



Euroopa Liit
Euroopa Sotsiaalfond



Eesti
tuleviku heaks

Kohalike teede teehoiu rahastamisvajadus ja eelarve stsenaariumite mõjud

Lõpparuanne

2021



Kohalike teede teehoiu rahastamisvajadus ja eelarve stsenaariumite mõjud Lõpparuanne

Tellija	Riigikantselei
Tellija esindaja ja kontaktandmed	Triin Reisner triin.reisner@riigikantselei.ee Rahukohtu 3 15161 Tallinn Tel: 6935626
Lepingu nr	L20152
Aruande kuupäev	16. juuli 2021
Aruande nr	ERC/01-2/2021
Märksõnad	Kohalikud teed, teeheid, rahastamisvajadus, strateegiline analüüs, HDM-4, liikluse modelleerimine, teehoiu remondi- ja hooldustööd, BMS, sildade seisukord
Keywords	Local roads, road maintenance, financing needs, strategy analysis, HDM-4, traffic modelling, road improvement and maintenance standards, BMS, bridge condition
Töös osalesid	M.Sc Tiit Kaal <i>Projektijuht/Teekatte seisukorra ekspert, ERC Konsultatsiooni OÜ</i> M.Sc Luule Kaal <i>Aseprojektijuht/Liikluse ekspert, ERC Konsultatsiooni OÜ</i> D.Sc (Tech) Konsta Sirvio <i>GIS-ekspert/Andmeteadlane, Sirway Oy</i> M.Sc Markku Knuuti <i>Transpordiökonomist/HDM ekspert, AFRY Finland Oy</i> M.Sc Sander Sein <i>Sillaekspert, TTÜ Ehituse ja arhitektuuri instituut</i> PhD Andrus Aavik <i>Teehoiutööde ja -tehnoloogia ekspert, ERC Konsultatsiooni OÜ</i> M.Sc Ain Kendra <i>Katendiekspert, T-Konsult OÜ</i> M.Sc Zaur Izzatdust <i>IKT ekspert, Sirway Oy</i> B.Sc Tuukka Alavaikko <i>Andmete analüütik, Sirway Oy</i>

ERC Konsultatsiooni OÜ

Väike-Ameerika 15-9

10129 Tallinn, Eesti

e-post: info@ercc.ee

tel: +372526984

www.ercc.ee

SISUKORD

Sissejuhatus	3
1. Analüüsi eesmärk.....	4
2. Analüüsi meetodika	6
2.1. HDM-4 analüüsi moodulid	6
2.2. HDM-4 kalibreerimine.....	8
2.3. Teekasutaja ja sõiduaja kulud	8
2.4. Teedevõrgu osavõrgud	10
3. Remondi- ja hooldustööde rakendamine ja ühikhinnad	12
3.1. Teede funktsionaalne liigitus	12
3.2. Teede konstruktiivne liigitus	13
3.3. Liiklus, koormus ning katendikonstruktsioonid	13
3.4. Linnade (Tallinna) tüüpkatendid (2019).....	14
3.5. Tüüpkatendid väikese liiklusedusega teedele (MNT 2019)	15
3.6. Remondi- ja hoitudööde koondülevaade.....	16
4. Teede ja tänavate olem	18
4.1. Teede liigitus	19
4.2. Teekate.....	21
4.3. Teekatte laius	23
4.4. Teekatte seisukord.....	25
4.5. Kergliiklusteed.....	30
5. Liiklusedus	32
5.1. Liikluse modelleerimine	32
5.2. Kasutatud andmed	32
5.2.1. Andmeallikad.....	33
5.2.2. Andmetöötlus.....	35
5.2.3. Andmehaldus	36
5.3. Modelleerimise meetodika	37
5.3.1. Modelleerimise protsess	37
5.3.2. Mahtude vähendamine	38
5.3.3. Testitud mudelid	39
5.3.4. Mudeli treenimine.....	39
5.3.5. Mudeli testimine ja valik	40
5.3.6. Modelleerimise tarkvara	40
5.4. Modelleerimise tulemused	41
5.4.1. Esialgne andmetöötlus	41
5.4.2. Tulemused koos klassifikatsiooniga	41
5.4.3. Parameetrite täpsustamine.....	42
5.4.4. Kasutatud mudel	43
5.4.5. Sõidukitüübid	43
5.4.6. Modelleeritud liiklusedus.....	44
5.5. Liiklusvoo analüüs	46
5.6. Liiklusprognos	47
6. Sillad.....	51
6.1. Sildade koosseis	51
6.2. Sildade optimaalne seisukord	57

6.3.	Sildade analüüs	60
6.4.	Stsenaariumite kirjeldus.....	60
6.5.	Analüüsi tulemused.....	63
7.	Teede ja tänavate strateegiline analüüs.....	70
7.1.	Strateegilise analüüsi põhimõte.....	70
7.2.	Töömeetodite rakendamise põhimõte	70
7.3.	Töömeetodite rakendamise strateegiad.....	72
7.4.	Analüüsitud strateegiad	74
7.4.1.	Olemasolev eelarve	74
7.4.2.	Eelarvestrateegiad.....	75
7.4.3.	Eelarvestrateegiate mõju teedevõrgu seisukorrale	76
7.4.4.	Optimaalne eelarve	77
7.4.5.	Mahajäämus (Back-log).....	79
8.	Kokkuvõte ja ettepanekud.....	81
LISA 1.	Töö kirjeldus (lühendatud).....	83
LISA 2.	Sisendandmete töötlemise skript	86
LISA 3.	HDM-4 väljavõtte optimaalse (piiramatult) eelarve remonditööde nimekirjast	88
LISA 4.	Kasutatud mõõteseadmed.....	91
LISA 5.	Liiklussageduse andmed	93
LISA 6.	Teekatte seisukorra andmete mõõtmiste tulemused	94

SISSEJUHATUS

Maanteeamet (tänapäevane Transpordiamet) koostöös kohalike omavalitsustega käivitas Vabariigi Valitsuse omandireformi reservfondi vahendite kaasamisel kohalike teede inventeerimise, mille käigus täpsustati kohalike teede asukohad, nende omand ning täpsustati ja lisati mitmed olulised teid ja tänavaid iseloomustavad andmed ning anti hinnang kohalike teede seisukorra kohta.

Käesoleva uuringu eesmärk on teostada kompleksne kohalike teede rahavajaduse analüüs, mille käigus tuleb analüüsida kohalike teede teehoiu hetketaset, määrata selle optimaalne tase ning välja selgitada teehoiutööde rahastamisvajaduse mahajäämus.

Analüüsi tulemusi saab kasutada Transpordi Arengukava 2021+ koostamisel, teehoiu rahastamise poliitika kujundamisel ning senisest efektiivsema teehoiu planeerimisel. Analüüsi tulemusena saab hinnata, kui palju vahendeid on otstarbekas suunata kohalike teede hoiuks, millised on pikaajalised mõõdikud ja eesmärgid kvaliteetsete avalikult kasutatavate teede tagamisel ning kuidas kõige efektiivsemalt teehoiu vahendeid kasutada.

Uuring on jaotatud kaheks etapiks:

- I etapp – uuringu läbiviimise meetodika kirjeldus, kohalike teede liiklussagedus ning teetööde liigitus koos maksumustega;
- II etapp – kohalike teede olemasoleva seisukorra analüüs, optimaalse seisukorra määramine ning teehoiutööde mahajäämuse hindamine.

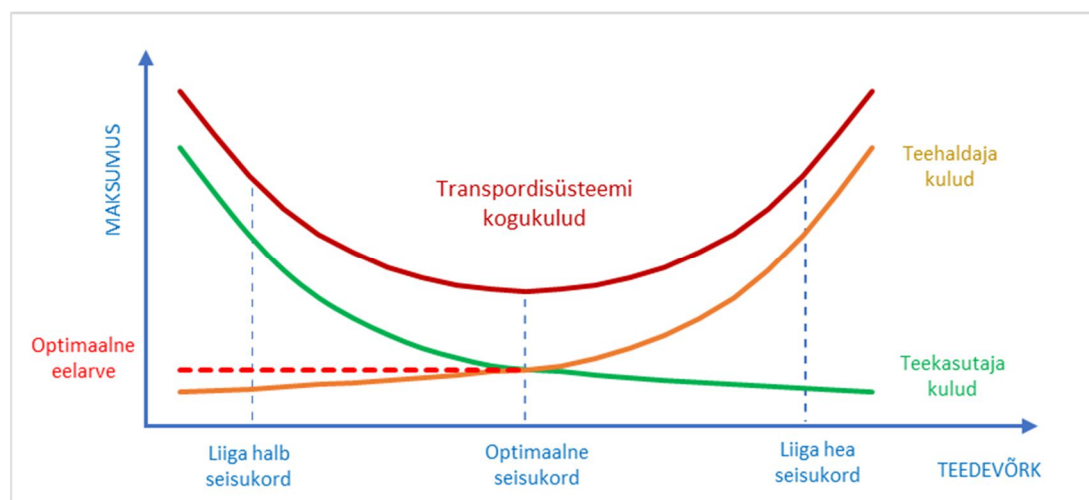
Lõpptulemusena esitatakse erinevate eelarve stsenaariumite rakendamise tulemused koos nende mõjuga teede seisukorrale ning maksumused.

Töö tellija on Riigikantselei strateegiabüroo ja seda rahastatakse ühtekuuluvusfondide 2014-2020 rakenduskava prioriteetse suuna 12 „Haldusvõimekus“ meetmest 12.2 „Poliitikakujundamise kvaliteedi arendamine“. Projekti algatajad ja koostööpartnerid on Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, Rahandusministeerium, Maanteeamet (al 01.01.2021 Transpordiamet) ning Eesti Linnade ja Valdade Liit.

Töö teostamise eest vastutas ERC Konsultatsiooni OÜ ja selles osalesid mitmed Eesti ja rahvusvahelised oma ala tuntud eksperdid ning konsultandid erinevatest firmadest (Sirway Oy, AFRY Finland Oy, T-Konsult OÜ jt).

1. ANALÜÜSI EESMÄRK

Kohalike teede teehoiu rahastamisvajaduse ja eelarve stsenaariumide mõjude töö eesmärgiks on saada ülevaade nimetatud teedevõrgu hooldamiseks ja haldamiseks vajaminevate finantsiliste vahendite vajadustest ning välja tuua erinevate eelarvemahtude mõju teedevõrgu seisukorrale ja teekasutajatele. Sarnast analüüsi nimetatakse strateegiliseks analüüsiks. Strateegilise analüüsi puhul ei vaadelda konkreetseid teelõike, vaid analüüsitakse nn homogeenseid (sarnaste omadustega) teelõike ning nende hoolduse ja remondi vajadusi/nõudeid. Homogeensed teelõigud määratletakse lähtudes etteantud erinevatest parameetritest ning nende piirväärtustest (liiklussagedus, seisukorra tasemed, tee klass, kate, piirkond vms).



Joonis 1.1. Optimeerimise põhimõte

Antud uuringu tulemuseks on ülevaade kohalike teede teehoiu hetketasemest, optimaalsest tasemest ja mahajäämusest ning ühtlasi saadakse ka sisend erinevate arengukavade ning riigi ja KOV-de pikemaajaliste plaanide (näiteks Transpordi Arengukava 2021+) koostamiseks. Analüüsi tulemusel on võimalik efektiivsemalt ja eesmärgipõhisemalt planeerida vahendeid kohaliku teedevõrgu hoiuks.

Eestis on strateegilist analüüsi varasemalt tehtud Maanteeameti tellimisel riigiteede võrgule kahel korral (2011 ja 2019 aastal), kuid kohalikele teedele sarnast analüüsi varem teostatud ei ole. Osades Eesti linnades (Tallinn, Tartu, Paide) ja valdades (Tori, Are) on teede ja tänavate võrgule teostatud programmianalüüs (teehoiukava koostamise raames HDM-4 tarkvaraga), ehk siis olemasoleva teede ja tänavate seisukorra alusel on reastatud remonti vajavad konkreetsed teelõigud lähtudes erinevatest majanduslikest tunnusnumbritest (tulu/kulu suhe, EIRR, jne). Projektianalüüsi (konkreetsed teelõigu rekonstrueerimise, taastusremondi, vmt tegevuse võrdlus) tehakse reeglina suurematele teedeehitusobjektidele (nii riigiteede kui KOV teede ja tänavate puhul).

Käesolev kohalike teede teehoiu rahastamisvajaduse ja eelarve stsenaariumite mõjude uuring sisaldab järgmisi peamisi tegevusi:

- Olemasoleva informatsiooni ja andmestiku ülevaatus ning klassifitseerimine koos võimalike puuduste/paranduste loetlemisega ning lisaks vajatavate andmete identifitseerimisega;
- Teedevõrgu ja teede seisukorra analüüs ning kirjeldamine;
- Teedele ja tänavatele liiklussageduse määratlemine, liikluse modelleerimine;
- KOV teedevõrgu sildade analüüs;
- HDM-4 mudelite lähteandmete uuendamine (esindussõidukite olulisemad andmed, majanduse tunnusnumbrid, teekasutaja kulud, tööde maksumused jms);
- Teede ja tänavate homogeenseteks lõikudeks jagamise kriteeriumite määratlemine, osavõrkude maatriksi koostamine;
- Andmete sisestamine HDM-4 tarkvarasse ja HDM-4 tarkvaras erinevate analüüsitavate stsenaariumite seadistamine;
- Stsenaariumite analüüs ning tulemuste väljastamine ja aruandlus.

2. ANALÜÜSI METOODIKA

Käesoleva strateegilise analüüsi koostamisel kasutatakse HDM-4 (*Highway Development and Management Tool*) tarkvaral põhinevaid mudeleid. Antud tarkvara on kasutusel üle maailma teede halduse ja investeerimisalternatiivide hindamisel. HDM-4 analüütilise raamistiku kontseptsioon põhineb infrastruktuuri elutsükli analüüsimisel. Seda rakendatakse teekatete lagunemise, erinevate rekonstrueerimis- ja remonditööde mõjude, teekasutaja kulude ja ühiskonna ning keskkonna mõjude ennustamisel infrastruktuuri elutsükli jooksul, mille kestvus on reeglina 15-40 aastat.

Pärast teekatete ja -konstruktsioonide ehitamist hakkavad need erinevate faktorite mõjutusel lagunema. Eelkõige mõjutavad teekatete ja -konstruktsioonide lagunemist liikluskoormus, ilmastik ning puudused veeviimarites. Teekatete lagunemise kiirust mõjutab otseselt tekkinud pragude, aukude, jne parandamiseks ning teekatte struktuurse ühtsuse säilitamiseks läbi viidud remonditööde põhjalikkus ja tase.

Teekatete ja -konstruktsiooni üldine seisukord sõltub pikas plaanis otseselt rakendatud hooldus- ja remondimeetoditest. Ennustatavat teekatte seisukorra muutumist on võimalik kirjeldada sõidukvaliteedina, mida reeglina väljendatakse rahvusvahelise taseasuse indeksina (*International Roughness Index, IRI*). Hooldustaseme kindlaks määramisega seatakse ka teekatte lagunemise lubatud piirid. Selle tulemusena sõltuvad teehaldaja kogukulud lisaks teehituse investeerimiskuludele ka teelõigul ette nähtud hooldus- ja remonditööde tasemest. Teekatete seisukorra ja teede projekteerimistaseme mõju teekasutajatele mõõdetakse teekasutaja kuludega ning muude mõjudega ühiskonnale ja keskkonnale. Teekasutaja kulud sisaldavad sõiduki ülalpidamise kulusid (kütus, rehvid, määrdeained, varuosad, amortisatsioon jne), sõiduaja kulusid nii reisijatele kui kaubale ning liiklusõnnetuste kulusid ühiskonnale (s.o. inimelu kaotus, inimvigastused, sõidukite ja teeäärsete objektide vigastused jne). Mõjusid ühiskonnale ja keskkonnale saab väljendada sõiduki heitgaaside, energiakulu, liiklusrüüa ja hüvede kaudu, mida tee kasutamine ühiskonnale toob. Kuigi mõjusid ühiskonnale ja keskkonnale on kohati raske rahaliselt väljendada, võimaldab HDM-4 neid kasutada nn väliste teguritena.

2.1. HDM-4 analüüsi moodulid

HDM-4 tarkvara¹ on välja töötatud maailma juhtivate oma ala ekspertide poolt erinevate teede ja tänavate (nii maanteed kui linnade teed ja tänavad) haldamisega ja eksploatatsiooniga seotud investeerimisvajaduste ning -võimaluste kulude/tulude võrdlemiseks. Erinevate alternatiivide analüüsimiseks ning võrdlemiseks on vaja investeerimisprogrammide, projekteerimisnormide ja erinevate hooldusvõimaluste üksikasjalikke kirjeldusi ning lisaks on vaja teada ühikhindasid, eeldatavat liiklusmahtu, teede ja tänavate seisukorra- ja muid andmeid ning keskkonnatingimusi.

¹ <http://www.hdmglobal.com/>

HDM-4 tarkvara sisaldab mitmeid erinevaid analüüsi tasemeid ja võimalusi, millest põhilised on järgmised kolm:

- **Projektianalüüs** – analüüsi abil saab hinnata teede ja tänavate investeerimisprojektide majanduslikku või tehnilist tasuvust, viies läbi teekatte toimivuse, hoolduse ja/või parendamise mõjuanalüüsi koos hinnangutega liiklejate kuludele. Tundlikkusanalüüsiga saab uurida erinevate põhiparameetrite muutuste mõju analüüsi lõpptulemustele. Multikriteeriumanalüüs (MCA, *Multi-Criteria Analysis*) võimaldab projektide võrdlemisel kasutada muutujaid, millele ei saa majanduslikke kulusid alati omistada. Nendeks on näiteks keskkonnamõjud, sotsiaalsed või poliitilised mõjud. Projektianalüüsi peamised väljundid on:
 - Teekatte ja -konstruktsiooni seisukorra arenguprognosid;
 - Teekatte ja -konstruktsiooni rekonstrueerimise ja hoolduse mõjuhinnangud;
 - Liiklejate tulud ja kulud;
 - Hinnangud keskkonnamõjudele;
 - Standardsed majandusnäitajad nagu NPV ja EIRR
- **Programmianalüüs** – kasutatakse teede- ja tänavavõrgule remondi- ja tööprogrammide koostamiseks lähtudes investeerimisvõimalusi ja ressursidega seotud piiranguid. Teedevõrgu analüüs teostatakse teelõikude kaupa ning igale teelõigule planeeritakse rahastamistähtaja jooksul vastavad teetööd ja kulud. Analüüsis määratakse kindlaks optimaalsete teekatte hooldus- ja/või rekonstrueerimisprojektide ajakava, mida saab teostada kindlaksmääratud eelarveliste piirangute raames. Programmianalüüsi ajaraamistik on reeglina ajavahemikus 5-10 aastat. Heaks näiteks programmianalüüsi rakendamise kohta on teehoiukava koostamine;
- **Strateegiline analüüs** – analüüsi kasutatakse teedevõrgu arendamise ja hooldamise rahastamisvajaduste kavandamiseks koos prognoosidega teekatte ning teekonstruktsiooni toimivuse ja liiklejate mõju kohta keskmisel ja pikaajalisel perioodil (analüüsiperiood kuni 40 aastat). Tüüpiliseks strateegilise analüüsi rakenduseks on näiteks teedevõrgu kuluvajaduste pikaajaline planeerimine koos prognoosidega teedevõrgu arendamise ja hoolduse erinevate eelarvestsenaariumite mõjust.

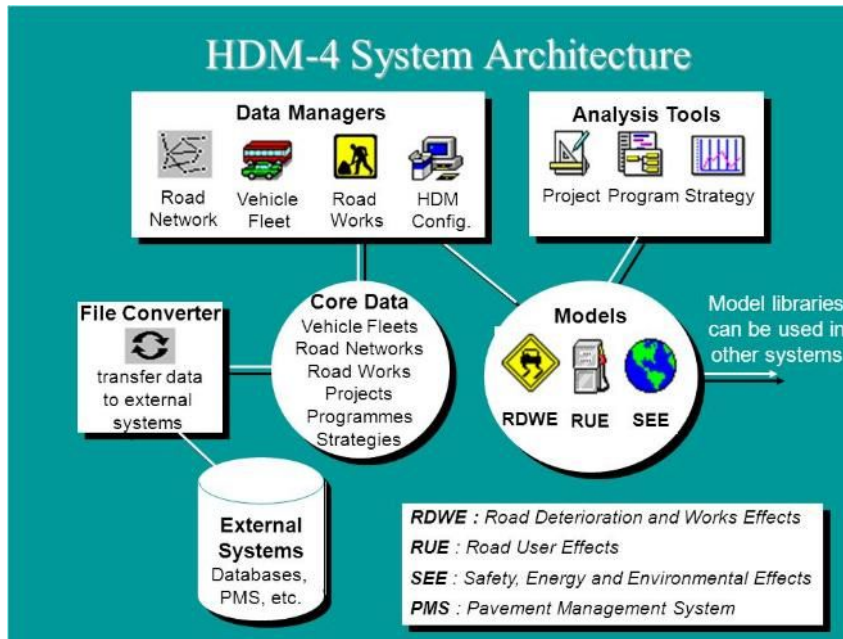
Käesolev „Kohalike teede teehoiu rahastamisvajadus ja eelarve stsenaariumite mõjud“ analüüs on tüüpiline teedevõrgu strateegilise taseme analüüs, mille tulemusena määratletakse teedevõrgu seisukord ja selle eeldatav muutumine erinevate eelarvestrateegiade rakendamisel.

HDM-4 tarkvara erinevate analüüsides sisendandmed saab jagada neljaks suuremaks põhiandmegrupiks:

- Andmed teedevõrgu kohta (seisukord, inventeerimise andmed, jne)
- Liiklus (liiklussagedus, -prognoos, -õnnetused) ja sõidukid (tüüpsõidukite tehnilised andmed)

- Töömeetodite kirjeldused ja nende mõjud (maksumused, mõjud teede ja tänavate seisukorra muutumisele, jne)
- HDM-4 tarkvara seadistamisega seotud andmed (piirkondlikud iseärasused nagu näiteks kliima)

HDM-4 tarkvara süsteemi arhitektuuri kirjeldab joonisel 2.1 toodud skeem.



Joonis 2.1. HDM-4 tarkvara süsteemi arhitektuur (Kerali et al., 2009)

2.2. HDM-4 kalibreerimine

HDM-4 tarkvara kasutamine analüüsi teostamiseks eeldab selle erinevate parameetrite ja mudelite kalibreerimist ning lähteandmete täpsustamist ja nende uuendamist. HDM-4 tarkvara sisaldab sadu erinevaid parameetreid koos kümnete erinevate mudelitega. Samas on erinevate andmete tundlikkus analüüsi tulemuste osas väga erinev. Olulisemad analüüsi lähteandmed, mida enne strateegilise analüüsi teostamist on vaja täpsustada ja vajadusel uuendada, on teekasutaja kulude parameetrid, sõiduaja kuludega seotud väärtused, planeeritavate remondi- ja hooldustööde mõju ja nende ühikhinnad ning teede ja tänavate olemasolev seisukord ja selle eeldatav muutumine analüüsiperioodil lähtudes rakendatud remondimeetmetest.

2.3. Teekasutaja ja sõiduaja kulud

Strateegilise analüüsi teekasutajate kulude arvutamise lähteandmed põhinevad 2003. aastal Maanteeameti tellimusel TTÜ Teedeinstituudi poolt koostatud uurimistö² tulemustel. Kuna selle uurimistö² valmimisest on kulunud mitmeid aastaid ja vahepeal on toimunud olulised

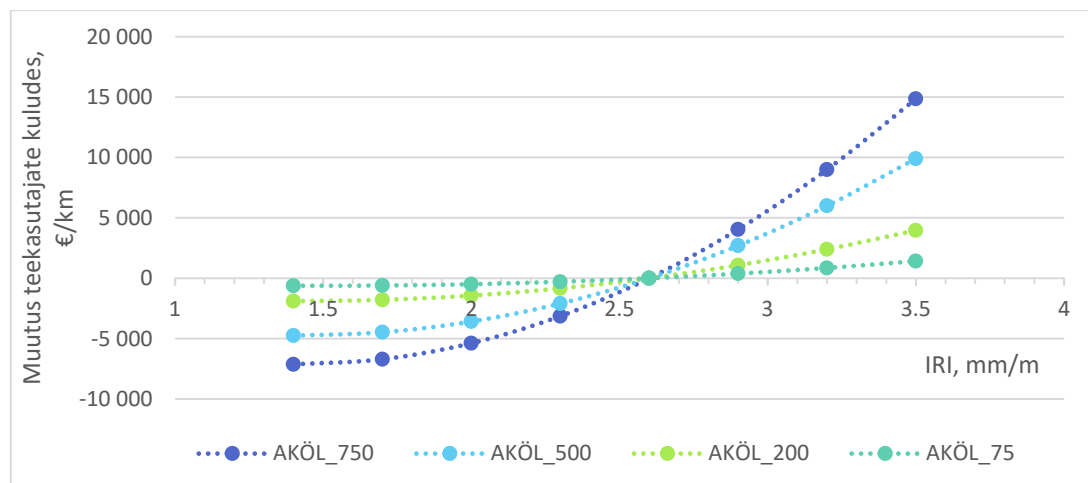
² "HDM-4 evitamiseks vajalike liikluskulude arvutamise lähteandmete panga koostamine. Lõpparuanne", Tallinna Tehnikaülikooli Teedeinstituut, Tallinn 2003

muutused nii majanduses kui ka sõidukite tehnilistes lahendustes, siis vajab see teedeobjektide majandusuuringute teostamisel oluline alusuuring hädasti uuendamist. Arvestades seda, et autoparki on lisandunud nii hübriid- kui ka elektrilised sõidukid ja neid tuleb liiklusesse juurde järjest rohkem, siis ei kirjelda TTÜ uurimistöös toodud esindussõidukid enam olemasolevat olukorda tingimata piisavalt täpselt.

Käesoleva analüüsi teostamiseks on korrigeeritud ja võimaluste piires täpsustatud mõningaid põhilisi ja tundlikumaid sisendparameetrite väärtuseid:

- Vastava sõidukiklassi „esindussõiduki“ uue sõiduki hind, mis on väga tundlik analüüsi tulemuste osas;
- Rehvide hind, lähtudes tüüpilise sõiduklassi poolt kasutusel oleva rehvi hinnast kaupluses;
- Kütuse hind, sõltuvalt esindussõidukist (bensiin või diiselmootor), ilma aktsiiside ja maksudeta;
- Sõiduki hooldustööde ühikhind, sisaldab tööjõu, tööriistade ja töökoja üldkulusid.

Teekasutajate kogukulud ja nende olulisus kogu ühiskonnale ning riigi majandusele sõltub väga suurel määral konkreetse teelõigu liikluskõlbavusest. Mida suurem on liikluskõlbavus, seda paremas seisukorras tuleks tee ja tänavade katet hoida, ehk siis eesmärgiks peaks olema seda väiksema IRI-arvu saavutamine teekatetel remondimeetodite rakendamisel. Joonisel 2.2 on näidatud, kuidas teekatte tasasuse muutumine mõjutab teekasutajate kulutusi sõltuvalt teelõigu liikluskõlbavusest³.



Joonis 2.2. Teekasutajakulude muutumise sõltumine liikluskõlbavusest

Teede ja tänavate seisukord muutub aja jooksul liikluse ja kliima mõjul. Vastavad muutumised kirjeldavad kalibreerimiskoeffitsiendid on HDM-4 tarkvaras seadistatud lähtudes varasematest riigimaanteed andmestikule põhinevatest uuringutest. Antud töö raames on neid korrigeeritud lähtudes täiendavast laekunud informatsioonist.

³ "IRI-arv ja mõõtmise meetodika ning mõõtmisega seotud probleemidest uutel pinnatud teekatetel", ERC Konsultatsiooni OÜ, Tallinn 2016

Teekasutajate ajakulude arvutuse aluseks on keskmine brutopalk Eestis. 2020 aastal oli Statistikaameti⁴ andmetel keskmine brutopalk Eestis 1448 eurot/kuus. Eeldusel, et ühes kuus on 160 töötundi, tuleb ühe töötunni hinnaks 9,05 eurot.

Ajakulu arvestamise meetodika põhjal (kasutusel Euroopas)⁵ arvestatakse töösõidu puhul aja väärtuseks 1,3 kordse palgamäära ja tööandja kulude (33.5%) summat. Sõitudele tööle ja tagasi (arvestuslikult kolmandik sõitudest) arvestatakse aja väärtuseks 35% keskmisest brutopalgast ning vabaajasõitudel 20% keskmisest brutopalgast. Tallinna Tehnikaülikooli Teedeinstituudi poolt 2003. aastal valminud uurimistö⁶ põhjal on maanteedel (kõik sõidukitüübid kokku) töödega seotud sõite 45.8% ja vabaajasõite 54.2%. Lähtudes kirjeldatud arvutusmeetodikast on käesolevas analüüsis kasutatud ajakulude põhiparameetrid järgmised:

- keskmine tööajakulu (koos töölesõidu ajakuluga) 6,34 euro/tund;
- keskmine mittetööajakulu 1,81 euro/tund.

2.4. Teedevõrgu osavõrgud

Strateegilise analüüsi teostamiseks on vaja analüüsitava teedevõrk jagada etteantud kriteeriumite alusel homogeenseteks osavõrkudeks/*maatriksi cell*ideks. Mõistet „homogeensed osavõrgud“ kohaldatakse reeglina teevõrgu osale, mis on sarnaste (või „homogeensete“) teekatte seisukorra ja liikluse andmetega ning mis moodustavad seega HDM-analüüsi kandidaatobjekti.

Antud analüüsi teostamiseks on kogu KOV teedevõrk jagatud osavõrkudeks lähtudes olemasolevatest andmetest. Kasutatud on järgmiseid andmeliike:

- Teekatte tüüp (kattega või katteta, PV/UP);
- Tee tüüp (maantee või tänav, R1/R2)
- Liiklussageduse klass (T1...T8)
- Teekatte seisukorra klass (C1...C5)

Teoreetiliselt koosneks maatriks kokku 160-st osavõrgust. Tegelikult osavõrkude arvukujunes 134, kuna kõikidele tingimustele vastavaid osavõrke ei esine (näiteks liiklussagedusega >6000 sõiduki/ööp katteta teed, jne). Mõnede osavõrkude pikkused tulid väga suured (näiteks T3C3R1UP, mille pikkus oli 2756 km) ja et need ei hakkaks analüüsis domineerima, jagati need väiksemateks võrdseteks osadeks.

KOV teedevõrgu osavõrkudeks jaotamise andmeliikide ja vastavate väärtuste täpsem kirjeldus on toodud tabelis 2.1.

⁴ www.stat.ee

⁵ „Tieliikenteen ajokustannusten yksikköarvot 2010“, Liikennevirasto, Helsinki 2010

⁶ „HDM-4 evitamiseks vajalike liikluskulude arvutamise lähteandmete panga koostamine. Lõpparuanne“, Tallinna Tehnikaülikooli Teedeinstituut, Tallinn 2003

Tabel 2.1. Osavõrkudeks jaotamise andmeliikide ja vastavate väärtuste kirjeldused

Jrk nr	Andmeliik	Kood	Kirjeldus
1	Teekatte tüüp	UP	Katteta (katte koodid 30...41)
		PV	Kattega (katte koodid 10...29)
2	Tee tüüp	R1	Maantee (kood 1)
		R2	Tänav (kood 2)
3	Liiklussageduse klass	T1	Liiklussagedus, AKÖL <50 sõidukit/ööp
		T2	Liiklussagedus, AKÖL 50-199 sõidukit/ööp
		T3	Liiklussagedus, AKÖL 200-499 sõidukit/ööp
		T4	Liiklussagedus, AKÖL 500-999 sõidukit/ööp
		T5	Liiklussagedus, AKÖL 1000-1999 sõidukit/ööp
		T6	Liiklussagedus, AKÖL 2000-3999 sõidukit/ööp
		T7	Liiklussagedus, AKÖL 4000-5999 sõidukit/ööp
		T8	Liiklussagedus, AKÖL >6000 sõidukit/ööp
4	Teekatte seisukord	C1	Teekatte tasasus, IRI <1,5 mm/m
		C2	Teekatte tasasus, IRI 1,5-2,5 mm/m
		C3	Teekatte tasasus, IRI 2,5-4,5 mm/m
		C4	Teekatte tasasus, IRI 4,5-6,5 mm/m
		C5	Teekatte tasasus, IRI >6,5 mm/m

Antud projekti käigus ei kogutud andmeid teekatte defektide kohta ja seda infot ei olnud ka varasemalt kogutud. Samas on see andmeliik oluline HDM-4 tarkvara analüüsi teostamisel. Seetõttu on kasutatud teekatte defektide kirjeldamiseks ja määramiseks varasemat kogemust ning eksperthinnangut. Tabelis 2.2 (kattega) ja tabelis 2.3 (katteta) on toodud defektid ja nende määrad vastavalt teekatte seisukorra klassile. Teekatte defektid ja nende määratlused on tabelis toodud vastavalt tarkvara HDM-4 määratlustele.

Tabel 2.2. Kattega teede ja tänavate seisukorraklasside andmed

Seisukorra andmeliik	Seisukorra klass				
	C1	C2	C3	C4	C5
Teekatte tasasus, IRI mm/m	1.20	2.00	3.40	5.40	8.30
Kõik struktuuripraod (%)	0	2	5	15	25
Laiad struktuuripraod (%)	0	0	0	9.5	19
Põikpraod (%)	0	0	0	0	0
Murenemine (%)	0	1	10	20	30
Löökaugud (tk/km)	0	0	0	5	50
Servadefekt (m ² /km)	0	1	10	100	300
Roopa sügavus (mm)	2	4	6	15	25
Teekatte tekstuur	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3
Haardetegur	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3
Drenaaži seisukord	Väga hea	Hea	Rahuldav	Halb	Väga halb

Tabel 2.3. Katteta teede ja tänavate seisukorraklasside andmed

Seisukorra andmeliik	Seisukorra klass				
	C1	C2	C3	C4	C5
Teekatte tasasus, IRI mm/m	1.75	2.00	3.50	5.50	8.50
Kruusa paksus (mm)	125	100	50	25	0

3. REMONDI- JA HOOLDUSTÖÖDE RAKENDAMINE JA ÜHIKHINNAD

Eesti teedevõrgu üldülevaadet on koostanud Maanteeamet⁷, mida on võimalik ka aastate lõikes võrrelda. Paraku on ülevaated täpsed vahetult riigile kuuluvate teede osas, kuid suhteliselt ebatäpsed KOV haldusala teede puhul. KOV teedevõrgu ülevaate korrastamist on suunanud viimastel aastatel riik läbi KOV teehooldustoetuste, mille summade jagamine on seostatud avalikult kasutatavate teede pikkustega.

Teehoiu investeeringute vajaduse hindamiseks on vaja lisaks teedevõrku iseloomustavatele kvantitatiivsetele näitajatele (katte liik, teepikkus) ka tee seisundi ning liikluse ja koormuse andmeid.

Viimastel aastatel on püütud KOV teedevõrgu andmestikku korrastada, et kogu teedevõrk sisalduks teeregistris ning Maa-ameti kaardirakenduses ja oleks andmebaasina ühilduv. Paraku on sel teel saavutatud üsna hea seis vaid teedevõrgu pikkuse osas, kuid mitte tingimata teede ja tänavate kvalitatiivsete näitajate osas. Täielikult puudub seni info teekasutuse (liiklussageduste ja -koormuste) kohta.

3.1. Teede funktsionaalne liigitus

Teed koosnevad maanteedest ja tänavatest, reeglina võiks tiheasustusala läbivat teed nimetada tänavaks. Paraku ei ole siin ühtset kokkulepet – ka linnas võivad paikneda teed. Ei saa ka selget vahet teha konkreetse tee ristlõike järgi, kuigi reeglina nimetatakse äärekividega ristlõiget tänav ristlõikeks ja ilma äärekivideta, kuid asulas paiknevat teed maanteeristlõikeliseks. Olukord on ka selles mõttes segasem, et tavapärases äärekividega ristlõikes piirneb tänav kõnniteedega, täna on aga tihtipeale kõnnitee asemel tänav või tee ristlõikes mururiba ja/või kraaviga eraldatud kergliiklusele suunatud tee, mida võib ka üldistatult kergliiklusteeks nimetada. Omaette teema on, kas kergliiklustee mõiste on üldse sobilik, sest põhimõtteliselt tuleb liiklejad eristada oma teedele või vähemalt selgelt eristatud sõiduladele vastavuses liiklejagrupi kiirusele. Paraku ei ole me piisavalt rikkad ja ka ruumi napib, et igale eristamist vajavale liiklejagrupile oma teed teha. Seetõttu piirduakse tihti jalg- ja jalgrattatee (JJT) mõistega.

Riigiteed jagunevad funktsionaalse liigituse alusel põhi-, tugi- ja kõrvalmaanteedeks. Põhimaanteed ühendavad piiripunkte, sadamaid ja suuremaid linnu. Tugimaanteed täiendavad põhimaanteede võrgustikku ja tagavad erinevate põhimaanteede vahelised ühendused. Kõrvalmaanteedel on kohalik funktsioon. Kui varasemalt oli riigiteede üheks ülesandeks vallakeskuste ühendamine omavahel ja riigi peateede võrgustikuga, siis haldusreformi käigus on valdade arv kahanenud ja osa senistest riigiteedest on säilitanud ainult vallasisesed funktsioonid, mistõttu riik on esitanud ka konkreetsed ettepanekud osade riigiteede üleandmiseks kohalikele omavalitsustele. Samas see protsess ei ole ühepoolne, sest riik on nõustunud üle võtma teelõike, mille roll ületab kohalike teede ülesandeid.

⁷ Alates 01.01.2021 kuulub ühendameti Transpordiamet koosseisu

Teede projekteerimismõõtk (MTM määrus 106⁸, mida praegusel ajal püütakse põhjalikult uuendada) kasutatakse kvantitatiivset liigitust, mille kohaselt tee klass (ja siit tulenevad geomeetrised parameetrid) sõltub liiklussagedusest. Täna teadmiste valguses on see iganenud põhimõte. Funktsionaalne liigitus määrab tee vajaduse ning siit, ehk tee funktsioonist, tuleneb ka kogu vajalik geomeetria, mis on seotud ainult projektkiirusega. Liiklussagedus määrab tee ristlõike. Funktsionaalse liigituse põhimõte peaks jääma valdavaks ka praegu uuendamisel olevas maanteede projekteerimismõõtk ning senine kvantitatiivne lähenemine lõpeb. Sarnane lähenemine on fikseeritud ka Linnatänavate standardis⁹.

Rääkides siiski valdavalt olemasoleva teedevõrgu hoolduskuludest, tuleneb teede funktsionaalsest liigitusest pigem konkreetselt teelt nõutav või eeldatav teenindustase. See tähendab nii teekonstruktsiooni kandevõimet kui ka teekatte taset, aga ka hooldustsükli kestust talitingimustes (lubatud viidet lumesaju algusest või libeduse tekkest). Funktsionaalse liigituse kontekstis on linnade ja alevite teede jaotus fikseeritud standardis, väljaspool asulaid osutuvad määravaks lisaks tee rollile hierarhilises teedevõrgus ja kohalikus majanduses ka ühistranspordi, sealhulgas koolibusside marsruudid.

3.2. Teede konstruktiivne liigitus

Teed jagatakse katendi liigi alusel kattega teedeks ja katteta ehk pinnasteedeks. Omakorda kattega teed jagunevad katte liigi järgi püsi-, kerg- ja siirdekatttega teedeks. Kui püsikatteks loetakse betoonist ja asfaltbetoonist kattega teid, mis igal juhul on ka tolmuwab, siis kindlasti on tolmuwab ka kergkatted. Kergkatteks loetakse stabiliseeritud ja pinnatud katet või külmasfaldi ehk mustseguga kaetud teed. Siirdekattete kategooria on selles mõttes kirjum, et siia kuuluvad nii pinnatud freespuru või pinnatud kruusateed, mis läbi pindamise on saanud tolmuvaba staatuse, kui ka pindamata kruusateed. Sillutiskatte liigiline kuuluvus on veidi ebatäpsem, kuid üldiselt loetakse seda pigem kergkatteks.

Asi on selles, et pindamiskiit ei anna kattele tugevust ning seetõttu oma tugevusnäitajatelt on siirdekattendid ühtselt nõrgemas grupis. Niipea, kui vanale kattele lisatakse asfaldist kulumiskiit, liigitub katend püsikatendite kategooriasse, seda sõltumatult tegelikust aluskonstruktsioonist. Siit tulenevalt on liigitus tegelikult koormuse kontekstis ka ebapiisav. Stabiliseeritud alused võivad olla põhimõtteliselt kolme liiki – bituumenstabiliseerimine (BS), tsemestabiliseerimine (TS), kompleksstabiliseerimine (KS). Bituumenstabiliseerimine tagab küll sileda katte, kuid ei talu raskemat koormust (metsavedu), tsemendi lisamine nii iseseisvalt (TS) või koos bituumeniga (KS) annab kattele ka tugevuse. Mõlemal juhul stabiliseeritud kihile lisatud pindamise funktsioon on stabiliseeritud kihi kaitsmises ja haardeteguri tagamises.

3.3. Liiklus, koormus ning katendikonstruktsioonid

Liiklussagedust hinnatakse sõidukite või ka liiklejate arvuga tiptunnis või aasta keskmisena ööpäevas. Väga laias laastus läbib tee ristlõiget tiptunnis kümnendik aasta keskmisest

⁸ Majandus- ja taristuministri 05.08.2015. a määrus nr 106 „Tee projekteerimise normid“

⁹ Linnatänavad. EVS 843:2016

ööpäevasest liiklusest. Koormussagedus¹⁰ on katendi dimensioneerimise aluseks, siit tulenevalt seondub vajaliku teekonstruktsiooni maksumus otseselt eeldatava koormusega. Tegemist on logaritmilise seosega, mistõttu suurem koormus tõstab küll kulusid, kuid seda mitte lineaarselt, vaid oluliselt vähem.

Riigiteedel on olemas adekvaatne liiklussageduse muutumise aegrida ja sellele tuginedes on võimalik koostada üsna usaldusväärsed prognoosid, reeglina arvestatakse prognoosiks 20 aastat tee käikuandmisest (AKÖL20). KOV teedel selline info paraku puudub ja seetõttu kasutatakse teekonstruktsiooni dimensioneerimiseks tihti tüüplahenduste meetodit, mis tugineb ainult liiklussagedusel – Tallinna linna tüüpkatendid¹¹ on koostatud 2015 ja uuendatud 2018 (viimane versioon avaldatud Riigi Teatajas sügisel 2019) tugineb eeldataval 10-nda aasta keskmisel ööpäevasel liiklusel (AKÖL10).

3.4. Linnade (Tallinna) tüüpkatendid (2019)

Tallinna katendite tüüplahendused on koostatud Soome InfraRYL alusel ja teed ning tänavad on jagatud viide koormusgruppi (tabel 3.1).

Tabel 3.1. Tallinna katendite tüüplahendused

Koormus-grupp	Prognoositud AKÖL 10-ndal aastal, autot/ööp	Tee ristlõige	Konstruktsiooni kihid ja nende paksused, cm		
			AB-kihid	Killustikukiht	Liivakiht
A1	>30000	2+2	5+5+14	40	30
B2	10000 - 30000	2+2	5+5+9	35	30
B2	>8000	1+1	5+5+9	30	30
C3	2500 - 8000	1+1	4+5+7	30	30
D4	500 – 2500	1+1	5+6	30	30
E5	<500	1+1	6	25	25

Tallinna lahenduse katendi, kui terviku, tööeaks on arvestatud 35 aastat. Asfaltkate ülakehi tööiga sõltub otseselt liiklussagedusest (naastrehvide mõju) ja ka koormusest, suurema liiklusega lõikudel ei kesta ülakehi viit aastat ja madala liiklussageduse korral (E-grupp) on tõenäoline ülakehi tööiga 15 aastat, mille järel tuleks kate pinnata. Pindamist võib kasutada D- ja E-gruppides, kuid kindlasti mitte teelõikudel, kus liiklussagedus ületab 2500 autot/ööp. Pindamine pole siiski parim lahendus asulasiseste teede jaoks.

Tallinna katendid on dimensioneeritud eeldusel, et aluspinnaseks on vähemalt 45 MPa kandevõimega liivpinnased. Kui realselt on tegemist nõrgemate alustega, tuleb teekonstruktsiooni alused uuesti üle arvutada ja kasutada kas tugevamaid materjale või paksemaid kihte.

¹⁰ Koormussagedus on tee enamkoormatud sõiduraja ristlõiget läbinud arvutuslike teljekoormuste arv ajaühikus. MntPN

¹¹ <https://www.riigiteataja.ee/aktiilisa/4240/9201/9038/1110141708.attachment.pdf#>

Teistes linnades ja asulates ei pruugi olla kuigi palju A- või B-grupi tänavaid, väiksemates asulates on suurema liiklussagedusega peatänavateks asulat läbivad riigimaantee lõigud, mis jäävad valdavalt oma liikluselt D- või koguni E-gruppi. Seetõttu tuleb tüüplahendustesse lisada ka grupp, mis kataks ka teed liiklussagedusega kuni 50 autot/ööp (maanteede kontekstis VI klass) – kus tõenäoliselt ei saa eesmärgiks olla isegi tolmuva lahendus täies ulatuses, vaid lihtsalt läbipääsu tagamine. Linnatingimustes on oluline ühissõidukiradadel ja -peatustes ning ristmikualadel tugevamate katendite kasutamine.

3.5. Tüüpkatendid väikese liiklussagedusega teedele (MNT 2019)

Transpordiameti juhise¹² järgi võib teedel kuni 1000 a/ööp kasutada Maanteeameti tüüpkatendeid – kui liiklussagedused on suuremad, on võimalikud nii linna tüüpkatendid või ka tavapärased maanteede projekteerimise reeglid. Kõigil tüüplahendustel on omad piirangud, need käsitlevad nii aluspinnast kui veerežiimi ja nendel põhjustel võib olla vajalik ka väiksemate koormuste korral detailne projekteerimine. Väikese liiklussagedusega teede katendite tüüplahenduste kirjeldused on toodud tabelis 3.2.

Tabel 3.2. Tüüpkatendid väikese liiklussagedusega teedel

Tüübi nr	Tee iseloom	AKÖL, autot/ööp	Konstruktsiooni kihid ja nende paksused, cm		
			Katte kihid	Aluse kihid	Liiva kiht
I	Kergliiklustee	-	5 cm AB	15 cm killustik	20 cm liiv
II	Eramute mahasõidud ja sõiduautoparklad	-	5 cm AB	20 cm killustik	20 cm liiv
III	Elurajooni siseteed ühistranspordita	-	4+5 cm AB	20 cm killustik	20 cm liiv
IV	Bussipeatus/parkla	Kuni 20 bussi/ööp	4+7 cm AB	25 cm killustik	20 cm liiv
V	Kohalik tee	<300	8 cm freespuru+pindamine	20 cm kruus	-
VI	Kohalik tee	300 - 1000	20 cm MSE+pindamine või 12 cm BS+pindamine	20 cm kruus	-
VII	Kruusatee	-	10 cm purustatud kruusa	20 cm kruusalus	-

Eeltoodud tüüplahenduste juhiste järgi tuleb kõik katendid liiklussagedustele üle 1000 auto ööpäevas projekteerida ja dimensioneerida vastavalt perspektiivsele koormusele, mille aluseks on seega nii projekteerimismid¹³ (määrus 106, 2015) kui ka elastsete katendite projekteerimisjuhise¹⁴ (2017).

¹² https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Juhendid/projekteerimine/tuupkatendid_vaikese_liiklussagedusega_teedele_2019.pdf

¹³ https://www.riigiteataja.ee/aktiis/1070/8201/5014/MKM_m106_lisa.pdf

¹⁴ https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Juhendid/projekteerimine/elastsete_tekatendite_projekteerimise_juhend_0.pdf

3.6. Remondi- ja hoiutööde koondülevaade

Järgnevalt on esitatud analüüsis teedevõrgu seisukorra parandamiseks kasutatavatest erinevatest remondi- ja korrashoiu tööd. Planeeritud tööde eesmärk, nende kapitaalsus ja sellest tulenev maksumus sõltub tee tüübist (maantee või tänav), katte tüübist (kattega või ilma) ja liiklussageduse klassist. Liiklussagedus on jagatud tinglikult kolme klassi (kõrge, keskmine ja väike). Täpsem AKÖL väärtustel põhinev jaotus tekib HDM-4 analüüsi käigus, kui igale konkreetsele töömeetodile määratakse ta rakendamise kriteeriumid.

Antud analüüsis kasutatavate remondi- ja hooldustööde määratlemisel on lähtutud neljast põhimõttelisest tasemest:

- **Rekonstrueerimine** – tõsisem töömeede, mida rakendatakse reeglina halva või väga halva teekatte seisukorraga osavõrkudel. Töömeetme põhjuseks on üldjuhul teekonstruktsiooni amortiseerumine tasemele, kus kattekihi asendamisega ei ole võimalik tagada nõutavat seisukorra taset. Töömeede on reageerimispõhine, mille rakendamise aja määrab teekatte seisukord ja tõsiduse liiklussageduse klass;
- **Taastusremont** – keskmise tõsidusega töömeede, mida rakendatakse reeglina rahuldava teekatte seisukorraga osavõrkudel eesmärgiga nende seisukorda parendada või seda hoida. Töömeetme rakendamisel eeldatakse, et teekonstruktsioon on piisava tugevusega ja kulumiskihi uuendamine tagab nõutava seisukorra saavutamise ja selle püsimise. Töömeede on reageerimispõhine, mille rakendamise aja määrab teekatte seisukord ja tõsiduse liiklussagedus;
- **Hooldus** – kerge töömeede, eesmärgiks on hoida teekatte olemasolevat seisukorda. Töömeede on regulaarne ja see teostatakse kindla sagedusega (igal aastal tehtav aukude lappimine ja pragude täitmine, mis pidurdab defektide arengut ja katte lagunemist);
- **Teehoole** – regulaarne töömeede, mis sisaldab suviseid puhastus- ja korrashoiutöid (niitmine, võsa lõikamine, kraavide hooldus jm) ning talviseid (lume koristus, libeduse tõrje jm) üldhooldustöid. Töömeede on regulaarne ja teostatakse kindla sagedusega.

Tabelis 3.3 on toodud koondandmed analüüsis kasutatavatest remondi- ja hooldustöödest, mis põhinevad eelpool kirjeldatud juhistel ja tüüpkatenditel ning lisaks on kasutatud ERC Konsultatsiooni OÜ poolt varasematel aastatel erinevates KOV-des (Tori¹⁵, Are¹⁶, Paide¹⁷ ja Tallinn^{18,19}) teostatud uuringute andmestikku. Lisaks on kasutatud Maanteeameti poolt avaldatud keskmiseid hooldetööde ühikhindasid²⁰ ja erinevate aastate hinnaandmete

¹⁵ „Tori valla teehoiukava 2017-2021”, Tallinn 2016

¹⁶ „Are valla teehoiukava 2017-2021”, Tallinn 2016

¹⁷ „Paide linna teede ja tänavate seisukorra hindamine”, Tallinn 2017

¹⁸ „Tallinna magistraal-jaotustänavate teekatete seisukord ja remondivajadus”, Tallinn 2020

¹⁹ „Tallinna magistraal-põhitänavate teekatete seisukord ja remondivajadus”, Tallinn 2019

²⁰ <https://www.mnt.ee/et/tee/teehoole>

ühtlustamisel on arvestatud majanduses toimunud muutuseid, kasutades Statistikaameti poolt avaldatavat maanteede hooldustööde hinnaindeksit²¹.

Tabel 3.3. Koondtabel analüüsis kasutatavatest remondi- ja hooldustöödest lähtudes tee tüübist, liiklussagedusest ja katte tüübist, (maksumused ilma käibemaksuta)

Tänavatüüpi tee			
	AKÖL kõrge	AKÖL keskmine	AKÖL väike
Rekonstrueerimine			
Kattega teed (katte kood <30)	Alumiste kihtide asendamisega, vajadusel koos sadevete kanalisatsiooniga Ühikmaksumus 200 €/m ²	Alumiste kihtide asendamisega, vajadusel koos sadevete kanalisatsiooniga Ühikmaksumus 150 €/m ²	Katendi rajamine Ühikmaksumus 100 €/m ²
Katteta teed (katte kood >30)	N/A	Katendi rajamine Ühikmaksumus 100 €/m ²	Tolmuvaba katte rajamine, aluse uuendamine Ühikmaksumus 75 €/m ²
Taastusremont			
Kattega teed (katte kood <30)	Tasandusfreesimine / ülekatte Ühikmaksumus 100 €/m ²	Tasandusfreesimine / ülekatte Ühikmaksumus 75 €/m ²	Ülekate Ühikmaksumus 50 €/m ²
Katteta teed (katte kood >30)	N/A	Asfaltkatte rajamine Ühikmaksumus 75 €/m ²	Freesipurust kate pindamisega Ühikmaksumus 25 €/m ²
Hooldusremont			
Kattega teed (katte kood <30)	Aukude lappimine 20 €/m ² Pragude täitmine 10 €/m ²		
Katteta teed (katte kood >30)	N/A	Hööveldamine 2 €/m ²	
Teehoole			
Kattega teed (katte kood <30)	Suvi- ja talihoole 3000 €/km	Suvi- ja talihoole 1500 €/km	Suvi- ja talihoole 1000 €/km
Katteta teed (katte kood >30)	N/A	Suvi- ja talihoole 1000 €/km	Suvi- ja talihoole 800 €/km
Maantee tüüpi tee			
	AKÖL kõrge	AKÖL keskmine	AKÖL väike
Rekonstrueerimine			
Kattega teed (katte kood <30)	Stabialuse ehitamisega Ühikmaksumus 150€/m ²	Stabialuse ehitamisega Ühikmaksumus 125 €/m ²	Killustikalus ja asfaltkate Ühikmaksumus 100 €/m ²
Katteta teed (katte kood >30)	Stabialuse ehitamisega Ühikmaksumus 150€/m ²	Killustikalus ja asfaltkate Ühikmaksumus 100 €/m ²	Kruusatee rekonstrueerimine Ühikmaksumus 40 €/m ²
Taastusremont			
Kattega teed (katte kood <30)	Kulumiskihi asendamine Ühikmaksumus 75 €/m ²	Kulumiskihi asendamine Ühikmaksumus 50 €/m ²	Pindamine Ühikmaksumus 3 €/m ²
Katteta teed (katte kood >30)	Tolmuvaba katte rajamine Ühikmaksumus 30 €/m ²	Profileerimine, kruusa lisamine, pehmete kohtade asendamine; ühikmaksumus 20 €/m ²	
Hooldusremont			
Kattega teed (katte kood <30)	Aukude lappimine 20 €/m ² Pragude täitmine 10 €/m ²		
Katteta teed (katte kood >30)	Hööveldamine 5 €/m ²		
Teehoole			
Kattega teed (katte kood <30)	Suvi- ja talihoole 2750 €/km	Suvi- ja talihoole 1300 €/km	Suvi- ja talihoole 800 €/km
Katteta teed (katte kood >30)	Suvi- ja talihoole 2500 €/km	Suvi- ja talihoole 900 €/km	Suvi- ja talihoole 600 €/km

²¹ www.stat.ee

4. TEEDE JA TÄNAVATE OLEM

Kohalike omavalitsuste teedevõrgu kuuluvate teede ja tänavate olemi andmestik põhineb peaaesjalikult Transpordiameti (endine Maanteeamet) tellimusel teostatud kohalike teede ja tänavate inventeerimise tulemustel²². Antud projekti raames on täiendavalt teostatud ca 10% mahus teede ja tänavate seisukorra (IRI-arvu) mõõtmisi.

Töö tellija poolt edastatud teede ja tänavate inventeerimisandmestikku on enne analüüside teostamist kontrollitud. Kuigi vastavalt töö lähteülesandele ei kuulunud esitatud andmete kontroll töövõtja ülesannete hulka, siis tulenevalt esmastest andmeanalüüsist ja nende tulemustest osutus andmekontrolli teostamine siiski vajalikuks. Teostatud kontroll hõlmas eelkõige andmestikus esinevaid loogilisi vigu ja vasturääkivusi. Töövõtjale esitatud algandmete kvaliteeti ja nende õigsust ei ole kontrollitud.

Antud analüüsi seisukohalt olulisemate sisendandmete mahtude (teede pikkuste) võrdlus on toodud tabelis 4.1. Tabelis toodud andmetest on näha, et erinevate andmeliikide osas on KOV teedevõrgu pikkused erinevad.

Tabel 4.1. Analüüsi sisendandmetega kaetus erinevate andmeliikide osas

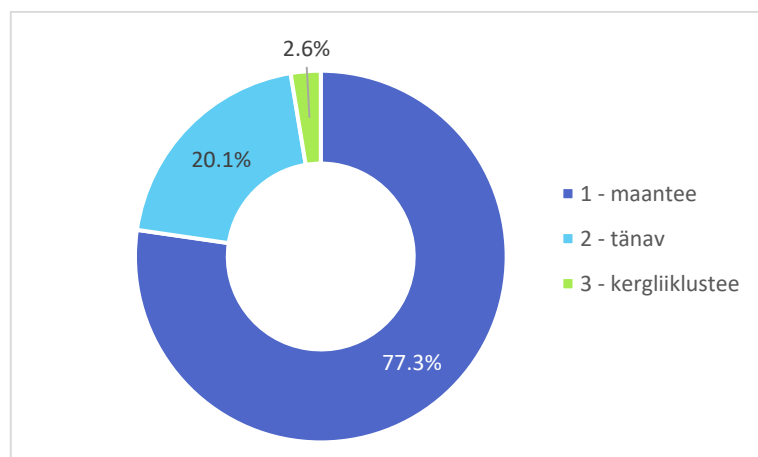
Jrk nr	Andmeliik	Teede ja tänavate pikkus, km	Andmed puuduvad, km	Kokku, km
1	Haldus	24 971,922	194,762	25 166,685
2	Teede liigitus	27 976,303	4,042	27 980,365
3	Teekatte tüüp	27 341,265	480,511	27 821,776
4	Teekatte laius	27 141,295	570,192	27 711,487
5	Teede seisukord (inventeeritud andmed)	26 760,531	677,586	27 438,117
6	Teekatte seisukord (täiendavalt teostatud IRI-arvu mõõtmised)	2 296,200	-	2 296,200
7	GIS ruumikujude andmestik	27 507,665	-	27 507,665

Antud analüüsis on (vastavalt töökoosolekutel kokkulepitule) keskendunud eelkõige sõiduteedele (maantee ja tänavatüüpi teed), kergliiklusteid ei ole analüüsi kaasatud. Täpsemad põhjused on toodud aruande peatükis 4.5.

²² Riigihange "Kohalike tervikteede inventeerimine", viitenumber 196207

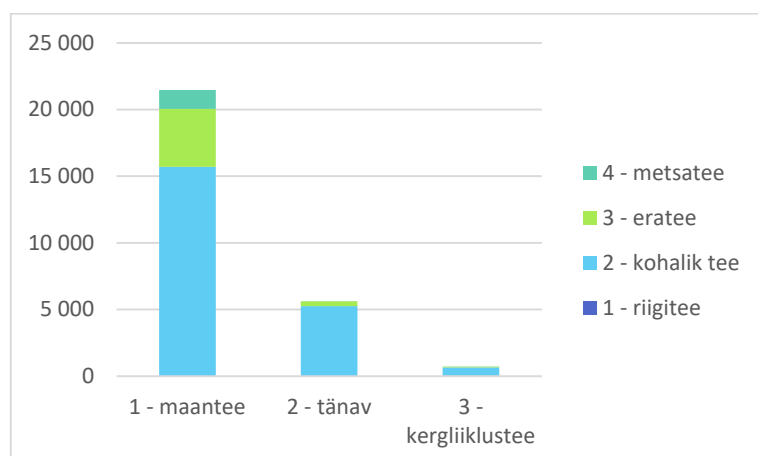
4.1. Teede liigitus

Teede liigituse järgi on kogu KOV teedevõrgust valdav osa 21 629,4 km (77,3%) asulavälised maantee tüüpi teed. Asulasiseseid tänav tüüpi teid on 5 637,7 km (20,1%) ning kergliiklusteid on 723,9 km ehk 2,6% (joonis 4.1).

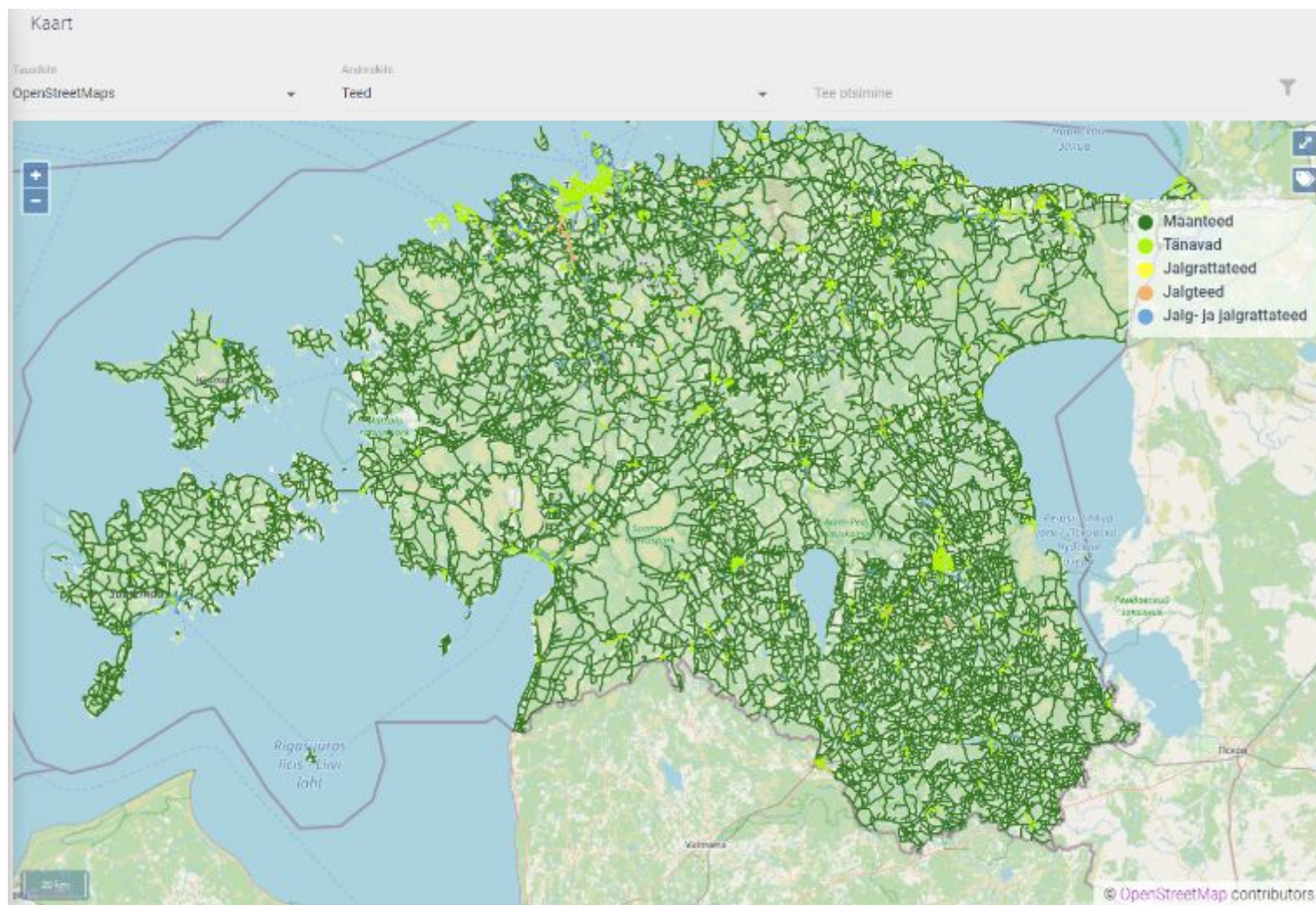


Joonis 4.1. KOV teedevõrgu jagunemine teetüüpideks

Omandivormi osas (joonis 4.2) on maantee tüüpi teedest enamus (73,1%) kohalikud teed, samas on küllaltki suur osa nendest teedest liigitatud (20,3%, ehk 4347,2 km) erateedeks. Metsateid on maantee tüüpi teedest 6,6%. Asulasiseste tänav tüüpi teedest (kokku 5627,3 km) on valdav enamus (93,4%) kohalikud teed. Erateid on 6,4% ja metsateid 0,2%.



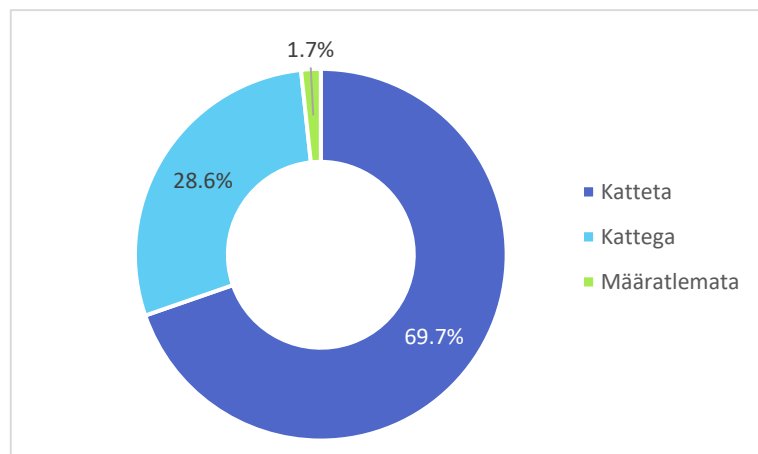
Joonis 4.2 KOV teedevõrgu jagunemine omandivormi alusel



Joonis 4.3. KOV teedevõrgu jagunemine teetüüpideks, väljavõte RAMS'ist

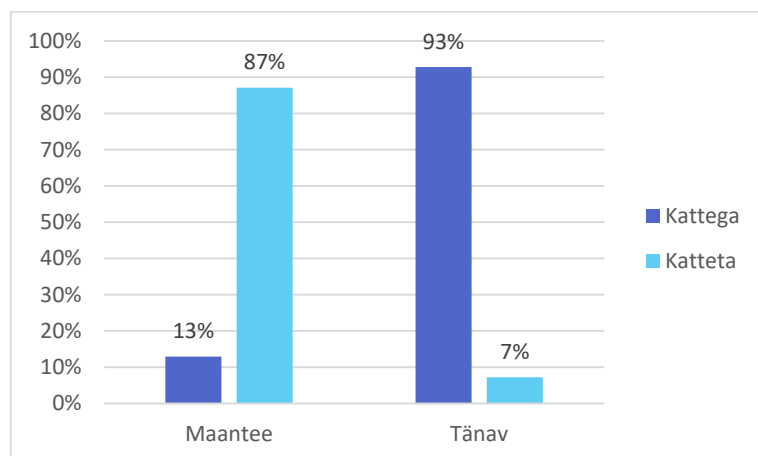
4.2. Teekate

Teekatte tüübi andmete alusel on KOV teedevõrk valdavalt (joonis 4.4) katteta, ehk siis kas kruusatee (18364,8 km) või pinnaste (1015,6 km). Kattega teede osa on 28,6% (7958,1 km). Teekatte tüüp on määratlemata 483,3 km. Kattega teede puhul on valdava teekattetüübina (5727,7 km) kasutatud koodi 10 (katttega tee, katte liik teadmata).

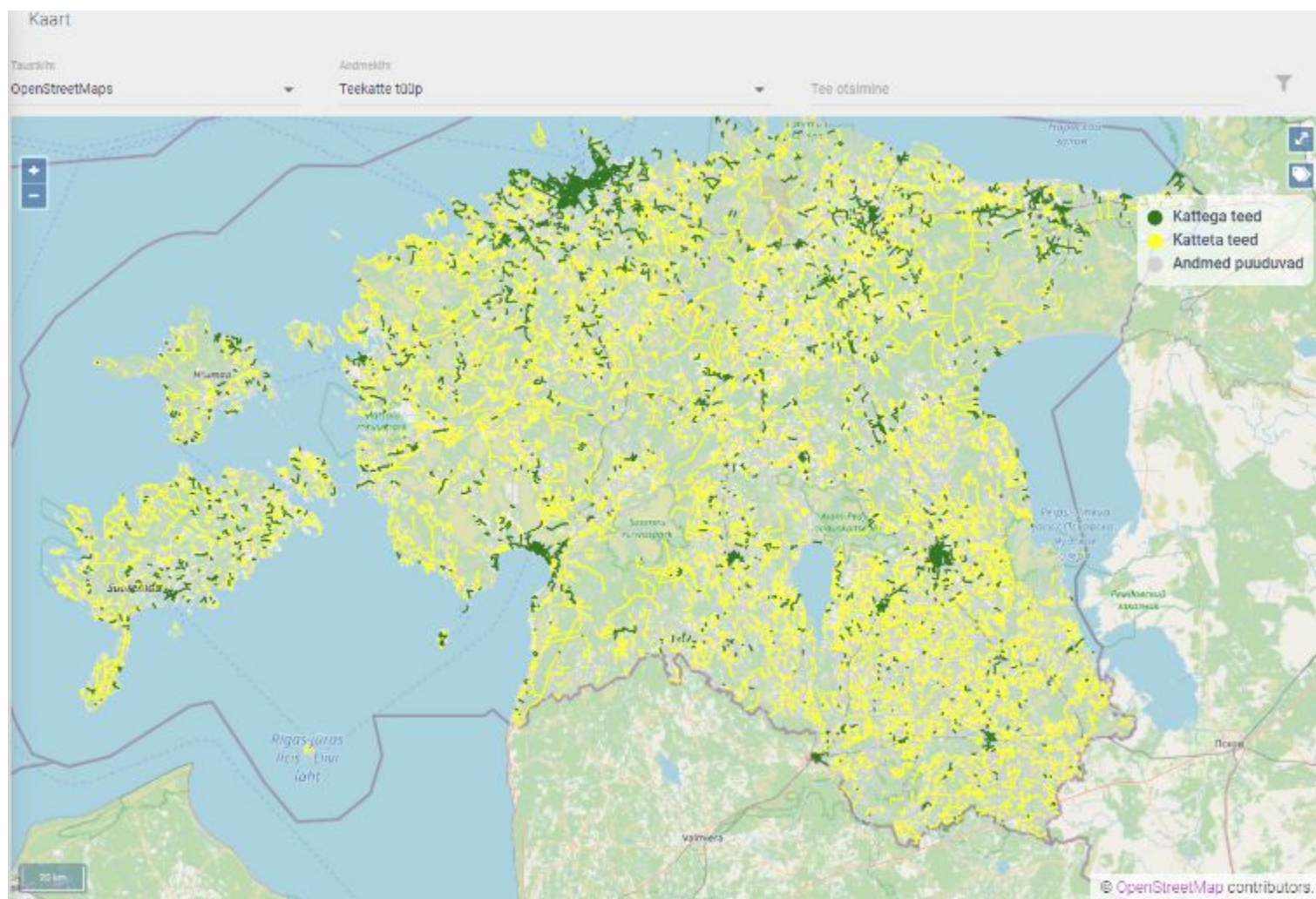


Joonis 4.4. Teekatte tüüpide jagunemine KOV teedevõrgul

Kui vaadata eraldi maantee ja tänav tüüpi teid siis on nendel teekatte jagunemine kattega ja katteta teedeks vastupidine (joonis 4.5). Valdav enamus maantee tüüpi teedest (92,8%) on katteta teed (kruusa- või pinnaste), samas tänav tüüpi teedest on enamus (87,1%) kattega.



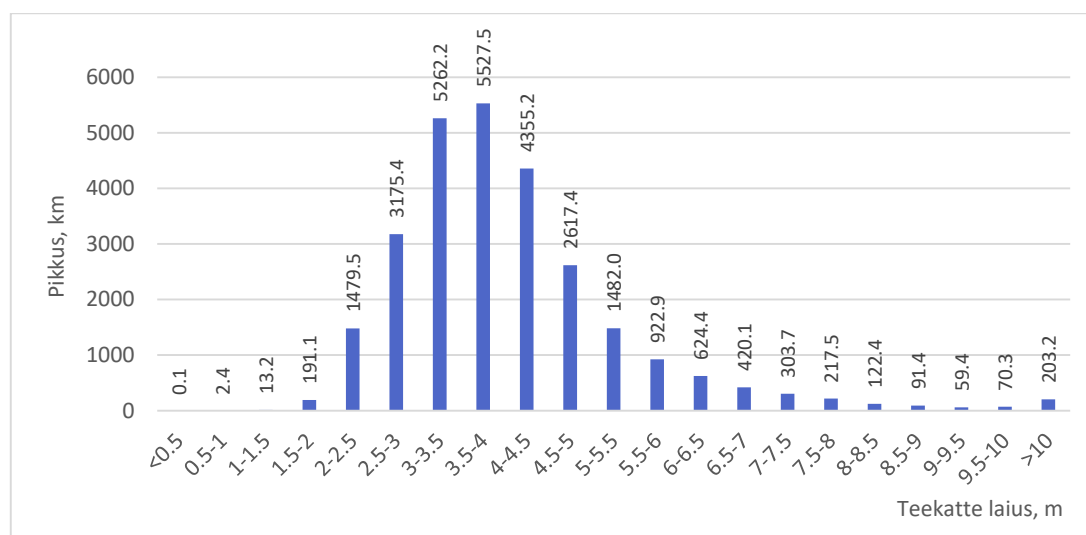
Joonis 4.5. Teekatte tüüpide jagunemine KOV teedevõrgul maantee ja tänav tüüpi teedel



Joonis 4.6. KOV teedevõrgu jagunemine teekattetüübi järgi, väljavõte RAMS'ist

4.3. Teekatte laius

Olemasolevate KOV teedevõrgu teekatte laiuse andmete põhjal on valdav osa (55,8%) teedest ja tänavatest teekatte laius 3,0-4,5 m (joonis 4.7). KOV teedevõrgu keskmine teekatte laius on 3,90 m. Maantee tüüpi teede katted on keskmisena praktiliselt kaks korda kitsamad kui tänav tüüpi teed. Maantee tüüpi teede keskmine teekatte laius on 3,08 m ja tänav tüüpi teedel 6,14 m (tabel 4.2).



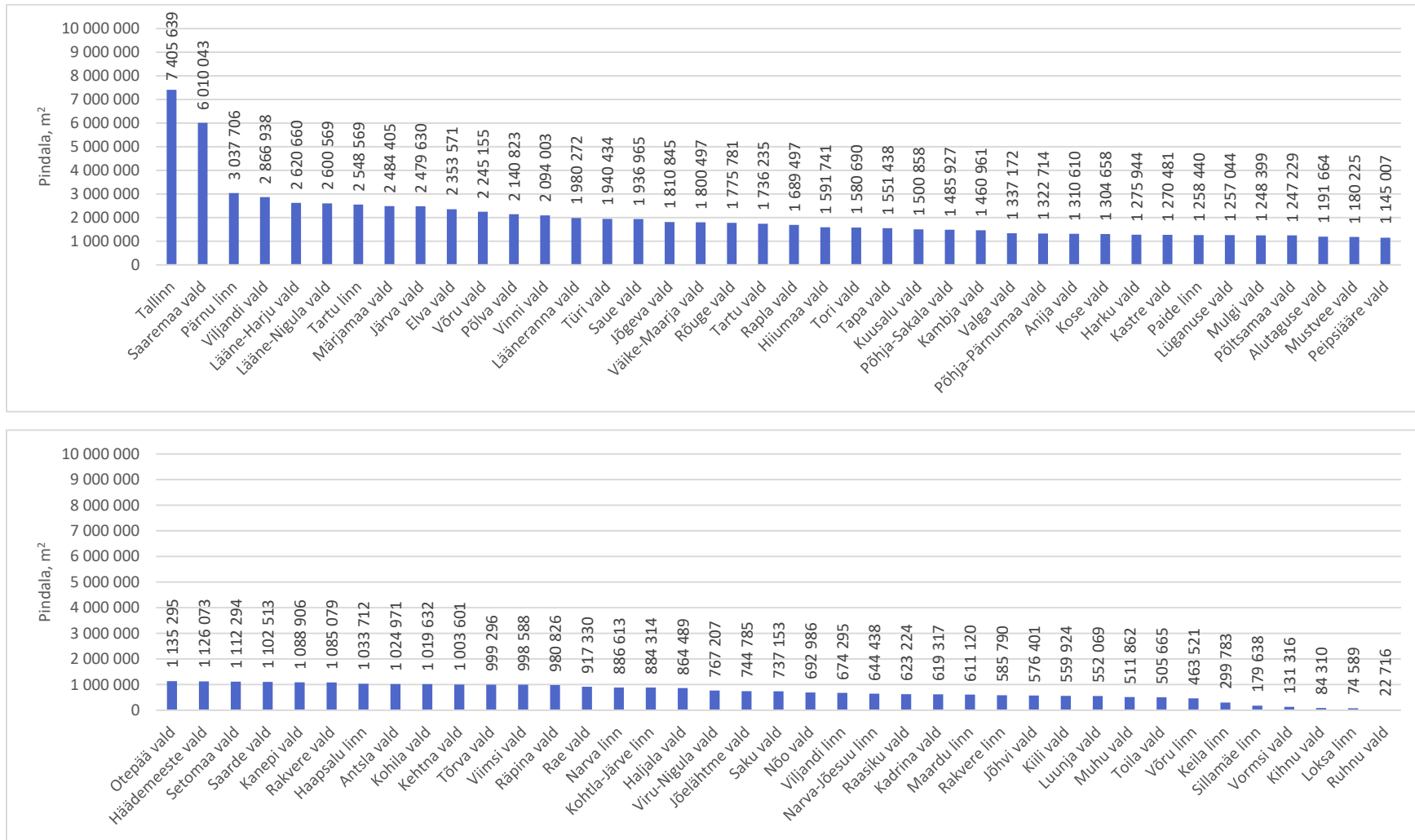
Joonis 4.7. KOV teedevõrgu teekatte laiuse jagunemine laiuse vahemikesse (0,5 m samm)

Kattega teede keskmine teekatte laius (5,57 m) on peaaegu kaks korda suurem kui katteta teedel (3,03 m).

Tabel 4.2. Teekatte keskmine laius KOV teedevõrgul maantee ja tänav tüüpi teedel ning kattega ja katteta teedel

Tee tüüp	Keskmine teekatte laius, m		
	Kattega	Katteta	Kokku
Maantee	3,60	3,00	3,08
Tänav	6,31	3,90	6,14
Kokku	5,57	3,03	3,90

KOV teedevõrgu kogupindala on inventeeritud andmete põhjal 109,0 miljonit m². Teekatte pindala jagunemine erinevate omavalitsuste vahel on toodud joonisel 4.8. Selgelt suurimate teekatte pindaladega eristuvad 2 omavalitsust – Tallinna linn ja Saaremaa vald. Esimeses neist on valdavaks tee tüübiks tänav ja teises maantee. Väikseimad teekatte pindalad on väikesaartel (Vormsi, Kihnu ja Ruhnu) ning Loxsa linnas.



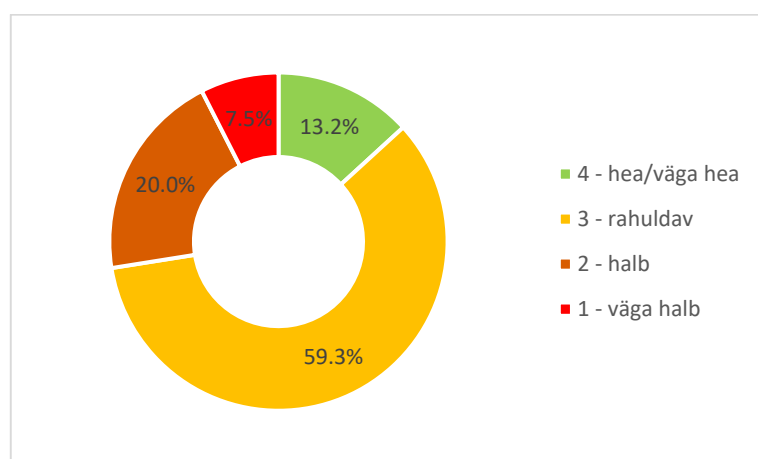
Joonis 4.8. Teekatte kogupindalad erinevates KOV-des

4.4. Teekatte seisukord

Kohalike teede ja tänavate seisukord on inventeerimistel määratletud fotodelt. Kattega ja katteta teedel on seisukorraklasside kirjeldused erinevad. Kui kattega teedel on seisukorraklassi kirjeldus seotud teekasutaja poolt tunnetatud sõidumugavusega (viide IRI-arvule), siis katteta teedel on seisukorraklassi kirjeldus seotud pigem teehaldaja poolsete teekonstruktsiooni tehniliste parameetritega.

Antud analüüsi seisukohalt on oluline teada teekatte seisukorda lähtudes eelkõige teekasutaja poolsetest parameetritest (sõidumugavus, -ohutus, jne).

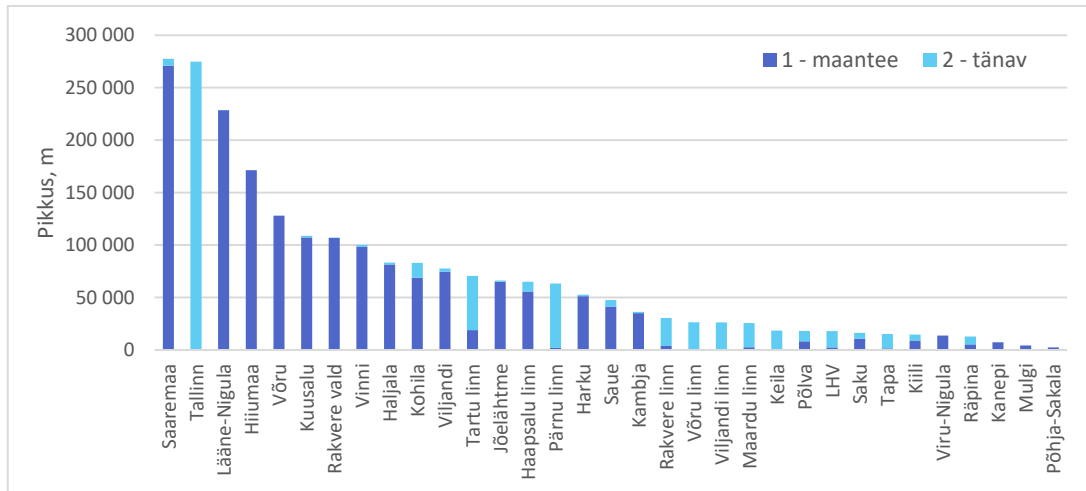
Joonisel 4.9 on näidatud inventeerimisandmestikul põhinev KOV teedevõrgu teekatte seisukorra jagunemine seisukorra klassidesse. Toodud andmete põhjal on KOV teedevõrgu seisukord valdavalt (72,5%) kas hea või rahuldav, 20,0% on see halb ja ainult 7,5% teedevõrgust on väga halvast seisukorras.



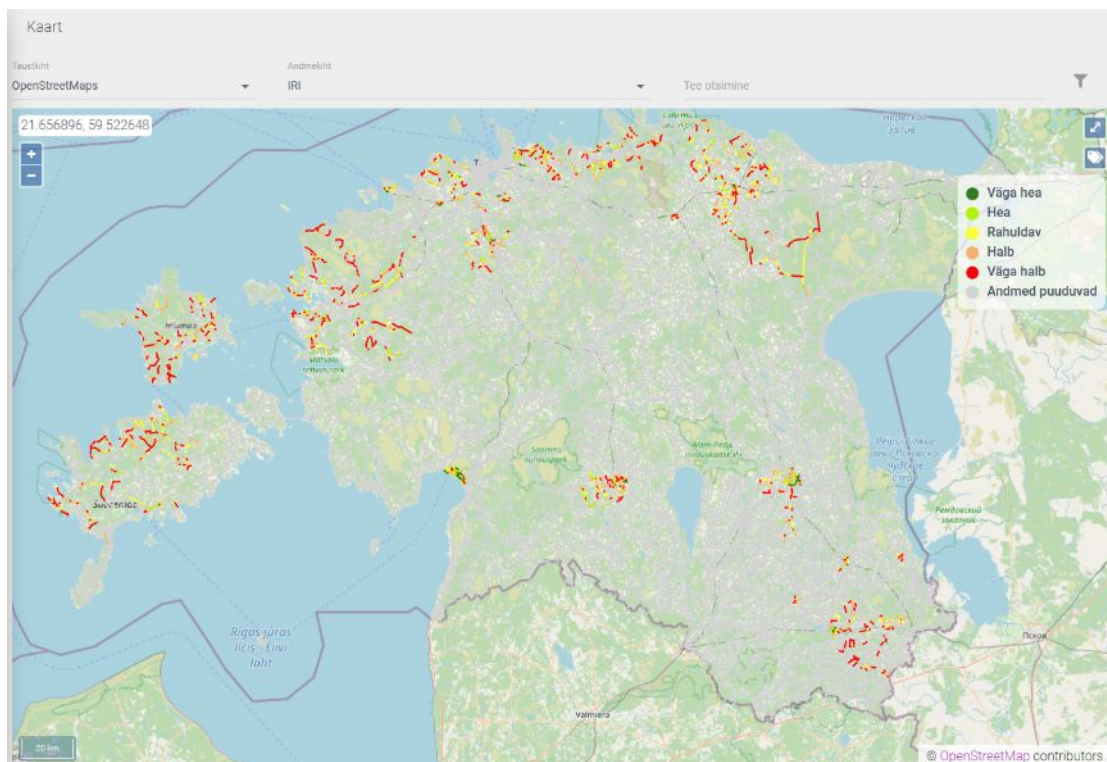
Joonis 4.9. Teekatte seisukorra klasside jagunemine KOV teedevõrgul inventeerimise andmestiku alusel

Toodud tulemused tekitasid andmete analüüsi käigus ekspertides mitmeid küsitavusi, eelkõige seda, et kas tõesti on KOV teedevõrgu seisukord niivõrd hea nagu inventeerimise tulemused seda näitavad. Või on probleem hoopis selles, et fotodelt ei ole tingimata võimalik määratleda teekasutaja tegelikke kogemusi sõidumugavuse osas. Teadaolevalt kipuvad fotod „ilustama“ tegelikku olukorda.

Inventeeritud teekatte seisukorra andmeid võrreldi varasemalt olemasolevate teekatte seisukorra (eelkõige IRI-arv) andmetega ja need võrdlused näitasid mõnevõrra erinevaid tulemusi. Tegelikku olukorra kontrollimiseks suuremas mahus otsustati projekti töörühma koosolekul teostada täiendavaid teekatte seisukorra (IRI-arv) mõõtmisi. Mõõtmised teostati mõõteseadmega IRIMETER-2 (vt Lisa 4) ca 2000 km erinevates omavalitsustes üle Eesti (joonised 4.10 ja 4.11) ning lisaks on analüüsi teostamisel kasutatud 2019 ja 2020 aastal Tallinna linnas teostatud teekatte seisukorra andmete mõõtmiste tulemusi. Kokku on reaalsete mõõtmistulemuste maht 2 296 km, mis moodustab ca 9,0% analüüsitud teedevõrgu pikkusest. Ekspertide hinnangul on see maht piisav, et hinnata usaldusväärset kogu KOV teedevõrgu seisukorda.



Joonis 4.10. Teekatte seisukorra andmete (IRI-arv) mõõtmismahud KOV-des



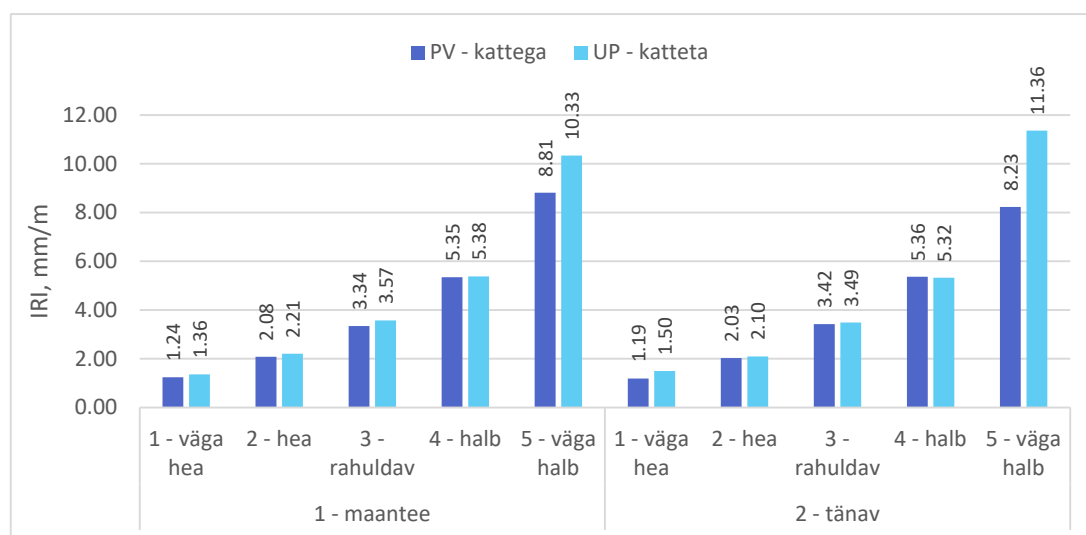
Joonis 4.11. KOV teedevõrgul teostatud teekatte seisukorra (IRI-arv) mõõtmised, väljavõte RAMS'ist

Teostatud mõõtmistulemused on antud strateegilise analüüsi teostamiseks jagatud viide seisukorra klassi, mis erineb ühe klassi võrra võrreldes inventeeritud seisukorra andmestikuga (määratletud on lisaks seisukorra klass „väga hea“). Muudetud on ka vastavate koodide numeratsiooni, et ühtlustada seisukorra andmestikku erinevate andmete osas (näiteks sildade seisukorra klassid). Seisukorra klasside määramisel kasutatud IRI-arvu piirid on samad nii erinevatele katte tüüpidele kui ka teede tüüpidele (teekasutaja tunnetus ei saa sõltuda tee või katte tüübist). Tabelis 4.3 on toodud antud analüüsis kasutatud teekatte seisukorra klasside kirjeldused, mis põhinevad nii rahvusvahelistel kui Eesti kohalikel kogemustel ning ekspertide hinnangutel.

Tabel 4.3. Teekatte seisukorra klasside kirjeldused

Teekatte seisukord	Teekatte seisukorra iseloomustus (sõidumugavus ja ebatasasuse mõju)	Mõõtmistulemuste alusel		Inventeerimistulemuste alusel
		Seisukorra klass	IRI-arv, mm/m	Seisukorra klass
Väga hea	Tasane teekate. Hea sõita, sõidukiirus kipub ületama lubatut.	1	<1,5	4
Hea	Üldiselt tasane teekate, esineb kerget pikisuunalist ebatasasust ning üksikuid põiksuunalisi ebatasasusi, mis üldiselt ei mõjuta sõidumugavust. Lubatud sõidukiirust kerge ületada.	2	1,5-2,5	
Rahuldav	Teekate suhteliselt ebatasane. Esineb üksikuid kerget heituseid. Sõidukiirus üldiselt lähedal lubatule maksimaalsele sõidukiirusele, sõites on vaja teepinda jälgida.	3	2,5-4,5	3
Halb	Teekate on ebatasane, esineb rohkesti kerget heituseid ja üksikuid suuri heituseid. Sõidukiirus kõigub, sõidutrajektoori tuleb muuta, tuleb keskenduda sõitmisele.	4	4,5-6,5	2
Väga halb	Teekate on väga ebatasane, rohkesti kerget ja suuri heituseid. Sõitmine ebamugav, sõidukiirus üldiselt allpool maksimaalselt lubatud piiri. Tuleb mööduda defektidest ja ebatasasustest. Tuleb keskenduda sõitmisele	5	>6,5	1

Seisukorra klassile vastavad mõõtmistulemustel põhinevad keskmised IRI-arvu väärtused erinevat tüüpi ja erineva kattega KOV teedel on näidatud joonisel 4.12.



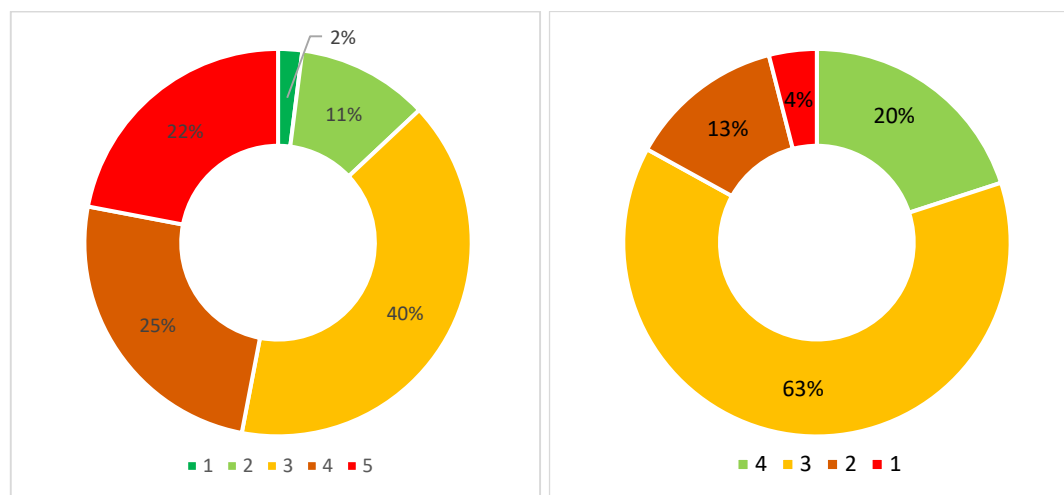
Joonis 4.12. Teostatud mõõtmistel põhinevad erinevatele seisukorra klassidele vastavad keskmised IRI-arvud

Tabel 4.4. KOV teedevõrgu seisukord mõõdetud andmete alusel maantee ja tänav tüüpi ning kattega ja katteta teedel

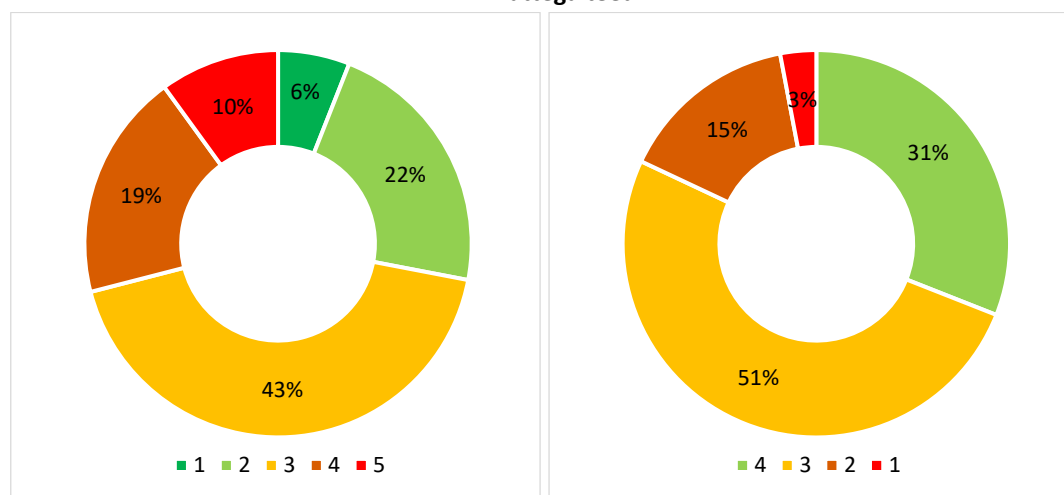
Tee tüüp	Keskmine seisukord (IRI-arv, mm/m)		
	Kattega	Katteta	Kokku
Maantee	3,82 (rahuldav)	6,07 (halb)	5,61 (halb)
Tänav	3,87 (rahuldav)	6,75 (väga halb)	3,95 (rahuldav)
Kokku	3,86 (rahuldav)	6,08 (halb)	5,17 (halb)

KOV teedevõrgul teostatud mõõtmistulemuste võrdlused samade teede ja tänavate inventeeritud seisukorra andmetega on toodud joonisel 4.13. Suurimad erinevused erinevatel põhimõtetel määratletud seisukorra klassides esinevad maantee tüüpi ja katteta teedel.

Seisukord teostatud mõõtmiste (IRI-arv) põhjal **Seisukord inventeerimiste (fotod) põhjal**
Kõik teed kokku

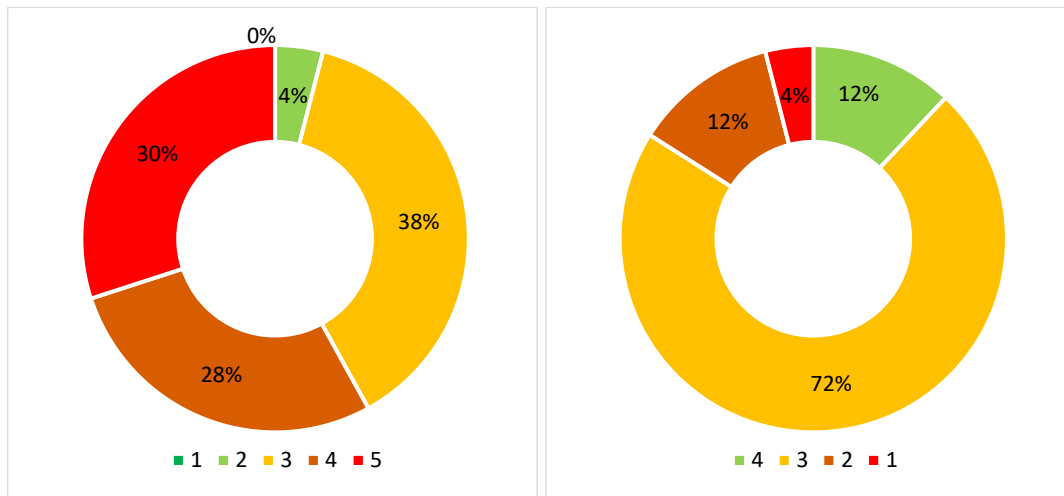


Kattega teed

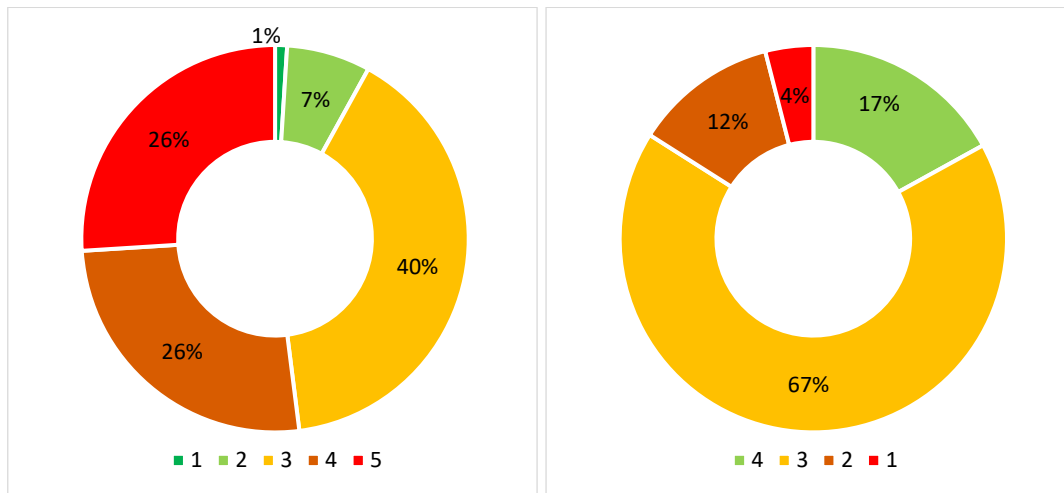


Joonis 4.13a. Teekatte seisukord KOV teedevõrgul mõõtmis- ja inventerimistulemuste põhjal

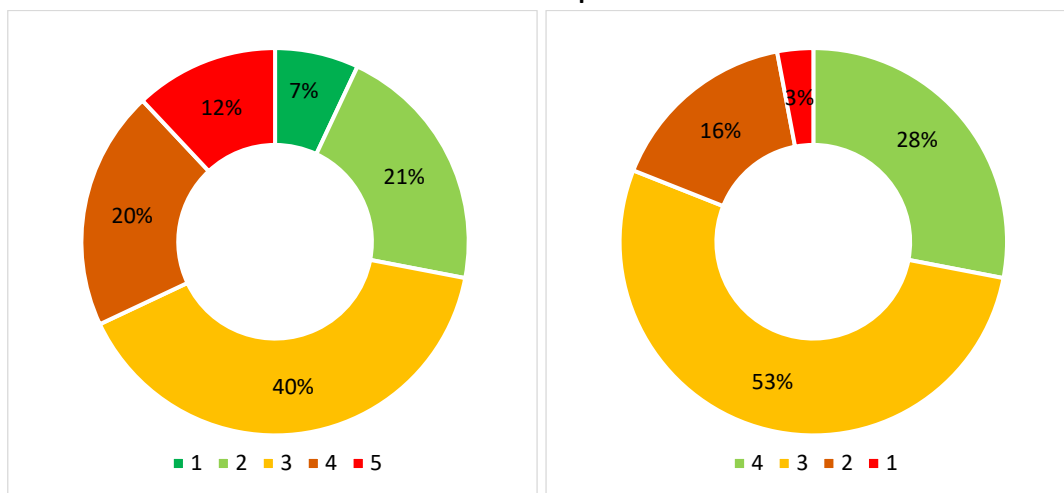
Katteta teed



Maantee tüüpi teed



Tänav tüüpi teed



Joonis 4.13b. Teekatte seisukord KOV teedevõrgul mõõtmis- ja inventerimistulemuste põhjal

4.5. Kergliiklusteed

Kergliiklusteed (üldine nimetus jalgteele, jalgrattateele ning jalg- ja jalgrattateele) on oluline teedevõrgu osa, mis tagavad ohutu ja turvalise liiklemise kergliiklejatele. Sarnaselt sõiduteedele, vajavad ka need teed hooldus- ning remonditöid. Selleks, et neid teid saaks analüüsida ja nende teede remondivajadusi määratleda, on vaja ka nendele teedele andmeid katte seisukorra ning liiklejate kohta.

Seni ei ole Eestis kergliiklusteede seisukorra mõõtmisi ja määratlusi teedevõrgu tasemel tehtud, puuduvad vastavad juhendid ja määratlused konkreetsetele andmetüüpide kohta (kas mõõta tasasust, kas teha defektide inventeerimine, milliseid defekte inventeerida, jne). Kergliiklusteede osas puuduvad hetkel ka andmed teedevõrgu tasemel tehtud liiklusloenduste kohta. Konsultantidele teadaolevalt on Eestis teostatud üksikuid pigem projektipõhiseid kergliiklejate loendusi, kuid süsteemse teedevõrgu tasemel strateegilise analüüsi teostamiseks nendest algandmetest ei piisa.

Tulenevalt eelpool kirjeldatud probleemidest kergliiklusteid puudutavate algandmete osas ei ole nende teede hoolduse- ja remondivajadusi otseselt analüüsitud. Küll aga on konsultantidel soovitus alustada nende teede osas süsteemne tegevus, et ka nende teede vajadustega saaks edaspidi arvestada. Põhimõtteline üldine tegevusplaan võiks olla järgmine, kusjuures on mõistlik, kui see toimuks Transpordiameti ja KOV-de koostöona:

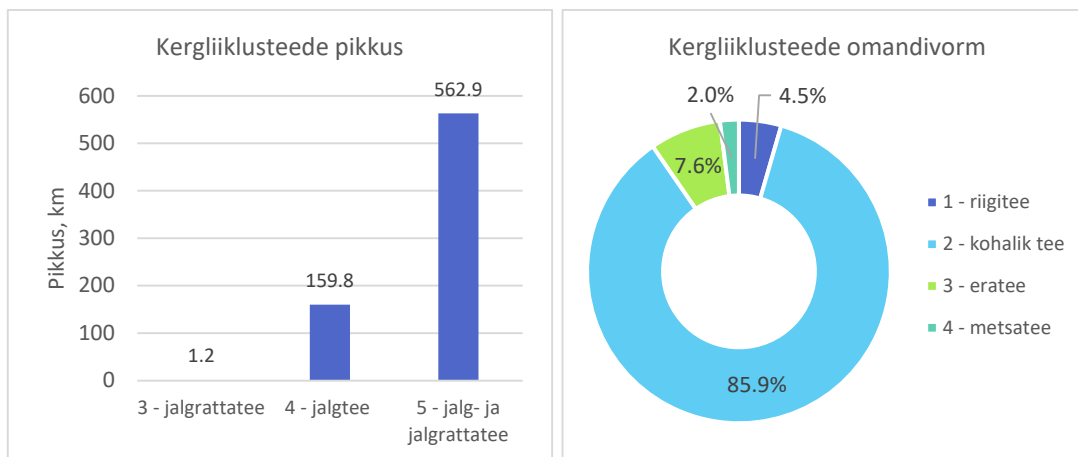
- Kergliiklusteedelt kogutavate andmete määratlemine;
- Andmete kogumise põhimõtete (millal ja kui tihti) määratlemine;
- Andmete kogumine;
- Kogutud andmete alusel analüüside teostamine.

Transpordiamet saab selle protsessi juures kindlasti initsiatiivi näidata, valmistades ette vajalikud juhendid ning muud dokumendid ja andmete haldamiseks on ametil olemas teeregister. Kergliiklusteede andmete kogumine on mõistlik tellida, kuna siis on selgelt määratletud tellija ja töövõtja vahelised suhted ning tööde jaotus. Lisaks on sellisel juhul olemas ka andmete kvaliteedi eest vastutaja. Arvestades kogemusi KOV-teede inventeerimisandmetega tuleb andmekogumise kvaliteedinõuetele edaspidi oluliselt rohkem tähelepanu pöörata.

Analüüsiks kasutatud andmetes on kergliiklusteede osas nende eri tüüpidenä kasutusel kolmeline jaotus:

- Jalgrattateed;
- Jalgteed;
- Jalg- ja jalgrattateed.

Kokku on kohalikel teedel inventeeritud kergliiklusteede pikkuseks 723,9 km, mis moodustab 2,6% kogu KOV teedevõrgust. Nende teede jagunemine tüüpidenä teepikkuse järgi on toodud joonisel 4.14.



Joonis 4.14. Kergliiklusteede jagunemine teetüüpide ja omandivormi järgi

Lisaks teetüübile on andmetes toodud kergliiklusteede kohta nende omandivorm. Valdav osa KOV teedevõrgu kergliiklusteedest (joonis 4.14) on kohalikud teed (85,9%), samas on kergliiklusteed registreeritud ka erateena 7,6%, riigiteena 4,5% ja metsateena 2,0%.

5. LIIKLUSSAGEDUS

5.1. Liikluse modelleerimine

Aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus (AKÖL) on üks olulisemaid andmeid teedevõrgu hooldusvajaduste hindamisel ja määratlemisel. Ideaalolukorras on kogu teedevõrgu kohta usaldusväärselt teada teekatte seisukord, katendikonstruktsioon, hoolduskulud ja liikluse andmed. Teedevõrgu seisukorra muutumise mudelit ja hooldustööde valikukriteeriume rakendatakse eelarvepiirangute raames nii, et teede haldaja kulud ja teekasutaja kulud oleksid minimeeritud (optimeerimisprotsess).

Juhul, kui teelõikude arv, mille kohta on vaja liiklussageduse andmeid, muutub suureks, ei ole kõigil lõikudel liiklusloenduse teostamine võimalik või ei ole see praktiline. Sellisel juhul on mõistlik liikluse andmete saamiseks kasutada erinevaid hinnangumeetodeid. Võimalikud hindamismeetodid hõlmavad mobiilpositsioneerimist, liiklusnõudluse modelleerimist liiklusvoo lähtekohtade ja sihtkohtade põhjal, lineaarseid regressioonimudeleid ja mittelineaarseid masinõppemudeleid, sealhulgas tehisnärvivõrke (*Artificial Neural Networks*) ja tugivektori regressiooni (*Support Vector Regression*).

Kuna mobiilpositsioneerimise andmed ei ole vabalt kättesaadavad ning kuna nende täpsus ei ole endiselt piisav (vähemalt mitte enne 5G kärktugijaamade laialdast eksisteerimist), on see meetod antud analüüsis välistatud. Traditsiooniline liikluse modelleerimine põhineb nõudluse modelleerimisel, mis nõuab andmeid liiklejate marsruutide, liikumiste lähtekohtade ja sihtkohtade valikute kohta ning eeldab konkreetsete modelleerimistarkvarade kasutamist, mistõttu ka see meetod välistati. Liiklussageduse modelleerimiseks valiti viimases lähenemises lineaarne regressioon ja mittelineaarsed masinõppemeetodid.

5.2. Kasutatud andmed

Võimalikult täpse liiklussageduse modelleerimise tulemuse saamiseks on analüüsi valitud mitu erinevat andmeallikat. Lisaks teedevõrgu põhiandmetele, nagu katte pikkus ja laius, kasutati modelleerimisel ka elanike ja hoonete andmeid. Kuna täpsed andmed elanikkonna liikumiseesmärkide ja harjumuste kohta puuduvad, tuleb neid mingil viisil modelleerida. Parim viis selleks on kasutada olemasolevaid rahvastiku- ja hoonete andmeid, et hinnata teedevõrgu kasutamise jagunemist. Analüüsis on kasutatud ka eri tüüpi hoonete andmeid, kuna sellel on suur mõju inimeste liikumise jaotumisele.

Kuna nii lineaarsed kui ka mittelineaarsed masinõppemudelid vajavad andmete mõistmiseks „koolitust“, kasutati analüüsis ka viimastel aastatel realselt tehtud liiklusloenduste andmeid. Reaalsete andmete kasutamine aitab modelleerimistulemusi oluliselt täpsustada. Teostatud liiklusloendused jagati teeklasside kaupa, mis hõlbustas nende andmete kasutamist.

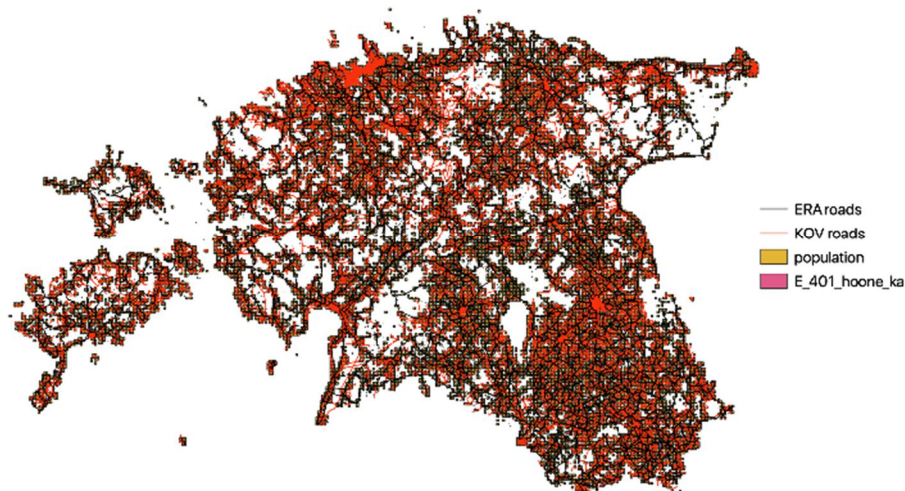
5.2.1. Andmeallikad

Analüüsis kasutatud erinevad andmed koguti mitmest allikast. Teedega seotud andmed, sealhulgas teeklassid, teede pikkus ja laius, põhinevad kohalikel teedel aastatel 2018-2019 teostatud inventeerimistulemustel ja need esitas Maanteeamet. Andmed ehitiste kohta on saadud Eesti Topograafilisest Andmebaasist²³. Andmed teedevõrgu kohta saadi osaliselt kliendilt ja lisaks kasutati avalikke allikaid, et muuta andmed võimalikult usaldusväärseks²⁴.

Järgnevalt on loetletud kõik modelleerimiseks kasutatud erinevad andmekogumid:

- Teest erineval kaugusel asuvate hoonete arv;
- Teest erineval kaugusel asuvate erinevat tüüpi hoonete ala;
- Asustustihedus 1 km² alal, mida tee läbib;
- Liikumine kodu-töö-kodu 1 km² ruutude vahel;
- Liikumine kodu-kool-kodu 1 km² ruutude vahel;
- Teekatte laius;
- Tee pikkus;
- Tee klass;
- Liiklusloenduse andmed masinõppemudelite „koolituse“ jaoks (67 loendust 2018-2019 ja 57 loendust 2020 KOV teedevõrgul ning 4300 loendust riigiteede võrgul).

Joonisel 5.1 on näidatud KOV-teedevõrk (*KOV roads*) ja riigiteed (*ERA roads*) ning elanike (*population*) ja hoonete (*E_401_hoone_ka*) andmed. Andmete visualiseerimine tehti täpsete geograafiliste mõõtmiste jaoks QGIS tarkvaraga.

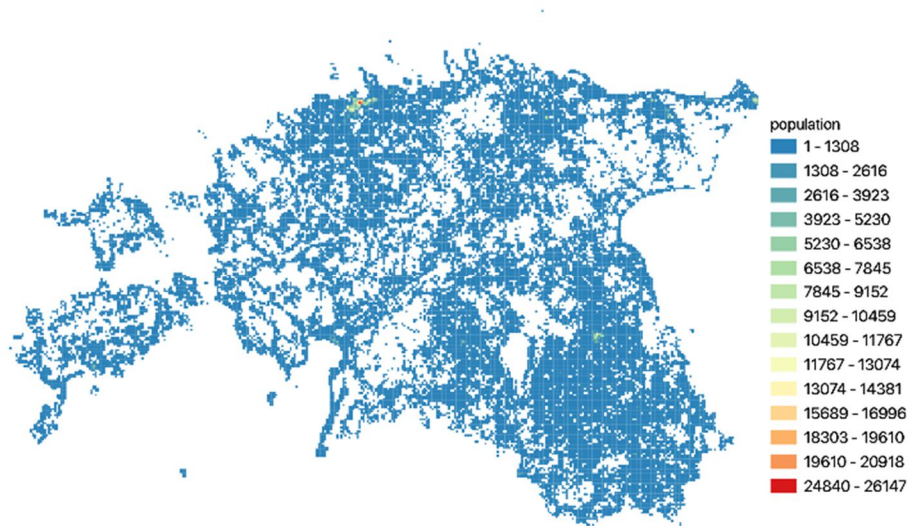


Joonis 5.1. Eesti teedevõrk koos hoonete andmetega

²³ <https://geoportaal.maaamet.ee/eng/Maps-and-Data/Estonian-Topographic-Database/Download-Topographic-Data-p618.html>

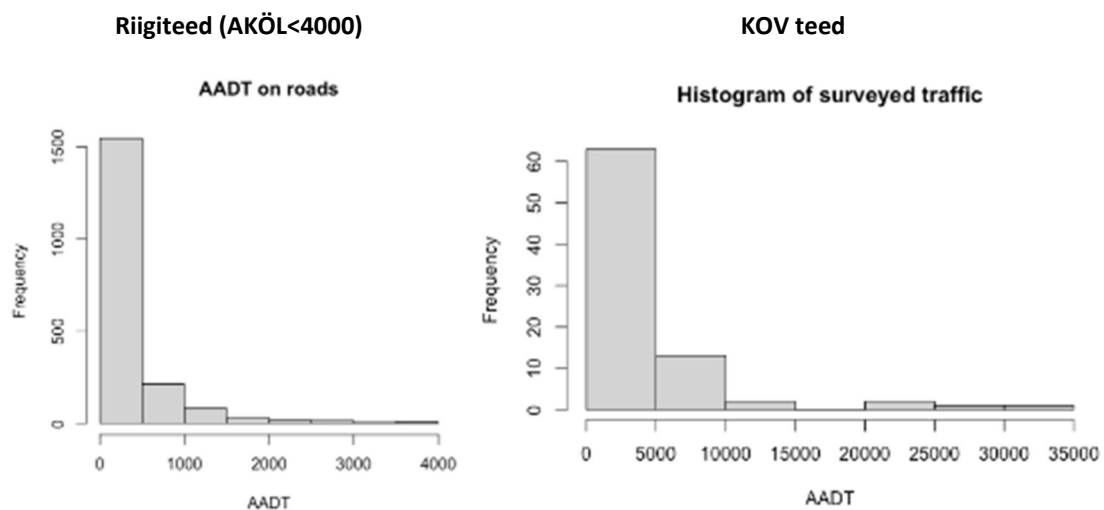
²⁴ <https://www.stat.ee>

Joonisel 5.2 on visualiseeritud kogu Eesti rahvastikuandmed. See aitab mõista, kus inimesed elavad ja koos hoonete andmetega muutub sellega liikluse modelleerimine palju täpsemaks.



Joonis 5.2. Asustustihedus, elanikke/1 km²

KOV teedevõrgule liiklussageduse andmete modelleerimisel on kasutatud olemasolevaid liiklusloenduste tulemusi riigimaanteedelt kui ka KOV teedelt. Kasutatud andmete kokkuvõte on toodud joonisel 5.3.



Joonis 5.3. Olemasolevate liiklussageduse andmete jagunemine riigiteedel ja KOV teedel

Tabelis 5.1 on toodud **olemasolevate** liiklussageduse andmete jagunemine liiklussageduse vahemikesse.

Tabel 5.1. Olemasolevate liiklussageduse andmete jagunemine AKÖL vahemikesse

AKÖL klass	AKÖL vahemik, autot/ööp	Teede arv
1	0-49	462
2	50-199	710
3	200-499	374
4	500-999	213
5	1000-2999	143
6	3000-5999	37
7	6000-	34
Kokku		1972

5.2.2. Andmetöötlus

Loogiliselt eraldatud andmekogusid on töödeldud ja need on salvestatud CSV (*Comma Separated Value*) vormingus ning imporditud andmebaasi, mis on prototüübi andmehoidla aluseks. Andmed on ühendatud ruumiliselt nii, et igal valitud teepikkusel on kõik andmemuutujad tabelina. See võimaldab sidusa andmekogumi ladusat kasutamist mudeli loomisel.

Elanikkonna andmed kaardistati ja seoti teedega järgmiste põhimõtete alusel:

- Otsi teedega kokku puutuvad 1 km² elanikega alad;
- Leitud 1 km² aladel elanikkonna andmete summeerimine.

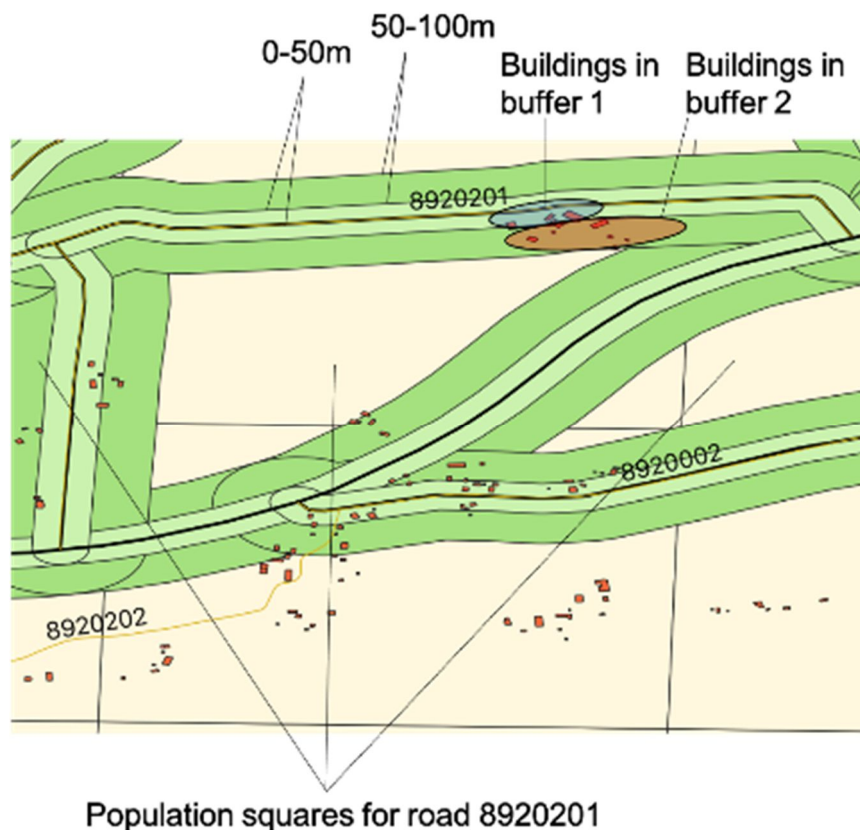
Ehitiste andmed kaardistati ja seoti teedega järgmiste põhimõtete alusel:

- Erinevat tüüpi hoonete arv teest 0-50 meetri kaugusel;
- Erinevat tüüpi hoonete arv teest 50-100 meetri kaugusel;
- ...
- Erinevat tüüpi hoonete arv teest 450-500 meetri kaugusel;
- Individuaalsete muutujate määratlemine kauguse ja ehitise tüübi järgi, genereeriti mitu muutujat, näiteks 10. tüüpi hoonete arv ja pindala 0–50 meetri kaugusel teest;
- Täiendavad modelleerimise käigus loodud hoonetega seotud muutujad.

Elanikkonna ja ehitiste andmete kaardistamist ning nende sidumist teedega illustreerib joonis 5.4. Ehitiste andmete puhul kasutatakse täiendavate selgitavate muutujatena nii hoonete arvu kui ka pindala eraldi iga hoone tüübi kohta.

Sisendandmed on normaliseeritud valemiga (5.1). Seejärel oli kõigi muutujate keskmine väärtus null ja standardhälve üks. See tähendab, et kõik andmed skaleeritakse sarnase jaotusega origo ümber.

$$Z = \frac{X - \mu_V}{\sigma} \quad (5.1)$$

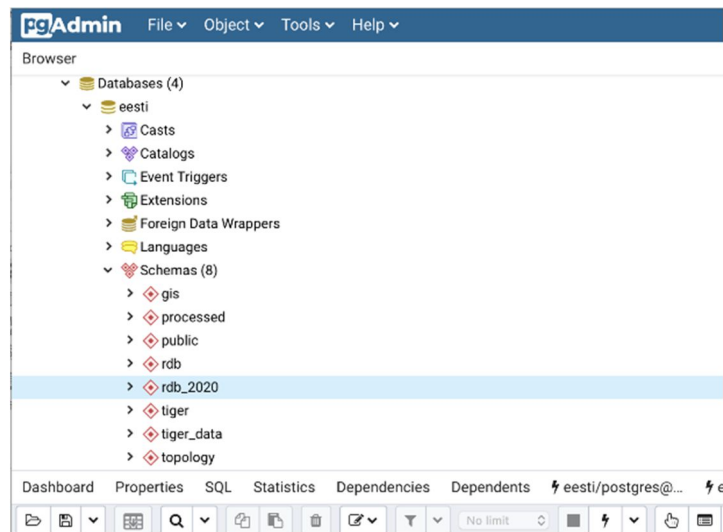


Joonis 5.4. Rahvastiku ja ehitiste andmete kaardistamine ja teedega sidumine

5.2.3. Andmehaldus

GIS-i alandmed ja teedega seotud andmed on kõik salvestatud kesksesse andmebaasi. Andmetöötlemise käigus täheldati, et mõnel teejoonel oli probleeme punktide järjestusega, kuid need parandati andmetöötlemise käigus enne andmebaasi sisestamist. Samuti täheldati andmetöötlemise käigus, et kõik teedega seotud andmete Exceli algfailid ei vastanud täpselt ühesugusele vormingule ja need vajasisid mõningaid parandusi. Kuna erinevate andmefailide arv oli suur (haldus: 69 faili, liigitus: 71 faili, laius: 78 faili, seisukord: 78 faili, kate: 79 faili), siis rakendati enne andmete andmebaasi importimist nende õigesse vormingusse saamiseks vastavate väljade töötlust (*batch processing*). Andmefailide töötlemise skript on toodud aruande Lisas 2. PostgreSQL andmebaasis loodi erinevad skeemid ja tabelid (joonis 5.5).

Kui andmed olid imporditud ja andmebaasis korrastatud, toimus andmete töötlemise teine etapp relatsiooniandmebaasi haldussüsteemis struktuuripäringukeele SQL (*Structure Query Language*) abil. Tulemused eksporditi CSV-failidena ja imporditi liikluse modelleerimiseks analüütika tarkvarasse R.



Joonis 5.5. Andmebaasi kasutajaliides

5.3. Modelleerimise meetodika

5.3.1. Modelleerimise protsess

Masinõppe (*Machine Learning*) meetodi ülesehitus põhineb järgmistel tüüpilistel analüüsitoimingutel:

- Andmete jagamine „koolituse“ ja testimise andmekogumiteks;
- Sõltuva muutuja valik;
- Sõltumatute muutujate / mahtude vähendamise meetodite valik;
- Prognoosimismeetodite valik;
- Tulemuslikkuse (vea) kriteeriumide valik;
- Modelleerimine ja parimate kandidaatide valimine k-kordse ristvalideerimise abil;
- Kordusmodelleerimine ja mudeli häälestamine.

Protsessi põhimõtte on see, et olemasolevad andmed jagatakse juhuslikult „koolituse“ ja testimise andmekogumiteks nii, et testiandmetel ei oleks ühtegi liiklusteavet, mida saaks „koolituse“ andmekogumi põhjal hinnata. Üldlevinud tava on, et 90% andmetest kasutatakse „koolituseks“ ja 10% andmetest testimiseks ning sama põhimõtet kasutati ka antud analüüsis. Seega jagati kogu andmebaas 10 osaks ja need modelleeriti eraldi ning registreeriti sõltuva, s.o selgitatud muutuja (AKÖL) testimise tulemused. Kuna enamik potentsiaalsetest mudeli sisendmuutujatest ei anna AKÖL-ile selgitust, valiti välja ainult kõige olulisemad.

Toimimiskriteeriumid, st vead, arvutati eraldi iga mudeli jaoks ja tulemustest valiti parimad kandidaadid edasiseks peenhäälestamiseks. Tulemuste paranemine saavutati modelleerimisprotsessi alguses osade potentsiaalsete sisendandmete liitmisega, liiklusandmete klassifitseerimisega enne analüüsimist ning valitud algoritmi parameetrite peenhäälestamisega.

5.3.2. Mahtude vähendamine

Nõutav sõltuv muutuja on aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus (AKÖL). Kuna enne analüüsi teostamist ei ole teada, millised parameetrid liiklussagedust mõjutavad, siis on mõistlik lisada kõik olemasolevad ja tuletatud parameetrid/tunnused ning rakendada muutuja valiku või mahtude vähendamise meetodit.

Sõltuva muutuja sõltuvus sõltumatutest muutujatest võib olla kas lineaarne või mittelineaarne ning vastastikused mõjud võivad muuta p-väärtusel põhinevate traditsiooniliste statistiliste meetodite kasutamise ja muutuja ükshaaval lisamise ebausaldusväärseks. Eriti kui potentsiaalsete sõltumatute muutujate arv on suur, ei saa kõiki kombinatsioone testida. Seetõttu on ettepanek muutujate valimiseks kasutada järjestikuse sisendi valimise algoritmi SISAL²⁵ (*Sequential Input Selection Algorithm*) ja võrrelda seda mahtude vähendamise meetodiga PCA²⁶ (*Principal Component Analysis*).

5.3.2.1. Sisendjärjestuse valiku algoritm

Järjestikuse sisendi valimise algoritmis (SISAL) arvutatakse parameetrite β_i hinnangulised väärtused tavaliste vähimruutude OLS (*Ordinary Least Squares*) järgi. „Koolitusandmete“ keskmise ruutvea (MSE) parameetrite ja standardhälbe valimi jaotused hinnatakse M korda k-kordse ristvalideerimisega. Keskmised parameetri väärtused $m\beta_i$ arvutatakse M_k hinnangutest β_i^j mis toimib jaotuse asukohaparameetritena. Jaotuse ulatust saab hinnata, hinnates erinevusi $\beta^{high} - \beta^{low}$, kus β^{high} ja β^{low} on $M_k(1-q)$ -s ja M_kq -s väärtus β_i M_k hinnangute järjestatud loendis. Konstantiks q on valitud väärtus $q = 0,165$.

Vähim oluline muutuja on kustutatud sisendmuutujate loendist, kasutades signaali-müra SNR (*Signal-to-noise*) ligikaudse suhte väärtust mediaan/kõrvalekalle (m/d). Mida väiksem see väärtus on, seda vähem oluliseks seda muutujat peetakse. Kõik sisendmuutujad on analüüsitud, välistades ükshaaval sisendmuutujaid ja lõplik mudel on valitud kahe kriteeriumi põhjal – hõredus (*sparsity*) ja ennustustäpsus. Ideaalne mudel sisaldab ainult teatud osa sisestatud muutujatest, ilma et see kahjustaks prognoosimise tulemust täpsust.

5.3.2.2. Põhikomponentide analüüs

Põhikomponentide analüüsis PCA (*Principal Component Analysis*) teisendatakse olemasolevad vaatlused (*observations*) lineaarselt uuteks muutujateks, mida nimetatakse põhikomponentideks (*Principal Component*). Esialgsed vaatlused on tavaliselt lineaarses korrelatsioonis, samas, kui põhikomponendid lineaarselt ei korreleeru. Põhikomponendid on

²⁵ Tikka, J., Hollmén, J.: Sequential input selection algorithm for long-term prediction of time series. *Neurocomputing* 71, 2604–2615 (2008).

²⁶ Haykin, S. (1999). *Neural Networks. A comprehensive foundation*, Prentice-Hall Inc. London, United Kingdom.

järjestatud vastavalt vähenevale dispersioonile ja mahtude vähendamine põhineb k põhikomponentide valikul, mis kannavad n % vaatluste teabest.

5.3.3. Testitud mudelid

Prognoosimeetodid hõlmavad järgmist:

- Tavaliste vähimruutude (*Ordinary Least Squares*) regressioonimudel;
- Radiaalse põhifunktsiooni (*Radial Basis Function*) närvivõrgu mudel;
- Tugivektorregressiooni (*Support Vector Regression*) mudel.

Esimene ilmne valik on tavaliste vähimruutude regressioonimudel, mis on lineaarne regressioonimudel. See peaks andma mõistlikke tulemusi ja mudelit on lihtne tõlgendada, kuna regressioonikordajad väljendavad otseselt iga muutuja mõju²⁷. Kuid mudel ei anna täpseid tulemusi, kui olulised selgitavad muutujad puuduvad või kui suhe ei ole lineaarne.

Radial Basis Function (RBF) on väärt testimist, kuna see on lihtne närvivõrk. RBF-võrk on tehisenärvivõrk, mis kasutab aktiveerimisfunktsioonidena radiaalseid baasfunktsioone. RBF-võrgu väljundiks on sisendite ja parameetrite radiaalsete baasfunktsioonide lineaarne kombinatsioon. Radiaalaluse funktsioonide väärtused sõltuvad nende kaugusest keskpunktist²⁸.

Tugivektorregressiooni (SVR) korral kaardistatakse sisend mittelineaarse kaardistamisel m-mõõtmelise funktsiooniruumi abil ja seejärel luuakse funktsiooniruumi lineaarne mudel. SVR vähimruutude versioonis optimeeritakse mudelit, lahendades ruutprobleemi asemel lineaarne võrrandisüsteem. Meetod on andnud häid tulemusi prognoosiprobleemide lahendamisel²⁹.

5.3.4. Mudeli treenimine

Andmed pannakse juhuslikku järjekorda ja nendest 90 % valitakse mudeli „koolituseks“ ning 10 % jääb erinevate mudeli tulemuste testimiseks. Seetõttu kasutatakse mudeli valimise protsessis kümnekordset ristvalideerimist (*Cross-validation*).

Eesmärgiks on kasutada kümnekordset ristvalideerimist nii, et andmed jaguneksid juhuslikult „koolituse“ ja testimise andmekogumiteks ning et iga vaadeldav mudel oleks „koolitatud“ ja võimalik viga arvutatakse iga 10 testikomplekti jaoks. Kuna andmed valitakse komplektide vahel juhuslikult, muutuvad ka analüüsi tulemused. Seetõttu on soovituslik korrata protsessi

²⁷ Ratrou, N. T. and Gazder, U. Factors affecting performance of parametric and non-parametric models for daily traffic forecasting. 5th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies (ANT-2014). *Procedia Computer Science* 32, pages 285-292, 2014.

²⁸ Broomhead, D. S. and Lowe, D. *Radial basis functions, multi-variable functional interpolation and adaptive networks*. Royal Signals and Radar Establishment. Memorandum 4148, 1988.

²⁹ Sirvio, Konsta; Hollmén, Jaakko. Multi-Step Ahead Forecasting of Road Condition Using Least Squares Support Vector Regression. In: Proceedings of European Symposium on Artificial Neural Networks, Computational Intelligence, and Machine Learning (ESANN), Bruges, Belgium, 23-25 April 2014, Pages 661-666.

vähemalt viis korda ja arvutada igale mudelile üldised keskmised tulemused. Madalaima keskmise väärtuse andnud mudelit peetakse sageli parimaks. Siiski tuleb arvestada ka maksimaalseid ja minimaalseid vigu, kuna aeg-ajalt esinevad suured vead võivad otsustamisprotsessi moonutada ja selliseid tulemusi andev mudel tuleks kõrvale jätta.

5.3.5. Mudeli testimine ja valik

Parima mudeli valimisel tuleb võrdlemiseks valida vastav kriteerium. Selleks arvutatakse kaks erinevat parameetrit – ruutkeskmine viga (RMSE) ja keskmine absoluutne viga (MAE). RMSE-s ja MAE-s on kõigil „treeningteedel“ nii tegelik liiklussagedus (Y) kui ka mudeli hinnatud liiklussagedus (\hat{Y}) vastavalt järgmistele valemitele:

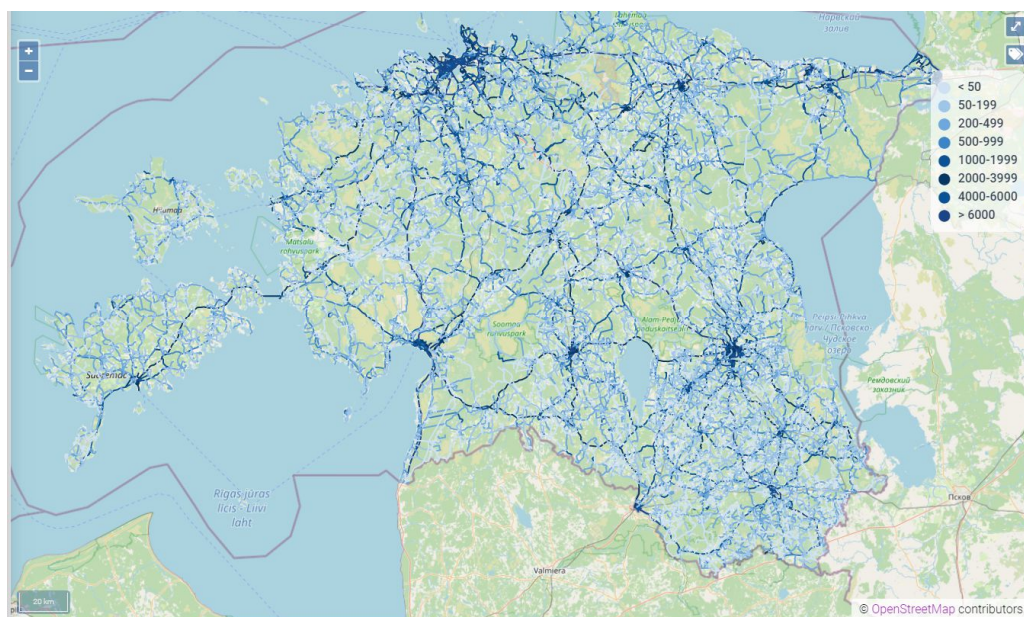
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2} \quad (5.2)$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i| \quad (5.3)$$

„Mudelikoolituses“ on eesmärk minimeerida „treeningukomplekti“ viga, kuid teiselt poolt tuleb vältida mudeli ülepaakumist. Lõppkokkuvõttes määrab tulemuse testikomplekti vea väärtus. Mudeli valik põhineb MAE meetodil.

5.3.6. Modelleerimise tarkvara

Konsultant kasutas modelleerimisel avatud lähtekoodiga keelt, R ja R-studio paketti, kuna need on üldtuntud täisanalüüsipaketid. Kõik lähteandmed on salvestatud PostgreSQL andmebaasi. Andmebaas on avatud lähtekoodiga ja sellega ei kaasne litsentsikulud. Modelleerimistulemused on sisestatud andmebaasis ja kõiki andmebaasi viidud andmeid saab visualiseerida maanteevarahaldussüsteemi (*Road Asset Management System RAMS*) abil joonisel 5.6 näidatud veebipõhise liidesega.



Joonis 5.6. KOV andmetega maanteevarahaldussüsteemi (RAMS) kasutajaliides

5.4. Modelleerimise tulemused

5.4.1. Esialgne andmetöötlus

Esimene analüüsi tulemuste komplekt, milles kasutatakse lineaarset regressiooni, tugivektori regressiooni ja radiaalaluse funktsioone ning kahte erinevat mahtude vähendamise meetodit, on esitatud tabelis 5.2. Põhikomponentide analüüsis on kasutatud kahte varianti – 5 või 10 põhikomponenti. Täiendavad andmetena on kasutatud andmekogumit, mis on moodustatud almuutujate liitmisel.

Tulemuste kvaliteet sõltub vea suurusest. RMSE väärtus on mõjutatud andmetes esinevatest üksikutest vigadest. MAE väärtus on lineaarne ja ei sõltu vea suurusest. Esialgsed tulemused näitavad, et osad radiaalsete aluste funktsioonid (nr 16 ja 18) töötavad kõige halvemini, mis võib olla tingitud andmete „ületreeningust“. Tugivektorregressioon toimib kõige paremini MAE osas. Analüüsi osas annab paremiad tulemusi väiksem põhikomponentide arv.

Tabel 5.2. Esialgse andmetöötluse tulemused

Nr	Analüüsi meetod	RMSE	MAE
1	linear regression with SISAL without additional data	1311	529
2	linear regression with SISAL with additional data	1334	522
3	support vector regression with SISAL without additional data	1458	407
4	support vector regression with SISAL with additional data	1428	389
5	linear regression with PCA 5 with additional data	1396	465
6	linear regression with PCA 5 with additional data	1398	455
7	linear regression with PCA 10 with additional data	1414	520
8	linear regression with PCA 10 with additional data	1388	501
9	SVR with PCA 5 without additional data	1414	380
10	SVR with PCA 5 with additional data	1432	380
11	SVR with PCA 5 without additional data	1447	399
12	SVR with PCA 10 with additional data	1462	392
13	RBF with SISAL without additional data	1741	499
14	RBF with SISAL with additional data	1741	499
15	RBF with PCA 5 without additional data	1649	649
16	RBF with PCA 5 with additional data	1651	651
17	RBF with PCA 5 without additional data	1644	646
18	RBF with PCA 10 with additional data	1654	651

5.4.2. Tulemused koos klassifikatsiooniga

Liikluse modelleerimist täiustati, rakendades liiklussageduse klassifitseerimist kõigepealt 7 klassi ja seejärel teostati prognoos kahe klassi (1-4) ja (5-7) lõikes. Klassifikatsiooniprobleemi lahendamisel kasutati esmalt tugivektorimasinat SVM (*Support Vector Machine*) ja seejärel kasutati prognoosimisel samu meetodeid nagu kirjeldatud eelmises punktis. Seega kuulub iga analüüsitud tee ühte klassi ja tabelis toodud meetodeid rakendati igale tee.

Tabel 5.3. Analüüsi tulemused pärast klassifitseerimist

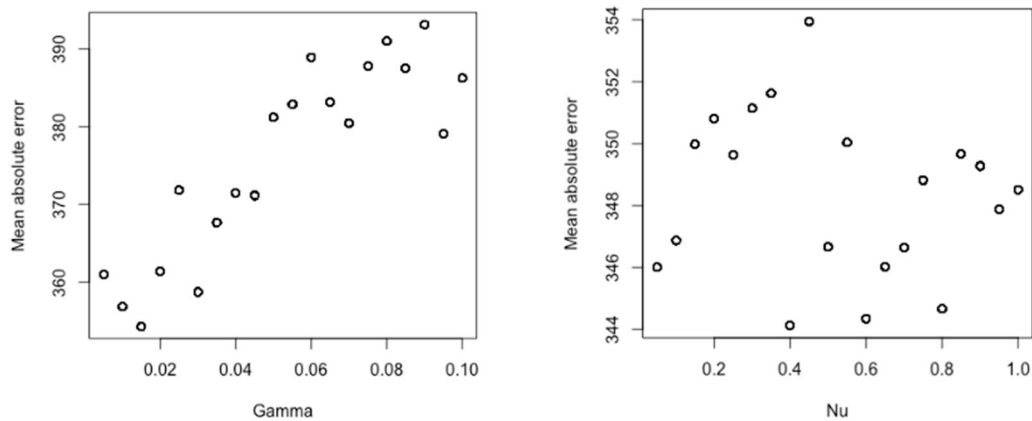
Nr	Analüüsi meetod	RMSE	MAE
1	linear regression with SISAL without additional data	1186.813	407.0767
2	linear regression with SISAL with additional data	1173.383	407.5157
3	support vector regression with SISAL without additional data	1316.458	348.2830
4	support vector regression with SISAL with additional data	1302.577	348.4875
5	linear regression with PCA 5 with additional data	1351.156	415.1580
6	linear regression with PCA 5 with additional data	1341.878	413.0729
7	linear regression with PCA 10 with additional data	1327.537	406.8823
8	linear regression with PCA 10 with additional data	1339.855	413.3846
9	SVR with PCA 5 without additional data	1361.179	349.2176
10	SVR with PCA 5 with additional data	1368.664	355.3101
11	SVR with PCA 5 without additional data	1364.258	359.8440
12	SVR with PCA 10 with additional data	1368.539	366.2370
13	RBF with SISAL without additional data	1751.743	515.9359
14	RBF with SISAL with additional data	1751.675	515.9402
15	RBF with PCA 5 without additional data	1557.210	543.5770
16	RBF with PCA 5 with additional data	1620.417	572.7097
17	RBF with PCA 5 without additional data	1897.375	635.9330
18	RBF with PCA 10 with additional data	1578.808	581.9136

Tulemused on toodud tabelis 5.3 ja sealt on näha, et tugivektori regressioon (SVR) annab parima tulemuse keskmise absoluutse vea MAE (*Mean Absolute Error*) kasutamisel. Seega kasutatakse SVR-i koos SISAL-iga. Tuleb meeles pidada, et „koolituse“ ja testimise andmete valimisel on protsessis juhuslikkust ja seetõttu muutuvad tulemused erinevate andmetötluskordade, ehk „run-ide“ käigus mõnevõrra.

Täiendavate andmete kasutamisel on tulemustele ainult väike mõju. Kuna valitud sisendmuutujate vahel oli erinevusi, on tõenäoline, et paremaid tulemusi saab siis, kui koondandmed on olemas ja seega kasutatakse edasises analüüsis seda andmekogumit.

5.4.3. Parameetrite täpsustamine

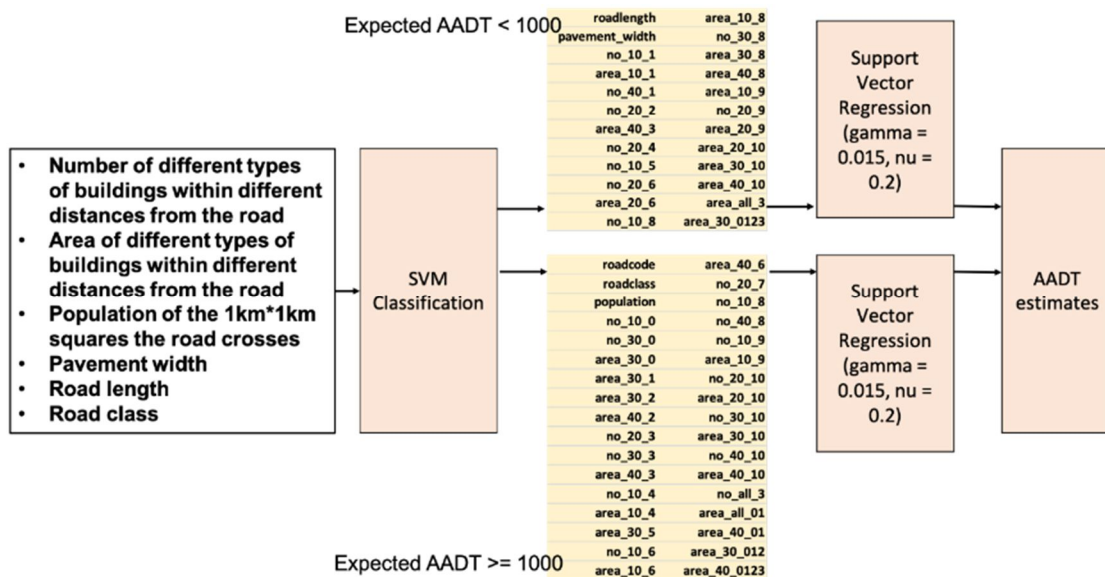
Kui gamma-parameetrit muuta tugivektorregressioonis vahemikus 0,01 kuni 0,1, on näha, et minimaalne viga saavutatakse gamma väärtusega 0,015. Gamma-parameeter määrab, kui kiiresti toimub hajumine, suuremad väärtused vähendavad iga üksiku tugivektori mõju. Teise parameetri (Nu) korral saavutatakse minimaalne „treeningviga“ selle väärtusega 0,4, nagu on näidatud joonisel 5.7.



Joonis 5.7. Keskmise absoluutne viga erinevate parameetrite (gamma ja Nu) väärtustega

5.4.4. Kasutatud mudel

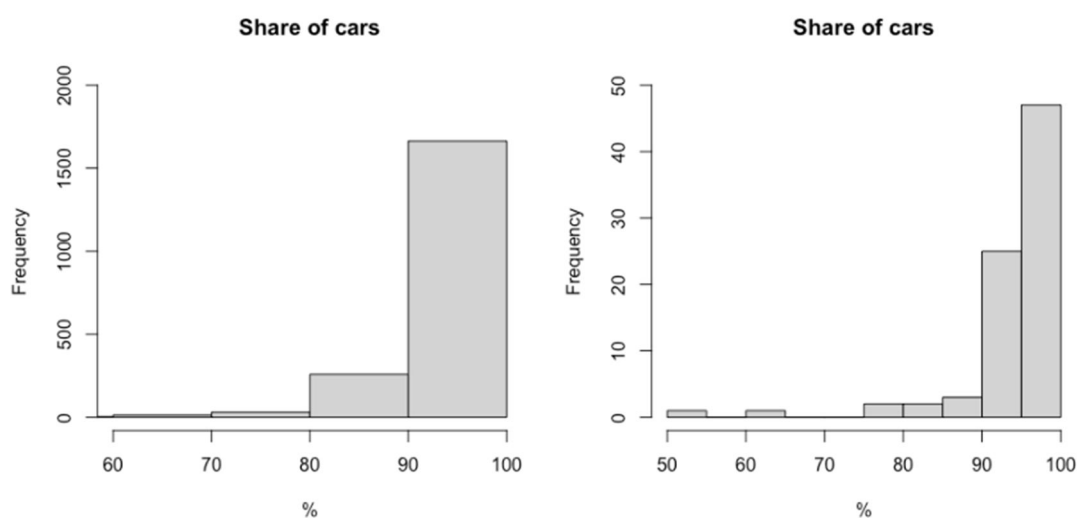
Joonisel 5.8 on näidatud lõplik mudel, mida on kasutatud liiklussageduse modelleerimiseks teedevõrgule, ilma otsese informatsioonita liiklussageduse kohta.



Joonis 5.8. Kasutatud mudel liiklussageduse määramiseks teedevõrgule

5.4.5. Sõidukitüübid

Erinevaid sõidukitüüpe ei modelleerita sarnasel viisil, kuid nende hindamine põhineb olemasolevatel andmetel, kuna sõidukitüüpide osakaal ei erine teede vahel kuigi palju. Joonisel 5.9 on näidatud sõidukite osakaalu jaotus erinevatel teedel.



Joonis 5.9. Sõidukite osakaal kõigil teedel (vasakul) ning mõõdetud riigiteedel (paremal)

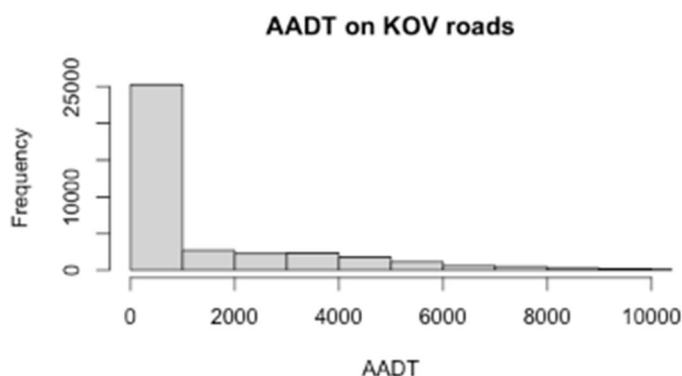
Üldine sõidukitüüpide jaotus on maantee tüüpi teedel ja tänav tüüpi teedel veidi erinev, samas see variatsioon ei ole suur. Antud analüüsis kasutatud sõidukitüüpide jaotus erinevat tüüpi kohalikel teedel on toodud tabelis 5.4.

Tabel 5.4. Liiklussageduse jaotus sõidukitüüpide järgi

Nr.	Sõidukitüüp	Sõidukitüübi kirjeldus	Osakaal	
			Maantee	Tänav
1	SAPA	kerged sõidukid, ehk sõidukid arvestusliku pikkusega kuni 6 m – sõidu- ja pakiautod 94,2%, bussid 2,5% ja veoautod 3,3%;	97,0%	99,0%
2	VAAB	keskmised veoautod ja autobussid, ehk sõidukid arvestusliku pikkusega 6...12 m – veoautod 76,8% ja autobussid 23,2%;	1,0%	0,5%
3	AR	rasked sõidukid, ehk sõidukid arvestusliku pikkusega üle 12 m – autorongid 94,8% ja autobussid 5,2%.	2,0%	0,5%

5.4.6. Modelleeritud liiklussagedus

Mudeli seadistamiseks kasutati kõiki liiklusteabe andmeid, mida kasutati liiklussageduse hindamiseks vastavalt varem esitatud mudelile. Joonisel 5.10 on näidatud modelleeritud liiklussageduse jaotus. Arvestatud on nii realselt loendatud, modelleeritud kui ka varasemalt kogutud/hinnatud liiklussageduse andmeid.



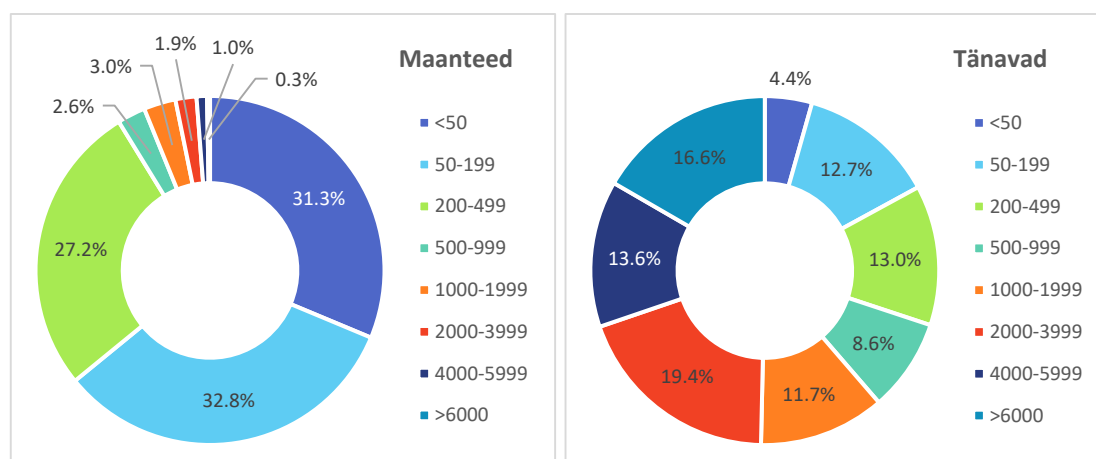
Joonis 5.10. Modelleeritud liiklussageduse jaotus

Ühtlasema jaotuse huvides muudeti töö teises etapis liiklussageduse vahemikke – varasema 7 klassi asemel on kasutusel 8 AKÖL klassi.

Tabel 5.5. Liiklussageduse klassid

Klassi nr	AKÖL vahemik, autot/ööp
1	0 – 49
2	50 – 199
3	200 – 499
4	500 – 999
5	1000 – 1999
6	2000 – 3999
7	4000 – 5999
8	6000 – ...

Liiklussageduse vahemike jagunemine on maanteedel ja tänavatel erinev – maanteedel puhul on ligikaudu 90% teedel liiklussagedus väiksem kui 500 autot/ööp. Tänavate puhul on pilt kirjum ning valdavalt liiklussageduse klassi ei saagi otseselt välja tuua (joonis 5.11).



Joonis 5.11. Liiklussageduse (autot/ööp) jagunemine KOV maanteedel ja tänavatel

Tuleb arvestada, et võrgu tasemel liikluse modelleerimisel ei saa oodata samal täpsusel liiklussageduse väärtusi nagu see oleks mingi väiksema piirkonna modelleerimisel või siis pikemaajalise ülevõrgulise reaalsete loenduste teel saaduga. Üldjuhul aktsepteeritakse seda, et mida väiksem liiklussagedus, seda suurem võib olla tõenäoline viga ning vastupidi. Seetõttu on soovitatav tulevikus madalama taseme (maakonna tasand, valla tasand jne) strateegiliste analüüside puhul rohkem panustada reaalsetesse liiklusloendustesse, mis võimaldab mudelil paremini genereerida liiklust ka nendele teedele, kus loendust ei ole tehtud.

Igale KOV teele on antud üks liiklussageduse väärtus, kuigi on selge, et pikemate teede puhul võivad tee alguses ja lõpus olla ka mõnevõrra erinevad liiklussageduse väärtused. Samas aga, kuna käesolev aruanne käsitleb üleriigilise KOV teedevõrgu andmestikku (sh ka liiklust), siis detailsemate andmete genereerimine ei muuda sel tasandil oluliselt lõpptulemust.

Liiklussageduse lõplikud tulemused on esitatud eraldi elektrooniliselt *.xlsx failina (aruande Lisa 5).

5.5. Liiklusvoo analüüs

HDM-4 analüüsi jaoks on vaja infot liiklusvoo parameetrite kohta ning selle tarbeks on analüüsitud riigiteedel olevate püsiloenduspunktide 2019. aasta andmeid, kuna 2020. aasta oli COVID-19 tõttu perioodil 12.03.-17.05.2020 kehtinud eriolukorra tõttu erandlik (liiklussagedus langes sel perioodil 20-60%).

Kuna tavaliklikluse ja pendelliikluse puhul on liiklusvood ööpäeva lõikes erinevad, siis on valitud erinevatest piirkondadest viis tavaliklikluse ja viis pendelliikluse grupis olevat püsiloenduspunkti (tabel 5.6), mille kogu aasta andmeid on järgnevalt analüüsitud.

Tabel 5.6. Liiklusvoo analüüsiks valitud püsiloenduspunktid

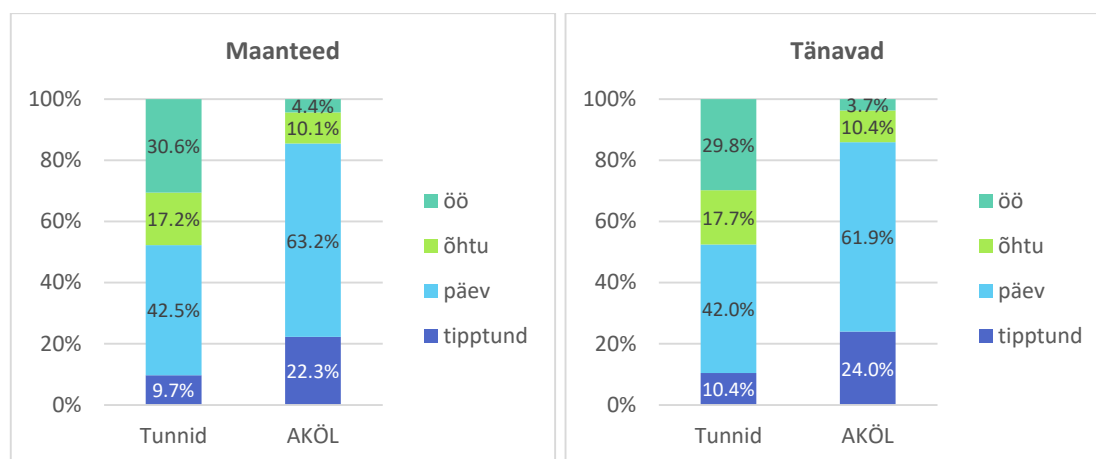
Mnt nr	Mnt nimi	PLP asukoht, km	PLP nimi	Liikluse grupp
1	Tallinn-Narva	109.4	Sämi	1 - tavalikliklus
2	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	66.3	Ussisoo	1 - tavalikliklus
5	Pärnu-Rakvere-Sõmeru	22.9	Tori	1 - tavalikliklus
23	Rakvere-Haljala	7.9	Haljala	1 - tavalikliklus
28	Rapla-Märjamaa	5.2	Kuusiku	1 - tavalikliklus
2	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	7.2	Peetri	3 - pendelliiklus
8	Tallinn-Paldiski	17.1	Hüüru	3 - pendelliiklus
15	Tallinn-Rapla-Türi	4.6	Kangru	3 - pendelliiklus
59	Pärnu-Tori	2.4	Paikuse	3 - pendelliiklus
11250	Viimsi-Randvere	0.6	Randvere	3 - pendelliiklus

Liiklusvoo parameetreid ei ole koostatud erinevate liiklussageduse vahemike jaoks, kuna nt madalamate liiklussageduste puhul polegi ühtegi püsiloenduspunkti, mis samaaegselt kuuluks ka pendelliikluse gruppi (enamasti on AKÖL nende puhul üle 5000 auto/ööp). Seetõttu on erisused tehtud vaid KOV tee klassi järgi – maantee või tänav. Maantee tüüpi teede puhul on kasutatud tavaliklikluse grupi püsiloenduspunktide andmeid ning tänav tüüpi teede puhul vastavalt pendelliikluse omi. Tulemused on toodud järgmises tabelis ning joonisel.

Tabel 5.7. Liiklussageduse ja tundide jaotus ööpäeva erinevate perioodide vahel

	Tipptund	Päev	Õhtu	Öö
Tee klass 1 - maanteed				
Tundide jaotus ööpäeva erinevate perioodide vahel aastas, h (aasta=8760h)	852	3727	1503	2678
Liiklussageduse jaotus ööpäeva erinevate perioodide vahel aastas, %	22.3%	63.2%	10.1%	4.4%
Tee klass 2 - tänavad				
Tundide jaotus ööpäeva erinevate perioodide vahel aastas, h (aasta=8760h)	914	3683	1553	2610
Liiklussageduse jaotus ööpäeva erinevate perioodide vahel aastas, %	24.0%	61.9%	10.4%	3.7%

Kuigi ajaliselt moodustab tipptundide aegne periood ööpäevast üsna väikese osa (keskmiselt ca 10% ehk 2-2,5 h), siis liiklussageduse ööpäevase jaotuse puhul on tipptunni aegne liiklus oluline – kogu päeva liiklusest moodustab see 20-25%. Vastupidine olukord on öise perioodiga – ajaliselt on see küll pikk, kuid liiklust on sel perioodil kõige vähem.



Joonis 5.12. Liiklussageduse ja tundide jaotus ööpäeva erinevate perioodide vahel maanteedel ja tänavatel

5.6. Liiklusprognosis

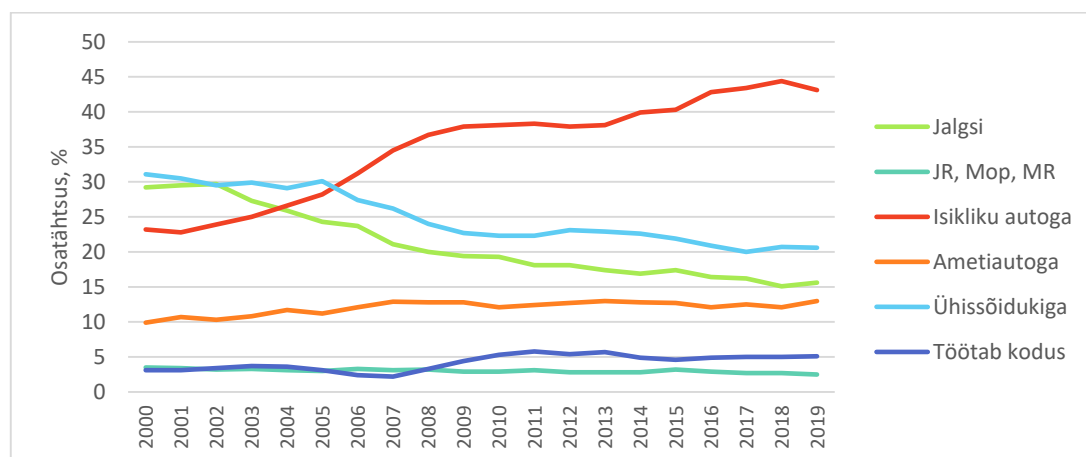
Liiklusprognosis on koostatud uuendatud baasprognosis³⁰ toodud meetodika alusel. Liiklussagedust mõjutavad mitmed tegurid – alates rahvastiku arvu ja paiknemise, autostumise taseme muutusest kuni erinevate majandusnäitajate ning samas ka poliitiliste otsuste muutuseni.

³⁰ Kaal, L.; Metsvahi, M.; Kendra, A. (2020) Liiklusuuringu juhendi ja baasprognosisi koostamine. Tallinna Tehnikaülikool.

Üleriigilise KOV teede liikluse prognoosi puhul tuleb teha suhteliselt suuri üldistusi, kuna detailsemad andmed ei ole tingimata alati saadaval või kulub nende hankimiseks ebamõistlik ajaline ressurss.

Enamjaolt mõjutab liiklussagedust piirkonnas olevate elukohtade (ja seal olevate elanike), töökohtade, koolide-lasteaedade ja kaubandus-teenindusasutuste arv ning nende omavaheline paiknemine – see määrab, kui palju tehakse igapäevaselt nn sunnitud liikumisi. Järgmine küsimus on, millega neid liikumisi tehakse – kas jalgsi/rattaga, ühistranspordiga või sõiduautoga. Pikaajalise liiklusprognoosi koostamiseks oleks seega vaja prognoosida kõikide nende tegurite ja samas ka liikumisviiside modaalse jaotuse võimalikku muutust. Kui kogu Eesti kohta on nt rahvastikuprognoos³¹ maakondade lõikes olemas, siis liikumisviiside modaalse muutuse kohta prognoosid, kui sellised, puuduvad (on olemas vaid sihtesmärgid erinevates strateegilistes dokumentides ja tegevuskavades).

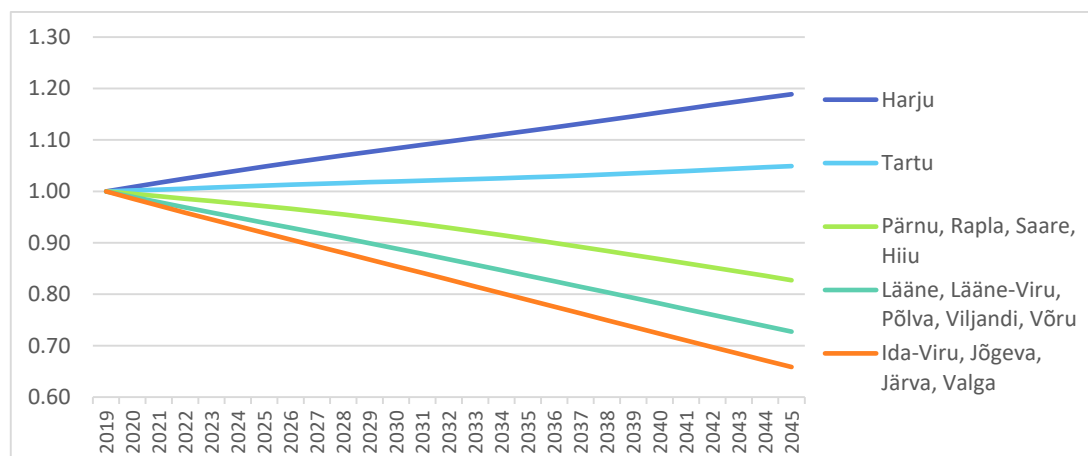
Viimase 20 aasta jooksul on autoga tööl käimiste osakaal pidevalt kasvanud ning vastukaaluks ühistranspordiga ja jalgsi tööl käimiste osakaal vähenenud. Suhteliselt ühtlane on olnud jalgrattaga, mopeedi või mootorrattaga liikumiste osakaal, kuid võib loota, et jalgratta taristu arendamisega hakkab rattaga liikumiste arv tasapisi kasvama. Ka kodus töötamiste arv on viimastel aastatel järjest kasvanud ning võib eeldada, et 2020. aasta eriolukorra aegne kogemus mõjutab ka edaspidi rohkemal või vähemal määral tööle liikumiste määra.



Joonis 5.13. Töökäimise viiside modaalne jaotus 2009-2019 (Statistikaamet)

Praegused rahvastiku muutuse trendid näitavad, et vaid Harju ja Tartu maakonnas eeldatakse rahvaarvu kasvu, teistes maakondades elanike arv kahaneb. Kahanemise tempo järgi võib maakonnad jagada kolme suuremasse gruppi, kus elanike arv väheneb aeglaselt, keskmiselt või kiiresti. Ülevaatlikkuse huvides on järgmisel joonisel toodud gruppide keskmine elanike arvu muutus.

³¹ Statistikaamet, juuni 2019



Joonis 5.14. Elanike arvu prognoos maakondades aastani 2045

Kuivõrd linnastumine jätkub endiselt, siis see toob kaasa liikluse kasvu eelkõige just linnade lähipiirkondades, kui ühistransporditeenus pole piisaval tasemel.

Tulenevalt Euroopa Liidu kliimaeesmärkidest on ka Eesti võtnud eesmärgiks vähendada kasvuhoonegaaside heitkogust, mistõttu on väga aktuaalseks muutunud muuhulgas ka sõiduautoga liikumiste arvu võimalik vähendamine ning alternatiivsete liikumisviiside arendamine.

Kui linnalises piirkonnas on võimalik sõiduautoga liikumiste arvu mõnevõrra ohjata parendades ühistranspordi teenust, arendades jalg- ja jalgrattateede taristut jne, siis hajaasustusega piirkondades on isiklik sõiduvahend tihtipeale liikumisvõimalusena pigem sunnitud ja ainus valik. Seetõttu on prognoosi koostades eeldatud, et maantee tüüpi KOV teedel on liiklussageduse kasvutegurid mõnevõrra kõrgemad kui tänav tüüpi teedel. Aastased kasvutegurid on toodud järgmises tabelis ning joonisel.

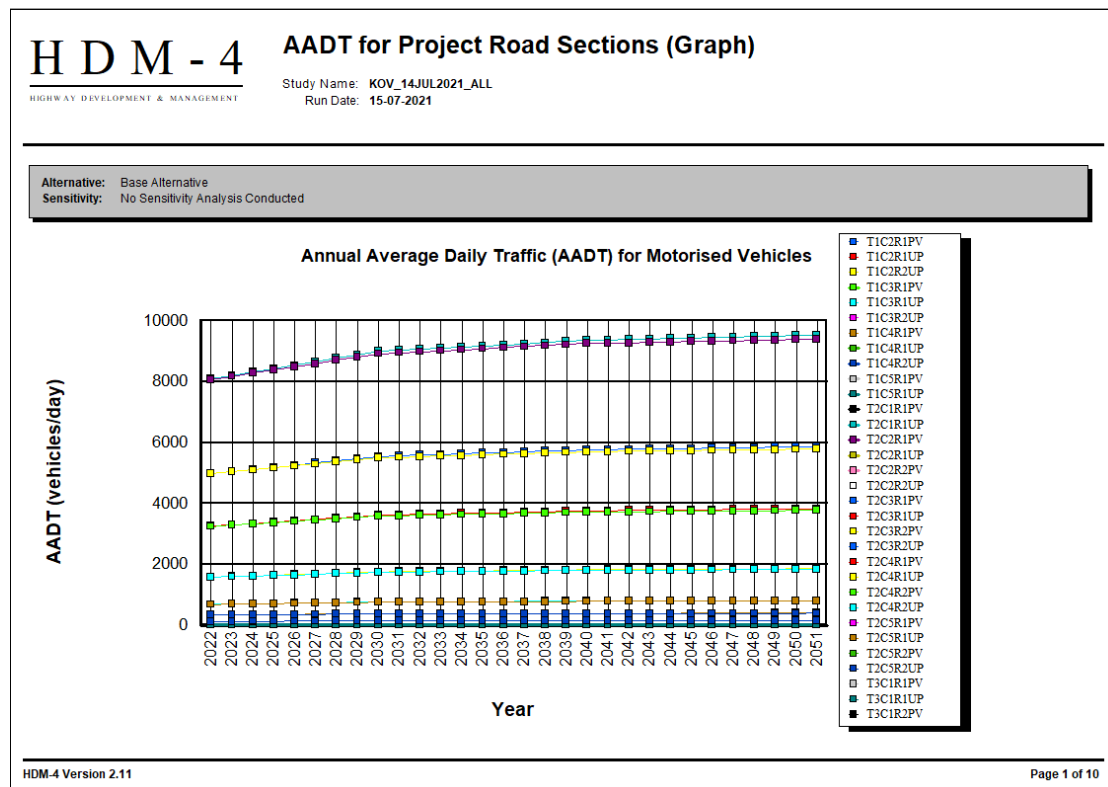
Tabel 5.8. Liiklussageduse aastased kasvutegurid sõidukiklasside lõikes

	Kasvutegurid		
	SAPA	VAAB	AR
Tee klass 1 - maanteed			
2020-30	1.36%	0.60%	0.97%
2031-40	0.38%	0.28%	0.46%
2041-50	0.17%	0.15%	0.24%
Tee klass 2 - tänavad			
2020-30	1.26%	0.88%	0.80%
2031-40	0.36%	0.56%	0.44%
2041-50	0.14%	0.20%	0.22%



Joonis 5.15. Liiklussageduse kasvutegurid

Joonisel 5.16 on näidatud KOV teedevõrgu osavõrkude (*maatriksi cell'ide*) liiklussageduse muutumine analüüsi perioodil (HDM-4 tarkvara väljavõte).



Joonis 5.16. Liiklusprognosi järgne liiklussageduse muutumine analüüsitud KOV teedevõrgu osavõrkudel HDM-4 tarkvaras

6. SILLAD

Sildade investeerimisvajaduse analüüs koosneb neljast osast, millest esimene hõlmab kogu sillapargi mahu ja seisundi analüüsi koos liigitustega, teises osas kirjeldatakse sillapargi optimaalset seisukorda koos parendustegevustega, kolmandas osas keskendutakse kõikide kriitiliste sildadega seotud vajalikele töödele ning pingerea koostamisele ja neljandas osas analüüsitakse erinevaid strateegiaid vastavalt eelarve stsenaariumitele.

6.1. Sildade koosseis

Projekti alguses oli teada, et kohalike omavalitsuste teedel oli kogutud andmeid 529 silla/viadukti kohta ning nende täpne arv oli teadmata. Sildade arvulisi andmeid on kontrollitud Maanteeameti, Statistikaameti, Kaitseväge ning pisteliselt kohalike omavalitsuste andmebaaside põhjal ja erinevalt eeldatud mahust (50 silda) on erinevused ligemale kolmekordsed, varieerudes olenevalt andmebaasist vahemikus 529 kuni 1577 rajatist, kusjuures ükski andmebaas ei oma täielikku ülevaadet ehk andmekooseis on puudulik. Sildade koosseisu analüüsis on aluseks võetud kaks erinevat andmebaasi, millest ühes on 822 silda ning teises 1577 silda – *sildade arvud erinevad peamiselt seetõttu, et ühes andmebaasis on ainult kohalikel teedel või nende ligiduses olevad, kuid teises on ka parkides, metsades ja teedest kaugemal asuvad sillad*. 2021. aasta jaanuaris viidi läbi ka küsitlus, mille tulemusena täpsustati 37 kohaliku omavalitsuse sildade koosseisu numbrit. **Lõplikuks sildade arvuliseks koosseisuks kujunes 819 rajatist** ning selle põhjal hinnati sildade investeerimisvajadusi.

Sildade arvulise koosseisu analüüsi tulemusena on kohalike teede sillad liigitatud vastavalt eri parameetritele, mis põhineb teeregistris toodud jaotusele. Riigiteede sildade puhul on iga silla kohta toodud 42 parameetrit, millest käesolevas töös käsitletakse ainult investeerimisotsuste seisukohalt olulisemaid. Parameetritest on välja valitud neli näitajat, mida on kirjeldatud järgnevalt.

6.1.1. Olulisemad parameetrid sildadest ülevaate andmiseks

Eelnevalt viidatud teeregistris kogutakse sildade kohta infot nii nende ehitusaasta ja projektkoormuse, füüsiliste parameetrite (pikkus, laius), konstruktsiooni tüübi (silla kandevelemendi tööpõhimõtte) kui ka seisukorra kohta (Seisundi Indeks). Lähtuvalt uuringu eesmärgist on vajalik teada sildade hooldustegevuste põhiseid investeeringuid, mistõttu on valitud välja 4 parameetrit, mis on kõige olulisemad hinnangute andmiseks olukorras, kus info pole täiuslik.

Alljärgnevalt on iga parameeter defineeritud ja põhjendatud ning läbi selle kirjeldatud protsentuaalselt kohalike teede sillaparki. Parameetrite kirjeldamisel on lisaks teeregistrile võetud aluseks ka konstruktsioonide projekteerimise üldpõhimõtteid kirjeldav standard EVS-EN 1990³².

³² Eurokoodeks. Ehituskonstruktsioonide projekteerimise alused. EVS-EN 1990:2002

Sildade peamised parameetrid on toodud järgnevalt:

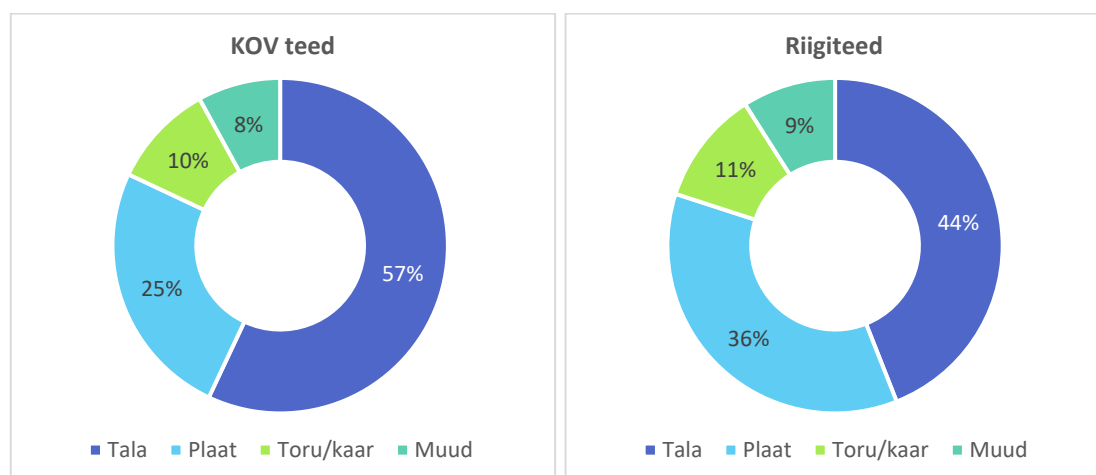
- Sildade konstruktsiooni tüüp;
- Sildade pikkus ja avade arv;
- Avaehituse materjal;
- Sildade vanus;
- Seisundi Indeks.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et Eesti kohalike teede sillad sarnanevad riigiteede sildadega ning peamised parameetrid on samad. Tüüpiline kohaliku omavalitsuse sild on alla 15 meetri pikkune raudbetoonist ehitatud tala- või plaatsild. Iga parameetrit on täpsemalt selgitatud järgmistes peatükkides.

6.1.2. Sildade konstruktsiooni tüüp

Silla konstruktsiooni tüüp koosneb kahest erinevast parameetrist – töö skeemist ja ristlõike tüübist. Töö skeem määrab ära, kuidas konstruktsioon ehitusmehaaniliselt töötab ehk millised sisejõud eri osades esinevad (näiteks survepinge, tõmbepinge, paindemoment jms). See parameeter on oluline, sest selle alusel saab määrata kriitilised punktid silla konstruktsioonis, millest sõltub silla, kui eri elementidest koosneva terviku, kandevõime ja seeläbi ohutus kasutajale. Töö skeemi järgi võib konstruktsioonid jaotada järgnevalt: liht-toestatud, jätkulement, raam, mitmeavaline raam (integraal või pool-integraal), toru, kaar, võlv, sõrestik või rippkonstruktsioon.

Ristlõike tüübi nimetus tuleneb peakanduri, kui peamise liikluskoormust vastu võtva elemendi, nimetusest ja see võib olla: tala, plaat, toru, kaar, võlv, ripp-toestatud või sõrestik. Olenevalt ristlõike tüübist erinevad vajalikud hooldetegevused ning rahalised vajadused.



Joonis 6.1. Sildade jagunemine peakanduri ristlõike järgi

Antud töös lähtutakse konstruktsiooni tüüpide puhul ainult ristlõike tüübist, sest töö skeemi selgitamiseks on vaja teha täiendavaid uuringuid ning selle selgumisel muutub rajatise kandevõimehindang, mitte rahastusvajadus. Lisaks on konstruktsiooni tüübi puhul eristatud vaid pealisehitust, sest alusehitise kohta ei ole eraldi infot kogutud.

Sildade jagunemine konstruktsiooni tüübi järgi kohalikel teedel ja riigiteedel on toodud joonisel 6.1, kusjuures erikonstruktsioonid (vant-, ripp- ja sõrestik sillad) on tähistatud joonisel 6.1 „Muud“ all, sest neid on Eestis vähe. Joonistelt on näha, et kõige enam on Eestis talasildasid, millele järgnevad plaat- ja toru/kaarsillad. Kokku moodustavad tüüpsed sillad kohalike teede sillapargist 92%.

6.1.3. Sildade pikkus ja avade arv

Rajatise suuruse iseloomustamiseks kasutatakse kõige enam rajatise pikkust (joonis 6.2), mis on mõõt kaldasamba esiservast teise kaldasamba esiservani. Kui sillal on nähtavad deformatsioonivuugid (sh kaetud mastiksvuuk), siis võetakse silla pikkuseks otsmiste vuukide vaheline kaugus. Antud töös on loetud sillaks kõiki rajatisi, mille pikkus on suurem kui 3 meetrit, kuid tulenevalt definitsioonide erinevusest on arvestusse läinud ka mõned lühemad sillad.



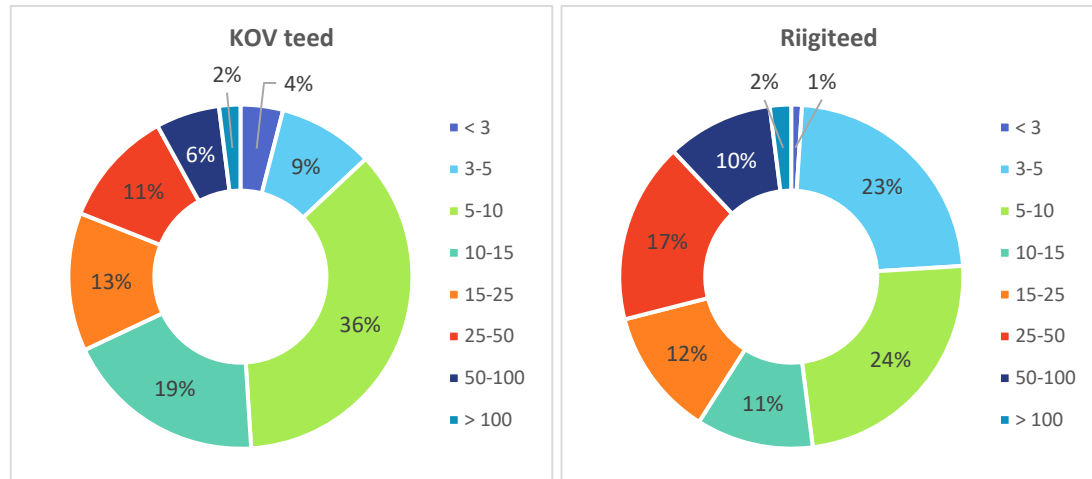
Joonis 6.2. Silla pikkust selgitav joonis

Järgnevalt (joonis 6.3) on esitatud kohalike teede ja riigiteede sildade jagunemine erinevatesse pikkuse gruppidesse. Teeregistris on silla pikkus defineeritud kui deformatsioonivuukide vaheline kaugus ja silla pikkuse all on mõistetud silla konstruktsioonide kogupikkust.

Jooniselt selgub, et enamik sildasid Eestis on lühikesed ning sarnaselt riigitee sildadele on **üle poole (67%) Eesti kohalike teede sildasid alla 15 meetri pikkused** ja pikki sildu (pikkusega üle 100 meetri) on vähe, kõigest 2%.

Avade arvu järgi on enamik kohalike teede sildu 1-avalised (72%) ja kuni 4-avalised sillad moodustavad kõikidest sildadest 97%. Need näitajad on sarnased riigitee sildade näitajatele, kuid riigiteedel on üheavaliste sildade osakaal väiksem.

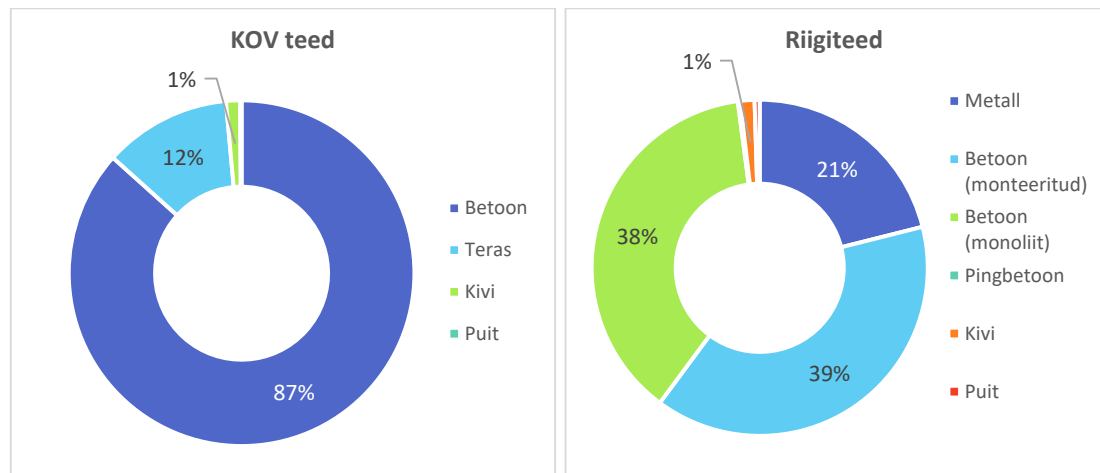
Kohalikel teedel asuva 819 silla tekiplaadi kogupindala on pärast andmete täpsustamist 149 955 m², mis moodusta umbes 54% riigiteedel asuvate sildade kogupindalast 278 353 m².



Joonis 6.3. Sillapikkuste protsentuaalne jagunemine pikkuse järgi

6.1.4. Avaehituse materjal

Investeeringuvajaduse hindamisel vaadeldakse vaid avaehitust (talad, tekiplaat), kuivõrd selle alusel määratakse esmalt hooldetegevuse aeg ning hinnatakse üldist kestvust läbi seisukorra. Silla kandevõime arvutus sõltub väga suurel määral materjali tugevusest ja käitumisest koormuse all, tuleb kandevõimet hinnata lisaks muule ka lähtuvalt ehitamiseks kasutatud materjalist. Kogu sillapargi jagunemine materjali järgi on toodud joonisel 6.4.



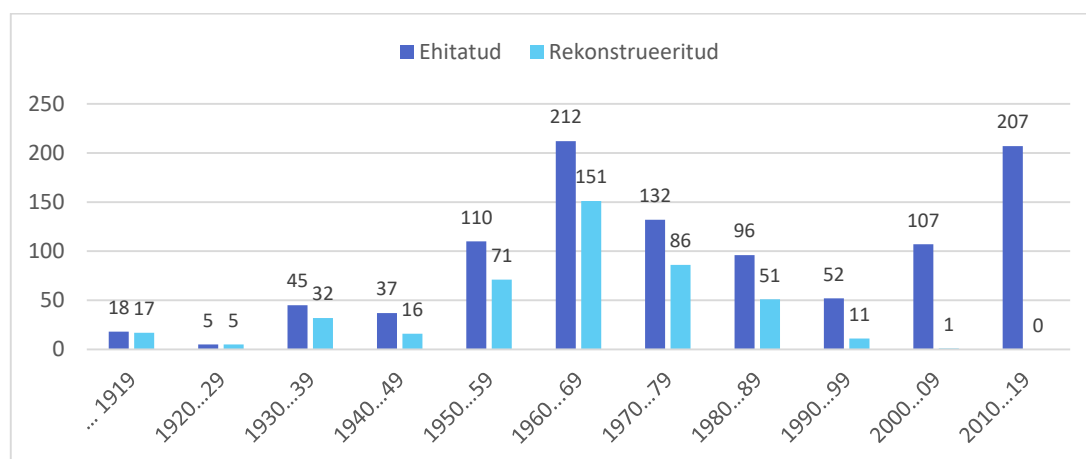
Joonis 6.4. Sildade jagunemine ava materjali järgi

Avaehituse materjali järgi on nii kohalike omavalitsuste kui ka riigiteede sildade peamiseks ehitusmaterjaliks betoon, millele järgneb teras ja kivi. Riigiteedel on viimase 10 aastaga kasvanud metallsildade hulk tänu terastorusildade rajamisega. Kivi- ja puitsildade hulk on Eestis väike ning sellest tulenevalt ei ole hooldetegevuste kirjeldamisel neid käsitletud.

6.1.5. Sildade vanus ja vanuseline jaotumine

Sildade vanuse (täpsemini ehitusaasta) järgi on võimalik suhteliselt suure tõenäosusega hinnata rajatise kvaliteeti, sest erinevatel kümnenditel on olnud kasutusel erinevad ehitusmeetodid. Kahjuks ei ole kohalike teede sildade kohta ehitusinfot säilinud ning seetõttu on kasutatud vanuste hindamisel riigiteede sildade andmeid.

Erinevatel aastakümnetel ehitatud sildade jaotumine vanuse järgi on toodud joonisel 6.5. Lisaks on joonisel välja toodud nende sildade hulgest juba rekonstrueeritud sildade arv, mis näitab, et esialgselt projekteeritud konstruktsioon võib olla muudetud.



Joonis 6.5. Erinevatel aastakümnetel riigiteedele ehitatud ja nende hulgest rekonstrueeritud rajatiste arv

Jooniselt 6.5 selgub, et umbes viiendik sildadest on ehitatud 1960-ndatel aastatel ning samas suurusjärgus on silde ehitatud ka viimasel kümnendil. Üle poolte sildadest on ehitatud perioodil 1950 kuni 1990, mis tähendab, et need on ehitatud Nõukogude Liidus levinud tüüpprojektide kataloogide alusel. Samas tuleb tähelepanu juhtida asjaolule, et sildade lõplik lahendus ei pruugi ühtida tüüpprojektiga.

Riigiteede sildade vanuse kohta võib kokkuvõtvalt öelda:

- Eesti sildade keskmine vanus on ca 40 aastat;
- Rohkem kui pooled sillad on ehitatud 1950-1990 tollases Nõukogude Liidus levinud tüüplahenduste, töövõtete ja kvaliteedikontrolli kohaselt;
- Kõikidest riigiteede sildadest on ligi 55% praeguseks rekonstrueeritud, kuid arvestades kohalike teede sildade seisukorda, siis on alust arvata, et rekonstrueeritud sildade hulk on oluliselt väiksem.

6.1.6. Sildade seisukord

Sildade hetke olukorra kaardistamiseks on kasutatud seisunditaseme indeksit (number vahemikus 1-4) ja ülevaatajate märkuseid, mille põhjal saab, lisaks taustsüsteemi loomisele ning sildade reastamisele, ka esmase info silla remondivajaduse kohta, mis on sisendiks investeeringuvajaduste analüüsile. Seisundi analüüs põhineb projekti „Kohalike tervikteede

inventeerimine“ käigus määratud silla seisundi indeksitel, mille käigus andsid inventeerijad isikliku hinnangu sillale vastavalt nähtud kahjustustele. Seisundite kirjeldused on toodud tabelis 6.1.

Tabel 6.1. Väljavõte projekti „Kohalike tervikteede inventeerimine“ sildade ülevaatuskaardi täitmise juhendist

Seisund	Raudbetoon	Teras	Müüritis	Puit	Hüdro
1-väga hea	Puuduvad	Pleekimine	Puudub	Pleekimine	Ei leki
2-hea	Väikesed praod (<1mm), murenemised, vee läbijooksu tunnused, betooni halb kvaliteet	Värvi koorumine, pragunemine. Vähene pindmine rooste.	Kivide vaheline segu on murenenud ja vähesel määral välja kukkunud.	Kuivamispraod, vähene värvi koorumine.	
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

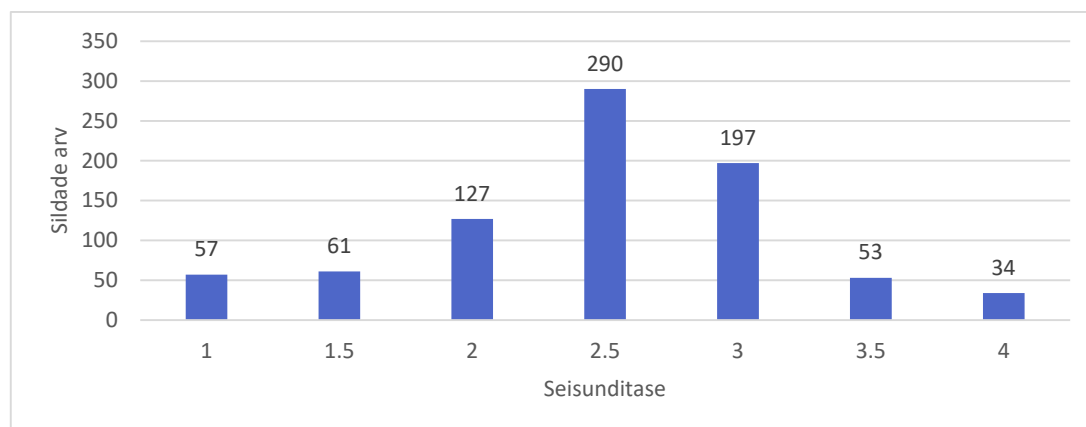
Tabelist on näha, et hinnati erinevaid elemente, millest kujunes lõplik hinnang sillale. Seisunditaseme indeksi puhul on tegemist riigiteede sildadel määratava Seisundi Indeksiga analoogse näitajaga, mille alusel on võimalik ennetada sildade liigset kahjustumist ja hinnata sildade hooldevajadust. Kuna sildade arvuline koosseis erineb suurel määral, siis kogutud infot kasutatakse taustsüsteemi loomiseks. Täiendavalt projekti „Kohalike tervikteede inventeerimine“ andmetele on töös kasutusel Tallinna linna sildade BMS ülevaatuskaardi andmed, mille põhjal saab anda täpsemaid hinnanguid linnades asuvatele sildadele.

Seisundi all on mõeldud on rajatisele antavat numbrilist hinnangut, mis põhineb ülevaatuskaardi käigus kogutud eri elemendigruppide füüsilisel välimisel. Tavaliselt on vastavalt eri gruppide tähtsusele igale elemendile omistatud kaalufaktor, mille alusel arvutatakse välja kogu silla kaalutud keskmine väärtus ja tulemus väljendatakse skaalal 0-100%. 2019. aasta alguse seisuga oli riigiteede sildade keskmine seisukord 89%, mis on väga hea näitaja ja võrdub antud töö Seisundi Taseme skaalal hinnanguga 1,35.

Erinevalt riigiteede seisukorrast on käesolevas töös lähtutud eraldi sillale antud hinnangust, mis on, sarnaselt riigitee seisundi indeksile, sobilik rahaliste vahendite planeerimiseks, kuid mitte sobilik funktsionaalsusega seotud kriteeriumite hindamiseks [Maanteeamet, 2017].

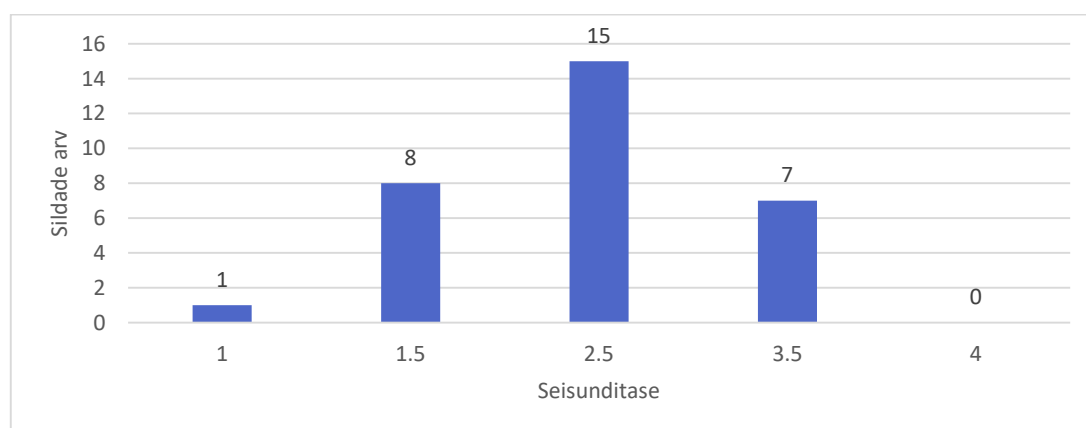
Seisund on näitaja, mille alusel on loodud taustsüsteem kogu sillapargi seisundi kirjeldamiseks ja mis on abiks haldamisega seotud otsuste vastu võtmiseks.

Kohalike teede sildade seisukorra esialgsel hindamisel on lähtutud juba praeguseks kogutud andmetest (joonis 6.5), mida on laiendatud teistele sildadele.



Joonis 6.5. Kohalike omavalitsuste teedel olevate sildade seisunditasemete jaotus

Jooniselt on näha, et erinevalt riigitee sildadest, kus keskmist seisukorda võiks iseloomustada numbriga 1,35, on kohalike teede keskmine seisukord 2,5, mis tähendab, et enamik silde vajab juba kindlasti remonti ning ligemale pooled vajavad kapitaalset remonti või ümberehitamist. Kohaliku omavalitsuse esindajate seas läbi viidud küsitluse tulemusena saadi suhteliselt sarnane seisunditase. Küsitlusele vastas kokku 31 kohaliku omavalitsuse esindajat, kelle seas oli nii valdade kui ka linnade esindajaid.



Joonis 6.6. Kohalike omavalitsuste teedel olevate sildade seisunditasemete jaotus vastavalt küsitluse tulemustele

Jooniselt on näha, et sarnaselt tegelikule seisukorrale hindasid ka vallavalitsuse esindajad oma sillapargi seisundit kõige enam väärtusega 2,5 ja vastuste keskmine seisund tuli 2,41.

6.2. Sildade optimaalne seisukord

Optimaalse seisukorra kirjeldamiseks on kasutatud ainult seisunditaseme indeksit, mille parim võimalik suurus on 1 ja tavapäraselt peaks suurus jääma alla 2. Erinevaid seisunditasemeid ning nendega seotud parendustegevusi võib kirjeldada järgnevalt (tabel 6.2).

Tabel 6.2. Sillapargi seisukorra ja võimalike tegevuste kirjeldus

Sillapargi keskmine seisund	Tegevused
1-väga hea	Enamik sildu vajavad ainult hooldamist ning peamine parendustegevus on seotud sildade õigeaegse remontimisega. Olenevalt kasutajate vajadustest (kandevõime, liiklussagedus) esineb ka mõningate sildade ümber ehitamist.
2-hea	Enamik sildadest vajavad remontimist ning peamised parendustegevused on seotud sildade õigeaegse remondi või põhjendatud kapitaalremondiga. Olenevalt kasutajate vajadusest esineb ka sildade ümber ehitamist.
3-kehv	Enamik sildu vajab remontimist ning peamised parendustegevused on seotud põhjendatud kapitaalremondi või ümber ehitamisega.
4-väga kehv	Enamik sildu vajab piirangute kehtestamist või ümber ehitamist. Peamine parendustegevus on seotud sildade ümber ehitamise või sulgemise kaalutlemisega.

Tabelist on näha, et vastavalt seisukorrale muutuvad parendustegevuste proportsioonid ning selleks, et sildade seisukorda parandada on vaja sillaparki investeerida. Tabelis on kirjeldatud nelja erinevat parendustegevust, mida võib iseloomustada järgnevalt:

- Hooldamise eesmärgiks on tagada, et teerajatiste seisukord vastaks nõuetele, mis on kehtestatud igal aastaajal kehtivate liiklusohutuse tagamise reeglitega. Hooldamisega silla seisund ei parane;
- Remondi eesmärgiks on rajatiste transpordi- ja eksploatatsiooniseisukorra taastamine **tasemeni, mis võimaldaks tagada nende kasutusomadustele esitatavate nõuete täitmise ajavahemikul kuni järgmise remondini**, kui liiklustihedus ei ületa antud maantee klassile kehtestatud arvestuslike näitajaid. Remondi all mõistetakse kahjustatud materjalide eemaldamist ja puhastamist, nende asendamist ja sobival viisil kaitsmist. Remonditööd ei suurenda üldiselt silla kandevõimet, on lihtsalt hooldavad abinõud, mis taastavad silla endise kasutuse – lihtsalt “harjamine ja puhastus”. Remondi tagajärjel silla seisund paraneb, kuid mitte uueväärilisega võrdväärseks;
- Kapitaalremondi eesmärgiks on rajatiste ja (või) nende osade konstruktsioonielementide täielik taastamine ning nende seisukorra viimine sellise remonditava tee klassi suhtes kehtestatud ja lubatud väärtuste ja tehniliste näitajate tasemeni, mis võimaldab tagada rajatise kasutusomadustele esitatavate normatiivnõuete järgimist ajavahemikul kuni järgmise kapitaalremondi või ümberehituseni. Kapitaalremondi tagajärjel silla seisund paraneb, kuid mitte uueväärilisega võrdväärseks;
- Ümberehituse eesmärgiks on vana lammutamine ning uue rajatise ehitamine, mis vastaks kõikidele kehtivatele nõuetele. Ümberehituse tagajärjel silla seisund paraneb võrdseks uueväärilisega.

Hooldustegevuste mõju on võimalik hinnata kolme eri parameetri abil, milleks on seisukorra parandamine, seisukorra halvenemise peatamine või seisukorra halvenemise aeglustamine.

Kuna sildade keskmine seisukord on hea ja kehva vahepealne, siis peamiselt on tähelepanu pööratud seisukorra parandamisele.

Optimaalseks võib lugeda sellist sillapargi seisukorda kui ühtegi silda liiklusele ei sulgeta, ega lisata täiendavaid piiranguid ning rahaline mahajäämus on minimaalne. Eelnevalt kirjeldatud näitajaid on eri strateegiate analüüsis ka omavahel vaadeldud.

6.2.1. Hooldetegevuste kirjeldus

Rahaliste vajaduste hindamisel on aluseks võetud Maanteeameti poolt kogutud Teetööde Tehnilises Kirjelduses olevate makseartiklite keskmised ühikhinnad, mille korrigeerimiseks on võetud ühendust ehitusettevõtetega ning muudetud vastavalt tehtavatele töödele. Analüüsis eeldatud, et silla parendustegevuse puhul piirduakse silla enda töödega ning pealesõitude ümberehitamist ei ole ette nähtud nagu seda tehakse riigiteede sildadel. Analüüsi aluseks olevad hinnad väljendatud vahemikena ning on ümardatud silla tekiplaadi ruutmeetritele.

Käesolevas töös on iga silla kohta määratud teostatava töö liik lähtudes järgnevatest põhimõtetest:

- Kui silla seisund on väga hea (Seisund 1,0-1,5), siis piirduakse silla hooldamisega, mille maksumuseks on arvestatud 5 EUR/m² aastas. Hooldetegevuse käigus on arvestatud sildade pesuga 1 kord aastas; deformatsiooni vuukide, joatorude ja veerenide puhastamisega vähemalt 1 kord aastas; lokaalsete remonttöödega (betooni kohtparandus, terase värviparandused, kivikonstruktsioonide vuukide täitmine jms), mis on mahu poolest võrdne ühe 150 m² tekiplaadi pindalaga silla remondiga;
- Kui silla seisund on hea (Seisund 1,5-2,5), siis teostakse sillale ennetav remont lokaalsete kahjustuste parandamisega kuni 20% rajatise mahust, mille maksumuseks on arvestatud 600 EUR/m². Remont hõlmab raudbetoon konstruktsioonide puhul sarruse puhastamist ning torkreetimist; teraskonstruktsioonide puhul rooste puhastamist ning üle värvimist. Sama tegevuse all on võimalik suurendada ka rajatise ohutust vahetades välja piirded. Selle parendustegevuse tulemusena tõuseb silla seisukord kuni 1,1-ni ehk visuaalselt on sild puhas, kuid mitte uueväärne;
- Kui silla seisund on rahuldav (Seisund 2,5-3,5), siis on sillale ette nähtud kapitaalremont maksumusega 1100 EUR/m². Kapitaalremont hõlmab pindade parandamist ning olenevalt ehitusmaterjalist täielikku katmist (betooni puhul torkreet, terase puhul üle värvimine, kivikonstruktsiooni puhul täielik pindade parandus). Selle parendustegevuse tulemusena tõstetakse silla seisund sarnaselt tavalisele remondile 1,1-ni;
- Kui silla seisund on väga halb (Seisund 3,5-4,0), siis sild rekonstrueeritakse vastavalt praegustele mõõtmetele maksumusega 1600 EUR/m². Rekonstrueerimise käigus vahetatakse kõik elemendid uute vastu või taastatakse täielikult, et rajatis vastaks tänapäeva nõuetele. Selle parendustegevuse tulemusena tõuseb silla Seisund 1,0-ni;

Lähtuvalt hooldustegevustest on koostatud ka erinevad strateegiad.

6.3. Sildade analüüs

Sildade analüüsis on keskendutud seisundile ja kuludele, kuid lisaks on vaadeldud ka sildade sulgemisvajadust ja rahalist mahajäämist. Enne strateegiate analüüsi on sillad sorteeritud vastavalt seisunditaseme indeksile, kusjuures eraldi on tähelepanu pööratud sildadele, mille seisundihinnangud on suuremad kui 3, sest need sillad on juba rahuldavas või väga halvas seisus ning vajavad kohest reageerimist.

Metoodikas on juhitud COST tegevuskava TU1406 "Olemasolevate maanteerajatiste kvaliteedinõuete standardiseerimine Euroopa tasemel (BridgeSpec)" erinevatest töögruppide raportitest. Kriitilisi sildu on eristatud ainult kindla rahasummaga lähenemise puhul, sest nende puhul on olemas reaalne kokkuvarisemise risk ja neid tuleb käsitleda eraldiseisvalt. Muudel juhtudel on tehtud eeldus, et halvas seisus sillad vajavad kohest investeeringut. Esialgse analüüsi tulemusena on välja toodud erinevate kohalike omavalitsuste sillad ja nende koguväärtus.

Teise astme analüüsi puhul on koostatud 5 erinevat strateegiat, mida on võrreldud omavahel 30 aasta keskmiste näitajate lõikes lähtuvalt seisunditasemest, kuludest, suletud sildade arvust ning rahalisest mahajäämusest.

Kulude puhul on võrreldud rahalisi vajadusi ainult omaniku vaates. Kõik näidikud on normeeritud skaalasse 1 kuni 4 tulenevalt kõige suuremast ja väiksemast väärtusest. Kulude puhul saab soodsaim lahendus hinnanguks 1 ja kalleim hinnanguks 4.

6.3.1. Sillapargi koguväärtus

Arvestades praegust andmete seisu, kohalike teede sildade koguväärtust ja sellel põhinevat üldist investeeringuvajadust võib öelda, et kohalikel teedel oleva sillapargi koguväärtus riigiteedega sildade ümberehitamisega samaväärse ühikmaksumuse (2200 EUR/m²) juures on 2021. aastal 330 000 000 EUR.

See on indikaatoriks ka investeeringuvajaduse hindamisel, kuid tegelik investeeringuvajadus sõltub kohaliku omavalitsuse strateegiast, mille mõned võimalikud vormid on kirjeldatud järgmises peatükis.

6.4. Stsenaariumite kirjeldus

Sillavõrgu rahaliste vajaduste hindamisel lähtuti viiest erinevast stsenaariumist, mida on võimalik grupeerida sarnaselt teedel kasutatud stsenaariumitega.

Piiramatu eelarve stsenaarium

- Rekonstrueerimine (REK) – kõik sillad, mille seisukord on alla soovitud piirväärtust (1,5) rekonstrueeritakse esimesel võimalusel. Pärast seda teostatakse sildadele taaskord rekonstrueerimine, kui seisund langeb alla piirväärtust 1,5. Tegemist ei ole jätkusuutliku stsenaariumiga, sest vaatamata ideaalsele seisukorrale kulutatakse silla projekteeritud kasutusea jooksul (100 aastat) otstarbetult palju raha.
- Kapitaalremont (KAPREM) – kõik sillad, mille seisukord on alla soovitud piirväärtust (2,5 või 3,5) kapitaalremonditakse või rekonstrueeritakse esimesel võimalusel. Pärast seda lastakse sillad taaskord sama piirväärtuseni ning teostatakse uus kapitaalremont või ümberehitus. Selle stsenaariumi eesmärk on sillapargi seisukord võimalikult ruttu maksimaalselt heaks muuta, et seejärel vähem raha kulutada. Tegemist on stsenaariumiga, mida on enamasti Eesti riigiteede sildade haldamisel varasemalt järgitud, kuid mis praeguseks on muutumas.
- Remont (REM) – kõik sillad, mille seisukord on alla soovitud piirväärtust (1,5 või 2,5) remonditakse, kapitaalremonditakse või rekonstrueeritakse esimesel võimalusel. Pärast seda teostatakse sildadele lokaalseid remonte, et ära hoida kulukamaid tegevusi. Selle stsenaariumi eesmärk on sarnaselt eelmisele sillapargi seisukord võimalikult ruttu maksimaalselt heaks muuta, et seejärel vähem raha kulutada, kuid tegevusi planeeritakse tihedamini. Tegemist on stsenaariumiga, mida on osaliselt Eesti riigiteede sildade haldamisel varasemalt järgitud ning milles suunas ka praegu liigutakse.

Optimaalne eelarve stsenaarium

- Ühtlase summa stsenaarium (KINDEL 7) – iga aasta kulutatakse sildade hooldustegevusele ja parendustele kindel summa (vastavalt 750 000 EUR ja 7 000 000 EUR) ning selle raames proovitakse parendustegevusega katta nii palju silde kui võimalik seisukorrast. Selle stsenaariumi eesmärk on leida mõistlik kompromiss teiste stsenaariumite. Tegemist on stsenaariumiga, mida on Eesti riigiteede sildade haldamisel järgitud, kus otsuseid ei tehta lähtuvalt vajadusest vaid eelarvelistest võimalustest. Tulenevalt sillapargi üldisest halvast seisukorrast ei ole optimaalne stsenaarium kõige mõistlikum, sest mahajäämus on liiga suur.
- Ühtlase summa stsenaarium (KINDEL 11) – iga aasta kulutatakse sildade hooldustegevusele ja parendustele kindel summa (vastavalt 750 000 EUR ja 11 000 000 EUR) ning selle raames proovitakse parendustegevusega katta nii palju silde kui võimalik seisukorrast. Selle stsenaariumi eesmärk on leida mõistlik kompromiss teiste stsenaariumite. Tegemist on stsenaariumiga, mida on Eesti riigiteede sildade haldamisel järgitud, kus otsuseid ei tehta lähtuvalt vajadusest vaid eelarvelistest võimalustest.

Olemasolevate vahendite stsenaarium

- „Ei tee midagi“ stsenaarium (ETM) – sildade parendustegevustele ei kulutata raha, kuid jätkatakse tavapärase hooldustegevustega. Selle stsenaariumi eesmärgiks on hoida sillapark liiklejatele ohutu ning kulutada võimalikult vähe raha sillapargi remondile. Tegemist ei ole jätkusuutliku stsenaariumiga, sest ilma parendustegevusteta tuleb hakata

sildu sulgema. Kui sild on suletud, siis ei vaja see ka hooldamist ning selle arvelt on võimalik veel enam kokku hoida.

Iga stsenaariumi puhul vaadatakse eraldi mahajäämust ning hilisemate aastate rahalised väärtused on toodud nüüdisväärtusena kasutades diskontomäära 4%.

Tabel 6.3. Ülevaade stsenaariumitest ja piirväärtustest

Stsenaarium	Parendustegevuse alus	Piirväärtus (esimene tegevus)	Piirväärtus (edasine tegevus)
Ei tee midagi (ETM)	Puudub	Puudub	Puudub
Rekonstrueerimine (REK)	Seisukord	1,5 (rek)	1,5 (rek)
Kapitaalremont (KAPREM)	Seisukord	3,5 (rek)	2,5 (kaprem)
Remont (REM)	Seisukord	2,5 (rek)	1,5 (rem)
Kindel summa (KINDEL 7/11)	Eelarve/Seisukord	7 000 000 EUR* või 11 000 000 / Halvimad enne (alla 2,5)	

* Mõnel aastal oli vaja investeringut suurendada, sest suured sillad vajasis suuremat investeringut

Erinevaid strateegiaid võrreldakse omavahel kõikide tuvastatud näidikute – seisukord, maksumus, suletud sillad, mahajäämus – 30 aasta keskmiste väärtuste alusel. Kuna 30 aastat moodustab sildade kasutusea vaates vähem kui kolmandiku, siis on lisaks vaadeldud ka strateegiaid 60 aasta perspektiivis.

6.4.1. Prognoosimudelid

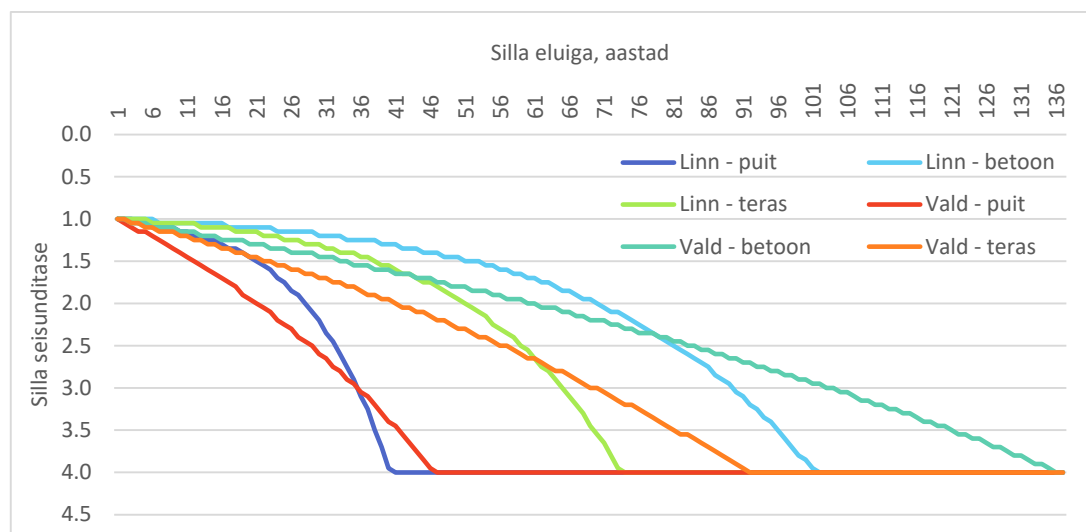
Sildade seisukorda on prognoositud lähtuvalt lineaarsest seosest aastase seisunditaseme languse ja silla seisunditaseme seosest, mida on modifitseeritud lähtuvalt omavalitsuse tüübist (linn või vald) ning silla avaehituse materjalist. Kõik kasutatud mudelid põhinevad Transpordiameti ja Tallinna linna eelnevate ülevaatuste andmetel. Praeguseks hetkeks on maanteedel läbi viidud kolm ning Tallinna linnas neli kordusülevaatus, mis annavad hea võimaluse analüüsida lisaks keskmisele seisundile ka seisundite muutust ajas.

Seisundi muutused ajas annavad oluliselt rohkem informatsiooni sillapargi kohta, kui tavaline keskmine, sest sellesse tegurisse on lisatud ka ajaline faktor. Lisaks üldisele muutusele on võimalik võrrelda eri seisukorras ja tüüpi sildade seisukorra languse kiirust. Selleks, et leida keskmist seisukorra langust aastast on leitud iga silla aastane seisundi langus järgneva seosega:

$$\text{Seisundi muutus} = \frac{SI_x - SI_y}{(\bar{ÜV}_x - \bar{ÜV}_y)}$$

Kus Seisundi muutus tähistab aastast muutust, SI_x praeguse ülevaatus tulemust, SI_y eelneva ülevaatus tulemust, $\bar{ÜV}_x - \bar{ÜV}_y$ ülevaatuste kuupäevade vahemik taandatud aastatesse.

Joonisel 6.7 on näidatud kõiki kuut erinevat prognoosimudelit, kus on kasutatud lineaarset seost silla seisukorra ja seisukorra languse vahel ning mida on modifitseeritud lähtuvalt asukohast ja materjalist.



Joonis 6.7. Investeeringuvajaduse hindamisel kasutatud prognoosimudelid

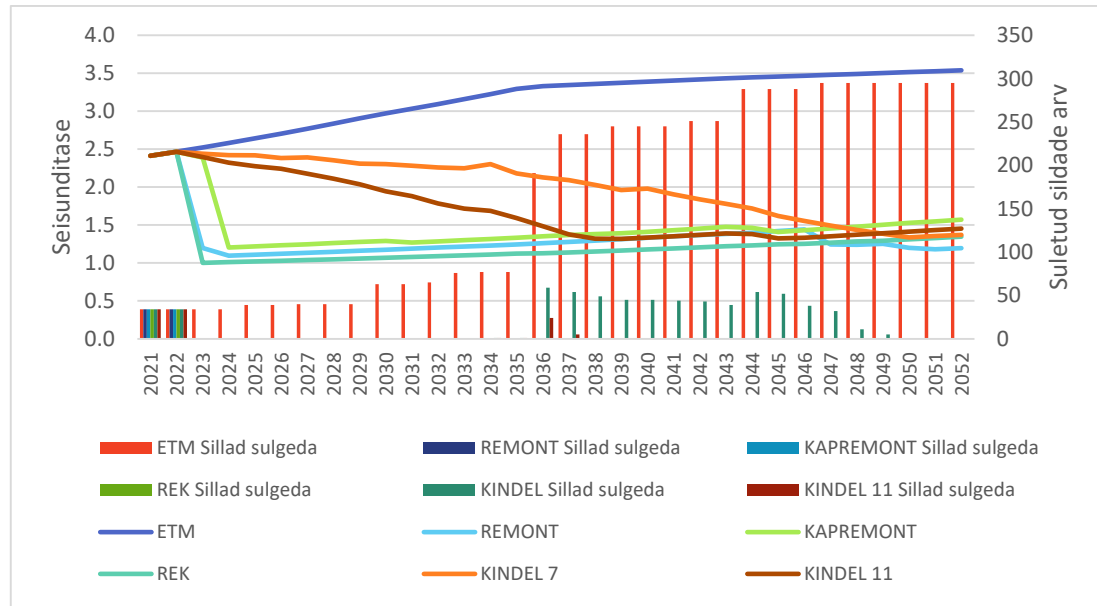
Jooniselt on näha, et keskmiste väärtuste järgi on ilma hooldamata betoonist silla eluiga valdades ja linnades pikem kui 100 aastat. Terasest ja puidust sildade eluiga jääb ilma korraliku hoolduseta alla 100 aasta. Lisaks on huvitav näha, et kui valdades olevate sildade seisukord hakkab koheselt langema, siis linnades olevate sildade seisukord püsib esialgu parem, kuid ületades kriitilise piiri on langus kiirem.

6.5. Analüüsi tulemused

Vastavalt eelnevates peatükkides kirjeldatud näidikutele on eri stsenaariumeid võrreldud nelja erineva näitaja vaates – sillapargi seisukord, kulud omanikule (nüüdisväärtuses), mahajäämus (nüüdisväärtuses) ja kui palju silde tuleb sulgeda. Strateegiate omavaheliseks võrdluseks on leitud ajaperioodi keskmised väärtused.

6.5.1. Sillapargi seisukord

Sillapargi seisukord näitab selgelt, kui hästi teostatud investeeringud toimivad ning seetõttu on seisukorda vaadeldud koos sulgemist vajavate sildade arvuga (joonis 6.8).



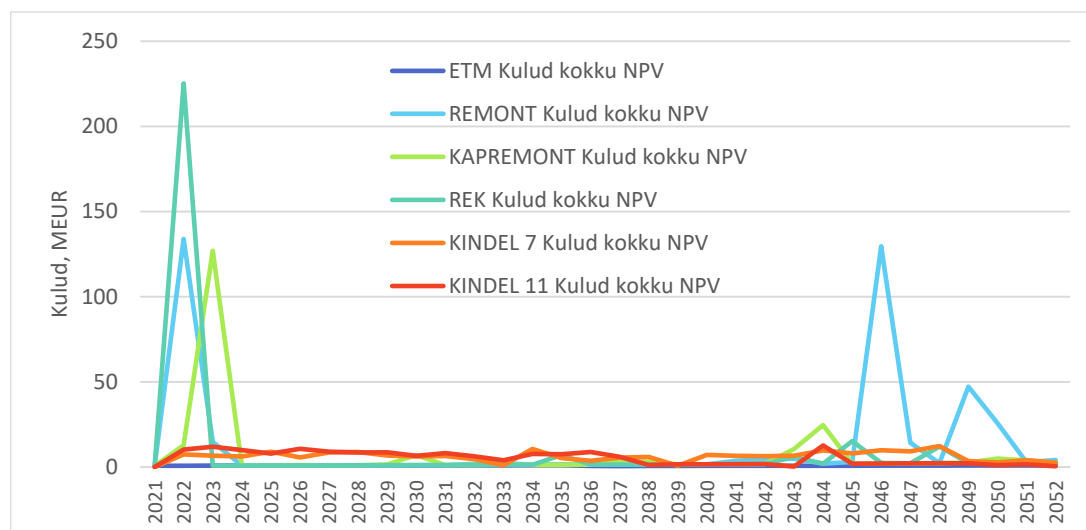
Joonis 6.8. Eri stsenaariumite võrdlus lähtuvalt seisukorra ja suletud sildade poolest

Jooniselt on näha, et piiramatu eelarve tasub ennast koheselt ära, ning kui esialgu on vaja sulgeda 34 silda, siis nende kiire rekonstrueerimine hoiab ära kõige hullemat. Kõige ebasoodsam olukord tekib stsenaariumi „Ei tee midagi“ juures, kus aastaks 2052 on vaja sulgeda juba 295 silda ning üldine sillapargi seisukord samuti sellisele, kus enamik sildu on halvas või väga halvas seisukorras. Kõige mõistlikum lähenemine seisukorra järgi tundub kindla rahasumma järgi investeerimine, kuid vaadates sildade sulgemisi, siis 7 MEUR stsenaariumi puhul tuleb praegu keskmises seisundis olevatest sildadest osad 15 aasta pärast sulgeda, sest neid ei jõuta lihtsalt sellise aja jooksul ära remontida. 11 MEUR stsenaariumi puhul jõutakse piiramatu eelarve lähenemisele järgi 17 aastaga.

Vaadeldes eraldi keskmisi näitajaid 60 aasta perspektiivis, on näha, et kõige parema tulemuse annab piiramatu eelarve stsenaarium REK. Samas ei ole see kõige mõistlikum, vaadates rahalisi vajadusi.

6.5.2. Kulud omanikule

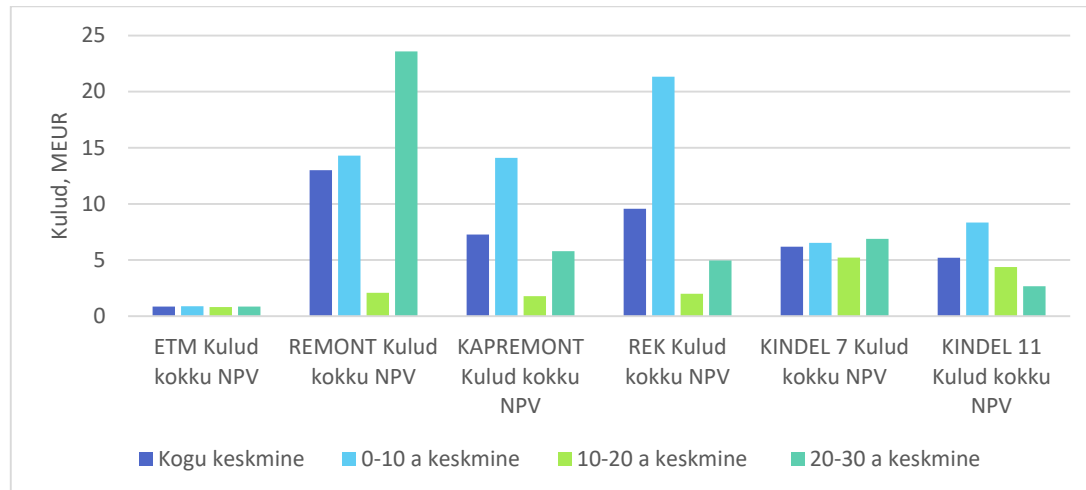
Seisukorrast veidi isegi tähtsam on otsesed kulud omanikule, mida on samuti võrreldud. Kulused on vaadeldud aastate lõikes ning kombineerides nii hoolde kui ka remondikulused tuues need nüüdisväärtusesse (joonis 6.9).



Joonis 6.9. Eri stsenaariumite võrdlus lähtuvalt kuludest omanikule

Jooniselt on näha, et piiramatu eelarvega lähenemised eristuvad selgelt väga suurte lühiajaliste kulutuste poolest. Lisaks on näha, et remondi puhul jõutakse 30 aasta jooksul juba teise remondilaineni, mis suurendab selle lähenemise kulusid veelgi.

Vaadeldes keskmisi kulutusi kümnendite kaupa (Joonis 6.10) on näha, et keskmiste kulude poolest on kõige mõistlikum läheneda kindla rahastusega, sest vaatamata piiramatule eelarvele ei ole hilisemad kulutused märkimisväärselt madalamad.

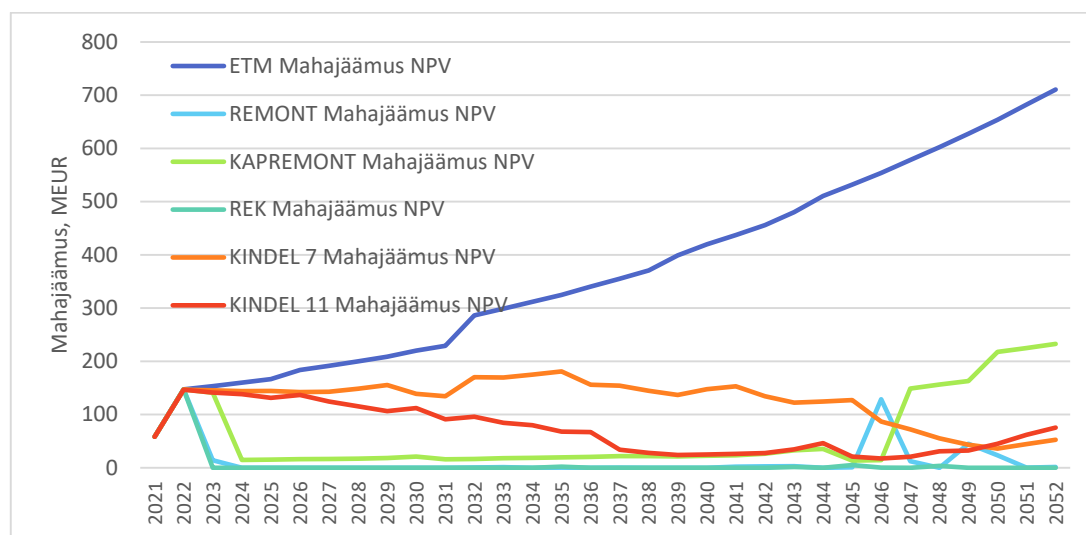


Joonis 6.10. Kulud eri kümnenditel

Vaadeldes eraldi kindla rahastuse stsenaariume, on näha, et 11 MEUR rahastuse puhul on 30 aasta perspektiivis keskmised kulud isegi madalamad kui madalama rahastuse korral. Lisaks arvestades asjaoluga, et 7 MEUR lähenemise puhul tuleb osad sillad vahepeal sulgeda, on see kulude vaates eelistatud.

6.5.3. Mahajäämus

2019. aastal avaldatud „Riigiteede teehoiu rahavajaduse strateegiline analüüs 2019-2048” sildade seisukorra analüüsist selgus, et riigiteede sildade remondivõlg on 50 MEUR. Kohalike teede puhul on 2021. aastal remondivõlg 58 MEUR, mis tulenevalt suurest sildade arvust, mis on seisukorras 2,5 ning seisukorra piirväärtuse 2,5 ületamisest suureneb aastal 2022 kuni 147 MEUR-ini, mis arvatavasti iseloomustab paremini tegeliku seisukorda. Lähtuvalt erinevatest strateegiatest hakkab see summa muutuma (joonis 6.11).

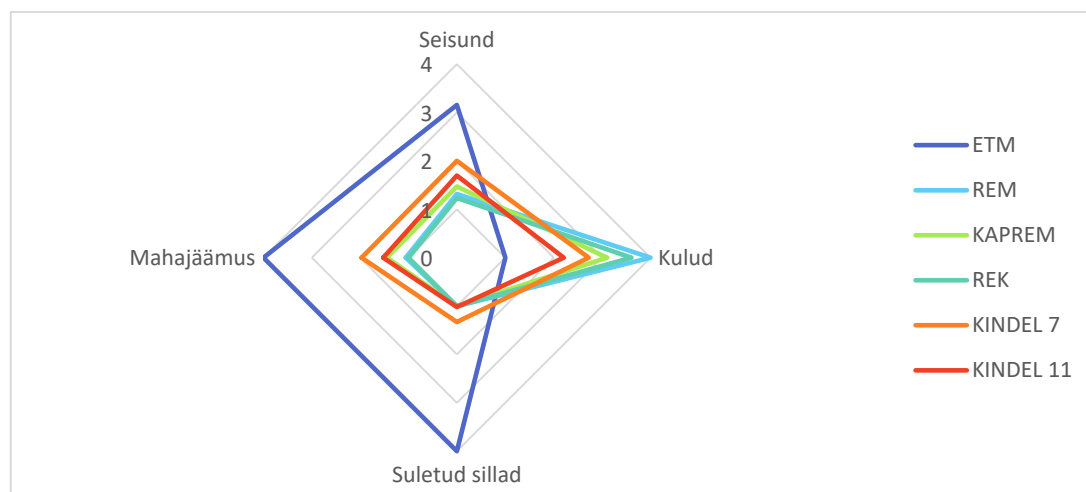


Joonis 6.11. Mahajäämuse võrdlus

Jooniselt on näha, et mitte midagi tehes suureneb remondivõlg aastaks 2052 ligemale 5 korda. Eri tegevuste juures on remondivõla vähenemine korelatsioonis investeringuvajadusega ning vaadates viimast 7 aastat (alates 2045) on näha, et remondivõlg hakkab enamike lähenemiste puhul taaskord suurenema.

6.5.4. Stsenaariumite võrdlus

Stsenaariumeid on võrreldud radargraafiku abil, kus on kombineeritud kõikide eelnevalt näidatud muutujad ühise skaala peal (joonis 6.12).



Joonis 6.12. Eri stsenaariumite keskmised väärtused aastani 2052

Jooniselt on näha, et kõige suurema pindalaga on stsenaarium „Ei tee midagi“, mis edastab teisi lähenemisi ainult kulude poolest. Vaadates iga näitajat veel eraldi, siis:

- Seisundi poolest on parem tulemus piiramatu eelarvega lähenemistel, millest parim on sildade rekonstrueerimine;
- Kulude poolest on üllatuslikult kõige väiksema keskmise kuluga stsenaarium, kus iga aasta on kindel eelarve 11 MEUR;
- Suletud sildade arvu poolest on parem tulemus taaskord piiramatu eelarvega lähenemisel, millele järgneb 11 MEUR lähenemine, kus vahepeal tuleb mõned sillad sulgeda, kuid võrreldes 7 MEUR lähenemisega on suletavaid silde oluliselt vähem;
- Mahajäämuse kohapealt on kõige parem läheneda rekonstrueerides ning kõige aeglasemalt väheneb mahajäämus 7 MEUR lähenemise puhul.

Vastavalt stsenaariumi ühikpindaladele on tulemused järgnevad (tabel 6.4).

Tabel 6.4. Stsenaariumite kokkuvõte

Stsenaarium	ETM	REM	KAPREM	REK	KINDEL 7	KINDEL 11
Ühikpindala	17.9	5.9	5.6	5.2	7.8	5.1

Lähtuvalt koondtulemustest võib öelda, et kõige optimaalsem lahendus sildade seisukorra parandamiseks, sulgemise vältimiseks ja mahajäämuse vähendamiseks on kindla rahastuse 11 MEUR juures. Sellele stsenaariumile järgnevad piiramatu eelarvega lähenemised ning seejärel kindel rahastus 7 MEUR.

60 aasta vaates jäid tulemused enamvähem samaks, kuid ainsa erisusena osutub sildade remontimine paremaks lahenduseks, kui rekonstrueerimine.

6.5.5. Kõige optimaalsem rahastus

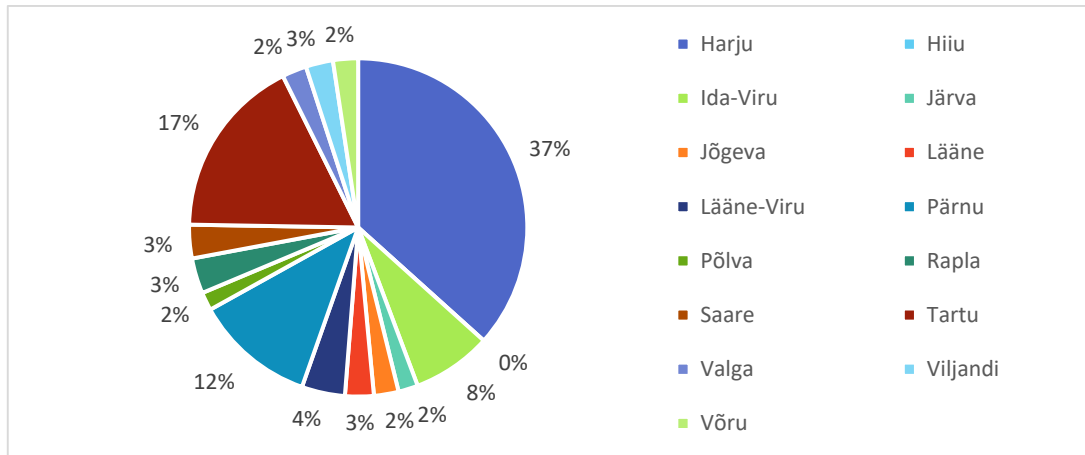
Tulenevalt eri stsenaariumite võrdlusest selgus, et kõige mõistlikum on rahastada lähtuvalt kindlast eelarvest suurusega 11 MEUR. Vaadates mudeli poolt soovitatud rahalisi jagunemisi võib tõdeda, et mõnel aastal tuleb kogu rahastus suunata ainult ühte maakonda, kuid samas on aastaid, kus peaaegu kõik maakonnad vajavad rahastust.

Tabel 6.5. Remondi eelarve maakonniti, MEUR

Maakond	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Harju maakond	0.777	0.816	0.166	0.302	3.561	8.347	10.219	5.850	0.425
Hiiu maakond	0	0	0	0	0	0	0	0	0.013
Ida-Viru maakond	2.315	1.346	0.777	0.268	1.230	0	0	0	0.377
Järva maakond	0.249	0.324	0	0.348	0.100	0	0	0.157	0.382
Jõgeva maakond	0.508	0.989	0	0	0.157	0	0	0	0.304
Lääne maakond	0.613	0.359	0	0	1.016	0	0	0	0.288
Lääne-Viru maakond	0.869	0	0.631	0.718	0.506	0	0	0.540	0.170
Pärnu maakond	1.297	4.456	0.508	0.743	0.714	0	0	0.414	1.462
Põlva maakond	0.074	0.567	0.031	0	0.118	0	0	0	0.653
Rapla maakond	0.477	1.065	0.364	0	0.539	0	0	0	0.365
Saare maakond	0.300	0	1.963	0	0.108	0	0	0	0.303
Tartu maakond	1.477	0.358	0	11.093	0.196	0	0	0.821	0.503
Valga maakond	0.933	0.099	0	0.679	0.098	0	0	0.073	0.074
Viljandi maakond	0.706	0.429	0	0.219	0.095	0	0	0.440	0.265
Võru maakond	0.263	0	0.555	0.329	0.212	0	0	0.350	0.281
KOKKU	10.858	10.808	4.995	14.699	8.650	8.347	10.219	8.645	5.865

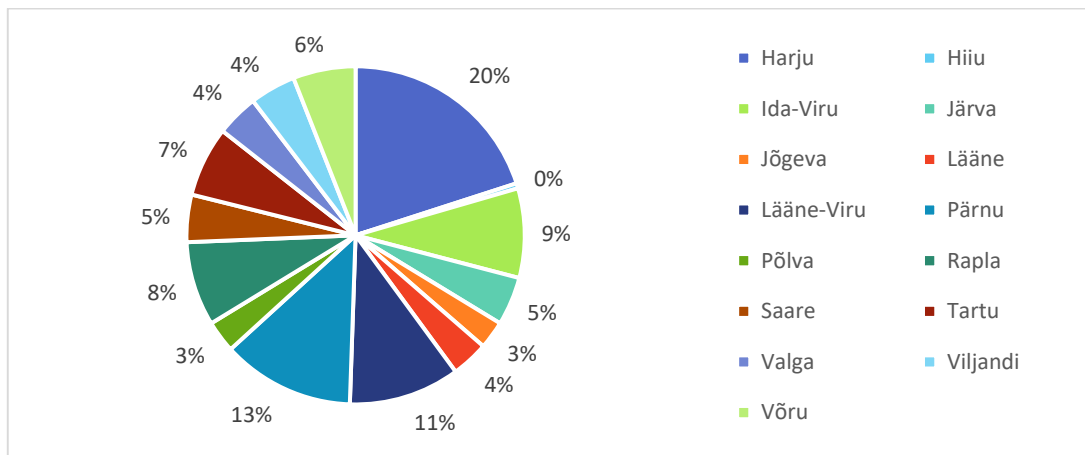
Tabel on koostatud ainult remondirahastuse põhjal ning sealt on puudu hooldekulud, mis on kogu sillavõrgu peale 750 000 EUR aastas.

Vaadates antud perioodil rahalisi jagunemisi (joonis 6.13) on näha, et enam kui kolmandik rahastusest läheb Harju maakonda ning teine kolmandik jaguneb Tartu, Pärnu ja Ida-Viru maakondade vahel.



Joonis 6.13. Rahastuse jagunemine maakonniti

Võrdluseks võib juurde tuua sildade jagunemise maakonniti (joonis 6.14).



Joonis 6.14. Sildade jagunemine maakonniti

Jooniselt on näha, et sildade arvu järgi on jagunemine üle Eesti ühtlasem, kuid tulenevalt Suuremõõtmelistest sildades linnades on rahvarohkemate maakondade rahastusvajadus suurem.

7. TEEDE JA TÄNAVATE STRATEEGILINE ANALÜÜS

7.1. Strateegilise analüüsi põhimõte

Teedevõrgu majandusanalüüsi peamine eesmärk on määrata kindlaks majanduskulud ja -tulud ühiskonnale avalduva mõju osas. Antud analüüsi teostamiseks on kasutatud tarkvara HDM-4. Tarkvara mudelite kalibreerimiseks ja põhiandmete sisestamiseks on kasutatud parimaid võimalikke olemasolevaid andmeid.

Algselt Maailmapanga poolt välja töötatud maanteede arendamise ja haldamise mudel (HDM-4) on muutunud rahvusvaheliselt laialdaselt kasutatavaks maanteede kulude ja hoolduse standardite planeerimise ja programmeerimise töövahendiks. HDM-4 on arvutimudel, mis simuleerib kasutaja määratud alternatiivsete strateegiate ja stsenaariumide jaoks füüsilisi ja majanduslikke tingimusi etteantud analüüsi perioodil, tavaliselt tee-elukaare jooksul.

Kulude ja tulude võrdlemine on keeruline tingituna nende ajavoogude erinevusest. Kusjuures kulud tekivad reeglina praegu või lähitulevikus, samal ajal, kui saadav tulu koguneb pikema aja jooksul kogu projekti kestel. Et need numbrid oleksid omavahel võrreldavad, diskonteeritakse tulevased rahavood nende praegusele väärtusele. Erinevate kulude ja tulude võrreldavate rahavoogude esitamiseks kasutatakse kõige sagedamini järgmisi meetodeid: majanduslik puhas nüüdisväärtus (ENPV), majanduslik sisemine tasuvuse määr (EIRR) ja tulu ja kulude suhe (BCR).

KOV teedevõrgule teostatud strateegilise analüüsi periood on 30 aastat ning diskontomäär on 4%.

7.2. Töömeetodite rakendamise põhimõte

Remondi- ja hoolduskulud tekivad kogu tee eluea jooksul ning need diskonteeritakse koos nende praeguse netoväärtusega koos hüvitiste vooga. Üldiselt liigitatakse töömeetodid kolme põhikategooriasse:

- Iga-aastaselt teostatavad tavapärased regulaarsed hooldustööd (hooldusremont ja teehoole);
- Perioodilised remonditööd, mille vajadus on tingitud teatud parameetritest või seisukorra muutumisest (taastusremont);
- Tõsisem töömeetod, ehk rekonstrueerimine, mida rakendatakse kui olemasolev teekonstruktsioon on amortiseerunud või see ei vasta muutunud tingimustele.

Tabelites 7.1 -7.3 on toodud erinevate töömeetodite kirjeldused ning nende rakendamise tingimused HDM-4 tarkvaras. Kattega teedel on perioodiliste remonditööde rakendamiseks määratletud 2 tingimust, et leida optimaalseim aeg. Teekatte uuendamise tingimusena on reeglina kasutusel teekatte tasasuse väärtus, ehk kui IRI ületab etteantud väärtuse, soovitatakse HDM-4 mudelis selle töö teostamist. Samas see kriteerium ei ole absoluutne väärtus, vaid seda tuleb võtta pigem kui minimaalset väärtust. Optimeerimisprotsessi käigus tehakse otsus, kas seda tööd tehakse kohe või saab seda mõne aasta võrra edasi lükata.

Tabel 7.1. Regulaarsed hooldus- ja remonditööd

Töö nimetus	Meetme tüüp	Alumine kriteerium	Ülemine kriteerium	Maksumus, ilma km-ta	Töö mõju
Aukude lappimine	Reageeriv	1.0≤IRI≤2.5 JA Löökaue ≥ 1 tk/km	1.0≤IRI≤3.5 JA Löökaue ≥ 1 tk/km	20€/m ²	Katab 95% löökaukudest
Pragude täitmine	Reageeriv	1.0≤IRI≤2.5 JA Laiad struktuuri- praod ≥ 5%	1.0≤IRI≤3.5 JA Laiad struktuuri- praod ≥ 5%	10€/m ²	Katab 95% pragudest
Servadefektid	Reageeriv	1.0≤IRI≤2.5 JA Servadefekt ≥10m ² /km	1.0≤IRI≤3.5 JA Servadefekt ≥10m ² /km	20€/m ²	Katab 95% defektidest
Suvi- ja talihoole	Plaaniline (iga-aastane)	Intervall = 1 aasta		800...3000 €/km sõltuvalt teekattest ja -tüübist	
Hööveldamine	Plaaniline (iga-aastane)	Intervall = 1 aasta		10€/km	Esialgne teekatte tasasus IRI = 2.5 mm/m
Kruusa lisamine	Reageeriv	Kruusakihi paksus ≤ 100mm JA maksimum materjali kogus ≤ 5000m ³ /km/aastas		20€/m ³	Esialgne teekatte tasasus IRI = 3.0 mm/m

Tabel 7.2. Perioodilised remonditööd

Töö nimetus	Meetme tüüp	Alumine kriteerium	Ülemine kriteerium	Maksumus, ilma km-ta	Töö mõju
Rekonstrueerimine 50-100mm AC	Reageeriv	IRI ≥ 6.5 mm/m	IRI ≥ 7.5 mm/m	100-200 €/m ² sõltuvalt tee tüübist ja liiklussagedusest	Esialgne teekatte tasasus IRI = 1.4 mm/m
Tasandusfreesimine ja ülekate	Reageeriv	2.5≤IRI≤4.5	3.5≤IRI≤5.5	100 €/m ²	Esialgne teekatte tasasus IRI = 1.4 mm/m
Ülekate AC 50mm	Reageeriv	2.5≤IRI≤4.5	3.5≤IRI≤5.5	75 €/m ²	Esialgne teekatte tasasus IRI = 1.4 mm/m
Pindamine	Reageeriv	2.5≤IRI≤6.5 JA defektiala ≥20%	3.5≤IRI≤7.5 JA defektiala ≥20%	3 €/m ² + ettevalmistustööd: aukude lappimine, pragude täitmine, serva defektide remont	Uue katte paksus = 20mm. Tööde järgne IRI tuletatud vastavalt HDM mudelile
Kruusa lisamine 150mm	Reageeriv	Kruusa paksus ≤150mm JA Intervall = 7 aastat		20€/m ³	Esialgne teekatte tasasus IRI = 2.0 mm/m

Tabel 7.3. Katteta teedele katte ehitamine

Tee tüüp	Liiklussagedus	Töömeetod	Maksumus, ilma km-ta	Töö mõju
Maantee	Kõrge ja keskmine, AKÖL >200 sõiduki/ööp	Freespurust kate pindamisega	30 €/m ² ehk 120 000 €/km	Esialgne teekatte tasasus IRI = 1.5 mm/m
Tänav	Madal ja keskmine, AKÖL >50 sõiduki/ööp	Freespurust kate pindamisega	25 €/m ² ehk 125 000 €/km	Esialgne teekatte tasasus IRI = 1.5 mm/m
Tänav	Kõrge, AKÖL >500 sõiduki/ööp	Asfaltkatte rajamine	75 €/m ² ehk 450 000 €/km	Esialgne teekatte tasasus IRI = 1.5 mm/m

7.3. Töömeetodite rakendamise strateegiad

Kasutades määratletud töömeetodeid on koostatud töömeetodite rakendamise strateegiad/maatriksid. Arvestama peab sellega, et iga strateegia sisaldab mitut erinevat tüüpi tööd, alates rasketest töömeetoditest kuni rutiinsete kergete hooldustöödeni, mida rakendatakse KOV teedevõrgu osavõrgule analüüsiperioodi jooksul lähtudes teekatte seisukorrast, liiklussagedusest ja teetüübist. Tabelis 7.4 on toodud strateegiad kattega teedevõrgule ja tabelis 7.5 katteta teedevõrgule.

Tabel 7.4. Töömeetodite rakendamise strateegia kattega teedevõrgule

Liiklus-sagedus	Teekatte seisukord	Töömeetod/standard	
		Maantee tüüpi tee	Tänavatüüpi tee
T1, AKÖL <50	C1, IRI <1.5	Ainult hooldusremont	Ainult hooldusremont
	C2, IRI 1.5-2.5	Ainult hooldusremont	Ainult hooldusremont
	C3, IRI 2.5-4.5	Pindamine	Ülekate AC 50mm
	C4, IRI 4.5-6.5	Pindamine	Ülekate AC 50mm
	C5, IRI >6.5	Killustikalus ja asfaltkate	Rekonstrueerimine AC 50mm
T2, AKÖL 50-199	C1, IRI <1.5	Ainult hooldusremont	Ainult hooldusremont
	C2, IRI 1.5-2.5	Ainult hooldusremont	Ainult hooldusremont
	C3, IRI 2.5-4.5	Pindamine	Ülekate AC 50mm
	C4, IRI 4.5-6.5	Pindamine	Ülekate AC 50mm
	C5, IRI >6.5	Killustikalus ja asfaltkate AC 50mm	Rekonstrueerimine AC 50mm
T3, AKÖL 200-499	C1, IRI <1.5	Ainult hooldusremont	Ainult hooldusremont
	C2, IRI 1.5-2.5	Ainult hooldusremont	Ainult hooldusremont
	C3, IRI 2.5-4.5	Pindamine	Ülekate AC 50mm
	C4, IRI 4.5-6.5	Pindamine	Ülekate AC 50mm
	C5, IRI >6.5	Killustikalus ja asfaltkate AC 50mm	Rekonstrueerimine AC 50mm
T4, AKÖL 500-999	C1, IRI <1.5	Ainult hooldusremont	Ainult hooldusremont
	C2, IRI 1.5-2.5	Ainult hooldusremont	Ainult hooldusremont
	C3, IRI 2.5-4.5	Ülekate AC 50mm	Tasandusfreesimine/ülekate AC 50mm
	C4, IRI 4.5-6.5	Ülekate AC 50mm	Tasandusfreesimine/ülekate AC 50mm
	C5, IRI >6.5	Rek., AC 50mm, aluse stabiliseerimine	Rek, alumiste kihtide asendus+drenaaž
T5, AKÖL 1000-1999	C1, IRI <1.5	Ainult hooldusremont	Ainult hooldusremont
	C2, IRI 1.5-2.5	Ainult hooldusremont	Ainult hooldusremont
	C3, IRI 2.5-4.5	Ülekate AC 50mm	Tasandusfreesimine/ülekate AC 50mm
	C4, IRI 4.5-6.5	Ülekate AC 50mm	Tasandusfreesimine/ülekate AC 50mm
	C5, IRI >6.5	Rek., AC 50mm, aluse stabiliseerimine	Rek, alumiste kihtide asendus+drenaaž
T6, AKÖL 2000-3999	C1, IRI <1.5	Ainult hooldusremont	Ainult hooldusremont
	C2, IRI 1.5-2.5	Ainult hooldusremont	Ainult hooldusremont
	C3, IRI 2.5-4.5	Ülekate AC 50mm	Tasandusfreesimine/ülekate AC 50mm
	C4, IRI 4.5-6.5	Rek., AC 50mm, aluse stabiliseerimine	Rek, alumiste kihtide asendus+drenaaž
	C5, IRI >6.5	Rek., AC 50mm, aluse stabiliseerimine	Rek, alumiste kihtide asendus+drenaaž
T7, AKÖL 4000-5999	C1, IRI <1.5	Ainult hooldusremont	Ainult hooldusremont
	C2, IRI 1.5-2.5	Ainult hooldusremont	Ainult hooldusremont
	C3, IRI 2.5-4.5	Ülekate AC 50mm	Tasandusfreesimine/ülekate AC 50mm
	C4, IRI 4.5-6.5	Rek., AC 50mm, aluse stabiliseerimine	Rek, alumiste kihtide asendus+drenaaž
	C5, IRI >6.5	Rek., AC 50mm, aluse stabiliseerimine	Rek, alumiste kihtide asendus+drenaaž
T8, AKÖL >6000	C1, IRI <1.5	Ainult hooldusremont	Ainult hooldusremont
	C2, IRI 1.5-2.5	Ainult hooldusremont	Ainult hooldusremont
	C3, IRI 2.5-4.5	Ülekate AC 50mm	Tasandusfreesimine/ülekate AC 50mm
	C4, IRI 4.5-6.5	Rek., AC 100mm, aluse stabiliseerimine	Rek, alumiste kihtide asendus+drenaaž
	C5, IRI >6.5	Rek., AC 100mm, aluse stabiliseerimine	Rek, alumiste kihtide asendus+drenaaž

Tabel 7.5. Töömeetodite rakendamise strateegia katteta teedevõrgule

Liiklus- sagedus	Teekatte seisukord	Töömeetod/standard	
		Maantee tüüpi tee	Tänavatüüpi tee
T1, AKÖL <50	C1, IRI <1.5	Profileerimine, kruusa lisamine, pehmete kohtade asendamine + muu teehoole	Hööveldamine + muu teehoole
	C2, IRI 1.5-2.5		
	C3, IRI 2.5-4.5		
	C4, IRI 4.5-6.5		
	C5, IRI >6.5		
T2, AKÖL 50-199	C1, IRI <1.5	Profileerimine, kruusa lisamine, pehmete kohtade asendamine + muu teehoole	Hööveldamine + muu teehoole
	C2, IRI 1.5-2.5		
	C3, IRI 2.5-4.5		
	C4, IRI 4.5-6.5		
	C5, IRI >6.5		
T3, AKÖL 200-499	C1, IRI <1.5	Tolmuvaba katte rajamine	Freespurust kate pindamisega
	C2, IRI 1.5-2.5		
	C3, IRI 2.5-4.5		
	C4, IRI 4.5-6.5		
	C5, IRI >6.5		
T4, AKÖL 500-999	C1, IRI <1.5	Tolmuvaba katte rajamine	Asfaltkatte rajamine
	C2, IRI 1.5-2.5		
	C3, IRI 2.5-4.5		
	C4, IRI 4.5-6.5		
	C5, IRI >6.5		
T5, AKÖL 1000-1999	C1, IRI <1.5	Tolmuvaba katte rajamine	Asfaltkatte rajamine
	C2, IRI 1.5-2.5		
	C3, IRI 2.5-4.5		
	C4, IRI 4.5-6.5		
	C5, IRI >6.5		
T6, AKÖL 2000-3999	C1, IRI <1.5	Tolmuvaba katte rajamine	Asfaltkatte rajamine
	C2, IRI 1.5-2.5		
	C3, IRI 2.5-4.5		
	C4, IRI 4.5-6.5		
	C5, IRI >6.5		
T7, AKÖL 4000-5999	C1, IRI <1.5	Tolmuvaba katte rajamine	Asfaltkatte rajamine
	C2, IRI 1.5-2.5		
	C3, IRI 2.5-4.5		
	C4, IRI 4.5-6.5		
	C5, IRI >6.5		
T8, AKÖL >6000	C1, IRI <1.5	Tolmuvaba katte rajamine	Asfaltkatte rajamine
	C2, IRI 1.5-2.5		
	C3, IRI 2.5-4.5		
	C4, IRI 4.5-6.5		
	C5, IRI >6.5		

7.4. Analüüsitud strateegiad

7.4.1. Olemasolev eelarve

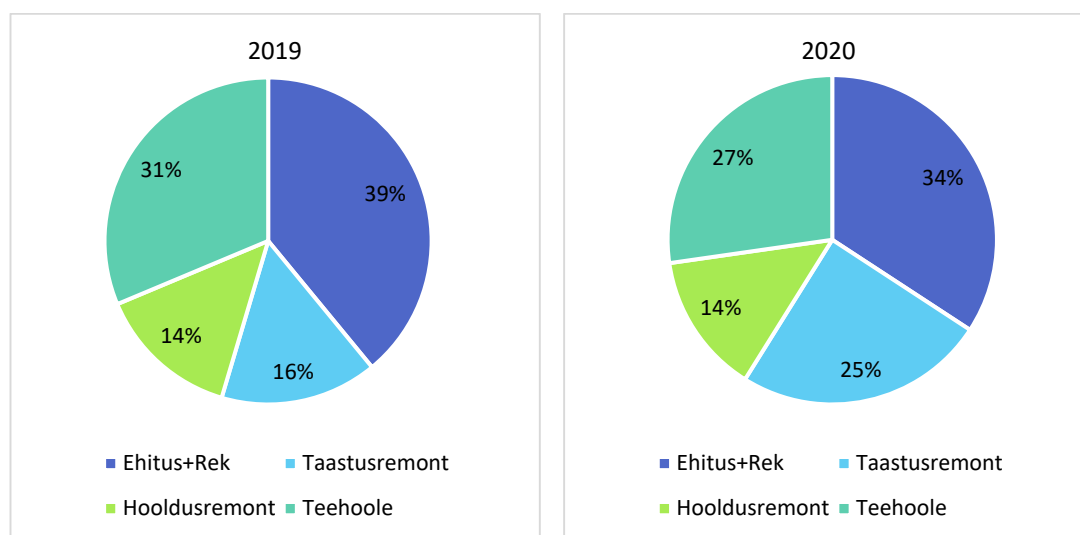
KOV teedevõrgu olemasoleva eelarve mahu teada saamiseks teostati projekti raames küsitlus, kus kõikidelt KOV-delt paluti tagasisidet vastava vormi alusel aastatel 2019 ja 2020 teede ja sildade erinevateks hooldus- ja remonditöödeks kulunud finantsvahendite kohta. Eraldi paluti välja tuua erakorralised riigiabi summad.

Küsitlusele laekus vastuseid 36-st kohalikust omavalitsusest 79-st, vastajate protsent 45,5%. Kui arvestada teedevõrgu pikkust, siis laekus vastuseid 51,7% ja teekatte pindalast lähtudes oli vastajaid 52,5%. Kokkuvõttes saab järeldada, et laekunud vastustega oli kaetud ca 50% KOV teedevõrgust. Tabelis 7.6 on toodud küsitlusele vastajate poolt esitatud andmete kokkuvõte.

Tabel 7.6. Küsitlusele vastanud KOV-ide teede ja sildade eelarve jagunemine 2019 ja 2020 aastal

Aasta	Eelarve kokku, M€	KOV oma osa, M€	Regulaarne riigiabi, M€	Erakorraline riigiabi, M€
2019	102,5	82,9	16,1	3,5
2020	113,5	71,3	17,0	25,2

Küsitluses oli palutud eraldi välja tuua eelarve vahendite kulutamine erinevatele töömeetoditele. Eeldada võib, et esineb mingil määral eriarvamusi ja erinevaid tõlgendusi teede ja sildade hooldus- ning remonditööde nimetustes ja määratlustes, kuid vastuste alusel tuli välja siiski üsna loogiline jaotus, mis on esitatud joonisel 7.1.



Joonis 7.1. Teede ja sildade eelarve jagunemine erinevate töömeetodite vahel

Tabelis 7.7 on toodud laekunud vastuste põhjal arvatud olulisemad eelarve kulutusi kirjeldavad suhtarvud. Kogu KOV teedevõrgu eelarve mahu määratlemiseks on lähtunud laekunud vastustes toodud eelarve mahtudest, teekatte pindalast ning nende alusel arvatud ühikmaksumustest. Arvestamata on jäetud riigi poolt makstud erakorralise riigiabi summad.

Saadud kogusummast on maha arvatud eeldatav aastane sildade hooldus- ja remonditöödeks kuluv summa.

Tabel 7.7. Küsitlusele vastanud KOV-ide teede ja sildade eelarve suhtarvud 2019 ja 2020 aastal

Aasta	Vastanud KOV-ide		Eelarve kokku, euro/km	Eelarve kokku, euro/m ²	Eelarve kokku ilma erakorralise riigiabi, euro/m ²
	teedevõrgu pikkus, km	teekatte pindala, m ²			
2019	10 916,2	57 194 412	7 085	1,79	1,73
2020			7 840	1,98	1,54

Lähtudes eelpool toodud arvutuse põhimõtetest on antud strateegilises analüüsis praeguse olemasoleva teede ja tänavate remondi- ning hooldustööde eelarve mahuks kogu KOV teedevõrgule (ilma sildadeta) arvestatud 170 miljonit eurot aastas, sisaldades kõiki erineva raskusastmega hooldus-, remondi-, rekonstrueerimis- ning ehitustöid

7.4.2. Eelarvestrateegiad

Analüüsitud on viit erinevat eelarvestsenaariumit. Stsenaarium 1 (SCE-1) on praegune olemasolev eelarve, mille maht on 170 miljonit eurot aastas. Stsenaariumit 2 (SCE-2), mille maht on 211,5 miljonit eurot aastas, võib nimetada olemasoleva seisukorra hoidmine. Stsenaariumid 3 ja 4 (SCE-3 ja SCE-4) on niinimetatud vahepealsed variandid, kus finantseerimist on järk-järgult suurendatud kuni stsenaariumini 5 (SCE-5). Stsenaarium 5 on ilma eelarveliste piiranguteta (*unlimited budget*) ja selle stsenaariumi puhul teostatakse KOV teedevõrgul kõik vajalikud hooldus-, remondi- ja ehitustööd, mis on **majanduslikult tasuvad** (NPV/CAP suhe positiivne).

Tabelis 7.8 on toodud eelarve stsenaariumite teehaldajate kulude jaotuste võrdlus koos vastava stsenaariumi teekasutaja kogukuludega. Summeerides vastava stsenaariumi teehaldaja ja teekasutaja kulud saame teada ühiskonna kogukulud. Toodud võrdlusest on näha, et ilma eelarveliste piiranguteta stsenaarium (SCE-5) on ka nn optimaalne olukord, kus on vastavalt mudeli arvutustele ühiskonna kogukulud teedevõrgule ja seda kasutavale sõidukipargile kõige madalamad (vt ka joonis 1.1).

Hooldusremont ja teehoole on pidev tegevus, mida on vaja teha igal aastal ja HDM-4 mudelis seda vältida ei saa. Sellest ülejään osa kasutatakse teedevõrgul erinevate remondi- ja rekonstrueerimistööde tegemiseks. Erinevate stsenaariumide korral need numbrid varieeruvad mingil määral sõltudes, kui palju eelarvepiirangute tõttu remondi- ja rekonstrueerimistööd teha saab. Põhimõte on, et mida rohkem saab teha tõsisemaid töömeetodeid, seda väiksem on hooldetööde vajadus.

Olemasoleva eelarvemahu (170 miljonit eurot aastas) juures kasutatakse järgmise 30 aasta jooksul diskonteerituna nüüdisväärtusele KOV teedevõrgule erinevateks remondi ja hooldustööde teostamiseks kokku orienteeruvalt 5,1 miljardit eurot. Sellest ligi pool (46%) kulub hoodsremondile ja teehoolele ning ülejään eest saab teostada tõsisemaid teedevõrgu remondi- ja arendustöid.

KOV teedevõrgu optimaalne eelarvemaht järgmiseks 30 aastaks on HDM-4 mudeli arvutuste põhjal kokku 9,423 miljardit eurot (aastane eelarvemaht 314,1 miljonit eurot). Sellest orienteeruvalt neljandik (24%) läheb hooldusremondiks ja teehooldeks ning ülejäänud 76% remondi- ja rekonstrueerimistöödeks. Optimaalne (piiramatu) eelarve ületab olemasolevat eelarvemahtu peaaegu 2 korda (1,85). Tabelis 7.8 on toodud analüüsitud eelarvete erinevad stsenaariumid.

Tabel 7.8. Erinevad analüüsitud eelarvete stsenaariumid ja nende mõju KOV teedevõrgule 2022-2051

Eelarve stsenaarium	Hooldusremont ja teehoole, M€	Remondi- ja rekonstrueerimistööd, M€	Aastane eelarve kokku, M€	Kogu 30 aasta eelarve, M€		Teekasutaja kulud, M€	Ühiskonna kulud kokku, M€
				Käibemaksuga	Käibemaksuta		
SCE-1 Olemasolev eelarve	2 326.3	2 778.7	170.2	5 104.9	4 453.5	254 503.0	258 956.5
SCE-2 Olemasoleva seisukorra säilitamine	2 343.7	3 999.8	211.5	6 343.5	5 414.4	251 065.5	256 479.9
SCE-3 Vahepealne 1	2 373.9	4 852.9	240.9	7 226.9	5 979.4	249 286.9	255 266.3
SCE-4 Vahepealne 2	2 353.6	5 976.9	277.7	8 330.5	6 980.3	246 466.5	253 446.8
SCE-5 Optimaalne	2 298.6	7 124.2	314.1	9 422.8	7 973.0	244 029.9	252 002.9

7.4.3. Eelarvestrateegiate mõju teedevõrgu seisukorrale

Erinevad analüüsitud eelarvete stsenaariumid mõjutavad analüüsiperioodil teede ja tänavate seisukorra arengut erinevalt. Tabelis 7.9 ja joonisel 7.1 on toodud erinevate eelarvestsenaariumite mõju teede ja tänavate teekatete seisukorrale (teekatte tasasusele).

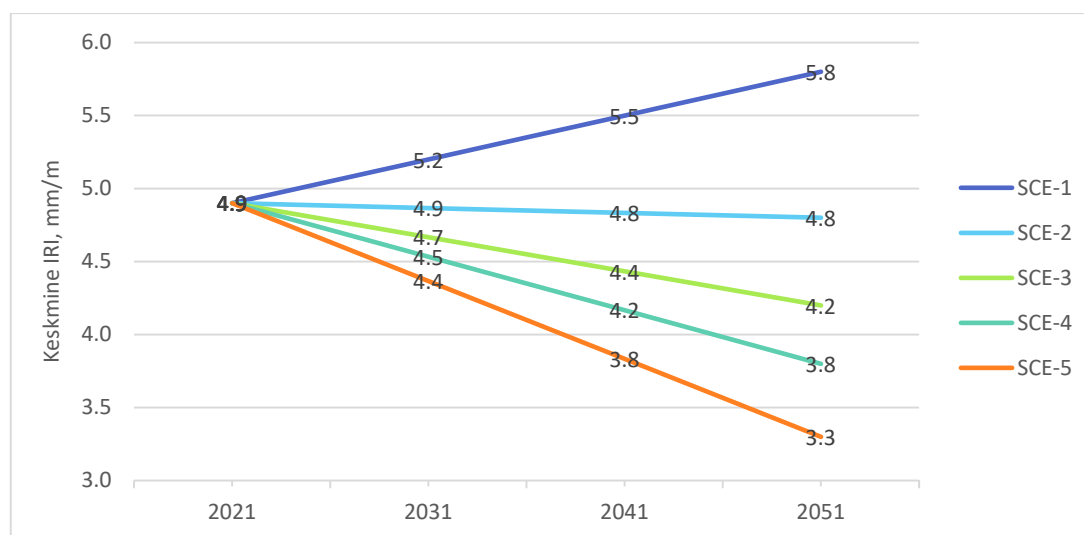
Analüüsi tulemused näitavad, et kui teede ja tänavate hooldus- ja remonditööde eelarve jääb samaks kui praegu, siis teede ja tänavate seisukord halveneb oluliselt. Kattega teede keskmine teekatte tasasuse väärtus kasvab väärtuseni 5,8 mm/m, mida võib pidada teekasutaja seisukohast halvaks (joonis 7.2). Optimaalse (SCE-5) eelarvemahu puhul teede ja tänavate seisukord paraneb ja keskmine teekatte tasasuse väärtus jõuab analüüsi perioodi lõpuks väärtuseni 3,3 mm/m, mida võib pidada „rahuldav+“ tasemeks. HDM-4 mudel ei paku, et kogu KOV teedevõrgu keskmine seisukord peaks sellest veelgi parem olema, kuna keskmise ja suhteliselt väikese liiklussagedusega teede osakaal KOV teedevõrgust on piisavalt suur.

Katteta teede ja tänavate puhul ei pruugi IRI-arv olla nende seisukorra kirjeldamiseks parim näitaja, kuid IRI-arvu trend näitab siiski seisukorra paranemist, samal ajal kui eelarve maht suureneb, kuna perioodiliseks katteta teede hoolduseks ja remondiks on kasutada rohkem

vahendeid. Samas on perioodilised tööd enamasti regulaarsed, mistõttu teede ja tänavate seisukord 2051. aastal ei pruugi olla alati parim hetk nende seisukorra väljendamiseks. Seetõttu võiks konsultantide hinnangul anda parema ülevaate eelarvestsenaariumide mõju analüüsimiseks katteta teede ja tänavate seisukorra muutumisele analüüsiperioodi keskmine teekatte tasasuse väärtus.

Tabel 7.9. Erinevate stsenaariumite mõju teede ja tänavate teekatte seisukorrale

Tee tüüp	Parameeter	Seisukord 2021	SCE-1	SCE-2	SCE-3	SCE-4	SCE-5
Kattega ³³ teed	Keskmine IRI ³⁴ , mm/m	4,9	5,8	4,8	4,2	3,8	3,3
	Seisukorra klass	Halb	Halb	Halb	Rahuldav-	Rahuldav	Rahuldav+
Katteta teed	Keskmine IRI ³⁵ , mm/m	6,5	7,3	6,7	6,3	6,3	6,3
	Seisukorra klass	Halb	Väga halb	Väga halb	Halb	Halb	Halb



Joonis 7.2. Erinevate eelarve stsenaariumite mõju kattega KOV teedevõrgu seisukorrale

7.4.4. Optimaalne eelarve

HDM-4 tarkvara analüüsitudel kohaselt jaguneb järgmise 30 aasta jooksul optimaalse stsenaariumi eelarve (314,1 miljonit eurot aastas) erinevatele tee tüüpide ja katte tüüpide vahel nii nagu on näidatud allpool toodud tabelites. Siinkohal tuleb märkida, et 9 172 km

³³ 9 376 km katteta teid (liiklussageduse klassides T4-T7) uuendatakse analüüsiperioodil kattega teedeks ja need loetakse IRI-arvu arvutamisel analüüsi algusest peale kattega teedeks

³⁴ Keskmine IRI-arv analüüsiperioodi lõpus, aastal 2051

³⁵ Keskmine IRI-arv analüüsiperioodil

katteta maanteid ja 204 km katteta tänavaid uuendatakse kattega teedeks ja seetõttu on neid arvestatud allolevate tabelite eelarvejaotises kattega teedeks.

Optimaalse eelarve (SCE-5) korral HDM-4 mudeliga arvatud eelarvehendite jaotus erinevate hooldus- ja remonditööde tüüpide järgi erinevatele tee tüüpidele on toodud tabelites 7.10 ja 7.11. Võrdlusena on tabelis 7.10 toodud jaotus stsenaariumi SCE-1 puhul, ehk olemasolev eelarve. Aruande lisa 3 on toodud HDM-4 tarkvara väljavõtte optimaalse (*Work Programme Unconstrained by Year*) eelarve stsenaariumi järgsest remonditööde nimekirjast.

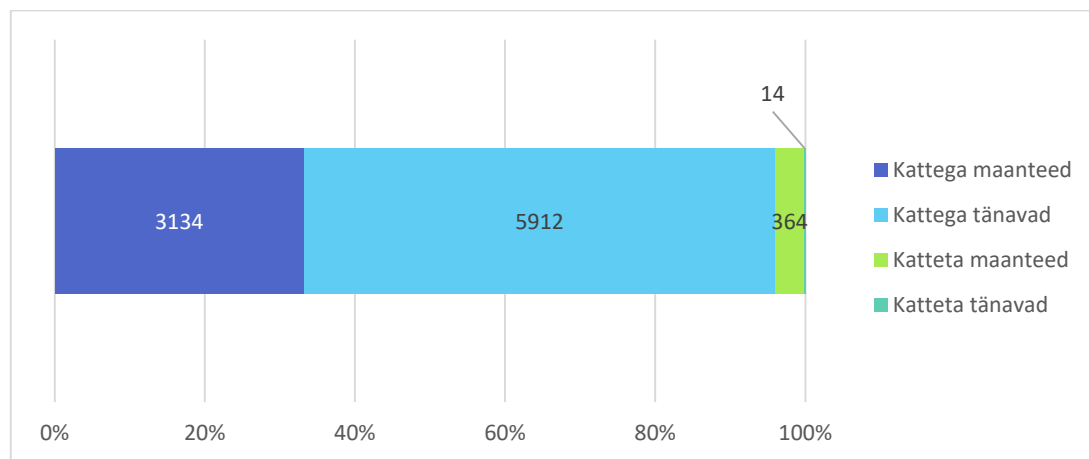
Tabel 7.10. Olemasoleva (SCE-1) ja optimaalse (SCE-5) eelarve jaotus hooldus- ja remonditööde vahel

Hooldus- ja remonditöö	Olemasolev eelarve SCE-1			Optimaalne eelarve SCE-5		
	30 aasta eelarve, M€	Aastane eelarve, M€	Osakaal	30 aasta eelarve, M€	Aastane eelarve, M€	Osakaal
Tolmuvaba katte ehitamine	203.2	6.8	4%	1 392.0	46.4	15%
Kattega teede remont ja rekonstrueerimine	2 372.3	79.1	46%	5 652.5	188.4	60%
Katteta teede remont ja rekonstrueerimine	203.1	6.8	4%	79.7	2.7	1%
Hooldusremont ja teehoole	2 326.3	77.5	46%	2 298.6	76.6	24%
Kokku	5 104.9	170.2	100%	9 422.8	314.1	100%

Tabel 7.11. Optimaalse (SCE-5) eelarve jaotus erinevate hooldus- ja remonditööde vahel

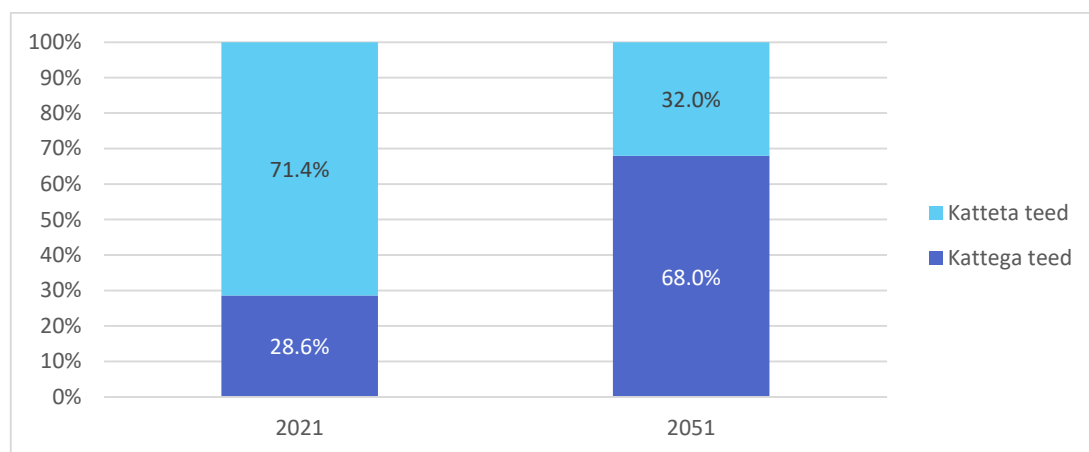
Töömeetod	Kattega	Katteta	Kattega		Katteta	
			Maantee	Tänav	Maantee	Tänav
Rekonstrueerimis- ja remonditööd, M€	7 043.5	79.7	2 135.0	4 908.5	77.7	2.0
Hooldusremont ja teehoole, M€	2 001.6	298.0	999.0	1 002.6	286.0	12.0
Kokku eelarve maht analüüsi perioodil, M€	9 045.1	377.7	3 134.0	5 911.1	363.7	14.0
Aastane eelarve maht, M€	301.5	12.6	104.5	197.0	12.1	0.5
Teedevõrgu pikkus, km	9 605 enne uuendamist	18 328 enne uuendamist	2 626 enne uuendamist	6 979 enne uuendamist	17 785 enne uuendamist	543 enne uuendamist
	18 978 pärast uuendamist	8 955 pärast uuendamist	11 798 pärast uuendamist	7 182 pärast uuendamist	8 613 pärast uuendamist	340 pärast uuendamist
Keskmine AKÖL, sõidukit/ööp	4 500	340	1 435	5 640	325	780

Strateegilise analüüsi optimaalse eelarve stsenaarium näeb ette tolmutava katte ehitamist KOV teedevõrgul mahus kokku 9 376 km. Sellest 9 172 km on maantee tüüpi ja 204 km tänav tüüpi teid. HDM-4 strateegilise analüüs näitab, et maantee tüüpi (R1) teele tolmutava katte ehitamine on majanduslikult tasuv alates liiklussageduse klassist T3 (AKÖL >200 sõidukit/ööp). Tänav tüüpi (R2) teede puhul on see piir veidi kõrgem, kuna tolmutava katte ehitamise ühikhind nendele teedele on veidi kõrgem ja see töömeetod rakendub liiklussageduse klassis T4 (AKÖL >500 sõidukit/ööp). Tänav tüüpi teede puhul on alates liiklussageduse klassist T5 (AKÖL >1000 sõidukit/ööp) mõistlik tolmutava katte ehitamisel kasutada töömeetodit uue asfaltbetoonist katte ehitus.



Joonis 7.3. Optimaalse eelarve kulutuste jagunemine KOV teedevõrgule 2022-2051, MEUR

Joonisel 7.4 on näidatud kattega ja katteta KOV teedevõrgu teede osakaalu muutus praegu (2021 aastal) vs analüüsi perioodi lõpus (2051 aastal).



Joonis 7.4. Kattega/katteta teedevõrgu osakaalude jaotus enne ja pärast optimaalse eelarve stsenaariumi rakendamist

7.4.5. Mahajäämus (Back-log)

Mahajäämus, ehk remondivõlg näitab seda, kui palju erineb hetke olukord (eelarvelised vahendid ja teede ning tänavate seisukord) optimaalsest olukorrast. Vastavalt teostatud

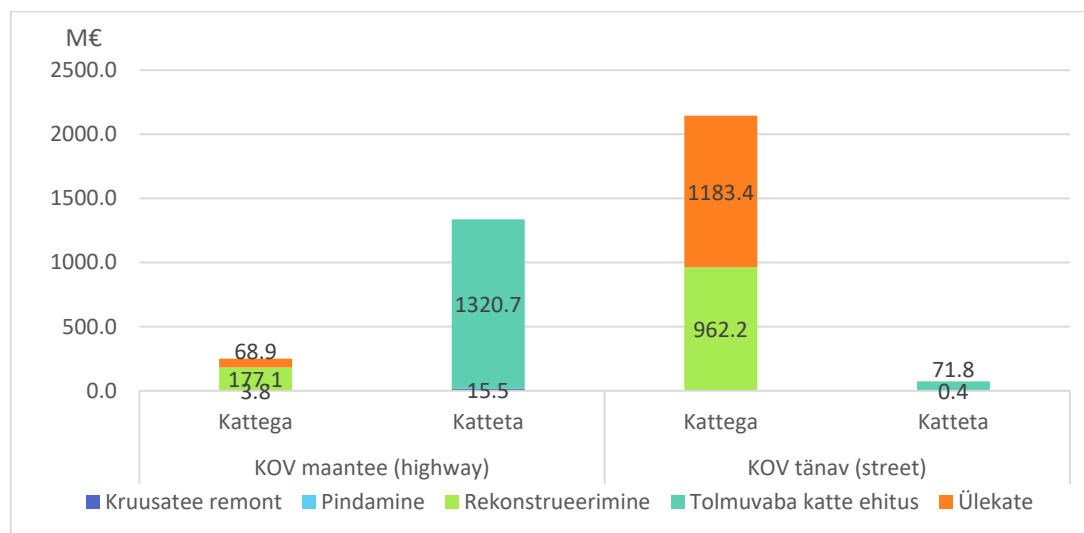
analüüsile on optimaalne eelarvemaht kogu 30 aastast analüüsi perioodi arvestades 314,1 miljonit eurot aastas. Praegune olemasolev eelarve maht on orienteeruvalt 170,2 miljonit eurot aastas. Seega on finantseerimise mahajäämus antud hetkel suurusjärgus 143,9 miljonit eurot aastas.

Teine võimalus mahajäämuse hindamiseks on võrrelda piiramatu eelarve stsenaariumi esimese aasta (2022) remondivajaduse maksumust olemasoleva eelarve suurusega. Samas peab arvestama, et praeguses analüüsis muudetakse väga suur hulk teid ja tänavaid tolmuwabaks. Seega kirjeldab mahajäämus pigem vajadust teedevõrgu uuendamise järgi, mitte niivõrd olemasoleva olukorra säilitamiseks. Erinev strateegiline otsus (poliitiline otsus) muudab antud analüüsi tulemust ilmselt oluliselt.

Tabel 7.12. Mahajäämuse arvutus

Variant	Olemasolev eelarve (2020), M€	Esimese aasta (2022) rekonstrueerimis- ja remonditööde programmi maksumus, M€	Erinevus/Mahajäämus, M€
Variant 1	170.2	314.1	143.9
Variant 2	170.2	3 803.8	3 633.6

Joonisel 7.5 on näidatud esimese aasta (2022) rekonstrueerimis- ja remonditööde programmi järgsete töömahtude (üldistatud nimetused) jagunemine erinevate tee tüüpide ning katte tüüpidega teede ja tänavate vahel. Esimese aasta erinevate töödega on KOV teedevõrgust kokku kaetud ca 13,4 tuhat kilomeetrit, ehk praktiliselt pool kogu analüüsitud teedevõrgust. Tänav tüüpi teede remondivajadus on suurem kui maantee tüüpi teedel, tingituna eelkõige sellest, et tänavate liikluskoormus on suurem kui maantee tüüpi teedel.



Joonis 7.5. Esimese aasta (2022) rekonstrueerimis- ja remonditööde programmi jagunemine erinevate tee tüüpide ning kattega/katteta teedevõrgu vahel

8. KOKKUVÕTE JA ETTEPANEKUD

Kokkuvõtte teede ja tänavate osas:

- Kohalike teede ja tänavate täpne maht on hoolimata teostatud inventeerimisest tegelikult teadmata. Analüüsi algandmetena töövõtjale esitatud erinevates andmetabelites on teede pikkused erinevad. Eeldatavalt on KOV teedevõrgu pikkus ca 27 000 km;
- KOV teedevõrgu koondseisukord on teostatud mõõtmistulemuste alusel teekasutaja seisukohast lähtudes halb. Mõnevõra parem on seisukord kattega teedel (koondhinne rahuldav) ja selgelt kehvem katteta teedel (koondhinne halb);
- KOV teedevõrgu remondivõla, ehk mahajäämuse (*back-log*) arvutus näitas, et rekonstrueerimis- ja remonditööde kohene vajadus 2022 aastal on 3,6 miljardit eurot;
- KOV teedevõrgu olemasoleva seisukorra tagamiseks tuleb iga-aastast eelarvemahtu kasvatada (järgmise 30 aasta jooksul) senisest 170,0 miljonist eurost 211,5 miljoni euroni;
- KOV teedevõrgu seisukorra parendamiseks optimaalse seisukorrani tuleks olemasolevat iga-aastast teede ja tänavate hooldus- ja remonditööde eelarvet kasvatada summani 314,1 miljonit eurot;
- Üle 9000 km KOV teedevõrgu teid ja tänavaid vajab tolmuvaba katet.

Kokkuvõtte sildade osas:

- Kohalikel teedel on kokku 819 rajatist, millest enamik on ehitatud betoonist ning ava pikkusega alla 15 meetri;
- Kohalike teede sildade hetke seisukorda võib hinnata keskmise hindega 2,5, mis on hea ja rahuldava piiripealne väärtus;
- Sildade remondivõlg aastal 2022 on 147 miljonit eurot;
- Välja pakutud rahastusstsenaariumitest osutus kõige mõistlikumaks parandada sildade seisukorda kindla rahatusega kuni 11 miljonit eurot aastas, millele lisanduvad hooldekulud 0.75 miljonit eurot aastas.

Tabel 8.1. Kokkuvõtte KOV teedevõrgu strateegilise analüüsi tulemustest

Komponent	Maksumus, M€
Optimaalne aastane eelarve, sh	325.9
teed ja tänavad	314.1
sillad	11.8
Remondivõlg, ehk mahajäämus 2022 aastal, sh	3 780.6
kattega maanteed	238.6
kattega tänavad	2 049.6
katteta maanteed	1 336.3
katteta tänavad	68.9
sillad	147.0

Soovitused edasiseks:

- Süstemaatilise, kindla intervalliga teedevõrgu põhiandmete, nende seisukorra, liiklussageduse ja muude andmete kogumisega tuleb jätkata. See on pidev tegevus, kuna teedevõrk on tingituna erinevatest hooldus-, remondi- ja arendustegevustest pidevas muutumises;
- Antud töö raames on esimest korda Eestis modelleeritud KOV teedevõrgule liiklussageduse andmed. See on suur samm edasi ja selle tööga peab kindlasti järgnevatel aastatel jätkama, et seni tehtud töö raisku ei läheks. Modelleerimine põhines suures osas erinevatel olemasolevatel taustaandmetel ja vähesel määral tegelikel liiklusloenduse andmetel. Samas tõi modelleerimise protsess selgelt välja, et sarnaselt riigiteedele vajab ka KOV teedevõrk tegelikke andmeid liiklussageduste kohta. KOV teedevõrgule tuleb koostada iga-aastane liiklusloenduskava, mis tagaks, et igas KOV-is tehakse igal aastal vajalikud mahus reaalsed liiklusloendused;
- KOV-id peavad oma teedevõrgu haldamiseks hakkama kasutama RAMS süsteeme, et tagada olemasolevate piiratud finantsvahendite optimaalne ja majanduslikult mõistlik kasutamine. Senine kogemus näiteks KOV-ide teehoiukavade koostamise osas on näidanud, et selles protsessis on väga suur arenguruum;
- Antud analüüs oli strateegiline ja käsitles kogu KOV teedevõrku ühe tervikuna, eraldamata erinevaid KOV-e või muid piirkondi. Järgmine loogiline samm siit edasi oleks sarnase analüüsi teostamine piirkonniti/KOV tasemel, et saada täpsem ülevaade piirkondlikest ja/või erinevate KOV-ide vajadustest;
- KOV-ide tasemel tuleb teehoiukavade koostamine siduda programmianalüüsiga, ehk siis teede ja tänavate remondi- ja rekonstrueerimisobjektide valik peab põhinema tegelikul, realselt mõõdetud andmetel. Seda nii teede ja tänavate seisukorra kui ka liikluse andmete osas;
- Sarnaste uuringute kvaliteedi tagamiseks on oluline, et erinevad alusuuringud on olemas ja et neid ka pidevalt uuendatakse. Teedealaste majandusanalüüsialuseks olevate esindussõidukite andmed on käesolevaks hetkeks paraku vananenud. Vastav alusuuring (2003. aastal Maanteeameti tellimisel TTÜ Teedeinstituudi poolt koostatud uurimistö³⁶) vajab uuendamist.

³⁶ "HDM-4 evitamiseks vajalike liikluskulude arvutamise lähteandmete panga koostamine. Lõpparuanne", Tallinna Tehnikaülikooli Teedeinstituut, Tallinn 2003

LISA 1. TÖÖ KIRJELDUS (LÜHENDATUD)

1. Analüüsi taust

Maanteeamet koostöös kohalike omavalitsustega ning Vabariigi Valitsuse omandireformi reservfondi vahendite kaasamisel käivitas kohalike teede inventeerimise, mille käigus täpsustati kohalike tervikteede asukohad kaardil, täpsustati omand, täpsustati ja lisati mitmed olulised teid iseloomustavad andmed ning anti hinnang kohalike tervikteede seisukorra kohta.

Projekt „Kohalike tervikteede inventeerimine“ on sisuliselt lõppjärgus ehk kohalike omavalitsuste poolt andmete teeregistrile esitamise faasis. Inventeerimise tervikteede mahuks oli 26 605 km, millest hetkel on 24060 km kohalikud teed. Tekkinud on vajadus teostada kompleksne kohalike teede rahavajaduse analüüs, mille eesmärgiks oleks tekitada arusaam kohalike teede teehoiu hetke tasemest, optimaalsest tasemest ja mahajäämusest.

Analüüsi näol oleks tegemist olulise sisendiga Transpordi Arengukava 2021+ koostamisel ja teehoiu rahastamise poliitika kujundamisel ning senisest efektiivsema teehoiu planeerimisel, sh kohalikul tasandil. Muuhulgas tekiks alus, kui palju vahendeid on otstarbekas suunata kohalike teede hoiuks, millised on pikaajalised mõõdikud-eesmärgid kvaliteetsete avalikult kasutatavate teede tagamisel ning kuidas kõige efektiivsemalt ära kasutada teehoiu vahendeid.

2. Analüüsi eesmärk, analüüsiülesanded ja meetodika

Analüüsi eesmärk on inventeerimise jätkutegevusena analüüsida kohalike teede teehoiuks vajaminevate vahendite suurust ehk teede hooldamiseks kui ka investeeringuteks vajalikke kulutusi. Vastavat hinnangut on võimalik saada analüüsides kohalike tervikteede inventeerimise käigus saadud andmeid ning kogudes vajadusel muid lisaandmeid.

2.1. **Esimeses etapis** on analüüsi tarbeks vajalik leida lisaks kohalike tervikteede inventeerimise andmetele järgmised täiendavad andmed, mida kogutakse ja analüüsitakse töö käigus:

2.1.1 Hindamaks rahastamise vajadust on vajalik leida kõikide teelõikude liiklussagedused, mis võimaldaks teid selle järgi liigitada ning määrata vajalikud teehoiumeetmed koos maksumustega. Andmed hetkel puuduvad ja andmete saamiseks on vaja teostada liikluse analüüs kõigil kohalikel tervikteedel. Analüüsi aluseks on olemasolevad riigiteede liiklussagedused, rahvastiku paiknemine, liikuvuse analüüsid, mobiilpositsioneerimine ning vajadusel ka mõningane loendus teedel. Tegemist on sisuliselt GIS analüüsiga.

2.1.2 Teiseks on vajalik analüüsida, milliseid töid ja millal on otstarbekas eri liiki teedel teostada ja millised on teetöödega kaasnevad kulud.

Töö esimeses etapis peavad olema käsitletud järgnevad teemad:

- kasutatava meetodika üldine kirjeldus koos olemasolevate algandmete kirjeldamisega;

- kohalike tervikteede lõikude liiklussagedused koos liikluse jaotusega kolmeks grupiks (sõiduautod ja pakiautod, bussid ja veoautod ning autorongid) vastavalt kohalike tervikteede inventeerimise raames välja töötatud tööle „Liiklussageduste hindamise metoodika“;
- teetööde liigitus eri kategooriaga teedel ning nende hinnad, mille osas on kasutatavad osaliselt riigiteede remondi ja ehitushinnad, kuid osaliselt tuleb pakkujal need saada kohalikelt omavalitsustelt.

2.2. **Teises töö etapis** tuleb hinnata kohalike tervikteede võrgu olemasolevat seisukorda, määratleda optimaalne seisukord ja mahajäämus. Töö jaguneb järgmisteks põhimõttelisteks etappideks:

2.2.1 Esmalt määratakse optimaalne kohalike tervikteede seisukord. Optimaalse seisukorrana on silmas peetud olukorda, kus ühiskonna kulud on kõige madalamad.

2.2.2 Seejärel kirjeldatakse optimaalse seisukorra saavutamiseks vajalikud meetmed (kulutused), koos erineva seisukorra ja liiklussagedusega teelõikudel tehtavate töödega ning maksumustega. Analüüsitakse erinevaid eelarve tasemeid teehoiu rahastamisel ja nende mõju. Kasutades neid andmeid, määratakse hinnanguline mahajäämus (remondivõlg).

2.2.3 Töös analüüsitakse erinevate hoolde ja investeeringute eelarvete tasemeid.

Töö teises etapis peavad olema käsitletud järgnevad teemad:

- teedevõrgu, teede seisukorra ja liikluse andmete, teekasutaja kulude, töömeetodite, hindade ja analüüsi põhimõtete kirjeldused;
- kogu kohalike tervikteede võrgu praegune seisukord inventeerimise andmete põhjal;
- kogu kohalike tervikteede võrgu optimaalne seisukord;
- teehoiutööde mahajäämus (esitada ligikaudsed mahud ja maksumused);
- erinevad eelarve stsenaariumid (piiramatu eelarve, optimaalne stsenaarium, olemasolevate vahendite stsenaarium) ja nende tulemused ehk mõju seisukorrale ning maksumused.

Analüüsi tuleb kaasata kruusateed ja kattega teed ning sillad/viaduktid jagades need vähemalt tee liigi, kattekonstruktsiooni, liiklussageduse ja ümberehitamise vajaduse alusel erinevatesse gruppidesse. Tulemusi tuleb näidata teede liikide ehk maanteed, tänavate ja kergliiklusteede lõikes. Teede algandmetena tuleb kasutada Maanteeameti poolt ette antud kohalike tervikteede inventeerimise andmeid. Teede ehituse, remondi ja hoolduse tööde kirjeldustes tuleb kasutada Eestis enamlevinud töömeetodeid ning nende tööde hindu. Analüüsi perioodiks tuleb võtta 30 aastat (2021-2050) ja diskontomääraks 4%. Töö tulemustes tuleb esitada täpne info kasutatud lähteandmetest, mudelitest, tarkvaradest ning arvutusmetoodikatest. Vahekokkuvõttes tuleb teha iga 10 aasta tagant, et oleks võimalik vaadelda ka aastate 2030 ja 2040 seis. Teekatete analüüs tuleb teostada tarkvara HDM-4 mudeleid kasutades ja arvestades varasemate uurimistööde käigus leitud teekasutajate andmeid ning teekatte seisukorra muutumise mudeleid ja liikluse prognoose.

Töö teostajale edastatavad andmed:

- Kohalike tervikteede inventeerimise töö raames välja töötatud „Liiklussageduste hindamise meetodika“;
- Kohalike tervikteede inventeerimise andmed koos teede ja sildade seisukorra andmetega;
- Kohalike tervikteede ruumikujud.

Pakkumuses oodatakse Pakkuja omapoolset nägemust meetodikast, kuidas Pakkuja planeerib analüüsida erinevaid maanteetranspordi maksustamise lahendusi, tuues välja, milliseid andmeallikaid analüüsi koostamisel planeeritakse kasutada. Analüüsi lõplik meetodika tuleb kooskõlastada Hankijaga.

3. Pakkumuskutsega tellitavad tegevused

Pakkujalt tellitakse järgmised tegevused ja tulemused:

1. **Ettevalmistus:** analüüsi lõpliku meetodika väljatöötamine koostöös Hankijaga, lähtudes analüüsi eesmärkidest ja ülesannetest.
2. **Vahearuande koostamine:** vahearuandes esitatakse punktis 2.1 toodud esimese etapi tulemused.
3. **Lõpparuande koostamine:** lõpparuande koostamine vastavalt püstitatud analüüsiülesannetele, kus on vastatud kõikidele uurimisküsimustele. Lõpparuanne vormistatakse eesti keeles.
4. **Arvutuste meetodika:** arvutuste aluseks olnud meetodika tuleb aruandes detailset lahti kirjutada, et seda saaks hiljem uuesti kasutada.
5. **Lõpparuande tutvustamine:** analüüsi tulemuste presenteerimine kahel korral.

LISA 2. SISEDANDMETE TÖÖTLEMISE SKRIPT

```
import glob
from collections import defaultdict

import pandas as pd
from progress.bar import IncrementalBar
from sqlalchemy import create_engine

#! DON'T FORGET to run `pip3 install pandas progress sqlalchemy`

SUFFIX = '%(index)d/%(max)d - ETA: %(eta)ds'
# change this if running remotely (it'll be slow)
db = create_engine('postgres://postgres:12345@localhost/eesti')

files = glob.glob('1-all-the-damned-spreadsheets/*/*xlsx')

column_names_map = {
    "alg teeosa": "start_road_part_number",
    "algkaugus": "start_m",
    "algus teeosa nr": "start_road_part_number",
    "algus teeosa number": "start_road_part_number",
    "algus teeosa": "start_road_part_number",
    "algus_kilomeeter": "start_km",
    "algus_teeosa_nr": "start_road_part_number",
    "algus": "start_m",
    "algusm": "start_m",
    "kate": "pavement_type",
    "katlai": "pavement_width",
    "kuup": "date",
    "lõpp teeosa nr": "end_road_part_number",
    "lõpp teeosa nr": "end_road_part_number",
    "lõpp teeosa number": "end_road_part_number",
    "lõpp teeosa number": "end_road_part_number",
    "lõpp teeosa": "end_road_part_number",
    "lõpp teeosa": "end_road_part_number",
    "lopp_kilomeeter": "end_km",
    "lopp_teeosa_number": "end_road_part_number",
    "lopp_teeosameeter": "end_m",
    "lõpp": "end_m",
    "lõpp": "end_m",
    "loppkaugus": "end_m",
    "lõppm": "end_m",
    "lõppm": "end_m",
    "mnta_uksus_kood": "municipality_code",
    "n_kate.kate_kate_xv": "pavement_type",
    "n_liigitus.lg_jaotus_xv": "road_owner",
    "n_liigitus.lg_jaotus_xv": "road_partition",
    "n_liigitus.lg_tregliik_xv": "road_class",
    "n_liigitus.lg_tregliik_xv": "road_type",
    "nahtus.m_aadress": "start_m",
    "omavalitsuse kood": "municipality_code",
    "omavalitsusüksuse kood": "municipality_code",
    "omavalitsusüksuse kood": "municipality_code",
    "plaip": "shoulder_width_right",
    "plaiv": "shoulder_width_left",
    "seisuk": "condition",
    "slai": "carriageway_width",
    "soidutee_nr": "driveway",
    "sõidutee": "driveway",
    "sõidutee": "driveway",
    "sosa": "carriageway",
    "tee jaotus": "road_partition",
    "tee nr": "road_number",
    "tee number": "road_number",
    "tee tüüp": "road_type",
```



```

        "tee tüüp": "road_type",
        "tee_number": "road_number",
        "tee": "road_number",
        "uus nr": "new_road_number"
    }

columns_to_keep = set(column_names_map.values())

def rename_columns(df):
    df.columns = df.columns.str.lower()
    to_drop = df.columns[df.columns.str.startswith('unnamed:')]
    df.drop(columns=to_drop, inplace=True)
    return df.rename(columns=column_names_map)

def concat_spreadsheets(files):
    df = pd.DataFrame()
    for file in IncrementalBar('Processing', suffix=SUFFIX).iter(files):
        try:
            new_df = pd.read_excel(file)
            new_df = rename_columns(new_df)
            new_df = new_df.loc[:, new_df.columns.isin(columns_to_keep)]
            new_df['filename'] = file
            df = pd.concat([df, new_df])
        except Exception as e:
            print(f'\nFile {file} caused some drama.\n')
    if 'start_km' in df.columns and 'end_km' in df.columns:
        df.start_m.fillna(df.start_km * 1000, inplace=True)
        df.end_m.fillna(df.end_km * 1000, inplace=True)
    df.dropna(subset=['road_number', 'start_m', 'end_m'], inplace=True)
    df.drop(columns=['start_km', 'end_km'], inplace=True)
    df = df.astype({'road_number': int, 'start_m': int, 'end_m': int})
    if 'date' in df.columns:
        try:
            df['date'] = pd.to_datetime(df['date'])
        except:
            print('Converting to datetime failed.')
            return df
    return df

def get_columns_dict(files):
    columns_dict = defaultdict(list)
    for filename in IncrementalBar('Processing', suffix=SUFFIX).iter(files):
        df = pd.read_excel(filename)
        df = rename_columns(df)
        columns = tuple(sorted(list(df.columns)))
        columns_dict[columns].append(filename)
    return columns_dict

# data_roads
haldus = [file for file in files if 'haldus' in file.lower()]
liigitus = [file for file in files if 'liigitus' in file.lower()]
# data_road_inventory
laius = [file for file in files if 'laius' in file.lower()]
# data_pdi or data_iri
seisukord = [file for file in files if 'seisukord' in file.lower()]
# data_road_inventory
kate = [file for file in files if 'kate' in file.lower()]

sources = [haldus, liigitus, laius, seisukord, kate]
names = ['haldus', 'liigitus', 'laius', 'seisukord', 'kate']

for name, source in zip(names, sources):
    df = concat_spreadsheets(source)
    df.to_sql(name, con=db.engine, schema='processed', if_exists='replace',
              index=False)

```

LISA 3. HDM-4 VÄLJAVÕTE OPTIMAALSE (PIRAMATU) EELARVE REMONDITÖÖDE NIMEKIRJAST

HDM - 4

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Work Programme Unconstrained by Year

Study Name: KOV_14JUL2021_ALL
Run Date: 15-07-2021
Currency: Euro

Year	Section	Road Class	Length (km)	AADT	Surface Class	Work Description	NPV/CAP	Financia Cost:	Cum Cost:
2022	T7C2R1UP	KOV maantee (high	1.3	4982	Unsealed	KOV Upgrade to ST Higl	12.015	0.182	0.182
	T7C3R1UP	KOV maantee (high	45.5	4982	Unsealed	KOV Upgrade to ST Higl	12.015	6.558	6.740
	T7C4R1UP	KOV maantee (high	17.7	4982	Unsealed	KOV Upgrade to ST Higl	10.147	2.550	9.290
	T7C5R1PV	KOV maantee (high	6.3	4982	Bituminous	Pavement reconstruction	10.001	3.861	13.152
	T7C5R1UP	KOV maantee (high	43.0	4982	Unsealed	KOV Upgrade to ST Higl	9.345	6.193	19.345
	T6C2R1UP	KOV maantee (high	6.3	3250	Unsealed	KOV Upgrade to ST Higl	9.100	0.911	20.256
	T6C3R1UP	KOV maantee (high	35.4	3250	Unsealed	KOV Upgrade to ST Higl	9.100	5.100	25.356
	T6C4R1UP	KOV maantee (high	41.7	3250	Unsealed	KOV Upgrade to ST Higl	9.100	6.011	31.368
	T6C5R1UP	KOV maantee (high	16.4	3250	Unsealed	KOV Upgrade to ST Higl	8.946	2.368	33.736
	T8C5R1PV	KOV maantee (high	11.4	8089	Bituminous	Pavement reconstruction	8.286	16.155	49.891
	T8C5R2PV	KOV tanav (street)	314.1	8073	Bituminous	Pavement reconstruction	4.535	587.344	637.235
	T6C5R1PV	KOV maantee (high	38.0	3250	Bituminous	Pavement reconstruction	4.382	30.155	667.390
	T5C5R1UP	KOV maantee (high	200.1	1576	Unsealed	KOV Upgrade to ST Higl	4.154	28.814	696.204
	T5C4R1UP	KOV maantee (high	213.3	1576	Unsealed	KOV Upgrade to ST Higl	3.975	30.709	726.913
	T7C4R2UP	KOV tanav (street)	8.1	4972	Unsealed	KOV Upgrading to AC S	3.893	4.358	731.271
	T7C5R2UP	KOV tanav (street)	2.6	4972	Unsealed	KOV Upgrading to AC S	3.827	1.407	732.678
	T5C3R1UP	KOV maantee (high	353.3	1576	Unsealed	KOV Upgrade to ST Higl	3.748	50.877	783.556
	T7C4R1PV	KOV maantee (high	13.9	4982	Bituminous	Overlay 3.5<IRI>-5.5	3.418	5.659	789.215
	T3C4R1PV	KOV maantee (high	117.2	338	Bituminous	Thin Overlay 20mm 2.5+	3.409	1.814	791.029
	T5C2R1UP	KOV maantee (high	62.0	1576	Unsealed	KOV Upgrade to ST Higl	3.278	8.926	799.955
	T7C5R2PV	KOV tanav (street)	129.3	4972	Bituminous	Pavement reconstruction	3.116	182.014	981.968
	T5C1R1UP	KOV maantee (high	3.8	1576	Unsealed	KOV Upgrade to ST Higl	2.981	0.546	982.515
	T6C4R1PV	KOV maantee (high	25.6	8089	Bituminous	Pavement reconstruction	2.891	31.216	1,013.731
	T6C4R2UP	KOV tanav (street)	25.3	3244	Unsealed	KOV Upgrading to AC S	2.408	13.662	1,027.393
	T6C1R2UP	KOV tanav (street)	5.1	3244	Unsealed	KOV Upgrading to AC S	2.398	2.732	1,030.125

HDM-4 Version 2.11

Page 1 of 5

H D M - 4 Work Programme Unconstrained by Year

2022	T6C5R2UP	KOV tanav (street)	17.9	3244	Unsealed	KOV Upgrading to AC S	2.362	9.645	1,039.771
	T5C5R1PV	KOV maantee (high	11.7	1576	Bituminous	Pavement reconstruction	2.358	7.374	1,047.145
	T6C3R2UP	KOV tanav (street)	17.7	3244	Unsealed	KOV Upgrading to AC S	2.345	9.563	1,056.708
	T6C2R2UP	KOV tanav (street)	3.8	3244	Unsealed	KOV Upgrading to AC S	2.156	2.049	1,058.757
	T6C5R2PV	KOV tanav (street)	109.9	3244	Bituminous	Pavement reconstruction	2.134	117.844	1,176.602
	T5C4R1PV	KOV maantee (high	46.0	1576	Bituminous	Overlay 3.5<IRI>-7.5	1.849	11.903	1,188.505
	T8C3R1PV	KOV maantee (high	44.3	8089	Bituminous	Overlay 3.5<IRI>-5.5	1.783	25.356	1,213.861
	T2C4R1PV	KOV maantee (high	111.5	128	Bituminous	Thin Overlay 20mm 2.5+	1.655	1.646	1,215.506
	T8C4R2PV-Part1	KOV tanav (street)	308.8	8073	Bituminous	Mill and Overlay 3.5<IRI	1.637	319.268	1,534.775
	T8C4R2PV-Part2	KOV tanav (street)	308.8	8073	Bituminous	Mill and Overlay 3.5<IRI	1.637	319.268	1,854.043
	T7C4R2PV	KOV tanav (street)	269.2	4972	Bituminous	Mill and Overlay 3.5<IRI	1.481	198.377	2,052.420
	T4C5R1UP	KOV maantee (high	163.2	688	Unsealed	KOV Upgrade to ST Higl	1.196	23.499	2,075.918
	T4C4R1UP	KOV maantee (high	261.2	688	Unsealed	KOV Upgrade to ST Higl	1.162	37.620	2,113.538
	T3C3R2UP	KOV tanav (street)	15.2	339	Unsealed	Kruus 150 mm	1.056	0.219	2,113.757
	T6C4R1PV	KOV maantee (high	115.1	3250	Bituminous	Pavement reconstruction	1.000	88.316	2,202.073
	T3C4R1UP	KOV maantee (high	2,062.2	338	Unsealed	KOV Upgrade to ST Higl	0.870	296.952	2,499.025
	T4C3R1UP	KOV maantee (high	318.8	688	Unsealed	KOV Upgrade to ST Higl	0.863	45.904	2,544.930
	T3C4R2UP	KOV tanav (street)	3.8	339	Unsealed	Kruus 150 mm	0.859	0.061	2,544.991
	T3C5R1UP	KOV maantee (high	2,205.7	338	Unsealed	KOV Upgrade to ST Higl	0.858	317.615	2,862.606
	T3C3R1UP-Part1	KOV maantee (high	1,378.0	338	Unsealed	KOV Upgrade to ST Higl	0.832	198.432	3,061.038
	T3C3R1UP-Part2	KOV maantee (high	1,378.0	338	Unsealed	KOV Upgrade to ST Higl	0.832	198.432	3,259.470
	T3C1R1UP	KOV maantee (high	20.2	338	Unsealed	KOV Upgrade to ST Higl	0.831	2.915	3,262.385
	T4C3R2UP	KOV tanav (street)	47.9	685	Unsealed	KOV Upgrade to ST Stre	0.784	7.190	3,269.575
	T3C2R1UP	KOV maantee (high	310.4	338	Unsealed	KOV Upgrade to ST Higl	0.763	44.697	3,314.271
	T4C2R2UP	KOV tanav (street)	26.6	685	Unsealed	KOV Upgrade to ST Stre	0.755	3.983	3,318.254
	T1C4R1PV	KOV maantee (high	21.0	25	Bituminous	Thin Overlay 20mm 2.5+	0.705	0.325	3,318.579
	T4C4R2UP	KOV tanav (street)	10.1	685	Unsealed	KOV Upgrade to ST Stre	0.688	1.518	3,320.097
	T4C5R2UP	KOV tanav (street)	13.3	685	Unsealed	KOV Upgrade to ST Stre	0.673	1.989	3,322.086
	T5C3R2UP	KOV tanav (street)	17.7	1574	Unsealed	KOV Upgrading to AC S	0.670	9.563	3,331.649
	T5C4R2UP	KOV tanav (street)	6.3	1574	Unsealed	KOV Upgrading to AC S	0.668	3.416	3,335.065
	T5C5R2UP	KOV tanav (street)	1.3	1574	Unsealed	KOV Upgrading to AC S	0.645	0.683	3,335.748
	T4C2R1UP	KOV maantee (high	34.2	688	Unsealed	KOV Upgrade to ST Higl	0.642	4.918	3,340.666
	T5C5R2PV	KOV tanav (street)	78.2	1574	Bituminous	Pavement reconstruction	0.479	74.972	3,415.638
	T5C4R2PV	KOV tanav (street)	113.8	1574	Bituminous	Overlay 3.5<IRI>-7.5	0.476	43.206	3,458.844
	T3C2R2UP	KOV tanav (street)	6.3	339	Unsealed	Kruus 150 mm	0.438	0.130	3,458.974

HDM-4 Version 2.11

Page 2 of 5

H D M - 4 Work Programme Unconstrained by Year									
2022	T5C3R1PV	KOV maantee (high	61.5	1576	Bituminous	Overlay 3.5<IRI>7.5	0.296	16.241	3,475.215
	T2C5R1UP	KOV maantee (high	1,232.5	128	Unsealed	Kruus 150 mm	0.137	15.529	3,490.744
	T4C4R1PV	KOV maantee (high	35.4	688	Bituminous	Overlay 3.5<IRI>7.5	0.111	9.741	3,500.485
	T7C3R2PV	KOV tanav (street)	411.5	4972	Bituminous	MIII and Overlay 3.5<IRI>	0.037	303.308	3,803.792
2023	T6C3R1PV	KOV maantee (high	144.9	3294	Bituminous	Overlay 3.5<IRI>5.5	1.318	39.052	3,842.845
	T1C3R1PV	KOV maantee (high	43.0	26	Bituminous	Thin Overlay 20mm 3.5<	1.051	0.557	3,843.402
	T8C3R2PV-Part3	KOV tanav (street)	532.2	8174	Bituminous	MIII and Overlay 3.5<IRI>	0.353	561.982	4,405.384
	T8C3R2PV-Part2	KOV tanav (street)	532.2	8174	Bituminous	MIII and Overlay 3.5<IRI>	0.345	561.982	4,967.366
	T8C3R2PV-Part1	KOV tanav (street)	532.2	8174	Bituminous	MIII and Overlay 3.5<IRI>	0.337	561.982	5,529.348
	T6C4R2PV	KOV tanav (street)	255.1	3285	Bituminous	Pavement reconstruction	0.037	282.042	5,811.390
2024	T3C3R1PV	KOV maantee (high	383.3	348	Bituminous	Thin Overlay 20mm 3.5<	2.853	5.795	5,817.185
	T2C3R1PV	KOV maantee (high	387.1	131	Bituminous	Thin Overlay 20mm 3.5<	1.632	5.714	5,822.899
2025	T7C3R1PV	KOV maantee (high	79.7	5186	Bituminous	Overlay 3.5<IRI>5.5	0.757	33.735	5,856.634
2029	T3C3R2UP	KOV tanav (street)	15.2	370	Unsealed	Kruus 150 mm	1.056	0.219	5,856.852
	T3C4R2UP	KOV tanav (street)	3.8	370	Unsealed	Kruus 150 mm	0.859	0.061	5,856.914
	T3C2R2UP	KOV tanav (street)	6.3	370	Unsealed	Kruus 150 mm	0.438	0.130	5,857.044
	T2C5R1UP	KOV maantee (high	1,232.5	140	Unsealed	Kruus 150 mm	0.137	15.529	5,872.573
2030	T3C2R1PV	KOV maantee (high	166.8	377	Bituminous	Thin Overlay 20mm 2.5<	1.208	2.702	5,875.275
	T2C2R1PV	KOV maantee (high	189.8	142	Bituminous	Thin Overlay 20mm 2.5<	1.026	2.869	5,878.144
	T1C2R1PV	KOV maantee (high	17.7	28	Bituminous	Thin Overlay 20mm 2.5<	0.923	0.274	5,878.419
2035	T3C4R1PV	KOV maantee (high	117.2	384	Bituminous	Thin Overlay 20mm 2.5<	3.409	1.814	5,880.233
	T2C4R1PV	KOV maantee (high	111.5	145	Bituminous	Thin Overlay 20mm 2.5<	1.655	1.646	5,881.878
	T1C4R1PV	KOV maantee (high	21.0	29	Bituminous	Thin Overlay 20mm 2.5<	0.705	0.325	5,882.203
2036	T3C3R2UP	KOV tanav (street)	15.2	383	Unsealed	Kruus 150 mm	1.056	0.219	5,882.422
	T3C4R2UP	KOV tanav (street)	3.8	383	Unsealed	Kruus 150 mm	0.859	0.061	5,882.483
	T3C2R2UP	KOV tanav (street)	6.3	383	Unsealed	Kruus 150 mm	0.438	0.130	5,882.613
	T2C5R1UP	KOV maantee (high	1,232.5	146	Unsealed	Kruus 150 mm	0.137	15.529	5,898.142
2040	T7C2R1UP	KOV maantee (high	1.3	5759	Unsealed	Overlay 2.5<IRI>4.5	12.015	0.420	5,898.562
	T7C3R1UP	KOV maantee (high	45.5	5759	Unsealed	Overlay 2.5<IRI>4.5	12.015	15.119	5,913.682
	T7C4R1UP	KOV maantee (high	17.7	5759	Unsealed	Overlay 2.5<IRI>4.5	10.147	6.615	5,920.296
	T7C5R1UP	KOV maantee (high	43.0	5759	Unsealed	Overlay 2.5<IRI>4.5	9.345	16.778	5,937.075
2041	T6C2R1UP	KOV maantee (high	6.3	3763	Unsealed	Overlay 2.5<IRI>4.5	9.100	1.392	5,938.466
	T6C3R1UP	KOV maantee (high	35.4	3763	Unsealed	Overlay 2.5<IRI>4.5	9.100	7.792	5,946.259
	T6C4R1UP	KOV maantee (high	41.7	3763	Unsealed	Overlay 2.5<IRI>4.5	9.100	9.184	5,955.442
	T6C5R1UP	KOV maantee (high	16.4	3763	Unsealed	Overlay 2.5<IRI>4.5	8.946	3.618	5,959.060

HDM-4 Version 2.11

Page 3 of 5

H D M - 4 Work Programme Unconstrained by Year									
2041	T1C3R1PV	KOV maantee (high	43.0	29	Bituminous	Thin Overlay 20mm 3.5<	1.051	0.557	5,959.618
2042	T3C3R1PV	KOV maantee (high	383.3	393	Bituminous	Thin Overlay 20mm 3.5<	2.853	5.795	5,965.413
	T2C3R1PV	KOV maantee (high	387.1	148	Bituminous	Thin Overlay 20mm 3.5<	1.632	5.714	5,971.126
2043	T5C5R1UP	KOV maantee (high	200.1	1831	Unsealed	Overlay 2.5<IRI>6.5	4.154	44.022	6,015.148
	T5C4R1UP	KOV maantee (high	213.3	1831	Unsealed	Overlay 2.5<IRI>6.5	3.975	49.262	6,064.410
	T5C3R1UP	KOV maantee (high	353.3	1831	Unsealed	Overlay 2.5<IRI>6.5	3.748	85.502	6,149.912
	T5C2R1UP	KOV maantee (high	62.0	1831	Unsealed	Overlay 2.5<IRI>6.5	3.278	16.705	6,166.617
	T5C1R1UP	KOV maantee (high	3.8	1831	Unsealed	Overlay 2.5<IRI>6.5	2.981	1.106	6,167.723
	T3C2R1PV	KOV maantee (high	166.8	393	Bituminous	Thin Overlay 20mm 2.5<	1.208	2.702	6,170.426
	T3C3R2UP	KOV tanav (street)	15.2	390	Unsealed	Kruus 150 mm	1.056	0.219	6,170.644
	T2C2R1PV	KOV maantee (high	189.8	149	Bituminous	Thin Overlay 20mm 2.5<	1.026	2.869	6,173.513
	T1C2R1PV	KOV maantee (high	17.7	29	Bituminous	Thin Overlay 20mm 2.5<	0.923	0.274	6,173.788
	T3C4R2UP	KOV tanav (street)	3.8	390	Unsealed	Kruus 150 mm	0.859	0.061	6,173.849
	T3C2R2UP	KOV tanav (street)	6.3	390	Unsealed	Kruus 150 mm	0.438	0.130	6,173.979
	T2C5R1UP	KOV maantee (high	1,232.5	149	Unsealed	Kruus 150 mm	0.137	15.529	6,189.508
2045	T4C5R1UP	KOV maantee (high	163.2	802	Unsealed	Overlay 2.5<IRI>6.5	1.196	36.798	6,226.307
	T4C4R1UP	KOV maantee (high	261.2	802	Unsealed	Overlay 2.5<IRI>6.5	1.162	60.348	6,286.655
	T4C3R1UP	KOV maantee (high	318.8	802	Unsealed	Overlay 2.5<IRI>6.5	0.863	84.158	6,370.813
	T4C2R1UP	KOV maantee (high	34.2	802	Unsealed	Overlay 2.5<IRI>6.5	0.642	10.144	6,380.957
2046	T7C4R2UP	KOV tanav (street)	8.1	5744	Unsealed	MIII and Overlay 2.5<IRI>	3.893	5.327	6,386.284
	T7C5R2UP	KOV tanav (street)	2.6	5744	Unsealed	MIII and Overlay 2.5<IRI>	3.827	1.720	6,388.004
	T4C3R2UP	KOV tanav (street)	47.9	792	Unsealed	Overlay 2.5<IRI>6.5	0.784	13.181	6,401.185
	T4C2R2UP	KOV tanav (street)	26.6	792	Unsealed	Overlay 2.5<IRI>6.5	0.755	7.594	6,408.779
	T4C4R2UP	KOV tanav (street)	10.1	792	Unsealed	Overlay 2.5<IRI>6.5	0.688	3.173	6,411.951
2047	T3C4R1PV	KOV maantee (high	117.2	396	Bituminous	Thin Overlay 20mm 2.5<	3.409	1.814	6,413.765
	T6C1R2UP	KOV tanav (street)	5.1	3754	Unsealed	MIII and Overlay 2.5<IRI>	2.398	2.520	6,416.285
	T6C5R2UP	KOV tanav (street)	17.9	3754	Unsealed	MIII and Overlay 2.5<IRI>	2.362	8.895	6,425.180
	T4C5R2UP	KOV tanav (street)	13.3	793	Unsealed	Overlay 2.5<IRI>6.5	0.673	4.302	6,429.482
2048	T6C4R2UP	KOV tanav (street)	25.3	3759	Unsealed	MIII and Overlay 2.5<IRI>	2.408	13.019	6,442.502
	T6C3R2UP	KOV tanav (street)	17.7	3759	Unsealed	MIII and Overlay 2.5<IRI>	2.345	9.849	6,452.350
	T6C2R2UP	KOV tanav (street)	3.8	3759	Unsealed	MIII and Overlay 2.5<IRI>	2.156	2.551	6,454.902
	T2C4R1PV	KOV maantee (high	111.5	150	Bituminous	Thin Overlay 20mm 2.5<	1.655	1.646	6,456.547
	T1C4R1PV	KOV maantee (high	21.0	30	Bituminous	Thin Overlay 20mm 2.5<	0.705	0.325	6,456.872
2049	T5C3R2UP	KOV tanav (street)	17.7	1827	Unsealed	MIII and Overlay 2.5<IRI>	0.670	8.820	6,465.692
	T5C4R2UP	KOV tanav (street)	6.3	1827	Unsealed	MIII and Overlay 2.5<IRI>	0.668	3.150	6,468.842

HDM-4 Version 2.11

Page 4 of 5

H D M - 4 Work Programme Unconstrained by Year

2049	T5C5R2UP	KOV tanav (street)	1.3	1827	Unsealed	Mill and Overlay 2.5<IRI	0.645	0.630	6,469.472
2050	T3C3R2UP	KOV tanav (street)	15.2	394	Unsealed	Kruus 150 mm	1.056	0.219	6,469.690
	T3C4R2UP	KOV tanav (street)	3.8	394	Unsealed	Kruus 150 mm	0.859	0.061	6,469.752
	T3C2R2UP	KOV tanav (street)	6.3	394	Unsealed	Kruus 150 mm	0.438	0.130	6,469.882
	T2C5R1UP	KOV maantee (high	1,232.5	150	Unsealed	Kruus 150 mm	0.137	15.529	6,485.411
2051	T8C4R2PV-Part1	KOV tanav (street)	308.8	9392	Bituminous	Mill and Overlay 3.5<IRI	1.637	319.268	6,804.679
	T8C4R2PV-Part2	KOV tanav (street)	308.8	9392	Bituminous	Mill and Overlay 3.5<IRI	1.637	319.268	7,123.947

LISA 4. KASUTATUD MÕÕTESEADMED

**KALLETE JA TASASUSE
MÕÕTEVAHENDID**

IRIMETER-2

Teekatte Tasasuse Mõõtesüsteem



IRIMETER-2 on automaatne mõõtesüsteem erinevate katetega teede pinna tasasuse indeksi IRI mõõtmiseks, kontrolliks ja kaardistamiseks teede-ehituses. IRIMETER-2 koosneb graafilise ekraaniga juhtmoodulist, ühest või kahest juhtmevabast IRI andurist ja sõiduki katusele paigaldatavast GPS antennist.

Vastupidavad andurid paigaldatakse sõltumatu MacPherson tüüpi esisillavedrustuse amordipüstakute külge. Andurid mõõdavad rataste vertikaalsuunalist kiirendust ja arvutavad IRI. Andurid on juhtmevabad, mistõttu ei ole vajadust läbi sõiduki kaableid vedada. IRI mõõdetakse rattajälgedes, kas ainult ühes või mõlemas.

Süsteem on lihtsalt paigaldatav sõiduautole, maasturile või väikebussile, kusjuures sõiduki välisilme jääb muutumatuks. Süsteem on hooldevaba ja ei sea piiranguid sõiduki kasutamisele. Mõõtmine ja jooksev tulemuste jälgimine toimub sõiduki salongist juhtmooduli abil, mis on kergesti kinnitatav sõiduki tuuleklaasi külge.

Katseandmed saab lugeda arvutisse USB ühenduse kaudu. Süsteemiga kaasas olev arvutitarkvara võimaldab katseandmeid vaadelda graafikutel, tabelites ja kaardil. Katseprotokolle saab koostada nii Exceli tabelite kui ka .csv failidena.

IRIMETER-2 mõõdab sõiduki kiirust ja läbitud distantsi sisse-ehitatud kõrge täpsusega GPS mooduli abil. GPS moodul sisaldab inertsiaalseid andureid, mistõttu kiirust ja distantsi mõõdetakse ka lühiajalisel GPS signaali kadumisel, näiteks tunneli läbimisel. Katsetulemused on varustatud GPS koordinaatidega, mida võib vaadelda kaardil ja kanda ka protokoll.

IRIMETER-2 Kasulikud Omadused

- Kompaktne ja lihtne seadistada ja kasutada
- Mõõtmistulemuste reaajajas arvutamine ja kuvamine LCD-ekraanil
- GPS-seade mõõtmispaiga määramiseks ja salvestamiseks
- Juhtimis- ja anduriüksused, Juhtmevaba ühendus anduri(te)ga
- BI (Bump Integrator) ümberarvutamine IRI väärtustest
- Valikuline lisa: kaldeandur tee pöikkalde mõõtmiseks

Parameeter	Ühik	Väärtus
Andmete salvestamise maht	km	15.000
IRI mõõtmisresolutsioon	mm/m	0,1
Keskmine IRI arvutus	m	5, 10, 20, 25, 100
Lubatud sõiduki kiirus	km/h	20 - 100
Toiteallikas		12V sigaretisüütajast või 5V läbi USB
Töötemperatuur	°C	-20 kuni +50
Gabariitmõõdud	mm	90 x 120 x 60 (juhtmoodul) 100 x 55 x 50 (andur)
Kogumass	kg	2

Englo OÜ
www.englo.eu





Liiklusloendi KLL-3B

KLL-3B on portatiivne liikluse mõõtesüsteem sõidukite loendamiseks, nende klassifitseerimiseks ja nende kiiruse mõõtmiseks.

Mõõtmiseks süvistatakse KLL-3B andurid teepeenra pinnasesse ja kaetakse pinnasega.

Üks KLL-3B komplekt koosneb kahest andurist, mis loendavad sõidukeid sellel sõidurajal, mille äärde nad on paigaldatud. Mõlemasuunalise loendamise jaoks on vajalik kahe komplekti kasutamine.

KLL-3B määrab iga sõiduki pikkuse ja kiiruse, jagab nad klassidesse ja hoiab kogutud andmed oma sisemälus koos kuupäeva ja kellaajaga. Lisa-andmeside mooduli kasutamisel on andmeid võimalik mobiilivõrgu kaudu edastada kas tsükliliselt või vajadusel pidevalt.

KLL-3B mõõdab:

- sõiduki kiirust
- sõiduki pikkust
- sõidukite vahelist distantsi

Kogutud andmed loetakse maha Bluetooth andmeside kasutades. Andmeid saab maha lugeda ka olukorras, kus andurid on pinnase all. Mõõtesüsteemi juurde kuulub arvtipogramm sõidukite klassifitseerimiseks, protokollide moodustamiseks ja tulemuste näitlikustamiseks. Andmed on .csv või Excel formaadis.



KLL-3B andurid on veekindlad ja piisavalt tugevad, et taluda raskesõidukite ülesõitu.

TEHNILISED ANDMED:

- Pidev tööaeg ühe patareiga: 1 aasta (piisav 52 nädalaseks mõõtmiseks).
- Patarei ooteaeg seadmes: 5 aastat
- Mälumaht: 250 000 sõidukit.
- Kaitstusaste: IP67 (veekindel).
- Töötemperatuur: -30° C to +60° C
- Mõõtmed: silinder Ø70 x 135 mm

ENGLO LLC
Akadeemia tee 21/1
Tallinn 12618
ESTONIA

phone: +372 6702444

E-mail: info@englo.ee
Internet: <http://www.englo.ee>
<http://www.englo.eu>

LISA 5. LIIKLUSSAGEDUSE ANDMED

Esitatud elektrooniliselt eraldi failina

LISA 6. TEEKATTE SEISUKORRA ANDMETE MÕÕTMISTE TULEMUSED

Esitatud elektrooniliselt eraldi failina