduse arendamine. See võimaldab ka luua andmebaasi, mis sisaldab fotosid ja tagab võimaluse analüüsida konstruktsiooni seisundi halvenemist.

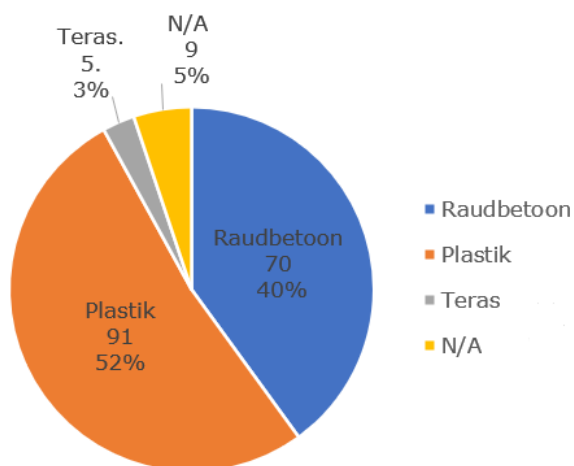
Vormi ülaosas sisestatakse Teeregistris sisalduv informatsioon, mida saab välitingimustes visuaalse ülevaatus käigus täiendada või parandada. Teine blokk on pühendatud peamistele fotodele, mis peaksid näitama peamisi puudusi või defekte ja vajadusel hõlmab ka visandi lisamist. Kolmas blokk sisaldab iga elemendi hinnangut ja peamiste puuduste kirjeldust, kui need ei vasta hinnangule 5. Samuti esitatakse selles blokis konstruktsiooni üldine hinnang ja selle seisundiindeks (SI). Viimases blokis on toodud kommentaarid ja nõuandeid.

5.3 Ülevaatuste tulemused

5.3.1 Truupide seisundi analüüs ja hinnangulised hinded

Ülevaatuste käigus hinnati 175 truupi, mis asuvad Ida-Harju hooldepiirkonna riigiteedel.

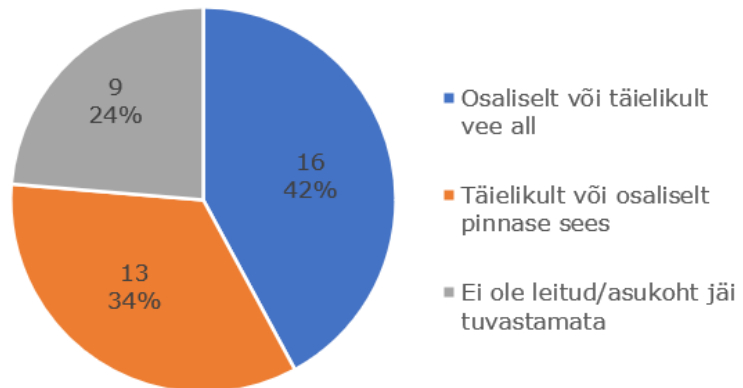
Lõputöö eesmärkide saavutamiseks tehti ülevaatus 91 plastikust truubile, 70 raudbetoonkonstruktsioonile ja 5 terasest truubile. Üheksat truupi ei avastatud. (Joonis 5.8)



Joonis 5.8 Ülevaadetud truupide arv, jaotatud valmistamismaterjalide järgi.

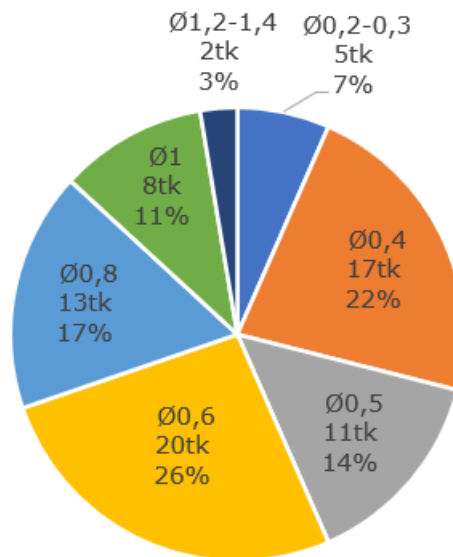
38 konstruktsiooni ei õnnestunud ülevaatus käigus täielikult kontrollida. Peamisteks põhjusteks olid ebatäpsed andmed asukohast Teeregistris ja jälgimisprobleemid. Mõnes kohas kattis veetase torusid 90% ulatuses nende läbilõikest või ujutas need

täielikult üle. Samuti oli võimatu torude keha üle vaadata nende osalise või täieliku maasse vajumise tõttu. (Joonis 5.9)



Joonis 5.9 Truupide arv, mida ei õnnestunud inspekteerida.

Teostatud ülevaatusel selgus, et plastikust truubid on parimas seisukorras, nende keskmine vanus on 14 aastat ja peamine diameeter on 0,6 meetrit (Joonis 5.10). Avastati, et 39 truubi diameetrid, mis moodustavad 41% kõigist üle vaadatud plastiktruupidest, ei vasta tegelikele mõõtmetele.



Joonis 5.10 Truupide arv, jaotatud diameetrite järgi.

Plastikust truupide struktuurse terviklikkuse keskmine hinnang oli 5. Mõnel truupil täheldati väikest ristlõike deformatsiooni, kusjuures kahel juhul ületas deformatsioon 20%. (Joonis 5.11)

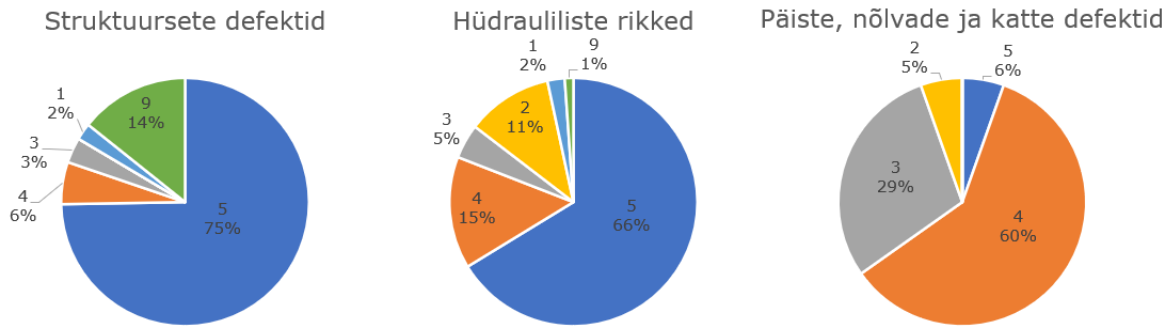


Joonis 5.11 Truup T11141 km 1,808 (Ülevaatusleht vt. Lisa 5)

Keskmiseks hüdrauliliste rikete hindeks oli 4. See oli seotud sellega, et plastikust truubid diameetriga 0,2–0,4 meetrit olid osaliselt või täielikult maasse kaevatud ja settete alla mattunud, mis näitab, et sellise väikese diameetriga truubid ei sobi sõidutee alla paigaldamiseks. Vastavalt uutele teeprojekteerimise normidele peab teede all olevate truupide minimaalne diameeter olema vähemalt 0,5 meetrit, mis on põhjendatud nõue. [5]

Keskmiseks hinnanguks päiste, nõlvade ja katete defektidele oli 4. Peamine probleem oli nõlvakindlustuse puudumine. See põhjustas paisude nõlvade libisemist, avaldades negatiivset mõju teepeenardele ja teekattele. Samuti tuvastati probleeme teekattega, mis olid põhjustatud materjali vajumisest, tõenäoliselt seoses ebaõige tihendamisega torude paigaldamisel. Samuti olid sagedaseks probleemiks esteetilised defektid truupide otstes, mis tekkisid niitmise tulemusena.

Kõikidele truupidele, mida ei olnud võimalik üle vaadata, määrati hinnang 9. (vt Joonis 5.11)



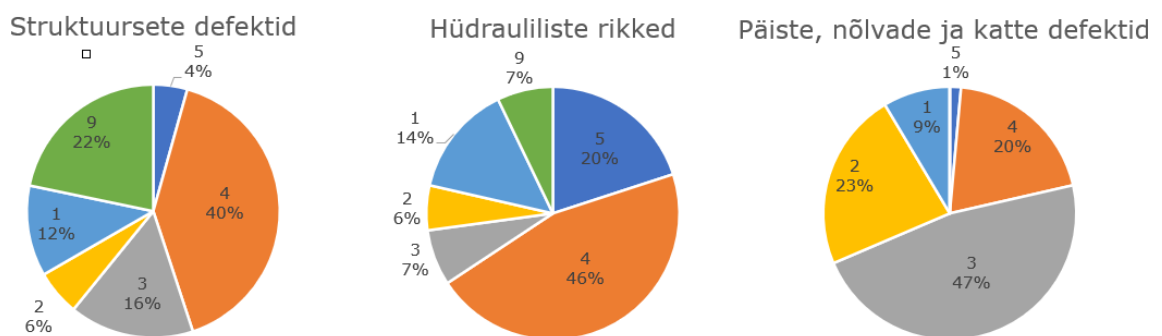
Joonis 5.11 Hinnangud ülevaadetud plastikust truupidele.

Üle vaadatud raudbetoonist truupide keskmine vanus on 49 aastat, kõige levinum diameeter on 0,75 meetrit

Raudbetoonist truupide struktuurse terviklikkuse keskmine hinnang oli 3. Peamine probleem raudbetoonkonstruktsioonides on lülide vajumine ja nihkumine.

Keskmiseks hinnanguks hüdraulilistele riketele oli 4, mis on seotud ebapiisava tähelepanuga sängide hooldusele üles- ja allavoolu, mis aja jooksul toob kaasa torude lubatust suurema ummistumise. Lisaks on ka külgekraavide seisund rahuldavast allapoole.

Keskmiseks hinnanguks päiste, nõlvade ja katete defektidele oli 3 punkti. Peamised probleemid on seotud päiste vajumisega, mis toob kaasa liitekohtade avanemise ja materjalide sattumise torusse. Selle tulemusena toimub paisude nõlvade libisemine, mis mõnel juhul mõjutab ka teepervede ja teekatte seisundit.



Joonis 5.12 Hinnangud ülevaadetud raudbetoonist truupidele.

Ülevaatuse käigus terastruupide keskmine vanus osutus 13 aastaks. Truupide diameeter varieerus vahemikus 0,8 kuni 1,5 meetrit. Väikese valimi tõttu ei ole neid truupe üksikasjalikult analüüsitud.

Terasest truupide struktuurse terviklikkuse keskmine hinnang oli 5. Ühes truubis avastati tsingitud katte kulumine. Polümeeriga kaetud terasel ei olnud visuaalse kontrolli käigus roostet märgata. Keskmiseks hinnanguks hüdraulilistele riketele oli 5. Päiste, nõlvade ja katete defektide keskmine hinnang oli samuti 5 punkti.

Hindamine konstruktsioonid erinevate kriteeriumide alusel, mis koosneb kolmest komponendist, osutus mugavaks meetodiks. See võimaldas vaadelda truubi seisukorda mitte ainult setete olemasolu ja hüdrauliliste omaduste osas, mis on tänapäeval levinud lähenemine.

Kaalukoefitsientide lisamine osutus töömahukaks protsessiks, mis raskendas lõputöö raames rohkemate truupide ülevaatamist. Peamine puudus oli selles, et konstruktsioonid diameetriga 0,2-0,4 m ei saa kaalukoefitsientide lisamisel korrektselt hinnatud olla, kuna visuaalne ülevaatus ei ole võimalik.

Hinne 9 on hea vahend vajaduse hoiatamiseks külastada ja uuesti üle vaadata sama truupi selle aasta jooksul, eriti kui oodatakse tingimuste paranemist.

Oluline on märkida, et üks kontroll, sealhulgas kogu vajaliku teabe täitmine, võtab keskmiselt 20 minutit, mis võimaldab päevas teostada kuni 20 kontrolli. Kui vaadata ainult Ida-Harju hooldepiirkonda, kus tuleb kontrollida 1039 konstruktsiooni, võtab see umbes 1,5 kuud. Praegu teostavad seda tööd paljud inimesed, kellest paljudel puudub kogemus väikeste truupide ülevaatusel. Oleks kasulik, kui kõik truupide inspekteerimisega tegelevad töötajad läbiksid ühtse formaalse väljaõppe, et vähendada subjektiivsust ja hinnangute erinevusi.

5.3.2 Tulemused seisundiindeksi alusel

Truupidele, millele on antud hinnang 9, ei ole võimalik määrata seisundiindeksit. Selliseid konstruktsioone tuleb aasta jooksul uuesti üle vaadata, teostada hooldustööd ja vajadusel probleemi põhjuste edasiseks uurimiseks pöörduda Transpordiameti poole. Avastati 27 konstruktsiooni, mis moodustab 15% üle vaadatud koguarvust.

Tabel 5.2 Tabel järgmise ülevaatusa aja määramiseks ja seisundiindeksi (SI) alusel vajalike hooldustegevuste jaoks, ülevaadatud truupide jaoks lõputöö raames.

Teetruubi üldine seisund	SI	Vajalikud tegevused	Järgmine ülevaatus	Ülevaadatud truubid	Protsentuaalne kogus
Hea	85 - 100	Hooldustööd	5	55	39%
Rahuldav	70 - 84	Hooldustööd	5	41	29%
Mitterahuldav	55 - 69	Remont	2	26	18%
Halb	40 - 54	Remont/ Taastamine	1	7	5%
Kriitiline	0 - 39	Uus ehitus	Võtta kiireloomulisi meetmeid	12	9%

Tabelis 5.1 on esitatud kõik ülevaadatud truupide, mida oli võimalik täielikult hinnata. Iga truupile on määratud seisukorra indeks (SI). Selle indeksi järgi ei vaja 68% ülevaadatud truupidest kiiret sekkumist ja nende järgmine ülevaatus on võimalik planeerida 5 aasta pärast.

18% kõigist üle vaadatud truupidest vajavad väikest sekkumist. Nende hulgas on 19% (5 tk) plastikust, 77% (20 tk) raudbetoonist ja 4% (1 tk) terasest truupid, mis on rahuldavas seisundis. Peamised tuvastatud puudused olid kahjustatud päised raudbetoonist truupidel ja settemine kõigi tüüpide puhul.

14% kõigist üle vaadatud truupidest vajavad remonti või täielikku asendamist. Nende hulgas on 17 raudbetoonist ja 2 plastikust truupi. Raudbetoonist truupidel olid peamisteks probleemideks truubitoru lülide nihkumine ning päiste lagunemine. Plastikust truupidel täheldati ristlõike deformatsiooni. Tabelis 5.2 on esitatud remonti vajavad truubid.

Tabel 5.2 Truupide remondinimekiri

Tee number	Tee nimi	KM	Truubi ehitus-aasta	Truubi otsa kindlustused	Ava läbimõõt	Truubi ehitamise materjal	Olemasolev hinnang	Ülevaatusel põhinev hinnang	SI
3547	4.Patika ühendustee	0,95	2000	otsa kindlustust pole	0,75	Raudbetoon	3	123	16
11104	Kodasoo-Kaberla tee	2,931	1986	Betoonpäis	0,75	Raudbetoon	4	253	44
11122	Kose sanatooriumi tee	1,321	1962	otsa kindlustust pole	0,5	Raudbetoon	4	121	6
11132	Soodla-Kehra tee	0,865	1989	Betoonpäis	0,75	Raudbetoon	4	152	27
11141	Ojasoo-Ardu tee	1,527	2010	otsa kindlustust pole	0,6	Plast	4	152	28
11141	Ojasoo-Ardu tee	1,808	2010	otsa kindlustust pole	0,6	Plast	4	123	17
11141	Ojasoo-Ardu tee	8,06	1960	otsa kindlustust pole	0,75	Raudbetoon	4	252	41
11202	Vaida-Urge tee	11,224	1966	otsa kindlustust pole	1	Raudbetoon	4	141	16
11202	Vaida-Urge tee	11,875	1958	Betoonpäis	1	Raudbetoon	4	342	50
11204	Kolu-Habaja tee	13,284	1983	otsa kindlustust pole	0,75	Raudbetoon	4	133	26
11204	Kolu-Habaja tee	3,262	1982	Betoonpäis	0,75	Raudbetoon	4	123	25
11260	Jõelähtme-Kemba tee	35,226	1986	Betoonpäis	0,75	Raudbetoon	4	342	46
11270	Kuusalu-Leesi tee	20,245	1966	Betoonpäis	0,75	Raudbetoon	4	131	11
11281	Kotka-Valgejõe tee	8,934	1965	Betoonpäis	0,75	Raudbetoon	4	142	26
11285	Loksa-Pärispea tee	6,046	1957	Betoonpäis	0,75	Raudbetoon	4	342	48
11285	Loksa-Pärispea tee	8,317	1978	Betoonpäis	1	Raudbetoon	4	242	35
11287	Viinistu-Pärispea tee	0,456	1965	Betoonpäis	1	Raudbetoon	4	342	47
11302	Lagedi-Kostivere tee	3,412	1961	Betoonpäis	1	Raudbetoon	4	232	29
11302	Lagedi-Kostivere tee	6,662	1985	betoonpäis	1	Raudbetoon	4	342	50

KOKKUVÕTE

Käesoleva lõputöö eesmärgiks oli analüüsida truupide seisukorra hindamist, Eesti truupide hooldamist ja reaalsete ülevaatuste käigus hinnata teetruupide seisukorda Ida-Harju hoolduspiirkonnas.

Praeguse võrgustiku ja hooldelepingute analüüside tulemusena pakuti välja tõhusamad andmekogud Teeregistri täiendamiseks ja ajakohastamiseks, mis on hädavajalik tervikliku hooldusplaani väljatöötamisel. Lisaks tehti ettepanekuid riigiteede korrashoiulepingute täiendamiseks, et tagada parem hooldus ja tõhusam planeerimine. Praegustes korrashoiulepingutes puudub nimekiri põhimaanteede ja mahasõitude truupidest, mis raskendab nende ülevaatust ja hooldustööde planeerimist. Samuti on lepingutesse lisatud mõned aegunud punktid, mis vajavad kaasajastamist ja ümberhindamist.

Töö käigus pakuti välja Kanada normidel põhinev hindamismeetodit, mis võimaldab hinnata mitte üksnes truupi ennast, vaid ka selle otsaseinu, nõlvakindlustust, kraavi ja teekatet. Otsuste lihtsustamiseks tutvustati ka seisundiindeksit (SI), mis on sobilik näidik remonditööde nimekirja koostamiseks ja hooldust vajavate konstruktsioonide prioritseerimiseks. Hindamismetoodika demonstreerimiseks teostati 175 truubi ülevaatus, mis moodustab 17% kõigist truupidest Ida-Harju hoolduspiirkonnas.

Ülevaatuste käigus selgus, et truubid, mis vajavad remonti või asendamist, on keskmiselt 52 aasta vanused. Need on peamiselt raudbetoonist konstruktsioonid, mis on oma elutsükli lõpule jõudnud. Peamisteks probleemideks olid liitekohtade defektid, mis põhjustavad täitematerjali sattumise ja struktuurseid nõrkusi. Plastiktruupide puhul täheldati sageli ummistusi või täielikku maasse vajumist, mis on tingitud projekteerimis- või ehitusvigadest. Nendes olukordades on torude veega läbipesemine väga ajutine lahendus, eriti kui truup on tegelikult katkenud töötamast. Valim moodustas vähem kui 1% kogu riigi truupidest, seega ei tehtud ettepanekuid kogu riigi võrgustikule, mistõttu on teema edasine uurimine ja analüüs vajalik. Lõputöö tulemusena võib järeldada järgnevat:

- Truupide ülevaatuseid ja seisundi kontrolli on võimalik optimeerida, arendades välja ülevaatuse lehed lähtudes antud töö sisust. On oluline rõhutada, et käesolevas uurimistöös tehti katse, mis põhineb olemasolevatel hindamismeetoditel ja on üksikasjalikult kirjeldatud ja analüüsitud.

- Vaatamata truupide suurusele on ka nende konstruktsioonide puhul ennetav lähenemine on võtmetähtsusega konstruktsioonide pikaealisuse tagamisel ning regulaarne ülevaatus on oluline samm nende säilimise suunas.

SUMMARY

The objective of this thesis was to analyze the assessment of culvert conditions, maintenance of culverts in Estonia, and evaluate the condition of road culverts in the Ida-Harju maintenance area during actual inspections. Based on current network and maintenance contract analyses, more efficient datasets were proposed for updating and enhancing the Road Registry, which is crucial for developing a comprehensive maintenance plan. Additionally, suggestions were made to improve state road maintenance contracts to ensure better maintenance and more efficient planning. The current maintenance contracts lack a list of main road and exit culverts, which complicates their inspection and the planning of maintenance work. Some outdated clauses in the contracts also need to be modernized and reassessed.

During the study, a Canadian standards-based assessment method was proposed, which allows not only for the evaluation of the culvert itself but also its end walls, slope stability, ditch, and road surface. To simplify decision-making, a Condition Index (CI) was introduced, suitable as an indicator for compiling a list of repair work and prioritizing structures that require maintenance. To demonstrate the assessment methodology, inspections of 175 culverts were conducted, which constitute 17% of all culverts in the Ida-Harju maintenance area.

The inspections revealed that the culverts needing repair or replacement were on average 52 years old. These are primarily reinforced concrete structures nearing the end of their lifecycle. The main issues were joint defects, which cause the infiltration of fill material and structural weaknesses. In the case of plastic culverts, blockages or complete subsidence were often observed, which are due to design or construction errors. In these situations, flushing the pipes with water is a very temporary solution, especially if the culvert has actually ceased to function. The sample represented less than 1% of the total national culvert population, hence no suggestions were made for the entire country's network, which necessitates further research and analysis. The results of the thesis conclude the following:

- The inspections and condition monitoring of culverts can be optimized by developing inspection sheets based on the content of this work. It is important to emphasize that the current research attempted an approach based on existing assessment methods, which is described and analyzed in detail.

- Regardless of the size of the culverts, a preventive approach is crucial for ensuring the longevity of these structures, and regular inspections are an important step towards their preservation.

KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] Gauthier, Marie-Ève. Identification des ponceaux vulnérables aux épisodes de fortes crues en zone de faibles topographies du sud du Québec. Diss. Université du Québec à Trois-Rivières, 2008.
- [2] Allouche, E. N., I. D. Moore, and L. Petersen. "Culvert Rehabilitation to Maximize Service Life While Minimizing Direct Costs and Traffic Disruption. National Cooperative Highway Research Program (NCHRP), Project Number 14-19. National Academies of Sciences." Transportation Research Board, Washington, DC. 2010
- [3] Минрегионразвития, Р. Ф. "СНИП 2.05. 03-84*(СП 35.13330. 2011) Мосты и трубы (Актуализированная редакция)." 2011 [Võrgumaterjal]. Available: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/117287/>
- [4] Majandus- ja taristuministri, "Maanteede projekteerimisnormid" Vastu võetud 05.08.2015 nr 106 [Võrgumaterjal]. Available: https://www.riigiteataja.ee/akt/lisa/1070/8201/5014/MKM_m106_lisa.pdf#
- [5] Riigi Teataja "Tee projekteerimise normid", Vastu võetud 17.11.2023 nr 71 [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/122112023009>
- [6] Riigi Teataja "Tee projekteerimise normid, Lisa 1", Vastu võetud 17.11.2023 nr 71 [Võrgumaterjal]. Available: https://www.riigiteataja.ee/akt/lisa/1221/1202/3009/KLM_m71_lisa1.pdf#
- [7] Kristel Aruste "Vooluveekoguga ristuvate rajatiste liigitumine ning nende seisund riigiteede näitel" Lõputöö, Tallinna Tehnikakõrgkool, 2023
- [8] Transpordiamet, „Teetööde tehnilised kirjeldused,“ 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://transpordiamet.ee/media/2669/download>
- [9] Riigi Teataja "Teeregistri põhimäärus", Vastu võetud 07.01.2016 nr 1 [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/112012016001>
- [10] Transpordiamet, "Teeregister" 10.24.04.1. [Võrgumaterjal]. Available: <https://teeregister.mnt.ee/reet/home>.
- [11] Transpordiamet "Transpordiamet veebileht, Teehoole" [Võrgumaterjal]. Available: <https://transpordiamet.ee/teehoole>

- [12] Peltoniemi-Taivalkoski, Anne, and Timo Saarenketo. "DRAINAGE MAINTENANCE FOLLOW UP-EXPERIENCES FROM THE ROVANIEMI AND KITTILÄ PROJECTS, FINLAND." ROADEX, 2014.
- [13] Najafi, Mohammad. "An asset management approach for drainage infrastructure and culverts. " Midwest Regional University Transportation Center, University of Wisconsin, Madison, 2008.
- [14] Волченков, Г. Я. "Пособие по гидравлическим расчетам малых водопропускных сооружений." М.: Транспорт, 1992.
- [15] Лукинский, О. А. "Гидрозащита мостовых конструкций и водопропускных труб." Жилищное строительство 3, стр. 33-37. 2010.
- [16] Лукин, Н. П., А. Н. Лукин, and С. А. Щуко. "Автомобильные дороги. Трубы под насыпями автомобильных дорог." Обзорная информация.– М.: ЦБНТИ 6 (1988).
- [17] ТЕХПОЛИМЕР "Рекомендации по проектированию и производству работ, по технологии «Ремонт и восстановлени железобетонных водопропускных труб с помощью несъемной опалубки из полимерного защитного рукава» " ГК «ТехПолимер». 2019. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.texpolimer.ru/media/industry_recommendation/16_K8PqKIM.pdf
- [18] Toomas Timmusk, Taavi Lulla "Juhend truupide projekteerimiseks - truubitoru dimensioneerimine" Põllumajandusameti, Tartu, 2020. [Võrgumaterjal]. Available: <https://pta.agri.ee/media/2806/download>
- [19] Lellep, Karin. "Terastoru truupide projekteerimise, ehitamise ja hooldamise juhend metsateedel." 2016. [Võrgumaterjal]. Available: https://media.rmk.ee/files/2016-12-28_RMK_TRUUBID_1.0.pdf
- [20] Transpordiamet "Torusillad, Riigiteedel terasprofiilist truupide ja sildade projekteerimise ja ehitamise juhised" 2017. [Võrgumaterjal]. Available: <https://transpordiamet.ee/media/4979/download>
- [21] Transpordiamet "Teetööde tehnilised kirjeldused", 2016. [Võrgumaterjal]. Available: <https://transpordiamet.ee/media/4973/download>
- [22] Riigi Teataja "Tee seisundinõuded", Vastu võetud 14.07.2015 nr 92 [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/115072015013>

- [23] Riigi Teataja "Tee ehitamise kvaliteedi nõuded", Vastu võetud 03.08.2015 nr 101. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/120112020003>
- [24] Põllumajandusamet "Maaparandussüsteemi hooldustööde tegemise juhend", 2011. [Võrgumaterjal]. Available: <https://pta.agri.ee/media/2883/download>
- [25] Transpordiamet "Korrashoiu järelevalve juhend riigiteedel", 2019. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.transpordiamet.ee/sites/default/files/documents/2021-10/korrashoiu_jarelevalve_juhend_riigiteedel.pdf
- [26] Ministère des transports "Guide d'inspection des ponceaux", 2006 Québec, Gouvernement du Québec
- [27] Ministère des transports "Manuel d'inspection des ponceaux ", 2019 Québec, Gouvernement du Québec
- [28] 3.2-3211357-1 22.04.2021 Ehituse ja korrashoiuleping. Lisa 25. Kattega teede nimekiri seisunditasemetega kaupade. [Ei ole avalikult kättesaadav]
- [29] Arnoult, James D., and Tallamy Byrd. Culvert inspection manual. No. FHWA-IP-86-2. United States. Federal Highway Administration, 1986.
- [30] Государственный комитет совета министров СССР по делам строительства, Строительные нормы и правила, «СНИП II-Д.7-62 Мосты и трубы. Нормы проектирования», 1963. [Võrgumaterjal]. Available: https://standartgost.ru/g/%D0%A1%D0%9D%D0%B8%D0%9F_II-%D0%94.7-62
- [31] Государственный комитет совета министров СССР по делам строительства, «ГОСТ 24547-81, звенья железобетонных водопропускных труб под насыпи автомобильных и железных дорог», 1980. [Võrgumaterjal]. Available: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294853/4294853327.pdf>

LISAD

Lisa 1. Betoonkonstruktsioonide struktuursete defektide hindamiskaala

Lisa 2. Paindlike struktuuride (gofreeritud teras, plastik) iseloomulike defektide hindamiskaala

Lisa 3. Hüdrauliliste rikete ja elementide tulemuste hindamiskaala

Lisa 4. Päiste, nõlvade ja katte defektide hindamiskaala

Lisa 5. Ülevaatusleht truubi T11141 km 1,808

Lisa 6. Ülevaatusleht truubi T11141 km 8,06

Lisa 7. Ülevaatusleht truubi T11204 km 7,764

Lisa 8. Ülevaatusleht truubi T11132 km 0,864

Lisa 9. Ülevaatusleht truubi T11250 km 16,16

Lisa 10. Ülevaatusleht truubi T11317 km 0,008

LISA 1. Betoonkonstruktsioonide struktuursete defektide hindamisskaala

Defektid / elemendid		Konkreetsed märgatavad defektid	Defektidele omistatud tõsiduse hinded.				
			1	2	3	4	5
T ₁	Deformatsioon ja/või väljaulatuvus	Truubi sektsioonide vajumine koos truubi kumerprofiili tekkimisega, kalde nurk ja venitus	Deformatsioonid > 20% truubi algsest suurusest. Struktuur on osaliselt kokku varisenud. On kahjustusi mullakehas või teekattes	Deformatsioonid on 15% kuni 19%	Deformatsioonid on 10% kuni 14%	Deformatsioonid on 5% kuni 9%	Deformatsioonid on <5%
T ₂	Betoonkonstruktsiooni defektid	Kahjustus, mis paljastab armatuuri raudbetoonist truubi sisepinnal	Augud täieliku sügavusega. Kahjustatud alad, kus on paljastunud armeerimine, ületavad 25%. Täielikult lahtitunud, kahjustatud betoonalad moodustavad üle 50% pindalast. Armeerivate vardade perimeeter on täielikult paljastunud.	Ulatuslik roostejälgjed. Killustumine mitmetes kohtades, ulatuslik pindmise koorimine inverti suurem kui 15 mm. Ulatuslik pindmise koorimine inverti suurem kui 25 mm.	Esineb roosteplekke ja lekkeid. Koorimine moodustub vähem kui 30% avatud pindalast ja on vähem kui 5 mm sügav. Kahjustatud alasid, kus on välja toodud armeerimine, on vähem kui 10%.	Kerge koorimine vähem kui 10% avatud pindalast ja sügavus üle 3 mm.	Defekt puudub
		Pikisuunaliste pragude avastamine	> 2 mm	1 kuni 2 mm	-	< 1 mm	Defekt puudub
		Ristlõikeliste pragude avastamine	>10 mm	6 kuni 9 mm	3 kuni 5 mm	< 10 mm	Defekt puudub
T ₃	Liitekohtade defektid	Liigete oluline eraldumine on kahjustanud truubi terviklikkust	Liitekohtade rebend või murd koos täitematerjali sattumisega – auk on avatud	Liitekohtade rebend või murd koos täitematerjali sattumisega – auk on suletud.	Liitekohtade avamine >60 mm ilma täitematerjali sattumiseta	Liitekohtade avamine on 30 kuni 59 mm ilma täitematerjali sattumiseta	Liitekohtade avamine < 29 mm ilma täitematerjali sattumiseta

Märkus: Tabel on koostatud Quebeci Transpordiministeriumi [27] olemasoleva praktika alusel, autori toimetusega, mis põhineb isiklikul kogemusel.

LISA 2. Elastsete materjalide (gofreeritud teras, plastik) iseloomulike defektide hindamiskaala

Defektid / elemendid		Konkreetsed märgatavad defektid	Defektidele omistatud tõsiduse hinded.				
			1	2	3	4	5
T ₁	Liikumised ja deformatsioonid	Ristlõike deformatsioon	a) > 20 % b) Lainete deformatsioon	15 kuni 19 %	10 kuni 14 %	6 kuni 9 %	< 5 %
		Liikumine, mis mõjutab käitumist või struktuurseid omadusi või mõlemat neist aspektidest	a) Kriitiline b) Otsade tõstmine aluspinnast	Väga oluliselt	Oluliselt	Veidi	Defekt puudub
T ₂	Materjalide defektid	Seinte korrosioon	a) Kohalikud augud, hõivates 50% või rohkem toru pikkusest b) Pidev läbitungimine 2 meetrit või rohkem	Kohalikud augud, hõivates vähem kui 50% toru pikkusest	Rostikihid ilma aukudeta	Veidi	Defekt puudub
		Materjalide defekt, mis mõjutab PP, PE toru käitumist või struktuurset võimekust	Kriitiline	Väga oluliselt	Oluliselt	Veidi	Defekt puudub

Defektid / elemendid		Konkreetsed märgatavad defektid	Defektidele omistatud tõsiduse hinded.				
			1	2	3	4	5
T ₃	Prao tekkimine ja ühenduskohad	Praod seinas	Olemasolu	-	-	-	Defekt puudub
		Poltide praod – protsent poltidest, millel on praod nende ümbermõõdul, võrreldes kogu poltide arvuga ühes reas	> 50 %	30 kuni 49 %	10 kuni 29 %	< 9 %	Defekt puudub
		Poltide praod – praod pikkus polti ümbritsevalt, võrreldes kahe polti vahelise pikisuunalise kaugusega	> 50 %	30 kuni 49 %	10 kuni 29 %	< 9 %	Defekt puudub
		Ühenduskohtade avamine või kahjustamine, mis loob riski täitematerjali sattumiseks truupi ¹	a) ilma kaitsematerjalita b) ühenduse avamine 50% või enam ümbermõõdust (koos kaitsematerjaliga või ilma)	Kaitsematerjaliga	-	-	Defekt puudub

¹ Kaitsematerjali olemasolu või puudumine, mis vähendab täitematerjali sissepääsu riski truupi. Seega, kui geotekstiilist kile kaitseb ühenduskohta välisest infiltratsioonist, on ühenduskoha hävimine vähem intensiivne. Sama kehtib ka kõikide teiste materjalide kohta, mis pidevalt kaitsevad ava (paisuv vaht, vuugitäide, lehtmetsall jne).

Märkus: Tabel on koostatud Quebeci Transpordiministeeriumi [27] olemasoleva praktika alusel, autori toimetusega, mis põhineb isiklikul kogemusel.

LISA 3. Hüdrauliliste rikete ja elementide tulemuste hindamisskaala

Defektid / elemendid		Konkreetsed märgatavad defektid	Defektidele omistatud tõsiduse hinded.				
			1	2	3	4	5
V ₄	Settimine / Saagikus	Hüdraulilise efektiivsuse vähenemine, mis on põhjustatud setitamisest või muust nähtusest	a) settimine, mis viib voolupinna vähenemiseni >40% truubi ristlõikest b) Ülekoormatud vool ja üleujutus ülesvoolu	30% kuni 39% truubi ristlõikest	20% kuni 29% truubi ristlõikest	10% kuni 19% truubi ristlõikest	<9% truubi ristlõikest
V ₅	Sisse- ja/või väljavoolu erosioon	Kraavilohk sissepääsul või väljapääsul või mõlemal pool	Sügavus >1 m	Sügavus 0,5 kuni 0,99 m	Sügavus 0,25 kuni 0,49 m	Sügavus kuni 0,24 m	Defekt puudub
V ₆	Infiltratsioon	Vee liikumine truubi välisperimeetril	Esinevad nähtavaid infiltratsioonid	-	-	-	Nähtavaid infiltratsioone ei ole.
		Täitematerjali sattumine läbi seinu (praod, ühenduste defektid jne) truubi defektide tõttu	Esinevad nähtavaid infiltratsioonid	-	-	-	Nähtavaid infiltratsioone ei ole.
V ₇	Prahi kogum truubis	Prahi kogum, mis mõjutab truubi ristlõiget	>40% truubi ristlõikest	30% kuni 39% truubi ristlõikest	30% kuni 39% truubi ristlõikest	<19% truubi ristlõikest	Defekt puudub
V ₈	Külgkraav	Setete, prahi jms tõttu voolupinna vähenemine	Märkimisväärselt	-	Väike kogus	-	Defekt puudub
V ₉	Drenaažikraav						

Märkus: Tabel on koostatud Quebeci Transpordiministeriumi [27] olemasoleva praktika alusel, autori toimetusega, mis põhineb isiklikul kogemusel.

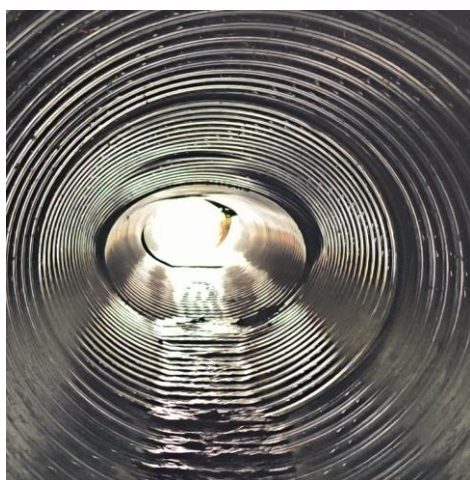
LISA 4. Päiste, nõlvade ja katte defektide hindamiskaala

Defektid / elemendid		Konkreetsed märgatavad defektid	Defektidele omistatud tõsiduse hinded.				
			1	2	3	4	5
P ₁₀	Sisse- / Väljavoolu nõlvakindlustus	Kaitsekatte kadumine või hävimine päis	>40% pinnast	20% kuni 39% pinnast	10% kuni 19% pinnast	5% kuni 9% pinnast	<5% pinnast
P ₁₁	Teepenrad	Mullakeha ühtluse defektid, mis põhjustavad mullakeha stabiilsusele ohtu	Paisude nõlvade uhtumine või pikisuunaline praod (tee suunas) laiusega >30 mm	Paisude nõlvade libisemine, mis mõjutab teekatet (vajumine) või pikisuunaline praod (tee suunas) laiusega 15 kuni 29 mm	Paisude nõlvade libisemine, mis ei mõjuta teekatet või pikisuunaline praod (tee suunas) laiusega 5 kuni 14 mm	Ebaoluline erosioon või pikisuunaline praod (tee suunas) laiusega <5 mm	Defekt puudub
P ₁₂	Teekatte praod / ebatasasused	Teekatte vajumine	Vajumine > 50 mm 3 meetri kohta	Vajumine 30 kuni 49 mm 3 meetri kohta	Vajumine 15 kuni 29 mm 3 meetri kohta	Vajumine 5 kuni 14 mm 3 meetri kohta	Vajumine < 5 mm 3 meetri kohta
		Teekatte ühtluse defektid	Augude ja teiste ohtlike defektide esinemine	Defektid, mis oluliselt mõjutavad sõiduki juhtimist	Defektid, mis avaldavad vähest mõju sõiduki juhtimisele	Väikesed juuksepraod teekattes teetruubi kohal.	Defekt puudub
P ₁₃	Päise / Tugisein	Defektid päistes, mis põhjustavad ohtu nõlva stabiilsusele	Liitekohtade avanemine ja materjali sattumine truubi sisse	Elemendi vajumine, mis mõjutab truubi vee läbilaskevõimet ja nõlva stabiilsust	Elemendi vajumine, mis ei mõjuta truubi vee läbilaskevõimet ja nõlva stabiilsust	Esteetilised defektid	Defekt puudub
P ₁₄	Sadeveekaev / muu	Elemendi käitumise rike	Avaldab väga olulist mõju	-	Avaldab vähest mõju	-	Ei avalda mõju

Märkus: Tabel on koostatud Quebeci Transpordiministeriumi [27] olemasoleva praktika alusel, autori toimetusega, mis põhineb isiklikul kogemusel.

LISA 5. Ülevaatuselt truuhi T11141 km 1,808

Tee number:	11141	Tee nimi:	Ojasoo-Ardu tee	Kilomeeter:	1,808
Truuhi ehitusaasta:	1960	Truubikeha pikendamise või remondi aasta		2010	
Avade arv:	1	Ava(de) läbimõõt		0,6	
Truuhi ehitamise materjal	plast	Truubikeha pikkus ilma tiibmüürita		12	
Truuhi otsa kindlustused:	otsa kindlustust pole				
Truuhi tähistus:	tähistamata				



	1	2	3	4	5	Kirjeldus
T ₁	X					T1 - Ristlõike deformatsioon > 20 % = 1
T ₂				X		
T ₃		X			X	T3 - Vertikaalne joondamatus liitekohtade vahel ilma täitematerjali sattumiseta = 2
V ₄	X					
V ₅					X	
V ₆					X	V4 - Truup asub kraavi põhjast kõrgemal, mis takistab vee läbilaskevõimet = 1
V ₇					X	
V ₈	-	-	-	-	-	
V ₉	-	-	-	-	-	P12 - Teekatte vajumine 20 mm 3 meetri kohta ja pikisuunaline praod = 3
P ₁₀				X		
P ₁₁				X		P13 - Liiga lühike truupi otsik ulatub välja mullakehast, mis võib ohustada nõlva stabiilsust = 3
P ₁₂			X			
P ₁₃			X			
P ₁₄	-	-	-	-	-	

Seisund = 123

SI = 17

Kokkuvõte: Teeregistris on vale andmed ehitusaasta ja remondi aasta kohta. Üldine seisukord on kriitiline, vajab taastamist (uus ehitus) ja pikkuse suurendamist.

Teeregistris on seisukorra hinnang 4 - esineb üksikuid pisipuudusi (hea)

Märkus: a) Kriteeriume T1...P14 vaata Lisast 1...4. b) Punane värv näitab valeandmeid, sinine värv - andmed, mis on parandatud ülevaatus käigus.

LISA 6. Ülevaatuselt truubi T11141 km 8,06

Tee number:	11141	Tee nimi:	Ojasoo-Ardu tee	Kilomeeter:	8,06
Truubi ehitusaasta:	1960	Truubikeha pikendamise või remondi aasta			-1
Avade arv:	1	Ava(de) läbimõõt			0,75
Truubi ehitamise materjal	raudbetoon	Truubikeha pikkus ilma tiibmüür			8
Truubi otsa kindlustused:		betoonpäis			
Truubi tähistus:		tähispostid			



	1	2	3	4	5	Kirjeldus
T ₁			X			T1 – sektsioonide vajumine on 10% kuni 14% = 3
T ₂				X		
T ₃		X				T2 – esimeses sektsioonis Pikisuunaliste pragude avastamine < 1 mm = 4
V ₄					X	T3 – Liitekohtade rebend või murd koos täitematerjali sattumisega – auk on suletud = 2
V ₅					X	
V ₆					X	
V ₇					X	P11 – Paisude nõlvade libisemine, mis mõjutab teekatet (vajumine) = 2
V ₈					X	
V ₉					X	P12 – Teekatte vajumine 20 mm 3 meetri kohta = 3
P ₁₀					X	
P ₁₁		X				P13 – Betoonpäis puudub, esimesene sektsiooni vajumine, mis mõjutab nõlva stabiilsust = 2
P ₁₂			X			
P ₁₃		X				
P ₁₄	-	-	-	-	-	

Seisund = 252

SI = 43

Kokkuvõte: Teeregistris puuduvad andmed ehitusmaterjali ja remondi aasta kohta. Betoonpäis puudub. Üldine seisukord on halb, vajab taastamist (uus ehitus) ja pikkuse suurendamist. Ülevaatus tuleb teostada igal aastal.

Teeregistris on seisukorra hinnang 4 - esineb üksikuid pisipuudusi (hea)

Märkus: a) Kriteeriume T1...P14 vaata Lisast 1 kuni Lisani. b) Punane värv näitab valeandmeid, sinine värv - andmed, mis on parandatud ülevaatus käigus.

LISA 7. Ülevaatuselt truubi T11204 km 7,764

Tee number:	11204	Tee nimi:	Kolu-Habaja tee	Kilomeeter:	7,764
Truubi ehitusaasta:	1983	Truubikeha pikendamise või remondi aasta			-1
Avade arv:	2	Ava(de) läbimõõt			1
Truubi ehitamise materjal	plast	Truubikeha pikkus ilma tiibmüür			12
Truubi otsa kindlustused:	Betonpäis				
Truubi tähistus:	LM 686				



	1	2	3	4	5	Kirjeldus
T ₁					X	V4 - Hüdraulilise efektiivsuse pudumine = 1
T ₂					X	V7 - Prahi kogum >40% ristlõikest = 1
T ₃					X	
V ₄	X					P10 - nõlvakindlustus puudumine = 1
V ₅					X	
V ₆					X	P11 - Paisude nõlvade libisemine, mis mõjutab teekatet (vajumine) = 2
V ₇	X					
V ₈	-	-	-	-	-	P12 - Teekatte vajumine 10 mm 3 meetri kohta =4
V ₉	-	-	-	-	-	
P ₁₀	X					
P ₁₁		X				
P ₁₂				X		
P ₁₃					X	
P ₁₄	-	-	-	-	-	

Seisund = 522

SI = 65

Kokkuvõte: Teeregistris uuendamata andmed. Üldine seisukord on mitterahuldav, vaja teostada hooldustöid ja paigaldada nõlvakindlustus. Järgmine ülevaatus tuleb läbi viia 2 aasta pärast.

Teeregistris on seisukorra hinnang 4 - esineb üksikuid pisipuudusi (hea)

Märkus: a) Kriteeriume T1...P14 vaata Lisast 1 kuni Lisani. b) Punane värv näitab valeandmeid, sinine värv - andmed, mis on parandatud ülevaatus käigus.

LISA 8. Ülevaatuselt truubi T11132 km 0,865

Tee number:	11132	Tee nimi:		Kilomeeter:	0,865
Truubi ehitusaasta:	1989	Truubikeha pikendamise või remondi aasta			-1
Avade arv:	1	Ava(de) läbimõõt			0,75
Truubi ehitamise materjal	raudbetoon	Truubikeha pikkus ilma tiibmüür			22,6
Truubi otsa kindlustused:		betoonpäis			
Truubi tähistus:		tähistamata			



	1	2	3	4	5	Kirjeldus
T ₁	X					T1 ja T3 - sektsioonide vajumine on >20%, liitekohtade rebend või murd koos täitematerjali sattumisega – auk on avatud = 1
T ₂				X		
T ₃	X					
V ₄					X	P10 ja P11 - hävimine päis ja augud nõlvas, mis ei mõjuta teekatet = 3
V ₅					X	
V ₆					X	
V ₇					X	P12 - Väikesed praod teekattes = 4
V ₈					X	
V ₉	-	-	-	-	-	P13 - Liitekohtade avanemine ja materjali sattumine truubi sisse = 1
P ₁₀			X			
P ₁₁			X			
P ₁₂				X		
P ₁₃	X					
P ₁₄	-	-	-	-	-	

Seisund = 152

SI = 27

Kokkuvõte: Teeregistris puudub valmistusmaterjal. Üldine seisukord on kriitiline, vajab taastamist (uus ehitus).

Teeregistris on seisukorra hinnang 4 - esineb üksikuid pisipuudusi (hea)

Märkus: a) Kriteeriume T1...P14 vaata Lisast 1 kuni Lisani. b) Punane värv näitab valeandmeid, sinine värv - andmed, mis on parandatud ülevaatus käigus.

LISA 9. Ülevaatuselt truubi T11250 km 16,16

Tee number:	11250	Tee nimi:	Tallinna-Viimsi-Randvere tee	Kilomeeter:	0,864
Truubi ehitusaasta:	1962	Truubikeha pikendamise või remondi aasta			2010
Avade arv:	1	Ava(de) läbimõõt			1,5
Truubi ehitamise materjal	teras	Truubikeha pikkus ilma tiibmüür			25
Truubi otsa kindlustused:	looduskivi				
Truubi tähistus:	tähistamata				



	1	2	3	4	5	Kirjeldus
T ₁					X	T2 – seinte korrosioon = 3
T ₂			X			
T ₃					X	
V ₄					X	
V ₅					X	
V ₆					X	
V ₇					X	
V ₈	-	-	-	-	-	
V ₉	-	-	-	-	-	
P ₁₀					X	
P ₁₁					X	
P ₁₂					X	
P ₁₃					X	
P ₁₄	-	-	-	-	-	

Seisund = 355

SI = 75

Kokkuvõtte: Teeregistris on vale andmed ehitusaasta ja remondi aasta kohta. Üldine seisukord on rahuldav. Järgmine ülevaatus tuleb läbi viia 5 aasta pärast.

Teeregistris on seisukorra hinnang 4 - esineb üksikuid pisipuudusi (hea)

Märkus: a) Kriteeriume T1...P14 vaata Lisast 1 kuni Lisani. b) Punane värv näitab valeandmeid, sinine värv - andmed, mis on parandatud ülevaatus käigus.

LISA 10. Ülevaatusleht truubi T11317 km 0,008

Tee number:	11317	Tee nimi:	Raasiku Elektri tee	Kilomeeter:	0,008
Truubi ehitusaasta:	-	Truubikeha pikendamise või remondi aasta			-
Avade arv:	1	Ava(de) läbimõõt			0,4
Truubi ehitamise materjal	plast	Truubikeha pikkus ilma tiibmüür			11,5
Truubi otsa kindlustused:		looduskivi			
Truubi tähistus:		tähistamata			



	1	2	3	4	5	Kirjeldus
T ₁					X	V4 - Sadestised 20% ristlõikest = 3
T ₂					X	V8 - Väike kogus setet, mille tõttu väheneb voolupind = 3
T ₃					X	
V ₄			X			P11 - augud teepenras, mis mõjutavad teekatet = 2
V ₅					X	
V ₆					X	
V ₇					X	
V ₈			X			P12 - Vajumine > 50 mm 3 meetri kohta ja praod = 1
V ₉	-	-	-	-	-	
P ₁₀				X		P13 - päise esteetilised defektid
P ₁₁		X				
P ₁₂	X					
P ₁₃				X		
P ₁₄	-	-	-	-	-	

Seisund = 532

SI = 69

Kokkuvõte: Teeregistris puuduvad andmed. Üldine seisukord on mitterahuldav, vaja teostada hooldustöid ja teekatte remont. Järgmine ülevaatus tuleb läbi viia 2 aasta pärast.

Märkus: a) Kriteeriume T1...P14 vaata Lisast 1 kuni Lisani. b) Punane värv näitab valeandmeid, sinine värv - andmed, mis on parandatud ülevaatus käigus.