



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO
INSENERITEADUSKOND
Ehituse ja arhitektuuri instituut

**ALUTAGUSE VALLA KOHALIKE TEEDE SILDADE
SEISUKORRA JA INVESTEERINGUVAJADUSE
HINDAMINE**

**ASSESSMENT OF THE CONDITION AND NEED FOR
INVESTMENT OF LOCAL ROAD BRIDGES IN THE
MUNICIPALITY OF ALUTAGUSE**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Markus Kuldmaa

Üliõpilaskood: 177479EATI

Juhendaja: Sander Sein, lektor

Tallinn 2022

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.

30.05.2022

Autor:

/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

“.....” 2022

Juhendaja:

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....”2022

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina, Markus Kuldmaa

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

„Alutaguse valla kohalike teede sildade seisukorra ja investeringuvajaduse hindamine”,

mille juhendaja on Sander Sein,

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.

30.05.2022

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

Ehituse ja arhitektuuri instituut

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Markus Kuldmaa, 177479EATI

Õppekava, peeriala: EATI02/17 - Teedeehitus ja geodeesia

Juhendaja: Lektor, Sander Sein, 53304077

Lõputöö teema:

(eesti keeles) ALUTAGUSE VALLA KOHALIKE TEEDE SILDADE SEISUKORRA JA
INVESTEERINGUVAJADUSE HINDAMINE

(inglise keeles) ASSESSMENT OF THE CONDITION AND NEED FOR INVESTMENT OF LOCAL
ROAD BRIDGES IN THE MUNICIPALITY OF ALUTAGUSE

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Selgitada välja, mis põhimõtete alusel hallatakse kohalikule omavalitsusele kuuluvaid sildasid;
2. Täpsustada peamised toimivusnäidikud ning hinnata kõik sillad, lähtudes omaniku soovidest;
3. Tulemuste põhjal analüüsida erinevaid investeerimisstrateegiaid ning anda hinnang toimivusnäidikutele.

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Töö teoreetiline osa koos andmete töötamise ning analüüsi osa mustandiga	20.03.2022
2.	Tulemuste analüüs ning sidumine kirjandusega	11.04.2022
3.	Töö esitamine viimaseks lugemiseks	18.05.2022

Töö keel: EESTI **Lõputöö esitamise tähtaeg:** 18.05.2022

Üliõpilane: Markus Kuldmaa 11.02.2022
/allkiri/

Juhendaja: Sander Sein 11.02.2022
/allkiri/

Programmijuht: Sander Sein 11.02.2022
/allkiri/

Kinnise kaitsmise ja/või lõputöö avalikustamise piirangu tingimused formuleeritakse pöördel

SISUKORD

EESSÕNA	7
SISSEJUHATUS	8
1 KOHALIKE TEEDE SILLAD EESTIS	10
1.1 Rajatised Eestis.....	10
1.1.1 Sildade konstruktsiooni tüüp.....	10
1.1.2 Sildade pikkus ning avade arv.....	11
1.1.3 Avaehituse materjal.....	12
1.1.4 Rajatise vanus	12
1.1.5 Seisunditaseme indeks.....	12
1.2 Kohalike teede rahastamine.....	13
1.3 Kohalike teede sildadele riigi poolt esitatavad nõuded	15
2 TOIMIVUSPÕHINE LÄHENEMINE	17
2.1 Sillahoolduse strateegilised eesmärgid	17
2.1.1 Juhtimisprotsesside hierarhia	17
2.1.2 Tulemuslikkuse eesmärgid eri tasanditel	20
2.2 Sildade hindamine.....	23
2.2.1 Visuaalne ülevaatus.....	24
2.2.2 Täpsustavad katsed.....	25
2.3 Mitme eesmärgi optimeerimine	28
3 ALUTAGUSE VALLA TEEHOID	31
3.1 Alutaguse valla arengukava	31
3.2 Sildade korrashoiu põhimõtted ning eesmärgid	32
3.3 Ülevaade Alutaguse valla sildadest	33
3.3.1 Konstruktsiooni tüüp.....	34
3.3.2 Sildade mõõtmed ning avade arv	34
3.3.3 Avaehituse materjal.....	35
3.3.4 Sildade seisukord	35
3.4 Peamised kahjustused	40

3.4.1	Tähistus	40
3.4.2	Katend.....	41
3.4.3	Servaprussid	41
3.4.4	Koonused	42
4	SILDADE INVESTEERINGUVÕIMALUSED	43
4.1	Hooldustegevused	43
4.2	Sildade investeringuvajadus.....	44
4.2.1	Oja sild	46
4.2.2	Vasavere sild	47
4.2.3	Jõuga sild.....	48
4.2.4	Tammetaguse sild	48
4.2.5	Keskuse sild	49
4.2.6	Pasti sild	50
4.3	Kokkuvõtte sildade hoolde- ning parendustegevustest	51
	KOKKUVÕTE	54
	SUMMARY.....	56
	KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	58
	LISAD	60
	Lisa 1 Seisundinõuete täitmine	61
	Lisa 2 Sillaelementide seisundi hinnang koos kommentaariga	62

EESSÕNA

Magistritöö teemavaldkonna pakkus välja juhendaja. Ühise arutelu tulemusena piiritleti seda ning sõnastati lõplik teema. Ülevaatuste andmed koguti Alutaguse valla hallatavate sildade inspekteerimise käigus.

Töö käigus uuritakse, mis põhimõtete alusel siiani kohaliku omavalitsuse tasandil on sillaparki raha investeeritud. Seejärel täpsustatakse peamised toimivusnäidikud ning hinnatakse kõik sillad, lähtudes omaniku visioonist. Saadud tulemuste põhjal analüüsitakse erinevaid investeerimisvõimalusi. Magistritöö tulemusena peaks kohaliku omavalitsuse esindaja teadma paremini, kuidas oma raha sildadesse suunata ning mis on puuduliku rahastuse tagajärjed.

Autor tänab kõiki, kes töö valmimisele kaasa aitasid. Kõige suuremad tänusõnad lähevad aga juhendajale Sander Seinale abistamise ning kannatlikkuse eest ja Alutaguse valla teede- ja transpordispetsialistile Aare Lehtpuule igati meeldiva koostöö eest.

Võtmesõnad: Alutaguse vald, kohalike teede sillad, toimivusnäidikud, investeringuvajadus, magistritöö

SISSEJUHATUS

Käesoleva magistritöö teema on „Alutaguse valla kohalike teede sildade seisukorra ja investeeringuvajaduse hindamine“.

Viimastel aastatel on hakatud aina enam otsima võimalusi, kuidas tagada ühiskonna poolt transpordisüsteemile seatud ootuste täitmine, kasutades selleks minimaalselt ressursse. Sillad ja teised rajatised on projekteeritud enamasti 50-100 aastaks, mida aitab saavutada korrektne hooldus. Sillahooldus aga sõltub suuresti varem tehtud otsustest. Seetõttu on oluline eelnevates faasides kaaluda erinevaid investeerimisvõimalusi, materjalivalikuid, konstruktsioonitüüpe ning teisi mõjutavaid tegureid.

Sillad võimaldavad ohutult ning kiirelt jõuda üle füüsilise takistuse. Nende olemasolu aitab lisaks elanikkonna heaolu kasvule kaasa ka üldisele majanduse tõusule. Kuna sild on olemuselt tähtis vara ning rahastusvõimalused on alati piiratud, tuleb selgitada välja, kuidas muuta nende haldamine senisest tõhusamaks, optimaalsemaks. Siinkohal on viimastel kümnenditel hakatud rääkima varahaldusest.

Selles magistritöös keskendutakse peamiselt kohalike omavalitsuste sildadele, sest nende seisund on sageli üsna kehv. Sildade remont on väga kallis ning omavalitsused võtavad üldjuhul remondi ette alles siis, kui on ilmnenud selged lagunemistunnused. Küll aga ei pruugi selline lähenemine tähendada seda, et pikas plaanis oleks see kõige efektiivsem. Seda enam, et lisaks töökindlusele on hakatud üha enam arvesse võtma ka teisi aspekte.

Magistritöö uurimuslik osa on koostatud Alutaguse valla näitel.

Töö eesmärk on:

- 1) uurida, mis põhimõtete alusel silde hetkel hallatakse;
- 2) täpsustada peamised toimivusnäidikud ning hinnata kõik sillad, lähtudes omaniku soovidest;
- 3) ülevaatuste tulemuste põhjal analüüsida erinevaid investeerimisstrateegiaid;
- 4) selgitada välja, kuidas omavalitsuse esindaja saaks oma raha paremini sildadesse suunata ning tuua välja puuduliku rahastuse tagajärjed.

Magistritöö põhiosa koosneb neljast peatükist. Esimene osa iseloomustab riigi kohalike teede sillaparki. Seejuures tuuakse välja korrashoiu nõuded ning rahastusvõimalused. Toimivuspõhist lähenemist tutvustatakse teises osas. Kolmandas osas tehakse kindlaks Alutaguse valla teehoiu üldised põhimõtted ja selgitatakse välja sildadega seotud eesmärgid. Samuti iseloomustatakse valla sillaparki ning kirjeldatakse kõige tüüpilisemaid kahjustusi.

Neljandas osas analüüsitakse ülevaatuse tulemuste põhjal erinevaid investeerimisvõimalusi ning antakse omapoolne soovitus, kuidas saaks paremini sildadesse raha suunata.

1 KOHALIKE TEEDE SILLAD EESTIS

1.1 Rajatised Eestis

Alapeatükk 1.1 ja selle punktid põhinevad suuresti uuringul „Kohalike teede teehoiu rahastamisvajadus ja eelarve stsenaariumite mõjud“ [1]. Kohalike omavalitsuste teedel paiknevate sildade ning viaduktide arv oli pikka aega teadmata. 2021. a jaanuaris läbi viidud küsitluse põhjal andmeid täpsustati ning selgitati välja, et kohalike omavalitsuste teedel on kokku 819 rajatist. Saadud tulemuse põhjal anti hinnang sildade investeerimisvajadusele.

Peamised investeerimisotsust mõjutavad parameetrid on järgmised:

- 1) sildade konstruktsiooni tüüp;
- 2) sildade pikkus ning avade arv;
- 3) avaehituse materjal;
- 4) rajatiste vanus;
- 5) seisunditaseme indeks.

1.1.1 Sildade konstruktsiooni tüüp

Silla konstruktsiooni tüüp sõltub nii töö skeemist kui ka ristlõike tüübist. Töö skeem iseloomustab konstruktsiooni ehitusmehaanilist toimivust. See aitab mõista, millised sisejõud tekivad eri osades. Ühtlasi saab selle näitaja põhjal määrata kriitilised punktid rajatise konstruktsioonis. Nendest sõltub silla kandevõime, mis on ohutuse aspektist kasutajale oluline. Konstruktsioonid jaotuvad töö skeemi alusel järgnevalt:

- lihttoestatud;
- jätkuvelement;
- raam;
- mitmeavaline raam;
- toru;
- kaar;
- võlv;
- sõrestik;
- rippkonstruktsioon.

Ristlõike tüübi nimetus tuleneb peakanduri nimetusest. Peakandur on peamine liikluskoormust vastu võttev element. Ristlõike tüübi alusel jaotuvad konstruktsioonid järgnevalt:

- tala;
- plaat;
- toru;
- kaar;
- võlv;
- ripptoestatud;
- sõrestik.

Kohalike teede sillapargis on kõige rohkem talasildasid (57%). Teisel ja kolmandal kohal on vastavalt plaat- (25%) ning toru/kaarsillad (10%).

1.1.2 Sildade pikkus ning avade arv

Rajatise suurust kirjeldab kõige paremini rajatise pikkus, mis on kaldasammaste tagaseinte vaheline kaugus piki tee telge. Nähtavate deformatsioonivuukide korral saab nimetada silla pikkuseks otsmiste vuukide vahelist kaugust. Antud töös loetakse sillaks kõiki rajatisi, mille pikkus on vähemalt 3 meetrit.



Joonis 1.1 Silla pikkust selgitav joonis

Pikkuse järgi jaotatakse rajatised järgnevalt [2]:

- lühike sild (pikkus 3-25 m)
- keskmine sild (pikkus 25-100 m)
- pikk sild (pikkus üle 100 m)

Rajatise pikkus ning avade arv sõltub ületatavast takistusest.

Suur osa Eesti kohalike teede sildadest on lühikesed. Lühikesed sillad moodustavad kogu sillapargist 81%. Koguni 67% sildadest on alla 15 m pikkused ning pikki sildu on ainult 2%.

72% kohalike teede sildadest on üheavalised. Kõikidest sildadest moodustavad kuni 4-avalised sillad 97%.

Kohalikel teedel asuvate sildade tekiplaatide kogupindala on 149 955 m².

1.1.3 Avaehituse materjal

Avaehituse vaatluse põhjal pannakse esiti paika hooldetegevuse aeg ning läbi seisukorra antakse hinnang üldisele kestvusele. Suuresti sõltub remondi või asendamise vajadus materjalide vastupanust välisteguritele. Seetõttu puitsillad remonditakse või asendatakse varem kui terassillad, kuid terasillad omakorda enne kui betoonsillad. Kuna rajatise kandevõime arvutus oleneb suuresti materjali tugevusest ning käitumisest koormamisel, peab kandevõime hindamisel arvestama ehitamiseks kasutatud materjalide omapäraga.

Kohalike omavalitsuste sildade põhiline ehitusmaterjal on betoon, mida on kasutatud koguni 87% sildadest. Teisel ja kolmandal kohal on vastavalt teras ja kivi.

1.1.4 Rajatise vanus

Silla ehitusaasta põhjal on võimalik küllaltki objektiivselt hinnata rajatise kvaliteeti. Kohalike teede sildade kohta pole paraku ehitusinfot säilinud. Seetõttu kasutati vanuse hindamisel riigiteede sildade andmeid.

Kõige rohkem sildasid on rajatud 1960-ndatel aastatel ning viimasel kümnendil. Valdav osa on ehitatud aastatel 1950-1990, mil kasutati Nõukogude Liidus levinud tüüpprojektide kataloogi.

Keskmine silla vanus Eestis on ligikaudu 40 aastat.

Ligi 55% kõikidest riigiteede sildadest on praeguseks rekonstrueeritud. Kohalike teede seisukorda silmas pidades on alust arvata, et rekonstrueeritud sildade osakaal on tunduvalt madalam.

1.1.5 Seisunditaseme indeks

Seisunditaseme indeksit kasutatakse sildade hetke olukorra iseloomustamiseks. Selle alusel saab hinnata rajatiste remondivajadust. Samuti on see oluline näitaja sildade pingerea koostamisel.

Seisunditaseme indeks on arv vahemikus 1-4, kus 1 on kõige parem ning 4 kõige halvem tulemus. Ülevaatuste käigus hinnatakse eri elemendigruppide füüsilist välimust, millest kujuneb sildadele lõplik hinnang.

Kohalike teede sildade keskmine seisukord on 2,5. See tähendab, et suurem osa neist vajab juba kindlasti remonti ning peaaegu pooltel tuleks teostada kapitaalremont või ümberehitus.

Riigiteede seisundit hinnatakse visuaalselt elemendi tasandil ja kohalikel teedel elemendigruppide alusel, mistõttu on detailsus erinev, kuid tekitab siiski võrdlusmomendi.

Riigiteedel määratav Seisundi Indeks väljendatakse skaalal 0-100%. Keskmise seisukord 2019. a alguse seisuga oli 89%. Antud töö seisundi taseme skaalal võrdus eelmainitud tulemus hinnanguga 1,35. See tähendab, et rajatised on keskeltläbi väga heas seisukorras ja enamasti võib nende puhul piirduda hooldamise või parandustega.

Hinnang on sobilik rahaliste vahendite planeerimiseks. Funktsionaalsusega seotud kriteeriumitele hinnangu andmiseks see aga ei sobi.

1.2 Kohalike teede rahastamine

Kohalik tee on kohaliku omavalitsuse territooriumil paiknev tee, mis on kantud kohalike teede nimekirja. Kohaliku omavalitsuse korralduse seadusest ning ehitusseadustikust tulenevalt on nende hoid kohaliku omavalitsuse üksuse autonoomne ülesanne. Teede peamiseks finantseerimise allikaks on kohaliku omavalitsuse üksuse eelarve, mistõttu sõltub rahastamine prioriteetide seadmisest eelarve koostamisel [3].

Kohalike teede hoidu on võimalik rahastada järgnevatest allikatest [3]:

- omavalitsuse eelarve tulubaasist ehk maksutuludest;
- kaupade ja teenuste müügist saadud tuludest;
- muudest tegevustuludest;
- riigi poolt teedele sihtotstarbeliselt eraldatud vahenditest.

Kohalike teede teehoiu toetuste maht aasate lõikes nähakse ette riigi eelarvestrateegias. Raha jaotus kohalike teede hoiu toetuseks määratakse igaks eelarveaastaks riigieelarves. Riigieelarvest toetatakse omavalitsusi vastavalt võimalustele ning riigipoolne sihtfinantseerimine on kohalike teede hoiu täiendav rahastamine [3]. See tähendab, et riigil pole otseselt kohustust kohalike teede hoidu finantseerida, kuid teedele ning sildadele ette nähtud nõudeid tuleb siiski täita.

Riigieelarvest antakse kohaliku omavalitsuse üksustele toetust [4]:

- tasandusfondist;
- toetusfondist;
- juhtumipõhiselt konkreetse tegevuse või investeeringu toetamiseks.

Tasandusfondi jaotamise põhimõtted pannakse paika seadusega ning selle suurus ja jaotamise aluseks olevate arvnäitajate väärtused määratakse riigieelarvega. Tasandusfondi eesmärk on ühtlustada kohaliku omavalitsuse üksuste ülesannete täitmise võimalusi. Selle jaotamisel võetakse aluseks kohaliku omavalitsuse üksusele laekuv tulu ning maamaks, kohaliku omavalitsuse üksuse elanike arv ja teised kohaliku omavalitsuse üksuse erisused [4].

Toetusfondi suurus ning sellesse kuuluvad toetuste liigid määratakse riigieelarvega. Toetusfond on kohaliku omavalitsuse üksusele seaduses määratud sihtotstarbel ja tingimustel kasutamiseks või riigieelarves fikseeritud sihtotstarbel antav toetus, mida jaotatakse vaid arvnäitajate alusel. Arvnäitajad ja nende arvestamise alused sätestatakse seadusega ning väärtused määratakse riigieelarvega. Toetusfondi jaotamise ja kasutamise tingimused kehtestab Vabariigi Valitsus määrusega. Vabariigi Valitsuse korraldusega kehtestatakse toetusfondi jaotus kohaliku omavalitsuse üksuste vahel [4].

Juhtumipõhiselt annab ministeerium riigieelarvega oma valitsemisalale ette nähtud vahenditest kohaliku omavalitsuse üksusele sihtotstarbelist toetust investeeringuteks või tegevuskuludeks. Riigieelarvest antakse kohaliku omavalitsuse üksusele juhtumipõhist investeeringutoetust järgmistel tingimustel [4]:

- toetatava investeeringuga panustatakse kohaliku omavalitsuse üksuse arengukava või maakondliku arengudokumendi investeeringuga seotud valdkondliku eesmärgi täitmise;
- kohaliku omavalitsuse üksuse arengukava ja eelarvestrateegia peavad hõlmama vähemalt seaduses määratud perioodi;
- omafinantseeringusse panustamisel peab kohaliku omavalitsuse üksus suutma tagada omafinantseeringut seaduses määratud tingimustel.

Kui toetuse andja pole ette näinud toetusfondi või juhtumipõhise toetuse kasutamata jäänud vahendite tagastamist riigieelarvesse, võib kohaliku omavalitsuse üksus neid kasutada järgmistel eelarveaastatel samal otstarbel [4].

Vastavalt riigi eelarvestrateegiale 2020-2023 on kohalike teede hoiuks kavas eraldada igal aastal 29,3 miljonit eurot valemipõhist toetust. Valemipõhist toetust arvestatakse maanteed ja tänavate pikkuse alusel koefitsiendiga 1:5. See kajastatakse Vabariigi Valitsuse eelarves toetusfondi real ning juhtumipõhine toetus Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi eelarves avalikult kasutatavate kohalike teede hoiu real. Valemi- ja juhtumipõhise toetuse osakaalud ja mahud otsustatakse igal eelarveaastal eraldi. RESis 2020-2023 juhtumipõhist toetust pole kavandatud.

2019. aastal avaldatud „Riigiteede teehoiu rahavajaduse strateegiline analüüs 2019-2048“ analüüsist selgus, et riigiteede sildade remondivõlg on 50 miljonit eurot. Kohalike teede puhul oli 2021. aastal remondivõlg 58 miljonit eurot. Aastaks 2022 prognoositi remondivõlaks koguni 147 miljonit eurot, mis tulenes suurest halvas seisus olevate sildade arvust ning eeldusel, et parendustegevusi ei tehta. 2052. a kasvab remondivõlg mitte midagi tehes kuni viis korda, 295 silda tuleb sulgeda ning suurem osa sildu on halvas või väga halvas seisukorras [1].

1.3 Kohalike teede sildadele riigi poolt esitatavad nõuded

Kohalik omavalitsus korraldab teehoidu kohalikel teedel ning peab tagama tingimused ohutuks liiklemiseks. Teehoiuna käsitletakse tee ehitamist, korrashoidu, kavandamist, teekasutuse korraldamist, tee kaitsevööndi hooldamist, tee projekteerimist ning muid haldamisega seotud tegevusi. Teehoiu üks osa on ka sildade haldamine, mis on antud magistritöö põhifookuses.

Seisundinõuete järgimine on kohustuslik kõigile avalikult kasutatavate teede omanikele või omaniku ülesandeid täitvatele isikutele. Määruses „Tee seisundinõuded“ [5] on toodud välja nõuded, millele kohalike teede sillad peavad vastama. Sildadele esitatud nõuded on järgmised:

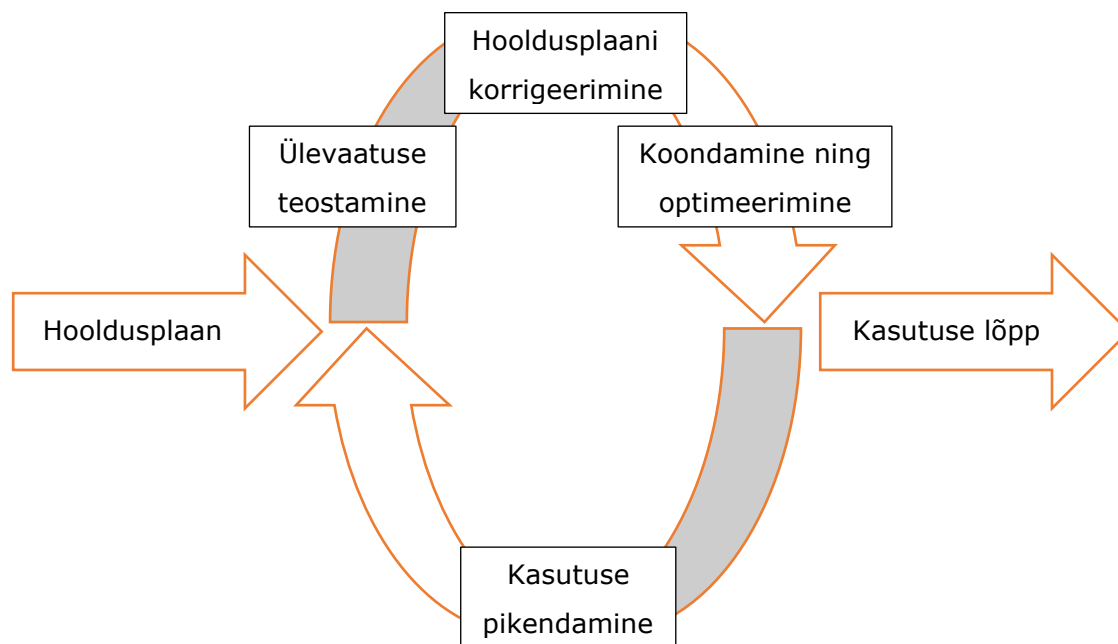
- sõidutee katte laiuse vähenemine peab olema tähistatud liikluskorraldusvahenditega;
- sillaelementide praod ja liited ei tohi ohustada silla kandvate elementide püsivust;
- silla kandvatel elementidel ei tohi olla silmaga nähtavat läbivajumist;
- sillal peab olema tagatud temperatuuride erinevustest vuukide ja tugiosade liikuvus;
- silla hüdroisolatsioon peab olema vettpidav;
- silla teraselemendid peavad olema kaitstud korrosiooni eest;
- silla tööarmatuurid ei tohi olla paljandunud ja neil ei tohi esineda kooruvat korrosiooni;
- silla kandvad puitelemendid peavad olema kaitstud ilmastikumõjude eest ning olema püsivust ohustavate kahjustusteta;
- 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;
- silla kõnnitee peab olema sillal eraldatud sõiduteest teekattemärgistuse, äärekivi või piirdega;
- sillal kõnnitee olemasolul peab sillal olema käsipuu;
- sillal olev käsipuu ja piire peavad olema jäiga kinnitusega, välja arvatud rippkonstruktsiooni puhul, ja ühtlase pinnakattega;
- silla käsipuul ja piirdel ei tohi olla jäävdeformatsioone üle 100 millimeetri;
- silla koonustel ei või olla erosiooni ega uhtumisi, mis ohustavad rajatise stabiilsust;
- vee voolamine sillaaluses voolusängis ei tohi olla takistatud;
- silla pealispinnalt peab olema tagatud vee äravool ning silla veeviimarid ei tohi olla ummistunud.

Silla seisundit kontrollitakse regulaarselt hooldustöid ja hooldustööde järelevalvet teostava isiku poolt. Kontroll tuleb teostada üks kord kolme aasta jooksul üldülevaatuse käigus, mille aja, korra ning dokumenteerimise vormid paneb paika tee omanik [5].

2 TOIMIVUSPÕHINE LÄHENEMINE

2.1 Silla hoolduse strateegilised eesmärgid

Paljudes Euroopa riikides on prioriteediks kujunenud sildade haldamine. Kui varem vaadeldi hooldust pigem tehnilisest aspektist, siis viimasel ajal pööratakse rohkem tähelepanu ka kasutajatele. Päevakorda on kerkinud varahalduse mõiste, mille strateegiline eesmärk on saavutada vara suurem väärtus, vähendades samal ajal kasutatavaid ressursse [6]. Selleks on vaja tõhusalt koguda, säilitada ning analüüsida andmeid. Olemasolevad andmed tuleb aga tõlgendada haldaja jaoks kasulikuks infoks. Selleks kasutatakse erinevaid toimivusnäidikuid, mille alusel saab olukorda hinnata. Hästi läbi mõeldud otsuste abil saab teha asjakohaseid investeeringuid kogu silla elukaare vältel.



joonis 2.1 Silla haldamise tsükkel

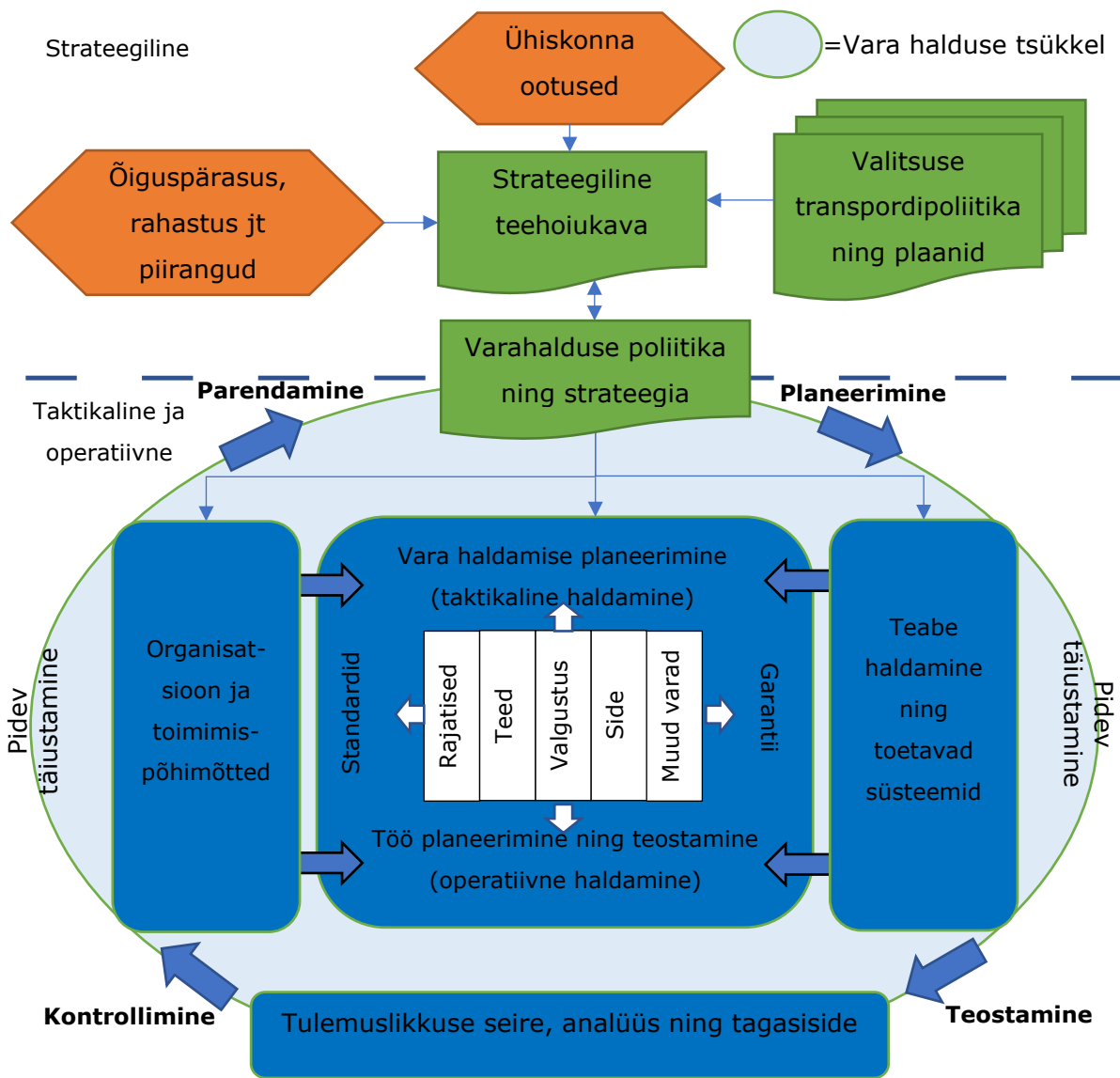
2.1.1 Juhtimisprotsesside hierarhia

Organisatsiooni juhtimisprotsesse saab jaotada põhimõtteliselt kolmele tasandile: strateegiline, taktikaline ning operatiivne. Strateegilisele tasandile on iseloomulik suur vastutus pikaajalise plaani eest ning vähene detailsus. Operatiivsele tasandile lähemale liikudes seevastu kasvavad igapäevase hooldusega seotud teemad. Tihti ei moodusta need tasemed omavahel ühtset tervikut, mis takistab järjepidevust otsuste tegemisel ning eesmärkide seadmisel. See väljendub aga lühiajaliste tööplaanide tegemises, mistõttu pikaajalisi eesmärgi on raskem saavutada [7].

Varahaldus peaks koosnema kolmest omavahel seotud tasandist. Erinevaid tasanditel leitakse vastuseid erinevatele küsimustele [7]:

1. Strateegilisel tasandil otsustakse, kuhu me läheme ning miks. Sellel tasandil peaks organisatsioon määratlema üldised transpordiga seotud pikaajalised plaanid. Eesmärgid pannakse paika arutelu tulemusena, arvestades kõikide osapoolte huve. Tulevikuvisioon peaks kajastuma teehoiukavas.
2. Taktikalisel tasandil otsustatakse, mida teha ja millal teha. Sellel tasandil toimub üldiste strateegiliste eesmärkide teisendamine kindla vara tüübi tulemuslikkusega seotud eesmärkidesse. Tehakse kindlaks kõige vajalikumad, kasulikumad ning kuluefektiivsemad tegevused ja selgitatakse välja, millal need tuleks läbi viia. Selleks tuleb analüüsida hetke tulemuslikkuse puudujääki.
3. Operatiivsel tasandil otsustatakse, kuidas teha asju õigesti. Sellel tasandil töötavad insenerid ning varahaldurid välja lühikesele perioodile mõeldud detailseid tööplaanid ning ajakavasid, lähtudes eelmisel tasandil paika pandud pidepunktidest. Iseloomulikud ülesanded on varade inspekteerimine ning hindamine, rutiinse hoolduse teostamine, projekteerimine ja tööplaanide koostamine ning nende elluviimine. Tegevuste laiem eesmärk on leida kõige optimaalsem lahendus soovitud tulemuste saavutamiseks.

Joonis 2.2 iseloomustab erinevaid tasandeid ning kirjeldab nende omavahelist seotust.



Joonis 2.2 Transpordiga seotud vara haldamise raamistik [7]

2.1.2 Tulemuslikkuse eesmärgid eri tasanditel

Viimase kahe kümnendi jooksul on arusaam tõhusa transpordivõrgu kujundamisest muutunud. Oluline on tagada liikluse sujuvus ning ohutus, arvestades mõjusid keskkonnale. Haldamist käsitletakse kui protsessi, mille eesmärk on optimeerida olemasoleva teedevõrgu säilitamise ning arendamisega seotud tegevusi. Strateegiliste eesmärkide saavutamisel on oluline osa riikliku teedevõrgu hooldamisel. Selleks on vaja määratleda tulemuslikkust iseloomustavad näitajad, mille alusel saaks hinnata eesmärkide täitmist. Tihti pole võimalik siduda toimivusnäidikuid otse võrgu tasandi eesmärkidega, kuna võrgu toimivus võib oleneda paljudest välistest mõjuritest. Need tegurid võivad olla ilmastikuolud, liiklustrid, nafta hind, majanduskasv jne [6].

Tabelis 2.1 on toodud välja eesmärgid kolmel eri tasandil: strateegilisel, taktikalisel ja operatiivsel.

Tabel 2.1 Eesmärgid, ülesanded ning toimivusnäidikud eri tasanditel [6]

Tasand	Eesmärgid	Ülesanded	Toimivusnäidikud
Strateegiline tasand	<ul style="list-style-type: none"> • tagada turvaline ning jätkusuutlik võrk; • Pakkuda toimivat ning tõhusalt hooldatud teedevõrku; • Toetada majanduskasvu; • Muuta negatiivne mõju nii liiklejale, kogukonnale kui ka keskkonnale võimalikult väikseks; • Tasakaalustada kõigi kasutajate huve. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nii lühi- kui ka pikaajalised riiklikud nõuded võrgu tasandil; • Ressursside piirid võrgu tasandil piirkondadele, varadele ning konkreetsetele tegevustele (periood pole tähtis). 	<ul style="list-style-type: none"> • Tee keskmine kättesaadavus (% ajast); • Liiklusummikute pikaajaline trend; • Liiklusõnnetuste pikaajaline trend; • Mõjud keskkonnale.
Taktikaline tasand	Vastata ühiskonna ootustele, arvestades tehnilisi, sotsiaalmajanduslikke ning jätkusuutlikkust puudutavaid aspekte.	<ul style="list-style-type: none"> • Riskianalüüs; • Hooldusstrateegiate ning standardite väljatöötamine; • Tavaliselt 5-10 aastaks ressursside jagamine regioonide, varade või 	<ul style="list-style-type: none"> • Tee kättesaadavus(% ajast); • Teetööde tekitatud viivitused liikluses; • Liiklusummikud; • Tee kättesaadavus tiptundide ajal;

		konkreetsete tegevuste vahel.	<ul style="list-style-type: none"> • Liiklussurmade arv; • Kannatanutega liiklusõnnetuste arv; • Keskkonnamõjud; • Planeerimata hooldus- ning tegevuskulud.
Operatiivne tasand	Vastata ühiskonna ootustele, arvestades tehnilisi, sotsiaalmajanduslikke ning jätkusuutlikkust puudutavaid aspekte.	<ul style="list-style-type: none"> • Tavaliselt 1-5 aastaks ressursside jagamine regioonide, varade või konkreetsete tegevuste vahel; • alternatiivvõimaluste kaalumise projekti/silla tasandil: <ol style="list-style-type: none"> 1. jälgimine; 2. remont; 3. rekonstrueerimine; 4. asendamine. 	Tehnilised näitajad: <ul style="list-style-type: none"> • seisunditase; • usaldusväarsuse indeks; • riskitase. Sotsiaalmajanduslikud näitajad: <ul style="list-style-type: none"> • hoolduskulud; • tegevuskulud; • liikleja hilinemise kulud; • keskkonnakulud. Keskkonnanäitajad: <ul style="list-style-type: none"> • õhusaaste; • müra; • pinnase- ning veereostus.

Taristuvõrgu funktsionaalsuse hindamiseks on mõistlik kasutada füüsilist jaotust. Igale grupile seatakse tulemuslikkusega seotud eesmärgid ning objekte hinnatakse mõõdetavate toimivusnäidikute alusel. Füüsiliselt saab rajatise vaadelda kolmel tasandil:

1. komponendi tasand, mis kujutab endast rajatise mingit osa (nt tala);
2. süsteemi tasand (sild);
3. võrgu tasand (rajatiste kogum).

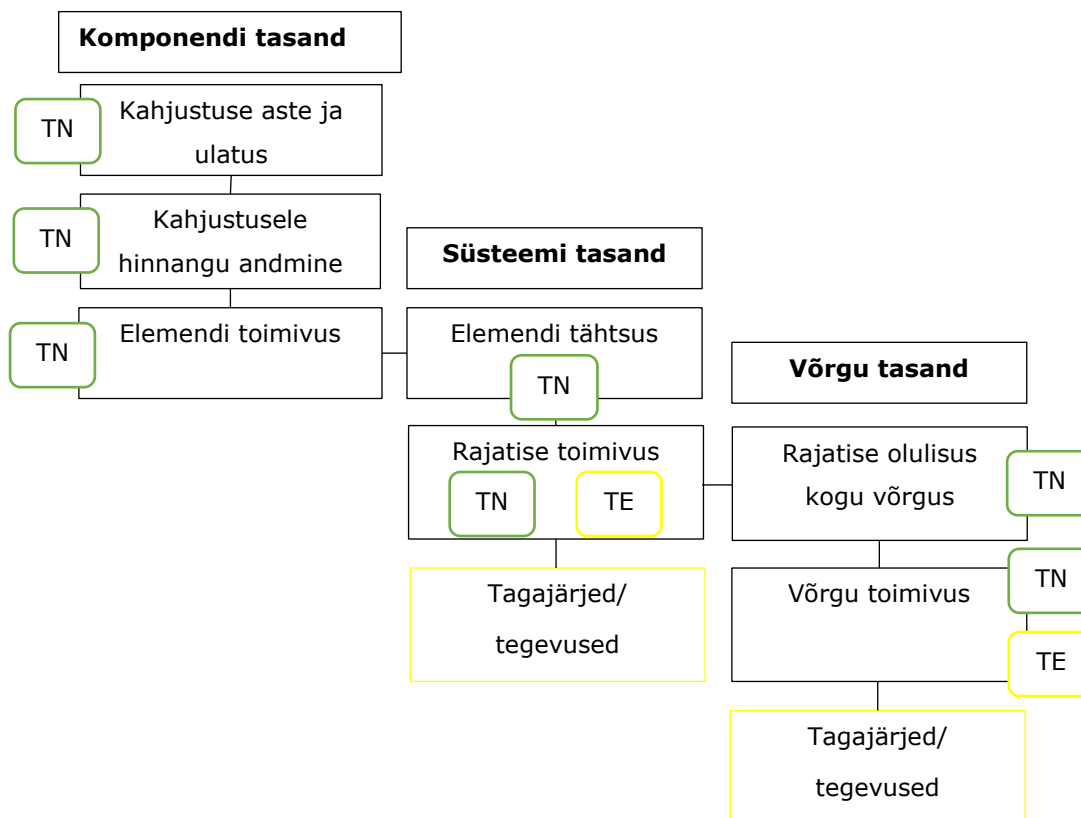
Sillad on olulisel kohal toimiva transpordivõrgu tagamisel. Rajatistele tulemuslikkuse eesmärkide seadmine tagab selle, et need funktsioneerivad vastavalt võrgu tasandi eesmärkidele. Kui määrata sillale toimivusnäidikuid, võivad esile kerkida mõned probleemid. Tihti on need seotud ajalise nihkega erinevate tasandite vahel. Tavaliselt seatakse võrgu tulemuslikkusele eesmärgid, mille realiseerumise aeg on palju lühem kui silla eeldatav kasutusiga. Näiteks Hollandis on sõlmitud teenustaseme leping neljaks aastaks, kuid silla eeldatav kasutusiga on 100 aastat [6]. Seetõttu peaks silla tulemuslikkusega seotud eesmärgid võimaldama kogu rajatise elutsükli optimaalsemaks muutmist, mitte keskendumata vaid lühiajalistele eesmärkidele.

Kui varem vaadeldi silda peamiselt insenertehnilisest küljest ehk hinnati selle seisundit, siis nüüd tuleb rajatise soovitatav seisund panna kogu võrgu toimivuse konteksti. See tähendab, et alati ei pruugi kõige kehvemas seisus sild olla kõige prioriteetsem.

Hollandis arendatud töökäsitluse alusel saab tulemuslikkuse näidikuid jaotada järgmiselt [8]:

- Töökindlus: tõenäosus, et rajatis täidab oma funktsiooni teatud aja jooksul.
- Kättesaadavus: tõenäosus, et rajatisele pääseb suvalisel ajahetkel ligi.
- Hooldatavus: tõenäosus, et hooldustegevusi saab teostada teatud aja jooksul.
- Ohutus: puudutab võimaliku vigastuseohtu vältimist.
- Turvalisus: on seotud ohutusega, mis puudutab vandalismi ning ettearvamatut käitumist.
- Tervis: on seotud füüsiliselt, vaimselt ning sotsiaalselt defineeritud aspektidega.
- Keskkond: puudutab füüsilise keskkonna nõudeid.
- Majandus: määrab kulude ja väärtuse suhte.
- Poliitika: puudutab poliitilis-administratiivseid ning sotsiaalseid nõudeid.

Hooldusstrateegiate arendamiseks on vaja leida viis, kuidas ühendada komponendi tasand võrgu tasandiga. COST TU 1406 projekti raames on leitud järgmine seos erinevate tasandite toimivusnäidikute (TN) ning tulemuslikkuse eesmärkide (TE) vahel:



Joonis 2.3 Hindamise protseduur komponendi tasandilt süsteemi ning võrgu tasandile

Silda inspekteeritakse tavaliselt elemendi tasandil, kus elemendid on jaotatud erinevatesse kategooriatesse. Kategooriate all peetakse silmas nt alus- ning pealisehitist või katet. Ülevaatus käigus kogutakse mitmeid andmeid, mis iseloomustavad toimivusnäidikuid, ning seejärel tõlgendatakse need süsteemi tasandile. See tähendab, et tehakse kindlaks, kui võrd oluline on antud element rajatise toimivuse kontekstis. Peamiselt on toimivusnäidikud seotud rajatise tehnilise poolega, kuna enamasti on prioriteediks töökindluse säilitamine [6].

2.2 Sildade hindamine

Vananevate sildadega seotud puuduste tekkimise vältimine on varahalduritele suur väljakutse. Raha eraldamine ning silla säilitamise strateegia sõltub suuresti seisundi hindamise ning diagnoosimisprotsessi täpsusest. Seetõttu on hakatud otsima võimalusi, kuidas tagada usaldusväärsed ülevaatus ja seisukorra hindamise tulemused [8].

Suurem teadlikkus elemendipõhise ülevaatus läbiviimisest on aidanud arendada sillahaldussüsteeme üle maailma. Tänapäeval toetub suur osa sillahaldussüsteeme elemendipõhise seisundiindeksi arvutusele. Nii on ka Eestis kasutusel BMS (Bridge Management System) meetodika. Transpordiamet ja suuremad omavalitsused kasutavad seda nende omanduses olevate rajatiste haldamiseks võrgu tasandil. Meetodika kujutab endast rajatiste visuaalset ülevaatus ning andmete analüüsi BMS tarkvaraga [9].

MS Excelis on koostatud kolm erinevat moodulit, mille abil on võimalik teha sarnaseid analüüse kunagi kasutusel olnud tarkvaraga Pontis. Programm koosneb registriandmete, seisundite ja sillavõrgu analüüsi moodulist. Lisaks on tehtud eraldi kaustad fotode ja jooniste jaoks. Registriandmete moodulis on näha rajatise üldandmed (mõõdud, ehitusaasta, asukoht jne). Seisundite moodulis on kõikide ülevaatus andmed koos sildade elementide numeratsiooniga ja kaalufaktoritega. Analüüsi mooduli kaudu toimub lähteandmete sisestamine (nõuded, ühikhinnad jne) ja remondinimekirjade koostamine [9].

Sildade ülevaatus sooritatakse tavaliselt perioodil aprill-oktoober, mil kõrgvesi on taandunud ning konstruktsioonid lumest puhtad. Ülevaatus käigus teostatakse:

- sillaelementide ja kahjustuste fotografeerimine;
- elementide kahjustuste ulatuse ning elementide seisunditaseme hindamine;
- vajadusel rajatise gabariitide kontrollmõõtmised.

2.2.1 Visuaalne ülevaatus

Eestis riigiteede sildadel kasutatav seisukorra hindamise meetodika põhineb suuresti AASHTO poolt juba 1990ndatel rakendama hakatud põhimõtetel. See tähendab, et silda hinnatakse elementide tasandil ning vaadatakse üle kõik elemendid. Elementidele antakse hinnang 1st 4ni, kus 1 on võrdne uueväärsega ning 4 iseloomustab täielikult amortiseerunud elementi. Saadud tulemuste kaudu arvutatakse SI. SI on arv 0-100, kus 0 osutab sellele, et sillal pole praktiliselt ühtegi elementi ning 100 iseloomustab täiesti uueväärset rajatist [10].

Tabel 2.2 Erinevate seisundite kirjeldused ning võimalikud parendustegevused [10]

Seisund	Kahjustuste ja välimuse kirjeldus	Võimalik tegevus
1- väga hea	Elemendil puuduvad kahjustused ning 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 mitteolulisi 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 rekonstrueerimine
4- väga halb	Elemendil esinevad kahjustused, mis avaldavad mõju selle tugevusele. Üldisest välimusest on näha, et element on amortiseerunud ja vajaks parandamist kogu ulatuses. Element ei täida oma funktsiooni, kahjustab teisi elemente või vähendab ohutust.	Rekonstrueerimine või ümberehitus

Ülevaatusel jooksul kogutud andmete ja kaalufaktorite põhjal arvutatakse elemendi SI järgmise valemiga:

$$Hetk = \left(S1_{kogus} * 1 + S2_{kogus} * \frac{2}{3} + S3_{kogus} * \frac{1}{3} + S4_{kogus} * 0 \right) * KF \quad (\text{valem 2.1})$$

kus Si_{kogus} näitab hinnatud elemendi ühikulist mahtu igas seisunditasemes ja KF on igale elemendigrupile määratud kaalufaktor. Mida olulisem sillaelement rajatise toimimisele on, seda suurem kaalufaktor on talle omistatud

Tabel 2.3 Erinevate elemendigruppide kaalufaktorid [10]

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

Suurim võimalik elemendi seisunditaseme tulemus leitakse järgmise valemiga:

$$Kogu = Kogus * KF \quad (\text{valem 2.2})$$

kus Kogus on elemendi kogumaht ühikutes

SI leitakse valemiga 2.3.

$$SI = \frac{\Sigma Hetk}{\Sigma Kogu} \quad (\text{valem 2.3})$$

2.2.2 Täpsustavad katsed

Visuaalne ülevaatus on kõige tavalisem hinnangu andmise meetod. Siiski on sel meetodil mõned puudused, mis võivad mõjutada otsuste tegemise ning ressursside kasutamise efektiivsust [11].

1. Ajastamine: Kuigi ülevaatuste sagedust saab kohandada vastavalt rajatise detailidele ning keskkonnatingimustele, siis hindamismetoodika staatiline olemus võib vähendada reageerimise kiirust. Ülevaatus toimub mingil konkreetsel ajahetkel, aga silla struktuursed defektid arenevad ajas pidevalt. Seetõttu võivad hoolduse ning remondiga seotud otsused tulla hiljem.
2. Tõlgendatavus: Visuaalne ülevaatus toetub selle teostaja subjektiivsele hinnangule, mistõttu hinnang seisukorrale võib olla ebaadekvaatne.
3. Ligipääsetavus: Ülevaatuse teostamisel on seisundi hindamiseks vaja näha hästi rajatise erinevaid osasid. Iga sisemine defekt, mida pole näha või ei saa tõlgendada pinna ebakorrapärasuse kaudu, jääb tuvastamata.
4. Terviklikkus: Elemendi ning rajatise seisundi vahel puudub tegelikkuses selge vastastikune seotus. Visuaalne ülevaatus on informatiivne, kuid silla lõplikku seisukorda pole võimalik objektiivselt kontrollida.

Selleks, et saada rajatise seisukorra ning käitumise kohta rohkem informatsiooni, on lisaks visuaalsele ülevaatusse võimalik kasutada mitmeid täpsustavaid katseid ning uuringuid.

Katsed jagunevad suures plaanis purustavateks ja mittepurustavateks katseteks.

Mittepurustavaid katseid kasutatakse visuaalselt raskesti tuvastatavate defektide kindlaks tegemiseks. Siia alla kuuluvad näiteks terasarmatuuri korrodeerumise määramine, terasarmatuuri asukoha ning läbimõõdu määramine ja betooni kvaliteedi määramine.

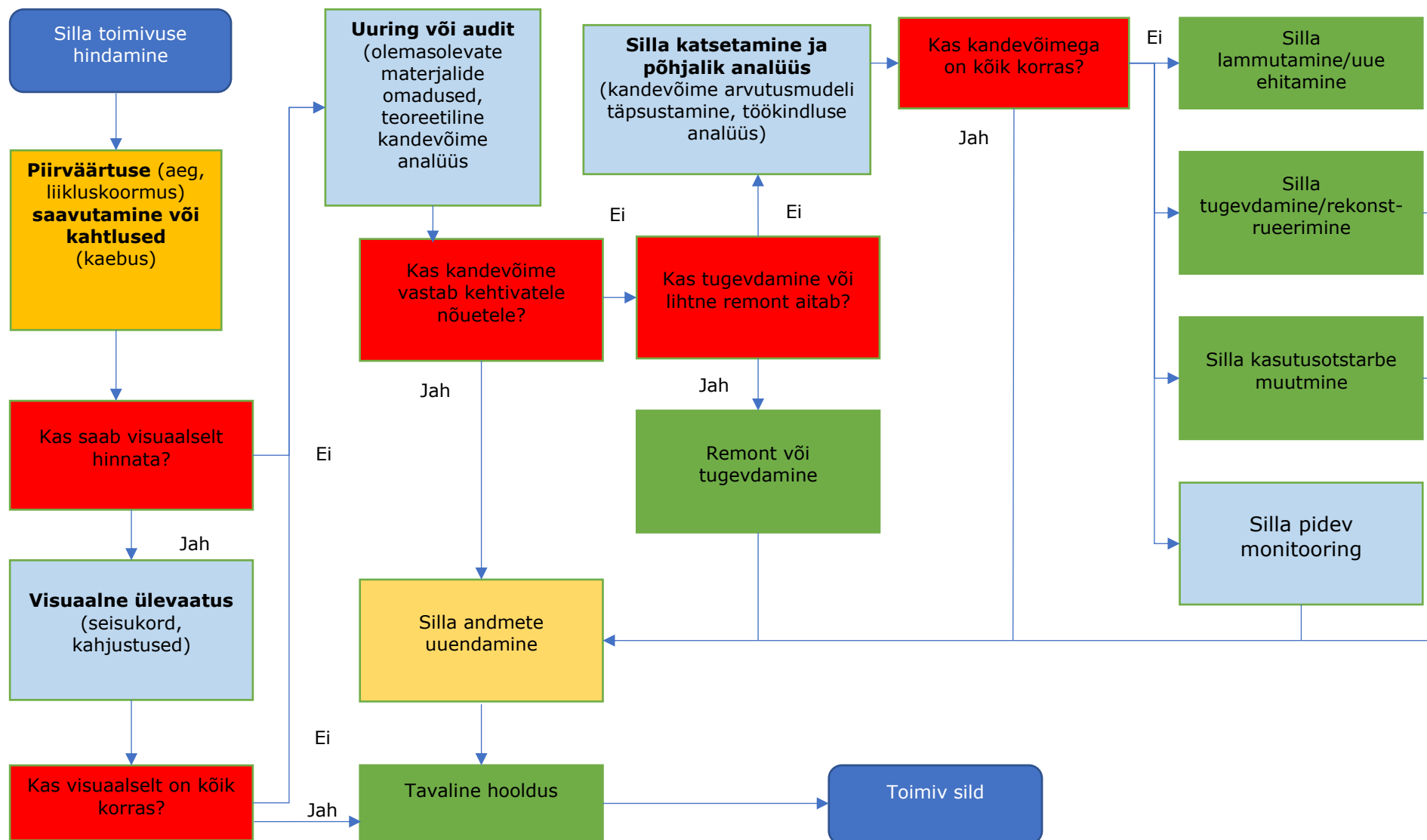
Purustavaid katseid tehakse täiendava informatsiooni saamiseks rajatise struktuurse terviklikkuse kohta. Katsete tegemiseks võetakse konstruktsioonist proovikehad, et laboris nende koostist ning tugevusomadusi uurida.

Proovikoormamist kasutatakse juhul, kui on oluline hinnata rajatise hetke kandevõimet. Koormamine võib olla nii staatiline kui dünaamiline. Sildade katsetamine reaalsete koormustega on inseneridele tähtis, kuna siis on võimalus näha, kuidas rajatis käitub tegelikkuses koormuse all.

Monitoorimist kasutatakse jooksvalt mingil perioodil vajalike andmete saamiseks. Visuaalselt või elektrooniliste vahendite abil mõõdetakse näitajaid (nt läbipaine, pinge ning pragude suurus), mis iseloomustavad rajatise käitumist.

Peamised põhjused, millal monitoorimist kaaluda, on järgmised [11]:

- ehitamise ajal käitumise hindamiseks;
- pärast ehitamist abivahendina hooldetegevuse planeerimiseks tulevikus;
- kui kahjustuste ilmnemise korral on vajalik kontrollida edasist tugevuse, seisukorra või toimivuse kadu;
- kui rajatise projekteeritud kandevõime ei vasta tänapäevastele standarditele, kuid sellest hoolimata pole ilmnunud märke kahjustustest.



Joonis 2.4 Silla toimivuse hindamine ja võimalikud parendustegevused [12]

2.3 Mitme eesmärgi optimeerimine

Mitme eesmärgi optimeerimise põhimõtet kasutatakse sillahaldussüsteemides tehnilise informatsiooni ning väärtuste omavaheliseks sidumiseks. Erinevaid lähenemisviise on välja töötatud viimased paar kümnendit, et leida parim moodus alternatiivvõimaluste pingeritta seadmiseks. Üldiselt on peamised viis vaatluse all olevat tulemuslikkuse näidikut järgmised:

- töökindlus
- kättesaadavus
- majandus
- keskkond
- liiklusohutus

Tabelis 2.4 on toodud välja tulemuslikkuse eesmärgid. Toimivusnäidikute mõned näited iga eesmärgi juures aitavad mõista eesmärgi tähendust. Toimivusnäidik võib olla nii mõõt, tunnus kui ka kriteerium.

Tabel 2.4 Ülevaade tulemuslikkuse eesmärkidest ning toimivusnäidikutest [13] (Autori poolt kohandatud)

Tulemuslikkuse eesmärk	Tulemuslikkuse näidik	Toimivusnäidik
Pakkuda töökindlat võrku	Töökindlus	Seisundi Indeks
Tagada ohutu liikluskeskkond	Liiklusohutus	Liiklusõnnetuste ning - surmade arv Seisundinõuete täitmine
Pakkuda jätkusuutlikku võrku	Kättesaadavus	Tee kättesaadavus (% ajast) Tööseisak (hooldustöödest põhjustatud)
Minimaliseerida kulusid omanikule	Majandus	Omaniku kulud (elutsüklikulud, ehituskulud, hoolduskulud, asendamise kulud jne)
Minimaliseerida negatiivseid mõjusid liiklejale, kogukonnale ning keskkonnale	Sotsiaalne aspekt ning keskkond	Panus kogu võrgule (liiklussagedus) Kasutaja hilinemise kulud Sotsiaalne hind Erinevad keskkonnamõjud

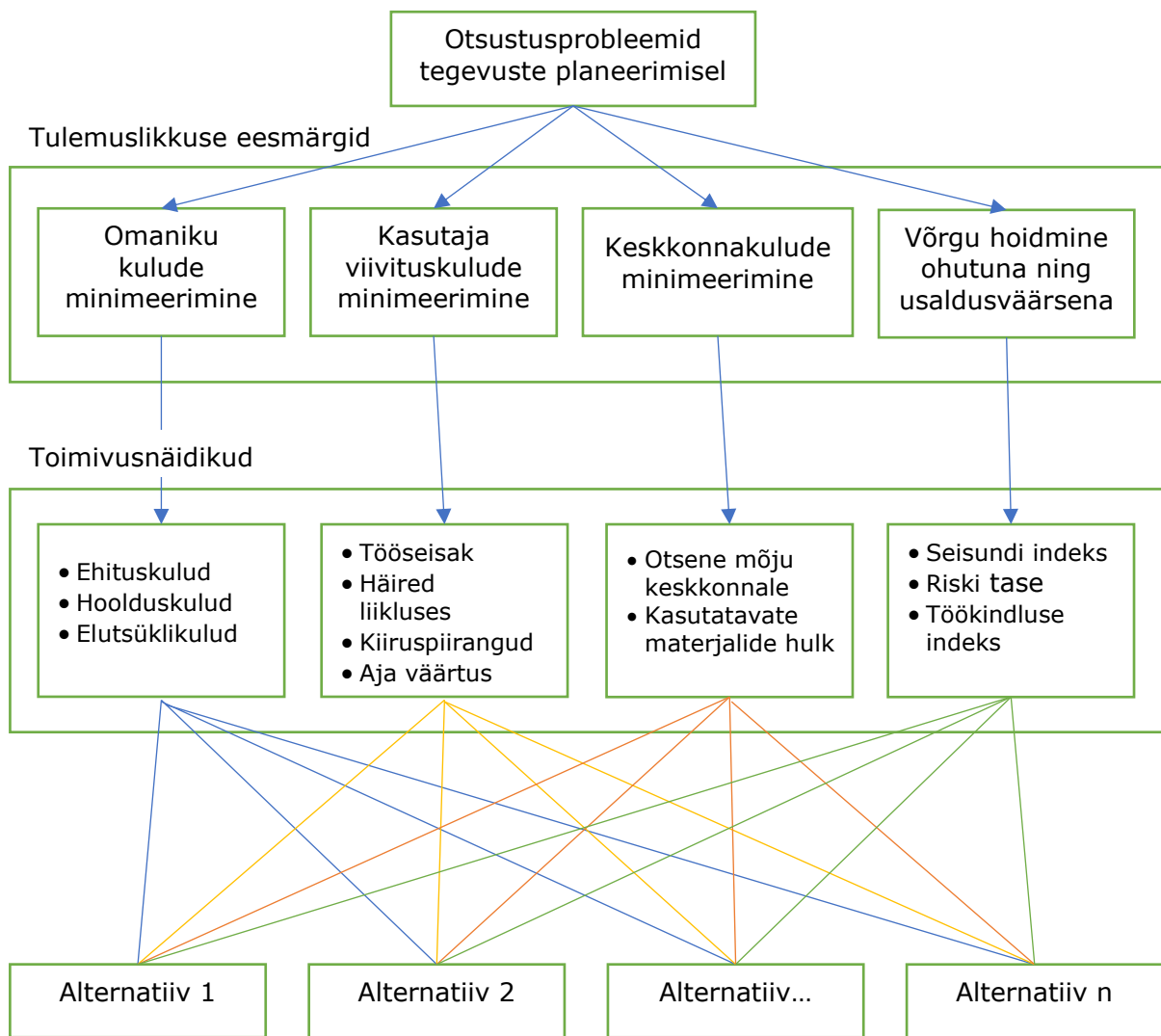
Iga otsustusprotsessi tulemus oleneb suuremal või vähemal määral eelistuse järjekorrast. See tähendab, et alternatiivseid võimalusi kaaludes valitase välja kõige sobilikum variant.

Mõnel juhul on otsuseid lihtne vastu võtta. Kui haldamisel on prioriteet hoida omaniku kulud võimalikult madalad, siis valitakse kõige odavam variant. See otsus põhineb reaalsel arvudel ning seetõttu pole vajadust koostada väga detailset pingerida. Keerulisemaks muudab otsustamise mitme eesmärgi korraga saavutamine. Kõiki kriteeriumeid arvestades ei saa väita, et üks alternatiiv on igas mõttes teisest parem. Näiteks ei saa tavaliselt samal ajal maksimeerida teenindustaset ning minimeerida kulusid. See tähendab, et otsuse tegemisel tuleb eelistada üht eesmärki teisele ning leida kompromiss. Sageli tekib selline olukord siis, kui alternatiivtegevuste võrdlemisel lähtutakse erinevate osapoolte mitterahalistest huvidest.

Üks võimalus alternatiivtegevuste omavaheliseks võrdlemiseks on kasutada funktsiooni, kus kõik kriteeriumid on teisendatud ühele skaalale. Selle tarbeks tuleb otsustajal paigutada erinevad kriteeriumid pingeritta. Funktsioon peab võtma arvesse otsustaja kõiki huve ning andma arvulise vastuse. Kui selline funktsioon on koostatud, saaks leida kõige sobivama variandi optimeerimismeetodi abil. Selleks on vaja teha järgmised kolm sammu [14]:

1. Määrata suhtelised osakaalud igale kriteeriumile;
2. Teisendada kriteeriumid ühte mõõtkavasse ning anda hinnang mingil skaalal (nt 0-100);
3. Osakaalusid ning teisendatud kriteeriume arvesse võttes arvutada funktsiooni kaudu väärtus ning võrrelda tulemusi.

Parendustegevuste planeerimisel peab omanik arvestama piiratud eelarvega ning kehtivate nõuetega, mis muudab otsustamise raskemaks. Seetõttu on optimeerimisel oluline leida võimalikult suur ühisosa võimaluste ning eesmärkide vahel.



Joonis 2.5 Mitme eesmärgi saavutamine alternatiivide võrdluse kaudu [15]

3 ALUTAGUSE VALLA TEEHOID

3.1 Alutaguse valla arengukava

Dokumendis „Alutaguse valla arengukava 2021-2030“ [16] kirjeldatakse Alutaguse valla teehoidu. Seal tuuakse välja kohalike teede hetkeseis, planeeritavad tegevused ning üldised põhimõtted.

Alutaguse vallas on teeregistrisse kantud 325 km kohalikke teid. Kuna ligikaudu 2/3 valla teedest on killustik- või kruuskattega, siis jätkub tolmuwabade katete ehitus. Teede valikul lähtutakse rahalistest võimalustest, liiklussagedusest ning tolmuhäiringu mõjualasse jäävate majapidamiste arvust. Samuti juhitakse tähelepanu sellele, et uute tolmuwabade katete rajamise planeerimisel on oluline arvestada ka vanade katete korduspindamise vajalikkusega.

Teede suvihoolet ja remonti teostatakse vaid valla teedel või avalikus kasutuses olevatel erateedel. Talihoolet teostatakse lisaks eespool mainitule ka erateedel (sealhulgas majapidamiste juurdepääsuteedel).

Valla territooriumil on rajatud jalg- ja jalgrattateed Iisaku ja Mäetaguse alevikus ning Kiiikla, Mäetaguse, Täriveri, Vasavere, Kurtna, Illuka ja Kuremäe külas. Kokku on jalg- ning jalgrattateid ehitatud 29,3 km.

Üldplaneeringus on liiklusohutuse tagamiseks riigimaanteed 3, 32, 88, 13111 ja 13112 äärde ette nähtud jalg- ning jalgrattateede (edaspidi JJT) rajamine. Sellest lähtuvalt on valminud ehitusprojektid JJT rajamiseks riigitee 3 äärde Jõetaguse-Pagari-Atsalama-Rajaküla lõigul 4000 m ja Iisaku alevikku jääval lõigul 495 m ulatuses.

Valminud on ehitusprojekt kergtee rajamiseks Kuremäe küla keskus (1340 m) ja Iisaku alevikus riigitee 35 äärde Tudulinna suunal (547 m).

2021. a pidi kava kohaselt valmima JJT (583 m) ka Kauksi-Kuru tee äärde rajatav JJT (750 m).

Projekteerimisel on kergtee rajamine tee 13111 äärde Alajõe külas kahe lõiguna kogupikkusega 1740 m ning olemasoleva Kiiikla JJT pikendamine ca 1203 m võrra kuni Ratva külani riigitee 13126 ääres.

Arengukavas pole sildade hooldusega seotud tegevusi välja toodud.

3.2 Sildade korrashoiu põhimõtted ning eesmärgid

Rajatistega seotud korrashoiu põhimõtete ning eesmärkide väljaselgitamiseks viidi enne ülevaatuste tegemist omavalitsuse esindajaga läbi intervjuu.

Vestlusest selgus, et sildadest korralik ülevaade hetkel puudub. Erinevate rajatiste kohta on küll nimekiri olemas, kuid täpselt polnud teada, millised neist kvalifitseeruvad määrase „Tee seisundinõuded“ järgi sillaks. Seetõttu lepitati kokku, et arvu täpsustatakse hiljem mõõtmiste käigus. Samuti tunnistati, et sildade seisundi- ning registriandmed on pigem pealiskaudsed ning eraldi registrit nende jaoks pole.

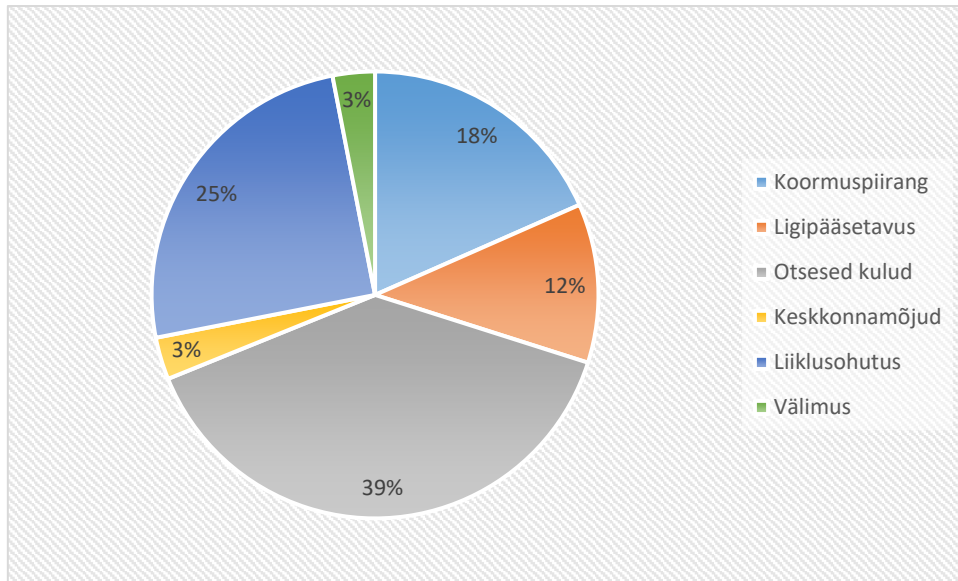
Teehoiuks raha eraldamine toimub vajaduspõhiselt, kuid samas tõdeti, et eelarve seab ka omad piirangud. Peamiselt keskendutakse teede suvi- ning talihooldele ja tolmuwabade katete rajamisele. Pidevat, läbi aasta kestvat hooldelepingut ei ole sõlmitud, kuna siiani on eelistatud sõlmida lepinguid tulenevalt töö liigist. Põhiline sildadega seotud hooldetegevus puudutab vaid teekatte korrashoidu.

Väideti, et kõik sillad on vajalikud ning taastatakse ühel või teisel moel, kui rajatis peaks muutuma kasutuskõlbmatuks. See tähendab, et nende sildade säilitamine on omanikule oluline ning vajadusel ollakse valmis mingil määral parendustegevusteks rahaliselt panustama. Jõuga sild on ainus, mille puhul mahukamate investeeringute vajalikkuses kaheldi.

Sildade võimalike parendustegevuste omavaheliseks võrdlemiseks lasti omavalitsuse esindajal võrrelda omavahel 6 eri tulemuslikkuse näidikut, millest kujunes lõplik osakaal igale näidikule. Tabelis 3.1 on esitatud tulemuslikkuse eesmärk, sellele vastav tulemuslikkuse näidik ning toimivusnäidik, mille alusel saab olukorda hinnata.

Tabel 3.1 Tulemuslikkuse eesmärkidele vastavad näidikud

Tulemuslikkuse eesmärk	Tulemuslikkuse näidik	Toimivusnäidik
Pakkuda töökindlat võrku	Koormuspiirang	Seisunditaseme indeks
Tagada ohutu liikluskeskkond	Liiklusohutus	Teatud seisundinõuete täitmine, potentsiaalsed ohukohad
Pakkuda jätkusuutlikku võrku	Ligipääsetavus	Võimalike ümbersõiduteede olemasolu ja pikkus, liikluse häiritus
Minimaliseerida kulusid omanikule	Otsesed kulud	hoolduse ja/või remonttööde kulud
Hoida keskkonda	Keskkonnamõjud	tööde võimalik mõju keskkonnale
Tagada silla võimalikult hea välimus	Välimus	Ülevaatuse põhjal välimuse hindamine



Joonis 3.1 Prioriteetide osakaalud otsuste tegemisel

Jooniselt 3.1 on näha, et kõige rohkem tuleb otsustusprotsessides lähtuda rahalistest võimalustest (39%). Olulisel kohal on ka liiklusohutuse tagamine, mis moodustas tervikust 25%. Sellele omakorda järgnevad koormuspiirangute vältimine (18%) ning ligipääsetavuse säilitamine (12%). Selgus, et keskkonnamõjude minimeerimine ning sildade hea välimus on teiste näitajatega võrreldes väga väikese tähtsusega. Mõlema eelmainitud näitaja osakaal on vaid 3 protsenti.

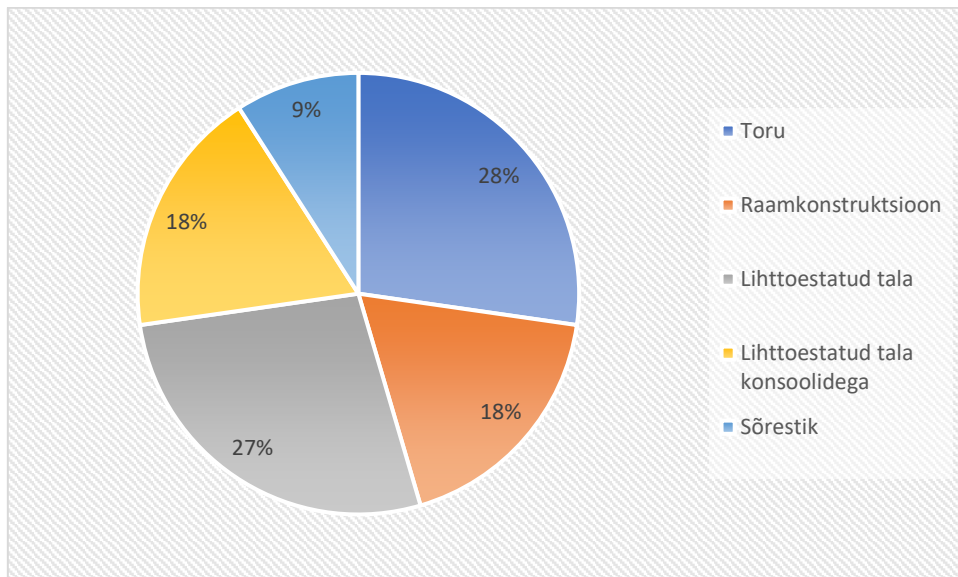
3.3 Ülevaade Alutaguse valla sildadest

Alutaguse valla kohalikel teedel on 22.04.2022 seisuga kokku 11 silda.

Ülevaatuste jooksul koguti rajatiste kohta infot, mille alusel saab hinnata parendustegevuste vajadust ning analüüsida erinevaid investeerimisstrateegiaid. Sildade peamised vaadeldavad parameetrid olid järgmised:

- konstruktsiooni tüüp;
- sildade mõõtmed ja avade arv;
- avaehituse materjal;
- seisunditaseme indeks.

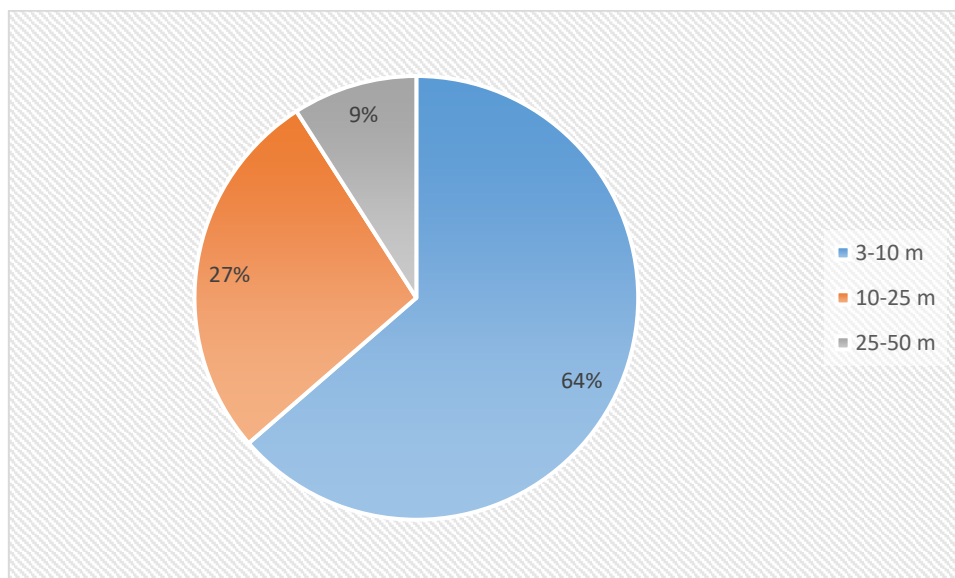
3.3.1 Konstruksiooni tüüp



Joonis 3.2 Sildade jagunemine tüübi järgi

Kõige rohkem on Alutaguse vallas konstruksiooni tüübi järgi lihttoetatud talasildasid ning torusildasid (mõlemat 3 tk). Neile järgnevad kahe sillaga raam- ning konsoolidega lihttoetatud talasillad. Sõrestiksildasid oli üks.

3.3.2 Sildade mõõtmed ning avade arv



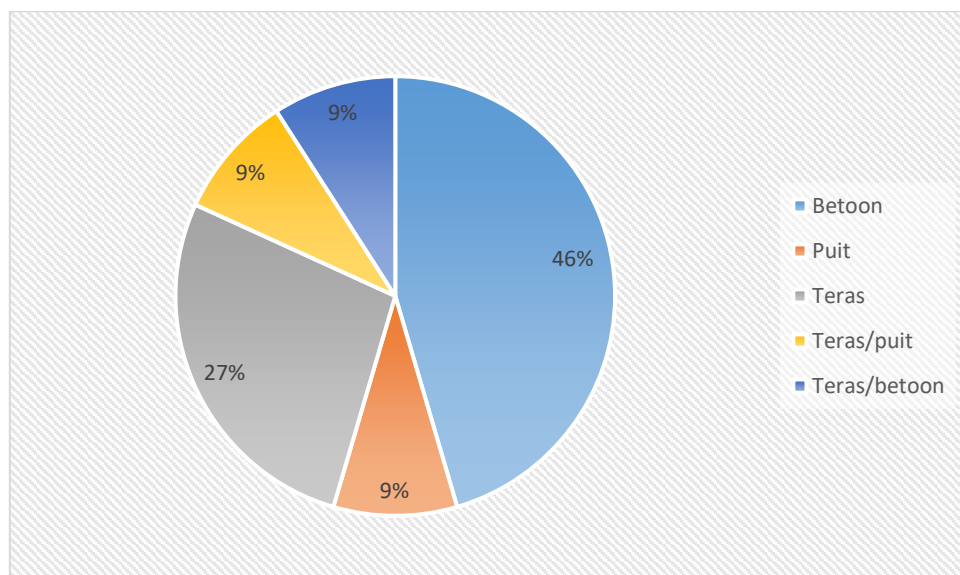
Joonis 3.3 Silla pikkuste protsentuaalne jagunemine pikkuse järgi

Jooniselt 3.3 nähtub, et suurem osa sildasid on lühikesed. Üle 25 meetri pikkuseid sildasid oli vaid üks. Kõige pikem on Järuska ning kõige lühem Vasavere kergliiklustee sild.

Avade arvu järgi on enamik (9 tk) rajatisi 1-avalised. Nii 2-avalisi kui ka 3-avalisi sildu oli üks.

Kõikide sildade tekiplaadi kogupindala on Alutaguse vallas 787 m². Kõige väiksem sild pindala põhjal on Pasti sild (18,5 m²) ning kõige suurem Keskuse sild (149 m²).

3.3.3 Avaehituse materjal



Joonis 3.4 Sildade jagunemine ava materjali järgi

Avaehituse materjali järgi on peamiseks ehitusmaterjaliks betoon. Teisel ja kolmandal kohal on vastavalt teras ja puit.

3.3.4 Sildade seisukord

Sillapargi hetke olukorra hindamiseks kasutati seisunditaseme indeksit (edaspidi ka STI), mis on sisuliselt analoogne riigiteedel määratava Seisundi Indeksiga. STI on number ühest neljani. Seisunditaseme indeks on sildade tehnilise seisundi võrdlemiseks ning remondivajaduse pingerea koostamiseks oluline parameeter. Indeksi määramisel on lähtutud peamiselt RMK sildade hindamise juhendist. Toetava materjalina (üksik)elementidele seisunditeguri omistamiseks kasutati projekti „Kohalike tervikteede inventeerimine“ sildade ülevaatuse kaardi täitmise juhendis olevat tabelit. Tabelis 3.2 on toodud välja seisundid ning neile vastavad kirjeldused.

Tabel 3.2 Seisundi hindamistabel eri materjalide ning elementide jaoks [1]

Seisund	Raudbetoon	Teras	Müüritis	Puit	Hüdro
1-väga hea	Puuduvad	Pleekimine	Puudub	Pleekimine	Ei leki
2-hea	Väikesed praod (<1mm), murenemised,	Värvi koorumine, pragunemine.	Kivide vaheline segu on murenenud ja	Kuivamispraod, vähene värvi koorumine.	

	vee läbijooksu tunnused, betooni halb kvaliteet	Vähene pindmine rooste.	vähesel määral välja kukkunud.		
3-kehv	Armatuur on paljandunud ja korrodeerunud. Betoon on lõhestunud ja vee piiril uhtunud.	Element on roostes, kuid rooste ei ole kooruma hakanud. Värv kobrutab.	Kivide segu on eraldunud. Kivid on lagunema hakanud.	Esineb lokaalseid pehkimisnähte.	
4-väga kehv	Armatuur paljandunud ja kogu perimeetri ulatuses kooruv rooste. Suured praod (>1cm).	Esineb kooruvat roostet. Element on deformeerunud ja esineb pragusid.	Kivid on eraldunud ja pragunenud. Esineb deformatsioone	Element on pehkinud, deformeerunud ja esineb puidu kiuga ristisuunas pragusid.	Lekib

RMK sildade hindamise juhendile vastavalt sooritati järgmised tegevused [17]:

- 1) loetleti üles kõik hindamisele kuuluvad silla üksikelemendid (nt sillateki peakandjad, silla katend, tekiplaat jne);
- 2) määrati kindlaks, milliseid üksikelemente vaadeldakse koos ja milliseid eraldi;
- 3) igale üksikelemendile või üksikelementide grupile määrati skaalal 1-3 tähtsusstegur, kus 3 on kandevõime ja/või kasutusea poolest kõige olulisem ning 1 kõige marginaalsem element;
- 4) määrati üksikelementide või üksikelementide grupile seisunditegur S_i . Selleks kasutati eespool välja toodud tabelit 3.2. Arvesse võeti järgmisi tingimusi:
 - kui üksikelement on puudu, aga on siiski ette nähtud, siis $S_i=4$ (nt käsipuud);
 - kui üksikelement on puudu ning seda pole ette nähtud, siis tuleb see nimekirjast välja arvata (nt tugiosa);
 - üksikelemendi seisunditeguri $S_i=4$ puhul tuleks koheselt sekkuda ning element remontida või asendada.
- 5) Arvutati tervikkonstruktsiooni seisunditaseme indeks järgmise valemi järgi:

$$STI = \frac{\sum_{i=1}^n (T_i * S_i)}{\sum_{i=1}^n T_i} \quad (\text{valem 3.1})$$

kus T_i - üksikelemendi või üksikelementide grupi tähtsusstegur;

S_i - üksikelemendi või üksikelementide grupi seisunditegur;

i - üksikelemendi või üksikelementide grupi number;

n - üksikelementide või üksikelementide grupi koguarv.

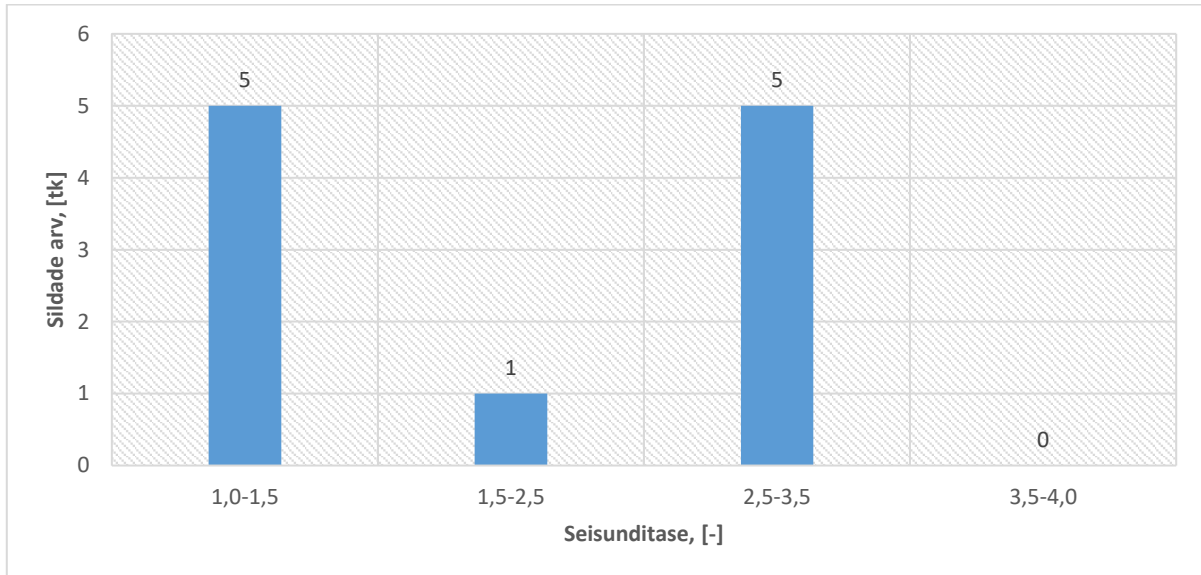
Seisunditaseme indeks kujuneb ülevaatus käigus kogutud eri üksikelemendi või elemendigruppide füüsilise välimuse hinnangul, mistõttu on see sobilik ainult rahaliste vahendite planeerimiseks, kuid mitte funktsionaalsusega seotud kriteeriumite (nt kandevõime) hindamiseks [1].

Ülevaatus käigus vaadeldud võimalikud üksikelemendid või üksikelementide grupid on välja toodud tabelis 3.3.

Tabel 3.3 Silla elementideks jaotamine koos soovitatavate tähtsusteguritega [17] (Autori poolt kohandatud)

Silla element	Peamine funktsioon	Vaadeldakse koos	Elemendi tähtsustegur T_i	
Abikonstruktsioonid inspekteerimiseks	Ohutu juurdepääs silla alla	Jah	1	
Valgustid	Ohutu silla ületamine	Jah		
Liikluskorraldusvahendid	Ohutu silla ületamine	Jah		
Voolusäng	Vee äravool. uhtumiste vältimine	Jah		
Pealesõidud	Vee äravool, mugav ületus	Ei	2	
Deformatsioonivuugid	Vee äravool, kandevelementide kaitse	Ei		
Koonused ja tugimüürid	Vee äravool, vajumiste ning uhtumiste vältimine	Ei		
Külgtiivad	Mulde püsivuse tagamine	Ei		
Käsi puud	Ohutu silla ületamine	Jah		
Põrkepiirded	Ohutu silla ületamine	Jah		
Servaprussid	Kandevelementide kaitse, vee äravool	Jah		
Kõnniteekonstruktsioonid	Ohutu silla ületamine	Jah		
Joa- ja tilktorud	Vee äravool	Jah		
Veerennid ja -torud	Vee äravool	Jah		
Hüdroisolatsioon	Kandva elemendi kaitse	Jah		
Silla katend	Mugavus, kandva elemendi kaitse	Jah		
Peakandjad	Vastupanu koormustele	Ei		3
Tugiosad	Pealisehitise koormuse üle kandmine alusehitisele	Ei		
Tugipadjad	Pealisehitise koormuse üle kandmine alusehitisele	Ei		
Sambad	Vastupanu koormustele	Ei		
Riigid	Vastupanu koormustele, koormuse jaotamine	Ei		
Abikandjad	Vastupanu koormustele	Jah		
Tekiplaat	Koormuste ülekandmine kanduritele	Jah		
Jäikussidemed	Vastupanu koormustele	Jah		

Alutaguse valla kohalike teede sillapargi keskmine seisunditaseme indeks 2022. a aprilli seisuga on 2,06, mis skaalale 0-100% teisendades on 64,5%. Tulemus on ligilähedane kohaliku omavalitsuse esindaja hinnangule oma sillapargile (70%). Sillapargi seisukorda võib üldiselt pidada heaks. Rajatiste jagunemine erinevate seisunditaseme vahemike vahel on näidatud joonisel 3.5.



Joonis 3.5 Sildade seisunditaseme indeksite jaotus

Jooniselt järeldub, et sillad on pigem kas väga heas või kehvast seisukorras. Kõik viis väga heas seisundis rajatist on valminud viimasel kümnendil. Paraku vajab sama palju ülevaatuste põhjal juba kindlasti kapitaalremonti või ümberehitamist. Koheselt sulgemist vajavaid sildu ei tuvastatud. Hindamislehed on esitatud Lisas 2.

Kuna seisundihinnangu andmise eesmärk on aidata planeerida hooldus- või parendustegevusi, siis tabelis 3.4 on nimetatud vastavalt sillapargi seisundile soovitatavad tegevused.

Tabel 3.4 Sillapargi seisukorra ja võimalike tegevuste kirjeldus [1]

Sillapargi keskmine seisund	Tegevused
1-väga hea	Suurem osa sildu vajavad vaid hooldamist ning peamine parendustegevus on seotud sildade õigeaegse remontimisega. Olenevalt kasutajate vajadustest (kandevõime, liiklussagedus) esineb ka mõningate sildade ümberehitamist.
2-hea	Enamik sildadest vajavad remontimist ning peamised parendustegevused on seotud sildade õigeaegse remondi või põhjendatud kapitaalremondiga. Olenevalt kasutajate vajadusest esineb ka sildade ümberehitamist.

3-kehv	Suurem osa sildu vajab remontimist ning peamised parendustegevused on seotud põhjendatud kapitaalremondi või ümberehitamisega.
4-väga kehv	Enamik sildu vajab piirangute kehtestamist või ümberehitamist. Peamine parendustegevus on seotud sildade ümberehitamise või sulgemise kaalutlemisega.

Tabelist järeldub, et parendustegevuste proportsioonid sõltuvad sillapargi seisukorrast. Sildade seisukorra parandamiseks on vaja aga sillaparki investeerida. Tabelis välja toodud parendustegevusi võib kirjeldada järgmiselt [1]:

- Hooldamise eesmärk on tagada, et teerajatise seisukord vastaks nõuetele, mis on kehtestatud igal aastaajal kehtivate liiklusohutuse tagamise reeglitega. Hooldamisega silla seisund ei parane.
- Remondi eesmärk on rajatiste transpordi- ja eksploatatsiooniseisukorra taastamine tasemeni, mis võimaldab tagada nende kasutusomadustele esitatavate nõuete täitmist järgmise remondini, kui liiklussagedus ei ületa antud maanteeklassile kehtestatud arvutuslikke näitajaid. Remondi käigus eemaldatakse, puhastatakse asendatakse ning kaitstakse kahjustunud materjale. Remonditööd ei suurenda üldiselt silla kandevõimet ning on pigem hooldava iseloomuga tegevused, mis taastavad silla endise kasutuse. Remondi abil silla seisund paraneb, kuid mitte uueväärsega võrdses.
- Kapitaalremondi eesmärk on rajatiste ja/või nende osade konstruktsioonelementide täielik taastamine ning nende seisukorra viimine sellise remonditava tee klassi suhtes kehtestatud lubatud väärtuste ning tehniliste näitajate tasemeni, mis võimaldab tagada rajatise kasutusomadustele esitatavate normatiivnõuete järgimist kuni järgmise kapitaalremondi või ümberehituseni. Kapitaalremondiga silla seisund paraneb, kuid mitte uueväärsega võrdses.
- Ümberehituse eesmärk on vana rajatise lammutamine ning uue ehitamine, mis vastaks kõikidele kehtivatele nõuetele. Ümberehitusega muutub silla seisund võrdses uueväärsega.

Hooldustegevuste mõju saab hinnata kolme erineva parameetri abil, milleks on seisukorra parandamine, seisukorra halvenemise peatamine või seisukorra halvenemise aeglustamine [1]. Kuna sildade keskmine seisukord on hea, siis tuleb peamiselt keskenduda seisukorra parandamisele.

3.4 Peamised kahjustused

Selles peatükis tuakse välja Alutaguse valla kohalikel teedel asuvate rajatiste kõige tüüpilisemad kahjustused ning antakse soovitusi nendega tegelemiseks.

3.4.1 Tähistus

Sildade tähistamine on liiklusohutuse tagamiseks oluline. Määruse „Tee seisundinõuded“ järgi tuleb tähistada sõidutee katte laiuse vähenemine ning sillapiirde algus. Piirde puudumisel peab olema paigaldatud mõlemale poole teed liiklusmärk 686 „ohtlik koht või teeäär“ või püstmärgis. Nõuetekohane tähistus puudub neljal sillal ning seetõttu tuleks nende puhul tellida töö nõuetega vastavusse viimiseks. Puuduliku tähistusega sillad on esitatud Lisa 1 tabelis.



Joonis 3.6 Tammetaguse ning Jõuga sild

3.4.2 Katend

Katendi puhul esines probleeme asfalt- ning kruuskatetega. Nende puhul oli peamiseks puuduseks ebatasasused ning lahendamata vee ärajuhtimine, mis tuleneb regulaarse hoolduse puudumisest. Eelmainitud probleemide likvideerimiseks tuleb kruusateid profileerida ning sildade ääri niita ning puhastada. Kokku on erinevaid probleemseid rajatisi 6.



Joonis 3.7 Vasavere ning Saaremetsa sild

3.4.3 Servaprussid

Servaprusside enamlevinud probleemiks on mustuse kogunemine, sammaldumine, betooni murenemine ning armatuuri paljandumine ja roostetamine. Sarnaste kahjustustega sildasid on 5 tk. Kõik kahjustused on tekkinud vähese hoolduse tagajärjel ning on suuresti likvideeritavad üldiste hooldustööde käigus.



Joonis 3.8 Jõuga ja Keskuse sild

3.4.4 Koonused

Koonuste puhul on kõige rohkem esinevateks probleemideks kõrge muru, võsa ning puud, mis takistavad vihmavee liikumist. Mõnel sillal esineb uhtumisi. Sarnaste probleemidega sildu on 8. Kahjustuste eemaldamiseks (niitmiseks) on soovitatav hakata kogu sillaparki regulaarselt hooldama.



Joonis 3.9 Tammetaguse ning Oja sild

4 SILDADE INVESTEERINGUVÕIMALUSED

4.1 Hooldustegevused

Kuna eraldiseisvalt tööde tellimine on pigem ajutine lahendus, siis on soovitatud otsida Alutaguse valla sildadele lepinguline hooldepartner, kes tegeleks jooksvalt üldise hoolduse ning väiksemate remonttöödega. Võttes aluseks 2019. aastal Maanteeameti (praeguse Transpordiameti) soovituslikud parendustööde ühikhinnad, siis tekiplaadi alusel kujuneks keskmiseks hoolde hinnaks 2022. aastal 4,5 EUR/m². Arvestades, et sillapargi tekiplaatide kogupindala on 787 m², siis aastane eeldatav hooldelepingu maksumus oleks suurusjärgus 3540 eurot. Tavahoolduse käigus teostatakse järgmisi tegevusi:

- puhastatakse sildade servaprusse ning tugipatju iga-aastaselt;
- vastavalt vajadusele tehakse kohtparandusi sildade käsipuudele värvimise ning immutamisega;
- iga-aastaselt niidetakse silla piirkonnas muru;
- puhastatakse jooksvalt koonuseid ning voolusängi puudest;
- parandatakse katendis üksikuid auke ning vahetatakse lokaalselt puitosi.

Hooldustegevusi teostatakse kogu sillapargile ja konkreetsed tegevused lepivad kokku tellija ja töövõtja vahel. Teiste parendustegevuste puhul vaadeldakse iga silda eraldi ning soovituslik teostatava töö liik määratakse järgnevate põhimõtete alusel [1]:

- Kui silla seisund on väga hea (STI 1,0-1,5), siis piirduakse silla hooldamisega.
- Kui silla seisund on hea (STI 1,5-2,5), siis teostatakse sillale remont lokaalsete kahjustuste parandamisega kuni 20% rajatise mahust. Tekiplaadi alusel kujuneks eeldatavaks maksumuseks 730 EUR/m². Remont hõlmab raudbetoonkonstruktsioonide puhul rooste puhastamist ning torkreeterimist. Teraskonstruktsioonide korral puhastatakse rooste ning värvitakse element üle. Sama tegevuse all saab suurendada ka rajatise ohutust piirete välja vahetamisega. Selle parendustegevuse tulemusena tõuseb silla seisukord kuni 1,1-ni. See tähendab, et visuaalselt on sild puhas, kui mitte uueväärne.
- Kui silla seisund on rahuldav (STI 2,5-3,5), siis teostatakse kapitaalremont maksumusega 1350 EUR/m². Kapitaalremondi käigus parandatakse pindasid (betooni puhul torkreeterimine, terase korral pindade üle värvimine, kivikonstruktsioonide puhul täielik pindade parandamine). Parendustegevuse tulemusena tõstetakse silla seisund 1,1-ni.

- Kui silla seisund on väga halb (STI 3,5-4,0), siis sild rekonstrueeritakse maksumusega 2450 EUR/m². Rekonstrueerimise käigus vahetatakse kõik elemendid uute vastu või taastatakse täielikult. Parendustegevuse tulemusena tõuseb silla seisund 1,0-ni.

4.2 Sildade investeringuvajadus

Sildade investeringuvajaduse hindamisel lähtuti kogu sillapargi haldamiseks määratud näidikute osakaaludest. Oluline on hoida kulusid võimalikult madalal, kuid samas üritada tagada rajatise kandevõime, liiklusohutus ning ja ligipääsetavus. Eraldi pöörati tähelepanu rajatistele, mille seisunditaseme indeks on kümne aasta perspektiivis suurem kui 3, kuna need sillad on juba rahuldavas või väga halvas seisus ning vajavad kiiret reageerimist.

Arvestades, et ümberehituse väärtus on ca 2450 EUR/m², siis Alutaguse valla sillapargi (pindalaga 670,55 m²) koguväärtus on ligikaudu 1,64 miljonit eurot. Pindala arvutuses on siinkohal tehtud möödus, et torusildadele leitakse tekiplaadi pindala ümberehituse maksumuse hindamiseks järgmise valemiga:

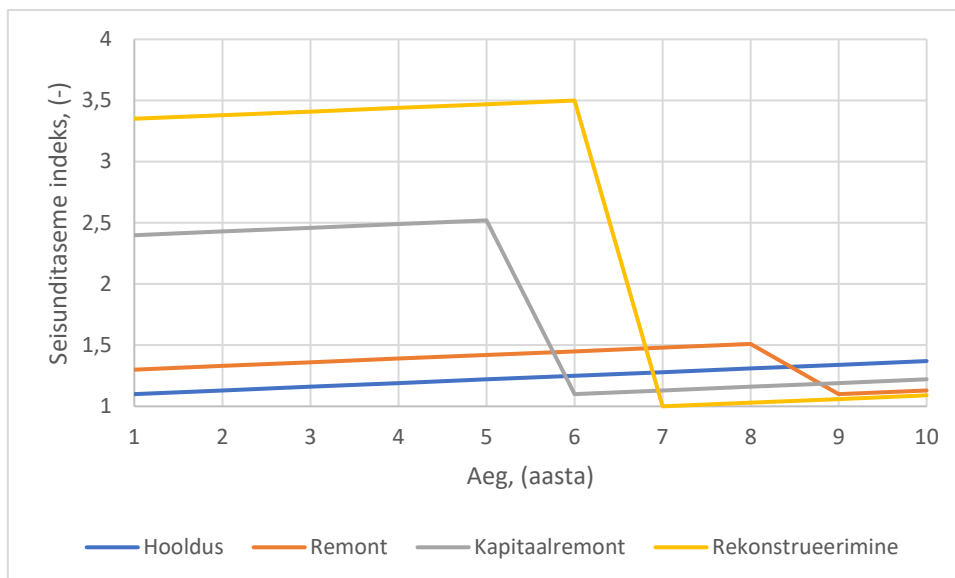
$$S = (b + 2 * 0,6) * l \quad (\text{valem 4.1})$$

kus b- sõidutee laius silla kohal, m

l- ava pikkus, m

Hilisemate aastate rahalised väärtused on esitatud tulevikuväärtusena, kasutades diskontomäära 4%.

Kuna eelnevalt pole sama mudeli järgi Alutaguse vallas sildu hinnatud, kasutatakse sildade seisukorra prognoosimiseks konstantset seisukorra muutust 0,03 ühikut aastas. Seisukorra muutuse suurus on leitud põhimõtte alusel, et tavahooldusega on silla eeldatav kasutusiga 100 aastat. Joonisel 4.1 on toodud välja seisukorra muutused ning eri hooldetegevuste mõju.



Joonis 4.1 Prognosimudel ning eri parendustegevuste mõju

Silla tüübist sõltumata halveneb seisukord lineaarselt. Parendustegevuste korral on paika pandud piirväärtused, mille ületamisel kaalutakse vastava tegevuse teostamist (remondil 1,5; kapitaalremondil 2,5 ja ümberehitusel 3,5). Arvestada tuleb sellega, et torusildadel on seisunditaseme indeksi määramisel hinnatavaid elemente vähe ning seetõttu on võimalik isegi vaid rutiinse hooldega arvuliselt väljendatavat tulemust oluliselt parandada. Tabelis 4.1 on torusillad tähistatud tärniga.

Tabel 4.1 Seisunditaseme indeksi muutus aastate lõikes

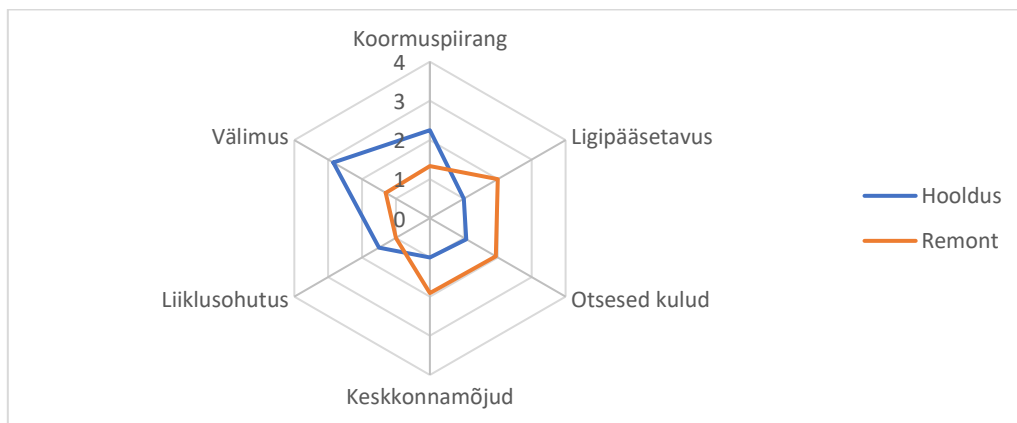
Silla nimetus	Aasta										
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	Seisunditaseme indeks										
Vasavere1	3,10	3,13	3,16	3,19	3,22	3,25	3,28	3,31	3,34	3,37	3,40
Vasavere2*	1,30	1,33	1,36	1,39	1,42	1,45	1,48	1,51	1,54	1,57	1,60
Jõuga	2,60	2,63	2,66	2,69	2,72	2,75	2,78	2,81	2,84	2,87	2,90
Tammetaguse	2,70	2,73	2,76	2,79	2,82	2,85	2,88	2,91	2,94	2,97	3,00
Alajõe	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27	1,30
Järuska	1,20	1,23	1,26	1,29	1,32	1,35	1,38	1,41	1,44	1,47	1,50
Keskuse	3,20	3,23	3,26	3,29	3,32	3,35	3,38	3,41	3,44	3,47	3,50
Oja	2,10	2,13	2,16	2,19	2,22	2,25	2,28	2,31	2,34	2,37	2,40
Pasti	2,60	2,63	2,66	2,69	2,72	2,75	2,78	2,81	2,84	2,87	2,90
Kaasiksalu*	1,50	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27	1,30
Saaremetsa*	1,40	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27	1,30

Sildade investeerimisvõimalusi võrreldakse 10 aasta perspektiivis, mis tegelikult on üsna lühike periood optimaalsete plaanide teostamiseks. Tabelis 4.1 on esitatud STI muutus aastate lõikes, mil teostatakse iga-aastaselt regulaarset hoolet. Praeguse seisuga on vaid hooldust vajavate sildade arv 5 (STI≤1,5). 10 aasta jooksul ületab neist ainult sild

Vasavere2 piirväärtust 1,5, kuna terastorul esineb värvi koorumist. Kallist remonti sild ei vaja, kuid töö autor annab soovitusel tellida töö pinna üle värvimiseks, sest vastasel korral võib lüheneda silla kasutusiga. Kõigi sildadega seotud probleemid on välja toodud Lisa 2 tabelites. Järgnevates alapeatükkides käsitletakse sildu, mille puhul tuleks kaaluda erinevaid mahukamaid parendustegevusi. Analüüs on tehtud põhimõttel, et igal aastal teostatakse regulaarset hoolet.

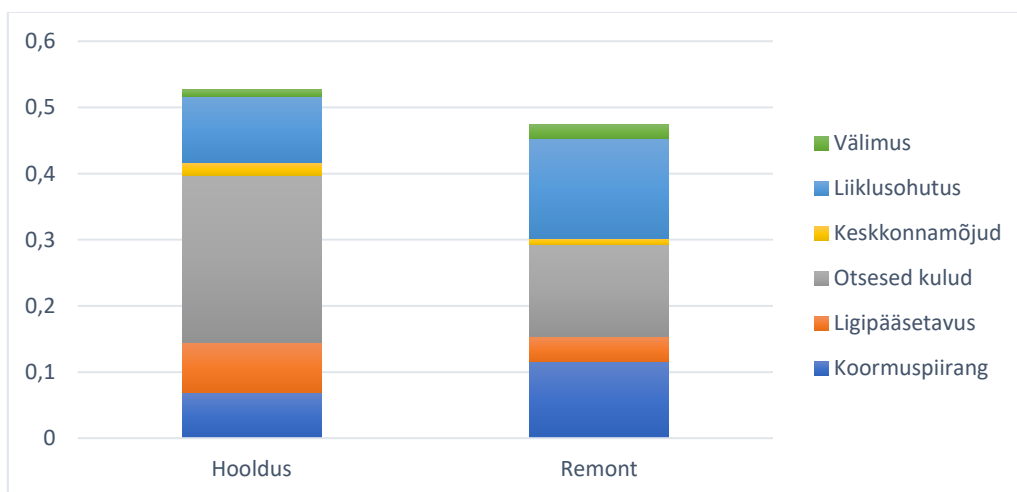
4.2.1 Oja sild

Oja silla STI on 2022. aastal 2,1. See tähendab, et soovituslik oleks teostada remont hinnaga 730 EUR/m². Omavahel võrreldakse kümne aastase perspektiiviga hooldust ning olukorda, kus remont teostatakse 2023. aastal. Remondi maksumus oleks 26 000 eurot. Tulemused on esitatud radardiagrammil (joonis 4.2). Mida väiksem pindala tegevusel on, seda rohkem tuleks seda varianti eelistada.



Joonis 4.2 Oja silla hoolduse ning remondi mõju eri tulemuslikkuse näidikutele

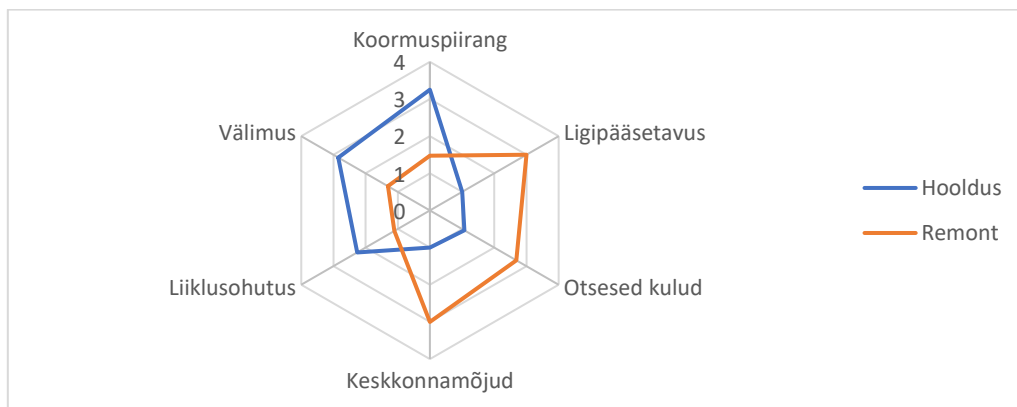
Arvestades prioriteetide osakaale, on 10 aasta perspektiivis mõistlikum kahest variandist tegeleda vaid hooldega. Tulemused on välja toodud joonisel 4.3.



Joonis 4.3 Oja silla hoolduse ning remondi mõju võrdlus prioriteete arvestades

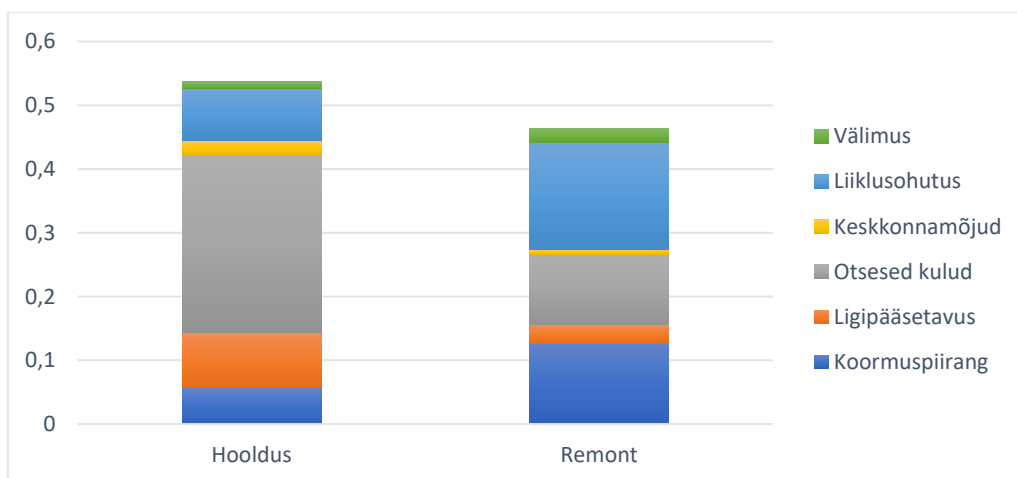
4.2.2 Vasavere sild

Vasavere silla STI on 2022.aastal 3,1. See tähendab, et soovituslik oleks teostada kapitaalremont, mille ühikhind oleks 1350 EUR/m². Omavahel võrreldakse kümne aastase perspektiiviga hooldust ning olukorda, kus kapitaalremont teostatakse 2023. aastal. Tulemused on esitatud radardiagrammil (joonis 4.4). Tekiplaadi pindala arvestades oleks kapitaalremondi maksumus 65 000 eurot. Vasavere sillal on raskeliikluse osakaal suur, kuna läheduses asub Pannjärve liivakarjäär. Seetõttu on oluline, et silla kandevõime oleks piisav.



Joonis 4.4 Vasavere silla hoolduse ning kapitaalremondi mõju eri tulemuslikkuse näidikutele

Prioriteetide osakaale arvestades on 10 aasta perspektiivis mõistlikum kahest variandist tegeleda ainult hooldega. Tulemused on toodud välja joonisel 4.5. Samuti ei arva töö autor, et sellel perioodil oleks vaja hakata piirama koormusi, kuid sellegipoolest soovitab jälgida seisundi muutumist ülevaatuste ajal ning kahtluste tekkimisel tellida täiendavad uuringud. Täpsema investeerimissoovituse andmiseks tuleks analüüsida pikemat perioodi ning vajadusel teostada kapitaalremont või ümberehitus varem. Seisunditaseme indeksi muutuse järgi võiks ümberehitus toimuda 2036. aastal



Joonis 4.5 Vasavere silla hoolduse ning remondi mõju võrdlus prioriteete arvestades

4.2.3 Jõuga sild

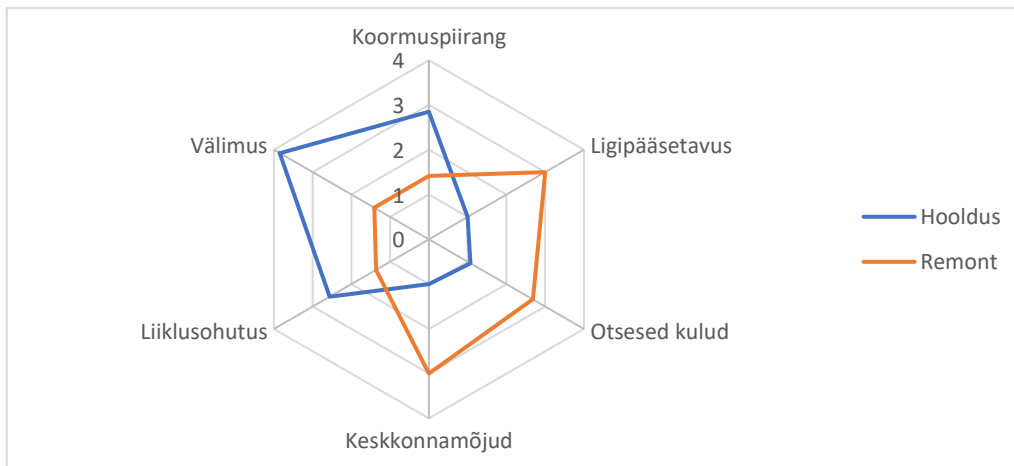
Jõuga silla STI on 2,6, mistõttu oleks soovitatav teostada kapitaalremont. Kuna tegemist on sisuliselt tee nr 3ga paralleelselt kulgeva kohaliku teega ning juurdepääs mõlemast otsast on tagatud, siis suuremahulist remonti pole mõistlik teostada. Samuti ei saa sinna suunata vajaduse tekkimisel põhitee liiklust, kuna gabariidid ning kvaliteet ei võimalda seda. Autori soovitus on keskenduda liiklusohutuse tagamisele ning paigaldada vastavad liikluskorraldusvahendid. Edasiste kahjustuste aeglustamiseks ning olukorra jälgimiseks tuleks hakata tegelema regulaarse hooldega ning vajadusel rakendada massipiirangut. Joonisel 4.6 on tähistatud sinise punktiga silla asukoht.



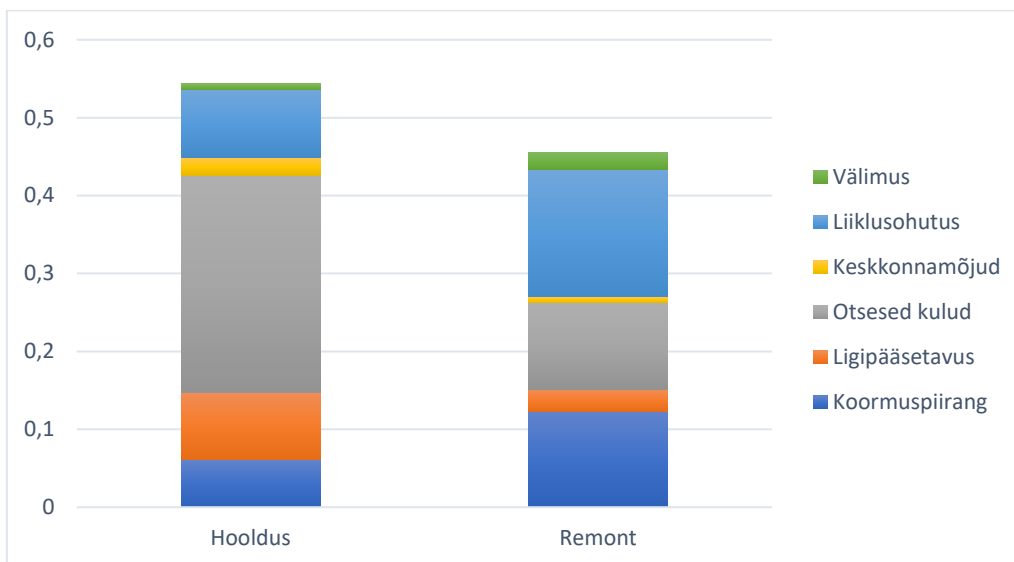
Joonis 4.6 Jõuga silla asukoht kaardil

4.2.4 Tammetaguse sild

Tammetaguse silla STI on 2,7, mis tähendab, et võrreldakse omavahel 10 aasta lõikes hooldamist ning kapitaalremonti, mis teostatakse 2023. aastal. Kapitaalremondi maksumuseks kujuneks diskonteerinuta 45 000 eurot. Tammetaguse silla alternatiivide võrdlus on esitatud joonisel 4.7.



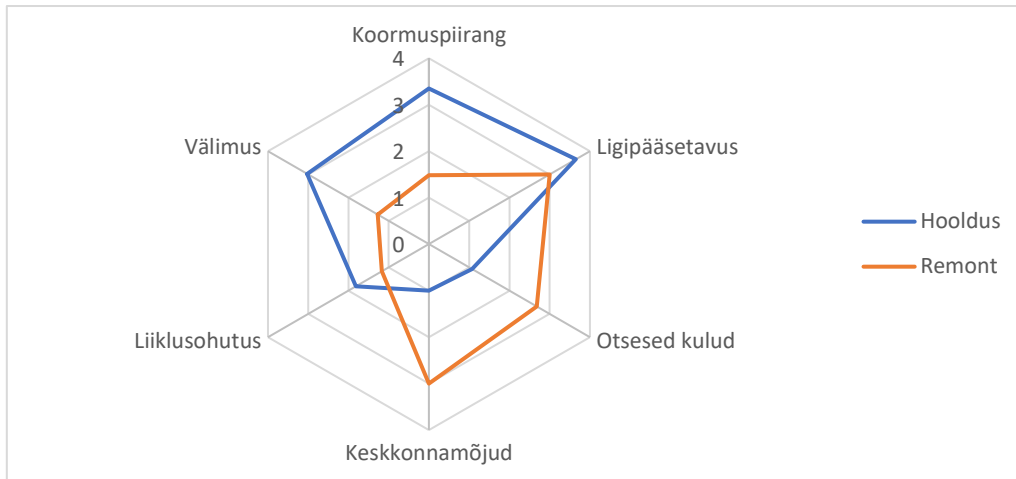
Joonis 4.7 Tammetaguse silla hoolduse ning kapitaalremondi mõju eri tulemuslikkuse näidikutele Arvestades osakaale, on otstarbekam tegeleda 10 aasta lõikes vaid hooldega ning väiksemate remonttöödega (joonis 4.8)



Joonis 4.8 Tammetaguse silla hoolduse ning remondi mõju võrdlus prioriteete arvestades

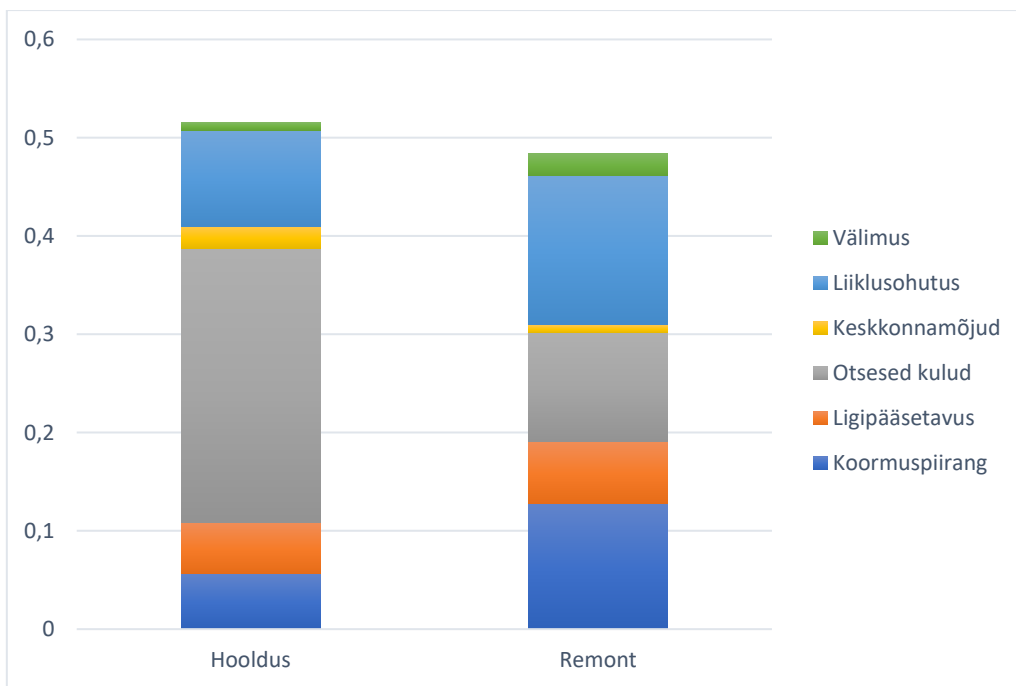
4.2.5 Keskuse sild

Keskuse silla STI on 3,2. Omavahel võrreldakse 10 aasta lõikes regulaarset hoolet ning kapitaalremonti, mis teostatakse aastal 2023 (joonis 4.9). Kapitaalremondi maksumus diskonteerituna oleks 209 000 eurot. Keskuse sillale on rakendatud koormuspiirang 8t.



Joonis 4.9 Keskuse silla hoolduse ning kapitalremondi mõju eri tulemuslikkuse näidikutele

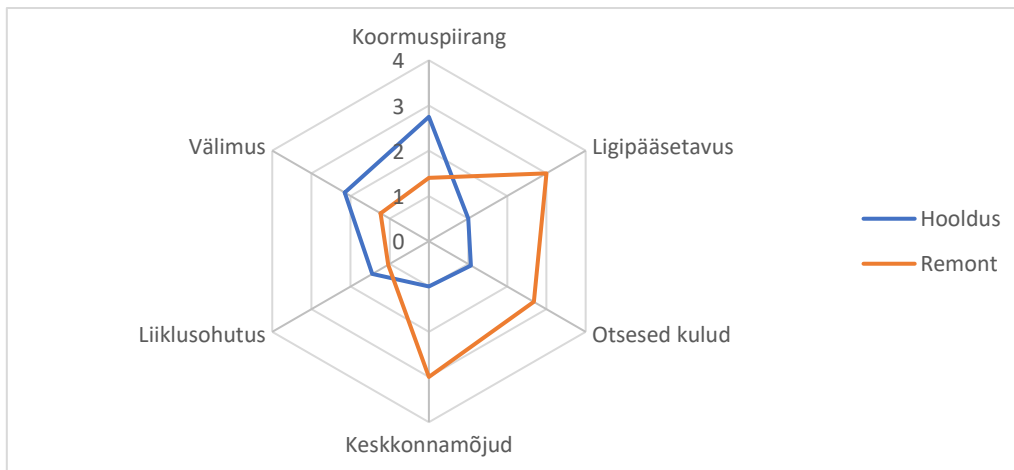
Osakaalusid arvestades on eelistatavam tegevus 10 aasta perspektiivis hooldus (joonis 4.10), kuid oma asukoha ning tähtsuse poolest kogu sillapargis annab töö autor soovitusel teostada sellel sillal peatselt kapitalremont või ümberehitus, et tagada kandevõime.



Joonis 4.10 Keskuse silla hoolduse ning kapitalremondi mõju võrdlus prioriteete arvestades

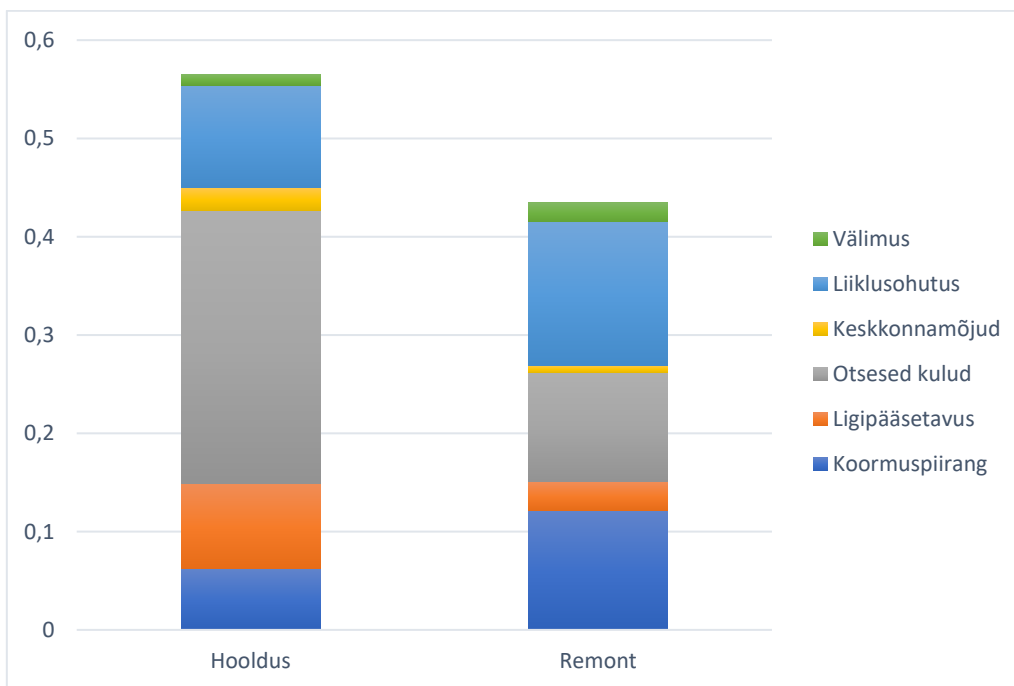
4.2.6 Pasti sild

Pasti silla STI on 2022. aastal 2,6. See tähendab, et vaatluse alla tulevad variandid, kus piirduakse rutiinse hooldusega või teostatakse kapitalremont. Mudeli teostamisel eeldatakse, et kapitalremont teostatakse 2023. aastal maksumusega 26 000 eurot. Tulemused on esitatud joonisel 4.11.



Joonis 4.11 Pasti silla hoolduse ning kapitalremondi mõju eri tulemuslikkuse näidikutele

Osakaalusid arvestades on mõistlikum 10 aasta perspektiivis hooldamine (joonis 4.12)



Joonis 4.12 Pasti silla hoolduse ning remondi mõju võrdlus prioriteete arvestades

4.3 Kokkuvõtte sildade hoold- ning parendustegevustest

Sildade investeeringuvajadust hinnati lähtuvalt esindaja poolt paika pandud prioriteetidest 10 aastase perspektiiviga.

Väga heas seisus on viis silda ning nende puhul piirduakse ainult hooldesoovitusega. Väga heas seisus sillad on Vasavere kergliiklustee sild, Alajõe, Järuska, Kaasiksalu ning Saaremetsa.

Jõuga sild vajaks juba seisunditaseme indeksi järgi remonti, kuid asukoha tõttu tuleks eelistada suuremate investeeringute tõttu teisi rajatisi.

Vasavere, Tammetaguse, Keskuse, Oja ning Pasti silla puhul kaaluti eri parendustegevusi, kuid 10. aasta lõikes ostus kõigi puhul parimaks variandiks regulaarne hoole ning sellega kaasas käivad väiksemad remonttööd. Kuna Tammetaguse, Oja ning Pasti silla ava on võrdlemisi väike (<5 meetrit), on otstarbekas lasta neil amortiseeruda ning asendada hiljem terastorusillaga [9].

Kasutatavuse poolest kõige olulisemad, kuid paraku ka kõige kehvas seisus sillad on Vasavere (STI 3,1) ning Keskuse (STI 3,2).

Ehkki prioriteete arvestades tuleks 10 aasta lõikes hooldusega tegeleda, annab töö autor soovitus teostada Keskuse sillal kas kapitaalremont või ümberehitus. Arvestades asjaolu, et silla vähenenud kandevõime tõttu on rakendatud massipiirang, tuleks eelistada ümberehitust. Ümberehituse käigus vahetatakse välja kogu pealisehitis koos pealesõitudega ning alusehitist tugevdatakse või vajadusel asendatakse. Indeksi muutuse alusel võiks ümberehitus toimuda aastal 2033, kuid võimaluse korral tuua see ettepoole. Ettepanek on arvestada ehitamiseks aastaga 2027.

Kuna raskeliikluse osakaal Vasavere sillal on Pannjärve liivakarjääri läheduse tõttu suur, tuleks silla seisukorda regulaarselt ülevaatuste käigus jälgida ning kahtluste tekkimisel tellida vajalikud uuringud.

Tabel 4.2 kirjeldab kulusid ning seisunditaseme indeksi muutust, kui hakatakse regulaarselt sillaparki hooldama. Tabelist järeldub, et tänu Keskuse silla ümberehitusele 2027. aastal on 10 aasta pärast sillaparki keskmine STI sarnane praegusega.

Tabel 4.2 Investeeringuvajaduste kokkuvõte ning STI muutus

Aasta	Kokku, EUR	Hooldus, EUR	Ehitus, EUR	Silla nimi	Sillapargi STI
2022	3545	3545	-	-	2,06
2023	3687	3687	-	-	2,01
2024	3834	3834	-	-	2,04
2025	3988	3988	-	-	2,07
2026	4147	4147	-	-	2,10
2027	447497	3497	444000	Keskuse	2,13
2028	4486	4486	-	-	1,95
2029	4665	4665	-	-	1,98
2030	4852	4852	-	-	2,01
2031	5046	5046	-	-	2,04
2032	5247	5247	-	-	2,07

Arvestades asjaolu, et 2022. a eelarves eraldati Alutaguse vallas maanteetranspordile 120 194 eurot [18], siis regulaarse sildade hoolduse teostamine ca 4000 euro (ligikaudu 3% maanteetranspordile eraldatud summast) eest aastas ei tohiks olla takistuseks. Seda enam, et sildade regulaarne hooldus aitab tagada nende projekteeritud eluiga. Seega on ka vähemate remonttööde tõttu liikluse häiritus tunduvalt väiksem.

KOKKUVÕTE

Lõputöö üks eesmärkidest oli uurida, mis põhimõtete alusel Alutaguse vallas seni on sildu hallatud. Selleks viidi läbi intervjuu, kust selgus, et korralik ülevaade rajatistest puudub. Samuti tunnistati, et sildade seisundi- ning registriandmed on pigem pealiskaudsed ning eraldi registrit nende jaoks pole. Kuna täpselt polnud teada, millised rajatised kvalifitseeruvad määruse „Tee seisundinõuded“ järgi sillaks, lepiti kokku, et arvu täpsustatakse hiljem mõõtmiste käigus.

Teehoiuks eraldatakse raha vajaduspõhiselt, kuid arvestatakse eelarveliste piirangutega. Peamiselt keskendutakse teede suvi- ning talihooldele ja tolmuwabade katete rajamisele. Pidevat, läbi aasta kestvat hooldepingut pole sõlmitud, kuna seni on eelistatud sõlmida lepinguid tulenevalt töö liigist. Põhiline sildadega seotud hooldetegevus puudutab vaid teekatte korrashoidu.

Sildade võimalike parendustegevuste omavaheliseks võrdlemiseks lasti omavalitsuse esindajal võrrelda omavahel 6 eri tulemuslikkuse näidikut (tabel 3.1), millest kujunes lõplik osakaal igale näidikule. Selgus, et kõige rohkem tuleb otsustusprotsessides lähtuda rahalistest võimalustest (39%). Olulisel kohal on ka liiklusohutuse tagamine, mis moodustas tervikust 25%. Sellele omakorda järgnevad koormuspiirangute vältimine (18%) ning ligipääsetavuse säilitamine (12%). Selgus, et keskkonnamõjude minimeerimine ning sildade hea välimus on teiste näitajatega võrreldes väheolulised. Mõlema eelmainitud näitaja osakaal on vaid 3 protsenti.

Ülevaatuste jooksul koguti rajatiste kohta infot, mille alusel sai hinnata eri parendustegevuste otstarbekust. Töö käigus teostati gabariitide mõõdistusi, fotografeeriti defekte ning hinnati nende olulisust ning ulatust. Lisaks täideti muid teeregistri andmevälju. Osutus, et Alutaguse valla kohalikel teedel on kokku 11 silda. Nende säilitamine on omanikule oluline ning vajadusel ollakse valmis mingil määral parendustegevusteks rahaliselt panustama. Kogu sillapargis on Jõuga sild ainus, mille puhul mahukamate investeeringute vajalikkuses kaheldi.

Sildade seisukorda ning võimalikke parendustegevusi hinnati seisunditaseme indeksi järgi. Alutaguse valla sildade keskmine seisukord 2022. aastal on 2,06, mis on parem kui Eesti kohalike teede keskmine (2,50). Sillapargi seisukorda võib üldiselt pidada heaks. Samas täheldati, et rajatised on pigem kas väga heas või vastupidi kehvast seisukorras.

Sildade investeerimisvõimalusi võrreldi 10 aasta perspektiivis eeldusel, et hakatakse teostama igal aastal regulaarseid hooldustöid. Selline tingimus tehti sellepärast, et sildade säilitamine ja ohutus on omanikule olulised ning peamised kahjustused on tekkinud just puuduliku hoolduse tõttu. Kogu sillapargi hooldamine läheks maksma umbes 4000 eurot

aastas, mis moodustaks 2022. aastal maanteetranspordile eelarvest eraldatud summast vaid 3%. Vaatluse all oli kaks võimalikku stsenaariumit:

- teostatakse regulaarselt hooldetöid, kuid sildade parendusele raha ei kulutata;
- vastavalt silla seisukorrale teostatakse esimesel võimalusel kas remont, kapitaalremont või ümberehitus ning seejärel jätkatakse iga-aastaste hooldustöödega.

Prognosimudeli järgi on 10 aasta möödudes tänu regulaarsele hooldele endiselt väga heas seisus (seisunditaseme indeks $STI \leq 1,50$) viis silda: Vasavere kergliiklustee sild, Alajõe, Järuska, Kaasiksalu ning Saaremetsa. Nende sildade puhul piirduakse vaid regulaarse hoolde variandiga. Samuti ei kaalutud asukoha tõttu võimalikke mahukamaid parendustegevusi Jõuga sillal.

Oja, Vasavere, Tammetaguse, Keskuse ning Pasti silla puhul kaaluti eri parendustegevusi silla tasandil, kuid 10 aasta lõikes osutus prioriteete arvestades kõigi puhul parimaks variandiks regulaarne hoole ning sellega kaasas käivad väiksemad remonttööd. See on selgitatav sellega, et selle perioodi jooksul sildade seisukord ei jõua sedavõrd palju halveneda, et oleks vaja hakata oluliselt koormusi piirama või neid sulgema. Kuna kulude minimeerimise osakaal otsustusprotsessis oli väga suur, siis mahukamate remonttööde teostamine analüüsitaval perioodil ei tasu ennast ära. Ehkki prioriteete arvestades tuleks 10 aasta jooksul vaid hooldusega tegeleda, annab töö autor siiski soovitus teostada Keskuse silla ümberehitus aastal 2027, kuna vähenenud kandevõime tõttu on rakendatud massipiirang ning silla üldine seisund on kehv. Tänu Keskuse silla ümberehitusele on 10 aasta pärast sillapargi keskmine STI sarnane praegusega.

Sildade pika eeldatava eluea ning suure investeringuvajaduse tõttu on soovituslik uurida veel vähemalt 30 aasta perspektiivi, et mõista, kas selline lähenemine on ka pikemas perspektiivis parim. Tõenäoliselt tuleb ilma parendustegevusteta millalgi otsustada, kas rajatis suletakse või siiski taastatakse. Väga oluline osa hinnangu andmisel on prioriteetide osakaaludel. Kui eelistused peaksid muutuma, siis mõjutab see olulisel määral lõpptulemust. Seetõttu tuleks paika panna kõikide osapoolte huve arvestades sildadega seotud pikaajalised eesmärgid ning nende põhjal ka toimima.

SUMMARY

One of the purposes of the thesis was to study the principles by which bridges have been managed in Alutaguse municipality so far. The interview revealed that there is no proper overview of the bridges. It was also acknowledged that the condition and register data of the bridges are rather superficial and there is no separate register for them. As it was not known exactly which facilities would qualify as a bridge according to the regulation "Tee seisundinõuded", it was agreed that this is decided during the measurements.

Money is allocated for road maintenance on a need-based basis, but budgetary constraints are taken into account. The main focus is on summer and winter maintenance of roads and the construction of dust-free pavements. No long-term maintenance contract has been concluded. The main maintenance activities related to the bridges only concern the maintenance of the road surface.

In order to compare the possible improvement activities of the bridges, the representatives of the local government were allowed to compare 6 different performance indicators (table 3.1), which will form the final share for each indicator. It turned out that financial resources (39%) have to be used the most in decision-making processes. Ensuring road safety, which accounted for 25% of the total, is also important. This is followed by the avoidance of load restrictions (18%) and the maintenance of accessibility (12%). It turned out that the minimization of environmental impacts and the good appearance of the bridges are insignificant compared to other indicators. The share of both of the above indicators is only 3 percent.

During the inspections, information was collected on the facilities in order to assess the feasibility of various improvement activities. In the course of the work, gauge measurements were performed, defects were photographed and their significance and extent were assessed. In addition, other data fields of the road register were filled in. It turned out that there are a total of 11 bridges on the local roads of Alutaguse municipality. Their preservation is important for the owner and, if necessary, they are ready to contribute financially to the improvement activities to some extent. In the entire bridge park, the Jõuga Bridge is the only one in which the necessity of larger investments is doubtful.

The condition of the bridges and possible improvement activities were assessed according to the condition level index. The average condition of the bridges in Alutaguse municipality in 2022 is 2.06, which is better than the average of Estonian local road bridges (2,50). The condition of the bridges can generally be considered good. At the same time, it was observed that the facilities are in a very good or rather poor condition.

The investment opportunities for the bridges were compared over a 10-year period, assuming that regular maintenance work will be carried out every year. This condition was made because the maintenance and safety of the bridges were important to the owner and the main damage was due to inadequate maintenance. The maintenance of all bridges would cost around 4,000 € per year, which would be only 3% of the budget allocated to road transport in 2022. There were two possible scenarios under consideration:

- regular maintenance is performed, but no money is spent on the improvement of bridges;
- depending on the condition of the bridge, repairs, overhauls or reconstructions will be carried out as soon as possible and then the annual maintenance work will continue.

According to the forecast model, after 10 years, five bridges are still in very good condition due to regular maintenance (condition level index $STI \leq 1.50$): Vasavere2, Alajõe, Järuska, Kaasiksalu and Saaremetsa. The only option for these bridges is to perform regular maintenance. Due to the location, no possible large-scale improvement activities on the Jõuga bridge were also considered.

In the case of the Oja, Vasavere, Tammetaguse, Keskuse and Pasti bridges, various improvement activities were considered at the bridge level. Over 10 years, regular maintenance proved to be the best option for all bridges, considering the priorities. This can be explained by the fact that during this period the condition of the bridges will not deteriorate to such an extent that it would be necessary to start significantly reducing the loads or considering closing them. As the share of cost minimization in the decision-making process was very high, it will not pay off to carry out more extensive repair work in the analyzed period. Although, given the priorities, only maintenance should be carried out for 10 years, the author recommends the reconstruction of the Keskuse bridge in 2027, due to the reduced load capacity and the poor condition of the bridge. Due to the reconstruction of the Centre's bridge, after 10 years the average condition level index of the bridge park will be similar to the current one.

Due to the long life period of the bridges and the high need for investment, it is advisable to look at a perspective of at least another 30 years to see if this approach is the best in the long run. Without remedial action it will probably be necessary at some point to decide whether to close or restore the facility. Priority shares play a very important role in the evaluation. Should preferences change, this will significantly affect the end result. Therefore, long-term goals for bridges should be set in the interests of all parties.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- [1] Kaal, T., Kaal, L., Sirvio, K., Knuuti, M., Sein, S., Aavik, A., Kendra, A., Izzatdust, Z., Alavaikko, T. (2021). Kohalike teede teehoiu rahastamisvajadus ja eelarve stsenaariumite mõjud : lõpparuanne.
- [2] Tee projekteerimise normid. Majandus- ja taristuministri määrus 03.01.2022 - RT I, 31.12.2021, 34. Lisa Maanteede projekteerimisnormid 03.01.2022 - RT I, 31.12.2021, 33.
- [3] Riigiteede teehoiukava 2021-2030 kinnitamine. Vabariigi valitsuse korraldus 01.01.2021 - RT III, 15.12.2020, 7. Lisa Riigiteede teehoiukava 2021-2030.
- [4] Riigieelarve seadus¹. 21.03.2022 - RT I, 10.03.2022, 12.
- [5] Tee seisundinõuded. Majandus- ja taristuministri määrus 05.11.2018 - RT I, 02.11.2018, 3.
- [6] Stipanovic, I., Chatzi, E., Limongelli, M., Gavin, K., Allah Bukhsh, Z., Skaric Palic, S., Xenidis, Y., Imam, B., Anzlin, A., Zanini, M., Klanker, G., Hoj, N., Ademovic, N. WG2 Technical Report. (2017). Performance Goals for Roadway Bridges OF COST ACTION TU 1406.
- [7] Management of Highway Structures. A Code of Practice, 2013
<https://ukrlg.ciht.org.uk/media/12299/management-of-highways-structures-13-august-2013-clean.pdf>
- [8] Rashidi, M., Gibson, P. (2012). A methodology for bridge condition evaluation. Journal of Civil Engineering and Architecture, 6 (9), 1149-1157, doi: 10.17265/1934-7359/2012.09.007
- [9] Sein, S., Rentik, M. (2017). Maanteeameti sildade ülevaatused 2016. aastal, www.mnt.ee/sites/default/files/survey/maanteeameti_sildade_ulevaatused_2016_14022017.pdf
- [10] Sillaelementide hindamiskriteeriumid. Maanteeamet, 2017.
- [11] Agdas, D., Rice, J. A., Martinez, J. R., Lasa, I. R. (2016). Comparison of Visual Inspection and Structural-Health Monitoring As Bridge Condition Assessment Methods, doi: 10.1061/(ASCE)CF .1943-5509.0000802
- [12] Sein, S. (2020). Raskete eriveoste mobiilsuse ning taristu seiskorrteadlikkuse parandamine. Lisa F.1. Sildade toimivuse hindamine ja investeringuvajaduse määramine. Põhimõtete ja meetodika kirjeldus.

- [13] Allah Bukush, Z., Stipanovic Oslakovic, I., Klanker, G., Hoj, N. P., Imam, B., Xenidis, Y. (2017). Multi-criteria decision making: AHP method applied for network bridge prioritization, doi: 10.5592/CO/BSHM2017.3.2
- [14] Patidar, V., Labi, S., Sinha, K. C., Thompson, P. (2007). NCHRP REPORT 590. Multi-Objective Optimization for Bridge Management Systems, doi: 10.17226/23147
- [15] Campos Matos, J., Casas, J. R. (2018). An Overview of the European Situation on Quality Control of Existing Bridges- COST Action TU1406, doi: 10.2749/nantes.2018.s27-59
- [16] Alutaguse valla arengukava 2021-2030. Alutaguse Vallavolikogu määrus 09.10.2021 - RT IV, 06.10.2021, 23. Lisa Alutaguse valla arengukava 2021-2030 09.10.2021 - RT IV, 06.10.2021, 12.
- [17] Kiisa, M., Lellep, K. (2015). Metsateedel asuvate sildade seisukorra hindamise juhend. Versioon 2.0, https://www.rmkk.ee/files/2015-11-30_RMK_SILLAD_2.0.pdf
- [18] Alutaguse valla 2022. aasta eelarve. Alutaguse vallavolikogu määrus 04.02.2022 - RT IV, 01.02.2022, 4. Lisa 2 Seletuskiri eelarve juurde.

LISAD

Lisa 1 Seisundinõuete täitmine

Seisundinõue	Täidetud/ mitte täidetud										
	Vasavere1	Vasavere2	Tamme- taguse	Jõuga	Oja	Järuska	Pasti	Keskuse	Alajõe	Kaasik- salu	Saare- metsa
sõidutee katte laiuse vähenemine sillal peab olema tähistatud liikluskorraldusvahenditega	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
sillaelementide praod ja liited ei tohi ohustada silla kandvate elementide püsivust	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+
silla kandvatel elementidel ei tohi esineda silmaga nähtavat läbivajumist	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
sillal peab olema tagatud temperatuuride erinevustest vuukide ja tugiosade liikuvus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
silla hüdroisolatsioon peab olema vettpidav	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+
silla teraselemendid peavad olema kaitstud korrosiooni eest	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+
silla tööarmatuurid ei tohi olla paljandunud ja neil ei tohi esineda kooruvat korrosiooni	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+
silla kandvad puitelemendid peavad olema kaitstud ilmastikumõjude eest ning olema püsivust ohustavate kahjustusteta	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
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	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+
silla kõnnitee peab olema sillal eraldatud sõiduteest teekattemärgistuse, äärekivi või piirdega	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
sillal kõnnitee olemasolul peab sillal olema käsipuu	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
sillal olev käsipuu ja piire peavad olema jäiga kinnitusega, välja arvatud rippkonstruktsiooni puhul, ja ühtlase pinnakattega	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
silla käsipuul ja piirdel ei tohi olla jäävdeformatsioone üle 100 millimeetri	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
silla koonustel ei või olla erosiooni ega uhtumisi, mis ohustavad rajatise stabiilsust	-	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+
vee voolamine sillaaluses voolusängis ei tohi olla takistatud	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+
silla pealispinnalt peab olema tagatud vee äravool ning silla veeviimari ei tohi olla ummistunud	-	+	-	-	+	+	+	-	+	-	+

Lisa 2 Sillaelementide seisundi hinnang koos kommentaariga

Vasavere1		22.04.2022		kell 10:00
Elemendi nimetus	Elemendi tähtsustegur T _i	Hinnang		Kommentaar
Liikluskorraldusvahendid	1	1,0	1,00	märk 686 ebaselge asukohaga ning viltu
Põrkepiirded	2	2,0	4,00	Üksikud postid viltu, pp mahaviik üleval
Silla katend	2	3,0	6,00	Mahasõidul hüpe ja põikpragu, ebatasane, piirde juurest laguneb, pealesõidul pp ca 0,5m ulatuses vajunud
Koonus1	2	4,0	8,00	Uhtumised sammaste nurkades ja taga
Koonus2	2	4,0	8,00	Uhtumised sammaste nurkades ja taga
Kaldasammas1	3	4,0	12,00	Tugevalt ära vajunud
Kaldasammas2	3	3,0	9,00	Ära vajunud
Tala1	3	4,0	12,00	Armatuur paljandunud, kooruv rooste
Tala2	3	3,0	9,00	Armatuuri rangid paljandunud, roostes, betooni pragunemine
Tala3	3	3,0	9,00	Armatuuri rangid paljandunud, roostes, betooni pragunemine
Tala4	3	4,0	12,00	Armatuur paljandunud, koorduv rooste
Paneel1	3	4,0	12,00	Armatuur tugevalt paljandunud, roostetab
Paneel2	3	3,0	9,00	Armatuur paljandunud, roostetab
Paneel3	3	3,0	9,00	Armatuur paljandunud, roostetab
Paneel4	3	3,0	9,00	Armatuur paljandunud, roostetab
Paneel5	3	2,0	6,00	Armatuur paljandunud, roostetab
Paneel6	3	2,0	6,00	Armatuur paljandunud, roostetab
Voolusäng	1	2,0	2,00	Arusaamatu betoonist objekt voolusängis

Vasavere2		22.04.2022		kell 10:30
Elemendi nimetus	Elemendi tähtsustegur T_i	Hinnang		Kommentaar
Käsi puud	1	1,0	1,00	
Kindlustus1	2	1,0	2,00	
Kindlustus2	2	1,0	2,00	
Terastoru	3	2,0	6,00	Kaitsekihi koorumine
Katend	2	1,0	2,00	Vuugipragu 2tk
Voolusäng	1	1,0	1,00	

Jõuga		22.04.2022		kell 11:30
Elemendi nimetus	Elemendi tähtsustegur T_i	Hinnang		Kommentaar
Liikluskorraldusvahendid	1	4,0	4,00	Puuduvad
Pealesõit	1	4,0	4,00	Mõlemal pool silda suured tühimikud
piire/käsi	2	4,0	8,00	Kohati puudu
Koonus1	2	4,0	8,00	puudu, Pinnas ümber paiknenud
Koonus2	2	4,0	8,00	puudu, Pinnas ümber paiknenud
Servapruss	2	4,0	8,00	Armatuur paljandunud, veekahjustused, rooste
Katend	2	4,0	8,00	Servad sammaldunud, ohtlik
Jõesammas1	3	2,0	6,00	Betooni murenemised
Jõesammas2	3	2,0	6,00	Betooni murenemised
Tekiplaat	3	2,0	6,00	Veekahjustused
Tala1	3	4,0	12,00	Tugevalt tööarmatuur paljandunud, viited kandevõime vähenemisele
Tala2	3	2,0	6,00	Veekahjustused
Tala3	3	2,0	6,00	Veekahjustused
Tala4	3	4,0	12,00	Armatuur paljandunud toe juures ja silde keskel, roostes
Põiktalad	3	1,0	3,00	
Voolusäng	1	1,0	1,00	
Riigel1	3	1,0	3,00	
Riigel2	3	1,0	3,00	

Tammetaguse		22.04.2022		kell 12:30
Elemendi nimetus	Elemendi tähtsustegur T_i	Hinnang		Kommentaar
Kruuskate	2	2,0	4,00	Kerge roobas
Põrkepiire	2	4,0	8,00	puudu
Liikluskorraldusvahendid	1	4,0	4,00	puudu
Tugimüür/koonusekindlustus1	2	4,0	8,00	Laguneb, pinnas iuhatud sammaste juurest, betoonelement katki
Tugimüür/koonusekindlustus2	2	4,0	8,00	Laguneb, pinnas uhutud sammaste juurest, betoonelement katki
Tekiplaat	2	1,0	2,00	
Kaldasammas1	3	2,0	6,00	Betooni murenemine, veekahjustused
Kaldasammas2	3	2,0	6,00	Betooni murenemine, veekahjustused
Voolusäng	1	1,0	1,00	
Pealesõit	1	1,0	1,00	
Servapruss	2	4,0	8,00	Katki

Alajõe		22.04.2022		kell 13:30
Elemendi nimetus	Elemendi tähtsustegur T _i	Hinnang		Kommentaar
Pealesõit (tee katend kuni 10m sillast)1	2	1,0	2,00	
Liikluskorraldusvahendid	1	1,0	1,00	
Käsi puud	2	1,0	2,00	
Pealesõit (tee katend kuni 10m sillast)2	2	1,0	2,00	
Joatorud	2	1,0	2,00	
Servapruss	2	1,0	2,00	
Kaldasammas1	3	1,0	3,00	
Kaldasammas2	3	1,0	3,00	
Tugipadi1	3	1,0	3,00	
Tugipadi2	3	1,0	3,00	
Tugipadi3	3	1,0	3,00	
Tugipadi4	3	1,0	3,00	
Tugiosa1	3	1,0	3,00	
Tugiosa2	3	1,0	3,00	
Tugiosa3	3	1,0	3,00	
Tugiosa4	3	1,0	3,00	
Kindlustus1	2	1,0	2,00	
Kindlustus2	2	1,0	2,00	
Tala1	3	1,0	3,00	
Tala2	3	1,0	3,00	
Põiktalad	3	1,0	3,00	
Tilk torud	2	1,0	2,00	
Hüdroisolatsioon	2	1,0	2,00	
Tekiplaat	3	1,0	3,00	
Voolusäng	1	1,0	1,00	
Vuuk1	2	1,0	2,00	
Vuuk2	2	1,0	2,00	
Valgustus	1	1,0	1,00	

Järuska		22.04.2022			kell 14:30
Elemendi nimetus	Elemendi tähtsustegur T _i	Hinnang			Kommentaar
Kaldasammas1	3	1,0	3,00		
Kaldasammas2	3	1,0	3,00		
Abikandjad	3	1,0	3,00		
Puidust tekiplaat	3	1,0	3,00		
Tugiosa1	3	1,0	3,00		
Tugiosa2	3	1,0	3,00		
Tugiosa3	3	1,0	3,00		
Tugiosa4	3	1,0	3,00		
Käsi puud	2	2,0	4,00		Kuivamispraod
Koonus1	2	2,0	4,00		Lokaalsed uhtumised
Koonus2	2	2,0	4,00		Lokaalsed uhtumised
Vuuk1	2	1,0	2,00		
Vuuk2	2	1,0	2,00		
Pealesõiduplaat1	2	1,0	2,00		
Pealesõiduplaat2	2	1,0	2,00		
Liikluskorraldusvahendid	1	1,0	1,00		
Katus	1	1,0	1,00		
Katuse kandekonstruktsioon	3	1,0	3,00		
Tala1	3	1,0	3,00		
Tala2	3	1,0	3,00		
Pealesõit1	1	2,0	2,00		Üleminek ebatasane
Pealesõit2	1	3,0	3,00		Metallist element puudu, nõlva uhtumine
Voolusäng	1	2,0	2,00		Puu
Servalaud	1	1,0	1,00		Üksikud naelad lahti

Keskuse		22.04.2022		kell 15:00
Elemendi nimetus	Elemendi tähtsustegur T_i	Hinnang		Kommentaar
Liikluskorraldusvahendid	1	1,0	1,00	
PS plaat1	2	3,0	6,00	Ära vajunud, tekib dünaamiline koormus sillale
PS plaat2	2	3,0	6,00	Ära vajunud, tekib dünaamiline koormus sillale
Vuuk1	0	0,0	0,00	ei näe
Vuuk2	0	0,0	0,00	ei näe
Koonus1	2	2,0	4,00	Purunenud, kindlustus ümber paiknenud
Koonus2	2	4,0	8,00	kerge uhtumine külgtiiva juures, võsa
Külgtiib1	2	3,0	6,00	Pragunenud, armatuur väljas
Külgtiib2	2	3,0	6,00	Pragunenud, armatuur väljas
Põrkepiire	2	1,0	2,00	
Servaprussid	2	4,0	8,00	veekahjustused, sammaldunud, lagunened
Katend	2	3,0	6,00	ebatasane, roopad
Tekiplaat	3	3,0	9,00	Veekahjustused
Jõesammas	3	3,0	9,00	Betooni murenemine vee pinnalt
Voolusäng	1	1,0	1,00	Väike puu
Kaldasammas1	3	3,0	9,00	murenemine, armatuur lokaalselt väljas, veekahjustused
Kaldasammas2	3	3,0	9,00	murenemine, armatuur lokaalselt väljas, veekahjustused
Tala1	3	4,0	12,00	Tööarmatuur väljas, tugevalt korrodeerunud
Tala2	3	3,0	9,00	armatuur väljas, roostes
Tala3	3	3,0	9,00	armatuur väljas, roostes
Tala4	3	4,0	12,00	Tööarmatuur väljas, tugevalt korrodeerunud
Tala5	3	4,0	12,00	Tööarmatuur väljas, tugevalt korrodeerunud
Tala6	3	4,0	12,00	Tööarmatuur väljas, tugevalt korrodeerunud
Tala7	3	3,0	9,00	armatuur väljas, roostes
Tala8	3	3,0	9,00	armatuur väljas, roostes
Tala9	2	3,0	6,00	armatuur väljas, roostes
Tala10	1	4,0	4,00	Tööarmatuur väljas, tugevalt korrodeerunud
Põiksidemed	3	4,0	12,00	Purunenud
Hüdroisolatsioon	2	4,0	8,00	Lekib

Oja		22.04.2022		kell 15:30
Elemendi nimetus	Elemendi tähtsustegur T_i	Hinnang		Kommentaar
Liikluskorraldusvahendid	1	1,0	1,00	
Pealesõit	1	2,0	2,00	Uhtumine
Pealesõit	1	1,0	1,00	
Koonused/tugimüürid1	2	4,0	8,00	Tugimüür purunenud ühel pool, puu kasvab läbi
Koonused/tugimüürid2	2	3,0	6,00	Puud kasvavad läbi, betoonil veekahjustused, tükid väljas
Servaprussid	2	2,0	4,00	Veekahjustused, sammaldunud
Sammas1	3	2,0	6,00	Veekahjustused
Sammas2	3	2,0	6,00	Veekahjustused
Tekiplaat	3	1,0	3,00	

Pasti		22.04.2022		kell 16:00
Elemendi nimetus	Elemendi tähtsusastegur T _i	Hinnang		Kommentaar
Pealesõit1	1	4,0	4,00	Tugev hüpe, roobas
Pealesõit2	1	3,0	3,00	hüpe
Tekiplaat	2	1,0	2,00	
Käsi puud	2	1,0	2,00	
Märgistus	1	1,0	1,00	
Koonus/tugimüür1	2	3,0	6,00	lokaalselt lagunenud, võsa
Koonus/tugimüür2	2	2,0	4,00	Võsa
Puidust kate	2	1,0	2,00	
Tala1	3	3,0	9,00	Rooste
Tala2	3	3,0	9,00	Rooste
Tala3	3	3,0	9,00	Rooste
Tala4	3	3,0	9,00	Rooste
Põiktalad	3	3,0	9,00	Rooste
Kaldasammas1	3	3,0	9,00	Murenenud, tükid väljas
Kaldasammas2	3	3,0	9,00	Murenenud, tükid väljas
Põiksidemed	3	3,0	9,00	rooste

Kaasiksalu		22.04.2022		kell 17:00
Elemendi nimetus	Elemendi tähtsustegur T_i	Hinnang		Kommentaar
Terastoru	3	1,0	3,00	
Põrkepiire	2	1,0	2,00	
Voolusäng	1	1,0	1,00	
Kindlustus1	2	1,0	2,00	
Kindlustus2	2	1,0	2,00	
Kruuskate	1	4,0	4,00	Löökaugud
Liikluskorraldusvahendid	1	4,0	4,00	Tähispostid piirde otstes puudu

Saaremetsa		22.04.2022		kell 17:00
Elemendi nimetus	Elemendi tähtsustegur T_i	Hinnang		Kommentaar
Terastoru	3	1,0	3,00	
Tähistus	1	1,0	1,00	
Voolusäng	1	1,0	1,00	
Kindlustus1	2	2,0	4,00	Umbrohi
Kindlustus2	2	2,0	4,00	Umbrohi
Kruuskate	2	1,0	2,00	