



TALLINNA
TEHNIKAÕRGKOO

Simon Oja

KÕRVALMAANTEE REKONSTRUEERIMISE PÕHIPROJEKT

LÕPUTÖÖ

Tallinn 2023



Simon Oja

KÕRVALMAANTEE REKONSTRUEERIMISE PÕHIPROJEKT

LÕPUTÖÖ

Ehitusinstituut

Teedehituse eriala

Juhendaja: Tarvo Mill

Tallinn 2023

Mina,

Simon Oja,

tõendan, et lõputöö on minu kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teostele on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autorile ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

Juhendaja: Tarvo Mill, */allkirjastatud digitaalselt/*

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina,

Simon Oja,

sünnikuupäev:

12.07.1999,

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

“Kõrvalmaantee rekonstrueerimise põhiprojekt“

1. reprodutseerimiseks paberkandjal kõrgkooli raamatukogus avaldamise ja säilitamise eesmärgil;
2. elektroonseks avaldamiseks kõrgkooli repositooriumi kaudu;
3. kui lõputöö avaldamisele on instituudi direktori korraldusega kehtestatud tähtajaline piirang, lõputöö avaldada pärast piirangu lõppemist.

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

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

Tallinnas,

/allkirjastatud digitaalselt/

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Lõpetaja: **Simon Oja**
Õpperühm: TE2019
Eriala: Teedeehitus (1821)
Lõputöö teema: **Kõrvalmaantee rekonstrueerimise põhiprojekt**

Lähteandmed töö koostamiseks:

Tehniline kirjeldus, geodeetiline alusplaan, geotehnilised ja geoloogilised uuringud, EVS standardid, Transpordiameti juhendid, määrused, normid.

Töö sisu, ülesehitus ja lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:

Põhiprojekti koostamine, projekteeritava lahenduse põhjendus, konstruktsioonide ja materjalide valik.

Seletuskirja ning graafilise materjali sisu ja maht:

Graafiline osa sisaldab erinevaid jooniseid. Töö maht kokku on 40-60 lk.

Lõputöö konsultant:

Konsultandi nimi	Valdkond	Allkiri	Kuupäev
Roland Mäe	Teede projekteerimine		27.02.2023

Lõputöö juhendaja: Tarvo Mill
(nimi)

 27.02.2023
(allkiri) (kuupäev)

Lõpetaja: Simon Oja
(nimi)

 27.02.2023
(allkiri) (kuupäev)

Kinnitaja: Aivars Alt
ehitusinstituudi direktor

 27.02.2023
(allkiri) (kuupäev)

Lõputöö ülesanne antud: 27.02.2023

Lõputöö esitamise tähtaeg: 02.05.2023

SISUKORD

LÜHENDITE LOETELU	7
SISSEJUHATUS.....	9
1 TEE EHITUSPROJEKT	11
1.1 Tee ehitusprojekti staadiumid	12
2 TEE EHITUS- JA REMONDIMEETODID	13
2.1 Ehitamine	13
2.2 Rekonstrueerimine.....	13
2.3 Säilitusremont	15
2.4 Taastusremont	15
3 PROJEKTEERIMISEL KASUTATAVAD LÄHTEMATERJALID	17
3.1 Tellija ning projektiga seotud osapoolte esitatud dokumendid.....	17
3.2 Standardid	18
3.3 Määrused.....	19
3.4 Juhendid.....	19
4 OBJEKTI ÜLDOSA	21
4.1 Asukoht.....	21
4.2 Lähtematerjalid	21
4.3 Teostatavad uuringud	22
4.3.1 Topo-geodeetiline uuring.....	22
4.3.2 Geoloogia.....	24
4.3.3 Liiklusuuring.....	24
4.4 Olemasoleva olukorra kirjeldus	25
4.4.1 Liiklusohutus.....	25
4.4.2 Olemasoleva katte ajalugu.....	27
4.4.3 Teekatte defektid.....	29
4.4.4 Külmakerkeoht ja leevendamise võimalused	31
4.4.5 Mitteoone polüakrüülamiid teede-ehituses.....	33
4.4.6 Põlevkivituhk teede-ehituses	33
5 OBJEKTI PROJEKTLAHENDUS	34
5.1 Plaanilahendus	34
5.1.1 Kinnisasjade äralõige	39
5.2 Vertikaalplaneering	41

5.3	Katendid.....	41
5.4	Keskkonnakaitse ja maastikukujundus.....	42
5.4.1	Süsinikujalajälje jälgimine.....	43
5.4.2	Tee madalsüsinikehituse printsiibid	44
5.4.3	Soojalt segatud asfalt.....	44
5.4.4	Haljastus	45
5.5	Teevalgustus	46
6	TÖÖDE TEOSTAMINE.....	47
6.1	Ehitusaegne liikluskorraldus.....	47
6.2	Ettevalmistustööd	47
6.3	Mullatööd.....	48
6.4	Truubid	48
6.5	Liikluskorraldus- ja ohutusvahendid	48
	KOKKUVÕTE.....	50
	SUMMARY	51
	VIIDATUD ALLIKAD	53
	LISAD.....	59
	Lisa 1. Liiklusuuringu tulemused.....	60
	Lisa 2. Objektil leiduvad defektid	61
	Lisa 3. 4-01_Asendiplaan	64
	Lisa 4. 4-02_Asendiplaan	65
	Lisa 5. 4-03_Asendiplaan	66
	Lisa 6. 4-04_Asendiplaan	67
	Lisa 7. 4-05_Asendiplaan	68
	Lisa 8. 6-01_Konstruktiivsed lõiked	69

LÜHENDITE LOETELU

AC surf	- <i>Asphalt Concrete surf</i> ehk sobivates ilmastikutingimustes normidekohaselt kuumalt või soojalt paigaldatud asfaltbetoonist kulumiskiht [1],
AC bin	- <i>Asphalt Concrete bin</i> ehk sobivates ilmastikutingimustes normidekohaselt kuumalt või soojalt paigaldatud asfaltbetoonist sidumiskiht, mis paikneb kulumiskihi ja kandevkihi vahel [1],
AC base	- <i>Asphalt Concrete base</i> ehk sobivates ilmastikutingimustes normidekohaselt kuumalt või soojalt paigaldatud asfaltbetoonist kandevkiht, mis paikneb kulumiskihi või siduvkihi ja aluse vahel [1],
AKÖL	- aasta jooksul vaadeldavat tee ristlõiget läbinud sõidukite arv jagatuna päevade arvuga aastas (autot/ööpäevas) [1],
AR	- veoauto või veduk täis- või poolhaagisega (> 12 meetri pikkused sõidukid) [1] [2],
BIM	- <i>Building Information Modeling</i> ehk ehitise ruumiline infomudel digitaalseks haldamiseks [3],
EPMS	- <i>Estonian Pavement Management System</i> ehk Eesti teekatendite hoiu süsteem on infosüsteem, mis kasutab teeregistri andmeid ja mille abil asutuses kinnitatud meetodikate alusel koostatakse erinevaid remondiobjektide valiku aluseks olevaid remondivajaduse nimekirju [4] [5],
IRI	- <i>International Roughness Index</i> ehk teekatte tasasust iseloomustav näitaja [6],
NAPA	- <i>Nonionic Polyacrylamide</i> ehk mitteioone polüakrüülamiid on vee ja vesilahuste puhastamiseks tarvitav aine, mis omab sadestuvate osakeste flokulatsiooni, hajutamise, paksenemise, sidumise, kilet moodustamise ja seostamise funktsiooni [7] [8],
ORVindeks	- objekti rekonstrueerimise vajaduse indeks, mille abil võrreldakse omavahel erinevate riigiteede rekonstrueerimise kandidaatobjekte ja tuuakse välja nende

pingerida [9],

- | | |
|----------|---|
| RVindeks | - teelõigu rekonstrueerimise vajaduse indeks, mille abil võrreldakse omavahel erinevaid riigiteede teelõike ja tuuakse välja nende pingerida [9], |
| SAPA | - Sõiduauto ja selle baasil ehitatud kaubaveok või väikebuss kuni 12 reisijale (< 6 meetri pikkused sõidukid) [1] [2], |
| VAAB | - üksik veoauto, tema baasil ehitatud eriauto ja autobussid (6–12 meetri pikkused sõidukid) [1] [2], |
| VMS | - <i>Variabale Message Sign</i> ehk muutuva teabega liiklusmärk või infotabloo, mis põhineb valgusdiodid (LED) tehnoloogial [10]. |

SISSEJUHATUS

Alates 2023. aasta 1. jaanuari seisuga on Eesti teedevõrgu kogupikkus 89 382 kilomeetrit, sellest 16 969 kilomeetrit on riigiteed, 23 614 kilomeetrit kohalikud teed ning 48 799 era- ja metsateed [11]. Selle põhjal võib järeldada, et Eesti teedevõrgustik on suur ning peab leidma ka märkimisväärset kasutust, mis kulutab teed. Lisaks suurele kasutusele asub Eesti parasvöötme kliimavööndis, kus ööpäevane temperatuuride kõikumine on suur ning geoloogilisele paiknemise tõttu on märgalade protsent 22,3% kogu maismaast, mis tulemusena samuti mõjutab teede konstruktsiooni seisukorda märkimisväärselt [12]. Aja möödudes tee seisukord alati halveneb ning tuleb teostada töid, et seda seisukorda säilitada või parandada. Seisukorra halvenemise tõttu võivad teele tekkida defektid nagu näiteks pikipraod, põikpraod, võrkpraod ja löökaugud ning nende likvideerimiseks ja tee seisukorra parandamiseks on vajalik planeerida täiemahuline rekonstrueerimine. Täiemahulise rekonstrueerimise käigus vahetatakse välja vajalikus mahus materjali, mis ei ole nõuetekohane tee seisukorra taseme hoidmiseks. Enne, kui rekonstrueerimist alustatakse, peab tellija koostama hanke rekonstrueerimise põhiprojekti koostamiseks ehk ehituse projekteerimiseks, kus selgitatakse välja kõik vajalik idee ellu viimiseks.

Ühe sellise tee rekonstrueerimise põhiprojekti koostamise projekti vaadeldakse ka lõputöös. Lõputöö koostamise hetkel käsitletakse eskiisi staadiumis projekti koostamist, kirjeldades töö protsessi ning sisu ja kasutades näitlikustamiseks rekonstrueeritavat objekti, peale mida koostatakse hiljem põhiprojekt.

Lõputöö aluseks on Lääne-Viru maakonnas, Väike-Maarja vallas, Rakke alevikus paiknev kõrvalmaantee lõik nr 15124 kilomeetril 12,0–14,4, kus eesmärk on teostada täielik rekonstrueerimine ehk tee katendi ja muldkeha remont ning tee koosseisu kuuluvate rajatiste ehitamist ja ümberehitamist. Rajatiste alla kuuluvad bussipeatused, jalgteed, parkimiskohad, veeviimarid jne. Põhiprojekti koostamise juurde kuulub ka riigitee lõigu projekteerimine ehitise infomudelina ehk BIM-ina (*Building Information Modeling*), mille tulemusena on võimalik tee järgmistes elukaare etappides digitaalsete infomudelite kasutamise ja haldamise kasutusele võtmine. Ometigi lõputöö koostamise hetkel teostati eskiis enne kui alustati põhiprojekti koostamisega, siis ehitise infomodeli projekteerimist ei kajastata. [13]

Teema valikul osutus määravaks autori soov lõputöö käigus ennast projektide koostamise alal arendada ning soov kujundada tellija soovidele vastav eskiis põhiprojekti koostamiseks.

Lõputöö graafiline osa sisaldab nii asendiplaani jooniseid, millele on lisatud juurde esialgne vertikaalplaneering, kui ka konstruktiivsed lõiked, mis visualiseerivad projekteeritava sõidu- ja kergliiklustee kaldeid.

1 TEE EHTUSPROJEKT

Enne, kui alustatakse soovitud tee ehitust, on vaja erinevaid dokumente ja jooniseid, millest ehituse käigus lähtuda. Sellisel juhul on vajalik koostada tee ehitusprojekt.

Tee ehitusprojekti staadiumeid on neli – eskiis, eelprojekt, põhiprojekt ning tööprojekt [14]. Nimetatud staadiumeid tutvustatakse lähemalt peatükis 1.1.

Tee ehitusprojekti tehnilisi andmeid ja parameetreid kirjeldavas seletuskirjas on välja toodud koostamise kuupäev, seletuskirja koostaja ning projekteeriya vastava tegevusala pädeva isiku nimi ja allkiri. Järgnevalt esinevad seletuskirjas üldosa kirjeldus, olemasoleva olukorra kirjeldus, projektlahenduse selgitus ning muud erinevad vajalikud peatükid, mis mängivad soovitud objekti ehitamise juures suurt rolli, näiteks peatükid, mis kirjeldavad tööde teostamist – ehitusaegne liikluskorraldus, ettevalmistustööd, mullatööd, katendi ehitus, truubid, liikluskorraldusvahendid. [14]

Tee ehitusprojekti graafiline osa sisaldab objekti kirjeldavaid ja visualiseerivaid jooniseid ning ehitise ruumilist infomudelit ehk BIM mudelit, mis muutub ajas järjest populaarsemaks ning vajalikumaks, kuid töös käsitletavale teelõigule seda teha ei jõutud. [14]

Joonistes peavad välja toodud olema vähemalt töö number, töö nimetus, joonise nimetus, objekti asukoht kohaliku omavalitsuse üksuse ja asustusüksuse täpsusega, projekteeriya nimi, kontaktandmed ja olemasolul äriregistri kood, joonise koostamise aeg, kasutatud mõõtkava, tee ehitusprojekti staadiumi nimetus, joonise number ning joonise koostaja ja projekteeriya vastava tegevusala pädeva isiku nimi ning allkiri. [14]

BIM mudel visualiseerib kogu objekti 3D-s, sisaldades nii graafilisi osasid, kui ka mitte-graafilisi ehk erinevaid tehnilisi parameetreid kujutatud objekti osadest. BIM mudelit on võimalik koostada näiteks programmis AutoDesk Civil 3D. Koostatud infomudeliga on võimalik säilitada kõik vajalik informatsioon objekti kohta, nagu näiteks konstruktsioonis kasutatud kihid, kihi paksused ja kalded, kraavide asukohad ja sügavused, liiklusemärgid ja teekatemärgistused jne, ning kasutada neid teadmisi edaspidi järgmistes elukaare etappides. Ka siis, kui peaks hiljem tekkima ootamatuid probleeme. [3]

1.1 Tee ehitusprojekti staadiumid

Kõige väiksema mahuga tee ehitusprojekti staadium on eskiis, mis koosneb erinevatest kavanditest ning dokumentidest, andes kavanditele selgitava ülevaate [14].

Eskiisi eesmärk on esiteks määrata paika projektis käsitletav tee asukoht ning teemaa vajadus, analüüsida erinevaid põhimõttelisi lahendusi ja alternatiive, nende sobivust ja ligikaudset ehitusmaksumust, anda planeeringutega terviklik ruumiline lahendus, mis on võimalikult hästi kooskõlas ümbritseva olemasoleva ruumiga ja võtab arvesse erinevaid huve [14].

Eskiisi puhul on tavaks pakkuda välja, kas üks või lausa mitu lahendusvarianti, mille puhul peab olema võimalik võrrelda ja analüüsida neid omavahel. Eskiis peab olema kergesti loetav ning kõigile mõistetav. [14]

Eskiisi ei saa kasutada ehitusloa taotlemiseks, küll aga saab seda kasutada lähtedokumendina ehitusprojekti koostamisel [14].

Eelprojekt on sisult sarnane eskiisi staadiumis koostatud projektile. Erinevus seisneb aga selles, et eelprojektiga koostatakse projektlahendus ning sellega on võimalik taodelda ehitusluba, kuid see peab olema koostatud sellises mahus, mis võimaldab ehitusloa saamist. [14]

Põhiprojekt olema koostatud sellises mahus, et see võimaldaks anda ehitusloa, sisaldab eeldatavat ehitustööde maksumust, sellega saab korraldada ehitushanget ning koostada hinnapakkumist ehitamiseks ja et sellest oleks võimalik lähtuda ehitustööde teostamisel. Projekti koostamisel tuleb arvestada erinevate juhendite, standardite ja määrustega, millest räägitakse lähemalt alates peatükist kolm. [14]

Põhiprojekt on aluseks tööprojekti koostamisele [14].

Tööprojekt põhineb põhiprojektil ning selle eesmärk on täiendada põhiprojektis välja toodud lahendusi. Tööprojektis tuuakse välja spetsiifilised ehitusmaterjalide ja -toodete valikud, kõik nende tehnilised parameetrid kaasa arvatud ehitistele ja nende osadele. Koostatakse ka tootejoonised. [14]

2 TEE EHITUS- JA REMONDIMEETODID

2.1 Ehitamine

Ehitamise eesmärk on suurendada ohutut liiklemist, samal ajal muutes liiklust ka sujuvamaks, soodustada transiitliiklust, seeläbi vähendada keskkonnale mõjuvaid negatiivseid tegureid ja soodustada piirkonna arengut. Ehitamise tulemusena tekib uus tee uute teerajatistega või olemasoleva tee klassi muutumine koos liikluse parendamisega. Eelisjärjekorras objekti valikul lähtutakse eelkõige liiklus- kui ka koormussagedusest, teekatte seisundist, liiklusohutuse tasemest ning samuti erinevatest mõjudest maakasutusele ja keskkonnale. [15]

Valikukriteeriumitena mängivad suurt rolli tasuvuse seisukohalt teekasutajate ajasääst ja sõidukikulude kokkuhoid, mis tekib tee ja ristmike ümberehitamisega ja kohandamisega liikluse vajadusega, liiklusõnnetuste arv ning keskkonnamõjude vähenemine näiteks müra ja õhusaaste. [15]

2.2 Rekonstrueerimine

Selle remondiliigi eesmärk on tee kandekonstruksiooni taastamine või ümberehitamine koos sinna juurde kuuluvate teederajatiste asendamise või remontimisega ja liiklusohutuse parendamisega. Rekonstrueerimist teostatakse teedel, kus teekate on ebatasane, defektne ning ei vasta enam vajalikule kandevõimele, mille tõttu ei ole ka võimalik enam teostada säilitus- ega taastusremonti. [15]

Rekonstrueerimist vajavate objektide valiku aluseks on peamiselt kaks põhimõtet, millest lähtutakse [9]:

1. teed tuleb jagada homogeenseteks lõikudeks, et oleks võimalik võrrelda teelõike kogu kattega teedevõrgu tasandil leidmaks rekonstrueerimist kõige rohkem vajavaid lõike, mille baasil on lihtsam kirjeldada rekonstrueerimise objekte. Kattega teed jagatakse lõikudeks vastavalt määratletud tingimustele [9]:
 - aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus – eesmärk on eraldada erineva seisunditaseme ja liiklussagedusega lõigud ning määrata töömeetod (kergkate, stabiliseerimine ja üks asfaltbetooni kiht jne);
 - katte ehitamise aasta (katte seisukord ja vanus) – eesmärk on eraldada erineva seisukorra ja vanusega teelõigud ning esile tõsta objektid, kus on vana kate ja katte vanuse arvestusvahemikuks on võetud 15–45 aastat;

- asula lõik – eesmärk on eraldada tiheasustusalasid läbivad riigiteede ja tänavat lõigud, mis paiknevad linnas, alevis, alevikus või külas ning mis asuvad liikluskilomeetrite 571 „Asula“/572 „Asula lõpp“ mõjupiirkonnas.
2. kasutatakse teelõikude Eesti teekatendi hoiu süsteemi analüüsi ehk EPMS (*Estonian Pavement Management System*) koos rekonstrueerimise vajaduse koondindeksi ehk RVindeksi arvutamiseks. RVindeks annab võimaluse võrrelda omavahel erinevaid riigimaanteed teelõike ja tuua välja nende pingerida. Koondindeks arvutatakse EPMSi tarkvara abil kasutades järgmisi parameetreid [9]:
- EPMS teekatte seisukorra indeks (prioriteedi summa), mille eesmärk on esile tõsta teelõigud lähtuvalt teekatte seisukorrast. Prioriteedi summat iseloomustab väärtus 100, mis viitab väga halvale teekatte seisukorrale, ning väärtus 400, mis viitab väga heale;
 - tasuvus EPMS analüüsist (esimese aasta tasuvus), mille arvutamiseks leitakse esmalt teekasutajate kulude kokkuhoid esimesel aastal arvestades liiklussagedust ja taset (IRI) enne ning pärast eeldatavat katte uuendamist;
 - katte vanus (väikese osakaaluga, et tooks ette võrdse seisukorra puhul vanema katte);
 - tee katendi kandevõime puudujäägi suurus, mille eesmärk on esile tõsta teelõigud, kus katendi kandevõime ei vasta tee koormussagedusele. Maksimaalne kandevõime puudujäägi piir on 100%;
 - tee vastavus väljaehitamise klassile, mille eesmärk on võrrelda olemasoleva katte laiuse vastavust projekteerimismääratsetes kehtestatud teekatte laiusele ning tõsta esile teed, kus oleva katte laius ei vasta hetke projekteerimise määratsete järgi teel olevale liiklussagedusele;
 - raskeliikluse indeks (väikese osakaaluga, eesmärk iseloomustada ettevõtet).

Minimaalne RVindeks on 0 – teekatte ei vaja remonti – ning maksimaalne RVindeks on 100 – teekatte vajab kohest remonti [9].

Kui RVindeks on leitud, tuleb moodustada suurema rekonstrueerimise vajaduse indeksiga lõikudest rekonstrueerimise kandidaatobjektid, kus objekti soovituslik pikkus on reeglina vahemikus 5–15 kilomeetrit ja põhiliseks objekti alguse ja lõpu määramise näitajaks on katte vanuse muutumise aadressid. Põhjendatud vajadusel võib objekti pikkus olla ka lühem kui viis kilomeetrit või pikem kui 15 kilomeetrit. [9]

Kui kandidaatobjektid on leitud, arvutatakse objekti rekonstrueerimise vajaduse indeks ehk ORVindeks, mis annab võimaluse võrrelda omavahel eespool toodud näitajate abil erinevaid riigiteede rekonstrueerimise kandidaatobjekte ja tuua välja nende pingerida [9].

Minimaalne ORVindeks on 0 – teelõik (objekt) ei vaja rekonstrueerimist – ning maksimaalne on 100 – teelõik (objekt) vajab rekonstrueerimist [9].

Seejärel tuleb kandidaatobjektid järjestada ORVindeks alusel (suuremast väärtusest väiksemani) ja see on rekonstrueerimise objektide pingerida, mille alusel saab koostada objektide rekonstrueerimise nelja aastast plaani [9].

Rekonstrueerimist hakatakse teostama ka lõputöös käsitletaval objektil.

2.3 Säilitusremont

Säilitusremondi eesmärk on säilitada olemasolev kate ning liiklusohutuse parandamine katte haardeteguri suurendamise ja paiguti profiili parandamisega. Selle tulemusena parandatakse katte seisukorda, millega peatub mõneks ajaks defektide areng ning taastatakse teekatte haardetegur. Põhiliseks säilitusmeetodiks kasutatakse pindamist ning objekte valitakse vaadeldes eraldi pinnatud ja pindamata lõike. Pinnatud teede puhul tuleb teostada EPMSi tarkvara abil remondiobjektide nimekiri koos analüüsi teostamisega. Pindamata teedel, kus AKÖL ehk aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus on kuni 3 000 autot/ööpäevas ning kattes esinevad defektid, koostatakse eraldi remondiobjektide nimekiri. [4]

2.4 Taastusremont

Taastusremondi eesmärk on kattega teede puhul vana katte uuendamine, kas ülekatte või olemasoleva katte freesimise ja uuesti paigaldamisega. Seda liiki remonti kasutatakse üldjuhul siis, kui teele on tekkinud roopad ning soovitakse parandada teede sõidetavust. [16]

Teed tuleb jagada homogeenseteks lõikudeks, et oleks võimalik võrrelda teelõike kogu kattega leidmaks taastusremonti kõige rohkem vajavad lõigud. Lõikudeks jaotatakse teed arvestades järgmisi aspekte [16]:

- katte ehitamise aasta (katte seisukord ja vanus), mille eesmärk on eraldada erineva seisukorra ja vanusega teelõigud;
- aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus, mille eesmärk on eraldada erineva liiklussagedusega lõigud.

Taastusremondi objektide valiku puhul on paika pandud ka kindlad reeglid, mis on välja toodud järgnevas loetelus [16]:

- taastusremondi tööde korral kas uuendatakse või asendatakse katte ülemine kiht või paigaldatakse olemasolevale kattele uus ühe- või kahekihiline asfaltbetoonkate;
- analüüsimisele kuuluvad reeglina eelnevalt rekonstrueeritud piisava kandevõimega või väikese puudujäägiga (kuni 10%) asfaltbetoonkattega teelõigud. Lisaks esitavad regioonid analüüsimiseks täiendava nimekirja mitte asfaltbetoonkattega piisava kandevõimega või väikese puudujäägiga (kuni 10%) teelõikudest, mida on võimalik remontida taastusremondi töömeetodiga;
- teekatte tasasus peab olema piisav, et tagada katendi ülemise kihi remondiks valitud remondimeetodi teostamisega asfaldist katendikihtide ehitamise juhises kehtestatud tasasus;
- kandevõime väikesest puudujäägist tingituna võib teele paigaldada uue vähemalt kahekihilise kattekonstruktsiooni, kui teelõigu katte keskmine tasasus $IRI < 4,0$;
- taastusremondi käigus on lubatud teostada väikeses mahus töid rekonstrueerimise iseloomuga (nt üksiku teetruubi väljavahetamine, külmakerke likvideerimine jne), eeldusel, et nimetatud tööde maksumus ei ületa 10% taastusremondi tööde maksumusest;
- liiklussageduse minimaalne piir on tugimaanteedel 500 autot/ööpäevas ja kõrvalmaanteedel 1 000 autot/ööpäevas. Väiksema liiklussagedusega tugi- ja kõrvalmaanteede põhiliseks remondimeetodiks jääb korduspindamine koos profiiliparanduse teostamisega.

3 PROJEKTEERIMISEL KASUTATAVAD LÄHTEMATERJALID

Selles peatükis on käsitletud projekteerimisel kasutatavaid lähtematerjale, kus ühelt poolt on aluseks tellijapoolne soov ning teiselt poolt standardid, määrused ja juhendid.

3.1 Tellija ning projektiga seotud osapoolte esitatud dokumendid

Tellija ning projektiga seotud osapoolte (näiteks alltöövõtjate, kes pakuvad geodeesia ja geoloogia teenuseid) poolt esitatud dokumendid aitavad teede projekteerijal projekteerida õigete ning sobilike parameetritega tee. Järgnevas loetelus on välja toodud põhilised väljastatavad dokumendid ja nende kirjeldused:

- dendroloogiline hinnang, mis annab ülevaate objektil asetsevast kõrg- ja madalhaljastusest. Hinnangu tulemusena selgitatakse välja, milline on kõige väärtuslikum haljastus objektil ja milline vähem väärtuslik. Tänu sellele on võimalik leida rajatava ehitise kõige optimaalsem asukoht, säilitades seejuures võimalikult palju väärtuslikku haljastust; [17]
- detailplaneering, mille eesmärk on viia ellu üldplaneering ja planeeringualale ruumilise terviklahenduse loomine ning tänu millele saab teedeprojekterija hakata hindama selle teostatavust. Detailplaneeringu koostamise korraldaja on kohaliku omavalitsuse üksus; [18]
- geodeetiline alusplaan, mis kirjeldab kõrguslikult ja visualiseerib nii maa pealset olemasolevat olukorda kui ka maa-aluste teadaolevate kaablite ja tehnovõrkude asukohta. Geodeetisel plaanil on kindel mõõtkava. Kasutades geodeetilist alusplaani, määrab teedeprojekterija paika tee sobiliku asukoha koos kõrgustega, hinnates sademevee äravoolu ja viies kokku olemasoleva olukorraga;
- ehitusgeoloogiliste uuringute kokkuvõte, mis edastab vajalikku infot ehitusaluse pinnase ja pinnasevee kohta. Võttes arvesse ainult liiklussagedust- ja koormust teekonstruktsiooni projekteerimisel, jääb see kindlasti väheks. Oluline on teada ehitustööde alasse jääva pinnase omadusi, sest vastasel juhul võivad välja kujuneda teekonstruktsiooni üle- või aladimensioneerimine, mis mõlemal juhul on tellijale kulukas. Nõrkade pinnaste tõttu võib olla vajalik ette näha teekonstruktsiooni täielik väljakaevamine, mass-stabiliseerimine jms, et ennetada edasisi probleeme; [19]
- liiklusuuringu kokkuvõte, kust leiab infot liiklus- ja koormussageduste, läbilaskvuse, teenindustaseme, piirkiiruse, fooritulede ja muudest teeseaduse ning nõuetest kinnipidamise kohta [20]. Tänu sellele on teedeprojekterijal võimalik koostada kõige optimaalsem projektlahendus – nimelt oskab projekterija näiteks hinnata, kas on vaja ohutuse ja nõuetest

kinnipidamise taset tõsta kasutades selleks erinevaid liiklust rahustavaid ja kontrolli all hoidmise meetmeid, milleks võivad olla erinevaid künnised, foorid, suunamuutetakistused, liikluskaamerad jne;

- projekteerimistingimused, mis antakse välja juhul, kui puudub detailplaneeringu koostamise kohustus või detailplaneeringu olemasolul põhjendatud tingimustel nagu näiteks, kui detailplaneeringu kehtestamisest on möödas üle viie aasta, detailplaneeringu kehtestamise järel on ilmnenud olulisi uusi asjaolusid või on üldiselt muutunud planeeringuala või selle mõjuala ja detailplaneeringu kehtestamise järel on muutunud õigusaktid või kehtestatud planeeringud. Projekteerimistingimustega täpsustatakse kasutamise otstarvet, hoonestusala tingimusi, kõrguse ja vajaduse korral sügavuse muutmist, arhitektuurilisi, ehituslikke või kujunduslikke tingimusi, maa-alal asuva ehitise teenindamiseks vajaliku ehitise võimalikku asukohta, ehitusuuringu tegemise vajadust, haljastuse, heakorra või liikluskorralduse põhimõtteid ning planeeringuala hoonestuslaadi, sealhulgas krundijaotust, kui see on seotud ehitusliku kompleksi ehitamisega, tingimusel, et ei muutu planeeringuala ehitusõigus; [21]
- tehniline kirjeldus, mis annab põhjaliku ülevaate projekti eesmärgist, lähteülesandest, uuringute teostamisest, objekti koosseisu kuuluvatest rajatistest ja nende andmetest/parameetritest, koostatavatest projekti staadumitest, projekti koostamise üldistest nõuetest, tehnovõrkudest, liikluskorraldusvahenditest, teevalgustusest, haljastusest ja selle hooldusest, koosolekutest, kooskõlastamisest ja avalikkuse kaasamisest ning vormistusnõuetest [13].

3.2 Standardid

Käesolevas peatükis loetletakse üles ja kirjeldatakse teede projekteerimisel kasutatavad põhilised standardid:

- EVS 613:2001/A1:2008 – „Liiklusmärgid ja nende kasutamine”;
- EVS 614:2022 – „Teemärgised ja nende kasutamine”;
- EVS 843:2016 – „Linnatänavad”, mis annab juhiseid tiheasustusalas projekteerida alates linnaliiklusest lõpetades kuni tehnovõrkudega [22];
- EVS 932:2017 – „Ehitusprojekt”, kus antakse juhiseid tee, teerajatis ja muude alade ehitusprojektide koostamise kohta. Standard käsitleb ehitusprojekti arengujärkudes tehtavat projekteerimistööd, esitavat infot ja selle detailsust [23];
- EVS 901-20:2013 – „Tee-ehitus. Katsemeetodid. Osa 20: Filtratsioonimooduli määramine“, kust leiab vajaliku informatsiooni drenikihi ja muldkeha õige filtratsiooni määramise kohta.

3.3 Määrused

Käesolevas peatükis loetletakse üles ja kirjeldatakse teede projekteerimisel põhilis kasutatavaid määruseid:

- „Tee projekteerimise normid“. Määrus sisaldab endas lisa „Maanteede projekteerimismid“, kus on välja toodud infot teede projekteerimise kohta kirjeldades üldosa (projekteerimise lähtetasemed, maantee klassid, liiklussagedused, keskkonnakaitse jne), maantee põhiparameetreid vastavalt maantee klassile, projektkiirustele ja muule, muldkeha, katendeid, ristmikuid, rajatise, teepäraldisi ja tehnovõrke [1];
- „Tee ehitusprojektile esitatavad nõuded“. Määrus sisaldab nõudeid avalikult kasutatava tee ja avalikkusele ligipääsetava eratee, välja arvatud tehnovõrgu, ehitusprojekti dokumentatsioonile [14];
- „Tee ehitamise kvaliteedi nõuded“. Määrus sisaldab endas nõudeid teetööde ja kõikide vaheetappide kohta, mida peavad jälgima nii ehitusprojekti koostaja kui ka teetöid teostav ettevõtte [24];
- Ettevõtlus- ja infotehnoloogiaministri määrus „Puudega inimeste erivajadustest tulenevad nõuded ehitisele“, Määruse abil on projekteerijal võimalik koostada puudega inimeste erivajadusi arvestav parkla, ülekäigurada, kergliiklustee, ühissõiduki peatus, käigutunnel või muu [25];
- „Nõuded ajutisele liikluskorraldusele“. Määrusest lähtudes on võimalik projekteerijal koostada näiteks ajutise liikluskorralduse skeem;
- „Liiklusmärkide ja teemärgiste tähendused ning nõuded fooridele“;
- Tallinna Linnavalitsuse määrus „Teekatendi- ja kaevukonstruksioonide projekteerimisele, rajamisele ja remondile esitatavad nõuded“. Määruse lisas on „Sillutiskivi, asfalt- ja tsementbetooniga teede ja tänavate tüüpkatendikonstruktsioonide projekteerimisele, rajamisele ja remondile esitatavad nõuded“.

3.4 Juhendid

Lisaks erinevatele standarditele ja määrustele, reguleerivad teede projekteerimist ka juhendid, mille põhilised dokumendid on välja toodud järgnevas loetelus:

- „Asfaldist katendikihtide ehitamise juhised“, mis kirjeldab asfaltsegude koostist, valmistamist, transporti, paigaldust, proovide võtmist, nõudeid ja muud [26];

- „Elastsete teekatendite projekteerimise juhend”, mis käsitleb olulisi teemasid alates katendi projekti lähteülesandest kuni lõpetades katendi projektiga [27];
- „Geotehniliste uuringute juhise”, mis kirjeldab geotehniliste uuringute üldnõudeid kui ka nõudeid eelprojekti ja põhiprojekti staadiumis geotehniliste uuringute teostamise korral [28]. Juhise järgi saab projekteerija veenduda geotehniliste uuringute korrektsuses ning nõuetele vastavuses;
- „Killustikust katendikihtide ehitamise juhend“, mis kirjeldab üldisi nõudeid aluste projekteerimisel, ehitamisel, sideainega töötlemata aluste ehitust, bituumensideainega töödeldud aluste ehitust ning tööde vastuvõtmist [29];
- „Muldkoha ja dreni projekteerimise, ehitamise ja remondi juhise“, mis käsitleb muldkoha projekteerimise, ehitamise või remondina nii muldkoha, muldkoha aluspinnase kui tee niiskusrežiimi kavandamist või teostamist [30];
- „Riigiteede liikluskorralduse juhise“, kus on välja toodud nõuded liikluskorraldamisele, liikluskorraldusvahenditele ja nende kasutamisele [10];
- „Teetööde tehnilised kirjeldused”, mis sätestab Transpordiameti hankelepingutes teede ehitamisega seotud tööde mahtude ulatuse, mõõtmise ja maksmise metoodika käsitledes ka erinevaid töid, mis kuuluvad teede ehituse ja projekteerimise juurde [31].

4 OBJEKTI ÜLDOSA

4.1 Asukoht

Lõputöös käsitletav tee on riigitee 15124 Kapu-Rakke-Paasvere kõrvalmaantee ning rekonstrueeritav lõik asub Lääne-Viru maakonnas, Väike-Maarja vallas, Rakke alevikus kilomeetritel 12,0–14,4 (Joonis 1). Objekt algab asulaväliselt, kuid 100 meetrit hiljem siseneb asulasse, ning lõppeb ristumisel riigiteega nr 22 Rakvere-Väike-Maarja-Vägeva tugimaantee. Sinna vahemikku kuuluvad F. R. Faehlmanni ja Simuna teed.



Joonis 1. Rekonstrueeritava lõigu asukoht [32]

4.2 Lähtematerjalid

Eskiisi koostamisel on lähtematerjalideks võetud:

- tehniline kirjeldus „Riigitee 15124 Kapu-Rakke-Paasvere km 12,0–14,4 Rakke aleviku lõigu rekonstrueerimise põhiprojekti koostamine“, mis kirjeldab projekti eesmärki, olemasolevat olukorda, lähteülesannet, teostatavaid uuringuid, katendi projekti, eskiisi, projekteerimistingimuste menetlust, keskkonnamõjude eelhindangut, krundijaotuskava, põhiprojekti, projektide koostamise üldisi nõudeid, liikluskorraldusvahendeid, teevalgustust,

tehnovõrkude ümbertõstmist, haljastust ja hooldust, koosolekuid, kooskõlastamist ja avalikkuse kaasamist ning vormistusnõudeid [13],

- Teelahendused OÜ koostatud liiklusohutuse inspekteerimine riigitee 15124 Kapu-Rakke-Paasvere lõik km 12,1–14,3 Rakke alevikus (töö nr PP-18-12). Dokument annab ülevaate rekonstrueeritavas lõigus leiduvatest probleemsetest ja liiklusohtlikest kohtadest, mis projekteerimise käigus on vaja lahendada. [33]

Samuti on eskiisi koostamisel arvestatud peatükis „Projekteerimisel kasutatavad lähtematerjalid“ nimetatud standardite, määruste ning Transpordiameti juhenditega.

4.3 Teostatavad uuringud

4.3.1 Topo-geodeetiline uuring

Topo-geodeetiline uuring on geodeetiliste tööde kogum, mille käigus selgitatakse välja ehitusega seotud maa-alal olemasolev olukord ja lähteandmed enne ehitusprojekti koostamist. Topo-geodeetilise uuringu tulemusena valmib suuremõõtkavaline geodeetiline alusplaan, mis sisaldab infot nii maapealse situatsiooni (hooned, haljastus, infrastruktuur jms) kui ka maa-aluste kaablite ja tehnovõrkude (elektri-, sidekaabel, vee- ja kanalisatsioonitrass jms) kohta koos kaevude tabeliga. [34] [35]

Geodeetilist alusplaani kirjeldab plaaniline täpsus – kõrguspunktide tihe ning kõrguslikult olemasolevat pinnast üks-ühele visualiseeriv paiknemine tänu millele on võimalik saada jooniste ja pinnamudelite koostamiseks piisava detailsusega ettekujutus olemasoleva pinnase isepärasustest. Geodeetiline alusplaan annab aluse uue tee ja/või trassi planeerimiseks, vana rekonstrueerimiseks ja taastamiseks. Samuti peaks olema alusplaanel välja toodud olemasolul tehnovõrgud, truubid, kraavid, aedade, ehitised, restkaevud, veetrassid, kõrgendikud, äärekivid, liiklusmärgid, elektrikapid, kinnistu piirid ja nimetused, teekatte materjalide ja tee nimetused, erinevate takistuste olemasolu plaanil jne. Mida detailsemalt on geodeetiliselt alusplaanel kirjeldatud olemasolev olukord, seda sobilikuma lahenduse saab teedeprojekteerija välja pakkuda. Kirjelduse detailsuses saab veenduda külastades ise objekti ja tehes näiteks fotokujul jäädvustused, mida saab alusplaaniga võrrelda. Tehnovõrkude täpsuse määramisel on abiks Maa-ameti kitsenduste kaart, kust on võimalik kontrollida erinevaid võrgu ja infrastruktuuri nähtusi.

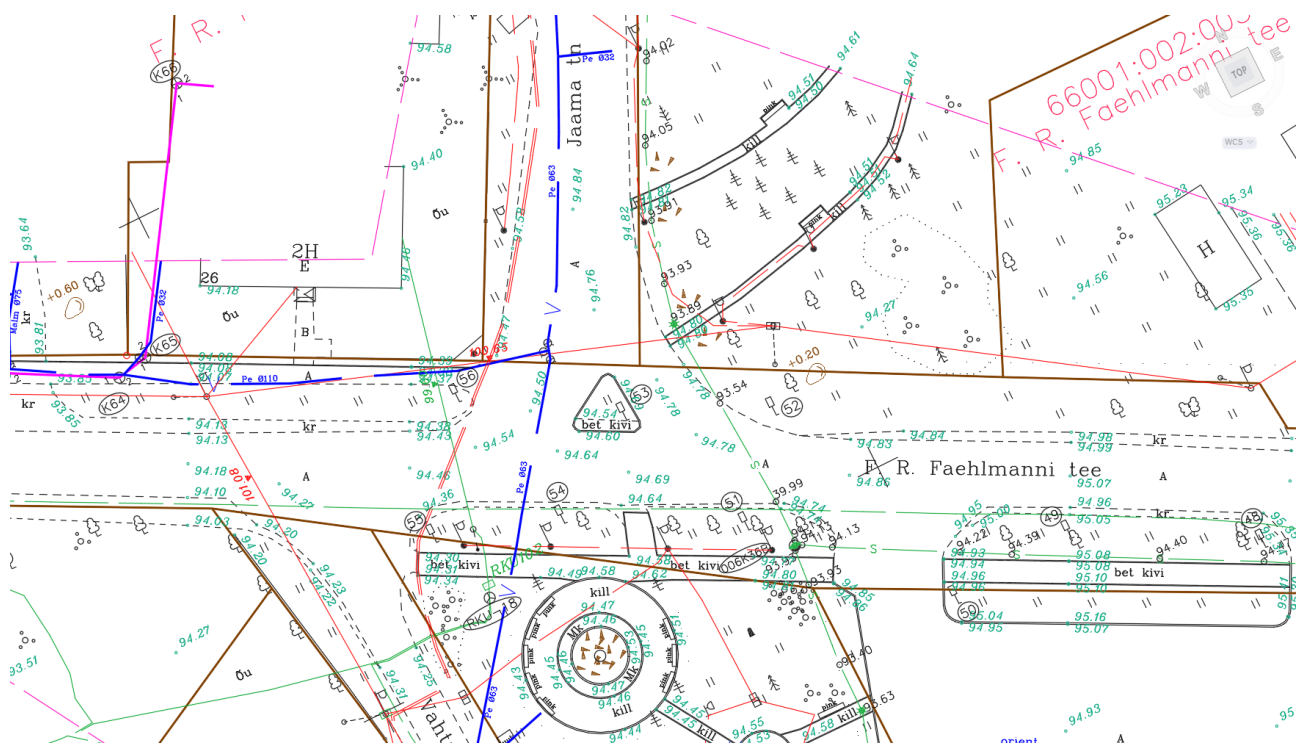
Kui geodeetiline alusplaan on ebakvaliteetne, siis sellega võivad kaasneda märkimisväärsed kulutused kõikidele projekti osapooltele, aga ka viivitused ehitusel. Näiteks kui on jäetud näitamata

mõni tehnovõrk ning ehituse käigus sellest tingituna see purustatakse, siis peab teostama tehnovõrgu taastamise, mis on jälle lisakulu ja -töö. Kui aset leiab olukord, kus geodeetilisel alusplaanel on kõrgused paigast ära, siis võib see tähendada mahtude valearvestust ja ka sellega võivad tekkida suured ning ebavajalikud aja-, raha- ja töökulud. Seetõttu on vaja enne põhiprojekti lahenduse koostamist veenduda geodeetilise alusplaani kvaliteedis, et tagada sujuv töö.

Rakke kõrvalmaantee rekonstrueerimise eskiisi koostamisel lähtuti Rakendusgeodeesia ja Ehitusgeoloogia Inseneribüroo OÜ (REIB) poolt mõõdistatud geodeesia tööst nr TT-6406T nimega „Riigitee 15124 km 12,0–14,4 Rakke aleviku lõigu topo-geodeetilised uurimistööd“. Töö koosneb seitsmest lehest ning esineb mõõtkavas 1:500. Välitööd teostati oktoober – detsember 2022. aastal. Koordinaadid on L-EST 97.a., kõrgused EH2000 süsteemis. Kinnistute informatiivsed piirid on võetud Maa-ametist [36].

Eskiisi koostamisel kasutatud geodeetilisel alusplaanel on kõrguspunktid maanteel keskmiselt iga 20 meetri tagant nii teljel, katte-, peenra- ning äärekivi olemasolul äärekivi servades, selle näitlikustamiseks on toodud väljavõte geodeetilisest alusplaanist alloleval joonisel (Joonis 2). Alusplaan sisaldab endas tee enda kui ka katte tüübi nimetust, kinnistu piire ja nimetust, kõrghaljastuse asukohti, tehnovõrke, veetrasse, restkaeve, kraave, kõrgendikke, truupe, liiklusmärkide ja lambipostide asukohti, ehitisi, aedu jne. [36]

Alusplaanel on olemas kõik vajalik info, et projekteerida sobilik rekonstrueerimise lahendus.



Joonis 2. Väljalõige geodeetilisest alusplaanist [36]

4.3.2 Geoloogia

Projektiga on ette nähtud koostada ehitusgeoloogilised uuringud, mille põhjal analüüsida pinnast ning valida sobiv teekonstruktsioon. Lõputöö koostamise hetkel ei olnud loodud veel ehitusgeoloogiliste uuringute kokkuvõtet, kuna see oli teostamisel.

4.3.3 Liiklusuuring

Liiklusuuringu käigus teostati Kapu-Rakke-Paasvere kilomeetril 12,0–14,4 liiklussageduse prognoos, mille tulemused on välja toodud lisade peatükis (Lisa 1).

Liiklussageduse prognoosi tulemustest suuri muutusi aastaks 2045 prognoositud ei ole. Muutus võrreldes aastaga 2022 on kõigest 11%. Suurem osa liiklusest toimub objekti alguse ja Mäe tänava vahelisel lõigul, mis tõenäoliselt on tingitud elurajoonide tihedamast paiknemisest, kooli, lasteaia, poodide ja muu olemasolust. [37]

Liiklusuuringu põhjal selgus, et liiklussagedus projektala teedel on suhteliselt tagasihoidlik, seega ristmike teenindustasemeks hinnati A-tasemele, mis viitab ooteaja puudumisele või siis on väga lühike [37].

4.4 Olemasoleva olukorra kirjeldus

Käsitletava kõrvalmaantee teelõigu AKÖL on 2021. aasta seisuga on 1 179, millest AR 6%, SAPA 94% ning VAAB 0%. Objektile kehtib suurim lubatud sõidukiirus 50 km/h ning mõlemas suunas on üks sõidurada. Vaheldumisi esineb nii ühepoolne kui ka kahepoolne kergliiklustee. Sõiduteel valdavalt äärekivid puuduvad ning sajuvesi juhitakse üle katte serva haljasalale. Riigitee ületab ka raudtee ülesõitu ning tegemist on Tapa-Tartu raudtee Rakke jaama nelja rööpmepaariga raudteega, mille valdajaks on Eesti Raudtee AS. Peale raudteeülesõidukohta asub paremal pool üle 500 meetri ulatuses ühepoolne äärekivi ning Simuna teel asub vasakul pool 150 meetri ulatuses ühepoolne äärekivi, mis mõlemad eraldavad kergliiklustee sõiduteest. Sõidutee katte laius varieerub, kuid keskmine on 6,2 meetrit. Teekatte keskmine tasetas näitaja on keskmiselt 3,9 mm/m, mis on halb (Foto 1). Teelõik kilomeetritel 12,23–14,44 on valgustatud. [13]



Foto 1. Rekonstrueeritava lõigu olemasolev olukord

4.4.1 Liiklusohutus

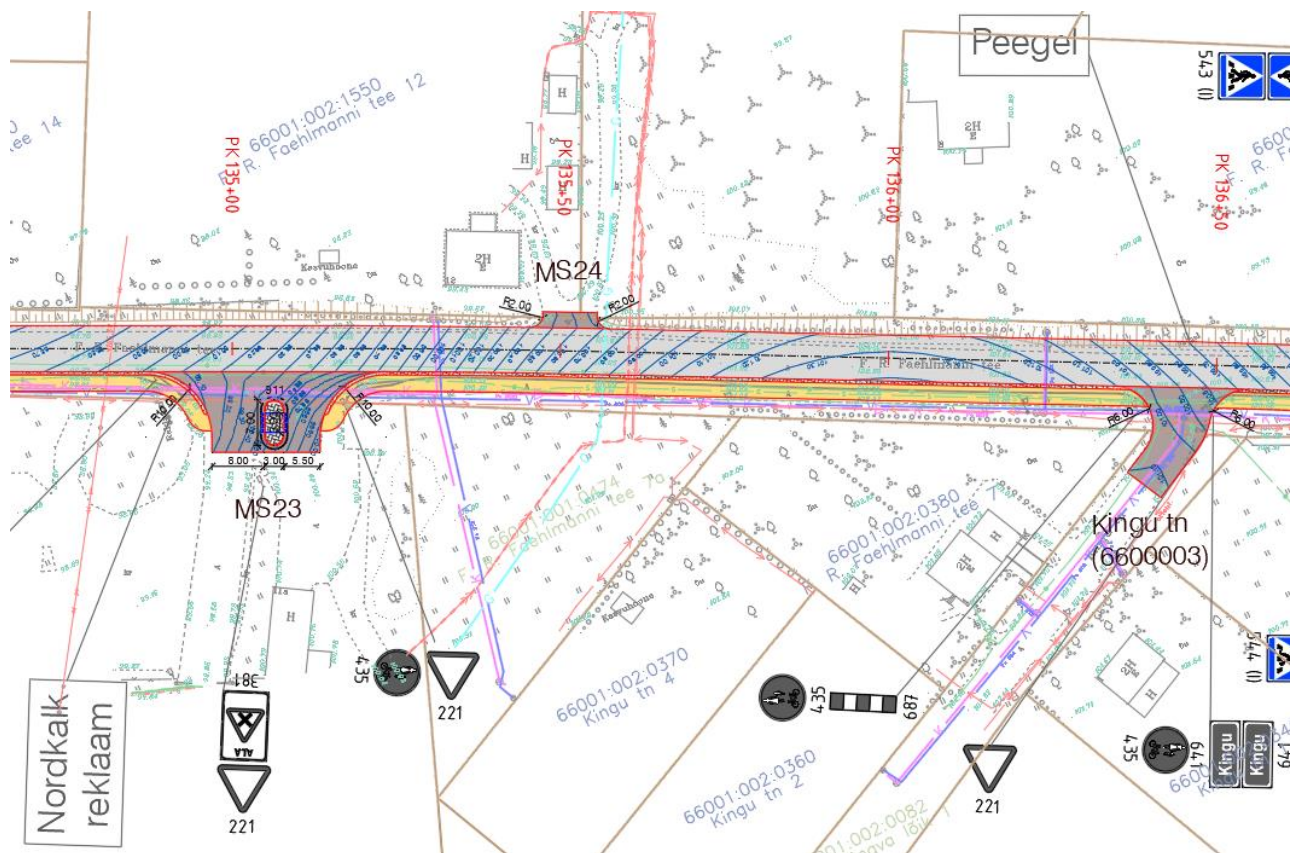
Kogu objekti raames on tegemist võrdlemisi kitsa maanteeaga ehk katte laius on keskmiselt 6,2 meetrit, kus vastavalt liiklussagedusele peaks olema kogu katte laius seitse meetrit. Kergliiklustee

asub ühel poolel sõiduteed, mis viitab sellele, et tihti peab teed ületama, ning puudub jätkuvus, mis tähendab, et käiakse tee peenral. Parklad ja peatumiskohad sulanduvad ümbritseva ruumiga, mis tähendab, et need ei ole kergesti eristatavad ning nähtavus ristmikelt ja mahasõitudel on osades kohtades piiratud – need tegurid võivad tekitada liigseid liiklusohutlikke olukordi. Mahasõidud paiknevad üksteisega võrreldes üsna tihedalt ning sõiduteelt puudub osades kohtades märgistus. Riigitee kilomeetril 13,60 on tee pikiprofilis kühm (Foto 2), mis varjab liiklejate vaatevälja kõrvalharult väljasõiduks alates NordKalk AS kaalumajast aadressil F. R. Faehlmanni tee 11a, mis on kujutatud foto ülemises osas, kuni Kingu tänava ristmikuni, mis on kujutatud foto alumises osas. [38]



Foto 2. Nähtavust halvendav kühm tee pikiprofilis

Eelnevalt näidatud kühmu haripunkt asub kogu objekti lõikes kilomeetril 13,60. Selle asukoht on kujutatud ka alljärgneval joonisel (Joonis 3).



Joonis 3. Tee pikiprofiilis esineva kühmu asukoht asendiplaanil

4.4.2 Olemasoleva katte ajalugu

Projekteerimisele aitab kaasa rekonstrueeritava teekatte ajaloo kontrollimine, tänu millele on võimalik analüüsida eelnevalt teostatud töid, avastada nende potentsiaalseid põhjuseid ning hinnata nende samade põhjuste olemasolu praegusel momendil.

Riigitee 15124 Kapu-Rakke-Paasvere kilomeetril 10,81–13,10 paigaldati 1965. aastal uus pealmine kiht tihedast asfaltbetooni segust AC 16 bin olemasolevale kattele [39]. Tegu on Teeregistris kõige varasema jäädvustatud tööga tervel rekonstrueeritaval tee lõigul.

Kilomeetril 13,10–14,31 paigaldati 1983. aastal uus pealmine kiht tihedast asfaltbetooni segust AC bin 16 olemasolevale kattele [39].

Kilomeetritel 14,31–14,39 ja 14,41–14,46 paigaldati 2011. aastal uus kate tihedast asfaltbetoonist segu AC 12 surf paksusega neli sentimeetrit killustikalusele. [39]

Kilomeetril 10,81–12,10 on 2018. aastal teostatud 1,5-kordne pindamine ehk alla on läinud killustik fraktsiooniga 8/12 millimeetrit ning peale 4/8 millimeetrit. Täna on pindamise vanus viis aastat. [39]

Kilomeetril 12,10–14,31 on 2014. aastal teostatud ühekordne pindamine ehk üks kiht killustikku fraktsiooniga 8/12 millimeetrit. Täna on pindamise vanus üheksa aastat. [39]

Eelnevalt nimetatud kahe pindamistöo liitumine on selgesti eristatav alljärgneval fotol (Foto 3), kus peale asula lõppu tähistavat liiklusmärki algab hilisemal ehk 2018. aastal pinnatud sõidutee.



Foto 3. Pindamistööde liitumine kilomeetril 12,10

Kilomeetril 14,30–14,39 ja 14,41–14,43 on 2019. aastal teostatud 1,5-kordne pindamine ehk alla on läinud killustik fraktsiooniga 8/12 millimeetrit ning peale 4/8 millimeetrit. Täna on pindamise vanus neli aastat. [39]

Kõikide nende aastate jooksul on teostatud ainult pealmise katte uuendamine kas asfalteerimise või pindamise näol, kuid konstruktsiooni välja vahetust mitte. Kuna täna on päeval leiab endiselt seal

palju defekte, siis võib see viidata sellele, et defekte ei põhjusta mitte pealmine kate, vaid konstruktsioonis amortiseerunud materjalid või materjalide mitte piisavad omadused.

4.4.3 Teekatte defektid

Üks mõjuv põhjus, miks planeeritakse teele rekonstrueerimist, on kindlasti see, et tööga elimineeritakse teel hetkel leiduvad defektid, mis langetavad liiklusohutust ja ajapikku kiirendavad tee lagunemise protsessi.

Lisade peatükis paiknev tabel (Lisa 2) annab ülevaate alates objekti algusest kuni objekti lõpuni 100 meetrise sammuga teel esinevatest defektidest, mis on Teeregistri andmebaasi registreeritud 11. mail 2022 [39].

Esinevate andmete põhjal saab järeldada, et kõige suurema osakaaluga defektid kogu objekti lõikes on katte serva defektid (Foto 4), mida iseloomustab katte serva lagunemine või murenemine ja mida leidis kokku 1 598 meetrit, ning kitsad pikipraod, mida leidis kokku 810 meetrit [39].



Foto 4. Katte serva defekti näide

Katte serva defektid võivad olla põhjustatud liikluse all kas liiga kitsastel teekatetel või kitsastel kindlustatud peenardel ning kitsad pikipraod võivad olla põhjustatud tee ebaühtlase vajumise, asfaltbetooni nihkepingete või külmakergete tõttu [40] [41].

Samuti leidus objektil 220 ruutmeetrit võrkpragunemist (Foto 5) ning mõningates kohtades ka põikpragunemist, kitsaid vuugipragusid, lõõkauke, murenemist ja katte taastamise lappe. Laiasid pikipragusid ja vuugipragunemisi objektil see-eest ei leidunud. [39]



Foto 5. Katte võrkpragunemise näide

Võrkpragunemist võivad põhjustada teekatendi üleüldisest madalam kandevõime, asfaldi all oleva materjali ebapiisavad asfaltkatet toetavad omadused või asfaltbetooni vananemine [41].

Antud objektil on kitsaste pikipragude üheks põhjustajaks kindlasti külmakerge, sest Maa-ameti mullastiku kaardi kohaselt asuvad teekonstruktsiooni all järgmised mullad [42] [43]:

- leostunud gleimuld (Go), kus esinevad alaliselt (keskmiselt) liigniisked mullad, mis on tingitud pidevalt mullaprofiili ulatuvast põhjaveest,
- gleistunud rähkmuld (Kg), kus esinevad ajutiselt (nõrgalt) liigniisked mullad,
- leetjas gleimuld (GI), kus esinevad alaliselt (keskmiselt) liigniisked mullad, mis on tingitud pidevalt mullaprofiili ulatuvast põhjaveest,
- küllastunud turvastunud muld (Go1), kus esinevad alaliselt (tugevasti) liigniisked mullad tingituna kõrgest põhjaveest,
- gleistunud nõrgalt leetunud muld (LkIg), kus esinevad nõrgalt (ajutiselt) liigniisked liiv- ja harva savimullad.

Eelnevalt loetletud muldade põhjal saab järeldada, et kogu objekti lõikes, välja arvatud kilomeetril 12,25–13,51, mille kohta pole informatsiooni, on teekonstruktsiooni all niisked mullad. Niiskete

muldade puhul mängib meie kliima ööpäevane temperatuuride muutus väga suurt rolli, tekitades külmakerkeid ja külmakerked omakorda kitsaid pikipragusid.

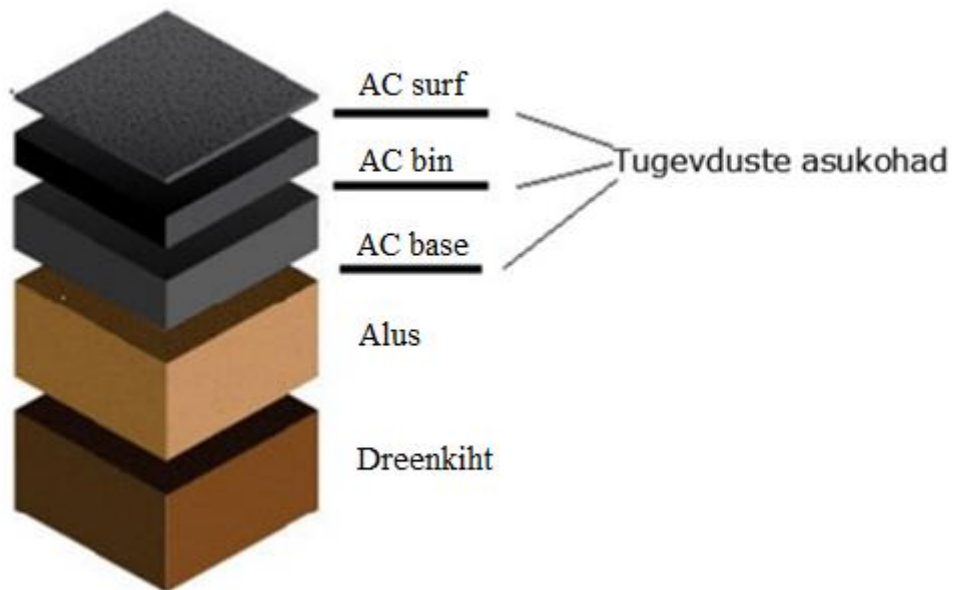
4.4.4 Külmakerkeoht ja leevendamise võimalused

Eesti asub parasvöötme kliimavööndis, kus on tavapärane nähtus suured õhutemperatuuri muudatused – 2022. aasta maksimaalne õhutemperatuur mõõdeti 28. juunil Viljandis, milleks oli 33,0°C, ning minimaalne õhutemperatuur mõõdeti 11. jaanuaril Narvas, milleks oli -25,8°C [44]. On teada, et miinuskraadide juures vesi külmub ning seejuures võib selle maht suureneda ligikaudu 9%, mis põhjustabki teedel külmakerkeid. Võttes arvesse asjaolu, et Eesti maismaast on märgaladega kaetud lausa 22,3%, mis külmakerkeid märkimisväärselt soodustab, siis meie kliimas on see üheks suurimaks geoloogiliseks teede-ehituse valdkonna murekohaks. [12] [45]

Ka objektidel leiduvad defektid võivad olla põhjustatud potentsiaalsetest külmakergetest, mistõttu tuleks suuremas pildis lähemalt uurida nende olemust ning likvideerimise võimalusi, et vältida sarnaseid probleeme tulevikus.

Külmakerke käigus tekivad teekonstruktsioonis jääläätsed (jäämass, mis tekib suuremates tühimikes vee külmumisest tingituna) ning nende kasvud. Need omakorda tekitavad muhke kui ka vundamentide kerkimist, mis põhjustavad pikipragude ja võrkpragunemiste teket soodustades vee sisse tungimist tee konstruktsiooni ja halvendades külmakerkeliste pinnaste kandevõimet, teetasasuse langust, tee üldise seisukorra halvenemist ning majanduslikult suuri kulutusi hilisemate probleemide likvideerimisel. Selle kõige vältimiseks, oleks mõistlik kirjeldatud murekohtadele lahenduse leidmisega alustada juba varajases etapis – projekteerimises. [27] [45]

Rekonstrueeritavate teede puhul aitavad külmakergete tagajärgede vastu geosünteedide nagu geotekstiili ja -võrgu olemasolu teekatte pinnale võimalikult lähedal. Geosünteedide parimat paiknemist külmakergete tekke ning laastavate mõjude vastu iseloomustab allpool asuv elastsete teekatendite projekteerimise juhendist välja võetud joonis (Joonis 4), kust pealmisest kihist alustades ning sügavamale minnes paiknevad asfaltbetoonist kulumiskiht AC surf, asfaltbetoonist siduvkiht AC bin, asfaltbetoonist kandevkiht AC base, alus ja drenkiht. [27]



Joonis 4. Geosünteedide asukohad külmakerke vastu [27]

Geovõrgu olemasolu katendikihtide vahel armeeriks ning stabiliseeriks neid kihte, mille tulemusena suureneks nende vastupanuvõime külmakergetest tingitud muutuste vastu [27].

Geotekstiili olemasoluta on võimalik sadeveel teekatte pragudest sisse tungida külmakerkelistesse kihtidesse halvendades nende kandevõimet. Kui projekteerimise etapis ette näha geotekstiili paigaldus liivakihtile, siis välistatakse võimalus, et vesi tungib sügavamatesse kihtidesse. Kui liivakiht omab õiget põikkallet, siis tänu geotekstiilile juhitakse sadevesi konstruktsioonist välja mööda oma tasapinda. [27]

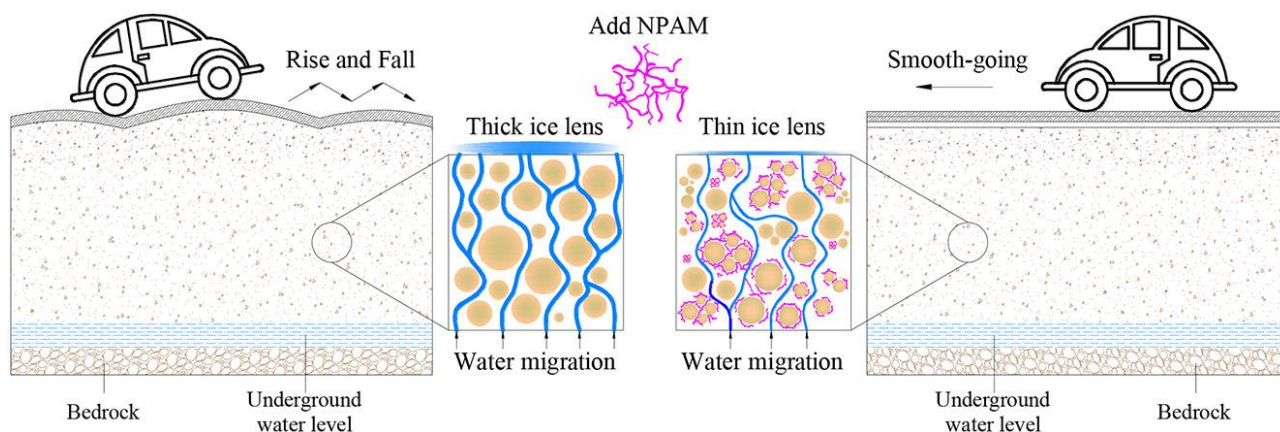
Omades ülevaadet soovitud rajatava või rekonstrueeritava tee asukoha geoloogilistest andmetest, on võimalik anda hinnang sellele, kas pinnasevee sügavust on võimalik alandada ja kas see muudaks olukorda paremaks.

Eelnevas peatükis loetletud muldade põhjal võib arvata, et pinnasevesi on objektil kõrge või ulatub tihti mullaprofiili. Seega võib järeldada, et pinnasevee sügavuse alandamine toob kaasa ka külmakerke väiksema tekkimise tõenäosuse. Mõistlik oleks ette näha sobilikesse kohtadesse kraavide rajamised, tänu millele saab vesi koguneda konstruktsioonist väljaspool. Võimalusel võiksid kraavid omakorda juhtida vee lähimasse veekogusse, et suurema saju korral ei tekiks vee massilist kogunemist kraavidesse, minimeerides võimalust sadeveel teekonstruktsiooni sellegi poolest sattuda.

4.4.5 Mitteoone polüakrüülamiid teede-ehituses

Külmakerkelisuse vähendamise ühe variandina on võimalik kasutada teede-ehituses mitteoonseid polüakrüülamiide. Mitteoone polüakrüülamiid on nii publri kui ka vedeliku kujul esinev aine, mida tavaliselt kasutatakse mulla vett imava ainena, liiva kindlustamisel ja stabiliseerimisel, keemilise vuukimisainena, reoveepuhastusel jne [8] [46].

Pinnase modifitseerimisel polüakrüülamiididega on võimalik väiksemaks muuta selle sadevee läbilaskvus, mis tähendab sadevee migratsioonikindluse suurenemist. Seda iseloomustab ka allpool asuv joonis (Joonis 5), kus vasakul poolel asub külmatundlik mitte-modifitseeritud pinnas, kus tekivad suuremahulised jääläätsed, ning paremal poolel pinnas, mis on modifitseeritud mitteoonse polüakrüülamiidiga ehk NPAM-iga, vähendades vee läbilaskvust pinnasesse ning hoides jääläätsed minimaalses suuruses. [46]



Joonis 5. mitteoonse polüakrüülamiidiga mitte-modifitseeritud ning modifitseeritud pinnaste võrdlus [46]

Polüakrüülamiidi saab tõhusalt kasutada mulla külmatundlikkuse vähendamiseks, külmakergete paremaks ennetamiseks ning sellel on suur potentsiaal nii teede- kui ka raudteede ehituse valdkonnas.

4.4.6 Põlevkivituhk teede-ehituses

Sarnaselt mitteoonele polüakrüülamiidile, on Eesti teede-ehituses kasutatud põlevkivi põletamisel tekkinud jääkainet ehk põlevkivituhka, mis on samuti kajastanud positiivseid tulemusi. Eesti Energia Narva Elektri jaamades toodetud põlevkivituhast valminud Narva-Mustajõe ja Simuna-Vaiatu teelõikude pilootprojekt, mis kinnitasid, et tulemused olid paljulubavad – kasutades põlevkivituhka teekonstruktsioonis on võimalik muuta tee vastupidavamaks. [47]

5 OBJEKTI PROJEKTLAHENDUS

Selles peatükis käsitletakse riigitee nr 15124 Kapu-Rakke-Paasvere kilomeeter 12,0–14,4 projektlahendust juhindudes tehnilisest kirjeldusest ja Teelahendused OÜ liiklusohutuse inspekterimisest.

5.1 Plaanilahendus

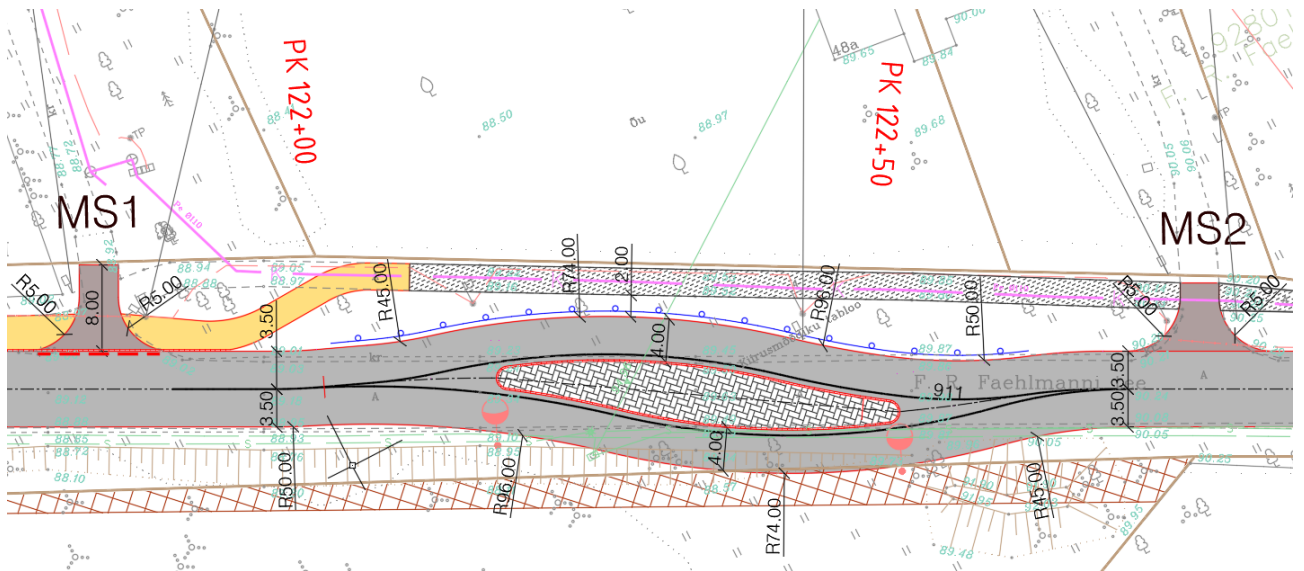
Kogu tee lõikes on projekteeritud seitsme meetri laiuse kattega asfaltbetoonist sõidutee, mille ühe sõiduraja laius on kolm meetrit ning kindlustatud peenar 0,5 meetrit. Parempoolne jalgtee on projekteeritud läbivalt 2,5 meetri laiuses ning vasakpoolne 2–2,5 meetri laiuses või vastavalt olemasoleva jalgtee laiusele. Mahasõidud on projekteeritud juhindudes Transpordiameti joonisest „Mahasõit: Tüüp I ja II“, olemasolevast olukorrast või valla poolsest soovist rajada raske transpordiga arvestades suuremad raadiused. Ristmike projekteerimisel lähtuti EVS 943 Linnatänavate standardist või olemasolevast olukorrast.

Praegustel eskiisi staadiumis koostatud asendiplaani joonistel ei ole välja joonistatud äärekivi, mis eraldab kergliiklustee sõiduteest, ainult konstruktiivsetel lõigetel on näidatud nende asukoht (Lisa 8). Jooniste edaspidisel täiendamisel joonistatakse need kindlasti peale. Mõtteliselt on teada, et äärekivi hakkab eraldama sõiduteed kergliiklusteest ning selle kõrgus katte pinnast on 12 sentimeetrit. Kinnistute mahasõitude ja kergliiklusteede lõikumisel sõiduteega asub madaldataud äärekivi kõrgusega kaks sentimeetrit katte pinnast, samuti liiklussaartel, mida läbib kergliiklustee. Tänavatega ristumistel sõiduteega äärekiviga lahendust ei ole ette nähtud hetkel.

Vastavalt tehnilises kirjelduses välja toodud ülesannetele, on lahendatud järgmised aspektid [13]:

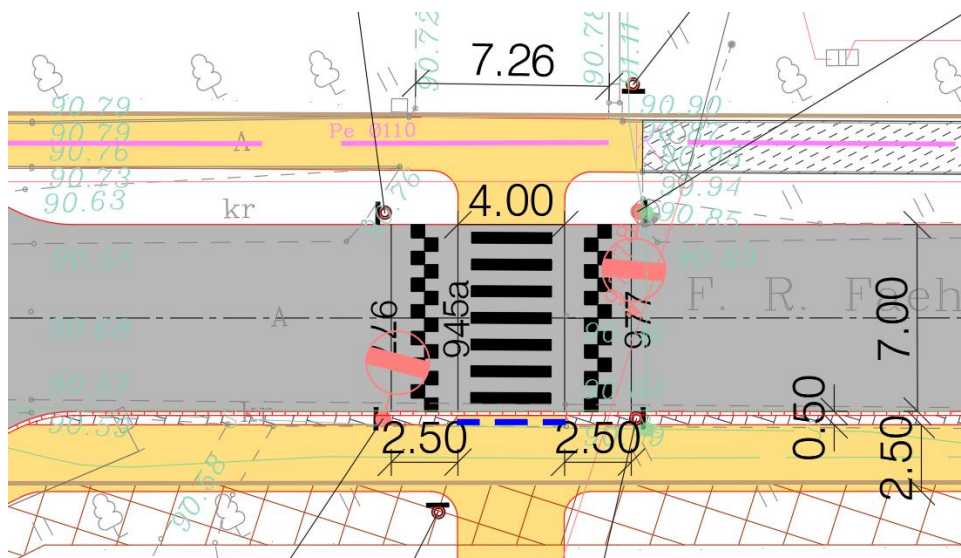
- ristmike lahendused seal hulgas põhimõtteline liikluskorraldus,
- bussipeatused koos neid ühendavate jalgteedega,
- täiendavad kergliiklusteed ja teeületuskohad,
- mahasõitude sulgemine ja ümberehitamine,
- täiendava teevalgustuse vajadus,
- sademevete ärajuhtimise põhimõtteline lahendus,
- eeldatav maavajadus piirnevatest kinnisasjadest,
- projektlahendus on koostatud kinnisasja piiride, lähiaadressi ja tunnusega.

Asula algusesse on projekteeritud liikluse rahustamise eesmärgil suunamuutetakistus ehk šikaan (Joonis 6), sest vastasel juhul jätkub risk teel liiklejal sõita lubatust suurema kiirusega, mis omakorda võib põhjustada liiklusõnnetusi [33].



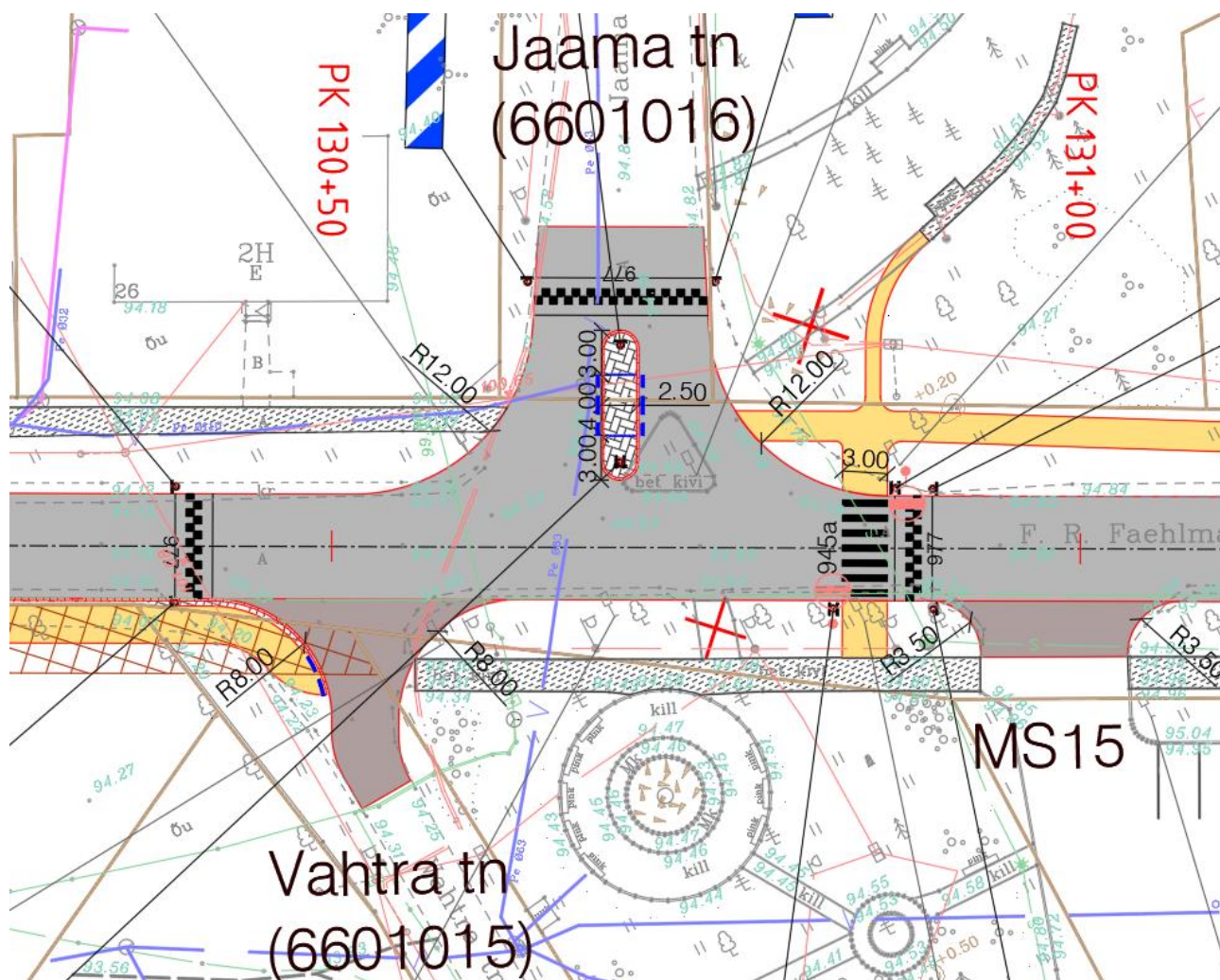
Joonis 6. Objekti alguses asuva suunamuutetakistuse ehk šikaani parameetrid

Lisaks šikaanile on liikluse rahustamise eesmärgil projekteeritud Rakke koolimaja ja lasteaia vahele künnis (Joonis 7), mille mõõtmed tulenevad Transpordiameti tüüpjoonisest „Trapetsikujulise künnise tüüpjoonis“ välja võetud tabelist kiirusel 50 km/h. Hetkel asub seal risk otsasõiduks teed ületavatele jalakäijatele. Künnisest põhja suunas asub kool ning lõuna suunas hetkel kavandatav lasteaed. Kooli juurde viiv mahaõit suletakse autodele ja juurdepääs hakkab käima paremalt ehk Pargi tänava kaudu.



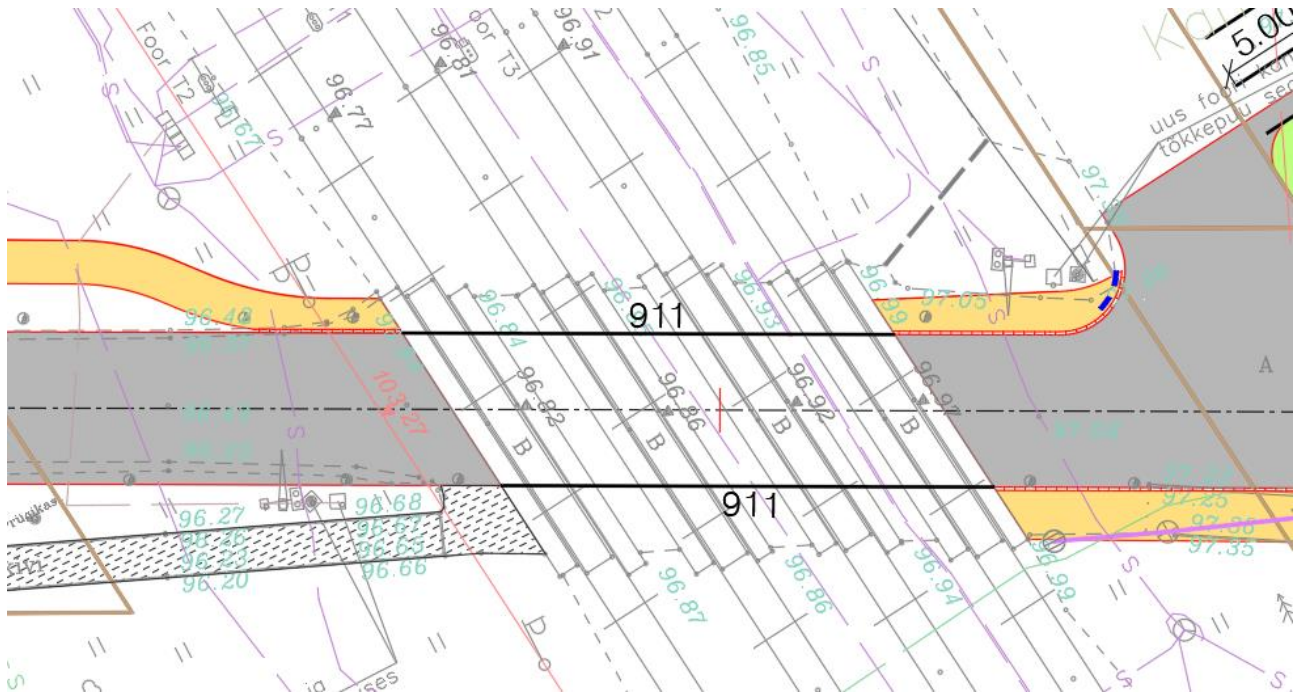
Joonis 7. Rakke koolimaja ja lasteaia künnise parameetrid

Vahtra ja Jaama tänavate piirkond on lahendatud tõstetud ristmikuga (Joonis 8), sest seal paikneb kaks T-kujulist ristmikku lähestikku, mis soodustab riski erinevateks kokkupõrgeteks [33]. Projektmeeskonna koosolekul kaaluti Jaama tänava ristmikule ülekäiguraja rajamist, kuid kuna pöördel peab auto jalakäijale ka ilma ülekäigurajata teed andma, otsustati selle vastu.



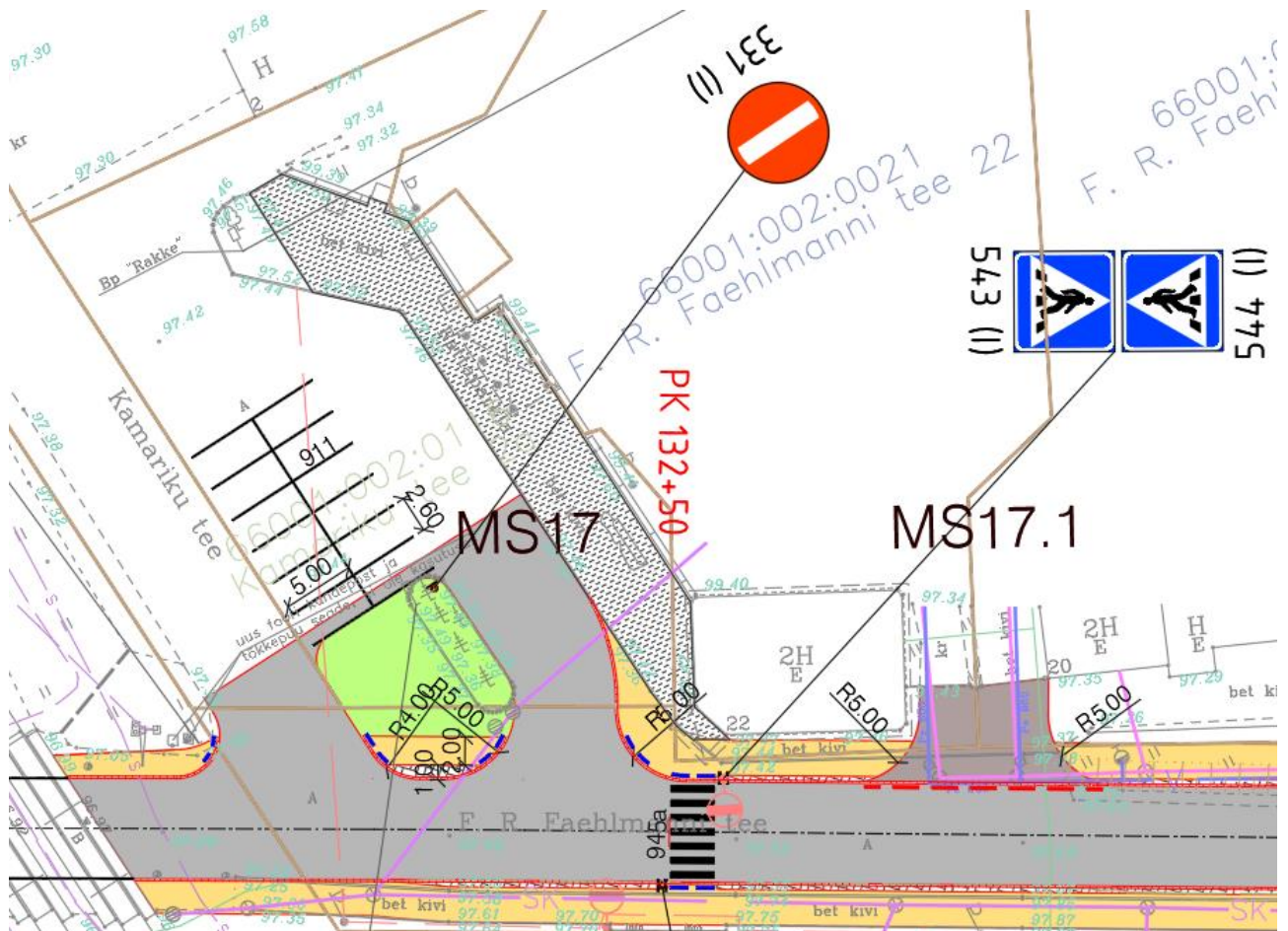
Joonis 8. Tõstetud ristmik Jaama ja Vahtra tänavatel

Raudtee ülesõidukoht on hetkeseisus lahendatud kujul, kus raudtee ülesõidukohta ennast ei muudeta, kuid võrreldes tänase olukorraga, kus kergliiklejate ületuskoht asub paremal küljel, on vasakule küljele samuti projekteeritud kergliiklejate ületuskoht (Joonis 9). Selle eesmärk on vältida riski, kus jalakäijad sooritavad sundtänaväletusi [33]. Esialgne ettekujutus raudtee ülesõidukoha lahendusest on saadetud Eesti Raudtee AS-i, kust väljastatakse tehnilised tingimused. Seejärel saab täpsemalt hinnata lahendust näiteks kas on vaja paigaldada piirdeid, kas kate raudtee relside vahel muutub vms.



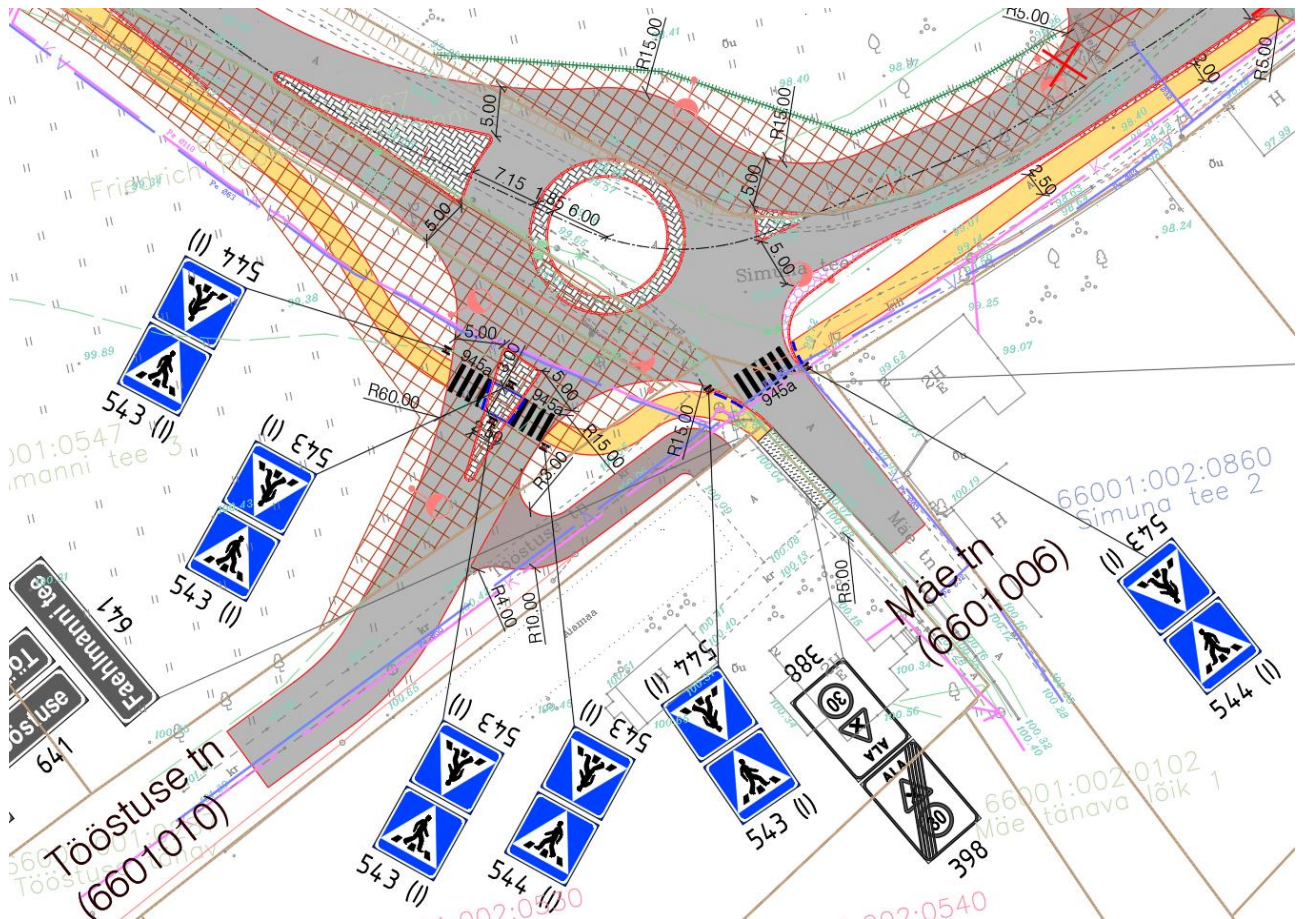
Joonis 9. Raudteeülesõidukoha lahenduse ettekujutus

Kamariku tee ristmiku ja bussijaama sissesõidu piirkonnas asub täna suur tühi plats, kus liikluskorraldust teostab väike liiklussaar. Selles alas puudub üldine liikluskorraldus, mille tulemusena on võimalik valida erinevaid trajektoore ja sooritada pöördeid suvalises kohas ja suunas. Lisaks on kohustatud bussipeatusest tulijad sooritama ohtlikke liikumistrajektoore, kui nad soovivad pääseda vasakule. Alljärgneval joonisel kujutatud lahendus (Joonis 10) omab erinevaid funktsioone: peatumiskoht bussidele ja platvorm, parkimiskohad bussisõitjatele vastutulijatele ning paremal asuva kohviku külastajatele, läbisõidurajad kamariku tänava kasutajatele. [33]



Joonis 10. Kamariku tee ja bussipeatuse platsi lahendus

F. R. Faehlmanni ja Simuna tee ristumiskohas asub järsk ja pime kurv, mis ei vasta normidele, kurvi välisküljel on lagunenud ning kitsas jalgtee, mille ristlõikes pole ruumi kõigile liiklejatele, ning Mäe tänavalt nähtavus Simuna teele puudub. Nende probleemide likvideerimiseks on projekteeritud sinna ringristmik (Joonis 11), mille jaotusringi läbimõõt on 15 meetrit. Ringristmiku koostamisel kasutati Transpordiameti juhises „Kasutus- ja hooldusjuhendi koostamise põhimõtted“ lisa 1 ringristmiku joonist. Kuna Mäe tänavalt peab pääsema ka raske transport paremale ehk Simuna teele, on ette nähtud ülesõiduriba pöördekoridori edukaks sooritamiseks ilma äärekivile või peenrasse sõitmata. Joonisel kujutatud alas tuleb teostada transpordimaa laienemise tõttu ka mahult suurim kinnisasjade äralõige, mis on näidatud pruuni viirutusega. Kinnisasjade äralõiget käsitletakse peatükis 5.1.1.



Joonis 11. Ringristmiku asukoht ja parameetrid

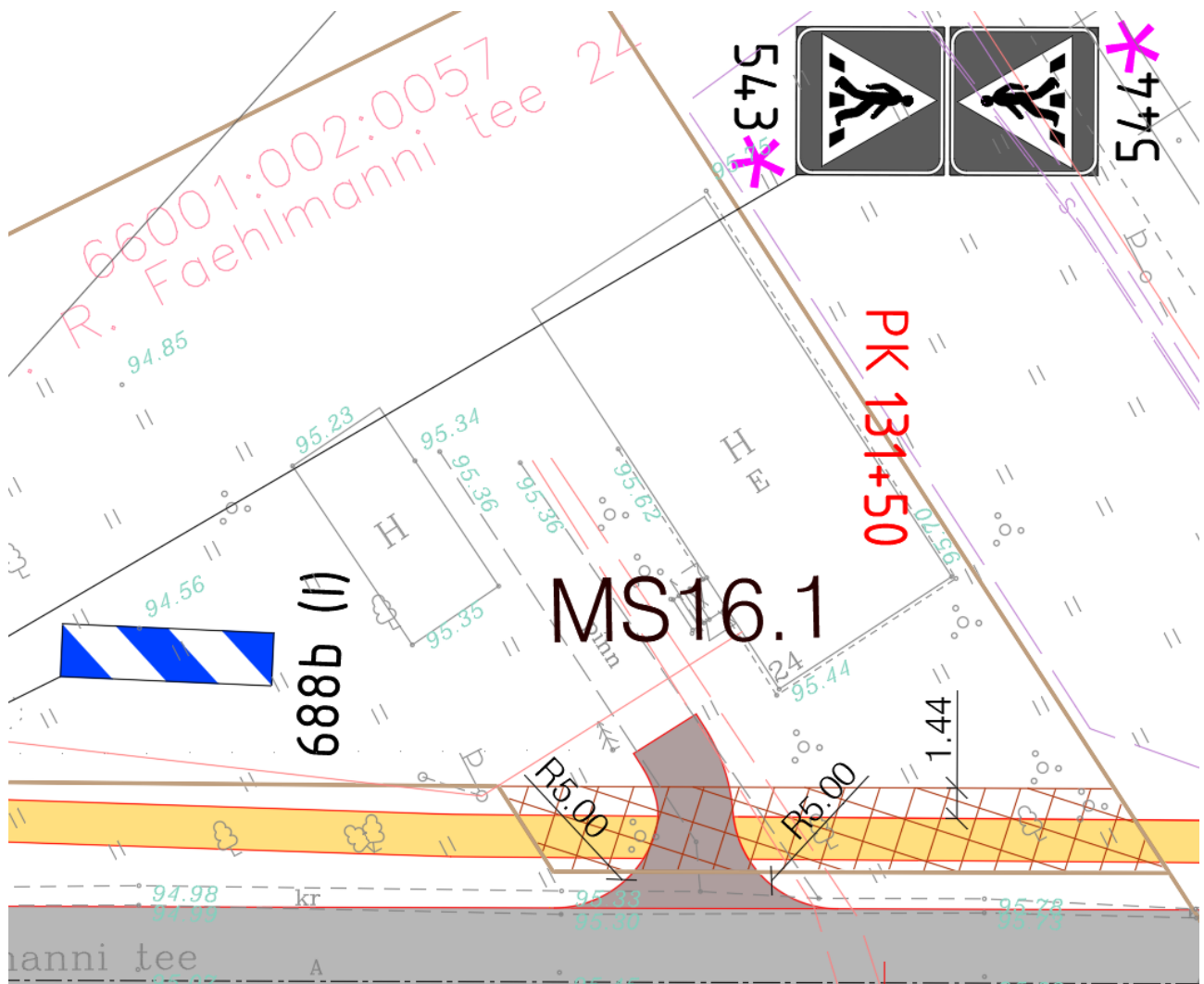
Simuna tee 1c ja Simuna tee 10 kinnistute ette on planeeritud bussitaskud, kus platvormi laius on 4,5 meetrit ning pikkus 20 meetrit. Bussipeatustesse „Kultuurikeskus“ näidatakse hilisemas etapis ootekojad, kuid nende täpne paiknemine selgitatakse ka alles siis välja. Bussitaskute projekteerimisel on lähtutud standardist „Linnatänavad“.

5.1.1 Kinnisasjade ärälõige

Projekti koostamisel, kus pakutud lahendusega kaasneb transpordimaa laienemise vajadus nagu ka lõputöös käsitletaval objektil, tuleb kindlasti arvestada ka kinnisasjade ärälõikega. Sellisel juhul lähtutakse riigikogu määrusest „Kinnisasja avalikes huvides omandamise seadus“, mis käsitleb kinnisasja omandamise menetluse algatust kuni lõpetades sundvalduse seadmisega, ning Transpordiameti juhise „Riigitee ja selle koosseisu kuuluva rajatise ehitamiseks ja hooldamiseks vajaliku transpordimaa määramise juhend“, mis kirjeldab põhimõtteid riigitee ja sellega seotud rajatiste paigutamiseks vajaliku transpordimaa omandamiseks. [48] [49]

Eskiisil on määratletud eeldatavad kinnisasjade ärälõiked järgmiselt:

- sõidutee või sõiduteega paralleelselt asetseva kergliiklustee pealmise katte välimisest servast on kahe meetri kaugusele tõmmatud kinnisasja äralõike piir,
- kui sõidutee või sõiduteega paralleelselt asetsev kergliiklustee mahuvad ära transpordimaale, ei näidata eskiisil äralõiget,
- munitsipaalomandi kinnistul F. R. Faehlmanni tee 46, kus asub Rakke kool, kinnisasja äralõiget ei näidata, kuna see lahendatakse põhiprojekti staadiumis,
- kui kinnisasja äralõike piir satub hoonele või õuealale liiga lähedale, on näidatud see kitsamalt kui kaks meetrit katte välimisest servast näiteks enne raudteeülesõitu paikneval kinnistul F. R. Faehlmanni tee 24 (Joonis 12), kus kergliiklustee katte välimisest servast on piirini 1,44 meetrit.



Joonis 12. Kinnisasja äralõike piir, mis on kitsam kui kaks meetrit katte välimisest servast (1,44 meetrit)

5.2 Vertikaalplaneering

Vertikaalplaneeringu koostamisel on arvestatud olemasolevate sõiduteede ning selle läheduses asuvate kinnistute kõrgustega, pidades silmas nõuet, et kohtades, kus esinevad sademevee probleemid täna, võimalusel need lahendatakse või ei muudeta olemasolevat olukorda halvemaks.

Tellija esindaja ning teede projekteerija koosolekul jõuti kokkuleppele, et vertikaalplaneeringu koostamisel jälgitakse alljärgnevalt nimetatud aspekte:

- lõigul, kus ei esine sõiduteel vahetu äärekiviga jalgteel lahendus, projekteeritakse tee kahepoolse kaldega, mis juhiks sademevee mõlemale poole teed haljasalale,
- lõigul, kus esineb sõiduteel vahetu äärekiviga jalgteel lahendus ühel poolel, projekteeritakse tee ühepoolse kaldega, mis juhiks sademevee nii sõiduteelt kui ka jalgteelt haljasalale,
- lõigul, kus esineb sõiduteel vahetu äärekiviga jalgteel lahendus ühel poolel ning haljasala vahele eraldatud jalgteel teisel poolel, projekteeritakse tee samuti ühepoolse kaldega juhtides sademevee haljasalale. Jalgteel, mis on sõiduteest eraldatud vahele, projekteeritakse ühepoolse kaldega sademevee voolavusega vahele suunas. Jalgteelt, mis on eraldatud sõiduteest äärekivi lahendusega, juhitakse sademevesi haljasalale,
- lõigul, kus peaks teostama lühikeses vahemikus kaldemuutuse, seda ei teostata. Säilitatakse sujuv läbisõit ilma kaldemuutusega.

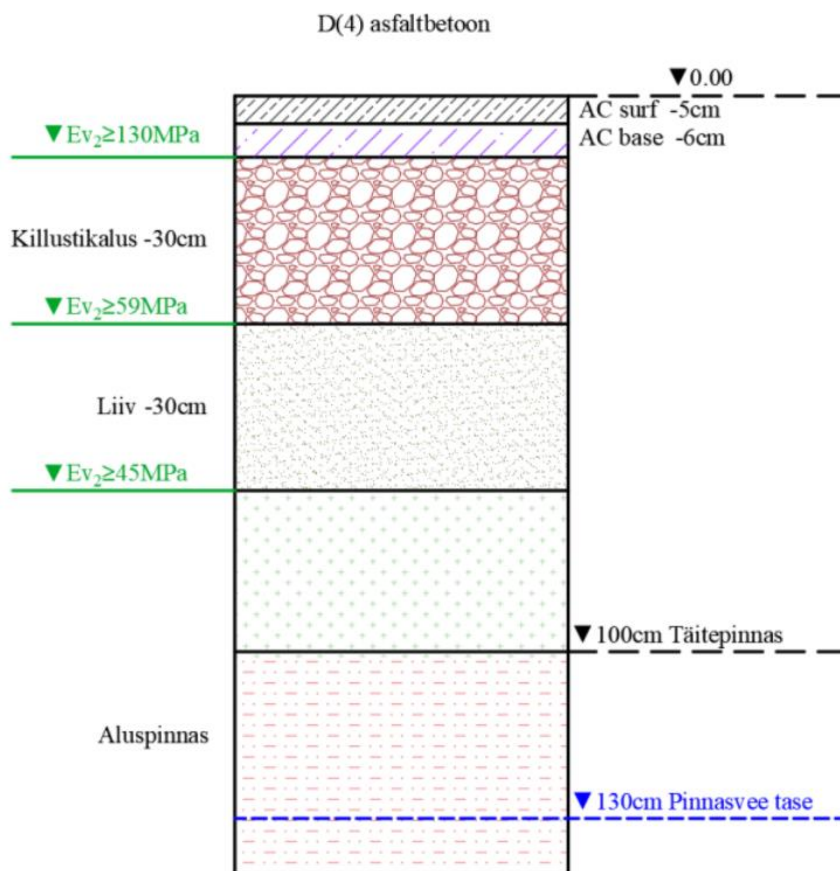
Mahasõitude ette tuleb katta pinnast kahe sentimeetri kõrgune uputatud äärekivi, mis tähistab sõiduteega vahetult külgnevat kergliiklusteed. Joonistel on aga hetkel vertikaalplaneeringus kujutatud katta tasapinnaga võrdne äärekivi, mis on koostatud maapinna kõrguste mudeli abil esialgseks visualiseerimiseks. Hiljem muudetakse vertikaalplaneering äärekividel vastavalt nende ettenähtud kõrgustele.

5.3 Katendid

Lõputöö koostamise ajal ei olnud ehitusgeoloogiliste uuringute kokkuvõtet väljastatud, mille tõttu ei olnud võimalik hinnata pinnase iseärasusi ning vastavalt sellele leida optimaalne teekonstruktsioon.

Kui lähtuda Tallinna teedele kehtivate tüüpkonstruktsioonide juhendist, siis Rakke aleviku asulavahelise lõigu koormusklass on D4 ehk liiklussagedus (1+1 radadega sõiduteel) jääb vahemikku 500–2 500 autot ööpäevas. Koormusklassi D4 tüüpkonstruktsioon koosneb asfaltbetoonist kulumiskihist AC 12 surf, asfaltbetoonist kandevkihist AC 16 base, killustikalusest

kiilumismeetodil ja drenkihist (liiv) (Joonis 13). Joonise vasakul poolel rohelises kirjas on välja toodud kihtide minimaalsed elastsusmoodulid ning paremal poolel all olevad kirjad viitavad sellele, et teekonstruktsioon peab olema ühe meetri paksune ehk täitematerjali peab olema minimaalselt 29 sentimeetrit ning pinnasevee tase vähemalt 1,3 meetri sügavusel teekatte pinnast. Asfaltbetoonist kihtide maksimaalsed jämetäitematerjalide terasuurused kulumiskihil ning kandevkihil tulenevad antud juhise tabelist kaheksa, kus on välja toodud asfaltsegude jämetäitematerjalile esitatavad minimaalsed nõuded vastavalt tänavate ja teede koormusklassile, ning killustikalus ehitatakse fraktsioneeritud killustikust kiilumismeetodil, sest see on sideainega töötlemata. [50]



Joonis 13. Koormusklassi D4 tüüpkonstruktsioon [50]

5.4 Keskkonnakaitse ja maastikukujundus

Selles peatükis käsitletakse süsinikujalajälje olemust, selle suurimaid tegureid ning potentsiaalseid lahendusi nii üldises elus kui ka lõputöös käsitletaval lõigul.

5.4.1 Süsinikujalajälje jälgimine

2019. aastal moodustus hinnangute järgi umbes veerandi kasvuhoonegaasidest ehitusega seotud tegevus, mille hulka kuulub ka teede-ehitus [51].

Kõige suuremat kliimamõju avaldavad järgmised tarneahela tegevused [51]:

- asfaldi tootmine ja asfalteerimine,
- tsemendi ja betooni tootmine ning kasutamine,
- rasketransport,
- ehitusprotsessid,
- terase tootmine ja kasutamine.

Tänapäeva tehnoloogiaid kasutades on võimalik kasvuhoonegaaside heitkoguseid vähendada lausa poole võrra ning toodi välja nii lähiaja kui ka pikas perspektiivis süsinikujalajälje vähendamise võimalused [51].

Peamisteks lähiaja heitkoguste vähendamise võimalusteks, kaasa arvatud lõputöös käsitletaval teelõigul, on näiteks asfaldi tootmistemperatuuri alandamine ja materjalide taaskasutus (mis tuua välja juba ka projekteerimise staadiumis), tsemendiklinkri asendajate kasutamine betoonis, masinate, transpordi ja tootmisrajatiste üleminek biomassil põhinevatele kütustele ning hübriidseadmete kasutamine [51].

Pikas perspektiivis on heitkoguste vähendamise võimalusteks näiteks ehitustehnika elektrifitseerimist, hübriid- või elektrifitseeritud massi- ja materjalitranspordi kasutamist, süsiniku kogumise ja ladustamise kasutamine tsemendiklinkri tootmiseks ja terasetehaste heitkogusteks, läbimurdetehnoloogiate turustamine taastuvelektri abil toodetud vesinikuga nagu näiteks rauamaagi otsene redutseerimine vesinikuga [51].

Sellel poolel ei vähenda neid keegi sellises mahus, et kasvuhoonegaaside heitkoguseid vähendada poole võrra. Selle põhjuseks on süsinikujalajälje vähendamise nõuded, mis ei ole piisavalt karmid, preemiad nende täitmise eest on liiga madalad ning samuti mängivad selles oma osa kulud ja muud takistused. [52]

5.4.2 Tee madalsüsinikehituse printsiibid

Tee süsinikujalajälje analüüs tuleks teostada juba varajases etapis, näiteks kui tee rajamise või rekonstrueerimise vajadus/soov tekib. Analüüs määraks varajases etapis ehitusmaterjalide ja -protsesside süsinikjalajälje, kuid tänase seisuga ei ole pandud paika teedel analüüsi teostamiseks esmaseid printsiipe millest lähtuda.

Hoonete ehituse valdkonnas on süsinikujalajälje jälgimise teema olnud tõstatatud kauem kui teede-ehituses ning LCA Support veebilehel on määratud paika analüüsi teostamiseks ka vajalikud printsiibid hoonete ehituseks. Kui teede-ehituseks esmaseid madalsüsinikehituse printsiipe määrata, saab nendest samadest hoonete ehituse printsiipidest tuletada ning need oleksid järgmised [53]:

1. analüüsi esmalt, kas tee ehitus on vajalik või on mõistlikum alternatiiv renoveerida mõni olemasolev tee,
2. analüüsi süsinikjalajälge võimalikult varajases projekti staadiumis, et tuvastada tegurid, mille optimeerimine annab maksimaalselt hea tulemuse minimaalsete kuludega,
3. maksimeeri taaskasutatud materjalide hulka tee ehituses,
4. maksimeeri taastuvatest ressurssidest toodetud materjalide kasutust tee ehituses,
5. projekteerida tee selliselt, et materjale/tooteid on võimalik lihtsa vaevaga demonteerida, kergesti parandada ning uuesti kasutada,
6. valida materjalid/tooted, mida on võimalik ümbertöödelda ning mille ümbertöötlemiseks ei ole vaja kulutada palju energiat,
7. projekteerida tee selliselt, et selle kasutuseesmärki on võimalik tulevikus vajadusel muuta.

Kui madalsüsinikehituse printsiibid on määratletud ning neid algusest peale jälgida, on võimalik lihtsalt ja süsteemselt juba varajases projekti staadiumis süsinikujalajälge hoida minimaalsena.

5.4.3 Soojalt segatud asfalt

Võib eeldada, et Rakke aleviku teelõigu rekonstrueerimisel paigaldatakse pealmised kihid asfaltsegust ning seda tehakse kuumsegatud meetodi näol. Kuumsegatud asfaltsegu see-eest käitlemisel ja laotamisel eraldab palju heitgaase ja aerosoole, mis tähendab suurt süsinikujalajälge ja kahju keskkonnale. Selle peamiseks põhjuseks on asfaldi kõrge temperatuur (150°C–200°C), sest mida kõrgem see on, seda kõrgem on gaaside ja aerosoolide kontsentratsioon. Nende negatiivsete tagajärgede leevendamiseks on välja töötatud soojalt segatud asfaltsegu, kus läbi

viskoossuse vähendamisega orgaaniliste ja/või mineraalsete lisandite abil on võimalik segu temperatuuri hoida standardtemperatuuridest madalamal (100°C – 150°C). [54] [55]

Soojalt segatud asfaltsegu eelised võrreldes kuumsegatud asfaltseguga on järgmised [55]:

- bituumen eraldab kuumsegamise ajal vähem gaase ja arosoole ning hinnangu kohaselt on võimalik 10-kraadise temperatuuri alandamisega vähendada emissioone 50%,
- energiasääst ja süsinikdioksiidi emissiooni vähenemine, kus näiteks temperatuuri 30 kraadise langusega on võimalik kokku hoida 0,9 liitrit kütteõli ühe tonni asfaltsegu kohta,
- paraneb defomatsioonikindlus kõrgete välisõhu temperatuuride korral pärast viskoossust muutvate orgaaniliste lisandite lisamist segusse,
- teelõiku saab kiiremini liiklusele avada, sest kate formeerub lühema aja jooksul tänu,
- segu on hõlpsam tihendada nii mõõduka kui ka madalama välistemperatuuri juures,
- väheneb sideaine tundlikkus vananemise suhtes, kuna madalam temperatuur valmistamise ja laotamise ajal aeglustab sideaine vananemist,
- soojalt segatud asfaltsegu käitlemine on parem ka töötajate tervisele, sest suitsu ja tolmu ehitusplatsil on vähem [56].

Kuigi Eestis alles hakkab soojade asfaltsegude kasutamine hoogu võtma, siis juba on esimestel väiksematel objektidel seda kasutatud, saavutades visuaalselt hea välimuse ning tulemused. Transpordiamet alustab kahe sooja asfaltsegu katseprojektiga, kus ühes kasutatakse sooja segu tootmiseks keemilisi lisandeid muutes asfaltbetoonsegu paremini töödeldavaks ja tihendatavaks ning teises bituumeni vahustamistehnoloogiat lisades kuumale bituumenile tootmise käigus kontrollitud kogus vett soodustades samamoodi töödeldatavust ning tihendamist. [57]

Pidades silmas keskkonnakaitset, soovitab autor kaaluda eelnevalt nimetatud kasutegurite tõttu Rakke aleviku teelõigul asfaltsegust kihtide paigaldamisel just soojalt segatud asfaltsegu.

5.4.4 Haljastus

Eskiisi staadiumis on haljasalasad näidatud minimaalses koguses, kuid põhiprojekti koostamisel see-eest peab olema kõik kajastatud – nii uue haljasala tekitamine kui ka vana eemaldamine.

Maastikukujundamisel kasutatakse lähtematerjalina Transpordiameti juhist „Riigiteede haljastustööde juhhis“.

Muruseeme peab olema varustatud sertifikaadiga ning neid tuleb säilitada kuivas ja valguse eest kaitstud kohas. Rajatavat haljastust tuleb kasta korrapäraselt või oodata kuni muru vihmaperioodi saabudes tärkab, vajadusel teostada umbrohutõrjet. Ehitustööde ajal vastutab säilitatava ja rajatava haljastuse eest töövõtja ning tööde käigus rikunud või kahjustada saanud haljasalad tuleb taastada. [38] [58]

Haljasalad tuleb rajada sobilikule kasvupinnasele, kus selle projekteeritud paksus on vähemalt 15 sentimeetrit. Kasvumuld peab olema taimekasvuks sobiv ega tohi sisaldada ohtlikke aineid. Lisaks ei tohi sisaldada prahti, kive ega mitmeaastasi juurumbrohte. [58]

Kohalikult objektilt saadava mulla nõuetele vastavust tõendatakse vajadusel täiendava mullaanalüüsiga [58].

Ristmikel ja mahasõitudel nähtavuse parendamise eesmärgil võib olla vajalik olemasolevate puude ning hekkide likvideerimine.

5.5 Teevalgustus

Täna päeval on riigi- ja kergliiklustee kilomeetril 12,23–14,44 valgustatud, kuid tee asukoha ja geomeetria muutumisega ning kergliiklusteede lisandumisega seoses on paigaldatud uued valgustusmastid ja ümber tõstetud olemasolevad [13].

Asendiplaani joonistel on näidatud täiendavate valgustusmastide eeldatavad asukohad, kuid täpsemad lahendused kavandatakse projekti järgmises staadiumis.

6 TÖÖDE TEOSTAMINE

Selles peatükis käsitletakse lähemalt ehitusaegset liikluskorraldust, ettevalmistustöid, mullatöid, truupe ning liikluskorraldus- ja ohutusvahendeid, mis on vajalik esile tuua ka projekti seletuskirjas, et tagada tööde korrektne teostamine ja sujuvus ilma probleemide ning segaduseta.

6.1 Ehitusaegne liikluskorraldus

Ehituse ajaks on vaja teostada ehitusaegne liikluskorraldus, mida korraldab töövõtja vastavalt tema poolt valitud ja teostatavate tööde etappidele. Liikluse korraldamisel tuleb lähtuda majandus- ja taristuministri määrusele „Nõuded ajutisele liikluskorraldusele“. Samuti peab olema liikluskorraldus kooskõlastatud tee omanikuga, kelleks antud objekti puhul on Transpordiamet. [38]

6.2 Ettevalmistustööd

Enne, kui alustatakse ehitustöödega, on töövõtja kohustatud teavitama ja vajadusel kohale kutsuma kõikide tehnovõrkude valdajad. Samuti on kohustuslik teavitada kõiki teisi projektiga seotud osapooli. [38]

Maa omanikke tuleb informeerida ehitustööde algusest siis, kui neid viiakse läbi nende maal või vahetus läheduses näiteks aedade, heki, puude jms likvideerimistööde puhul ning ka kraavide puhastamisel [38].

Piirinaabreid tuleb teavitada kõikidest töödest, mis viiakse läbi nende maal või kui ehitustegevus puudutab piirinaabri huve näiteks mahasõitude ehitus, piirirajatistega seotud tööd jne [38].

Maa-ala on vajalik puhastada puudest, võsast, kividest, prügist jms. Hetkel ei ole eskiisi staadiumis näidatud kõikide puude ning põõsaste likvideerimist, kuid põhiprojekti staadiumis on need kohustuslik tähistada. Enne puude langetamist on töövõtja kohustatud muretsema asjakohased load. [38]

Kui objektil teostatakse kändude välja juurimist, siis tuleb need viia kohaliku omavalitsuse ning Keskkonnaameti poolt kooskõlastatavasse kohta. Jäätmed ladustatakse selleks ettenähtud kohta. [38]

6.3 Mullatööd

Ülevaate erinevatest mullatöödest leiab Transpordiameti juhise „Muldkoha ja dreni kihi projekteerimise, ehitamise ja remondi juhise“.

Eelnevalt kaevetöödele, mida on vaja teostada vastava kaabli või torustiku kaitsevööndis, on vajalik ehitajal välja kutsuda tehnovõrgu valdaja, et saada kirjalikud juhendid ja load. Tööde teostamiseks kuivades oludes peab töövõtja kaevikud ja kaevikohad hoidma veevabad. Kui vaja, rajama ka ajutised äravoolud või voolusängid, mis suunaksid vee rajatud veekogumiskohtadesse. [38]

Kasvupinnas, mis jääb projekteeritava tee muldkoha alla, on vajalik kogu paksuses eemaldada ning hilisemaks kasutamiseks kõlblik pinnas tuleb ladustada teemaa-alal. Hiljem on võimalik kasutada seda näiteks nõlvade ja kraavide kindlustamisel ning teemaa haljastamisel. [38]

Samuti peab eemaldama tee alla jääva mullakihi või mullase täitepinnase, mis soodustavad külmakergete tekkimise võimalust. Kui eemaldamise käigus tekivas katendi aluspinnasesse lohud, siis on vajalik alus planeerida ning tihendada selleks ette nähtuda masinatega. [38]

6.4 Truubid

Rekonstrueeritava objekti alas on ka kaks olemasolevat truupi kilomeetritel 12,72 ja 13,72, mille asjaolusid ei ole eskiisi staadiumi koostamisel käsitletud, ometigi põhiprojekti koostamisel on see kohustuslik. Projekteeritud truupide korral on vajalik asendiplaanil näidata nende asukohad, kõrgusarvud, läbimõõdud, pikkused ja materjal.

Truupide aluste ehitus, sisse- ja väljavoolude torude otste kujundamine muldkoha nõlval ning nende kindlustamine toimub vastavalt Transpordiameti tüüpjoonistele „Maaparandusrajatiste tüüpjoonised“ ning „Põhitee truubi tüüpjoonis“, mis sisaldab lõuna regioonis kasutatavate lahendusi nii kõrge kui ka madala mulde puhul. Minimaalne kindlustuskihi paksus on 15 sentimeetrit. Truupide paigalduse juurde kuuluvad ka kaeviku tagasitäide ning mulde nõlvade kindlustamine. [38]

6.5 Liikluskorraldus- ja ohutusvahendid

Liiklusmärgid paigaldatakse vastavalt asendiplaani ja liikluskorralduse joonisele. Liiklusmärgid ja nende paigaldus peab olema kooskõlas standardiga EVS 613 „Liiklusmärgid ja nende kasutamine“. [38]

Liiklusmärgid kuuluvad erinevatesse suurusgruppidesse, mis määratakse vastavalt kiirusele, ning need jagunevad nelja gruppi – 0 grupp, mis on väga väikesed, I grupp, mis on väikesed, II grupp, mis on keskmised, ning III grupp, mis on suured. Suurusgruppidesse jaotatakse liiklusmärgid seetõttu, kuna suuremal kiirusel liikleja ei pruugi märgata väiksemate parameetritega liiklusmärke. Samuti on ka vastupidi – pole mõistlik madala kiiruspiiranguga alasse paigutada suuri liiklusmärke, sest liikleja märkab ka väiksemaid ning tekib ebavajalik materjalikulu. [10]

Projekti liikluskorralduslikus osas on kasutatud asulasiseselt liiklusmärke suurusgruppiga I ja asulaväliselt suurusgrupiga II [59].

Rakke aleviku teelõigu rekonstrueerimise joonised on koostatud eskiisi staadiumis, et taodelda põhiprojekti staadiumis koostamist, mis tähendab, et paigutatud liiklusmärkidele lisandub mõni juurde või hoopis eemaldatakse.

Teekatte märgistamisel lähtutakse standardist EVS 614 „Teemärgised ja nende kasutamine“ [38].

Teekatte märgistamisel kasutatakse mitmeid erinevaid viise ja materjale, mis on välja toodud Transpordiameti juhises „Riigiteede liikluskorralduslikus juhises“ [10].

Projekti liikluskorralduslikus osas on kasutatud teekattemärgised järgmised [59]:

- 911 – „Ühekordne pidevjoon“, mis võib eraldada suunavööndeid kahe- ja ühelelehelise tee ohtlikel lõikudel, eraldada sõiduradasid pärasuunavööndis, piirab sõiduteel alasid, millest üle ei tohi sõita, tähistab parkimiskohti, tähistab sõidutee äärt, eraldab jalgratta- ja jalgteel jalgrataste ning pisimopeedide liikluse jalakäijate ja robotliikurite liiklusest,
- 945a – „Ülekäigurada“, mis tähistab reguleerimata ülekäigurada või niisugust reguleeritavat ülekäigurada, kus foori ei kasutata ööpäev läbi,
- 977 – „Künnise kaldpind“, mis tähistab vähendatud kiiruse hoidmiseks rajatud künnise, tõstetud ristmiku või tõstetud teega külgneva ala juurdesõidutee teega lõikumise koha kaldpinda sõiduteel.

Rakke aleviku teelõigu rekonstrueerimise joonised on koostatud eskiisi staadiumis, et taodelda põhiprojekti staadiumis koostamist, mis tähendab, et paigutatud teekattemärgistele lisandub mõni juurde või hoopis eemaldatakse.

KOKKUVÕTE

Käesoleva lõputöö eesmärk oli käsitleda eskiisi staadiumis ehitusprojekti koostamist, mida saab tulevikus kasutada sisendina põhiprojekti koostamisel. Töös kasutati näitlikustamiseks riigitee nr 15124 Kapu-Rakke-Paasvere km 12,0–14,4 Rakke aleviku lõigu rekonstrueerimise põhiprojekti koostamise projekti.

Lõputöös kirjeldatakse erinevaid tee ehitusprojekti staadiumeid, ehitus- ja remondiliike, millele saab koostada projekti, ning projekteerimisel kasutatavaid põhilisi lähteandmeid, milleks on tellija ning projektiga seotud osapoolte esitatavad dokumendid ning standardid, määrused ja juhendid.

Töös on üksikasjalikult välja toodud objekti iseloomustus. Eskiisi koostamise käigus loodi lahendused ristmikele, põhimõttelisele liikluskorraldusele ning bussipeatustele koos neid ühendatavatele jalgteedele, täiendavad kergliiklus- ja teeületuskohad liiklusohutuse tõstmiseks, mahasõitude sulgemine ja/või ümberehitamine, sademevete ärajuhtimise põhimõtteline lahendus ning eeldatavad äralõiked kinnisasjadest. Töös on arvestatud erinevate juhenditega, olemasoleva olukorraga ning valla poolsete soovide ja ettepanekutega.

Kogu objekti lõikes käsitleti leiduvaid teekatte defekte, mille üheks põhjustajaks on külmakerked, kirjeldades loodusilmingu olemust ja potentsiaalseid lahendusi – mitteioonsete polüakrüülamiidide või põlevkivituha kasutamine teede-ehituses.

Kuna süsinikujalajälje jälgimine teede-ehituses muutub järjest populaarsemaks ning vajalikumaks, on tähtsaks peetud kirjeldada selle olemust, suurimaid tegureid, lähiaja ja pika perspektiivi lahendusi, potentsiaalseid printsiipe tee madalsüsinikuehituse korral ja soojalt segatud asfaldi kasutust kuuma asfaldi asemel.

Töö koostamise peamisteks takistusteks olid ehitusgeoloogiliste uuringute kokkuvõtte puudumine, mistõttu ei olnud võimalik täpsemalt hinnata pinnase iseärasusi ning pakkuda välja konkreetne konstruktiivne koosseis, ja eskiisi staadiumis projekti koostamise kajastamine lõputöös, sest lahendus konstantselt muutus.

SUMMARY

The following thesis „*Principal Building Design Documentation for the Reconstruction of a Secondary Road*“ is to prepare the draft plan of construction work documentation that could serve as input for the preparation of principal building design in the future. For illustration purposes, principal building design project for the reconstruction of the 12.0–14.4 km section of national road No 15124 Kapu-Rakke-Paasvere in Rakke borough was used.

The thesis outlines different stages of road building design documentation, including the draft plan, preliminary design, principal design and operational design. Additionally, the thesis discusses various construction and repair types, such as construction, reconstruction, conservative repair and restorative repair, which can serve as a basis for the design. Moreover, the thesis describes the primary base data used in the design, which comprises design documents from both the contracting authority and other related parties, such as technical specifications, topo-geodetic and geotechnical surveys as well as standards, regulations and guidelines in force in Estonia.

The thesis provides a detailed description of site characteristics: it is a narrow roadway (average road surface width 6.2 m across the entire site), which according to requirements should be seven meters wide; the light traffic road on site is situated only on one side of the roadway and lacks continuity, which necessitates risky road crossings by users; the traffic management on site is sometimes inadequate. As part of the preparation of the draft plan, solutions were developed for intersections, basic road management measures, bus stops and the connecting footpaths, additional light traffic and road crossings, closure and/or modification of exits, storm water drainage and expected immovable property cuts. In order to calm traffic, a chicane was designed for the area at the beginning of the site, a speed bump for the area between the school and the prospective kindergarten to ensure the safe crossing of light road users, a raised intersection for the area where two T-shaped intersections are situated in close proximity to each other, and a roundabout for the area near the steep bend of the main road, where there is limited space for light road users and poor visibility. The thesis took into account the applicable guidelines in Estonia, the current situation on site as well as the wishes and proposals of the rural municipality.

The thesis addressed road surface defects found throughout the site, with edge defects, narrow linear cracking and crocodile cracking constituting the largest proportion of the issues. Frost heaving is one of the factors contributing to these defects. This thesis provides a description of the

natural phenomenon and offers potential solutions to mitigate its effects, namely, through the use of nonionic polyacrylamides or oil shale ash in road construction.

As carbon footprint monitoring in road construction gains popularity and importance, the thesis describes its nature along with the major contributing factors, such as the production and installation of asphalt, the production and use of cement and concrete, heavy transport, construction processes and the production and use of steel. In addition, the thesis also explores short- and long-term solutions, potential principles of low-carbon road construction and the use of warm-mix asphalt as a substitute for hot-mix asphalt.

The main challenges faced during the preparation of the thesis included, first, the lack of geotechnical survey summaries, which made it difficult to accurately assess soil characteristics and propose a specific structural composition, and second, the recording of the preparation of building design documentation at the draft plan stage for the thesis, as the solution changed continuously.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] Majandus- ja taristuminister, „MAANTEEDE PROJEKTEERIMISNORMID,“ 29. detsember 2021. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.riigiteataja.ee/aktiisa/1311/2202/1034/MKM_m89_lisa.pdf#. [Kasutatud 24. veebruar 2023].
- [2] L. Kaal, T. Metsvahi ja A. Kendra, „LIIKLUSUURINGU JUHENDI JA BAASPROGNOOSI KOOSTAMINE,“ Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn, 2020.
- [3] R. Montague, „Building Information Modelling: What information is in the model?,“ 10. oktoober 2016. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.thenbs.com/knowledge/building-information-modelling-what-information-is-in-the-model>. [Kasutatud 21. veebruar 2023].
- [4] Transpordiamet, „Kattega riigiteede säilitusremondi objektide valimine,“ 2021.
- [5] A. Aavik, „Methodical basis for the evaluation of pavement structural strength in Estonian Pavement Management System (EPMS),“ Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus, Tallinn, 2003.
- [6] Teede Tehnokeskus, „Teekatte tasasus (IRI ja IRI4),“ Teede Tehnokeskus, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.teed.ee/teenused/katsetamine-ja-mootmine/mootmine/iri/>. [Kasutatud 24. veebruar 2023].
- [7] „Flokulant,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.eki.ee/dict/vsl/index.cgi?Q=flokulant>. [Kasutatud märts 26. 2023].
- [8] Polymersco, „Nonionic Polyacrylamide,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://polymersco.com/product/nonionic-polyacrylamide/>. [Kasutatud 26. märts 2023].
- [9] Transpordiamet, „Kattega teede rekonstrueerimise objektide valimine,“ 2021.
- [10] Transpordiamet, „Riigiteede liikluskorralduse juhised,“ Transpordiamet, 2018.

- [11] Transpordiamet, „Eesti teedevõrk,“ Transpordiamet, 1. jaanuar 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://transpordiamet.ee/eesti-teedevork>. [Kasutatud 20. veebruar 2023].
- [12] Eestimaa Looduse Fond, „Märgalad,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://elfond.ee/elf/mida-kaitseme/margalad>. [Kasutatud 25. aprill 2023].
- [13] Marge Kelgo, Transpordiamet, „HD II Tehniline kirjeldus 15124,“ 2022.
- [14] Majandus- ja taristuminister, „Tee ehitusprojektile esitatavad nõuded,“ 23. november 2020. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/120112020004>. [Kasutatud 21. veebruar 2023].
- [15] Transpordiamet, „Riigiteede teehoiukava,“ Transpordiamet, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.transpordiamet.ee/teehoiukava>. [Kasutatud 24. veebruar 2023].
- [16] Transpordiamet, „Riigiteede remondiobjektide valiku metoodilised juhendid, Kattega riigiteede taastusremondi objektide valiku metoodiline juhend,“ 2017.
- [17] Inomatic OÜ, „Dendroloogiline hinnang,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.dendroloogia.ee/>. [Kasutatud 11. märts 2023].
- [18] Riigikogu, „Planeerimisseadus,“ 1. november 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/129062022010?>. [Kasutatud 11. märts 2023].
- [19] S.P. Geouuringud OÜ, „Ehitusgeoloogilised (geotehnilised) uuringud,“ [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.geouuringud.ee/>. [Kasutatud 11. märts 2023].
- [20] S. Metlitski, „Liikuvus- ja liiklusuuringud,“ Teede Tehnokeskus, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.teed.ee/teenused/konsultatsioonid-ja-uuringud/uuringud/liiklusuuringud/>. [Kasutatud 11. märts 2023].
- [21] Majandus- ja taristuminister, „Ehitusseadustik,“ 1. september 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/109082022013?>. [Kasutatud 11. märts 2023].
- [22] Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskus, „EVS 843:2016 Linnatänavad,“ 4. aprill 2016. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evs.ee/et/evs-843-2016>. [Kasutatud 11. märts 2023].

- [23] Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskus, „EVS 932:2017 Ehitusprojekt,“ 16. mai 2017. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evs.ee/et/evs-932-2017>. [Kasutatud 20. märts 2023].
- [24] „Tee ehitamise kvaliteedi nõuded,“ 3. august 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/107082015001?leiaKehtiv>. [Kasutatud 19. aprill 2023].
- [25] Ettevõtlus- ja infotehnoloogiaminister, „Puudega inimeste erivajadustest tulenevad nõuded ehitisele,“ 29. mai 2018. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/131052018055>. [Kasutatud 20. märts 2023].
- [26] Transpordiamet, „Asfaldist katendikihtide ehitamise juhise,“ 2021.
- [27] Transpordiamet, „Elastsete teekatendite projekteerimise juhend,“ 2017.
- [28] Transpordiamet, „Geotehniliste uuringute juhise,“ 2018.
- [29] Transpordiamet, „Killustikust katendikihtide ehitamise juhise,“ 2022.
- [30] Transpordiamet, „Muldkoha ja dreni kihi projekteerimise, ehitamise ja remondi juhise,“ Tallinn, 2016.
- [31] Transpordiamet, „Teetööde tehnilised kirjeldused,“ 2019.
- [32] Maa-amet, „Maainfo,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/maainfo>. [Kasutatud 05. jaanuar 2023].
- [33] Teelahendused OÜ, „Liiklusohutuse inspekteerimine riigitee 15124 Kapu - Rakke - Paasvere lõik km 12,1-14,3 Rakke alevikus,“ 2018.
- [34] Majandus- ja taristuminister, „Topo-geodeetilisele uuringule ja teostusmöödistamisele esitatavad nõuded,“ 14. aprill 2016. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/119042016003>. [Kasutatud 19. aprill 2023].
- [35] SIRKEL & MALL GEODEESIA OÜ, „Geodeetiline alusplaan ehk topo-geodeetilised uuringud,“ SIRKEL & MALL GEODEESIA OÜ, [Võrgumaterjal]. Available: <https://smageodeesia.ee/geodeetiline-alusplaan-ehk-topo-geodeetilised-uuringud/>. [Kasutatud

19. aprill 2023].

- [36] REIB OÜ, „Riigitee 15124 km 12,0-14,4 Rakke aleviku lõigu topo-geodeetilised uurimistööd,“ REIB OÜ, Tartu, 2022.
- [37] ERC Konsultatsiooni OÜ, „Riigitee nr 15124 Kapu-Rakke-Paasvere km 12,0-14,4 Rakke aleviku lõigu rekonstrueerimise põhiprojekti koostamine. Liiklusuuring,“ Tallinn, 2022.
- [38] ViaVelo Inseneribüroo OÜ, „Riigitee 15124 Kapu-Rakke-Paasvere km 12,0-14,4 Rakke aleviku lõigu rekonstrueerimise põhiprojekt. Seletuskiri,“ Tallinn, 2023.
- [39] Transpordiamet, „Teeregister,“ Transpordiamet, [Võrgumaterjal]. Available: <https://teeregister.mnt.ee/reet/search>. [Kasutatud 13. märts 2023].
- [40] Transpordiamet, „Kattega teede defektide inventeerimise juhend,“ 2021.
- [41] Skepast&Puhkim OÜ, „Geosüntetika käsiraamat,“ Eesti Teedeklaster, 2016.
- [42] Maa-amet, „Mullastiku kaart,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/mullakaart>. [Kasutatud 28. aprill 2023].
- [43] Maa-amet, „Vabariigi digitaalse suuremõõtkavalise mullastiku kaardi seletuskiri,“ Tallinn, 2021.
- [44] Keskkonnaagentuur, „Kuukokkuvõtted,“ Keskkonnaagentuur, 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.ilmateenistus.ee/kliima/kuukokkuvotted/>. [Kasutatud 26. märts 2023].
- [45] V. Jaaniso, „Pinnasemehaanika,“ Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn, 2011.
- [46] H. Wang, Y. Ji, G. Zhou, X. Zhao ja V. Vandeginste, „Frost heave mitigation of silt clay using nonionic polyacrylamide,“ 23. detsember 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165232X22002749>. [Kasutatud 26. märts 2023].
- [47] SKEPAST & PUHKIM, „Põlevkivituha sobivus teedeehituseks,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://skpk.ee/uudis/polevkivituha-sobivus-teedeehituseks/>. [Kasutatud 18. aprill 2023].

- [48] „Kinnisasja avalikes huvides omandamise seadus,“ 6. juuni 2018. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/117032023059?>. [Kasutatud 27. aprill 2023].
- [49] Transpordiamet, „Riigitee ja selle koosseisu kuuluva rajatise ehitamiseks ja hooldamiseks vajaliku transpordimaa määramise juhend,“ 2016.
- [50] Majandus- ja taristuminister, „Sillutiskivi, asfalt- ja tsementbetooniga teede ja tänavate tüüpkatendikonstruktsioonide projekteerimisele, rajamisele ja remondile esitatavad nõuded,“ Tallinn, 2019.
- [51] I. Karlsson, J. Rootzen ja F. Johnsson, „Reaching net-zero carbon emissions in construction supply chains – Analysis of a Swedish road construction project,“ 25. detsember 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032119308573>. [Kasutatud 28. märts 2023].
- [52] D. Kightlinger, „Planning for Reduced Emissions from Road Construction,“ Bluebeam, 21. jaanuar 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://blog.bluebeam.com/road-construction-emissions/>. [Kasutatud 28. märts 2023].
- [53] LCA Support, „Madalsüsinikehituse printsiibid,“ LCA Support, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.lcasupport.com/buildingco2>. [Kasutatud 28. märts 2023].
- [54] EAPA, „Warm Mix Asphalt,“ EAPA, [Võrgumaterjal]. Available: <https://eapa.org/warm-mix-asphalt/>. [Kasutatud 25. aprill 2023].
- [55] Eesti Taristuehituse liit, „Soojalt segatud asfalt,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://www.asfaldiliit.ee/files/filemanager/files/Soojalt_segatud_asfalt.pdf. [Kasutatud 19. aprill 2023].
- [56] U.S. Department of Transportation/Federal Highway Administration, „Warm Mix Asphalt,“ 14. november 2016. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.fhwa.dot.gov/innovation/everydaycounts/edc-1/wma.cfm>. [Kasutatud 19. aprill 2023].

- [57] K. Stubender-Lõugas, „Sooja asfaltsegu tehnoloogia on jõudnud paberilt teele,“ *Teejuht*, nr 4, pp. 110-111, 2022.
- [58] Transpordiamet, „Riigiteede haljastustööde juhise,“ 2018.
- [59] Majandus- ja taristuminister, „Liiklusmärkide ja teemärgiste tähendused ning nõuded fooridele,“ Tallinn, 2011.

LISAD

Lisa 1. Liiklusuuringu tulemused [37]

Lisa 2. Objektil leitud defektid [39]

Lisa 3. 4-01_Asendiplaan

Lisa 4. 4-02_Asendiplaan

Lisa 5. 4-03_Asendiplaan

Lisa 6. 4-04_Asendiplaan

Lisa 7. 4-05_Asendiplaan

Lisa 8. 6-01_Konstruktiivsed lõiked

Lisa 1. Liiklusuuringu tulemused [37]

Teelõik		Aasta	AKÖL	SAPA	VAAB	AR	Muutus 2045/22	Keskm muutus aastas	Koormus- sagedus	Evaj, MPa
Alg, km	Lõpp, km									
obj. algus	Mäe tn	2022	1221	1103	64	54				
		2025	1259	1140	63	55				
12.000	13.830	2045	1370	1248	61	61	1.12	0.5%	339	233.1
Mäe tn	obj. lõpp	2022	871	762	65	44				
		2025	897	788	65	45				
13.830	14.400	2045	970	858	62	50	1.11	0.5%	306	230.0

Lisa 2. Objektil leiduvad defektid [39]

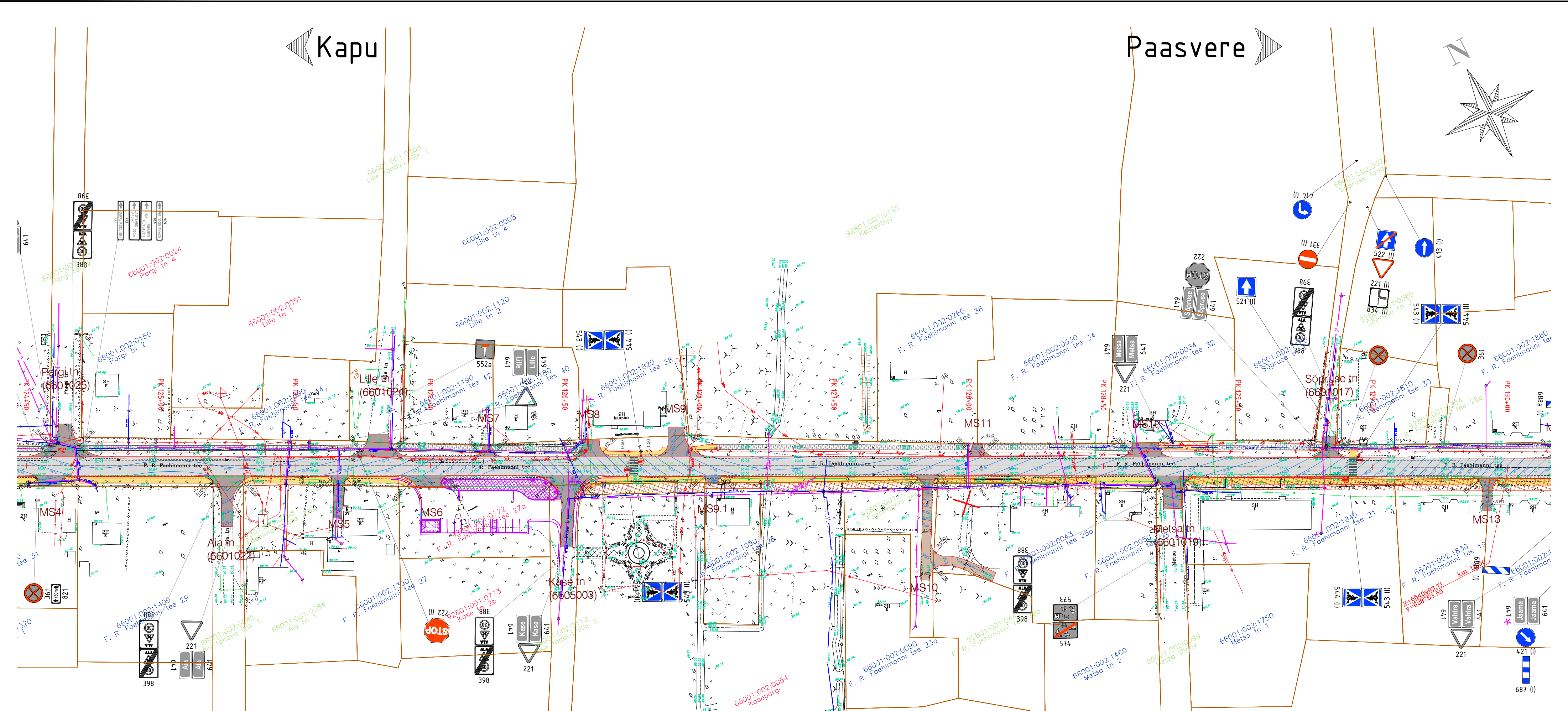
Algus km	Lõpu km	Põikpragunemine, tk	Kitsad pikipraad, m	Laiad pikipraad, m	Kitsad vuugipraad, m	Lai vuugipragunemine, m	Võrkpragunemine, m2	Löökaugud, tk	Murenemine, m2	Katte serva defektid, m	Lapid, m2
11.97	12.07	4	107	0	0	0	0	0	0	127	2
12.07	12.17	2	57	0	0	0	0	0	0	122	0
12.17	12.27	0	75	0	0	0	0	0	0	90	0
12.27	12.37	0	16	0	0	0	0	0	0	104	1
12.37	12.47	0	21	0	0	0	0	0	0	84	1
12.47	12.57	1	26	0	0	0	7	0	0	144	1
12.57	12.67	1	6	0	0	0	0	0	0	65	0
12.67	12.77	0	4	0	0	0	0	0	0	45	7
12.77	12.87	0	27	0	0	0	0	1	0	15	0
12.87	12.97	1	36	0	0	0	0	5	8	68	1
12.97	13.07	1	14	0	0	0	0	0	0	72	1

Algus km	Lõpu km	Põikpragunemine, tk	Kitsad pikipraod, m	Laiad pikipraod, m	Kitsad vuugipraod, m	Lai vuugipragunemine, m	Võrkpragunemine, m2	Löökaugud, tk	Murenemine, m2	Katte serva defektid, m	Lapid, m2
13.07	13.17	0	15	0	0	0	0	0	2	67	1
13.17	13.27	1	15	0	4	0	0	0	2	20	1
13.27	13.37	0	15	0	0	0	0	1	23	124	3
13.37	13.47	0	38	0	0	0	0	2	11	64	4
13.47	13.57	1	31	0	0	0	67	0	0	40	1
13.57	13.67	0	22	0	0	0	0	2	2	21	0
13.67	13.77	1	26	0	0	0	0	0	0	26	2
13.77	13.87	1	17	0	0	0	23	0	3	42	0
13.87	13.97	1	13	0	0	0	19	0	1	59	1
13.97	14.07	0	73	0	0	0	17	1	0	24	0
14.07	14.17	0	26	0	0	0	5	0	0	39	1

Algus km	Lõpu km	Põikpragunemine, tk	Kitsad pikipraod, m	Laiad pikipraod, m	Kitsad vuugipraod, m	Lai vuugipragunemine, m	Võrkpragunemine, m2	Löökaugud, tk	Murenemine, m2	Katte serva defektid, m	Lapid, m2
14.17	14.27	0	91	0	0	0	76	0	0	112	0
14.27	14.37	2	39	0	0	0	6	0	0	24	0
Kokku	17	810	0	4	0	220	12	52	1598	28	

	Kinnistu piir
	Projekteeritud katte servajooned
	Projekteeritud sõidutee ab-katend Tüüp 1
	Projekteeritud sõidutee ab-katend Tüüp 2
	Projekteeritud kõnnitee ab-katend Tüüp 3
	Projekteeritud kruus- või freespurukate Tüüp 4
	Projekteeritud betoonsillutiskivi katend Tüüp 5
	Projekteeritud graniitkividest katend Tüüp 6
	Projekteeritud haljasalade murukate Tüüp 7
	Säilitatav kergliiklustee
	Eeldatav kinnistu ärälõige
	Projekteeritud sõidutee äärekivi 150x290 (h=12 cm)
	Projekteeritud sõidutee äärekivi 150x290 (h=0 cm)

		KÕRVALMAANTEE REKONSTRUEERIMISE PÕHIPROJEKT HARJUMAA, LÄÄNE-VIRU MAAKOND, VÄIKE-MAARJA VALD, RAKKE ALEVIK		
Koostas: Simon Oja		Joonise nimetus: Asendiplaan		
Juhendas: Roland Mäe				
Juhendas: Tarvo Mill		Joonise nr 4-01	Töö nr MTA93/194-22	Õpperühm: TE2019
TALLINN	27.04.2023	Mõõtkava: 1:1000	Leht: 1	Lehti: 6



LEPPEMÄRGID

	Kinnistu piir
	Projekteeritud katte servajooned
	Projekteeritud sõidutee ab-katend Tüüp 1
	Projekteeritud sõidutee ab-katend Tüüp 2
	Projekteeritud kõnnitee ab-katend Tüüp 3
	Projekteeritud kruus- või freespurukate Tüüp 4
	Projekteeritud betoonsillutiskivi katend Tüüp 5
	Projekteeritud graniitkividest katend Tüüp 6
	Projekteeritud haljasalade murukate Tüüp 7
	Säilitatav kergliiklustee
	Eeldatav kinnistu äralõige
	Projekteeritud sõidutee äärekivi 150x290 (h=12 cm)
	Projekteeritud sõidutee äärekivi 150x290 (h=0 cm)

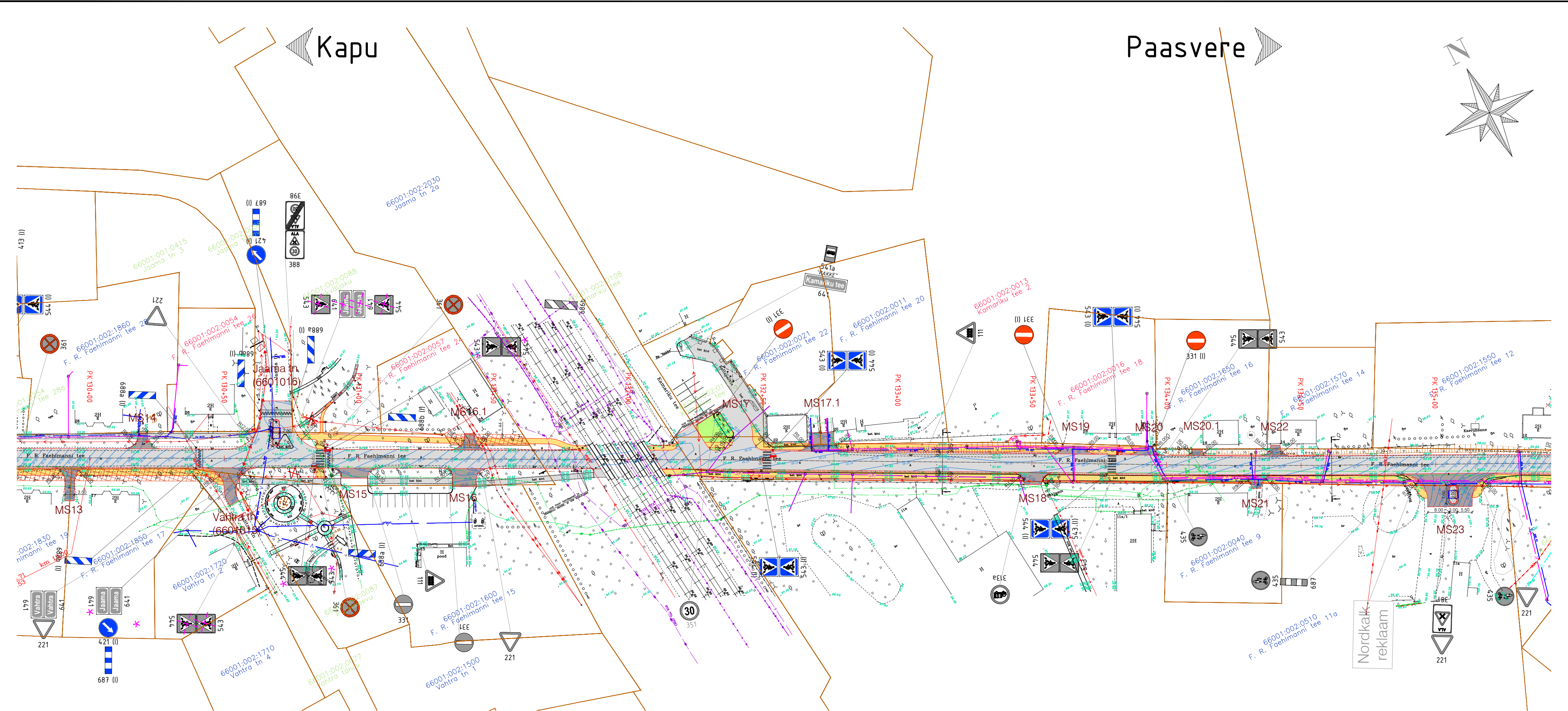
	Projekteeritud kõnnitee äärekivi 80x200 (h=0 cm)
	Projekteeritud horisontaal
	Projekteeritud põrkepiire
	Projekteeritud piirdeaed
	Projekteeritud teekattemärgistus
	Olemasolev teekattemärgistus
	Projekteeritud liiklusmärk (1 suurusgrupp)
	Olemasolev liiklusmärk
	Ümbertõstetav liiklusmärk
	Ümbertõstetava liiklusmärgi uus asukoht

	Projekteeritud liiklusmärgi post
	Projekteeritud tänavavalgusti
	Varem projekteeritud objektid (Roadplan töö nr 19041)
	Likvideeritavad objektid
	Võsa likvideerimine

**TALLINNA
TEHNIKAKÕRGGKOO**

KÕRVALMAANTEE REKONSTRUEERIMISE PÕHIPROJEKT
HARJUMAA, LÄÄNE-VIRU MAAKOND, VÄIKE-MAARJA VALD, RAKKE ALEVIK

Koostas: Simon Oja	Joonise nimetus: Asendiplaan		
Juhendas: Roland Mäe			
Juhendas: Tarvo Mill	Joonise nr 4-02	Töö nr MTA93/194-22	Õpperühm: TE2019
TALLINN 27.04.2023	Mõõtkaava: 1:1000	Leht: 2	Lehti: 6



LEPPEMÄRGID

	Kinnistu piir
	Projekteeritud katte servajooned
	Projekteeritud sõidutee ab-katend Tüüp 1
	Projekteeritud sõidutee ab-katend Tüüp 2
	Projekteeritud kõnnitee ab-katend Tüüp 3
	Projekteeritud kruus- või freespurukate Tüüp 4
	Projekteeritud betoonsillutiskivi katend Tüüp 5
	Projekteeritud graniitkividest katend Tüüp 6
	Projekteeritud haljasalade murukate Tüüp 7
	Säilitatav kergliiklustee
	Eeldatav kinnistu äralõige
	Projekteeritud sõidutee äärekivi 150x290 (h=12 cm)
	Projekteeritud sõidutee äärekivi 150x290 (h=0 cm)

	Projekteeritud kõnnitee äärekivi 80x200 (h=0 cm)
	Projekteeritud horisontaal
	Projekteeritud põrkepiire
	Projekteeritud piirdeaed
	Projekteeritud teekattemärgistus
	Olemasolev teekattemärgistus
	Projekteeritud liiklusmärk (1 suurusgrupp)
	Olemasolev liiklusmärk
	Ümbertõstetav liiklusmärk
	Ümbertõstetava liiklusmärgi uus asukoht

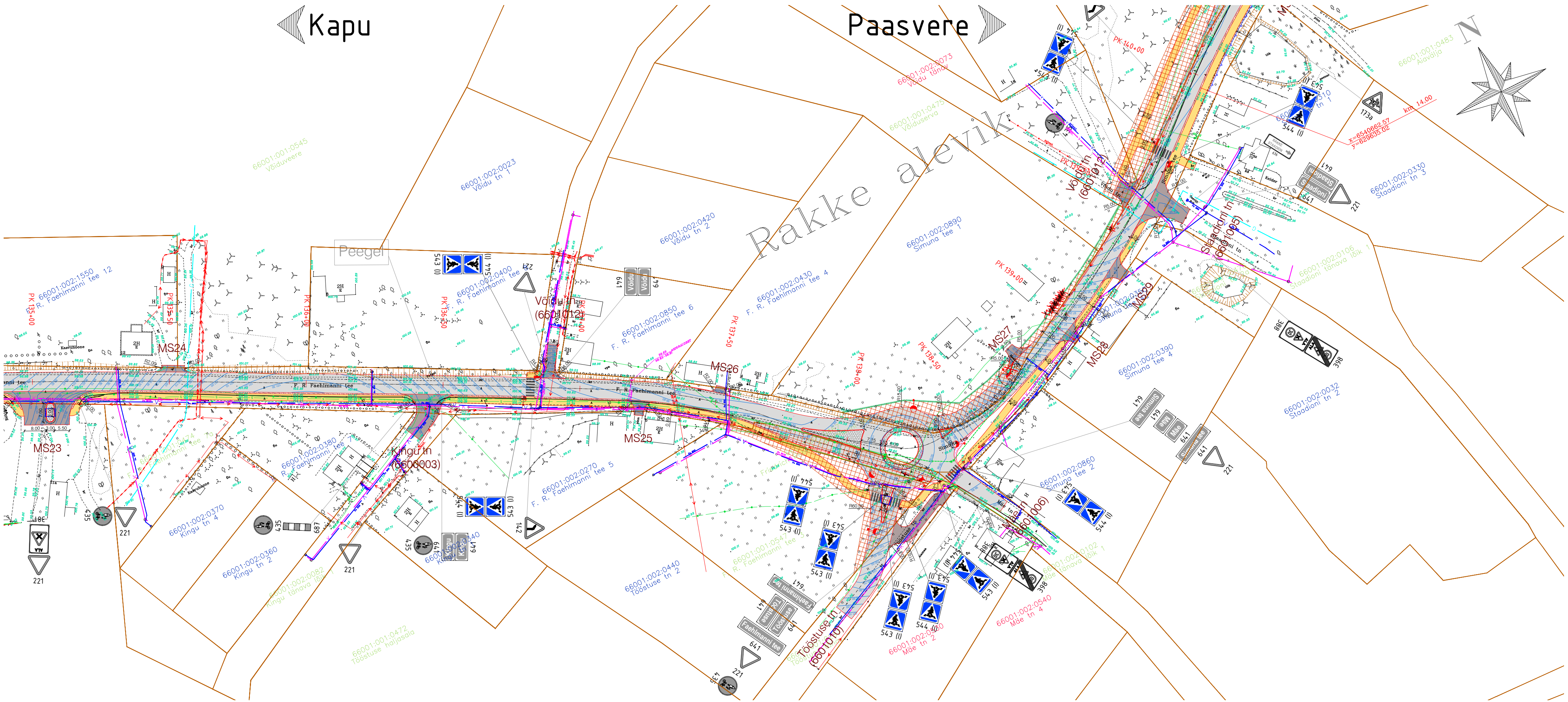
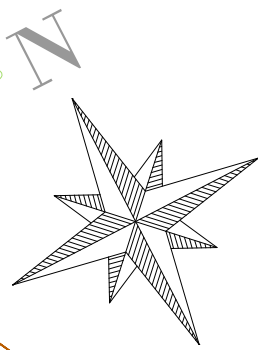
	Projekteeritud liiklusmärgi post
	Projekteeritud tänavavalgusti
	Varem projekteeritud objektid (Roadplan töö nr 19041)
	Likvideeritavad objektid
	Võsa likvideerimine

		KÕRVALMAANTEE REKONSTRUEERIMISE PÕHIPROJEKT		
Koostas: Simon Oja		HARJUMAA, LÄÄNE-VIRU MAAKOND, VÄIKE-MAARJA VALD, RAKKE ALEVIK		
Juhendas: Roland Mäe		Joonise nimetus: Asendiplaan		
Juhendas: Tarvo Mill		Joonise nr 4-03	Töö nr MTA93/194-22	Õpperühm: TE2019
TALLINN 27.04.2023		Mõõtkava: 1:1000	Leht: 3	Lehti: 6

Kapu

Paasvere

Rakke alevik



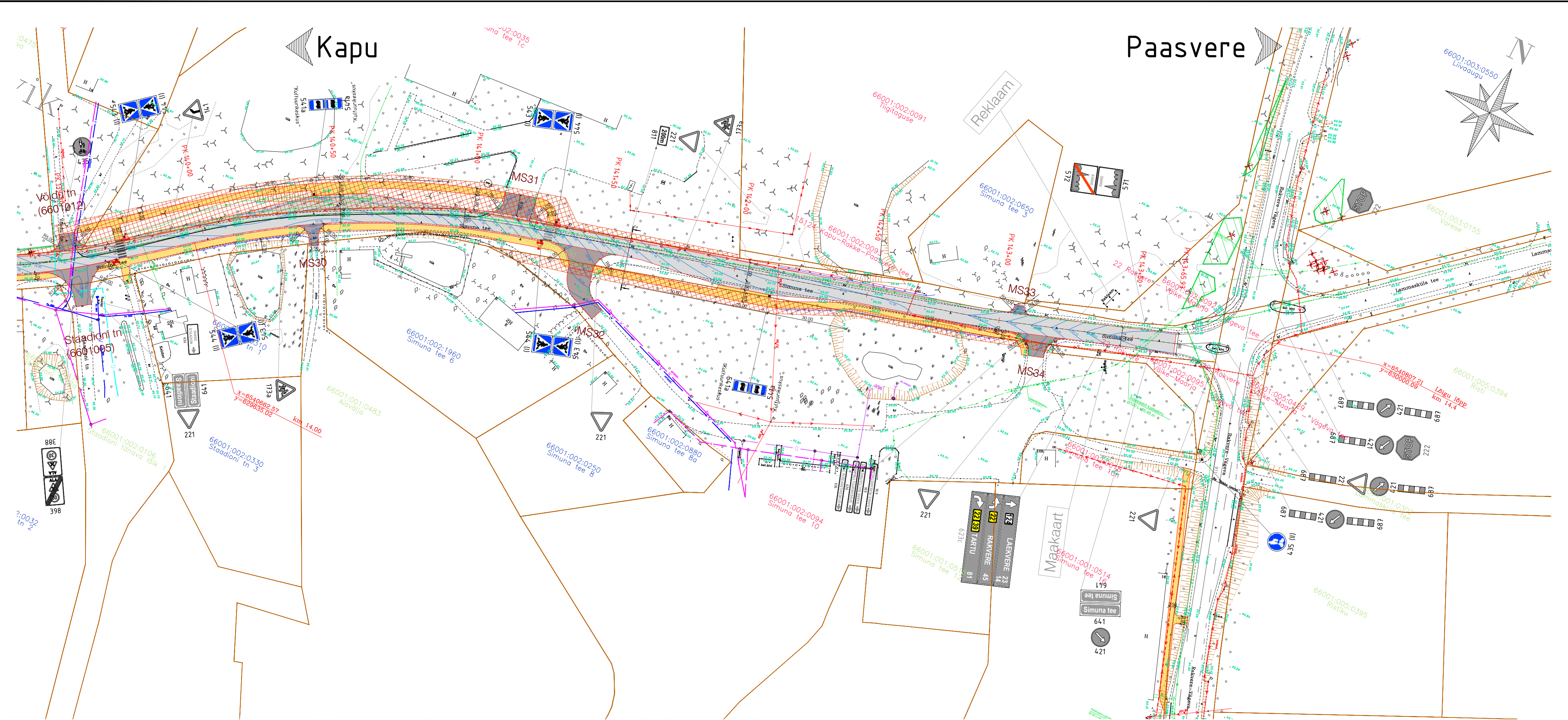
LEPPEMÄRGID

	Kinnistu piir
	Projekteeritud katte servajooned
	Projekteeritud sõidutee ab-katend Tüüp 1
	Projekteeritud sõidutee ab-katend Tüüp 2
	Projekteeritud kõnnitee ab-katend Tüüp 3
	Projekteeritud kruus- või freespurukate Tüüp 4
	Projekteeritud betoonsillutiskivi katend Tüüp 5
	Projekteeritud graniitkividest katend Tüüp 6
	Projekteeritud haljasalade murukate Tüüp 7
	Säilitatav kergliiklustee
	Eeldatav kinnistu äralõige
	Projekteeritud sõidutee äärekivi 150x290 (h=12 cm)
	Projekteeritud sõidutee äärekivi 150x290 (h=0 cm)

	Projekteeritud kõnnitee äärekivi 80x200 (h=0 cm)
	Projekteeritud horisontaal
	Projekteeritud põrkepiire
	Projekteeritud piirdeaed
	Projekteeritud teekattemärgistus
	Olemasolev teekattemärgistus
	Projekteeritud liiklusmärk (1 suurusgrupp)
	Olemasolev liiklusmärk
	Ümbertõstetav liiklusmärk
	Ümbertõstetava liiklusmärgi uus asukoht

	Projekteeritud liiklusmärgi post
	Projekteeritud tänavavalgusti
	Varem projekteeritud objektid (Roadplan töö nr 19041)
	Likvideeritavad objektid
	Võsa likvideerimine

		KÕRVALMAANTEE REKONSTRUEERIMISE PÕHIPROJEKT		
Koostas: Simon Oja		HARJUMAA, LÄÄNE-VIRU MAAKOND, VÄIKE-MAARJA VALD, RAKKE ALEVİK		
Juhendas: Roland Mäe		Asendiplaan		
Juhendas: Tarvo Mill		Joonise nr 4-04	Töö nr MTA93/194-22	Õpperühm: TE2019
TALLINN 27.04.2023		Mõõtkava: 1:1000	Leht: 4	Lehti: 6



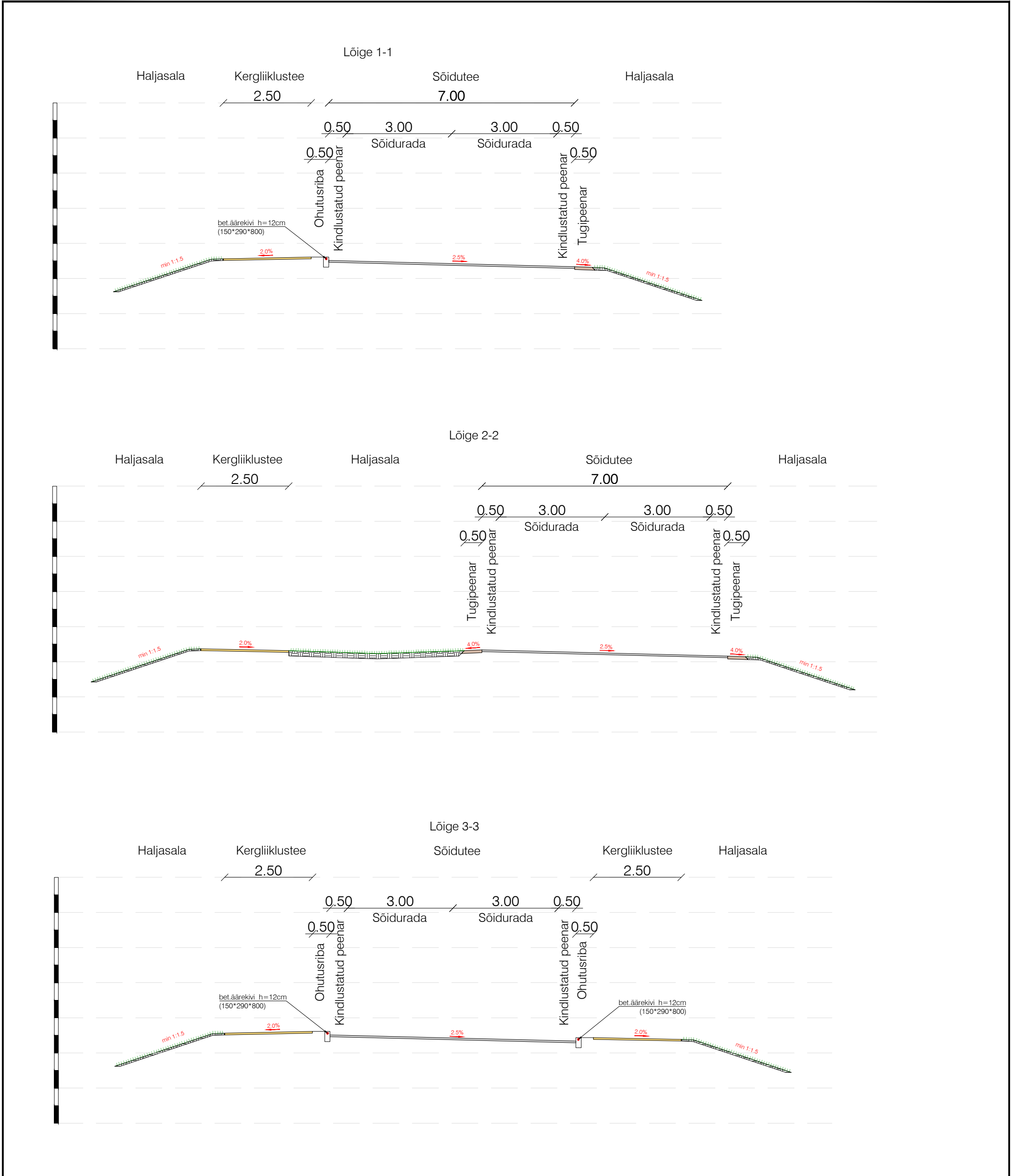
LEPPEMÄRGID

- Kinnistu piir
- Projekteeritud katte servajooned
- Projekteeritud sõidutee ab-katend Tüüp 1
- Projekteeritud sõidutee ab-katend Tüüp 2
- Projekteeritud kõnnitee ab-katend Tüüp 3
- Projekteeritud kruus- või freespurukate Tüüp 4
- Projekteeritud betoonsillutiskivi katend Tüüp 5
- Projekteeritud graniitkividest katend Tüüp 6
- Projekteeritud haljasalade murukate Tüüp 7
- Säilitatav kergliiklustee
- Eeldatav kinnistu äralõige
- Projekteeritud sõidutee äärekivi 150x290 (h=12 cm)
- Projekteeritud sõidutee äärekivi 150x290 (h=0 cm)

- Projekteeritud kõnnitee äärekivi 80x200 (h=0 cm)
- Projekteeritud horisontaal
- Projekteeritud pörkepiire
- Projekteeritud piirdeaed
- Projekteeritud teekattemärgistus
- Olemasolev teekattemärgistus
- Projekteeritud liiklusmärk (I suurusgrupp)
- Olemasolev liiklusmärk
- Ümbertõstetav liiklusmärk
- Ümbertõstetava liiklusmärgi uus asukoht

- Projekteeritud liiklusmärgi post
- Projekteeritud tänavavalgusti
- Varem projekteeritud objektid (Roadplan töö nr 19041)
- Likvideeritavad objektid
- Võsa likvideerimine

		KÕRVALMAANTEE REKONSTRUEERIMISE PÕHIPROJEKT			
Koostas: Simon Oja		HARJUMAA, LÄÄNE-VIRU MAAKOND, VÄIKE-MAARJA VALD, RAKKE ALEVIK			
Juhendas: Roland Mäe		Asendiplaan			
Juhendas: Tarvo Mill		Joonise nr 4-05	Töö nr MTA93/194-22	Õpperühm: TE2019	
TALLINN 27.04.2023		Mõõtkava: 1:1000	Leht: 5	Lehti: 6	



		KÕRVALMAANTEE REKONSTRUEERIMISE PÕHIPROJEKT HARJUMAA, LÄÄNE-VIRU MAAKOND, VÄIKE-MAARJA VALD, RAKKE ALEVIK		
Koostas:	Simon Oja	Joonise nimetus: Konstruktiivsed lõiked		
Juhendas:	Roland Mäe			
Juhendas:	Tarvo Mill	Joonise nr 6-01	Töö nr MTA93/194-22	Õpperühm: TE2019
TALLINN	27.04.2023	Mõõtkava: 1:100	Leht: 6	Lehti: 6