



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Ehituse ja arhitektuuri instituut

**HAAPSALU VIADUKTI NR 18302 SEISUKORRA
MÄÄRAMINE JA REMONDI LAHENDUSTE
LEIDMINE LÄBI ERINEVATE MEETODITE**

**HAAPSALU VIADUCT NR 18302 CONDITION
ASSESSMENT AND RECONSTRUCTION SOLUTIONS
THROUGH DIFFERENT METHODS**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Reio Lõhmus

Üliõpilaskood 211791 EAXM

Juhendaja: Olari Valter

Tallinn 2023

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.

“.....” 2020

Autor:

/ allkiri /

Töö vastab /magistritööle esitatud nõuetele “.....” 2020.

Juhendaja:

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud “.....” 2020 .

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina Reio Lõhmus (*autori nimi*)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

HAAPSALU VIADUKTI NR 18302 SEISUKORRA MÄÄRAMINE JA REMONDI LAHENDUSTE LEIDMINE LÄBI ERINEVATE MEETODITE

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.

22.05.2023 (kuupäev)

Ehituse ja arhitektuuri instituut
LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Reio Lõhmus, 211791 EAXM
Õppekava, peaeriala: EAXM 15/18 Hooned ja rajatised
Juhendaja(d): lektor, Olari Valter

Lõputöö teema:

Haapsalu viadukti nr 18302 seisukorra määramine ja remondi lahenduste leidmine läbi erinevate meetodite

Haapsalu viaduct nr 18302 condition assessment and reconstruction solutions through different methods

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Anda ülevaade erinevate riikide sillahaldussüsteemidest
2. Hinnata Eesti ja teiste riikide sillahaldussüsteemidega Haapsalu viadukti seisundiindeksit
3. Leida viadukti remondimeetodid ning tuua välja nende rahaline mõju

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Teoreetilise osa kirjutamine, andmete kogumine	02.05.2023
2.	75% valmis, lõputöö kaitsmistootluse esitamine	08.05.2023
3.	Töö valmis, ettevalmistused kaitsmiseks, töö esitamine retsenseerimiseks	22.05.2023

Töö keel: Eesti keel **Lõputöö esitamise tähtaeg:** "22" mai 2023.a

Üliõpilane: Reio Lõhmus "22" mai 2023.a

Juhendaja: Olari Valter "22" mai 2023.a

Programmijuht : Simo Ilomets "22" mai 2023.a

SISUKORD

AUTORIDEKLARATSIOON.....	2
SISUKORD	5
EESSÕNA.....	7
SISSEJUHATUS	8
1. Viadukti ajalugu.....	10
1.1 Mõõtmed.....	11
1.1.1 Viadukti mõõtmed.....	11
1.1.2 Viadukti katendikihid.....	12
2. Ehitusaegse projekti geoloogiline kirjeldus.....	15
3. Sildade seisukorra hindamise süsteemid	17
3.1 BMS - (Bridge Management System)	17
3.1.1 Pontis.....	18
3.1.2 Lat Brutus – Läti sillahaldussüsteem	18
3.1.3 FBMS – Soome sillahaldussüsteem	20
3.1.4 DANBRO – Taani sillahaldussüsteem	21
3.1.5 BaTMan – Rootsi sillahaldussüsteem.....	22
3.1.6 DISK – Hollandi sillahaldussüsteem.....	24
4. Tehnilise seisukorra määramine - Eesti.....	25
4.1 Tee seisundinõuete täidetetus	25
4.2 Seisundi indeksi määramine.....	27
4.3 Kahjustuste hindamine.....	31
5. Tehnilise seisukorra määramine – Soome	40
6. Tehnilise seisukorra määramine – Austria	44
7. Seisundihinnangute võrdlus ja nende remondi meetodid	46
7.1 Eesti.....	46
7.1.1 Elementide remondi meetodid	47
7.2 Soome.....	49
7.2.1 Elementide remondi meetodid	50
7.3 Austria	52
7.3.1 Elementide remondi meetodid	53
8. Remondi meetodite maksumused	55
8.1 Eesti.....	55

8.2	Soome.....	56
8.3	Austria	57
8.4	Uue viadukti ehitamine	59
8.5	Viadukti lammutamine.....	60
	KOKKUVÕTE	62
	SUMMARY	64
	KASUTATUD KIRJANDUS.....	66
	Lisa 1 Eesti remondi kulutabel	68
	Lisa 2 Soome remondi kulutabel.....	71
	Lisa 3 Austria remondi kulutabel.....	74
	Lisa 4 Olemasoleva viadukti lammutamise ja uue ehitamise kulutabel	77
	Lisa 5 Olemasoleva viadukti lammutamise kulutabel	80

EESSÕNA

Magistritöö teema ajendiks oli autori huvi sildade korrashoiu ning nende haldamise süsteemide vastu. Lisaks soovis autor kodulinna viadukti põhjalikumalt analüüsida ning anda töö käigus omandatud teadmiste põhjal viaduktile objektiivne seisukorra hinnang. Koostöös juhendajaga töötati välja töö eesmärk, määrati ära töö tegevused ning töötati välja meetodid, et koostada arvestatav magistritöö.

Lõputöös hinnatakse Haapsalu viadukti tehnilist seisukorda, arvutatakse riigiti välja seisundite indeksid ning töötatakse välja optimaalsed parendustegevused, et viia viadukti seisundiindeks uueväärseks. Samuti leitakse remondilahenduste maksumused erinevate meetodite alusel.

Viadukt on säilinud ca 30 aastat, mille vältel ei ole viaduktile tehtud suuremaid hooldus- või rekonstrueerimistöid. Arvestades, et tänapäeval projekteeritakse sillad ja viaduktid ligi sajaks aastaks, siis on antud viadukti puhul kriitiline, et see saaks remonditud.

Töö autor soovib tänada oma juhendajat Olari Valterit, kes oli nõus olema magistritöö juhendajaks ning aitas kaasa lõputöö juhendamisel ning töö teemade arutelul.

Võtmesõnad: viadukt, seisukord, seisundi indeks, remont, magistritöö

SISSEJUHATUS

2023. aasta alguse seisuga on teeregistri andmetel Eestis 1734 silda või viadukti [1]. Registri andmetel on Läänemaa kohalike omavalitsuste teedel kokku 69 silda või viadukti, millest neli asub Haapsalu linna teedel [1]. Haapsalus asuv Lihula maantee viadukt on nimistust kõige suuremate gabariitidega ning seda käsitletakse ühtlasi ka antud lõputöös.

Käesoleval aastal toimus suurem muutus sildade arvu osas, sest varasemalt suuremate truupidena nimetatud konstruktsioonid, nimetati ümber sildadeks. Eeskätt sellepärast, et truupide tööpõhimõtted ning hooldusvajadus langes kokku sildade omadega ehk neid peab käsitlema kui sildu.

Levinud rajatiste jagunemine on tüübi järgi. Sildade peamine tööpõhimõte on ületada takistust, milleks enamasti on veekogu. Seevastu viadukti eesmärgiks on ületada pinnavormi või tehniliku takistust. Tunnelid on vajalikud takistuste alt läbimiseks ning ökoduktid on mõeldud loomade ohutuks liikumiseks tee pealt.

2016. aastal aprillis sai valmis maanteeameti ekspertiis Haapsalu viadukti kohta, milles käsitletakse erinevaid kahjustusi ning eksperdi hinnangut, et viadukt vajaks kiiresti remonti. Täna, seitse aastat hiljem ei ole remonti endiselt sellele tehtud. Kuna viadukt asub Lihula maanteel, mis on Haapsalus üheks põhimagistraaliks, siis on antud teema vägagi oluline ja aktuaalne, kuna lagunev viadukt on ohtlik kõigile liiklejatele. [2]

Haapsalu linn on järgnevate aastate arengukava tegevuskavasse (2023-2026) lisanud viadukti rekonstrueerimise või lammutamise koos Lihula maantee rekonstrueerimisega. Juurde on lisatud ka klausel, et tegevus või investeering sõltub osaliselt või terviklikult erinevatest riiklikest või EL toetusrahadest [3]. Kuigi Haapsalu arengukavasse on viadukti ja Lihula maantee koostööpartneriks viidatud Transpordiametit, ei leidu Transpordiameti arengukavadest selle töö planeeringut. Teadaolevalt käib ka hetkel Haapsalu rongiliikluse taastamise projekteerimine, mis soovitakse lähiaastatel valmis projekteerida. Seeläbi võidakse viadukti kasutamine või lammutamine raudtee taastamise osas töösse võtta.

Kuna töö autor on Haapsalus elanud ligi 20 aastat, siis on antud viadukt kõnetanud suuresti. Nagu ka eelnevalt mainitud, asub viadukt Lihula maanteel, mis on Haapsalus küllaltki suure liikluskoormuse all. Kuigi liiklusuuringut ei ole kättesaadavate andmete põhjal viaduktile tehtud, siis võib Transpordiameti 2021. aasta uuringu kaardi põhjal

prognoosida, et antud lõigul jääb aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus alla 2000 sõiduki ööpäevas [4]. Sellest tulenevalt on ka lõputöö eesmärk uurida viadukti tehnilist seisukorda, eeskätt liiklusohutuse osas.

Käesoleva lõputöö peamiseks eesmärgiks on analüüsida Haapsalu viadukti ning leida seeläbi seisundi indeks. Seisundi indeksi arvutamisel lähtutakse kolme erineva riigi metoodikast. Analüüsimise käigus mõõdetakse üle viadukti parameetrid ning täiendatakse seeläbi teeregistri nimistut, mida viadukti omanikul on võimalik edaspidi kasutada. Lisaks on eesmärgiks anda ülevaade erinevate riikide sillahaldussüsteemidest ning leida viadukti remondi, uue viadukti ehitamise ning viadukti likvideerimise maksumused.

Lõputöö põhiosas antakse ülevaade olemasoleva viadukti ajaloost ning parameetritest. Samuti selgitatakse erinevate riikide seisukorra hindamise süsteeme sildade osas. Viaduktile määratakse seisundi indeks Eesti, Soome ja Austria meetodite alusel, mille järgselt arvutatakse antud meetodite alusel viadukti remondimaksumus. Lisaks remondimaksumusele leitakse uue viadukti ehitamise kui ka olemasoleva viadukti likvideerimise maksumus. Lisades on toodud välja maksumuste detailsemad kulutabelid.

1. VIADUKTI AJALUGU

1968. aastal kiitis Eesti Nõukogude Sotsialistliku Vabariigi Riiklik Ehituskomitee heaks praeguse Haapsalu viadukti eskiislahenduse, mille järgselt lubati lahenduse põhjal koostada vastav tööprojekt. Valikus oli kolm erinevat lahendust, mis erinesid üksteisest nii tehnoloogiliselt kui ka rahaliselt. Valitud variant oli teistega võrreldes kõige odavam ning ökonoomsem. [5]

Varasemalt puit konstruktsioonina olnud viadukt (vt Joonis 1.1) rekonstrueeriti 1980-1990. aastatel. Rekonstrueerimise käigus rajati uus trass sirgemana (vt Joonis 1.2) ning ehitati uus viadukt raudbetoon konstruktsioonina. Mõlema viadukti eesmärgiks oli ületada raudteed, mis tänaseks päevaks on küll likvideeritud, kuid poliitiliste lubaduste põhjal võidakse lähitulevikus raudtee taaskord välja ehitada.



Joonis 1.1 Haapsalu varasem viadukt [6]



Joonis 1.2 Uue betoonist viadukti paiknemine varasema suhtes [7]

1.1 Mõõtmed

Käsitletud on viadukti, mis ehitati 1989-1990. aastatel ehk tänaseni kasutatav viadukt.

1.1.1 Viadukti mõõtmed

Viadukt on monteeritavatest raudbetoonaladest mitmeavaline lihttalakonstruktsioon. Tegemist on neljaavalise konstruktsiooniga ning vahesambaid on viaduktil kokku 3 tk ja poste 12 tk.

2023. aasta seisuga on teeregistri andmeid viadukti kohta vähe. Viadukt on autori poolt üle mõõdetud ning lisatud puuduvad andmed töösse. Täiendatud andmetega register on järgmine:

- Nimi ja viadukti number: Haapsalu viadukt, nr 18302;
- Viadukti tüüp: 2 – viadukt;
- Viadukti pikkus: 79,3 m;
- Sõidutee laiusgabariit: 17,9 m;
- Kõnnitee laius piirdest piirdeni: 1,5 m;
- Ehitusaasta: 1989-1990;
- Renoveerimise aasta: -;
- Paisumisvuukide vaheline kaugus: 72,6 m;

- Vuugi tüüp: 2 – elastse täitega;
- Viadukti laius: 21,7 m;
- Avade tüüp: 3 – jätkuvtala;
- Arvutuskeem: 3 – jätkuvtala;
- Avade arv: 4;
- Avade materjal: 1- betoon (monoliitne);
- Avade arvutuslikud pikkused: $17,9+18,1+18,1+17,6 = 71,7$ m;
- Viadukti pörkepiirde materjal: 2 - betoon (monteeritud);
- Pealesõidu pörkepiirde materjal: 3 – metall;
- Kaldasamba konstruktsioon: 1 – massiiv;
- Kaldasamba materjal: 1 – betoon (monoliit);
- Vahe samba konstruktsioon: 3 – post;
- Vahe samba materjal: 2 – betoon (monteeritud);
- Vahe samba tugiosa tüüp: 2 – elastomeerne;
- Suurim lubatud teljekoormus: -;
- Suurim lubatud sõiduki kaal: -;
- Tekiplaadi materjal: 2 – betoon (monoliitne);
- Hindamise aasta: 2023;
- Seisundi indeks: 49,6;
- Mõõdetud X(L-EST97): 6532540;
- Mõõdetud Y(L-EST97): 473728;
- Viadukti vanus: 33;
- Viadukti renoveerimise vanus: -;
- Märkus: 2018. aastal on tehtud katte taastamine.

1.1.2 Viadukti katendikihid

Teeregistri andmete põhjal on viadukti katendikihis tihe asfaltbetoon, millele on tehtud 2018. aastal ühekordne pindamine. Katendikihtide andmed on järgnevad [1]:

- Algus kilomeeter: 0,082;
- Lõpp kilomeeter: 1,222;
- Pindamise kuupäev: 29.05.2018;
- Killustiku tüüp: 1 – graniitkillustik v.m. tardkivi;
- Töömeetod: 2 – ühekordne;
- Märkus: 1x pindamine, 8/12 fraktsioon, C67B4.

Ülevaatus käigus määrati ära kõik viadukti elemendid ja nende kogused. Ülevaade viadukti elementidest ja kogustest on toodud Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Viadukti elementide loetelu

Element	Funktsioon	Tüüp	Materjal	Kogus	Ühik
Põrkepiire pealesõitudel	Ohutus	-	Teras	96	jm
Betoonist põrkepiire viaduktil	Ohutus	-	Raudbetoon	143,3	jm
Käsi puu viaduktil	Ohutus	-	Teras	155,9	jm
Deformatsiooni- vuuk	Ühenduskoht ja kandevelemendi kaitse	Avatud profiiliga	Teras	46,6	jm
Katend	Mugavus	Asfalt	Asfaltbetoon	1300	m ²
Kõnnitee katend	Mugavus	Asfalt	Asfaltbetoon	219	m ²
Joatorud	Veeviimar	-	Metall	16	tk
Hüdroisolatsioon	Kandevelemendi kaitse	-	Ruberoid	1840	m ²
Servapruss	Kandevelement	Monteeritud	Raudbetoon	155,9	jm
R/b taladest avaehitis	Kandevelement	Monteeritud	Raudbetoon	48	tk
Monoliitne sammaste riigel	Kandevelement	Monolitiseeritud	Raudbetoon	6	tk

Element	Funktsioon	Tüüp	Materjal	Kogus	Ühik
Tugipadjad	Kandevelement	Elastomeerne	Neopreen- kumm	48	tk
R/b kaldasambad	Kandevelement	Massiiv	Raudbetoon	43,4	jm
R/b sambad	Kandevelement	Massiiv	Raudbetoon	12	tk
R/b vundamendid	Kandevelement	Monolitiseeritud	Raudbetoon	12	tk
Koonuse- kindlustus	Ühenduskoht ja kandevelemendi katise	Monteeritud	Betoonplaat	810,5	m ²

2. EHITUSAEGSE PROJEKTI GEOLOOGILINE KIRJELDUS

Maa-ameti rakenduse põhjal on on viadukti sammaste aluste pinnakatte settetüübid järgnevad [5]:

- klibu,
- liiv,
- möll,
- liivsavi,
- savi,
- sapropeel.

1971. aasta ehitusgeoloogilise aruande põhjal on antud maa-alale järgnev ehitusgeoloogiline iseloomustus.

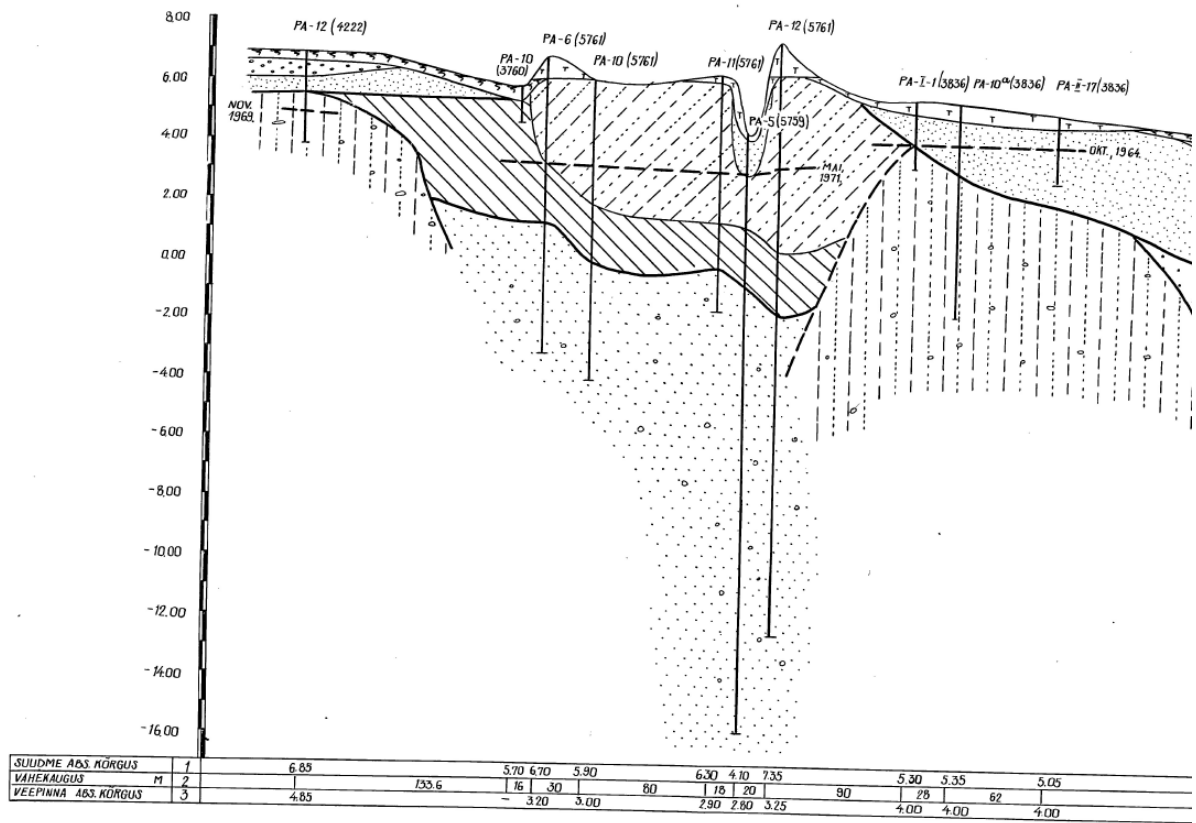
„Lihula mnt. tööstusrajooni iseloomustab tasane reljeef. Maapinna absoluutkõrgus on 3..6 m vahemikus. Aluspõhja moodustavad alamsiluri Raikküla lademe lubjakivid, mis lasuvad üle 20 m sügavusel maapinnast. Pinnakattena esinevad holotseeni merelised, ülepleistotseeni glatsilakustrilised, fluvioglatsiaalsed ja glatsiaalsed setted“. [8]

Aruandes sisalduva geoloogilise profiili põhjal saab öelda, et viadukti all tehtud puuraukude (PA-11, PA-5, PA-12) setete kihid on järgnevad.

PA-11 – Haapsalu linna poolne puurauk (vt Joonis 2.1). Pealmine kiht on tehiskivide, mille all paikneb ligi 4 m paksune saviliiva kiht. Saviliiva all on ca 2 m paksune voolav viirsavi ning selle all keskliiv, mille kooslusesse kuulub kohati ka kruusa. Veepinna abs. kõrgus on 2,90 m.

PA-5 – Viadukti all paikneva raudtee kõrval olev puurauk, mille pealmine kiht on täide ning selle all lasub peenliiv, ca 1-1,5 m paksuse kihina. Sellele järgnev sarnaselt PA-11 saviliiv, voolav viirsavi ning keskliiv. Veepinna abs. kõrgus on 2,80 m juures.

PA-12 – Lihula poolne puurauk, mille abs. kõrgus on küll kõrgem kui PA-11, kuid seda tänu tehiskivile täitepinnasele. Alla ulatuvad kihid kopeerivad PA-11 aluseid settekihte ehk saviliiv, voolav viirsavi ning keskliiv. Veepinna abs. kõrgus ulatub 3,25 m juurde.



Joonis 2.1 Geoloogiline profiil [5]

3. SILDADE SEISUKORRA HINDAMISE SÜSTEEMID

3.1 BMS - (Bridge Management System)

Sillahaldussüsteem (BMS - Bridge Management System) on vahend sildade haldamiseks kogu sildade projekteerimise, ehitamise, käitamise ja hooldamise vältel. Kuna olemasolevad rahalised vahendid muutuvad üha rangemaks, seisavad teede omanikud kogu maailmas silmitsi väljakutsetega, mis on seotud sildade haldamise ja infrastruktuuride suurenevate hooldusnõuetega. Sildade haldamise süsteemid aitavad ametitel täita oma eesmärged nagu inventuuride ja kontrolliandmebaaside ehitamine, hoolduse, remondi ja rehabilitatsiooni sekkumiste kavandamine süstemaatilisel viisil. [9]

Sillahalduse peamised ülesanded on: inventariandmete kogumine, kontroll, seisundi ja tugevuse hindamine, komponentide parandamine, tugevdamine või asendamine ning rahaliste vahendite eraldamise tähtsuse järjekorda seadmine. BMS sisaldab nelja põhikomponenti: andmesalvestus-, kulu- ja rikkemismudelid, optimeerimis- ja analüüsimumelid ning uuendamisfunktsioonid. [9]

Transpordiamet ja suuremad omavalitsused kasutavad nende halduses olevate maanteerajatiste (sillad ja viaduktid) haldamiseks BMS meetodikat, mis on asjakohane sildade võrgu-tasandi analüüsiks. Meetodika sisaldab rajatiste visuaalset ülevaatumust ja andmete analüüsi BMS tarkvaraga, mis annab ülevaate sildade seisukorrast. [10]

- sildade gabariitide kontrollmõõtmised;
- elementide kahjustuste ulatuse ja elementide seisunditasemete hindamine;
- sillaelementide pildistamine – sildade külgvaated, pealtvaated ja kahjustused.

Ülevaatumustel hinnatakse sildu elementide kaupa (talad, sambad, käsipuud jne). Igale silla elemendi ühikule antakse hinne vastavalt selle seisunditasemele (4-palli skaalal, kus seisund 1 näitab elemendi korrasolekut ja seisund 4 halvimat seisukorda). Antud meetod on kasutusel Eestis, kuid analoogset meetodit kasutavad ka mõningad teised riigid, näiteks Soome. [10]

Erinevate sildade seisundi omavaheliseks võrdlemiseks kasutatakse seisundi indeksit (SI), mis 0 – 100 % skaalal näitab silla füüsilist seisundit. SI on arvutatud silla ülevaatumuse käigus kogutud elementide seisundiandmete põhjal. SI järgi on võimalik

jälgida kogu sillavõrgu seisundi muutust erinevatel aastatel ning võrrelda omavahel erinevate sildade seisukorda. [10]

3.1.1 Pontis

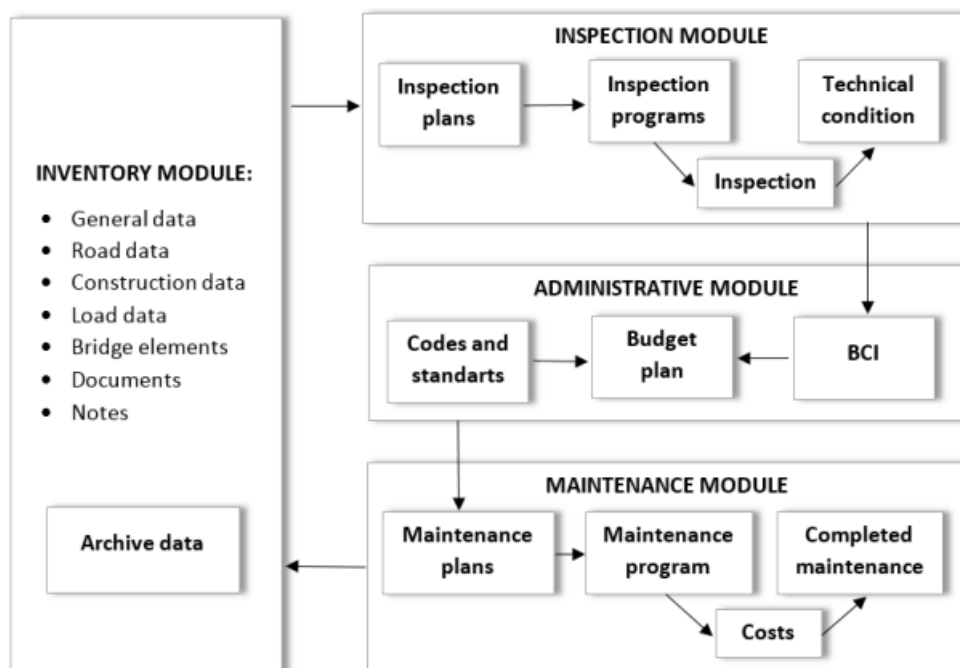
Aastatel 2004-2012 on sildade registri koostamiseks ja analüüside tegemiseks kasutatud tarkvara Pontis. Pontis tarkvara koosneb nii sildade registri moodulist kui ka sillavõrgu analüüsi moodulist. Sildade registri moodulis sisalduvad sildade üldandmed (gabariidid, ehitusaasta, liiklusandmed, asukoht jne) ja ülevaatuselt kogutud andmed (defektide kirjeldus, fotod jne). Analüüsi mooduli kaudu toimub lähteandmete sisestamine (sildadele esitatavad nõuded, kahjustusmudelid, eelarved, ühikhinnad jm) ja remondinimekirjade koostamine. [11]

2014. aastal kahjuks selgus, et vana tarkvara on aegunud ja uus programm AASHTOWare Bridge Management (BrM) on mõeldud ainult kohaliku mandri asutustele ehk ei ole rahvusvaheliselt saadaval. Otsus, miks mitte pikendada Eestis kasutatavat programmi litsentsi tulenes sellest, et meie turg on nende jaoks liiga väike. [12]

3.1.2 Lat Brutus – Läti sillahaldussüsteem

Sillahaldussüsteemid on Lätis ühel või teisel viisil eksisteerinud juba eelmise sajandi algusest. Kuni 1940. aastani oli see juhuslik kontroll pärast üleujutusi või muid looduslikke kahjustusi. Igal sillal oli pass üldise teabega asukoha, mõõtmete ja materjalide kohta. Vastavalt määrusele kontrolliti silde, kui täheldati kahjustusi või probleeme. [13]

Aastatel 1945-1991 teostati sildade haldamist vastavalt tol ajal kehtestatud normidele, mis annavad sildade inventuurikaardi ja kaheastmelise kontrolli: korrapärane - iga-aastane ja erikontroll iga kümne aasta järel, hinnates kandevõime tehnilist seisukorda ja hindamist. Alates 1995. aastast võeti kasutusele lihtsustatud arvutipõhine Bridge'i inventuur ja kontrollivorm. 2002. aastal töötati koostöös Norra maanteeametiga välja ja võeti kasutusele arvutipõhine sillahaldussüsteem LatBrutus. [13]



Joonis 3.1 Läti sillahaldussüsteemi LatBrutus üldskeem [13]

Sildade kontrollid tehakse vastavalt Läti standardile LVS 190-11 ning on ette nähtud järgnevad kontrollitüübid [13]:

- Vastuvõtukontroll - viiakse läbi üks kord pärast uue silla valmimist. Eesmärk on aktsepteerida või mitte aktsepteerida uue silla vastuvõtmise kriteeriume. Ülevaatus tehakse ka pärast suuremaid rehabilitatsiooni- või hooldustöid;
- Garantii kontroll - teostatakse garantiiajal. Eesmärk on kontrollida ehitustööde kvaliteeti enne garantiiaja lõppu;
- Üldine kontroll - toimub üks kord aastas. Eesmärk on teha kindlaks tõsised kahjustused, mis mõjutavad kandevõimet, liiklusohutust, hoolduskulude suurenemist või konstruktsiooni esteetilist välimust;
- Suurem kontroll - toimub üks kord viie aasta jooksul. Eesmärk on teha kindlaks kõik tõsised kahjustused, mis mõjutavad kandevõimet, liiklusohutust ja sildkonstruktsioonide funktsionaalsust. Samuti vajalike hooldus- või sekkumistööde kulusid. Kõnealune kontroll hõlmab vajaduse korral ka mõõtmisi ja materjalide uurimist;
- Erikontroll - on süvakontroll, sealhulgas kandevõime hindamine. See on mitteregulaarne kontroll ja seda tehakse vajaduse korral. Kontrolli eesmärk on

üksikasjalik uurimine kahju ja selle põhjuseid, mida on täheldatud varasematel kontrollidel või pärast sillaõnnetusi, ülekoormust, üleujutusi või muud põhjust.

Läti süsteemi hindamine jaotub järgnevalt [14]:

- Info kogumine – visuaalne kontroll koos kahjustuste kirjeldusega. Muu teave võib olla salvestatud, nt testide tulemused, plaanid, fotod;
- Elemendipõhine hindamine:
 - a) Seisund – elementidel on visuaalsel vaatlusel põhinev seisundihinnang (1-4);
 - b) Ohutus, risk – elementidel on visuaalsel vaatlusel põhinev ohutushinnang (1-4);
 - c) Kandevõime – elementidel on visuaalsel vaatlusel põhinev kandevõime (1-4).
- Struktuuritaseme hindamine:
 - a) Seisund – koondatud struktuuri kõigist elementidest, tingimuse saab määrata kasutaja;
 - b) Ohutus – mitte standardne, elemendi tasandilt summeeritud ohutusrisiki saab määrata kasutaja;
 - c) Kandevõime – mitte standardne, kasutaja võib määrata ebapiisava kandevõime riski.

3.1.3 FBMS – Soome sillahaldussüsteem

Soome sillahaldussüsteem (BMS) koosneb kahest erinevast osast: võrgutasandil BMS ja projektitasandil BMS. [15]

Projekti tasandil BMS tegeleb peamiselt üksikute sildadega, mis kasutab soovitusi ja eesmärke otsustamiseks võrgu tasandil üksikute remondiprojektide kohta luua remondi- ja rekonstrueerimisprogramme. Projektitaseme süsteem on peamine vahend igapäevaseks sillaremondi planeerimiseks maanteepiirkondades. Süsteem aitab planeerida ja ajastada üksikute sildade remondiprojekte, lähtudes soovitustest ja andmebaasi andmetest. Süsteem töötab remondi- ja rekonstrueerimisprogrammidega.

Nende programmidega seoses on võimalik teha erinevaid alternatiivseid uuringuid ja tasuvusarvutusi. Näiteks saab teha analüüse sildade konstruktsiooniosade ja sildade eluea kohta. [15]

Võrgutasandi BMS koosneb kahest osast: pikaajalisest moodulist, et leida sillavarude jaoks ideaalne optimaalne seisundijaotus ning lühiajalisest moodulist, et teada saada kuidas saada sillavarude praegusest seisundijaotusest optimaalse jaotuseni. Lühiajaline analüüs annab majanduslikult optimaalse võimaluse jõuda pikaajalise optimaalse seisundi jaotuseni lähiaastatel. [15]

Soome süsteemi hindamine jaotub järgnevalt [14]:

- Info kogumine – visuaalne kontroll koos kahjustuste kirjeldusega. Hinnangulised remondimeetmed ja kulud koos fotode, jooniste ja katsetulemustega;
- Elemendipõhine hindamine:
 - a) Seisund – üheksa peamise konstruktsiooniosa seisundit hinnatakse vahemikus 0-4 (väga hea – väga halb);
 - b) Ohutus, risk – võetakse arvesse, andes hinde (2 aasta pärast, 4 aasta pärast, tulevikus). Hinnangulist seisundit koos vanuse käitumise kõveratega saab prognoosida;
 - c) Kandevõime – ainult märkus „kahjustused mõjutavad kandevõimet“.
- Struktuuritaseme hindamine:
 - a) Seisund – üldseisundit hinnatakse vahemikus 0-4 (väga hea – väga halb);
 - b) Ohutus – järeldused võib teha elementide tasandi põhjal;
 - c) Kandevõime – koormustestid, koormuspiirangute vajaduse hindamine, spetsiaalsete raskeveokite arvutused.

3.1.4 DANBRO – Taani sillahaldussüsteem

DANBRO (Danish Bridges and Roads) BMS tarkvararakenduse töötas Ramboll välja 1998. aastal ja seda kasutavad praegu mitmed riigid üle maailma. Hetkel haldab

DANBRO üle 2500 silla Taanis, 10 000 silda Tais ja teistes riikides, sealhulgas Colombias, Hondurases, Horvaatias, Malaisias Saudi Araabias ja Mehhikos. [16]

DANBRO kasutab seisukorra reitingut 0 (konstruktsioonelement, millel ei ole kahjustusi) kuni 5 (ebaõnnestunud seisund). Protsess nõuab, et sillainspektor mitte ainult ei tuvastaks ja hindaks konstruktsioonelementi vaid annaks ka soovitusel remondiks ja esitaks kulupõhise hinnangu. [16]

DANBRO sisaldab kuut moodulit [16]:

- 1) põhiteabemoodul, mis annab inventari, seisukorrahinnangu ja kontrolli andmed;
- 2) kogemusmoodul määrab elutsükli kulud halvenemise ja kulu andmete põhjal;
- 3) hinna moodul annab hinnangulised kulud, mis põhinevad ühikuhindade alusel;
- 4) optimeerimismoodul loob kõige kuluefektiivsema hooldusalternatiivi järgneva põhjal:
 - a) remontige sillakonstruktsioon hindele 5 (suurepärane seisund);
 - b) tehke osaline remont, et säilitada silla olemasolev või parem seisukord;
 - c) ärge tehke midagi ja laske sillakomponentide struktuuriliselt puudulikku olekut vältida;
 - d) ärge tehke midagi ja sulgege sild;
- 5) eelarve ja kulumoodulid pakuvad tegevuste jaoks lühi- ja pikaajalisi eelarveid;
- 6) hooldusmoodul sisaldab hooldusajalugu.

3.1.5 BaTMan – Rootsi sillahaldussüsteem

Sildade seisukorrahinnangu andmete kogumiseks ja haldamiseks on Rootsil oma juhtimissüsteem. Rootsi transpordiamet (Trafikverket) on välja töötanud süsteemi BaTMan, mida kasutavad mitmed omavalitsused ning ka suuremad sadamalinnad. [17]

BaTMan süsteemi hindamiseetodite liigitus on järgmine [17]:

- Ülevaatus
 - a) Visuaalne ülevaatus;
 - b) Mittepurustav katsetamine;

- c) Purustav katsetamine;
- Monitooring
 - a) Meetmete järelevalve;
 - b) Tulemuslik järelevalve;
 - c) Stressi jälgimine;
 - d) Tervislik jälgimine.

Nagu varem mainitud, kasutab Trafikverket oma süsteemi, mida nimetatakse BaTManiks, sildade (ja tunnelite) varude haldamiseks. Nad koguvad ja talletavad erinevaid andmeid sildade kohta, mis on vajalikud hoolduse otsuste tegemiseks operatiivsel, taktikalisel ja strateegilisel tasandil. [17]

BaTMani haldusandmed sisaldavad haldusandmeid, fotosid, objekti tehnilisi andmeid, kandevõime andmeid ja kõiki kontrollikirjeid. Mõne objekti puhul võib leida ka ehitusjooniseid. Samuti antakse ülevaatusjuhendis teavet tavaliste sillatüüpide ja nende konstruktsioonelementide tüüpiliste kahjude ja nende põhjuste kohta. [17]

Silla ülevaatusel põhjal määratakse nii konstruktsioonelementide kui ka kogu silla füüsiline ja funktsionaalne seisund ning silla insener määrab seisundiklassi CC. CC ulatub 0-3-ni (vt Tabel 3.1) ja kirjeldab, mil määral vastavad elemendid kontrollimise ajal funktsionaalsetele nõuetele. [17]

Tabel 3.1 BaTMan süsteemi seisundiklassid [17]

Seisundiklass, CC	Hindamine	Tegevus
3	Defekt	Kohene tegevus
2	Oodatav defekt 3 aasta jooksul	Tegevus on vajalik 3 aasta jooksul
1	Oodatav defekt 10 aasta jooksul	Tegevus on vajalik 10 aasta jooksul
0	Oodatav defekt 10+ aasta pärast	Meetmeid ei ole vaja 10 aasta jooksul kasutada

3.1.6 DISK – Hollandi sillahaldussüsteem

Hollandi süsteemi hindamine jaotub järgnevalt [14]:

- Info kogumine – visuaalne kontroll koos kahjustuste kirjeldusega. Hinnangulised remondimeetmed ja kulud koos fotode, jooniste ja katsetulemustega;
- Elemendipõhine hindamine:
 - a) Seisund – elementidel on visuaalsel vaatlusel põhinev seisundi hinnang (0-6);
 - b) Risk (ebaõnnestumise tõenäosus ja tagajärjed) – kahjustuste tõttu hinnatud risk (RAMS). Riskitase (1-5) põhineb võimalikul mõjul struktuuri funktsioonidele;
 - c) Kandevõime – võib määrata ebapiisava kandevõime.
- Struktuuritaseme hindamine:
 - a) Seisund – elemendi taseme tingimus kaalutakse määratud riskiga ja liidetakse kõigist elementidest struktuuri kvaliteediindeksiks. Kvaliteediindeks koosneb seisundist ja riskist;
 - b) Ohutus – kasutaja võib määrata elemendi tasandilt summeeritud ohutusriski;
 - c) Kandevõime – võib määrata ebapiisava kandevõime.

4. TEHNILISE SEISUKORRA MÄÄRAMINE - EESTI

Viadukti tehnilist seisukorda määrati kolme eri meetodikaga (tee seisundinõuete täidetus, seisundi indeks, defektide kirjeldus) eesmärgiga anda rajatisele võimalikult täpne hinnang. Viadukti kontrollülevaatus teostati 11.02.2023.

4.1 Tee seisundinõuete täidetus

Tee seisundinõuded (MKM määrus nr 92) on kehtestatud ehitusseadustiku § 97 lõike 2 alusel, kus on reguleeritud avalikult kasutatava tee seisundinõudeid. Kuna antud rajatis kuulub avalikult kasutatavale teele, siis nende nõuete täitmise eest vastutab nende omanik. Tee seisundinõuete kontroll teostati tabeli kujul (vt Tabel 4.1), kus iga määruuses toodud nõude kohta on välja toodud, kas nõue on täidetud või mitte. Kontrollitud on ainult silda puudutavaid nõudeid. Viadukti seisundinõuete kontrollülevaatus teostati 11.02.2023. [18]

Tabel 4.1 Seisundinõuete kontroll tabel [19]

Seisundinõue	Täidetud/ mitte täidetud
Sõidutee katte laiuse vähenemine sillal peab olema tähistatud liikluskorraldusvahenditega	Täidetud
Sillaelementide praod ja liited ei tohi ohustada silla kandvate elementide püsivust	Täidetud
Silla kandvatel elementidel ei tohi esineda silmaga nähtavat läbivajumist	Täidetud
Sillal peab olema tagatud temperatuuride erinevustest vuukide jatugiosade liikuvus	Täidetud
Silla hüdroisolatsioon peab olema vettpidav	Mitte täidetud
Silla teraselemendid peavad olema kaitstud korrosiooni eest	Mitte täidetud
Silla tööarmatuurid ei tohi olla paljandunud ja neil ei tohi esinedakooruvat korrosiooni	Mitte täidetud
Sillapiirde algus peab olema tähistatud tähisposti, püstmärgise või ohtlikust kohast teavitava liiklusemärgiga, piirde puudumisel peab olema silla algus tähistatud mõlemal pool teed liiklusemärgiga 686 „ohtlik koht või teeäär” või püstmärgisega	Mitte täidetud
Silla kõnnitee peab olema sillal eraldatud sõiduteestteekatemärgistuse, äärekivi või piirdega	Täidetud
Sillal kõnnitee olemasolul peab sillal olema käsipuu	Täidetud

Seisundinõue	Täidetud/ mitte täidetud
Sillal olev käsipuu ja piire peavad olema jäiga kinnitusega, väljaarvatud rippkonstruktsiooni puhul, ja ühtlase pinnakattega	Täidetud
Silla käsipuul ja piirdel ei tohi olla jäävdeformatsioone üle 100millimeetri	Mitte täidetud
Silla koonustel ei või olla erosiooni ega uhtumisi, mis ohustavad rajatise stabiilsust	Mitte täidetud
Vee voolamine sillaaluses voolusängis ei tohi olla takistatud	Mitte täidetud
Silla pealispinnalt peab olema tagatud vee äravool ning sillaveeviimari ei tohi olla ummistunud	Täidetud

Antud sillale/viaduktile kohaldus kokku 15 erinevat seisundinõuet, millest 8 on täidetud ja 7 mitte täidetud.

Lähtudes tee seisundinõuete määrusest on seisundinõuete täimine kohustuslik ning teel asuvate rajatiste seisundinõuete täitmise eest vastutab nende omanik. Määruse § 3 lõike 1 alusel tähistatakse liikluspiirangud vastavate liikluskorraldusvahenditega lõigul, millel ei ole tagatud nõutab seisunditase ning kus seetõttu on ohutu liiklemine raskendatud. Juhul kui kehtestatud piirangud ei loo tingimusi ohutuks liiklemiseks, peab tee omanik tee sulgema. [19]

Kuigi silla seisundinõuete mittevastavust ei ole konkreetselt käsitletud, saab seisundinõuete mittevastavusel lähtuda silla või viadukti puhul samadest põhimõtetest. Lähtudes eelnevast, ei ole Haapsalu viadukti seisundinõuded tabeli põhjal täielikult täidetud ning tähistada tuleks liiklejatele ohtlikud elemendid või kohad vastavate liikluskorraldusvahenditega. Hetkel ei ole ühtki liiklejatele ohtlikku seisundinõuete mittevastavaust tähistatud. Autori hinnangul on kõige kriitilisem tähistada käsipuu piirde jäävdeformatsioonid ning koonuste uhtumised.

Hetkel kehtivad seisundinõuded on konkreetsete hinnangute hindamiseks küll väga head, kuid selle abil ei ole võimalik hinnata kahjustuste ulatust ja jaotust. Mitte täidetud seisundinõuete osas ei anta võimalust paindliku hinnangu osas. See võib saada määravaks silla üldise seisundi määramisel.

Samuti peab töö autor oluliseks lisada hinnangu juurde täiendavalt kommentaar või hinnang, kirjeldamaks seisundinõude hindamise tulemust. Haapsalu viadukti näitel soovitaks autor juurde kommenteerida asjaolu, et viadukti peale- ja mahasõidul puudub

käsi puu, mis paikneb kõrge ja järsu nõlva ääres. Selline märkus on suunatud rajatise omanikule ning nende põhjal on võimalik rajatis muuta koheselt turvalisemaks.

4.2 Seisundi indeksi määramine

Silla seisundi hindamiseks on lisaks tee seisundinõuete täidetuse kontrollile antud hinnang ka vastavalt riigiteede sildade hindamiseks kasutatud meetodika kohaselt. Seisukorra hindamise meetodika tugineb suuresti AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) poolt juba 1990. aastatel rakendama hakatud põhimõtetele, mis tähendab et silda hinnatakse elementide tasandil ja üle vaadatakse kõik elemendid. Tulenevalt varasematest sildade ülevaatuse põhimõtetest antakse hinnang skaalal 1 kuni 4, millest 1 on tähistab uueväärset seisundit ja 4 täielikult amortiseerunud seisundit (vt Tabel 4.2). Ülevaatuse tulemusena on igal sillal erinevate elementide nimekiri, nende kogus või suurus, seisundite jaotus ja arvutatud seisundi indeks. Seisundi indeks on number vahemikus 0-100, kus 0 tähendab, et sillal ei ole praktiliselt ühtegi elementi alles ja 100 tähendab, et tegemist on uueväärse rajatisega. [18]

Lähtudes Teede Tehnokeskuse poolt välja pakutud põhimõtetest, on tööde liigid vastavalt elemendi rühmade seisundi indeksi tulemusest järgmised [20]:

- Kui viadukti elementide seisund on väga hea (SI üle 80, SI üle 80%), siis piirduakse elementide hooldamisega (puhastus, betooni kohtparandus, terase värviparandused, kivikonstruktsioonide vuukide täitmine jms);
- Kui viadukti elementide seisund on hea (SI 70-80, SI 70-80%), siis teostakse ennetav remont lokaalsete kahjustuste parandamisega. Remont võib hõlmata ka sarruse puhastamist ning torkreetimist;
- Kui viadukti elementide seisund on rahuldav (SI 50-70, SI 50-70%), siis on elementidele ette nähtud kapitaalremont. Kapitaalremont hõlmab pindade parandamist ning olenevalt ehitusmaterjalist, täielikku katmist (betooni puhul torkreetimine, terast puhul üle värvimine, kivikonstruktsiooni puhul täielik pindade parandus);
- Kui elementide seisund on halb (SI alla 50, SI alla 50%), siis elemendid rekonstrueeritakse vastavalt praegustele mõõtmetele. Rekonstrueerimise käigus vahetatakse elemendid uute vastu või taastatakse täielikult, et rajatis vastaks tänapäeva nõuetele.

Tabel 4.2 Seisundi hindamisel kasutava meetodika kirjeldus [21]

Seisund	Kahjustuste ja välimuse kirjeldus	Võimalik tegevus
1 - väga hea	Elemendil puuduvad kahjustused ja kulumise tunnused. Üldine välimus on puhas ja uueväärne. Võib esineda pisipuuduseid, nagu näiteks mahukahanemispraod (alla 0,3 mm) või värvi pleekimine.	Hooldus
2 - hea	Elemendil esinevad väiksemad pinnapealsed kahjustused, esineb kulumist ja viiteid konstruktsioone kahjustavatest protsessidest. Üldine välimus on korralik, aga pinna kvaliteet ei ole uueväärne ja esineb selgeid kulumise tunnuseid. Võib esineda funktsioneerimise seisukohalt mitteolulised defekte ja väiksemaid geomeetrilisi kõrvalekaldeid.	Hooldus või remont
3 - halb	Elemendil esinevad kahjustused, mis otseselt funktsioneerimist ei mõjuta, kuid millele tuleb tähelepanu pöörata. Üldisest välimusest paistavad esile suuremad kahjustused, nagu näiteks korrosioon. Seisundit halvendavad keskkonna protsessid on hakanud elementi kahjustama. Esineb olulisi defekte ja geomeetrilisi kõrvalekaldeid.	Remont või kapitaalremont
4 - väga halb	Elemendil esinevad kahjustused, mis avaldavad mõju selle tugevusele. Üldisest välimusest on näha, et element on amortiseerunud ja vajaks parendamist kogu ulatuses. Element ei täida oma funktsiooni, kahjustab teisi elemente või vähendab ohutust.	Kapitaalremont või ümberehitus

Seisundi indeks arvutatakse ülevaatuses käigus kogutud andmete ja kaalufaktorite põhjal. Elemendi seisunditase leitakse valemiga 4.1.

$$SI_i = (1 \cdot S1_i + 2/3 \cdot S2_i + 1/3 \cdot S3_i + 0 \cdot S4_i) \quad (4.1) \quad [21]$$

kus, S_i tähendab hinnatud elemendi ühikulist mahtu igas seisundis ja KF igale elemendigrupile omistatud kaalufaktorit. Kaalufaktorid on Maanteeameti sillaanalüütiku poolt välja pakutud ja sillainseneride poolt kinnitatud 2017. aastal (vtTabel 4.3). Koefitsiendid on valitud selliselt, et tähtsustada kandevelementide seisukorda. [21]

Tabel 4.3 Elementide kaalufaktorid [21]

Kaalufaktor, KF	Elemendigrupid
3	Sambad, vaiad, riigid, talad
2	Hüdroisolatsioon, tugiosad, vuuk, tekiplaat
1	Koonused, piirded, katend, joatorud

Maksimaalselt võimalik elemendi seisunditaseme tulemus arvutatakse valemiga 4.2.

$$\text{Kogu} = \text{Kogus} * \text{KF} \quad (4.2) \quad [21]$$

kus, Kogus on elemendi kogumaht ühikutes. Seisundi indeks (SI) leitakse kõikide elementide kaalutud keskmise summana, nagu näidatud valemis 4.3.

$$SI = \frac{\sum \text{Hetk}}{\sum \text{Kogu}} * 100\% \quad (4.3) \quad [21]$$

Haapsalu viadukti seisundi hinnang ja arvutatud Seisundi Indeks on toodud tabelis (vt Tabel 4.4). Viadukti seisundi hinnanguks koguti andmeid 11.02.2023.

Tabel 4.4 Haapsalu viadukti seisunditasemed ja arvutatud seisundi indeks

Element	Kogus	Ühik	S1	S2	S3	S4	KF	Hetk	Kogu	Elemendi SI
Põrkepiire	96	jm	75	25	0	0	1	91,7	96	95,5
Betoonist põrkepiire viaduktil	143,3	jm	35,5	87,1	20,7	0	1	100,5	143,3	70,1
Käsipuu viaduktil	155,9	jm	0	101	50,9	4	1	84,3	155,9	54,1
Deformatsioonivuuk	46,6	jm	0	0	0	46,6	2	0	93,2	0
Katend	1300	m ²	321	832,5	146	0	1	924,7	1300	71,1
Kõnnitee katend	219	m ²	181	38	0	0	1	206,3	219	94,2
Joatorud	16	tk	0	0	4	12	1	1,3	16	8,3

Element	Kogus	Ühik	S1	S2	S3	S4	KF	Hetk	Kogu	Elementi SI
Hüdroisolatsioon	1840	m ²	0	0	1737	103	2	1158	3680	31,5
Servapruss	155,9	jm	0	89	66,9	0	2	163,3	311,8	52,4
R/b taladest avaehitis	48	tk	34	14	0	0	3	130	144	90,3
Monoliitne sammaste riigel	6	tk	3	3	0	0	3	15	18	83,3
Tugipadjad	48	tk	20	12	10	6	2	62,7	96	65,3
R/b sambad	12	tk	4	8	0	0	3	28	36	77,8
R/b kaldasambad	43,4	jm	0	43,4	0	0	3	86,8	130,2	66,7
R/b vundamendid	12	tk	0	12	0	0	3	24	36	66,7
Koonusekindlustus	810,5	m ²	0	798,5	12	0	1	536,3	810,5	66,2
Kokku								3612,8	7285,9	49,6

Seisundiindeksi järgselt on viadukt jaotatud viieks erinevaks osaks, mille läbi jaotatakse elemendid vastavalt (vt Tabel 4.5). Nendeks on ohutus, alusehitis, pealisehitis, tugiosad ja deformatsioonivuugid ning hüdroisolatsioon. Läbi eelnimetatud jaotamise on lihtne ning arusaadav anda viaduktile seisukorrahinnang, mille läbi saab võimalusel määrata kindlatele rühmadele remondimeetodid.

Tabel 4.5 Viadukti elemendi grupid

Element	Kogus	Ühik	Ohutus	Alus	Pealis	Tugiosad ja def. vuugid	Hürdoisolatsioon
Põrkepiire	96	jm	95,5	-	-	-	-
Betoonist põrkepiire viaduktil	143,3	jm	70,1	-	-	-	-
Käsi puu viaduktil	155,9	jm	54,1	-	-	-	-
Deformatsioonivuuk	46,6	jm	-	-	-	0	-

Element	Kogus	Ühik	Ohutus	Alus	Pealis	Tugiosad ja def. vuugid	Hürdoisolatsioon
Katend	1300	m ²	71,1	-	-	-	-
Kõnnitee katend	219	m ²	94,2	-	-	-	-
Joatorud	16	tk	-	-	-	-	8,3
Hüdroisolatsioon	1840	m ²	-	-	-	-	31,5
Servapruss	155,9	jm	-	-	52,4	-	-
R/b taladest avaehitis	48	tk	-	-	90,3	-	-
Monoliitne sammaste riigel	6	tk	-	83,3	-	-	-
Tugipadjad	48	tk	-	-	-	65,3	-
R/b sambad	12	tk	-	77,8	-	-	-
R/b kaldasambad	43,4	jm	-	66,7	-	-	-
R/b vundamendid	12	tk	-	66,7	-	-	-
Koonusekindlustus	810,5	m ²	-	66,2	-	-	-
SI			79,74	66,96	64,34	33,12	31,37

4.3 Kahjustuste hindamine

Silla kahjustused on hinnatud vaatluse käigus, mis teostati 11.02.2023. Alljärgnevas tabelis (vt Tabel 4.6) on toodud välja ohutusele vastavad kriteeriumid:

Tabel 4.6 Kahjustuste põhine hindamine ohutusele [22]

Hinnang	Kvalitatiivne hinnang ohutusele
1	Ohutusnõuetele vastavad lahendused, tänu millele on rajatis kasutajale maksimaalselt ohutu.
2	Elemendid, mille ohutus ei vasta nõuetele või millel on kahjustused, mistõttu ei ole rajatis kasutajale täielikult ohutu, kuid õnnetuse risk on madal.

Hinnang	Kvalitatiivne hinnang ohutusele
3	Elemendid, mille ohutus ei vasta nõuetele ja millel on kahjustused, mistõttu ei ole rajatis kasutajale ohutu ja tulenevalt kasutajate rohkusest on õnnetuse risk mõõdukas. Võimalik olukorra parendamine.
4	Ohutust tagavad elemendid on puudu või suurel määral kahjustatud, mistõttu ei ole rajatis ohutu ja õnnetuse risk on kõrge. Tegemist on liiklusohutliku kohaga, mis tuleb likvideerida.

Viadukti peal liiklejate jaoks on 4 ohutusega seotud tähelepanekut:

1. Viadukti jalakäijate piirded on kohati lahti murdunud;
2. Viadukti maha- ja pealesõidul ei ole kõnniteel jalakäijate piiret;
3. Viadukti kõnniteel on ohtlikud ebatasasused;
4. Deformatsioonivuugid ei taga ohutut ületamist sõidukitele.

Järgnevas tabelis (vt Tabel 4.7) on välja toodud Haapsalu viadukti peamised kahjustused koos ohutuse hinnanguga.

Tabel 4.7 Haapsalu viadukti peamised kahjustused



Foto	Asukoht, kirjeldus, hinnang	Kvalitatiivne hinnang ohutusele
	<p>Sammastel on tekkinud põikpraod. Piki armatuurid on osaliselt nähtavad ehk kaitsekiht on ebapiisav.</p>	<p>2 – õnnetuse risk on väike kuna armatuur ja betoon töötavad endiselt koormustele.</p>
	<p>Riiglite otstesse on tekkinud põiksuunalised praod.</p>	<p>2 – riiglid töötavad koormustele, kuid pragunenud otstest võib kukkuda tükke viadukti alla liiklejatele.</p>

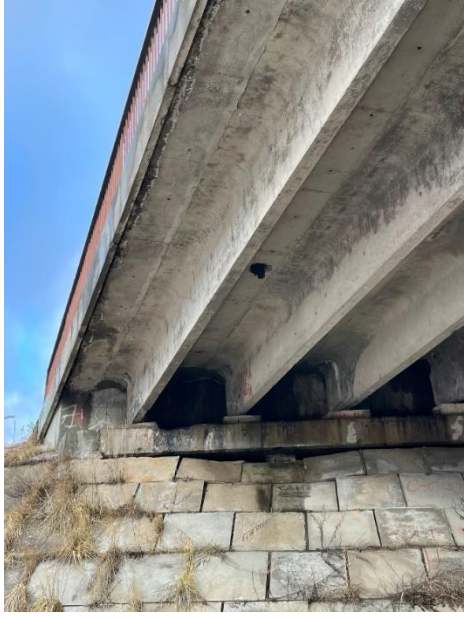
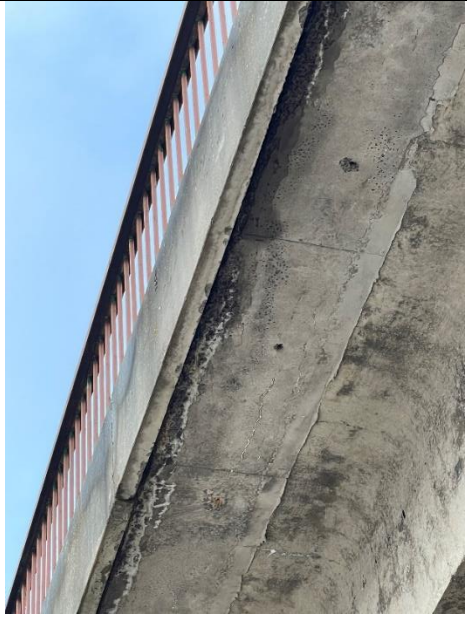
Foto	Asukoht, kirjeldus, hinnang	Kvalitatiivne hinnang ohutusele
	<p>Koonusekindlustuses on tekkinud uhtumise tõttu vajumisi.</p>	<p>2 – koonus ei kujuta hetkel liiklejatele ohtu, kuid erosioonist tulenev oht võib tekkida hiljem ning seejärel saada viadukti all olevatele liiklejatele ohtlikuks. Hetkel on risk madal.</p>
	<p>Talade servaprusside vahel on näha vihmaveest tingitult pragunemist ja armatuuri korrodeerumist. Lisaks on näha betooni murenemist.</p>	<p>3 – pragunemine ja murenemine ei kujuta hetkel otsest ohtu, kuid servaprussile on kinnitatud kõnnitee piire. Servaprussi korrodeerumisel suureneb risk piirde konstruktsiooni nõrgenemisele või lahti tulemisele.</p>



Foto	Asukoht, kirjeldus, hinnang	Kvalitatiivne hinnang ohutusele
	<p>Joatorude ümber on vihmaveest tingitult tekkinud betooni murenemine.</p>	<p>2 – murenemise tagajärjel võivad lahti murduda betoonitükid, mis võivad kukkuda viadukti all olevatele liiklejatele. Risk on madal.</p>
	<p>Talade liitekohtade vuugid on uhtunud tänu talade omavahelisele liikumisele ja mahukahanemisele, mis tekivad temperatuuri kõikumiste näol. Vesi on tulnud läbi hüdroisolatsiooni ja vuukide.</p>	<p>2 – liiklejatele otsest ohtu ei kujuta, kuid elementide kahjustuste näol ei ole see täielikult ohutu.</p>



Foto	Asukoht, kirjeldus, hinnang	Kvalitatiivne hinnang ohutusele
	<p>Tugiosad roostetavad ja on ümbritsetud mustuse ning niiskusega, mistõttu on roostetamine kiirendatud. Tugiosade kaitsekiht on ebapiisav.</p>	<p>3 – tulenevalt kasutajate rohkusest, tuleb amortiseerunud tugiosad välja vahetada. Hetkel kujutavad tugiosad mõõdukat ohtu liiklejatele.</p>
	<p>Deformatsioonivuugi kaudu alla kandunud kloriidide küllased veed põhjustavad ebapiisava betoonist kaitsekihi korral korrosiooni ja r/b talade otste murenemist.</p>	<p>3 – kasutajate rohkuse tõttu on risk mõõdukas ning ette tuleks võtta elementide parendamine.</p>






Foto	Asukoht, kirjeldus, hinnang	Kvalitatiivne hinnang ohutusele
	<p>Katkine piire on jalakäijate seisukohalt ohtlik.</p>	<p>4 – tegemist on liiklusohtrliku olukorraga, mis tähendab liiklejate jaoks otsest ohtu. Kõnnitee tuleb hetkel liiklejatele sulgeda ning teha parandustööd koheselt.</p>
	<p>Deformatsiooni-vuugid on pindamistöde käigus üle pinnatud. Katend praguneb ning vesi pääseb hüdroisolatsiooni juurde.</p>	<p>2 – kasutajate õnnetuse risk on madal kuid võib tekkida eriti kevadeti, mil on katete lagunemise risk kõige suurem. Tagajärjel võivad tekkida augud või teravad vuugi servad, mis võivad lõhkuda masinaid.</p>

Foto	Asukoht, kirjeldus, hinnang	Kvalitatiivne hinnang ohutusele
	<p>Vee ärajuhtimine on reguleeritud üle viadukti otste, mille tõttu on mulle mõlemas viadukti otsas uhutud. Selle tulemusel on kõnnitee katendis näha vajumisi. Lisaks on kõnnitee piire puudulik.</p>	<p>3 – ohutus ei ole liiklejatele täielikult tagatud ning olukorra lahendamiseks on vaja võtta kasutusele parendamise meetmed.</p>
	<p>Jalakäijate teel on ebatasane asfaltkate, mis on kergliiklejate jaoks ohtlik. Lisaks puudub vahetult enne kaldasammast jalakäijate piire.</p>	<p>4 – sõltuvalt liiklejate rohkusest võib risk olla kõrge. Oht võib tekkida ebatasasel lõigul nt jalgratta trajektoori suuna muutmisel, mille tulemusel võib puudulik piire saada määravakas liikleja jaoks.</p>
	<p>Viadukti avaehitis alt poolt on osaliselt heas korras, kuid esineb kohti kus tänu ebapiisavale kaitsekihile on armatuuri näha ning mis korrodeerub ja roostetab.</p>	<p>2 – liiklejatele ei tekitada korrodeerimine otsest ohtu, kuid elemendil on valdavas osas kahjustused.</p>

Järgnevalt on viadukti elemendid järjestatud ohuteguri alusel tabelisse (vt Tabel 4.8), tuues välja kõige ohutumad ja kõige ohtlikumad elemendid liiklejatele.

Tabel 4.8 Elementide ohutegurid

Element	Ohutegur
Põrkepiire	1
Betoonist põrkepiire	1
R/b kaldasambad	1
R/b vundamendid	1
Joatorud	2
Katend	2
Koonusekindlustus	2
Deformatsioonivuuk	2
Hüdroisolatsioon	2
R/b taladest avaehitis	2
Monoliitne sammaste riigel	2
R/b sambad	2
Servapruss	3
Tugipadjad	3
Käsipuu viaduktil	4
Kõnnitee katend	4

Viaduktil on 12 elementi, mis ei ole liiklejate jaoks ohutud, millest neli elementi on mõõduka või kõrge ohuriskiga. Nendest kaks elementi (käsipuu ja kõnnitee katend) tuleb likvideerida ning asendada uutega.

5. TEHNILISE SEISUKORRA MÄÄRAMINE – SOOME

Soome viadukti seisukorra hindamise metoodika puhul koostatakse rajatisele elemendipõhine hinnang, mille käigus hinnatakse üheksa peamise konstruktsiooni seisundit vahemikus 0-4 (väga hea – väga halb).

Meetodi tugevuseks on see, et kaalutud keskmise seisundi indeksid hõlmavad iga kontrolliprotsessi käigus tuvastatud kahju astme, raskusastme ja tähtsuse, mis aitab anda silla seisukorrast selge arusaama. Samuti sobib lähenemine sildade hooldus- ja rehabilitatsioonitegevuse planeerimiseks, sest üldine indeks ühendab kõik elementide tasandil tuvastatud puudused. Need indeksid loovad agentuuris nõuandva raamistiku ning inseneriteaduslikud otsused on tehtud korporatiivselt, määrates kategooriaid, mitte jätku arvulisi hindeid. [23]

Seisundi indeks arvutatakse kõigi tuvastatud defektide kohta. Võrrand maksimeerib halvimat vead ja minimeerib kõik muud vead teguriga k , mille vaikeväärtus on 0,2. [23]

$$KTI = \max(W_{ti} * C_i * U_i * D_i) + k \sum (W_{tj} * C_j * U_j * D_j) \quad (5.1) \quad [23]$$

kus

KTI – Remondiindeks;

W_t - Struktuursele osale määratud kaal;

i - Indeks, mis kujutab endast antud konstruktsiooniosa halvimat defekti;

C - Struktuurse osa seisund;

U - Konstruktsiooniosa jaoks vajaliku remondi kiireloomulisus;

D - Struktuuriosa kahjustuse raskusaste;

k - WF muude defektide puhul, välja arvatud halvim defekt;

j - Indeks, mis esindavad teatava konstruktsiooniosa ülejäänud defekte.

Viadukt on ülevaatusel jagatud üheksaks konstruktsiooniosaks, kus igale osale on määratud kaalufaktor (vt Tabel 5.1). Remondiindeks arvutatakse viadukti tuvastatud defektide kogumi kohta. Iga struktuuriosa seisundit hinnatakse reitingu alusel 0 (väga hea) kuni 4 (väga halb) (vt Tabel 5.2). Iga kontrolli käigus avastatud kahju on hinnatud ka selle remondi kiireloomulisuse ja tõsiduse järgi. Nende reitingute väärtused on esitatud Tabel 5.3 ja

Tabel 5.4. [23]

Tabel 5.1 Viadukti kaalufaktorid, Wt [23]

Viadukti konstruktsioonid	Kaalufaktor
Allkonstruktsioon	0,70
Ääretala	0,20
Pealisehitis	1,00
Ülekate	0,30
Muu pinnastruktuur	0,50
Piirded	0,40
Paisuvuugid	0,20
Muu	0,30
Kõrvalehitis	0,30

Tabel 5.2 Seisukorra tabel, C [23]

Seisukorra hinnang	Seisukorra punktid
0 - Uus	1
1 - Hea	2
2 - Rahuldav	4
3 - Halb	7
4 - Väga halb	11

Tabel 5.3 Remondiklasside punktid, U [23]

Remondi hinnang	Remondi punktid
11 - Remondi järgneva 2 aasta jooksul	10
12 - remondi järgneva 4 aasta jooksul	5
13 - Remondi tulevikus	1

Tabel 5.4 Kahjustuste raskusastme punktid, D [23]

Kahjustuse klass	Kahjustuse raskusastme punktid
1 - Kerge	1
2 - Mõõdukas	2
3 - Tõsine	4
4 - Väga tõsine	7

Viadukti konstruktsioonid on elementide põhiselt jaotatud Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Konstruktsiooni elementide jaotus

Viadukti konstruktsioonid	Konstruktsiooni elemendid
Allkonstruktsioon	R/b kaldasambad, r/b vundamendid, r/b sambad, monoliitne sammaste riigel
Ääretala	Servapruss
Pealisehitis	R/b taladest avaehitis
Ülekate	Katendi ülekate
Muu pinnastruktuur	Katend, kõnnitee katend
Piirded	Käsipuu, betoonist pörkepiire, pörkepiire
Paisuvuugid	Deformatsioonivuuk
Muu	Hüdroisolatsioon, joatorud, tugipadjad
Kõrvalehitis	Koonusekindlustus, nõlvad

Järgnevalt on kokkuvõtvalt hinnatud üheksat peamist konstruktsiooni vahemikus 0-4 ning määratud eelnevate tabelite põhjal nii kaalufaktor kui ka seisukorra, remondi ja kahjustuste raskusastme punktid.

Tabel 5.6 Elementide seisukorra hinded

Element	Kaalufaktor	Seisukorra punktid	Remondi punktid	Kahjustuse raskusastme punktid
Allkonstruktsioon	0,70	4	5	2
Ääretala	0,20	7	10	4
Pealisehitis	1,00	4	5	2
Ülekate	0,30	4	10	4
Muu pinnastruktuur	0,50	7	5	2
Piirded	0,40	4	10	4
Paisuvuugid	0,20	11	10	7
Muu	0,30	7	10	7
Kõrvalehitis	0,30	4	5	2

Lähtudes valemist 5.1 on viadukti seisundiindeks $KTI=240$. Võttes aluseks arvatud $KTI_{\min}=1$, mis tähendab maksimaalselt head seisundit ning $KTI_{\max}=1200$, mis tähendab halvimat seisundit, moodustub Haapsalu viadukti KTI 20% maksimaalselt halvast seisundiindeksist. See tähendab, et Soome meetodi järgi on Haapsalu viadukti seisundiindeks hea ehk 80,0% maksimaalselt heast seisundist.

6. TEHNILISE SEISUKORRA MÄÄRAMINE – AUSTRIA

Austria sillaseisundi arvutamiseks kasutatakse lihtsaid elementide hinnanguid vahemikus 1 (ei ole kahju/väike kahju) kuni 5 (kriitiline seisund).

Tabel 6.1 Hinnangute selgitused [23]

Hinne	Selgitus
1	Ei ole probleeme, väiksemad probleemid, kandevõime, vastupidavus ei ole piiratud, hooldus ei ole vajalik
2	Väikesed probleemid, kandevõime ei ole piiratud, vastupidavus on piiratud kui defekte ei kõrvaldata pikemas perspektiivis, kasutamise piiramist ei ole
3	Mõõdukad probleemid, piiratud töökindlus ja vastupidavus, vajalik hooldus pikemas perspektiivis (6 aasta jooksul)
4	Tõsised probleemid, kandevõime ei ole veel piiratud, kuid töökindlus ja vastupidavus on juba piiratud, hooldus 3 aasta jooksul, et taastada regulaarne kasutamine
5	Kriitiline konditsioon, piiratud kandevõime ja opereeritavus, remondi ebastandardne algatamine, kasutamise piiramine

Sillaelementide reitingute alusel määratakse ka silla kogureiting vahemikus 1-5.

Meetodi tugevuseks on see, et seda kasutatakse peamiselt silla seisukorra üldiseks hindamiseks ja hooldust vajavate sildade tuvastamiseks. Kvalitatiivsed meetodid tuginevad elementide tasandi kontrolliandmetele ja suudavad anda objektiivsema hinnangu struktuurielementide seisukorrale, hõlmates nii kahju raskusastet kui ka ulatust. [23]

Küll aga ei saa seda lähenemisviisi tõhusalt kasutada rehabilitatsiooni- ja hooldusprogrammide planeerimiseks, sest see ei anna sildade järjestamiseks kvantitatiivset skaalat. Näiteks võib paljusid silde pidada halvas olukorras olevaks, ilma et oleks erilist järjestust selle kohta millised sillad vajavad teistega võrreldes kiiresti remonti või asendamist. [23]

Järgnevalt (vt Tabel 6.2) on hinnatud viadukti elemente eelnevalt käsitletud meetodiga.

Tabel 6.2 Elementide hinnangud

Element	Hinne
Põrkepiire	2
Betoonist põrkepiire viaduktil	2
Käsipuu viaduktil	4
Deformatsioonivuuk	5
Katend	3
Kõnnitee katend	2
Joatorud	4
Hüdroisolatsioon	4
Servapruss	4
R/b taladest avaehitis	2
Monoliitne sammaste riigel	2
Tugipadjad	5
R/b sambad	2
R/b kaldasambad	3
R/b vundamendid	3
Koonusekindlustus	2

Vastavalt viadukti elementide hinnangute alusel, kujuneb viadukti üldiseks seisundiindeksiks 3,1 (57,9%), mis tähendab rahuldavat seisundiindeksit.

7. SEISUNDIHINNANGUTE VÕRDLUS JA NENDE REMONDI MEETODID

Haapsalu viadukti hinnati kolme erineva riigi meetodiga. Nendeks riikideks olid Eesti, Soome ja Austria. Nendest meetoditest kõige madalama tulemuse viadukti kohta sai Eesti süsteem, tulemusega 49,6% maksimaalselt parimast seisundiindeksist. Eestile järgnes Austria, tulemusega 57,9%. Parima tulemusega oli Soome süsteem, 80,0%. Nagu tulemustest näha on meetodite tulemustel suur vahe sees. Järgnevalt on analüüsitud tulemuste erisusi.

Tulemuste osas mängib olulist rolli erinevate valemite kasutamine seisundiindeksi arvutamisel. Võrreldes nii Eesti kui Soome valemit Austriaga, saab välja tuua suurima erinevuse. Austria valem on lakooniline ja konkreetne 5 palli skaalal hindamine. Meetodis ei kasutata elemendipõhiseid kaalufaktoreid või muid punktisüsteeme. Kõiki elemente käsitletakse ühel alusel ning elemendipõhiseid hinnanguid nende tähtsusele ei määrata.

Võrreldes Eesti ja Soome meetodeid, on tulemuste vahe väga suur, 30,4%. Kuigi Soome meetod käsitleb lisaks elemendipõhist punktisüsteemi (seisukorra hinnang, remondi hinnang, kahjustuse klass), siis mõlemad kasutavad elementide puhul kaalufaktoreid. Kaalufaktorite väärtuste erisuse põhjal ilmneb peamine põhjus seisundiindeksite erinevuses. Kui lähtuda Soome meetodi puhul Eesti meetodi kaalufaktori väärtustest, siis langeb Soome seisundiindeksi väärtus 46%-ni. See tähendab, et kaalufaktorid ei ole ühtmoodi käsitletavad.

7.1 Eesti

Vastavalt eelnevalt hinnatud viadukti seisundiindeksi tulemuste põhjal saab välja tuua, et viadukti kõige kriitilisemas seisukorras on elemendid, mis seonduvad hüdroisolatsiooni grupiga. Nendeks on viadukti hüdroisolatsioon ning joatorud, vastavalt $SI=31,5$ ning $SI=8,3$ Kombineeritult on nende SI 31,37.

Natuke kõrgema seisundiindeksi tulemusega on tugiosade ja deformatsioonivuukide rühm, tulemusega 33,12. Nendest madalaima tulemusega element on deformatsioonivuuk, $SI=0$. Tugipatjade $SI=65,3$.

Viadukti elemendid, mis seonduvad pealisehitisega on tulemusega $SI=64,34$. Selles rühmas madalaima seisundiindeksiga element on servapruss, $SI=52,4$. Rühma teise elemendi, r/b taladest avaehitis on seisundiindeksiga 90,3.

Alusehitise rühma kuuluvate elementide $SI=66,96$. Antud rühmas on kõikide elementide seisundiindeks vahemikus 66,2 – 83,3 ehk elementide seisundid peegelduvad adekvaatset tulemust rühma üldises seisundiindeksi väärtuses.

Elemendid, mis kuuluvad gruppi ohutus, on seisundiindeksi poolest kõige kõrgema tulemusega, $SI=79,74$. Elementidest kõige madalama tulemusega on viadukti käsipuu, $SI=54,1$. Ülejäänud nelja elemendi SI on vahemikus 70,1 – 95,5.

7.1.1 Elementide remondi meetodid

Võttes arvesse varasemalt käsitletud viadukti elementide hoolduse ja remondi põhimõtteid, on viadukti elementide parendamine käsitletud järgnevalt.

Hüdroisolatsiooni grupp, $SI=31,37$.

1. Hüdroisolatsiooni kihi SI 31,5 tähendab elemendi välja vahetamist;
2. Joatorude SI 8,3 tähendab elementide välja vahetamist.

Tugiosade ja deformatsioonivuugi grupp, $SI=33,13$.

1. Deformatsioonivuugi SI 0 tähendab elemendi välja vahetamist;
2. Tugipatjade SI 65,3 korral tuleb teostada elementidele kapitaalremont, mis hõlmab pindade parandamist.

Pealisehitise grupp, $SI=64,34$.

1. Servaprussi SI 52,4 korral tuleb teostada elementidele kapitaalremont, mis hõlmab pindade parandamist;
2. R/b taladest avaehitise SI on 90,3, mille käigus piirduakse elemendi hooldamisega (puhastus, betooni kohtparandus, terase värviparandus, kivikonstruktsioonide vuukide täitmine jms).

Alusehitise grupp $SI=66,96$.

1. Koonusekindlustuse SI 66,2 korral tuleb teostada elementidele kapitaalremont, mis hõlmab pindade parandamist;
2. R/b vundamentide ja r/b kaldasammaste SI 66,67 korral tuleb teostada elementidele kapitaalremont, mis hõlmab pindade parandamist;
3. R/b sammaste SI 77,8 korral teostatakse ennetav remont lokaalsete kahjustuste parandamisega;
4. Monoliitsete sammaste riiglite SI 83,3 korral piirdutakse elemendi hooldamisega (puhastus, betooni kohtparandus, terase värviparandus, kivikonstruktsioonide vuukide täitmine jms).

Ohutuse grupp SI=79,74.

1. Käsipuu viadukti SI 54,1 korral tuleb teostada elementidele kapitaalremont, mis hõlmab pindade parandamist;
2. Betoonist pörkepiirde SI 70,1 käigus teostatakse ennetav remont lokaalsete kahjustuste parandamisega;
3. Katendi SI 71,1 korral teostatakse ennetav remont lokaalsete kahjustuste parandamisega;
4. Kõnnitee katendi SI 94,2 korral piirdutakse elemendi hooldamisega (puhastus, betooni kohtparandus, terase värviparandus, kivikonstruktsioonide vuukide täitmine jms);
5. Pörkepiirde SI 95,5 korral piirdutakse elemendi hooldamisega (puhastus, betooni kohtparandus, terase värviparandus, kivikonstruktsioonide vuukide täitmine jms).

Ümberehitamist mitte vajavad elemendid, mis asuvad ümberehitamist või remonti vajavatest elementidest üleval pool, tuleb samuti ümber ehitada kuna vastasel juhul ei ole tehnoloogiliselt võimalik vajaminevaid elemente välja vahetada. Nendeks on kõnnitee katend, katend ja betoonist pörkepiire. Need elemendid jäävad ette hüdroisolatsiooni välja vahetamisel. Samuti tuleb arvestada elementide remondi osas ohutusega seotud aspektidest (vt Tabel 4.8). See tähendab, et eelnevalt mainitud kõnnitee katend kui ka viadukti käsipuu tuleb välja vahetada.

Järgnevalt on elemendid koondatud remondi meetodite, tehnoloogilise vajaduse ning ohutuse alusel tabelisse. Tabel kirjeldab kõikide elementide remondi meetodeid, et saavutada viadukti üldine SI=95.

Tabel 7.1 Elementide remondi meetodid

Element	SI	Remondi meetod
Deformatsioonivuuk	0	Ümberehitus
Joatorud	8,3	Ümberehitus
Hüdroisolatsioon	31,5	Ümberehitus
Servapruss	52,4	Kapitaalremont
Käsi- või viaduktil	54,1	Ümberehitus ohutuse aspektist vajalik
Tugipadjad	65,3	Kapitaalremont
Koonusekindlustus	66,2	Kapitaalremont
R/b kaldasambad	66,7	Kapitaalremont
R/b vundamendid	66,7	Kapitaalremont
Betoonist pörkepiire viaduktil	70,1	Ümberehitus tehnoloogilisest aspektist vajalik
Katend	71,1	Ümberehitus tehnoloogilisest aspektist vajalik
R/b sambad	77,8	Ennetav remont
Monoliitne sammaste riigel	83,3	Hooldus
R/b taladest avaehitis	90,3	Hooldus
Kõnnitee katend	94,2	Ümberehitus tehnoloogilisest ja ohutuse aspektist vajalik
Pörkepiire	95,5	Hooldus

7.2 Soome

Vastavalt eelnevalt hinnatud viadukti seisundi indeksi põhjal, toodi välja elementide jaotus konstruktsioonidena. Nendeks olid allkonstruktsioon, ääretala, pealisehitis, ülekate, muu pinnastruktuur, piirded, paisuvuugid, muu ning kõrvalehitis. Seisundiindeksi arvutamisel võeti teguritena arvesse nii seisukorra hinnangut kui ka konstruktsioonide kaalufaktoreid, remondi hinnangut ning kahjustuste klassi. Järgnevalt on analüüsitud tegurite tulemusi ja seisundiindeksit.

Selleks, et valem töötaks tuleb leida maksimaalselt halvim konstruktsiooni tegur. Selleks osutusid paisuvuugid ehk deformatsioonivuugid. Maksimaalse teguri väärtus on 154.

Järgnevalt on konstruktsioonide väärtusi kasutatud valemi teises pooles ehk väärtused, mis esindavad ülejäänud defekte. Nendest kõige halvima tulemusega, KTI=147 on konstruktsiooni osa „muu“, mille hulka kuuluvad hüdroisolatsioon, joatorud, tugipadjad (vt Tabel 5.5).

Ülejäänud elementide tegurid on vahemikus 6 – 64. Nendest kõige suuremate väärtustega konstruktsioonid on piirded ja ääretala. Mõlemal teguril on remondi hinnang maksimaalne ehk 10. See tähendab elementide kiiret remonti ehk remont järgneva 2 aasta jooksul.

7.2.1 Elementide remondi meetodid

Hetkel on viadukti seisundiindeks KTI 240. See moodustab 80% maksimaalselt parimast tulemusest. Selleks, et võtta arvesse varasemalt käsitletud viadukti elementide hoolduse ja remondi põhimõtteid (vt pt 5), on vaja viadukti elementidele määrata ära nende seisundiindeks protsentuaalselt. Selleks on sarnaselt viadukti üldise KTI arvutamiseiga korrutatud elemendi põhiselt järgnevad väärtused.

$$KTI = Wt_i * C_i * U_i * D_i \quad (7.1) \quad [23]$$

Kus

KTI – Remondiindeks,

Wt - Struktuursele osale määratud kaal,

C - Struktuurse osa seisund,

U - Konstruktsiooniosa jaoks vajaliku remondi kiireloomulisus,

D - Struktuuriosa kahjustuse raskusaste.

Vastavalt valemile 7.1 on viadukti elementide väärtused järgnevad.

Allkonstruktsioon - KTI=28, mis on 94,8% elemendi maksimaalselt parimast tulemusest.

- Allkonstruktsiooni 94,8% korral piirdutakse elemendi hooldamisega (puhastus, betooni kohtparandus, terase värviparandus, kivikonstruktsioonide vuukide täitmine jms).

Ääretala – KTI=56, mis on 63,6% elemendi maksimaalselt parimast tulemusest.

- Ääretala 63,6% korral tuleb teostada elemendile kapitaalremont, mis hõlmab pindade parandamist.

Pealisehitis – KTI=40, mis on 94,8% elemendi maksimaalselt parimast tulemusest.

- Pealisehitise 94,8% korral piirdutakse elemendi hooldamisega (puhastus, betooni kohtparandus, terase värviparandus, kivikonstruktsioonide vuukide täitmine jms).

Ülekate – KTI=48, mis on 79,2% elemendi maksimaalselt parimast tulemusest.

- Ülekatte 79,2% korral teostatakse ennetav remont lokaalsete kahjustuste parandamisega.

Muu pinnastruktuur – KTI=35, mis on 90,9% elemendi maksimaalselt parimast tulemusest.

- Muu pinnastruktuuri 90,9% korral piirdutakse elemendi hooldamisega (puhastus, betooni kohtparandus, terase värviparandus, kivikonstruktsioonide vuukide täitmine jms).

Piirded - KTI=64, mis on 79,2% elemendi maksimaalselt parimast tulemusest.

- Piirete 79,2% korral teostatakse ennetav remont lokaalsete kahjustuste parandamisega.

Paisuvuugid – KTI=154, mis on 0% elemendi maksimaalselt parimast tulemusest.

- Paisuvuukide 0% tähendab elemendi välja vahetamist.

Muu – KTI=147, mis on 36,4% elemendi maksimaalselt parimast tulemusest.

- Muu 36,4% tähendab elemendi välja vahetamist.

Kõrvalehitis – KTI=12, mis on 94,8% elemendi maksimaalselt parimast tulemusest.

- Kõrvalehitise 94,8% korral piirdutakse elemendi hooldamisega (puhastus, betooni kohtparandus, terase värviparandus, kivikonstruktsioonide vuukide täitmine jms).

Ümberehitamist mitte vajavad elemendid, mis asuvad ümberehitamist või remonti vajavatest elementidest üleval pool, tuleb samuti ümber ehitada kuna vastasel juhul ei ole tehnoloogiliselt võimalik vajaminevaid elemente välja vahetada. Nendeks on kõnnitee katend, katend ja betoonist pörkepiire. Need elemendid jäävad täielikult ette hüdroisolatsiooni välja vahetamisel ja osaliselt joatorude välja vahetamisel. Samuti tuleb arvestada elementide remondi osas ohutusega seotud aspektidest (vt Tabel 4.8). See tähendab, et eelnevalt mainitud kõnnitee katend kui ka viadukti käsipuu tuleb välja vahetada.

Järgnevalt on elemendid koondatud remondi meetodite, tehnoloogilise vajaduse ning ohutuse alusel tabelisse. Tabel kirjeldab kõikide elementide remondi meetodeid, et saavutada viadukti üldine KTI, %=95.

Tabel 7.2 Elementide remondi meetodid

Element	KTI, %	Remondi meetod
Paisuvuugid	0	Ümberehitus
Muu	36,4	Ümberehitus
Ääretala	63,6	Kapitaalremont
Ülekate	79,2	Ümberehitus tehnoloogilisest aspektist vajalik
Piirded	79,2	Ümberehitus tehnoloogilisest ja ohutuse aspektist vajalik. V.a pörkepiire, millele teostatakse ennetav remont
Muu pinnastruktuur	90,9	Ümberehitus tehnoloogilisest ja ohutuse aspektist vajalik
Allkonstruktsioon	94,8	Hooldus
Pealisehitis	94,8	Hooldus
Kõrvalehitis	94,8	Hooldus

7.3 Austria

Vastavalt eelnevalt hinnatud viadukti seisundi indeksi põhjal, toodi välja elemendipõhine jaotus ning hinnatud oli iga elementi skaalal 1-5, kus madalam hinnang tähistab elemendi madalat kahjustust ning kõrgem hinnang suurema kahjustusega elementi. Järgnevalt on analüüsitud elemente hinnatud väärtuste põhjal ning toodud välja võimalikud viadukti remondi meetodid.

7.3.1 Elementide remondi meetodid

Viadukti seisundiindeks kujuneb välja elementidele määratud hinnangute tulemusel, selleks on 3,1. Remondi meetodite määramisel on lähtutud Austria tehnilise seisukorra määramise tabelist (vt Tabel 6.1).

Ümberehitamist mitte vajavad elemendid, mis asuvad ümberehitamist või remonti vajavatest elementidest üleval pool, tuleb samuti ümber ehitada kuna vastasel juhul ei ole tehnoloogiliselt võimalik vajaminevaid elemente välja vahetada. Nendeks on kõnnitee katend, katend ja betoonist pörkepiire. Need elemendid jäävad täielikult ette hüdroisolatsiooni kapitaalremondil ja osaliselt joatorude välja vahetamisel. Samuti tuleb arvestada elementide remondi osas ohutusega seotud aspektidest (vt Tabel 4.8). See tähendab, et eelnevalt mainitud kõnnitee katend kui ka viadukti käsipuu tuleb välja vahetada.

Järgnevalt on elemendid koondatud remondi meetodite, tehnoloogilise vajaduse ning ohutuse alusel tabelisse. Tabel kirjeldab kõikide elementide remondi meetodeid, et saavutada viadukti üldine SI=95.

Tabel 7.3 Elementide remondi meetodid

Element	Hinne	Remondi meetod
Pörkepiire	2	Hooldus
Betoonist pörkepiire viaduktil	2	Ümberehitus tehnoloogilisest aspektist vajalik
Kõnnitee katend	2	Ümberehitus tehnoloogilisest ja ohutuse aspektist vajalik
R/b taladest avaehitis	2	Hooldus
Monoliitne sammaste riigel	2	Hooldus
R/b sambad	2	Hooldus
Koonusekindlustus	2	Hooldus
Katend	3	Ümberehitus tehnoloogilisest aspektist vajalik
R/b kaldasambad	3	Ennetav remont
R/b vundamendid	3	Ennetav remont
Joatorud	4	Kapitaalremont
Hüdroisolatsioon	4	Kapitaalremont
Servapruss	4	Kapitaalremont
Käsipuu viaduktil	4	Ümberehitus ohutuse aspektist vajalik

Element	Hinne	Remondi meetod
Tugipadjad	5	Ümberehitus
Deformatsioonivuuk	5	Ümberehitus

8. REMONDI MEETODITE MAKSUMUSED

8.1 Eesti

Vastavalt viadukti remondimeetodite leidmisele (vt pt 7.1.1), leitakse järgnevalt nende meetodite alusel viadukti maksumus, et viia seisundiindeks SI=95-ni.

Peamised remonttööd on järgnevad:

- Deformatsioonivuukide väljavahetamine. Avatud profiiliga vuugi paigaldus;
- Joatorude väljavahetamine. Uue sademeveesüsteemi rajamine;
- Hüdroisolatsiooni väljavahetamine;
- Servaprussi, kaldasammaste ja vundamentide torkreetimine ja korrosioonikaitse;
- Kõnnitee ja sõidutee piirete väljavahetamine viaduktil;
- Tugiosade betoonpinna torkreetimine ning elastomeersete osade väljavahetamine;
- Koonusekindlustuse täielik pindade parandus;
- Uue sõidutee katendi rajamine koos markeerimisega;
- Uue kõnnitee katendi rajamine;
- Valgustite eemaldamine ja uute paigaldamine;
- R/b samaste remont, mis hõlmab sarruse puhastamist, kohtparandamist või osalist torkreetimist;
- Riiglite ja r/b avaehitise puhastamine, betooni kohtparandus ja vuukide täitmine;
- Peale- ja mahasõidul pörkepiirde puhastamine, värviparandus, betoonpostide kohtparandus.

Remondi maksumuseks kujuneb 728 694,43 eurot, mis on toodud

Tabel 8.1. Detailsem maksumus on toodud Lisas 1.

Tabel 8.1 Koondmaksumus

Kulude loend	Summa
KULUDE LOEND NR 1: ÜLDISED	19 500,00
KULUDE LOEND NR 2: EHTUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE	1 132,40
KULUDE LOEND NR 3: MULLATÖÖD	1 889,10
KULUDE LOEND NR 4: KATEND	40 223,80
KULUDE LOEND NR 6: KONSTRUKTSIOONID	441 764,14
KULUDE LOEND NR 7: LIIKLUSKORRALDUS- JA OHUTUSVAHENDID	6 900,00
KULUDE LOEND NR 8: TEHNOVÕRGUD	4 600,0
KULUDE LOEND NR 9: MAASTIKUKUJUNDUSTÖÖD	12 030,00
KANTUD KOGU SUMMASSE	528 039,44
ETTENÄGEMATA TÖÖD 15%	79 205,92
KOKKU	607 245,36
KÄIBEMAKS 20%	121 449,07
KOKKU KÄIBEMAKSUGA	728 694,43

8.2 Soome

Vastavalt viadukti remondimeetodite leidmisele (vt pt 7.2.1), leitakse järgnevalt nende meetodite alusel viadukti maksumus, et viia seisundiindeks SI=95-ni.

Peamised remonttööd on järgnevad:

- Deformatsioonivuukide väljavahetamine. Avatud profiiliga vuugi paigaldus;
- Joatorude väljavahetamine. Uue sademeveesüsteemi rajamine;
- Hüdroisolatsiooni väljavahetamine;
- Tugiosade väljavahetamine;
- Servaprussi torkreetimine ja korrosioonikaitse;
- Kõnnitee ja sõidutee piirete väljavahetamine viaduktil;
- Koonusekindlustuse puhastamine, kohtparandus ja vuukide täitmine;
- Uue sõidutee katendi rajamine koos markeerimisega;

- Uue kõnnitee katendi rajamine;
- Valgustite eemaldamine ja uute paigaldamine;
- R/b kaldasammaste, r/b vundamentide, r/b sammaste, riiglite ning r/b avaehitise puhastamine, betooni kohtparandus ja vuukide täitmine;
- Peale- ja mahasõidul pörkepiirde lokaalsete kahjustuste parandamine.

Remondi maksumuseks kujuneb 756 373,78 eurot, mis on toodud Tabel 8.2. Detailsem maksumus on toodud Lisas 2.

Tabel 8.2 Koondmaksumus

Kulude loend	Summa
KULUDE LOEND NR 1: ÜLDISED	19 500,00
KULUDE LOEND NR 2: EHTUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE	1 132,40
KULUDE LOEND NR 3: MULLATÖÖD	1 889,10
KULUDE LOEND NR 4: KATEND	40 223,80
KULUDE LOEND NR 6: KONSTRUKTSIOONID	461 821,64
KULUDE LOEND NR 7: LIIKLUSKORRALDUS- JA OHUTUSVAHENDID	6 900,00
KULUDE LOEND NR 8: TEHNOVÕRGUD	4 600,0
KULUDE LOEND NR 9: MAASTIKUKUJUNDUSTÖÖD	12 030,00
KANTUD KOGU SUMMASSE	548 096,94
ETTENÄGEMATA TÖÖD 15%	82 214,54
KOKKU	630 311,48
KÄIBEMAKS 20%	126 062,30
KOKKU KÄIBEMAKSUGA	756 373,78

8.3 Austria

Vastavalt viadukti remondimeetodite leidmisele (vt pt 7.3.1), leitakse järgnevalt nende meetodite alusel viadukti maksumus, et viia seisundiindeks SI=95-ni.

Peamised remonttööd on järgnevad:

- Deformatsioonivuukide väljavahetamine. Avatud profiiliga vuugi paigaldus;
- Joatorude üle värvimine, betoonosade torkreetimine;
- Hüdroisolatsiooni parandamine;
- Tugiosade väljavahetamine;
- Servaprussi torkreetimine ja korrosioonikaitse;
- Kõnnitee ja sõidutee piirete väljavahetamine viaduktil;
- Uue sõidutee katendi rajamine koos markeerimisega;
- Uue kõnnitee katendi rajamine;
- Valgustite eemaldamine ja uute paigaldamine;
- R/b sammaste, riiglite, r/b avaehitise ning koonusekindlustuse puhastamine, betooni kohtparandus ja vuukide täitmine;
- R/b kaldasammaste ja r/b vundamentide remont, mis hõlmab sarruse puhastamist, kohtparandamist või osalist torkreetimist;
- Peale- ja mahaõidul pörkepiirde puhastamine, värviparandus ning betoonpostide kohtparandus.

Remondi maksumuseks kujuneb 738 827,22 eurot, mis on toodud Tabel 8.3. Detailsem maksumus on toodud Lisas 3.

Tabel 8.3 Koondmaksumus

Kulude loend	Summa
KULUDE LOEND NR 1: ÜLDISED	19 500,00
KULUDE LOEND NR 2: EHTUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE	1 132,40
KULUDE LOEND NR 3: MULLATÖÖD	1 889,10
KULUDE LOEND NR 4: KATEND	40 223,80
KULUDE LOEND NR 6: KONSTRUKTSIOONID	449 106,74
KULUDE LOEND NR 7: LIIKLUSKORRALDUS- JA OHUTUSVAHENDID	6 900,00
KULUDE LOEND NR 8: TEHNOVÕRGUD	4 600,0
KULUDE LOEND NR 9: MAASTIKUKUJUNDUSTÖÖD	12 030,00

Kulude loend	Summa
KANTUD KOGU SUMMASSE	535 382,04
ETTENÄGEMATA TÖÖD 15%	80 307,31
KOKKU	615 689,35
KÄIBEMAKS 20%	123 137,87
KOKKU KÄIBEMAKSUGA	738 827,22

8.4 Uue viadukti ehitamine

Järgnevalt on välja toodud olemasoleva viadukti lammutamise ning uue ehitamise maksumus. Seda meetodit tuleks kaaluda juhul, kui viadukti alla rajatakse tulevikus uus raudtee, mis võidakse ehitada suuremate gabariitidega.

Peamised tööd on järgnevad:

- Olemasoleva viadukti lammutamine;
- Uue viadukti rajamine samade gabariitidega, ilma uute vaiadeta;
- Peale- ja mahasõitudel katendite rekonstrueerimine;
- Uute piirete paigaldamine, sh peale- ja mahasõidud.

Uue viadukti maksumuseks kujuneb 3 424 488,63 eurot, mis on toodud Tabel 8.4. Detailsem maksumus on toodud Lisas 4.

Tabel 8.4 Koondmaksumus

Kulude loend	Summa
KULUDE LOEND NR 1: ÜLDISED	53 000,00
KULUDE LOEND NR 2: EHTUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE	20 761,00
KULUDE LOEND NR 3: MULLATÖÖD	144 010,00
KULUDE LOEND NR 4: KATEND	354 802,20
KULUDE LOEND NR 5: DRENAAZ JA TRUUBID	1 872,00
KULUDE LOEND NR 6: KONSTRUKTSIOONID	1 786 594,30
KULUDE LOEND NR 7: LIIKLUSKORRALDUS- JA OHUTUSVAHENDID	92 520,00

Kulude loend	Summa
KULUDE LOEND NR 8: TEHNOVÕRGUD	4 600,00
KULUDE LOEND NR 9: MAASTIKUKUJUNDUSTÖÖD	23 354,00
KANTUD KOGU SUMMASSE	2 481 513,50
ETTENÄGEMATA TÖÖD 15%	372 227,03
KOKKU	2 853 740,53
KÄIBEMAKS 20%	570 748,11
KOKKU KÄIBEMAKSUGA	3 424 488,63

8.5 Viadukti lammutamine

Järgnevalt on välja toodud olemasoleva viadukti lammutamise maksumus. Seda meetodit tuleks kaaluda juhul, kui viadukti alla ei rajata raudteed ning edaspidiselt vähendada kulusid seoses viadukti hooldamise või remontimisega.

Peamised tööd on järgnevad:

- Olemasoleva viadukti lammutamine;
- Peale- ja mahasõitudelt pinnase teisaldamine vana viadukti asukohta.

Tööde maksumuseks kujuneb 1 608 291,74 eurot, mis on toodud Tabel 8.5. Detailsem maksumus on toodud Lisas 5.

Tabel 8.5 Koondmaksumus

Kulude loend	Summa
KULUDE LOEND NR 1: ÜLDISED	19 500,00
KULUDE LOEND NR 2: EHTUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE	20 761,00
KULUDE LOEND NR 3: MULLATÖÖD	279 166,40
KULUDE LOEND NR 4: KATEND	364 932,90
KULUDE LOEND NR 5: DRENAAZ JA TRUUBID	3 568,00
KULUDE LOEND NR 6: KONSTRUKTSIOONID	396 466,50

Kulude loend	Summa
KULUDE LOEND NR 7: LIIKLUSKORRALDUS- JA OHUTUSVAHENDID	10 320,00
KULUDE LOEND NR 8: TEHNOVÕRGUD	47 360,00
KULUDE LOEND NR 9: MAASTIKUKUJUNDUSTÖÖD	23 354,00
KANTUD KOGU SUMMASSE	1 165 428,80
ETTENÄGEMATA TÖÖD 15%	174 814,32
KOKKU	1 340 243,12
KÄIBEMAKS 20%	268 048,62
KOKKU KÄIBEMAKSUGA	1 608 291,74

KOKKUVÕTE

Käesolevas magistritöös käsitleti Haapsalu viadukti tehnilist seisukorda, mille käigus analüüsiti viadukti seisukorda ning mõõdeti üle parameetrid, mis lisati teeregistri nimistusse. Nimistu tabel edastatakse kohalikule omavalitusele, kes saab vajadusel olemasolevaid andmeid kasutada.

Lõputöö käigus kirjeldati olemasolevat viadukti, selle ajalugu, mõõtmeid ning geoloogiat, mille andmed saadi teeregistrist ja Haapsalu Linnavalituse arhiivist. Töö käigus kirjeldati riikide sillahaldussüsteemide teoreetilist tausta ning kasutati kolme riigi sillahaldussüsteeme, et määrata viadukti seisnudi indeks ja remondimaksumused.

Töö käigus soovis autor määrata viaduktile seisundi indeksi sellepärast, et tõsta kohaliku omavalituse teadlikkust viadukti seisundi kohta ning suurendada seeläbi liiklejate ohutust. Kuna mitmeid aastaid ei ole viaduktile remonti tehtud, saab läbi lõputöö tulemuste kinnitada asjaolu, et viadukt vajab remonti. Lõputöö käigus määrati viadukti kohta hinnangulised maksumused, mille kaudu on omavalitusel edaspidiselt lihtsam ehitushanget korraldada.

Kolme erineva riigi meetodika alusel selgus, et viadukti seisundi indeks jääb vahemikku 49,6 – 80%. Kuivõrd Eesti ja Austria meetodite alusel selgus, et seisundi indeksid on ligikaudselt samades suurusjärgudes, vastavalt 49,6% ja 57,9%, siis Soome meetodika kohaselt on viadukti seisund 80% ehk hea. Töö käigus analüüsiti erinevuse põhjust ning järelitati, et erinevus tuleneb elementipõhiste kaalufaktorite erinevusest. Teisendades kaalufaktorid samaväärseteks, taandub Soome meetodika kohaselt viadukti seisundi indeks 46%-ni.

Samuti oli eesmärgiks leida viadukti remondi maksumused vastavalt eel pool nimetatud meetodite järgi. Lisaks arvutati välja olemasoleva viadukti lammutamise ja selle asemele uue viadukti ehitamise maksumus. Eraldi leiti ka olemasoleva viadukti lammutamise maksumus. Meetoditest kõige kallima remondimaksumusega on Soome, 756 374 eurot ning madalaima maksumusega on Eesti, 728 694 eurot. Uue viadukti ehitamise maksumus koos olemasoleva viadukti lammutamisega on 3 424 489 eurot ning olemasoleva viadukti lammutamise maksumus on 1 608 292 eurot.

Kuna Haapsalu viaduktil on üsna suur liiklejate koormus, siis tuleks kohalikul omavalitusel kriitiliselt viadukti seisukord üle vaadata ning leida kiire ning optimaalne lahendus selle remondile, lammutamisele või uue ehitamisele. Tasub nentida asjaolu,

et tänu kehvale riigi eelarvele, jõuavad maksukärped ka kohalikele omavalitsusteni. Seega on väga keeruline tänases majanduslikus olukorras viaduktile remonttöid teostada. Samas tuleb arvestada asjaolu, et raudtee taastamist planeeritakse ning tulevikus võib tekkida võimalus, et raudtee ehitamise käigus viadukt remonditakse või ehitatakse uus.

SUMMARY

In this Master's thesis, technical condition of the Haapsalu viaduct was examined. The viaduct's condition was analyzed, and parameters were measured and added to the road registry. The registry table is transmitted to the local government, which can use the existing data if necessary.

During the thesis, the existing viaduct was described, including its history, dimensions, and geology. The data for these descriptions were obtained from the road registry and the Haapsalu City Government's archives. The theoretical background of bridge management systems in different countries was described, and three countries bridge management systems were used to determine the viaduct's condition index and repair costs.

The author aimed to determine the condition index of the viaduct in order to raise the local government's awareness about its condition and thereby increase safety for road users. Since no repairs have been made to the viaduct for several years, the results of the thesis confirm that the viaduct is in need of repair. Estimated costs for the viaduct were determined during the thesis, which will make it easier for the local government to organize construction tenders in the future.

Based on the methodologies of three different countries, the viaduct's condition index ranged from 49,6% to 80%. According to the Estonian and Austrian methodologies, the condition indexes were approximately in the same range, specifically 49,6% and 57.9% respectively, while the Finnish methodology indicated a condition index of 80%, which is considered good. During the research, the reason for the difference was analyzed and it was concluded that the difference is due to the difference in element-based factors. By converting the weight factors into equivalent ones, according to the Finnish methodology, the overpass condition index comes down to 46%.

Another objective was also to determine the repair costs of the viaduct according to the previously mentioned methods. Additionally, the cost of demolishing the existing viaduct and building a new one was calculated. The cost of demolishing the existing viaduct was also calculated separately. Among the methods, the Finnish method had the highest repair cost at 756 374 euros, while the Estonian method had the lowest cost at 728 694 euros. The cost of building a new viaduct, including the demolition of the existing one, was calculated to be 3 424 489 euros, and the cost of demolishing the existing viaduct alone was 1 608 292 euros.

Considering the high volume of traffic on the Haapsalu viaduct, the local government should critically review its condition and find a quick and optimal solution for its repair, demolition, or constructing a new viaduct. It is worth noting that due to a poor national budget, budget cuts affect local governments as well. Therefore, it is very challenging to carry out repair works on the viaduct in today's economic situation. However, it should be taken into account that railway restoration is being planned, and in the future, there may be an opportunity to repair or build a new viaduct during the railway construction.

KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] Transpordiamet, „Teeregister,“ 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://teeregister.mnt.ee/reet/search>. [Kasutatud 10 mai 2023].
- [2] Lääne Elu, „Lagunev suur trumm otsib omanikku,“ 16 mai 2016. [Võrgumaterjal]. Available: <https://online.le.ee/2016/05/16/lagunev-suur-trumm-otsib-omanikku/>. [Kasutatud 20 veebruar 2023].
- [3] HAAPSALU LINNAVALITSUS, „HAAPSALU LINNA ARENGUKAVA TEGEVUSKAVA,“ 28 oktoober 2022. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 1 mai 2023].
- [4] Transpordiamet, „Liiklussagedus,“ 2021. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.transpordiamet.ee/liiklussagedus>. [Kasutatud 25 veebruar 2023].
- [5] Eesti NSV Riiklik Ehituskomitee Riiklik Ehitusuuringute Instituut, „Ehitusgeoloogia,“ 1971. [Võrgumaterjal]. Available: <https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/ehitusgeoloogia>.
- [6] Rannarootsi Muuseum SA, „Eesti Muuseumide Veebivärv,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.muis.ee/museaalview/422963>.
- [7] Pl. Kommunaalprojekt, Haapsalu linn Lihula mnt. viadukt - Asendiplaan, 1967.
- [8] L. Veltson, „Haapsalu linna Lihula mnt. tööstusrajooni planeerimise projekt,“ Eesti Tööstusprojekt, Tallinn, 1971.
- [9] Y. Hu, „Mobile Location-Based Bridge Inspection Decision-Support System,“ Yongxin Hu, Montreal, Quebec, Canada, 2006.
- [10] AS Teede Tehnokeskus, „Sildade seisukorra hindamine ja analüüs,“ Tallinn.
- [11] MAANTEEAMET, „Sildade ülevaatus väljatöötatud BMS alusel aastatel 2010-2013,“ 2010. [Võrgumaterjal].
- [12] Maanteeamet, „Maanteeameti sildade ülevaatused,“ 2016. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 2017].
- [13] R. Auzins ja A. Paeglitis, „Study of Bridge Damages on Local Roads in Latvia,“ Riga Technical University, Riga, 2020.
- [14] Z. Mirzaei, B. T. Adey, L. Klatter ja J. S. Kong, „THE IABMAS BRIDGE MANAGEMENT COMMITTEE OVERVIEW OF EXISTING BRIDGE MANAGEMENT SYSTEMS,“ IABMAS, Netherlands, 2012.
- [15] M.-K. SÖDERQVIST ja M. VEIJOLA, „Finnish Project Level Bridge Management System,“ Finnish National Road Administration.
- [16] N. Yari, „New Model for Bridge Management System (BMS): Bridge Repair Priority Ranking System (BRPRS), Case Based Reasoning for Bridge Deterioration, Cost

- Optimization, and Preservation Strategy.," University of New Hampshire, Hampshire, 2018.
- [17] RISE Research Institutes of Sweden, „Inspection and monitoring of bridges in Sweden,“ RISE Research Institutes of Sweden, Gothenburg, 2018.
- [18] S. Sein, „Ainetöö,“ 2019.
- [19] Majandus- ja kommunikatsiooniminister, „Tee seisundinõuded,“ 30 jaanuar 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/127012015004>. [Kasutatud 20 veebruar 2023].
- [20] M. Truu, „Tallinna sildade ja tunnelite BMS kordusülevaatus 2020,“ Teede tehnokeskus, Tallinn, 2020.
- [21] Maanteeamet, „SILDADE SEISUKORRA HINDAMINE,“ 2015. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 1 mai 2023].
- [22] A. Kupp, „BMS2 ANALÜÜS KOV SILDADEL,“ Tallinn, 2022.
- [23] Federal Highway Administration, „Synthesis of National and International Methodologies Used for Bridge Health Indices,“ Georgetown, 2016.

Lisa 1 Eesti remondi kulutabel

KULUDE LOEND NR 1: ÜLDISED

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Möötüühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
10201	Proovivõtt ja katsetamine		kogusumma	1.0	1 500.00	1 500.00
10202	Load, kindlustused		kogusumma	1.0	4 000.00	4 000.00
10204	Tööpiirkonna ja teede korrashoid		kogusumma	1.0	2 500.00	2 500.00
10210	Ajutised tööd (sh. objektikontorid, ajutised teed)		kogusumma	1.0	3 500.00	3 500.00
10211	Tööde mõõdistamine ja märkimistööd		kogusumma	1.0	5 000.00	5 000.00
10212	Konsultatsioonid projekteerijaga		kogusumma	1.0	3 000.00	3 000.00
					Summa	19 500.00

KULUDE LOEND NR 2: EHTUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Möötüühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
20212	Teemaa-ala puhastamine		m ²	2231.0	0.40	892.40
20301	Liiklusmärgi eemaldamine (koos postidega, vundamentidega jne)		tk	8.0	30.00	240.00
					Summa	1 132.40

KULUDE LOEND NR 3: MULLATÖÖD

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Möötüühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
30101	Kasvupinnase eemaldamine		m ³	144.0	4.90	705.60
30201	Kraavide puhastamine		m	25.0	9.90	247.50
30401	Muldkeha ehitamine kohalikust pinnasest		m ³	144.0	6.50	936.00
					Summa	1 889.10

KULUDE LOEND NR 4: KATEND

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Möötüühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
40101	Olemasoleva katendi freesimine	hkesk=10cm	m ²	1409.0	2.10	2 958.90
40102	Olemasoleva katendi tasandusfreesimine	hkesk=5cm	m ²	145.0	5.00	725.00
42001	Nakkekruntimine bituumenemulsiooniga		m ²	1559.0	1.50	2 338.50
43002a	Asfaltbetoon AC 8 surf	h=5cm	m ²	246.0	12.00	2 952.00
43002b	Asfaltbetoon AC 16 surf	h=5cm	m ²	1414.0	13.30	18 806.20
43003	Asfaltbetoon AC 20 base	h=6cm	m ²	1414.0	8.80	12 443.20
					Summa	40 223.80

KULUDE LOEND NR 6: KONSTRUKTSIOONID

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Möötüühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
60405	Betoonpinna impregneerimine	Servapruss	m ²	187.1	6.00	1 122.48
60503	Liivapritsi või survepesuga puhastamine	r/b sambad, tugiosade taldmikud; riigid, r/b avaehitis	m ²	4244.0	15.00	63 660.00
60504	Sarruse katmine roostekaitsega	R/b sambad, r/b avaehitis	jm	211.0	35.00	7 385.00
60505	Betoonpinna kohtparandamine ja vuukide täitmine	riigid, r/b avaehitis; r/b sambad	m ²	4196.0	30.00	125 880.00
60505a	Torkreeterimine + korrosioonikaitse, 20% betoonpinnast	R/b sambad	m ²	36.0	27.00	972.00
60505b	Torkreeterimine + korrosioonikaitse	Tugiosade taldmikud; Servapruss, kaldasambad, vundamendid	m ²	419.1	27.00	11 315.16
60802	Hüdroisolatsioon, süsteem 2	SBS	m ²	1840.0	35.00	64 400.00
60805	Hüdroisolatsiooni kaitsekiht		m ²	1840.0	9.00	16 560.00
60902	Joatoru		tk	16.0	275.00	4 400.00
60903	Sadevee süsteem		m	171.0	55.00	9 405.00
61001	Sõidutee piire viaduktil	H2W3	jm	160.0	170.00	27 200.00
61001a	Põrkepiirde puhastamine, värviparandus ja betoonpostide kohtparandus		jm	96.0	55.00	5 280.00
61002	Jalgtee käsipuu		jm	280.0	120.00	33 600.00
61006	Trepi piire		jm	30.0	105.00	3 150.00
61101	Sõidupiirde eemaldamine (betoonist)		jm	143.3	30.00	4 299.00
61102	Jalgsiirde eemaldamine		jm	155.9	25.00	3 897.50
61107a	Olemasoleva vuugi eemaldamine		kompl.	1.0	4 660.00	4 660.00
61107b	Olemasolevate joatorude eemaldamine		kompl.	1.0	1 200.00	1 200.00
61108	Hüdroisolatsiooni eemaldamine (kuni betoonini)		m ²	1840.0	5.00	9 200.00
61203	Nõlvade parandus		m ²	810.5	20.00	16 210.00
61603	Avatud profiiliga deformatsioonivuuk		jm	46.6	355.00	16 543.00
61606	Tugiosade puhastamine		tk	42.0	45.00	1 890.00
61609	Elastomeersed tugiosad		tk	6.0	400.00	2 400.00
61611	Tugiosade vahetus		tk	6.0	350.00	2 100.00
60410	Raudbetoon trepp	C30/37	m ³	5.3	950.00	5 035.00
					Summa	441 764.14

**KULUDE LOEND NR 7:
LIIKLUSKORRALDUS- JA
OHUTUSVAHENDID**

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Möötühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
70101	Liiklusmärk koos posti ja vundamendiga		tk	10.0	150.00	1 500.00
70202	Teekattemärgistus termoaluplastiga		m ²	60.0	40.00	2 400.00
70901	Ajutine liikluskorraldus (s.h. infotahvlid ja liikluskorraldusprojekt)		kogusumma	1.0	3 000.00	3 000.00
					Summa	6 900.00

KULUDE LOEND NR 8: TEHNOVÖRGUD

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Möötühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
80302	Valgustusmasti demontaaž		tk	4.0	250.00	1 000.00
80315	Valgustusmasti kinnitus, metallmasti (h = 8m) ja valgusti montaaž sillale/viaduktile		tk	4.0	900.00	3 600.00
					Summa	4 600.00

KULUDE LOEND NR 9: MAASTIKUKUJUNDUSTÖÖD

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Möötühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
90201	Muru kasvualuse rajamine ja külv		m ²	1680.0	4.00	6 720.00
90202	Siirdemuru kasvualuste rajamine ja paigaldamine		m ²	590.0	9.00	5 310.00
					Summa	12 030.00

KULUDE LOEND NR 1: ÜLDISED	19 500.00
KULUDE LOEND NR 2: EHTUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE	1 132.40
KULUDE LOEND NR 3: MULLATÖÖD	1 889.10
KULUDE LOEND NR 4: KATEND	40 223.80
KULUDE LOEND NR 6: KONSTRUKTSIOONID	441 764.14
KULUDE LOEND NR 7: LIIKLUSKORRALDUS- JA OHUTUSVAHENDID	6 900.00
KULUDE LOEND NR 8: TEHNOVÖRGUD	4 600.00
KULUDE LOEND NR 9: MAASTIKUKUJUNDUSTÖÖD	12 030.00
KANTUD KOGUSUMMASSE	528 039.44
ETTENÄGEMATA TÖÖD 15%	79 205.92
KOKKU	607 245.36
KÄIBEMAKS 20%	121 449.07
KOKKU KÄIBEMAKSUGA	728 694.43

Lisa 2 Soome remondi kulutabel

KULUDE LOEND NR 1: ÜLDISED

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Möötüühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
10201	Proovivõtt ja katsetamine		kogusumma	1.0	1 500.00	1 500.00
10202	Load, kindlustused		kogusumma	1.0	4 000.00	4 000.00
10204	Tööpiirkonna ja teede korrashoid		kogusumma	1.0	2 500.00	2 500.00
10210	Ajutised tööd (sh. objektikontorid, ajutised teed)		kogusumma	1.0	3 500.00	3 500.00
10211	Tööde möödistamine ja märkimistööd		kogusumma	1.0	5 000.00	5 000.00
10212	Konsultatsioonid projekteerijaga		kogusumma	1.0	3 000.00	3 000.00
					Summa	19 500.00

KULUDE LOEND NR 2: EHTUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Möötüühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
20212	Teemaa-ala puhastamine		m ²	2231.0	0.40	892.40
20301	Liiklusmärgi eemaldamine (koos postidega, vundamentidega jne)		tk	8.0	30.00	240.00
					Summa	1 132.40

KULUDE LOEND NR 3: MULLATÖÖD

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Möötüühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
30101	Kasvupinnase eemaldamine		m ³	144.0	4.90	705.60
30201	Kraavide puhastamine		m	25.0	9.90	247.50
30401	Muldkeha ehitamine kohalikust pinnasest		m ³	144.0	6.50	936.00
					Summa	1 889.10

KULUDE LOEND NR 4: KATEND

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Möötüühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
40101	Olemasoleva katendi freesimine	hkesk=10cm	m ²	1409.0	2.10	2 958.90
40102	Olemasoleva katendi tasandusfreesimine	hkesk=5cm	m ²	145.0	5.00	725.00
42001	Nakkekruntimine bituumenemulsiooniga		m ²	1559.0	1.50	2 338.50
43002a	Asfaltbetoon AC 8 surf	h=5cm	m ²	246.0	12.00	2 952.00
43002b	Asfaltbetoon AC 16 surf	h=5cm	m ²	1414.0	13.30	18 806.20
43003	Asfaltbetoon AC 20 base	h=6cm	m ²	1414.0	8.80	12 443.20
					Summa	40 223.80

KULUDE LOEND NR 6: KONSTRUKTSIOONID

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
60405	Betoonpinna impregneerimine	Servapruss	m ²	187.1	6.00	1 122.48
60503	Liivapritsi või survepesuga puhastamine	r/b kaldasambad, r/b vundamendid, r/b sambad, riigid, r/b avaehitis	m ²	4380.0	15.00	65 700.00
60505	Betoonpinna kohtparandamine ja vuukide täitmine	r/b kaldasambad, r/b vundamendid, r/b sambad, riigid, r/b avaehitis	m ²	4380.0	30.00	131 400.00
60505a	Torkreeterimine + korrosioonikaitse	Servapruss	m ²	187.1	27.00	5 051.16
60802	Hüdroisolatsioon, süsteem 2	SBS	m ²	1840.0	35.00	64 400.00
60805	Hüdroisolatsiooni kaitsekiht		m ²	1840.0	9.00	16 560.00
60902	Joatoru		tk	16.0	275.00	4 400.00
60903	Sadevee süsteem		m	171.0	55.00	9 405.00
61001	Sõidutee piire viaduktil	H2W3	jm	160.0	170.00	27 200.00
61001a	Pörkepiirde remont		jm	96.0	70.00	6 720.00
61002	Jalgtee käsipuu		jm	280.0	120.00	33 600.00
61006	Trepi piire		jm	30.0	105.00	3 150.00
61101	Sõidupiirde eemaldamine (betoonist)		jm	143.3	30.00	4 299.00
61102	Jalgpäärde eemaldamine		jm	155.9	25.00	3 897.50
61107a	Olemasoleva vuugi eemaldamine		kompl.	1.0	4 660.00	4 660.00
61107b	Olemasolevate joatorude eemaldamine		kompl.	1.0	1 200.00	1 200.00
61108	Hüdroisolatsiooni eemaldamine (kuni betoonini)		m ²	1840.0	5.00	9 200.00
61203	Koonusekindlustuse puhastamine ja vuukide täitmine		m ²	810.5	17.00	13 778.50
61603	Avatud profiiliga deformatsioonivuuk		jm	46.6	355.00	16 543.00
61609	Elastomeersed tugiosad		tk	46.0	400.00	18 400.00
61611	Tugiosade vahetus		tk	46.0	350.00	16 100.00
60410	Raudbetoon trepp	C30/37	m ³	5.3	950.00	5 035.00
					Summa	461 821.64

KULUDE LOEND NR 7: LIIKLUSKORRALDUS- JA OHUTUSVAHENDID

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
70101	Liiklusmärk koos posti ja vundamendiga		tk	10.0	150.00	1 500.00
70202	Teekattemärgistus termovaluplastiga		m ²	60.0	40.00	2 400.00
70901	Ajutine liikluskorraldus (s.h. infotahvlid ja liikluskorraldusprojekt)		kogusumma	1.0	3 000.00	3 000.00
					Summa	6 900.00

KULUDE LOEND NR 8: TEHNOVÕRGUD

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
80302	Valgustusmasti demontaaž		tk	4.0	250.00	1 000.00
80315	Valgustusmasti kinnitus, metallmasti (h = 8m) ja valgusti montaaž sillale/viaduktile		tk	4.0	900.00	3 600.00
					Summa	4 600.00

KULUDE LOEND NR 9: MAASTIKUKUJUNDUSTÖÖD

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
90201	Muru kasvualuse rajamine ja külv		m ²	1680.0	4.00	6 720.00
90202	Siirdemuru kasvualuste rajamine ja paigaldamine		m ²	590.0	9.00	5 310.00
					Summa	12 030.00

KULUDE LOEND NR 1: ÜLDISED**19 500.00****KULUDE LOEND NR 2: EHITUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE****1 132.40****KULUDE LOEND NR 3: MULLATÖÖD****1 889.10****KULUDE LOEND NR 4: KATEND****40 223.80****KULUDE LOEND NR 6: KONSTRUKTSIOONID****461 821.64****KULUDE LOEND NR 7: LIIKLUSKORRALDUS- JA OHUTUSVAHENDID****6 900.00****KULUDE LOEND NR 8: TEHNOVÕRGUD****4 600.00****KULUDE LOEND NR 9: MAASTIKUKUJUNDUSTÖÖD****12 030.00****KANTUD KOGUSUMMASSE****548 096.94****ETTENÄGEMATA TÖÖD 15%****82 214.54****KOKKU****630 311.48****KÄIBEMAKS 20%****126 062.30****KOKKU KÄIBEMAKSUGA****756 373.78**

Lisa 3 Austria remondi kulutabel

KULUDE LOEND NR 1: ÜLDISED

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
10201	Proovivõtt ja katsetamine		kogusumma	1.0	1 500.00	1 500.00
10202	Load, kindlustused		kogusumma	1.0	4 000.00	4 000.00
10204	Tööpiirkonna ja teede korrashoid		kogusumma	1.0	2 500.00	2 500.00
10210	Ajutised tööd (sh. objektikontorid, ajutised teed)		kogusumma	1.0	3 500.00	3 500.00
10211	Tööde mõõdistamine ja märkimistööd		kogusumma	1.0	5 000.00	5 000.00
10212	Konsultatsioonid projekteerijaga		kogusumma	1.0	3 000.00	3 000.00
					Summa	19 500.00

KULUDE LOEND NR 2: EHTUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
20212	Teemaa-ala puhastamine		m ²	2231.0	0.40	892.40
20301	Liiklusmärgi eemaldamine (koos postidega, vundamentidega jne)		tk	8.0	30.00	240.00
					Summa	1 132.40

KULUDE LOEND NR 3: MULLATÖÖD

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
30101	Kasvupinnase eemaldamine		m ³	144.0	4.90	705.60
30201	Kraavide puhastamine		m	25.0	9.90	247.50
30401	Muldkeha ehitamine kohalikust pinnasest		m ³	144.0	6.50	936.00
					Summa	1 889.10

KULUDE LOEND NR 4: KATEND

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
40101	Olemasoleva katendi freesimine	hkesk=10cm	m ²	1409.0	2.10	2 958.90
40102	Olemasoleva katendi tasandufreesimine	hkesk=5cm	m ²	145.0	5.00	725.00
42001	Nakkekruntimine bituumenemulsiooniga		m ²	1559.0	1.50	2 338.50
43002a	Asfaltbetoon AC 8 surf	h=5cm	m ²	246.0	12.00	2 952.00
43002b	Asfaltbetoon AC 16 surf	h=5cm	m ²	1414.0	13.30	18 806.20
43003	Asfaltbetoon AC 20 base	h=6cm	m ²	1414.0	8.80	12 443.20
					Summa	40 223.80

KULUDE LOEND NR 6: KONSTRUKTSIOONID

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
60405	Betoonpinna impregneerimine	Servapruss	m ²	187.1	6.00	1 122.48
60503	Liivapritsi või survepesuga puhastamine	R/b sambad, riiglid, r/b avaehitis, koonusekindlus; r/b kaldasambad,	m ²	5190.5	15.00	77 857.50

		r/b vundamendid				
60504	Sarruse katmine roostekaitsega	R/b kaldasambad, r/b vundamendid	jm	98.9	35.00	3 461.50
60505	Betoonpinna kohtparandamine ja vuukide täitmine	R/b sambad, riigid, r/b avaehitis, koonusekindlus tus	m ²	5006.5	30.00	150 195.00
60505a	Torkreeterimine + korrosioonikaitse, 20% betoonpinnast	R/b kaldasambad, r/b vundamendid	m ²	36.8	27.00	993.60
60505b	Torkreeterimine + korrosioonikaitse	Joatorud, servapruss	m ²	195.1	27.00	5 267.16
60703	Teraskonstruksiooni parandusvärvimine	Joatorud	m ²	4.0	20.00	80.00
60802	Hüdroisolatsiooni parandamine		m ²	1840.0	25.00	46 000.00
60805	Hüdroisolatsiooni kaitsekiht		m ²	1840.0	9.00	16 560.00
60903	Sadevee süsteem		m	171.0	55.00	9 405.00
61001	Sõidutee piire viaduktil	H2W3	jm	160.0	170.00	27 200.00
61001a	Põrkepiirde puhastamine, värviparandus ja betoonpostide kohtparandus		jm	96.0	55.00	5 280.00
61002	Jalgtee käsipuu		jm	280.0	120.00	33 600.00
61006	Trepi piire		jm	30.0	105.00	3 150.00
61101	Sõidupiirde eemaldamine (betoonist)		jm	143.3	30.00	4 299.00
61102	Jalgpiirde eemaldamine		jm	155.9	25.00	3 897.50
61107a	Olemasoleva vuugi eemaldamine		kompl.	1.0	4 660.00	4 660.00
61603	Avatud profiiliga deformatsioonivuuk		jm	46.6	355.00	16 543.00
61609	Elastomeersed tugiosad		tk	46.0	400.00	18 400.00
61611	Tugiosade vahetus		tk	46.0	350.00	16 100.00
60410	Raudbetoon trepp	C30/37	m ³	5.3	950.00	5 035.00
					Summa	449 106.74

KULUDE LOEND NR 7: LIIKLUSKORRALDUS- JA OHUTUSVAHENDID

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
70101	Liiklusmärk koos posti ja vundamendiga		tk	10.0	150.00	1 500.00
70202	Teekattemärgistus termovaluplastiga		m ²	60.0	40.00	2 400.00
70901	Ajutine liikluskorraldus (s.h. infotahvlid ja liikluskorraldusprojekt)		kogusumma	1.0	3 000.00	3 000.00
					Summa	6 900.00

KULUDE LOEND NR 8: TEHNOVÕRGUD

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
80302	Valgustusmasti demontaaž		tk	4.0	250.00	1 000.00
80315	Valgustusmasti kinnitus, metallmasti (h = 8m) ja valgusti montaaž sillale/viaduktile		tk	4.0	900.00	3 600.00
					Summa	4 600.00

KULUDE LOEND NR 9: MAASTIKUKUJUNDUSTÖÖD

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
90201	Muru kasvualuse rajamine ja külv		m ²	1680.0	4.00	6 720.00
90202	Siirdemuru kasvualuste rajamine ja paigaldamine		m ²	590.0	9.00	5 310.00
					Summa	12 030.00

KULUDE LOEND NR 1: ÜLDISED	19 500.00
KULUDE LOEND NR 2: EHITUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE	1 132.40
KULUDE LOEND NR 3: MULLATÖÖD	1 889.10
KULUDE LOEND NR 4: KATEND	40 223.80
KULUDE LOEND NR 6: KONSTRUKTSIOONID	449 106.74
KULUDE LOEND NR 7: LIIKLUSKORRALDUS- JA OHUTUSVAHENDID	6 900.00
KULUDE LOEND NR 8: TEHNOVÕRGUD	4 600.00
KULUDE LOEND NR 9: MAASTIKUKUJUNDUSTÖÖD	12 030.00
KANTUD KOGUSUMMASSE	535 382.04
ETTENÄGEMATA TÖÖD 15%	80 307.31
KOKKU	615 689.35
KÄIBEMAKS 20%	123 137.87
KOKKU KÄIBEMAKSUGA	738 827.22

Lisa 4 Olemasoleva viadukti lammutamise ja uue ehitamise kulutabel

KULUDE LOEND NR 1: ÜLDISED

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
10201	Proovivõtt ja katsetamine		kogusumma	1.0	6 000.00	6 000.00
10202	Load, kindlustused		kogusumma	1.0	10 000.00	10 000.00
10204	Tööpiirkonna ja teede korrashoid		kogusumma	1.0	5 000.00	5 000.00
10210	Ajutised tööd (sh. objektikontorid, ajutised teed)		kogusumma	1.0	15 000.00	15 000.00
10211	Tööde mõõdistamine ja märkimistööd		kogusumma	1.0	12 000.00	12 000.00
10212	Konsultatsioonid projekterijaga		kogusumma	1.0	5 000.00	5 000.00
					Summa	53 000.00

KULUDE LOEND NR 2: EHTUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
20101	Ettevalmistustööd		kogusumma	1.0	1 500.00	1 500.00
20203	Raadamine ja juurimine		m ²	3200.0	1.50	4 800.00
20212	Teemaa-ala puhastamine		m ²	9100.0	0.40	3 640.00
20313	Äärekivide lammutamine		m	814.0	9.00	7 326.00
20316	Põrkepiirde eemaldamine (koos postidega)		m	465.0	7.00	3 255.00
20301	Liiklusmärgi eemaldamine (koos postidega, vundamentidega jne)		tk	8.0	30.00	240.00
					Summa	20 761.00

KULUDE LOEND NR 3: MULLATÖÖD

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
30101	Kasvupinnase eemaldamine		m ³	530.0	4.90	2 597.00
30102	Ehituseks sobiva täitepinnase kaevandamine		m ³	911.0	5.50	5 010.50
30103	Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine ja utiliseerimine		m ³	5111.0	11.00	56 221.00
30201	Kraavide puhastamine		m	25.0	9.90	247.50
30402	Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest		m ³	433.0	15.30	6 624.90
30701	Geosüntetid		m ²	9499.0	0.80	7 599.20
30501	Dreenkiht	h=25cm	m ²	9590.0	5.50	52 745.00
30604	Mulde aluspinna planeerimine ja tihendamine		m ²	9714.0	0.50	4 857.00
30401	Muldkeha ehitamine kohalikust pinnasest		m ³	911.0	8.90	8 107.90
					Summa	144 010.00

KULUDE LOEND NR 4: KATEND

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
40101	Olemasoleva katendi freesimine	hkesk=10cm	m ²	8592.0	2.10	18 043.20
42001	Nakkekruntimine bituumenemulsiooniga		m ²	7655.0	1.50	11 482.50
40501	Killustikalus fr 32/63, kiilutud	h=30cm	m ²	9210.0	10.90	100 389.00

45001	Tardäärekivid		m	880.0	35.00	30 800.00
43002a	Asfaltbetoon AC 8 surf	h=5cm	m ²	2076.0	12.00	24 912.00
43002b	Asfaltbetoon AC 16 surf	h=5cm	m ²	7655.0	13.30	101 811.50
43003	Asfaltbetoon AC 20 base	h=6cm	m ²	7655.0	8.80	67 364.00
					Summa	354 802.20

KULUDE LOEND NR 5: DRENAAZ JA TRUUBID

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
51001	Plastikruup, d=300mm		m	16.0	95.00	1 520.00
51007	Truubi otste kindlustamine		tk	4.0	88.00	352.00
					Summa	1 872.00

KULUDE LOEND NR 6: KONSTRUKTSIOONID

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
60202	Süvendi kaevamine		m ³	491.0	8.00	3 928.00
60203	Ettevalmistustööd		objekt	1.0	2 000.00	2 000.00
60205	Killustikalus		m ²	499.0	13.20	6 586.80
60206	Süvendi tagasitäide		m ³	901.0	14.00	12 614.00
60401	Monoliit raudbetoon materjal	Otsasein + külgtiivad	m ³	171.0	691.00	118 161.00
60401a	Monoliit raudbetoon materjal	Servapruss	m ³	56.0	649.00	36 344.00
60402	Monoliitbetoon materjal	Veekindel betoon kõnniteel	m ³	79.0	429.00	33 891.00
60405	Betoonpinna impregneerimine, servapruss		m ²	384.0	6.00	2 304.00
60406	Raudbetoon vundament		m ³	65.0	690.00	44 850.00
60407	Raudbetoonist samm		m ³	49.2	980.00	48 216.00
60410	Raudbetoon trepp		tk	2.0	1 522.00	3 044.00
60411	Raudbetoonist pealesõiduplaadid	paksus=250 mm	m ³	88.0	505.00	44 440.00
60412	Järelpingestatud raudbetoon tekiplaat		m ³	869.0	810.00	703 890.00
60802	Hüdroisolatsioon, süsteem 2	SBS	m ²	1750.0	35.00	61 250.00
60805	Hüdroisolatsiooni kaitsekiht		m ²	1750.0	9.00	15 750.00
60806	Vööp hüdroisolatsioon, 2 bituumenkattekihti	otsasein + kaldsamm + siirdeplaadid	m ²	572.0	10.00	5 720.00
60902	Joatoru		tk	10.0	275.00	2 750.00
60903	Sadevee süsteem		m	171.0	55.00	9 405.00
60904	Pinnaalune dren		m	110.0	20.00	2 200.00
61001	Sõidutee piire	H2W3	jm	866.0	170.00	147 220.00
61002	Jalgtee käsipuu		jm	422.0	120.00	50 640.00
61003	Lumetõke		m	66.0	65.00	4 290.00
61005	Tõkke üleminek	piire	tk	4.0	1 350.00	5 400.00
61006	Trepi piire		jm	45.0	105.00	4 725.00
61101	Sõidupiirde eemaldamine (betoonist)		jm	143.3	30.00	4 299.00
61102	Jalgsiirde eemaldamine		jm	155.9	25.00	3 897.50
61103	Betoon konstruktsioonide eemaldamine		m ³	1599.0	210.00	335 790.00
61108	Hüdroisolatsiooni eemaldamine (kuni betoonini)		m ²	1840.0	5.00	9 200.00
61203	Nõlvade parandus		m ²	2909.0	11.00	31 999.00

61603	Avatud profiiliga deformatsioonivuuk		jm	46.0	355.00	16 330.00
61607	Liikuvad tugiosad		tk	8.0	1 200.00	9 600.00
61107a	Olemasoleva vuugi eemaldamine		kompl.	1.0	4 660.00	4 660.00
61107b	Olemasolevate joatorude eemaldamine		kompl.	1.0	1 200.00	1 200.00
					Summa	1 786 594.30

KULUDE LOEND NR 7: LIIKLUSKORRALDUS- JA OHUTUSVAHENDID

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
70101	Liiklusmärk koos posti ja vundamendiga		tk	10.0	150.00	1 500.00
70102	Tekstilised juhatusmärgid		m2	5.0	300.00	1 500.00
70202	Teekattemärgistus termovaluplastiga		m ²	108.0	40.00	4 320.00
70401	Põrkepiire		m	880.0	90.00	79 200.00
70901	Ajutine liikluskorraldus (s.h. infotahvlid ja liikluskorraldusprojekt)		kogusumma	1.0	6 000.00	6 000.00
					Summa	92 520.00

KULUDE LOEND NR 8: TEHNOVÕRGUD

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
80302	Valgustusmasti demontaaž		tk	4.0	250.00	1 000.00
80315	Valgustusmasti kinnitus, metallmasti (h = 8m) ja valgusti montaaž sillale/viaduktile		tk	4.0	900.00	3 600.00
					Summa	4 600.00

KULUDE LOEND NR 9: MAASTIKUKUJUNDUSTÖÖD

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
90201	Muru kasvualuse rajamine ja külv		m ²	4511.0	4.00	18 044.00
90202	Siirdemuru kasvialuste rajamine ja paigaldamine		m ²	590.0	9.00	5 310.00
					Summa	23 354.00

KULUDE LOEND NR 1: ÜLDISED	53 000.00
KULUDE LOEND NR 2: EHITUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE	20 761.00
KULUDE LOEND NR 3: MULLATÖÖD	144 010.00
KULUDE LOEND NR 4: KATEND	354 802.20
KULUDE LOEND NR 5: DRENAAZ JA TRUUBID	1 872.00
KULUDE LOEND NR 6: KONSTRUKTSIOONID	1 786 594.30
KULUDE LOEND NR 7: LIIKLUSKORRALDUS- JA OHUTUSVAHENDID	92 520.00
KULUDE LOEND NR 8: TEHNOVÕRGUD	4 600.00
KULUDE LOEND NR 9: MAASTIKUKUJUNDUSTÖÖD	23 354.00
KANTUD KOGUSUMMASSE	2 481 513.50
ETTENÄGEMATA TÖÖD 15%	372 227.03
KOKKU	2 853 740.53
KÄIBEMAKS 20%	570 748.11
KOKKU KÄIBEMAKSUGA	3 424 488.63

Lisa 5 Olemasoleva viadukti lammutamise kulutabel

KULUDE LOEND NR 1: ÜLDISED

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Möötüühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
10201	Proovivõtt ja katsetamine		kogusumma	1.0	1 500.00	1 500.00
10202	Load, kindlustused		kogusumma	1.0	4 000.00	4 000.00
10204	Tööpiirkonna ja teede korrashoid		kogusumma	1.0	2 500.00	2 500.00
10210	Ajutised tööd (sh. objektikontorid , ajutised teed)		kogusumma	1.0	3 500.00	3 500.00
10211	Tööde möödistamine ja märkimistööd		kogusumma	1.0	5 000.00	5 000.00
10212	Konsultatsioonid projekteerijaga		kogusumma	1.0	3 000.00	3 000.00
					Summa	19 500.00

KULUDE LOEND NR 2: EHTUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Möötüühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
20101	Ettevalmistustööd		kogusumma	1.0	1 500.00	1 500.00
20203	Raadamine ja juurimine		m ²	3200.0	1.50	4 800.00
20212	Teemaa-ala puhastamine		m ²	9100.0	0.40	3 640.00
20313	Ääre kivide lammutamine		m	814.0	9.00	7 326.00
20316	Põrkepiirde eemaldamine (koos postidega)		m	465.0	7.00	3 255.00
20301	Liiklusmärgi eemaldamine (koos postidega, vundamentidega jne)		tk	8.0	30.00	240.00
					Summa	20 761.00

KULUDE LOEND NR 3: MULLATÖÖD

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Möötüühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
30101	Kasvupinnase eemaldamine		m ³	1522.0	4.90	7 457.80
30102	Ehituseks sobiva täitepinnase kaevandamine		m ³	14080.0	5.50	77 440.00
30201	Kraavide puhastamine		m	12.0	9.90	118.80
30701	Geosünteed		m ²	9991.0	0.80	7 992.80
30501	Dreenkiht	h=25cm	m ²	10110.0	5.50	55 605.00
30604	Mulde aluspinna planeerimine ja tihendamine		m ²	10480.0	0.50	5 240.00
30401	Muldkeha ehitamine kohalikust pinnasest		m ³	14080.0	8.90	125 312.00
					Summa	279 166.40

KULUDE LOEND NR 4: KATEND

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Möötüühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
40101	Olemasoleva katendi freesimine	hkesk=10cm	m ²	8592.0	2.10	18 043.20
42001	Nakkekruntimine bituumenemulsiooniga		m ²	7655.0	1.50	11 482.50
40501	Killustikalus fr 32/63, kiilutud	h=30cm	m ²	9733.0	10.90	106 089.70
45001	Tardääre kivid		m	926.0	35.00	32 410.00
43002a	Asfaltbetoon AC 8 surf	h=5cm	m ²	2311.0	12.00	27 732.00
43002b	Asfaltbetoon AC 16 surf	h=5cm	m ²	7655.0	13.30	101 811.50
43003	Asfaltbetoon AC 20 base	h=6cm	m ²	7655.0	8.80	67 364.00
					Summa	364 932.90

KULUDE LOEND NR 5: DRENAAZ JA TRUUBID

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
51001	Plastikruup, d=300mm		m	32.0	95.00	3 040.00
51007	Truubi otste kindlustamine		tk	6.0	88.00	528.00
					Summa	3 568.00

KULUDE LOEND NR 6: KONSTRUKTSIOONID

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
60203	Ettevalmistustööd		objekt	1.0	2 000.00	2 000.00
61101	Sõidupiirde eemaldamine (betoonist)		jm	143.3	30.00	4 299.00
61102	Jalgpiirde eemaldamine		jm	155.9	25.00	3 897.50
61103	Betoon konstruktsioonide eemaldamine		m ³	1599.0	210.00	335 790.00
61108	Hüdroisolatsiooni eemaldamine (kuni betoonini)		m ²	1840.0	5.00	9 200.00
61203	Nõlvade parandus		m ²	3220.0	11.00	35 420.00
61107a	Olemasoleva vuugi eemaldamine		kompl.	1.0	4 660.00	4 660.00
61107b	Olemasolevate joatorude eemaldamine		kompl.	1.0	1 200.00	1 200.00
					Summa	396 466.50

KULUDE LOEND NR 7: LIIKLUSKORRALDUS- JA OHUTUSVAHENDID

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
70101	Liiklusmärk koos posti ja vundamendiga		tk	10.0	150.00	1 500.00
70102	Tekstilised juhatusmärgid		m ²	5.0	300.00	1 500.00
70202	Teekattemärgistus termovaluplastiga		m ²	108.0	40.00	4 320.00
70901	Ajutine liikluskorraldus (s.h. infotahvlid ja liikluskorraldusprojekt)		kogusumma	1.0	3 000.00	3 000.00
					Summa	10 320.00

KULUDE LOEND NR 8: TEHNOVÕRGUD

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
80302	Valgustusmasti demontaaž		tk	12.0	250.00	3 000.00
80208	Kaablikaeviku kaevamine kaablite paigaldamisega torusse (D75, 750N) ja taastamine		m	790.0	44.00	34 760.00
80315	Valgustusmasti metallmasti (h = 8m), jalandi ja valgusti montaaž		tk	12.0	800.00	9 600.00
					Summa	47 360.00

KULUDE LOEND NR 9: MAASTIKUKUJUNDUSTÖÖD

Artikli nr	Makseartikli nimetus	Parameetrid	Mõõtühik	Maht	Ühikhind	Maksumus
90201	Muru kasvualuse rajamine ja külv		m ²	4511.0	4.00	18 044.00
90202	Siirdemuru kasvualuste rajamine ja paigaldamine		m ²	590.0	9.00	5 310.00
					Summa	23 354.00

KULUDE LOEND NR 1: ÜLDISED	19 500.00
KULUDE LOEND NR 2: EHTUSOBJEKTI ETTEVALMISTAMINE	20 761.00
KULUDE LOEND NR 3: MULLATÖÖD	279 166.40
KULUDE LOEND NR 4: KATEND	364 932.90
KULUDE LOEND NR 5: DRENAAZ JA TRUUBID	3 568.00
KULUDE LOEND NR 6: KONSTRUKTSIOONID	396 466.50
KULUDE LOEND NR 7: LIIKLUSKORRALDUS- JA OHUTUSVAHENDID	10 320.00
KULUDE LOEND NR 8: TEHNOVÕRGUD	47 360.00
KULUDE LOEND NR 9: MAASTIKUKUJUNDUSTÖÖD	23 354.00
KANTUD KOGUSUMMASSE	1 165 428.80
ETTENÄGEMATA TÖÖD 15%	174 814.32
KOKKU	1 340 243.12
KÄIBEMAKS 20%	268 048.62
KOKKU KÄIBEMAKSUGA	1 608 291.74