



**TALLINNA
TEHNIKA KÕRGKOO**

Rauno Martin

TUGIMAANTE REKONSTRUEERIMISE TÖÖKORRALDUSE PROJEKT

LÕPUTÖÖ

Tallinn 2022

Rauno Martin

TUGIMAANTE REKONSTRUEERIMISE TÖÖKORRALDUSE PROJEKT

LÕPUTÖÖ

Ehitusteaduskond

Teedehituse õppekava

Juhendaja: Jarmo Lige

Tallinn 2022

Mina,

Rauno Martin,

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 Jarmo Lige */allkirjastatud digitaalselt/*

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina,

Rauno Martin

sünnikuupäev:

06.07.1991

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

„Tugimaantee rekonstrueerimise töökorraldus projekt“

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: **Rauno Martin**
Õpperühm: KTE/LA
Eriala: Teedehitus
Lõputöö teema: **Tugimaantee rekonstrueerimise töökorraldus projekt**

Lähteandmed töö koostamiseks:

Riigihanke nr 242869 Riigitee nr 81 Kärkla – Käina km 4,9-11,36 Tubala – Tammela lõigu rekonstrueerimise hankedokumendid. Roadplan OÜ töö nr 20029 „Riigitee nr 81 Kärkla-Käina km 4,9-11,36 Tubala-Tammela lõigu rekonstrueerimise“ põhiprojekt. Transpordiameti juhendid, teedehituslikud määrused ehitusseadustikus, õppematerjalid, autori praktika kogemused.

Töö sisu, ülesehitus ja lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:

Ehitusobjekti asukoha ja olemasoleva olukorra kirjeldus. Põhiprojektis kirjeldatud projektlahendused. Ehituse alustamiseks vajalikud dokumendid ja load. Teedehituslikeks töödeks vajaliku tööjõuressursi ja ajakulu arvestamine.

Seletuskirja ning graafilise materjali sisu ja maht:

Seletuskirja maht on 40lk, tabelite ja jooniste osa maht 10lk.

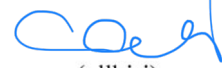
Lõputöö juhendaja: Jarmo Lige
(nimi)

Lõpetaja: Rauno Martin
(nimi)

Kinnitaja: Aivars Alt
ehitusinstituudi direktor


(allkiri) 27.02.2022
(kuupäev)


(allkiri) 27.02.2022
(kuupäev)


(allkiri) 27.02.2022
(kuupäev)

Lõputöö ülesanne antud: 27.02.2022
Lõputöö esitamise tähtaeg: 16.05.2022

SISUKORD

SISUKORD	5
SISSEJUHATUS	7
LÜHENDID	8
1 OLEMASOLEV OLUKORD	9
1.1 Asukoht ja olukorra kirjeldus	9
1.2 Liiklusõnnetused	10
1.3 Uuringud	10
1.3.1 Geodeetilised uuringud	10
1.3.2 Geoloogilised uuringud	11
1.3.3 Liiklussagedused	13
1.4 Keskkonna- ja muinsuskaitse	13
2 PROJEKTLAHENDUS	15
2.1 Lähteandmed projekteerimiseks	15
2.2 Plaanilahendus	15
2.2.1 Mahasõidud	16
2.2.2 Bussipeatused	17
2.3 Vertikaalplaneering	18
2.4 Katend	18
2.4.1 Katendikonstruktsioonid	19
2.4.2 Freespuru bilanss	22
2.5 Veeviimarid	23
2.6 Liikluskorraldus- ja ohutusvahendid	24
3 EHITUSTÖÖDE AJAKULU JA RESSURSI ARVUTAMINE	25
3.1 Enne tööde alustamist esitatavad dokumendid	25
3.1.1 Kvaliteedi tagamise plaan	25
3.1.2 Ajutise liikluskorralduse projekt	26
3.1.3 Kalendergraafik ja maksegraafik	26
3.1.4 Muud dokumendid	26
3.2 Ehitusobjekti ettevalmistustööd	27
3.2.1 Raadamine	27
3.2.2 Märkimistööd	28
3.2.3 Baasjaam ja 3D-mudel	28

3.2.4	Laoplatsid ja objektikontor.....	28
3.2.5	Demonteerimine, lammutamine ja ümbertõstmine	30
3.3	Katendi freesimine.....	30
3.4	Mullatööd.....	31
3.4.1	Kasvupinnase eemaldamine	31
3.4.2	Ehituseks sobimatu pinnase kaeve	31
3.4.3	Kraavide kaeve, puhastamine ja kindlustamine	32
3.5	Truupide paigaldus	33
3.6	Katendi ehitustööd.....	34
3.6.1	Liivaluste ehitus	34
3.6.2	Killustikaluse ehitus	35
3.6.3	Kompleksstabiliseeritud kihi ehitus	37
3.6.4	Asfalteerimistööd	38
3.6.5	Peenarde kindlustamine.....	39
3.6.6	Äärekivide ning sillutiskivide paigaldus	40
3.7	Liikluskorraldusvahendite paigaldus ja markeerimine.....	41
3.8	Maastikukujundustööd.....	41
	KOKKUVÕTE.....	43
	SUMMARY	44
	VIIDATUD ALLIKAD.....	45
	LISAD	46
	Lisa 1. Trigonomeetrilise nivelleerimise käikude skeem.....	47
	Lisa 2. Katendiarvutus katendite valikute ja maksumustega	48
	Lisa 3. Vastutus maatriks	49
	Lisa 4. Ajutise liikluskorralduse üldskeem	50
	Lisa 5. Kalendergraafik	51

SISSEJUHATUS

Käesolev lõputöö on koostatud Transpordiameti(edaspidi Tellija) riigihanke nr 242869 riigitee nr 81 Kärdla – Käina km 4,9-11,36 Tubala–Tammela lõigu rekonstrueerimise hankedokumentide alusel. Hanke eesmärgiks on riigitee nr 81 viimase rekonstrueerimata lõigu liikluseohutuse taseme parandamine ning sõidumugavuse tõstmine. Eelnevalt on rekonstrueeritud riigitee nr 81 km 0-4,9 aastal 2014, km 11,36-16,80 aastal 2016 ning aastal 2021 rekonstrueeriti km 16,80-21,65.

See sisaldas nii katendi kui muldkeha remonti, sealhulgas bussipeatuste ja olemasolevate ristmikute liiklusohutuse parandamist ning veeviimarite rajamist. Hankedokumentides olev rekonstrueerimise projekt on koostatud Roadplan OÜ poolt, töö nr 20029 „Riigitee nr 81 Kärdla-Käina km 4,9-11,36 Tubala-Tammela lõigu rekonstrueerimise põhiprojekt“. Põhiprojekt näeb ette põhiteel 1+1 sõidurajaga maantee, katendiks on projekteeritud 2 kihiline asfaltbetoon ja selle all kompleksstabiliseeritud katendikiht killustikalusel.

Lõputöö eesmärgiks on koostada riigitee nr 81 Kärdla-Käina km 4,9-11,36 Tubala-Tammela lõigu rekonstrueerimise töökorraldus projekt. Rekonstrueeritav lõik sisaldab 6,46 km põhitee, 2 poebussi tagasipöörde ning mahasõitude katendi konstruktsioonide rekonstrueerimist. Töökorraldus projektis analüüsitakse hankedokumentides esitatud põhiprojekti ning seal esitatud katendi konstruktsioone, esitatakse ehituse aja- ja ressursikulude vajaduse hinnang.

Autor võtab käesoleva lõputöö valmimisel töökorraldus projekti kasutusele objektil, et edukalt ja tulemuslikult planeerida ning korraldada ehitustöid. Lõputöö valmimise hetkeks on objektil raadamistööd lõpetatud ning käivad sobimatu pinnase kaevetööd.

LÜHENDID

AC	– Asfaltbetoon
AKEJ	– Asfaldist katendikihtide ehitamise juhis
AKÖL	– Aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus
AKÖL 20	– Kahekümnenda aasta eeldatav keskmine ööpäevane liiklussagedus
ETPJ	– Elastsete teekatendite projekteerimise juhend
KAP	– Katendiarvutusprogramm
KKEJ	– Killustikust katendikihtide ehitamise juhis
SKEJ	– Stabiliseeritud katendikihtide ehitamise juhis
TEKN	– Teede ehituse kvaliteedi nõuded

1 OLEMASOLEV OLUKORD

1.1 Asukoht ja olukorra kirjeldus

Objekt asub Hiiu maakonnas Hiiumaa vallas Tubala ja Nõmba külas riigimaantee nr 81 Kärkla-Käina km 4,9 – 11,36 (Joonis 1). Vaadeldaval lõigul on tegu 1+1 sõidurajaga tugimaantee, mis on ristuvate teede suhtes peateeks. Suuremad kõrvalteed, mis jäävad lõigule [1]:

- PK 85+90 – kõrvalmaantee nr 12118 Nõmba-Silde,
- PK 92+30 – kõrvalmaantee nr 12119 Nõmba-Vilivalla tee,
- PK 104+40 – kõrvalmaantee nr 12105 Tammela – Hellamaa tee.



Joonis 1. Objekti asukoha skeem [1]

Riigitee nr 81 km 4,9-10,907 on ehitatud mustkate(MSE 12) 1967.aastal, km 10,907-11,271 on ehitatud mustkate (MSE 12) 1966.aastal, km 11,271-11,291 on ehitatud mustkate (MSE 8) 1999. aastal, km 11,291-11,341 on ehitatud mustkate (MSE12) 1973.aastal ja km 11,341-11,36 on ehitatud tihe asfaltbetoon kate (AC16 surf/ TAB16) 2016. aastal [1].

Lisaradasid (nt ristmike piirkondades) ei ole rajatud. Lubatud sõidukiirus on 90 km/h, välja arvatud lõigul, mis läbib Nõmba küla PK 83+80 – PK 90+55, kus suurim lubatud sõidukiirus on 70 km/h [1].

Vee ärajuhtimisega on probleeme, mis tulenevad põhitee amortiseerunud truupidest, mis asuvad PK 87+10 ja PK 89+53. PK 104+50 lõikub maantee Tammela jõega, mis on piirkonnas ühtlasi suurimaks

eesvooluks. Lõikumine maanteega on lahendatud betoonelementidest binokkeltruubiga (2x1000 mm). Truubi lülid on nihkunud ning tee kattel esineb vajumisi, mida on parandatud. Truup tuleb rekonstrueerimistööde käigus välja vahetada [1].

PK 49+00 – PK 94+75 sisuliselt puuduvad külakraavid, mistõttu ei ole mulde kõrvalt vesi ära juhitud ning esineb kohti, kuhu vesi jääb seisma. Kuna mulle on madal, siis ei ole ka konstruktsioonist vee väljapääs tagatud ning on oht liigniiskuse tekkeks konstruktsioonis [1].

1.2 Liiklusõnnetused

Eesti Liikluskindlustuse Fondi andmetel ei ole käsitletaval lõigul liiklusõnnetusi juhtunud. Teeregistri andmetel on projekteeritaval teelõigul toimunud kokku 2 registreeritud liiklusõnnetust ajavahemikus 2013-2015.a. [1]:

- 2013.05.31 toimus liiklusõnnetus km 8,38 Nõmba külas. Tegu on piiratud kiirusega lõiguga, kus toimus kokkupõrge jalakäijaga. Tegu oli õnnetusega, kus laps jooksis seisva liinibussi varjust sõiduteele,
- 2015.01.03 toimus liiklusõnnetus km 11,013, kus toimus sõiduki teelt väljasõit. Tegu on pika sirgega, mis on väga ebatasane.

Kohalikest inimestelt saadud info põhjal on toimunud teelt väljasõite PK 65+50 – PK 66+50 piirkonnas, kuid nende tagajärjed ei ole olnud väga rasked ning sõiduk on omal jõul teele saanud. Vaadeldavas piirkonnas on tegu väikese raadiusega plaanikõveraga, kus viraažikalle on 5 – 6,8%. Tõenäoliselt on suurel viraažikaldel oma roll teelt väljasõitudes (nt rasked ilmastikutingimused – teel olev lörts, vaalud, libedus) [1].

1.3 Uuringud

1.3.1 Geodeetilised uuringud

Topo-geodeetilised uuringu koostas Rakendusgeodeesia ja Ehitusgeoloogia Inseneribüroo OÜ 2020 aasta aprillis. Mõõdistustööd tehti kooskõlas Majandus- ja taristuministri 14.aprilli 2016 a. määrusega nr: 34: „Topo-geodeetilisele uuringule ja teostusmõõdistamisele esitatavad nõuded“, Maanteeameti peadirektori 13.05.2008 käskkirjaga nr 102 kinnitatud juhend „Täiendavad nõuded topo-geodeetilistele uurimistöödele teede projekteerimisel“ [2].

Mõõdistus tugines L-EST 97 süsteemi koordinaatidele ja EH2000 süsteemi kõrgusele. Objekti piirkonnas on vaid vanemad riiklikud geodeetilise võrgu punktid, mille täpsusklass ei ole tagatud.

Seoses sellega määrati koordinaadid ja kõrgus staatilise GNSS-ga, täpsusega 1:100 000, kusjuures staatilise GNSS mõõtmiste kestvus oli vähemalt 1.5 tundi. Staatilise GNSS abil rajati kindlustatud baaspunktid (Tabel 1), mille kõrgused saadi trigonomeetrilise nivelleerimise kaudu [2].

Lähtepunktideks ning trigonomeetrilise nivelleerimise aluseks võeti järgnevad punktid:

Tabel 1. Staatilise GNSS meetodil määratud lähtepunktid [2]

	Punkti nimi	X	Y	H
Staatilise GNSS meetodil	GPS 1001	429373.320	6535632.627	H=18.82
	GPS 1015	430550.720	6531629.923	H=19.97
	GPS 1026	430212.580	6529701.228	H=7.95
	GPS 1027	430193.881	6529418.898	H=7.91

Trigonomeetrilise nivelleerimise käik on kujutatud käesoleva töö lisas (Lisa 1). Käigu pikkuseks kujunes 6,4 km, selle jooksul saadi 23 kindlustatud punkti, millele määrati nii koordinaadid kui kõrgused ja need võeti aluseks kogu objekti topograafilisel mõõdistusel [2].

Mõõdistuseks kasutati mobiilset laserskännerit Riegl VMZ/VZ-400. Antud mõõdistust nimetatakse MLS mõõdistuseks ning see toimub auto katusele paigaldatud laserskänneriga, mis võimaldab kogu situatsiooni, sh teekatendi ja äärekiivide täpset ja väga detailset mõõdistamist sõidu ajal.. Antud skanner suudab märgistada 122 000 punkti sekundis [2].

Tehnovõrkude puhul kasutati varasemaid mõõdistus- ja uurimistöid. Maa-aluste võrkude olemasolu kontrolliti Maa-ameti kitsenduste kaardilt ning plaaniline asetus kooskõlastati tehnovõrkude valdajatega [2].

1.3.2 Geoloogilised uuringud

Riigitee nr 81 km 4,9-11,36 Tubala-Tammela lõik kulgeb põhiliselt lainjal moreentasandikul. Aluspõhja moodustas Alam-Siluri ladestiku Adavere kihistu lubjakivid. Geoloogilisteks uuringuteks kasutati puurkehade meetodit. Puuriti seadmega GM-65 ja GM-100, see juures puuraegu läbimõõt vähemalt 108 mm. Iga 200 m tagant võeti pinnaseproov (terastikulise koostise ja plastsuse määramiseks) ning iga 300 m tagant filtratsiooni määramiseks. Kokku puuriti 112 puurauku ning laboris tehti 72 analüüsi [3].

Puurkehades eraldati 12 erinevat kihti [3]:

- teekate, valdavalt asfaltbetoon paksusega 0,03-0,12m,
- teemulle, peamiselt liivaga mällikas kruus ning rohke kruusaga mällikas liiv,
- liivaga mällikas kruus (saGr), kihi paksus 0,25-1,1m, maapinnast kuni 1,8m sügavuseni,
- orgaanikaga liivaga mällikas kruus (saGr), mullane osa, vähesel määral külmaohtlik mittedreeniv kiht, kihi paksus 0,1-2,1m, põhiliselt maapinnast kuni 0,12m sügavusel,
- liivaga mälline-savine kruus (saciGr-saclGr), maapinnast 0,5-2,1m sügavusel, kiht ilmus 11 puuraugus, tegemist on vähesel määral külmaohtliku mittedreeniva kihiga,
- kruusaga mällikas-savikas liiv (grSa), levib nii tee muldes täitepinnasena, kui aluses loodusliku pinnasena, kihi paksus 0,38-0,7m, samuti vähesel määral külmaohtlik mittedreeniv kiht,
- orgaanikaga kruusaga mällikas-savikas liiv (grSa), kihi paksus 0,25-0,9m, esines vaid 5 puuraugus, vähesel määral külmaohtlik mittedreeniv kiht,
- muld, esines 11 puuraugus, peamiselt mulde all tihenenud ja paksusega 0,05-0,75m, tegemist on siis mitte dreniva kihiga,
- liiv-mällikas liiv, esines nii peen- kuni jämeliiva, kihi paksus 0,25-1,8m, ilmnes 48 puuraugus, vähesel määral külmaohtlik mittedreeniv kiht,
- orgaanikaga liiv-mällikas liiv (Sa), kihi paksus 0,1-1,25m, vähesel määral külmaohtlik, mittedreeniv kiht,
- mälline liiv (siSa), levib aluses loodusliku pinnasena, kiht ilmus 0,3-1,0m sügavusel ning on külmaohtlik mittedreeniv kiht,
- kruusaga ja liivaga savi (saCl), leidub vaadeldava lõigu alguses ja 0,9-2,5m sügavusel, väga külmaohtlik mittedreeniv pinnas,
- väheplastne kruusaga savine liiv (clSa), leidub vaadeldava lõigu alguses maapinnast 0,6-2,3m sügavusel, külmaohtlik mittedreeniv kiht.

Pinnasevesi oli puuraukudes 0,5-2,2 m sügavusel, lõigu alguses pinnase veetasemeni ei jõutud. Vältitööd teostati juuni kuus 2020 aastal, antud perioodi veetaset hinnati keskmiseks, kõrgvee ajal võib pinnasevee tase tõusta hinnanguliselt 0,5 m. Objekti lõpu osas veetase tõuseb külmumissügavusest kõrgemale ning kraavides esineb seisuvesi, ehk see ala liigitub 3. niiskuspiaikkonda [3].

1.3.3 Liiklussagedused

Liiklussagedus uuringutetulemused lõputöös analüüsitaval lõigul on järgnevad [4]:

- 2010 aastal AKÖL 895 a/ööp, millest raskeliiklus 3%,
- 2018 aastal AKÖL 901 a/ööp, millest raskeliiklus 2%,
- 2019 aastal: AKÖL 934 a/ööp, millest raskeliiklus 4%.

Ristuvatel riigiteedel on liiklussagedused väga väikesed [4]:

- riigitee nr 12118 loendatud aastal 2019 AKÖL 24 a/ööp,
- riigitee nr 12119 loendatud aastal 2019 AKÖL 59 a/ööp,
- riigitee nr 12105 loendatud aastal 2019 AKÖL 47 a/ööp.

Lähtuvalt liiklusuuringute tulemustest ei ole vajadust peateel pöörderadadele ega laiendustele. Peatee enamkoormatud tunni liiklus on 90 a/h, see on 1-2 autot minutis. Lõikuvatel teedel 3 kuni 5 a/h, see teeb üks auto 10-20 minuti tagant [4].

Liikluse baasproгноos Eesti riigimaanteedele aastaks 2040 keskmise kasvuteguri alusel prognoositav AKÖL20 põhiteel on 1067 a/ööp, millest raskeliiklus 5,5%. Võttes arvesse viimase 10 aasta lineaarne liikluse kasv, saadakse AKÖL20 põhiteel 1079 a/ööp, millest raskeliiklus 4,7%. [1]. Sellest saame järeldada, et Eesti riigimaanteed baasproгноos kehtib ka antud teelõigul [4].

1.4 Keskkonna- ja muinsuskaitse

Objekti piiresse jääb maaparandusehitis, mille torustikke vigastamist peab vältima, kasutades kõiki kaitsemeetmeid. Samuti peab vältima saasteainete pinnasesse ja põhjavette sattumist. Masinate ja seadmete tankimine ei tohi toimuda veekogule lähemale kui 50 m [1].

Objekti vahetus läheduses asuvad kaitsealused objektid, mille suhtes on määratud kaitsevööndid [1]:

- kultuurimälestis, pelgupaik (registri nr 8942),
- looduslik pühapaik, allikas Matseallik. Ehitustööde käigus ei tohi kahjustada allikat ja peab vältima veerežiimi muutusi lähikonnas, mis võiks põhjustada allika kuivamise,
- rahvapärismus, kalmistu, paikneb eeldatavalt kahel kinnistul. Seal piirkonnas väljakaevet tehes peab juures viibima arheoloogiline järelevalve.

Kaitsevööndiks on üldiselt 50m laiune maa-ala mälestise väliskontuurist. Muinsuskaitseameti kirjaliku loata ei tohi kaitsevööndis ehitada, rajada teid, kraave ega trasse, lisaks ei tohi teha mulla-

ja kaevetöid ning maaparandustöid. Eraldi on välja toodud, et keelatud on kinnismälestise vaadeldavuse sulgemine [1].

Pinnase- ja kaevetöödel tuleb arvestada kultuuriväärtusega leidude ja arheoloogilise kultuurikihi ilmsiks tuleku võimalustega ka väljaspool kultuurimälestise ja selle kaitsevööndi ala. Kui töid tehes avastatakse inimtegevuse tagajärjel ladestunud arheoloogiline kultuurikiht, sh inimluud, või kultuuriväärtusega leid, on tööde tegija kohustatud töö seiskama, säilitama leiukoha muutumatul kujul ning viivitamatult teatama sellest Muinsuskaitseametile [1].

2 PROJEKTLAHENDUS

2.1 Lähteandmed projekteerimiseks

Projekteerimise ülesandeks seati tehniliselt optimaalsed ja finantsiliselt mõistlikud lahendused. Projekteerija pidi ette nägema katendi uuendamise ning vajadusel ka muldkeha remondi. Katendi kasutuseaks pidi olema kõikidel katenditel 20 aastat [1].

Põhiteel tuli arvestada järgmiste parameetritega [1]:

- projekteerimise lähtetase -rahuldav,
- maantee klass -IV,
- projektkiirus -90km/h,
- sõiduradade arv -2,
- sõiduraja laius -3,25m(90km/h),
- sõiduraja laius -3,00m(50km/h ja 70km/h),
- kindlustatud peenra laius -0,75m(90km/h),
- kindlustatud peenra laius -1,00m(50km/h ja 70km/h),
- võrdtugeva katte laius -8,0m,
- tugipeenra laius -1,0m¹

2.2 Plaanilahendus

Plaanikõverate projekteerimisel on lähtutud projektkiirusest 90 km/h ja Nõmba külas 50 km/h. Erandlik lähtetase on võetud aluseks PK 65+58 – PK 71+45, kus üksteisele järgnevad plaanikõverad $R = 300$ m (lubatud 4% viraažis ja 80 km/h) ja $R = 380$ m (lubatud 4% viraažis ja 90 km/h). Kiirusepiirangut ei ole projekteeritud, kuna projekteerija hinnangul ei ole $R = 300$ m sõidumugavuse vähenemine suur, küll on osaliselt sellest tingituna projekteeritud liiklusmärgid nr 556 „Soovituslik sõidukiirus“ 70 km/h märgid vaadeldavasse lõiku [1].

Tugimaantee ja kõrvalmaanteede ristmikel on kõrvalmaanteele projekteeritud äärekividega liiklussaared, et välistada ristmiku läbimist suurel kiirusel. Lisaks on antud ristmikel

¹ tugipeenra laiuse parameeter 1,0m tuleneb tehnilisest kirjeldusest, ehk see on erinev maantee projekteerimismäärde toodust, kus tugipeenra laius on 0,5m. Tugipeenra laiust on suurendatud kuni 1,5 meetrini bussipeatusest kuni esimese ristmikuni, et tagada jalakäijatele ohutum liikluskeskond [1].

pöörderaadiustele rajatud kindlustatud peenra serva tardskivi sillutiskattega osa, et suurendada lokaalset tugipeenra kandevõimet ja vähendada materjali välja kandmist liikluse poolt [1].

Põhitee lubatud sõidukiirus on peamiselt 90 km/h. PK 84+00 – PK 89+00 läbib põhitee Nõmba küla, kus elamud paiknevad sõiduteele lähedal ning asub ka järsk plaanikõver $R = 190$ m. PK 85+90 asub põhitee ning kõrvalmaantee ristmik, kus peatub kauplusauto ning PK 91+40 on bussipeatus. Lähtuvalt sellest on vähendatud suurimat lubatud sõidukiirust järgnevalt [1]:

- PK 83+34 – PK 84+80: 70 km/h,
- PK 84+80 – PK 89+45: 50 km/h,
- PK 89+45 – PK 92+49: 70 km/h.

Peatumisnähtavus „Rahuldava“ lähtetaseme puhul peab olema 90 km/h sõidukiiruse juures 130 m, kiirusel 70 km/h 70 m ja kiirusel 50 km/h 50 m. Projekteerija on kogu lõigu ulatuses peatumisnähtavuse üle kontrollinud ja see vastab lähtetasemele „Rahuldav“ [1].

Kohtumisnähtavus on kontrollitud lähtetase „Hea“ järgi. Kasutatud on kõrgema taset, et vähendada liikluskorraldusvahenditega lubatud möödasõidualal riskitaset. 90 km/h liikumiskiiruse juures peab olema kohtumisnähtavus vähemalt 320 m, kiirusel 70 km/h vähemalt 200 m ja kiirusel 50 km/h vähemalt 120 m, ainult sellisel juhul saab möödasõitu lubada [1].

Nähtavuskolmnurgad on tugimaantee ja kõrvalmaantee ristumisel projekteeritud vastavalt Maanteeade projekteerimismõistele. Mahasõitude puhul on rakendatud väiksemaid nähtavuskolmnurki, et vähendada raadamismahtusid, seega on kasutatud nähtavuskolmnurki 3 x 160 m sõidukiirusel 90 km/h [1].

Riigitee nr 81 ja nr 12118 ristmikul ja Nõmba bussipeatuses on projekteeritud kauplusauto tagasipöörde- ning peatumiskohad, et tagada ohutu peatumise võimalus. Lisaks on Nõmba bussipeatuses pakendikonteinerimaja, mille tõttu tuleb rajada laiem bussiooteplatvorm, et pakendimaja mahuks ka tulevikus platvormile ära, ilma et vähendataks bussiooteplatvormi minimaalseid nõudeid [1].

2.2.1 Mahasõidud

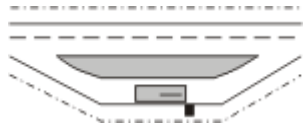
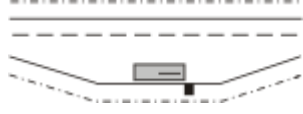
Mahasõitudele on lähtutud põhimõtetest, et igale kinnistule rajatakse üks mahasõit ja need on valdavalt „Tüüp1“ mahasõidud Maanteeameti tüüpjooniste järgi. Kohalike teede ristumistel on kasutatud mahasõidu raadiuseid $R = 8$ m. Pikikalle ei tohi ületada 4,0% vähemalt 5 m ulatuses põhitee servast.

Mahasõitudel, kus kokkuviimist on vaja kaugemale jätkata, on pikikalle üldjuhul kuni 8%, erandjuhtudel kuni 10%. Tugipeenra laius mahasõitudel on 1,0 m nagu põhiteelgi [1].

2.2.2 Bussipeatused

Bussipeatusi on antud lõigul kokku kuus. Viis nendest on avatud taskuna ja üks kinnise taskuna (Tabel 2). Lähtuvalt maantee projektierimisnormidest on tasku laius üldjuhul 3m, kuid nähtavustingimuste parandamiseks on PK 91+30 bussitasku tehtud laiem, et oleks tagatud vähemalt „Erandlik“ nähtavuskolmnurk [1].

Tabel 2. Bussipeatuste tüübid [5]

Peatuse tüüp	Põhimõtteline skeem	Kõrvalekalle põhisuunast, m	Maantee klass				
			I*	II	III	IV	V
I. Suletud tasku		≥6,0	R	H	H		
II. Avatud tasku		3,0–4,0		R	R	H	
III. Peatus osaliselt sõidurajal		2,0–3,0			E	R	H
IV. Peatus sõidurajal		Puudub või tühine				E	R

Avatud tasku täislaiuse pikkus on 20 m, eelneva kaldosa pikkus on 30 m ja järgnev 25 m. Bussiooteplatvorm on 10 m pikkune ja 2 m laiune, ümbritsetud äärekividega, mille sõidutee poolse serva kõrgus on 12 cm. Platvormi serva on projekteeritud 1 m laiune tugipeenar. Ilma ootekojata peatuste platvormi taga tugipeenrale on projekteeritud pink ning kõikidesse peatustesse prügikast. Liiklusmärk 541 paigaldatakse ooteplatvormi lõppu [1].

Suletud bussipeatus IV klassi maanteel ei ole maantee projektierimises normides esitatud, kuid projekteerija on näinud ette, et piisava nähtavuse tagamiseks mahasõidult lähenejale on vaja rajada suletud taskuga bussipeatus. Suletud bussitasku täislaiuse pikkus on 20 m, eelneva kaldosa pikkus on

30 m ja järgneva kaldosa pikkus on 25 m. Tasku laius on 3,5 m ning kattemärgistusega saare laius on 2,2 m. Bussiooteplatvorm on 10 m pikkune ja 7 m laiune, kuna platvorm laieneb ühtlasi ka pakendimaja aluseks. Bussipeatusesse paigaldatakse ka prügikast [1].

2.3 Vertikaalplaneering

Projektis on võetud aluseks mustkatte freesimise järgne pind ning uus katend järgib üldjoontes seda. Pikiprofiili on kohati parandatud, et tagada püstkõveratel ja sirgetel sõidumugavus. Profiili elemendid vastavad enamjaolt lähtetasemele „rahuldav“. PK91+60 – PK93+82 ei olnud majanduslikult mõistlik tagada „rahuldavat“ taset, projekteeriti püstkõver $R = 4500$ m, mis vastab „Erandlik“ lähtetasemele, sealjuures on tagatud nõutud nähtavused [1].

Kuna enamjaolt projekt ei näe ette drenkihi ehitust, vaid seda täidab stabiliseeritud kihi alla jääv killustikukiht, siis tuleb mulde pealispind profileerida 4% põikkaldega, v.a. viraažidel, kus mulde pealispind järgib teekatte põikkallet [1].

Põhiteel on projekteeritud kahepoole põikalle 2,5%, välja arvatud viraažid, kus on ühepoolne põikalle 2,5%-4,0%. Viraaži kujundamisel lähtuti põhimõttest, et viraaž moodustub eelkõvera jooksul ja ringikõvera alguseks on saavutatud täisviraaž [1].

Tugipeenarde põikalle on -4%, mis on vastuolus Maanteede projekteerimismõistlusega, projekteerija juhendus asjaolust, et sõiduteelt ära lükatud lume sulamise vesi ei valguks tugipeenralt sõiduteele. Tardkivi kate ristmikutel asendab tugipeenart, järelikult nende põikalle on ka -4%. Bussiooteplatvormide projekteeritud põikalle on 2% [1].

Mulde nõlvused tuleb planeerida tugipeenra välisservast kuni olemasoleva mulde nõlva alumise servani, mitte ei ole määratud kindlat nõlvust. Kuna teemuldkeha üldiselt ümber ei ehitata, on mõistlik lähtuda olemasoleva muldkeha nõlvustest. Mahasõitude nõlvad on ohutuse suurendamiseks projekteeritud nõlvusega 1:3, v.a. PK 84+54 kus maaomaniku soovil säilitada põõsastik projekteeriti nõlvad 1:2 nõlvusega [1].

2.4 Katend

Katendarvutused tehti KAP-programmiga (versioon 2.00-2017). Kontrollarvutused tehti lõiguti sõltuvalt aluspinnastest ja niiskuspakkondadest (Tabel 3), arvutused koos maksumustega on esitatud käesoleva töö Lisa 2 [1]. Pakuti välja iga lõigu jaoks kolm varianti koos maksumustega [1].

Tabel 3. Katendiarvutuse profiilid [1]

Lõik			Arvutusprofiil
PK 49+00	-	PK 72+85	I
PK 72+85	-	PK 90+85	II
PK 90+85	-	PK 93+00	III
PK 93+00	-	PK 96+10	I
PK 96+10	-	PK 113+60	IV

Kõikides lõikudes oli võrdluses kolm katendi konstruktsiooni (Lisa 2[1]) [1]:

- 2-kihiline asfaltbetoonkate kompleksstabiliseeritud alusel,
- 1-kihiline asfaltbetoonkate pinnatud bituumenistabiliseeritud alusel,
- 2-kihiline asfaltbetoonkate killustikust alusel.

Võrreldud katendid koos maksumuste ja projekteerija eelistutega on esitatud käesoleva lõputöö lõpus Lisade peatükis Lisa 2 [1]. Antud tabelis on lisatud pealmisele asfaltbetoon kihile 1cm kulumisvaru, mida katendi tugevusarvutustes arvesse ei võetud. Kõik pakutud katendid vastasid külmakerke nõudmistele ning vajalikud kihtide elastsusmoodulid olid tagatud, kaasa arvatud asfaltbetooni sisepinged [1].

Riigitee nr 81 Kärdla-Käina km 4.9-11.36 Tubala - Tammela lõigule valiti põhitee katendiks püsikatend kahekihilise asfaltbetooniga kompleksstabiliseeritud alusel. Projekteerija hinnangul on kompleksstabiliseeritud katendi puhul ühikhind soodsam, lisaks võimaldab ära kasutada kogu üles freesitava asfaltkatte freesipuru. Veel toodi välja, et kahekihiline asfaltbetoon tagab parema tasasuse [1].

2.4.1 Katendikonstruktsioonid

Lähtudes geoloogiliste uurimuste tulemustest, katendiarvutustest ning Tellija poolt heakskiidu saanud katendist, projekteeriti lõikude kaupa ning eraldi mahasõidud ning kokkuviimised. [1]. Ristprofiili kihtides esitatud materjalide minimaalsed nõuded on kirjeldatud sulgudes.

Tüüpristprofiil 1, sõidutee asfaltbetoon katend (PK 49+00 – PK 90+91,9 ning PK 93+00 – PK 96+11,5) [1]:

- 1) tihe kuum asfaltbetoon AC 16 surf 70/100, $h = 4$ cm, ($1500 \leq AKÖL < 3000$ (AKEJ)),
- 2) kuum poorne asfaltbetoon AC 20 base 70/100, $h = 5$ cm, ($1500 \leq AKÖL < 3000$ (AKEJ)),
- 3) komplekstabiliseeritud alus KS32, $h = 14$ cm, ($AKÖL < 1500$ (SKEJ)),
- 4) killustikalus fr.16/32, $h_{min} = 13$ cm, ($AKÖL < 500-3000$ (KKEJ)),
- 5) vajadusel täitepinnas Tm_{130} (Tm_{130} nõuded (kirjeldatud ETPJ), filtratsioonimoodul vähemalt 0,5m/ööp),
- 6) olemasolev mulde pinnased.

Tüüpristprofiil 2, sõidutee asfaltbetoon katend (PK 90+91,9 – PK 93+00) [1]:

- 1) tihe kuum asfaltbetoon AC 16 surf 70/100, $h = 4$ cm, ($1500 \leq AKÖL < 3000$ (AKEJ)),
- 2) kuum poorne asfaltbetoon AC 20 base 70/100, $h = 5$ cm, ($1500 \leq AKÖL < 3000$ (AKEJ)),
- 3) komplekstabiliseeritud alus KS32, $h = 14$ cm, ($AKÖL < 1500$ (SKEJ)),
- 4) killustikalus fr.16/32, $h_{min} = 15$ cm, ($AKÖL < 500-3000$ (KKEJ)),
- 5) vajadusel täitepinnas Tm_{130} , (Tm_{130} nõuded (kirjeldatud ETPJ), filtratsioonimoodul vähemalt 0,5 m/ööp),
- 6) olemasoleva mulde pinnased.

Tüüpristprofiil 3, sõidutee asfaltbetoon katend (PK 96+11,5 – PK 113+51) [1]

- 1) tihe kuum asfaltbetoon AC 16 surf 70/100, $h = 4$ cm, ($1500 \leq AKÖL < 3000$ (AKEJ)),
- 2) kuum poorne asfaltbetoon AC 20 base 70/100, $h = 5$ cm, ($1500 \leq AKÖL < 3000$ (AKEJ)),
- 3) komplekstabiliseeritud alus KS32, $h = 14$ cm, ($AKÖL < 1500$ (SKEJ)),
- 4) killustikalus fr.16/32, $h_{min} = 13$ cm, ($AKÖL < 500-3000$ (KKEJ)),
- 5) liiivalus 1 (Tm_{130}), $h = 15$ cm, (Tm_{130} nõuded (kirjeldatud ETPJ), filtratsioonimoodul vähemalt 0,5 m/ööp),
- 6) vajadusel täitepinnas Tm_{130} , (Tm_{130} nõuded (kirjeldatud ETPJ), filtratsioonimoodul vähemalt 0,5 m/ööp),
- 7) olemasoleva mulde pinnased.

Tüüpristprofiil 4, sõidutee asfaltbetoon katend (kõrvalmaanteed, kauplusauto platsid) [1]:

- 1) tihe kuum asfaltbetoon AC 16 surf 70/100, $h = 4$ cm, ($1500 \leq AKÖL < 3000$ (AKEJ)),
- 2) kuum poorne asfaltbetoon AC 20 base 70/100, $h = 5$ cm, ($1500 \leq AKÖL < 3000$ (AKEJ)),
- 3) killustikalus fr.0/63, $h = 25$ cm, ($AKÖL < 500-3000$ (KKEJ tabel 2 tulp nr 4)),
- 4) liiivalus 2 (Tm_{105}), $h = 30$ cm, (Tm_{105} nõuded (kirjeldatud ETPJ), filtratsioonimoodul vähemalt 1,0 m/ööp),

- 5) vajadusel täitepinnas Tm_105, (Tm_105 nõuded (kirjeldatud ETPJ), filtratsioonimoodul vähemalt 1,0m/ööp),
- 6) olemasoleva mulde pinnas või aluspinnas.

Tüüpristprofiil 5, sõidutee asfaltbetoon katend (mahasõidud) [1]:

- 1) tihe kuum asfaltbetoon AC 16 surf 70/100, $h = 6$ cm, ($1500 \leq AKÖL < 3000(AKEJ)$),
- 2) killustikalus fr.0/63, $h = 25$ cm, (AKÖL20 500-3000 (KKEJ tabel 2 tulp nr 4)),
- 3) liiavalus 2 (Tm_105), $h = 20$ cm, (Tm_105 nõuded (kirjeldatud ETPJ), filtratsioonimoodul vähemalt 1,0 m/ööp),
- 4) vajadusel täitepinnas 2 Tm_105, (Tm_105 nõuded (kirjeldatud ETPJ), filtratsioonimoodul vähemalt 1,0 m/ööp),
- 5) olemasolev aluspinnas.

Tüüpristprofiil 6, sõidutee asfaltbetoon katend (kokkuviimised eelneva ja järgneva lõiguga) [1]:

- 1) tihe kuum asfaltbetoon AC 16 surf 70/100, $h = 4$ cm, ($1500 \leq AKÖL < 3000(AKEJ)$),
- 2) olemasolev tasandusfreesitud asfaltbetoonkate, $h_{frees} = 4$ cm.

Tüüpristprofiil 7, bussiooteplatvormi asfaltbetoon katend [1]:

- 1) tihe kuum asfaltbetoon AC 8 surf 70/100, $h = 5$ cm, ($1500 \leq AKÖL < 3000(AKEJ)$),
- 2) killustikalus fr.0/31,5, $h = 20$ cm, (AKÖL20 500-3000 (KKEJ tabel 2 tulp nr 4)),
- 3) vajadusel täitepinnas Tm_130, (Tm_130 nõuded (kirjeldatud ETPJ), filtratsioonimoodul vähemalt 0,5 m/ööp),
- 4) ehitatud tee konstruktsioon või aluspinnas.

Tüüpristprofiil 8, ülesõidetavate kitsenduste tardkivist sillutis [1]:

- 1) tardkivi (14x22cm) + vuugitäide², $h = 14$ cm,
- 2) sängitusbetoon C35³, $h = 10$ cm,
- 3) killustikalus fr.0/63, $h = 25$ cm, (AKÖL20 500-3000 (KKEJ tabel 2 tulp nr 4)),
- 4) vajadusel täitepinnas Tm_105, (Tm_105 nõuded (kirjeldatud ETPJ), filtratsioonimoodul vähemalt 1,0 m/ööp).

² vuugitäide tuleb valida arvestades, et kivid ei tohi liikluse all liikuma hakata ega sillutisest välja tulla. Vuugitäide peab olema mittekahanev

³ Uninaks jämedateraline tänavakivide sängitusbetoon või analoog

Tüüpristprofiil 9, ohutussaare betoonkividest sillutis [1]:

- 1) betoonkivi(punane), $h = 6$ cm,
- 2) stabiliseeritud liiv (tsemendi-liiva segu 1:5), $h = 3$ cm,
- 3) killustikalus fr.0/31,5, $h = 20$ cm, (AKÖL20 500-3000 (KKEJ tabel 2 tulp nr 4)),
- 4) ehitatud tee konstruktsioon.

Tüüpristprofiil 10, mahasõitude kokkuviiimine [1]:

- 1) sidumata segu fr.0/31,5, $h = 10$ cm, (purunemiskindlus $\leq$ LA35, külmaskindlus F4, peenisosiste sisaldus 8-15%),
- 2) vajadusel täitepinna Tm_{105} , (Tm_{105} nõuded (kirjeldatud ETPJ), filtratsioonimoodul vähemalt 1,0, m/ööp),
- 3) olemasolev aluspinnas.

Tüüpristprofiil 11, tugipeenra kate [1]:

- 1) sidumata segu fr.0/31,5, $h = 6$ cm⁴, $h=9$ cm⁵, $h=23$ cm⁶, $h=30$ cm⁷, $h=37$ cm⁸ (purunemiskindlus $\leq$ LA35, külmaskindlus F4, peenisosiste sisaldus 8-15%),
- 2) ehitatud tee konstruktsioon.

Tüüpristprofiil 12, tasapinnaliste haljasalade ja nõlvade murukate [1]:

- 1) murukülv (klass III), $h = 5 \dots 7$ cm,
- 2) kasvualus.

2.4.2 Freespuru bilanss

Projekti käigus üles freesitav freespuru tuleb kasutada samal objektil kompleksstabiliseeritud kihi ehituseks. Kompleksstabiliseeritud kihi paksus on 14 cm ning selles kasutatava freespuru osakaal 45%, mis teeb vajaliku freespuru paksuseks 6,3 cm. Kompleksstabiliseeritud aluse projekti järgne pindala on 56 314 m², seega on vajalik freespuru maht 3547,78 m³ [1].

Objektilt üles freesitav katend on pindalaga 52 816 m² ning lähtuvalt puuraukudele on keskmine katendi paksus 7,5 cm. Seega objektilt saadav freespuru maht on 3966 m³ [1].

⁴ mahasõitude

⁵ kõrvalmaanteedel

⁶ tugimaanteel

⁷ ülesõidetava kitsendi välimise äärekivi taga

⁸ bussipeatuse ooteplatvormi tagumise äärekivi taga

Projekteeritud kraavidele on ette nähtud ka kraavi põhjade kindlustamine, kui kraavi pikikalle on 1,0%-2,0%, siis kindlustada 10 cm paksuse fr. 16/32 mm killustiku kihiga ja kui pikikalle on 2,0%-5,0%, siis lisaks killustikule veel geotekstiiliga [1].

2.6 Liikluskorraldus- ja ohutusvahendid

Teeandmis kohustust tähistavad liiklusemärgid paigaldatakse vaid kõrvalmaanteele ristumiskohtadele. Kohalike teede ja mahaõitute ristmikutele neid ei paigaldata, kuna kohalikel teedel on kruuskate ning mahaõidud on teega külgneva ala juurdepääsuteed, siis teeandmise kohustus on reguleeritud Liiklusseadusega [1].

Paigaldatavad liiklusemärgid kuuluvad II-suurusgruppi, välja arvatud liiklussaartel olevad liiklusemärgid, mis kuuluvad I-suurusgruppi. Kasutada tuleb RA2 klassi valgustpeegeldavat kile. Tekstiliste märkide suurtähekõrgus on 150 mm [1].

Teekattemärgistus tuleb paigaldada vastavalt standardile EVS 614:2008 ja juhendile „Riigiteede liikluskorralduse juhised“. Juhendi ja standardi vaheliste vastuolud korral tuleb juhinduda standardist [1].

Tähisposte on projekteeritud kogu objekti ulatuses mõlemale poole sõiduteed valgete helkuritega. Vahe on üldjuhul pikisuunas 50m, vajadusel on väikeste plaanikõverate korral sammu vähendatud. Helkuri keskpunkti kõrgus sõidutee servajoone pinnast peab olema 0,9m. Kollaste helkuritega tähispostid on projekteeritud bussipeatuste laienduste algusesse ja lõppu ning laienduse murdekohtadesse, lisaks ristmike pöörderaadiuste algusesse ja lõppu, pöörderaadiustele kumeratele püstkõveratele kui $R \leq 2500$ m [1].

3 EHITUSTÖÖDE AJAKULU JA RESSURSI ARVUTAMINE

Ehitustööde aja- ja ressursikulu arvutamise aluseks on võetud põhiprojekti kirjeldatud kululoend ja töömahtude aruanded. Arvestusse kuuluvad kõik ehitustööd, mis on projekti elluviimiseks vaja teostada. Alustades ettevalmistustöödega, mullatööd, katendi ehitus, trüübid ja veeviimariid, liikluskorraldusvahendid ning haljastustööd. Arvestusest jääb välja tehnovõrkude ehitustööd, mille teostamise aja määrab alltöövõtja.

Ehitustööd on planeeritud ühe etapina, et vältida üleliigset tehnika transpordi kulu tekkimist asfaldifreesi, pinnase stabiliseerimis masina ja asfalditehnika vedamisel. Tellija poolne tingimus on, et alumine asfaldikiht peab olema paigaldatud 60 kalendripäeva jooksul alates teekatte freesimise algusest samal lõigul. Kogu ajagraafik on üles ehitatud, et täita seda tingimust.

Enne ettevalmistustööde teostamist tuleb veenduda kõikide koostööstuste, lubade ja pädevuste olemasolu. Ehitusluba on väljastatud pärast põhiprojekti valmimist, ehitustöödeks aastal 2022. Kaeveluba tuleb taotleda enne ehitustegevuse algust kohalikul omavalitsuselt.

Vajalik on üle täpsustada maaomanike antud koostööstused kinnistutel tööde teostamiseks ning saada kirjalikud nõusolekud. Kahe kinnistu omanikuga pole Tellija suutnud kokkuleppele jõuda, seega kahel kinnistul äralõikeid ei tehta ja tööd teostatakse teemaa ulatuses.

3.1 Enne tööde alustamist esitatavad dokumendid

Selles punktis kajastatavad dokumentide koostamine ei kuulu ajagraafikus kajastamisele. Ajagraafikus kajastatakse ehitustöid objektil. Dokumentide koostamine käib üldjoontes enne ehitustööde algust ja ei mõjuta ehitustööde kulgu objektil, kui kõik on korrektset teatud.

3.1.1 Kvaliteedi tagamise plaan

Kvaliteedi tagamise plaan tuleb esitada Tellija projektijuhile koostööstamiseks 10 tööpäeva jooksul alates alustamiskorraldusest. Ehitustööde ajal on kohustus kvaliteedi tagamise plaani järgida ja täiendada, et see vastaks tegelikule olukorrale.

Kvaliteedi tagamise plaan tuleb koostada „Teede ehituse ja remondi kvaliteedi ja tööprogrammi tagamise plaani koostamise ja täitmise juhend“ järgi. See peab andma ülevaate kuidas tagatakse ehitusobjekti õigeaegne valmimine vastavalt projektile ning teetööde kvaliteedi nõuetele. Lisaks peab sisaldama ka tööohutuse, liiklusohutuse ja keskkonnakaitsega seotuid tegevusi.

Kvaliteedi tagamise plaanile lisaks on vaja koostada kohustuslikud lisad, milleks on [9]:

- projekti kontaktisikute tabel,
- vastutusmaatriks (Lisa 3),
- projekti kvaliteedi tagamise plaani ja teostusaruande vorm,
- ohutus- ja keskkonnaplaanide vorm,
- tööetapikohased kirjeldused,
- kõrvalekallete aruanne ehk mittevastavuse akti vorm,
- iganädalane ohutuslane kontrollakt,
- täitevdokumentatsiooni kaustade loetelu,
- juhtimisstruktuur.

3.1.2 Ajutise liikluskorralduse projekt

Lisaks on vajalik koostada ajutise liikluskorralduse projekt, mis peab sisaldama seletuskirja ja jooniseid [10]. Liikluskorraldus projekti teostab alltöövõtja koostöös töövõtjaga, mille kinnitab Transpordiameti esindaja. Joonised peavad kajastama üldist skeemi, mis paigaldatakse objektile enne ehitustöid (sh. infotahvlid, ajutised liiklusemärgid), lisaks tööde kohta tüüpskeemid, mida kasutatakse näiteks liikuva töö puhul, sõidusuuna sulgemise korral fooride või ees-suunaõigus märkidega. Ajutise liikluskorralduse üldskeem on esitatud käesoleva töö Lisa 4.

3.1.3 Kalendergraafik ja maksegraafik

Kalendergraafik (Lisa 5) ja maksegraafik tuleb esitada samuti 10 tööpäeva jooksul pärast alustamiskorralduse saamist Tellija projektijuhi poolt. Kalendergraafikut peab uuendama vastavalt vajadusele ka tööde jooksul. Kalendergraafiku muutmine ei ole aluseks ehitusobjekti lõpptähtaja muutmiseks. Lisaks kalendergraafikule tuleb jooksvalt koostada kahe nädala tööde kava, kus tuleb esitada tabeli kujul teostatavate tööde liigid, ajaline kestvus ja ligikaudsed asukohad [11].

Maksegraafikule eraldi nõudeid ei ole esitatud, kuid see peab olema kooskõlas kalendergraafikuga ning kajastama kuude kaupa maksete osakaalu kogu lepingu hinnast. Teostatud tööde akteeritakse järgmises kuus, järelikult peab olema maksegraafikus sellega arvestatud [11].

3.1.4 Muud dokumendid

Seitsme tööpäeva jooksul alates alustamiskorralduse saamisest, tuleb esitada vastutuskindluslepingu poliis, mille kohaselt kindlustusandja peab hüvitama kolmandale isikule tekkiva kahju. Periood peab

algama hiljemalt 5 tööpäeva jooksul alustamiskorraldusel olevast kuupäevast ning kestma garantiiperioodi lõpuni [11].

Täitmistagatise esitus tähtaeg on 10 tööpäeva alustamiskorralduse esitamisest. Täitmistagatis on panga garantiikiri, millega tagatakse kõik Tellija nõuded töövõtja vastu, antud projekti raames [11].

3.2 Ehitusobjekti ettevalmistustööd

Ettevalmistustööd algavad raadamisega, raadamise eelduseks on raieloa olemasolu. Raieloa ja metsateatise koostab Tellija koos Riigimetsa Majandamise Keskusega. Paralleelselt raadamisega saab ette valmistada objekti kontori territooriumi. Ettevalmistustööde hulka kuulub ka teemaa-ala puhastamine, liiklusmärkide eemaldamine koos postide ja vundamentidega, tähispostide eemaldamine, truupide demonteerimine, äärekivide ja parkettkivikatete lammutamine. Lisaks postkastide ümber tõstmine, maakivide ümber tõstmine kinnistu piiridesse, pingi likvideerimine ja geodeetiliste mõõdistusvõrgu punktide ümberpaigutamine ning kaitsmine.

3.2.1 Raadamine

Raadamine teostatakse vastavalt põhiprojektis kirjeldatule, märgitakse maha geodeedi poolt raadamise piir looduses. Raadamisel lähtutakse kooskõlastuste olemasolust ja kinnistu omanike soovidest, erakinnistutel raadatav puitmaterjal jääb kinnistu omanikule. Kändude juurimine teostatakse kraavi kaeve ning nõlvade planeerimise käigus ekskavaatoriga.

Raadamistöödeks kuluva ajakulu leian tööde mahu jagades tootlikkusega (Tabel 5). Tööd teostatakse kahe giljotiiniga varustatud ekskavaatoriga, ühe harvesteriga ning kokku vedamiseks kasutatakse järelhaagisega traktorit.

Tabel 5. Raadamistööde ajakulu arvestamine

Tööde kirjeldus	Mõõtühik	Maht	Tootlikkus päevas	Ajakulu
Raadamine (mets, võsa ja hekid)	m ²	28 234	3500	8
Üksikpuude langetamine	tk	70	70	1
			KOKKU	9

3.2.2 Märkimistööd

Enne kaevetöid tuleb maha märkida piketaaž kogu objekti ulatuses, mis tuleb säilitada kuni garantii aja lõpuni. Piketaaži märkimisel tuleb aluseks võtta tee telg ja tähistada piketaaž iga 25m tagant kindlale kaugusele projekteeritud tee teljest. Välja tuleb märkida iseloomulikumad kohad, kus on vaja teostada tee muldkeha laiendeid astmetega ja kus on erikonstruktsioonide vahelised piirid. Lisaks tuleb maha märkida truupide asukohad koos kõrgustega.

Märkimistööd teostab volitatud geodeet, kes rajab ka objektile reeperite võrgustiku, mida kasutatakse GPS ja tahhümeetriga töötavate mehhanismide iga päevalisel seadistamisel. Reeperid peavad olema rajatud niimoodi, et ükskõik millises punktis objektil, on võimalik silmaga näha vähemalt kahte reeperit ning, et need ei häviks tööde teostamise käigus.

Ajakulu arvestuses arvestan märkimistööde teostamiseks 10 päeva.

3.2.3 Baasjaam ja 3D-mudel

Kuna enamus konstruktsiooni ehitustöödel kasutatavatest mehhanismidest on varustatud GPS/GNSS võimekusega, siis parema ehitus kvaliteedi tagamiseks peab paigaldama objektile oma baasjaama, mis vähendab satelliitide liikumisest tulenevaid ebatäpsusi. Baasjaama paigalduseks on vajalik võimalikult kõrge ja stabiilne koht, kus oleks 360 kraadi ulatuses tagatud nähtavus taevasse. Samuti on vajalik elektrivõrgu olemasolu, et tagada jaama töötamine kogu töö vältel.

Kui on olemas baasjaam ja mehhanismid, siis on mehhanismidele vajalik ka teeprojektist tehtav 3D-mudel, mis visualiseerib juhile projekti ning määrab masina tööorgani asukoha väga täpselt tänu baasjaamast saadavale signaalile. 3D-mudel valmistatakse põhiprojektiga kaasas olevatest failidest, milles on määratud tee parameetrid, konstruktsioonide paksused ja kogu tee kulgemine.

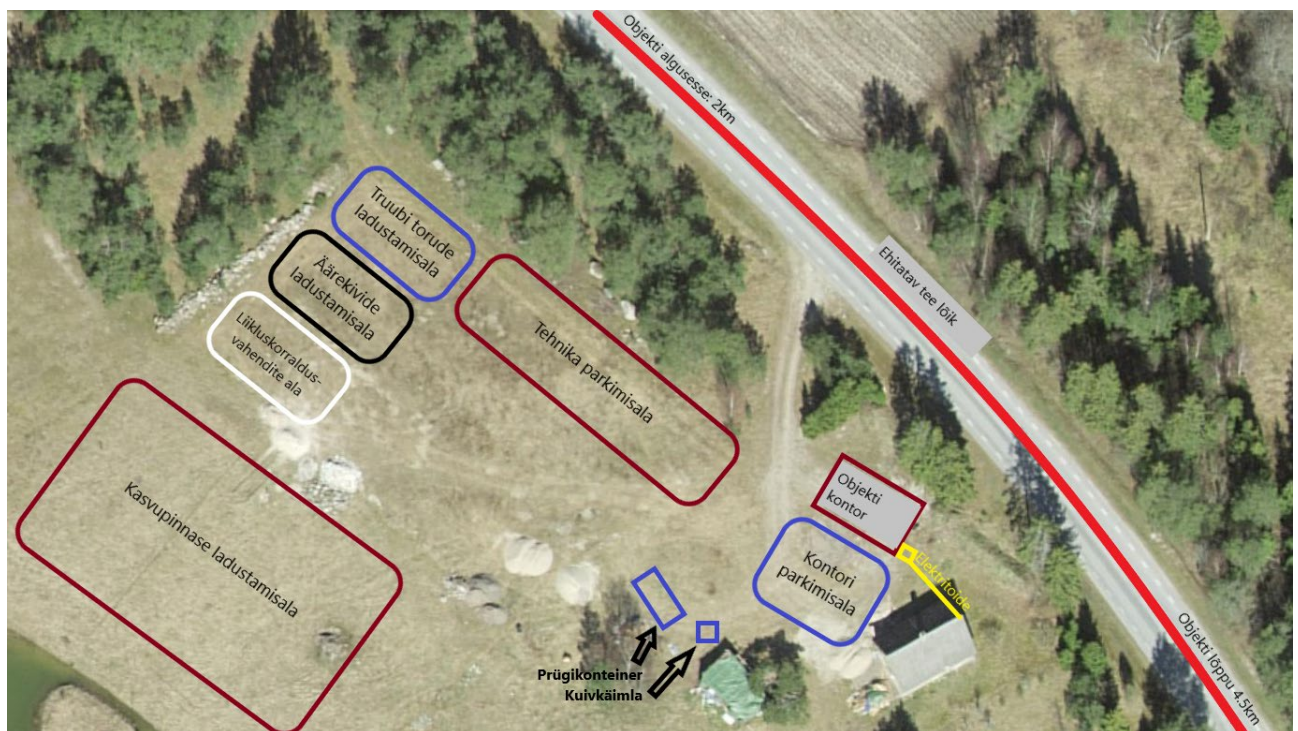
Baasjaama paigaldus objektil võtab aega ühe päeva. 3D mudeli loomiseks kulub üks tööpäev, kuna põhiprojektis on põhifailid juba koostatud.

3.2.4 Laoplatsid ja objektikontor

Laoplatse on vaja materjalide ladustamiseks, äärekivide, truubitorude ja ka mehhanismide hoidmiseks töö välisel ajal. Laoplatsi kasutamiseks on vajalik maaomanikuga, Tellija ja omavalitsusega kokkulepe saavutada. Antud objekti puhul on vaja laoplatsi ainult kasvumulla ladustamiseks. Ülesfreesitav asfalt viiakse lähedal olevasse karjääri (objekti keskelt 11 km), kus

materjal purustatakse ja sõelutakse. Ning samast karjäärist tuleb ka killustik, järelikut vaheladu objektile ei ole vaja. Ehituseks sobimatu pinnas viiakse teise karjääri, kus seda kasutatakse hiljem karjääri kinni katmiseks. Antud karjäär asub objekti keskelt 4km kaugusel ja sealt tuleb ka objektile kasutatav täiteliiv.

Objekti kontor on planeeritud sama kinnistu piiridesse, kus on ka laoplatz (Joonis 3). Sellega hoitakse kokku finantsiliselt ja meeskonnal on parem ülevaade objektile toimuvast. Kontori hooneks on renditud konteiner, mis on kohaldatud ehitusobjektidele sobivaks. Objekti kontori elektritoide saadakse kinnistul olevast hoonest, mis on renoveerimisjärgus, kuid mitte kasutusel elumajana. Kontoris korraldatakse töökoosolekuid, objektikoosolekuid ning teostatakse iga päevast objektijuhtimist ja dokumenteerimist. Objekti kontoris asub ka tulekustuti ja esmaabi kapp, mis on varustatud esmaabi tarvetega kuni 50-le inimesele.



Joonis 3. Objekti kontori ja laoplatzi asendiplaan

Kontori ja laoplatside ettevalmistus teostatakse rataslaaduri ning 2 abitöölisega. Valmistatakse ette kontori soojaku aluspinnas, paigaldatakse kontor, rajatakse elektritoite kilp koos arvestiga. Puhastatakse ladustamisalad ja paigaldatakse prügikasti ning kuivkäimla. Tööde teostamisele kulub kolm päeva.

3.2.5 Demonteerimine, lammutamine ja ümbertõstmine

Alustada saab tähispostide eemaldusega, mis tuleb asendada ajutiste liiklusmärkide 686-tega. Statsionaarsed liiklusmärgid tõstetakse järk-järgult kaevetööde käigus nõlvale, et ei peaks asendama kõiki silte ja tahvleid ajutiste märkidega. Truupide demonteerimine toimub vahetult enne uute truupide paigaldamist.

Äärekivide ja parkettkivikatte lammutamine hõlmab nelja bussi ooteplatvormide lammutamist, seal hulgas ühe pingi likvideerimist. Betoonest äärekivid ja sillutiskivi tuleb utiliseerida vastavalt seadustele.

Postkastide, maakivide ja tähistuspostide ümbertõstmise saab teha ära pärast raadamist. Enamus ümbertõstmisi tehakse paari meetri raadiuses mahasõitude geomeetria muutumise tõttu. Lisaks on vaja neli geodeetilise mõõdistusvõrgu punkti kaitsta. Seda tehakse puidust tikkude ja ohutuslindiga.

Geodeetiliste mõõdistusvõrgu punktide ümberpaigutamisega tegeleb geodeesia alltöövõtja, kellel on pädevus antud töö teostamiseks.

Tähispostide eemaldusele, bussi ooteplatvormide lammutusele ja objektide ümbertõstmisele kulub kaks tööpäeva, kui brigaadis on üks kallur, kaks kopplaadurit ja kaks abitöölist.

3.3 Katendi freesimine

Olemasoleva katendi freesimisel tuleb silmas pidada, et freesitakse üles katend kogu paksuses. Katendi paksus on puuraukude järgi keskmiselt 7,5 cm. Ülesfreesitav materjal viiakse lähedal olevasse karjääri, kus see siis sõelutakse ja purustatakse vastavalt Stabiiliseeritud katendikihtide ehitamise juhises esitatud nõuetele (ekstraheerimise teel määratud sideaine sisaldus ja terastikuline koostis).

Vastavalt arvatud freesipuru bilansile peaks üle jääma materjali 10% kogu mahust, kuid sõelumisel ja purustamisel eemaldatakse sobimatud osakesed, siis võib arvestada, et kasulikku freesipuru jääb üle 5%, mida saab kasutada lõikude parandamiseks halbade ilmastikuolude korral.

Olemas oleva katendi freesimist on ettenähtud 52 816 m² ja katendi tasandusfreesimist 157 m² [11]. Freesimine teostatakse Wirtgen W210I asfaldifreesiga, mille töölaius on kaks meetrit ja tootlikkus on 8500 m² päevas. Seega kulub olemasoleva katendi freesimistöödeks $52\,816 \div 8500 = 6,1$ päeva, tasandusfreesimise ja kogu katendi freesimise peale kulub kokku seitse tööpäeva.

3.4 Mullatööd

Mullatöid võib alustada kohe pärast olemas oleva katendi freesimist. Mullatöödel kasutatakse 3D mehhanisme, mis tagavad materjali väljakaeveld õiged mahud ja tee õige geomeetria õiges asukohas. Ehituseks sobimatu pinnase kaeveld on oluline, et arvestataks väljakaeveld põhja kaldeid ja kaeveld teostaks lähtuvalt ristlõigetest.

3.4.1 Kasvupinnase eemaldamine

Kasvupinnase eemaldust on ettenähtud 1917 m^3 [11], see tuleb koguda laoplatsile, kus see hiljem sõelutakse ja see järel saab kasutada materjali objekti haljustustöödel.

Kasvupinnase eemalduseks kasutatakse roomikekskavaatorit, kuna kasvupinnas tuleb enamjaolt teepeenra ja kraavi vaheliselt alalt, kust buldooseriga seda kätte ei saa. Lisaks ekskavaatorile on vaja materjal veoks kolm kallurit ja laoplatsile ekskavaatorit, kes aeg-ajalt materjali hunnikud kokku tõstab. Tootlikkuseks arvestan 400 m^3 päevas. Seega kulub kogu objekti kasvupinnase eemalduseks $1917 \div 400 = 4.8$ ehk viis päeva.

3.4.2 Ehituseks sobimatu pinnase kaeveld

Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamise maht on $12\,956 \text{ m}^3$ [11], mis tuleb vanast tee muldkehast ja kasutatakse ära ammendunud karjääri osa paljandi katmisel. Projekti kululoendis ei ole ettenähtud, et antud materjali muldkeha ehitamiseks kasutada, vaid kasutatakse uut materjali. Kuna puuraugud näitasid, et enamus objektist asub kruus-liiva, siis oleks mõistlik materjal säilitada täitepinnasena ja kasutada teistel objektidel loodus ressursside säästmise eesmärgiga.

Sobimatu pinnase kaevandamine tehakse 3D roomikekskavaatori (Foto 1) ja buldooseriga, et kiirendada tööprotsessi ja tagada siledam kaeviku põhi järgmiste kihtide sujuvamaks laotamiseks. Kuna töö teostatakse poole tee kaupa, siis tootlikkus on arvestuslikult 400 m^3 päevas. Seega kulub sobimatu pinnase väljakaeveld $12\,956 \div 400 = 32,39$ ehk 33 tööpäeva.



Foto 1. Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine

Karjäär asub keskmiselt 7 km kaugusel ning kasutatakse kallureid, mis mahutavad 7 m³ materjali. Kalluri laadimine objektile võtab aega kaheksa minutit, edasi-tagasi sõit ja mahalaadimine kokku võtavad aega 25 minutit. Seega kallurite vajadus sobimatu pinnase kaevel on neli kallurit, et tagada ekskavaatori ja buldooseri katkematu töö.

3.4.3 Kraavide kaeve, puhastamine ja kindlustamine

Uute kraavide kaevamist on kululoendi järgi 6818 m³, kraavide puhastamist 568 m ning kraavide kindlustamist killustikuga 1254 m², killustikuga kindlustamist geotekstiilil 890 m² [11]. Uute kraavide kaevel tekkiv materjal viiakse karjääri, kus see sorteeritakse täitepinnaseks või kasvumullaks, mida saab taaskasutada pärast sõelumist.

Kraavide kaevel kasutame roomikekskavaatorit ja kaldelaserit. Pöördpeaga varustatud roomikekskavaator kaevab päevas kraavi 300 m³ ning kraavide puhastamist suudab teha päevas 200 m. Uute kraavide kaeveks kulub seega $6818 \div 300 = 22,73$ ehk 23 tööpäeva ning kraavide puhastamisele $568 \div 200 = 2,84$ ehk kolm tööpäeva.

Kraavide kindlustamine tehakse pärast asfaltkatte paigaldamist ratasekskavaatoriga. Geotekstiil paigaldatakse kahe abitöölise poolt ning killustik tõstetakse otse kalluri kastist õigesse kohta, kraavi põhja ning surutakse kopa põhjaga ühtlaseks. Selle töö jõudluseks määratakse 400 m² päevas, reaalsuses

peaks olema jõudlus suurem, kuid endal kogemus puudub antud töö teostamisel. Seega kraavide kindlustamisele kulub hinnanguliselt $\frac{1254+890}{400} = 5.36$ ehk kuus tööpäeva.

3.5 Truupide paigaldus

Truupide paigaldus tuleb teostada enne katendikonstruktsioonide ehitamist, et tagada katendikonstruktsioonide homogeensus ja kogu katendi ühtlane tihendatavus.

Enne uute truupide paigaldust on vajalik olemas olevate truupide demonteerimine, kuna enamuse põhitee alla paigaldatavate truupide asukohta pole muudetud, mõnel on muudetud asukohta voolusäingi parandamiseks, et vältida pinnase uhtumist väljavoolu osas.

Truupide demonteerimist on ette nähtud 89.1 m ning seal juures ka 12 truubipäise lammutamine. Uute truupide paigaldust on kululoendi järgi 510.3 m, millest põhiosa moodustab mahasõitude alla paigaldatav 400 mm läbimõõduga truubitoru. [11]

Demonteerimise ja uute truupide paigalduse koos vajalike aluste ehitusega tegeleb alltöövõtja. Töö teostatakse roomikekskavaatori, kallurite, vibroplaadi ja abitöölistega (Foto 2). Truubitorude paigaldusele kuluva ajakulu leian töömahu jagades tootlikkusega päevas (Tabel 6).



Foto 2. Plastiktruubi paigaldus

Tabel 6. Truupide demonteerimise ja uute paigalduse koos truubipäistega ajakulu

Töö kirjeldus	Maht	Jõudlus päevas	Ajakulu, päevades
Truupide demonteerimine koos päiste lammutamisega	89.1m	50m	2
Uute truupide paigaldus	510.3m	36m	15
Truubi päiste ehitus	42 tk	6tk	7
Kokku			24

3.6 Katendi ehitustööd

Katendi ehitustööd toimuvad kõik poole tee kaupa, nii et liiklusele on avatud töö lõigus 1 sõidusuund. Liiklus on reguleeritud vastavalt ajutise liikluskorralduse projektis esitatud skeemidele, kas eesõigusmärkide, valgusfooride või liiklusreguleerijatega, olenevalt töö iseloomust ja nägemisulatuselt. Katendi ehituse eelduseks on aluspõhja projekti järgne väljakaev, kandevõime fikseerimine ja teostusjoonised tehtud tööle, mis kõik on kinnitatud ehitusjärelvalve poolt. See järel võib alustada liivaluse ning killustikaluse(lõikudes, kus ei ole liivalust ette nähtud) ehitusega.

3.6.1 Liivaluste ehitus

Liivaluste ehitus on jagatud kolmeks osaks: peateel on liivakihi paksuseks 15 cm (Tm_130), mahasõitudel 20 cm (Tm_105) ja kõrvalmaanteedel ning uuel muldel kauplusauto peatus kohtades 30 cm (Tm_105). Kokku on liivaluseid kululoendi järgi 29 526 m², millest 21 094 m² peateel, mahasõitudel 4411 m², kõrvalmaanteedel ja kauplusauto platsidel 4021 m² [11].

Liivaluste ehitus on planeeritud 3D buldooseri ja kalluritega. Liivalus tihendatakse vähemalt 8 t vibrorulliga, kui kihipaksus ületab 50 cm (koos muldkeha juurdeehitusega võib minna kiht paksemaks kui konstruktsioonis ette nähtud), rajatakse alus mitmes osas, et tagada maksimaalne tihendatavus. Liivaluse ehitusele kuluv jõudlus ja sellele kuluv aeg on kujutatud järgnevas tabelis (Tabel 7).

Tabel 7. Liivaluste ehituse ajakulu arvestamine

Töö kirjeldus	Maht	Jõudlus päevas	Ajakulu, päevades
Liivalus peateel	21 094m ²	2200m ²	10
Liivalus mahasõitudel	4 411m ²	1000m ²	5
Liivalus kõrvalmaanteedele ja kauplusauto platsidel	4 021m ²	2050m ²	2
Kokku	29 526m ²		17

3.6.2 Killustikaluse ehitus

Killustikaluse ehituse mahud kokku on 81 567 m², millest põhiteel killustiku fr.16/32 mm maht 73 416 m², kõrvalmaanteedel ja kauplusauto platsidel killustiku fr.0/63 mm maht 7 717 m² ning ohutussaartel ja bussiplatvormidel killustik fr.0/31.5 mm mahuks on 434 m² (Foto 3) [11].

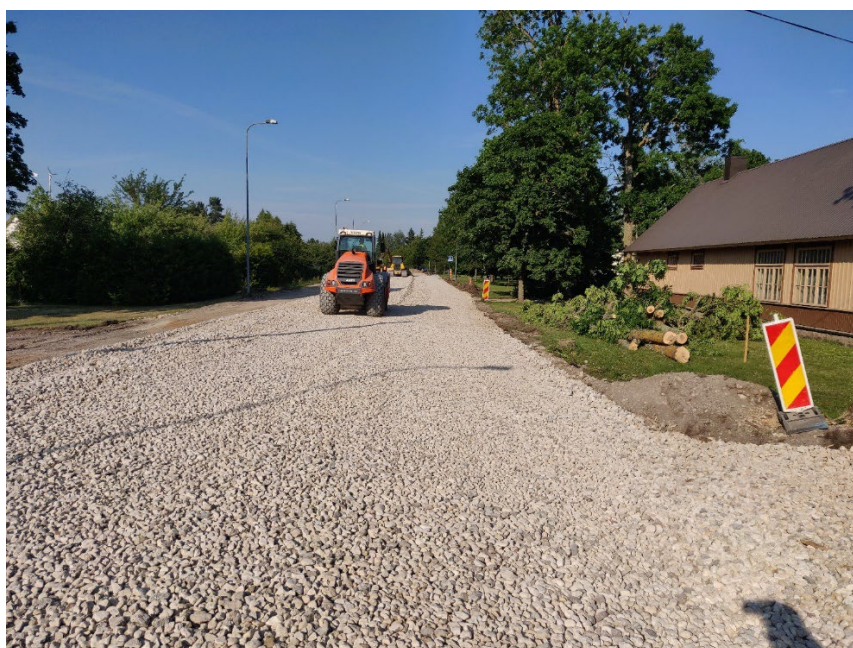
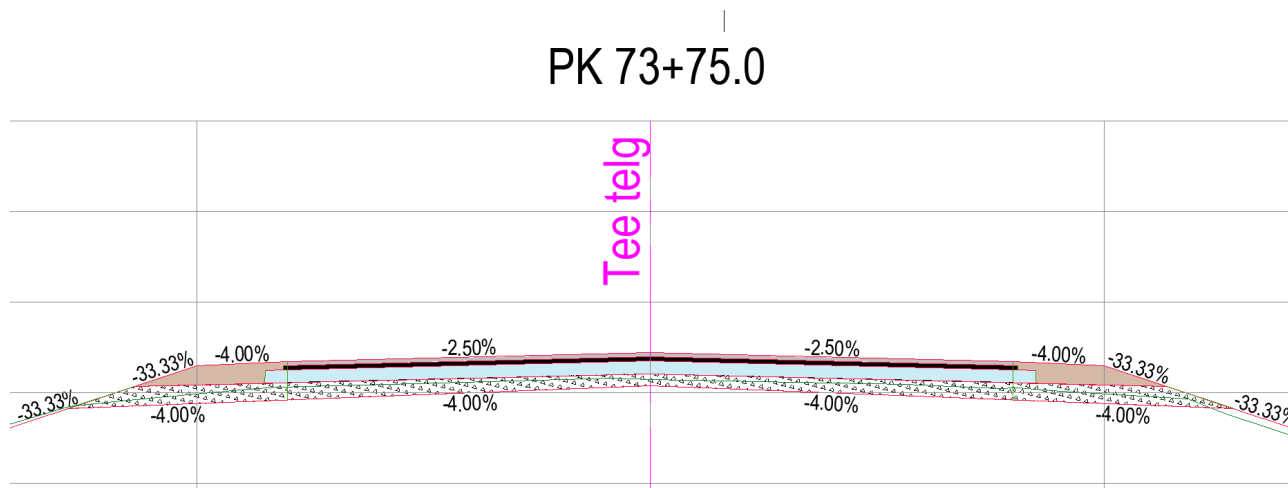


Foto 3. Killustikaluse ehitus

Põhiteel on mõistlik paigaldada kompleksstabiliseeritud aluse jaoks vajalik killustik sama aegselt killustikalusega. See vähendab paigalduse ja tihendamise aega, samuti vähendab killustikaluse peal liikumist, mis põhjustab killustikku ümardumist rataste mõjul. Kompleksstabiliseeritud kihi maht on 56 314 m², paksus on 14 cm, ning seal hulgas jämetäitematerjali kogus hinnanguliselt 7.5 cm, täpne kogus selgub freesipuru ekstraheerimisel saadud tulemusest, mille põhjal koostatakse retsept stabiliseerimiseks.

Peateel on killustikaluse paksuseks määratud minimaalselt 13 cm ja PK 90+91,9 – PK 93+00 vahelisel alal minimaalselt 15 cm. Lähtuvalt põhjakalde (4.0%) ja killustikukihi pealmise kalde (2.5%) erinevusest, on killustikukihi paksus tee servas suurem kui tee teljel (Joonis 4). Seepärast on määratud kululoendis minimaalsed kihipaksused ja katendi mahu aruannetes toodud välja ka geomeetiline maht [11].



Joonis 4. Ristlõige PK 73+75

Killustikaluse ehitusel kasutatakse 3D buldooseri, poolhaagisega kallureid ja vibrorulli. Buldooseri tootlikkus päevas on killustikaluse ehitusel 2000 m², kõrvalmaanteedel ja kauplusauto platsidel on rohkem manööverdamist, seega selle töö tootlikkus on 1500 m² päevas, ohutussaared ja bussiooteplatvormide killustikalused teostatakse ratasekskavaatori ja abitöölisega, tootlikkuseks päevas arvestan 300 m². Killustikaluste ehitusele kuluv aeg on kajastatud järgnevas tabelis (Tabel 8).

Tabel 8. Killustikaluste ehituse ajakulu

Töö kirjeldus	Maht	Jõudlus päevas	Ajakulu, päevades
Killustikalus peateel, fr.16/32	73 416m ²	2000m ²	37
Killustikalus kõrvalmaanteedel ja kauplusauto platsidel, fr.0/63	7 717m ²	1500m ²	6
Killustikalus ohutussaartel ja bussiplatvormidel, fr.0/31.5	434m ²	300m ²	2
Kokku	81 567m ²		45

3.6.3 Kompleksstabiliseeritud kihi ehitus

Kompleksstabiliseeritud kihi maht kululoendis on 56 314 m², kihipaksus on 14 cm [11]. See koosneb hüdraulilisest sideainest (tsement), orgaanilisest sideainest (bituumen), jämetäitematerjalist (killustik) ning üles freesitud freespuru, mis peab olema fraktsiooniga 0/31.5 mm. Konkreetne retsept koostatakse vastavalt freesipuru katsetamisele saadud tulemustest, kuid lisatava orgaanilise sideaine kogus peab olema vähemalt 0.8% ja hüdraulilise sideaine kogus vähemalt 1.5% vastavalt „Stabiliseeritud katendikihtide ehitamise juhisele“ [12].

Stabiliseeritud kihi jaoks vajalik killustikust jämetäitematerjal paigaldatakse koos killustikaluse ehitusega, ning selle paigalduse ajakulu on kajastatud killustikaluse ehituse peatükis. Freespuru paigaldatakse 3D buldooseri ja kalluritega. Kuna tööd teostatakse poole tee kaupa, siis kasutatakse kallureid, et mitte kahjustada juba paigaldatud killustikku, ning freespuru laotamine teostatakse vaid freespuru peal sõites.

Kompleksstabiliseerimine teostatakse stabiliseerimisfreesiga (Foto 4), mille töö laius on 2.4m. Hüdrauliline sideaine laotatakse vahetult enne stabiliseerimist traktori järel veetava tsemendilaoturiga, orgaanilise sideaine lisamiseks on stabiliseerimisfreesi ees jäiga ühendusega bituumeni tsisternveok. Lisaks tuleb lisada segamise ajal vett, et lisatav tsement aktiveerida ning anda materjalile töödeldavus. Seda tehakse stabiliseerimisfreesi järel veetava paakautost ning doseeritakse freesis oleva automaatika abil. Loetletud komplekti järel peab tulema vibrorull, mis tihendab segatud materjali, et vähendada materjali kuivamist, enne kui kogu lõik on segatud.



Foto 4. Stabiliseerimisfrees

Stabiliseeritud kihi laius on 8.5 m, seega kogu katte stabiliseerimiseks tuleb teha neli käiku, mis tagab ka ülekatte segamisel, kogu mehhanismide komplektiga. Päeva jõudlus antud komplektil on 10 000 m², iga päev teostatakse tööd väiksemate lõikudena, et greider saaks võimalikult kiiresti hakata stabiliseeritud kihti profileerima vastavalt 3D mudelile. Greideri profileerimise ajal on oluline materjali tihendada ja tagada materjali niiskuse sisaldus, paakautoga kastes. Stabiliseerimistöödeks on aega 4 tundi, alustades segamisest kuni profileerimise käigus lõpptiheduse saavutamiseni. Tööks kuluv aeg on kajastatud järgnevas tabelis (Tabel 9).

Tabel 9. Stabiliseeritud kihi ehituse ajakulu

Töö kirjeldus	Maht	Jõudlus päevas	Ajakulu, päevades
Freespuru laotamine	56 314m ²	3 000m ²	19
Stabiliseerimine	56 314m ²	10 000m ²	6
Kokku	56 314m ²		25

3.6.4 Asfalteerimistööd

Peateele ja kõrvalmaanteedele on projekteeritud kahekihiline asfaltbetoonkate, mahasõitudel ühe kihiline asfaltbetoon kate. Asfalteerimistööde kogu maht on 114 700 m², millest alumine tihe asfaltbetoon AC 20 base 56 386 m², kulumiskiht AC 16 surf 58 166 m² ning bussiooteplatvormidel AC 8 surf 148 m² [11].

Asfalteerimistööd teostab alltöövõtja enda tehnikaga (Foto 5). Tööde teostamiseks kasutatakse termokaameraga varustatud asfaldilaoturit, 3 vibrorulli (erineva massiga), gudronaatorit, paakautot ning poolhaagisega kallureid. Asfalteerimistööd teostamisele kuluv aeg ja jõudlus on välja toodud järgnevas tabelis (Tabel 10).



Foto 5. Asfalteerimistööd

Tabel 10. Asfalteerimistööde ajakulu

Töö kirjeldus	Maht	Jõudlus päevas	Ajakulu, päevades
Asfaltbetoon AC 20 base paigaldus	56 386m ²	9 500m ²	6
Asfaltbetoon AC 16 surf paigaldus	58 166m ²	10 000m ²	6
Asfaltbetoon AC 8 surf paigaldus	148m ²	3 000m ²	1
Kokku	114 700m ²		13

3.6.5 Peenarde kindlustamine

Peenarde kindlustamise kogu maht on 14 012 m². Töö teostatakse teepeenarde ehituseks kohaldatud peenralaoturit (Foto 6 ja Foto 7), mille tootlikkus on 1500 m² päevas, vibrorulli ja poolhaagisega kallureid [11]. Lisaks tuleb teha ooteplatvormide tagused ja kitsamad raadiused käsitsi abitöölise ja ratasekskavaatori abil. Töö teostamiseks kulub seega $14\,012 \div 1500 = 9.34$ ehk kümme tööpäeva.



Foto 6 ja Foto 7. Kindlustatud peenarde ehitus peenralaoturiga

3.6.6 Äärekivide ning sillutiskivide paigaldus

Äärekivide kogu maht on 579 m, millest betoonäärekive tuleb paigaldada 81 m ning tardkiviäärekive 498 m. Betoonist sillutiskivi katet on kululoendi järgi 222 m² ning tardkividest sillutist 104 m² [11].

Kivitööd teostab pädev alltöövõtja, kelle jõudlus päevas on 100 m äärekivil, 50 m² betoonsillutiskivil ning 25 m² tardkivi sillutisel. Kivitöödele kuluv aeg on kajastatud järgnevas tabelis (Tabel 11).

Tabel 11. Kivitööde ajakulu

Töö kirjeldus	Maht	Jõudlus päevas	Ajakulu, päevades
Äärekivide paigaldus	579m	100m	6
Betoonist sillutiskivi paigaldus	222m ²	50m ²	5
Tardkivi sillutise paigaldus	104m ²	25m ²	5
Kokku	579m äärekivi 326m ² sillutist		16

3.7 Liikluskorraldusvahendite paigaldus ja markeerimine

Liiklusmärkide paigaldust koos posti ja vundamendiga on ettenähtud 58 tk, lisaks ilma postita märkide paigaldus 44 tk, tähispostide paigaldust 417 tk. Markeerimiseks on kululoendis 1454,3 m² [11].

Markeerimistööd ja liikluskorraldusvahendite paigalduse teeb alltöövõtja oma meeskonnaga. Tööd teostatakse pinnasepuuriga varustatud kompaktladuri, tõstukauto ja teetöolistega. Töödele kuluv aeg on kajastatud järgnevas tabelis (Tabel 12).

Tabel 12. Liikluskorraldusvahendite ja markeerimistööde ajakulu

Töö kirjeldus	Maht	Jõudlus päevas	Ajakulu, päevades
Liiklusmärkide paigaldus koos posti ja vundamendiga	58tk	15tk	4
Liiklusmärkide paigaldus	44tk	25tk	2
Tähispostide paigaldus	417tk	50tk	9
Markeerimine	1454,3m ²	500m ²	3
Kokku	102 märki 417 tähisposti 1454,3m ² markeerimist		18

3.8 Maastikukujundustööd

Kululoendi põhjal on ettenähtud muru kasvualuse rajamist ja külvi 63 228 m², lisaks hekkide istutamist 160 m, millest viirpuuheki rajamist 27 m, elupuuheki istutamist 91 m ning kuuseheki istutamist 42 m. Lisaks kuus prügikasti ja viis pingi paigaldus [11].

Haljastustööde pinna ettevalmistus teostatakse ratasekskavaatori ja kalluritega ning mulla laotamiseks on traktor koos spetsiaalse haagisega, mis suudab sõelutud mulda laotada 25 m kaugusele haagisest. Muruseeme külvatakse abitöölise poolt ning riisutakse mulla sisse. Maastikukujundustööde aja kulu ja jõudlus on välja toodud järgnevas tabelis (Tabel 13).

Tabel 13. Maastikukujundustööde ajakulu

Töö kirjeldus	Maht	Jõudlus päevas	Ajakulu, päevades
Kasvualuse rajamine koos külvinga	63 228m ²	5000m ²	13
Hekkide istutamine	160m	80m	2
Väikevormide paigaldus	11tk	15tk	1
Kokku			16

KOKKUVÕTE

Käesoleva lõputöö ülesandeks oli seatud riigimaantee nr 81 Kärdla-Käina km 4.9-11,36 Tubala-Tammela lõigu rekonstrueerimise töökorraldus projekt. Põhiprojekti raames rekonstrueeritakse 6,46 km põhiteed, rajatakse kaks kauplusauto tagasipöörde kohta ning teostatakse mahasõitude katendikonstruktsioonide rekonstrueerimine.

Lõputöös on kirjeldatud ehitusobjekti asukohta ja olemasolevat olukorda. On antud ülevaade põhiprojekti koosseisus olevatest dokumentidest ja seal kajastatud projektlahendustest. Lisaks on lõputöö autor andnud hinnangulise ajakulu erinevateks ehitustöödeks ning kirjeldanud olulisemaid nüansse tööetappide teostamisel silmas pidamiseks.

Ajakulu arvestusel kasutatud mahud on võetud hankedokumentatsioonis olevast kululoendist ning arvutustes kasutatud tööjõudlused põhinevad autori praktilistel teadmistel ja lähtuvad konkreetsete mehhanismide jõudlusest.

Lõputöö on koostatud enne põhilisi ehitustöid, lõputöö valmimise ajaks on teostatud raadamistööd. Ajakulu arvutustel on püütud võimalikult täpselt hinnata objektil esinevaid tingimusi, kuid kindlasti esineb ettenägematuid töid, mida autor ei ole ette näinud.

Käesolevat lõputööd kasutab autor objekti ehitustööde korraldusel riigitee nr 81 Kärdla-Käina 4,9-11,36 km Tubala - Tammela lõigu teostamisel, et tagada projekti tulemuslikkus ja valmimine õigeks tähtajaks.

SUMMARY

The following thesis *Construction Management Project for Reconstruction of a Basic Road* is based on the reconstruction project of Kärdla-Käina road designed by Roadplan OÜ. Reconstruction project was made for 6,5 km of Basic Road and provides to change the paving layers, crushed stones and to build the complex stabilization layer between them. Most on the embankment will remain and the constructive layers will be added on the embankment.

The main goal of this thesis is to describe the situation before reconstruction, also to give an overview of the reconstruction project and to analyze the time and resource cost of constructing this project. Author of this thesis will be part on construction team to reconstruct the road at 2022 year and thesis will be used for construction management.

The machinery and efficiency of assessments for the processes is based on the possibilities of construction company and author's previous personal experiences on the road construction field. The time consumptions does not include errors on the field and is doable only in perfect conditions.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] Roadplan OÜ, *Riigitee nr 81 Kärkla-Käina km 4,9-11,36 Tubala-Tammela lõigu rekonstrueerimise põhiprojekti seletuskiri*, Tallinn, 2021.
- [2] R. j. E. I. OÜ, *Uurimistöö aruanne Kärkla-Käina MNT km 4.9-11.36 Tubala-Tammela lõigul topo-geodeetilised uurimistööd*, Tallinn, 2020.
- [3] R. j. E. I. OÜ, *Ehitusgeoloogilise uurimustöö aruanne Riigitee nr 81 Kärkla-Käina km 4-9-11.36 Tubala-Tammela lõik*, Tallinn, 2020.
- [4] L. OÜ, *Riigitee nr 81 Kärkla-Käina km 4.9-11.36 Tubala-Tammela lõigu liiklusuuringud*, Tartumaa, 2020.
- [5] M.-. j. Taristuminister, *5.augusti 2015a. määrus 106 "Tee projekteerimise normid" Lisa "Maanteede projekteerimisnormid"*, 2015.
- [6] M.-. j. t. Määrus 101 *"Tee ehitamise kvaliteedi nõuded" Lisa 10 "Sidumata segude terastikuline koostis"*, Maanteeamet, 2015.
- [7] Maanteeamet, *"Riigitee nr 81 Kärkla-Käina km 4,9-11,36 Tubala-Tammela lõigu põhiprojekti koostamine" Teetööde tehnilise kirjelduse eritingimused*, 2020.
- [8] Maanteeamet, *Põhitee truubi tüüpjoonis (Joonise nr: 08.2015_2)*, 2015.
- [9] Maanteeamet, *Teede ehituse ja remondi kvaliteedi ja tööprogrammi tagamise plaani koostamise ja täitmise juhend*, Tallinn, 2015.
- [10] Maanteeamet, *Riigiteede ajutine liikluskorraldus (Juhend liikluse korraldamiseks riigiteede ehitus- ja korrashoiutöödel) MA 2018-009*, 2018.
- [11] Transpordiamet, *"Riigitee nr 81 Kärkla – Käina km 4,9-11,36 Tubala – Tammela lõigu rekonstrueerimine" hankedokumendid*, 2021.
- [12] Maanteeamet, *Stabiliseeritud katendikihtide ehitamise juhised MA 2016-013*, 2016.

LISAD

Lisa 1. Trigonomeetrilise nivelleerimise käikude skeem

Lisa 2. Katendiarvutus katendite valikute ja maksumustega

Lisa 3. Vastutus maatriks

Lisa 4. Ajutise liikluskorralduse üldskeem

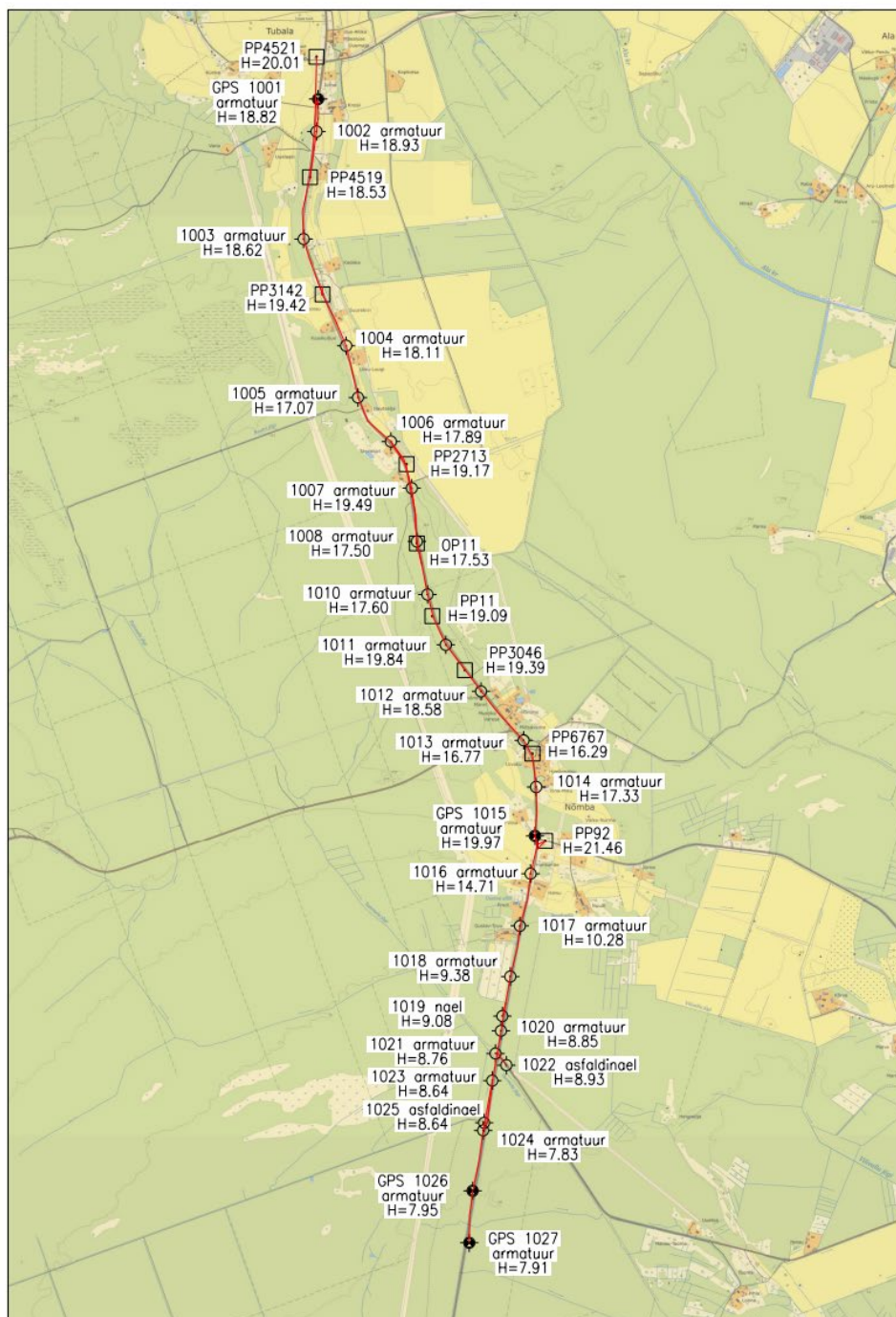
Lisa 5. Kalendergraafik

Lisa 1. Trigonomeetrilise nivelleerimise käikude skeem

TRIGONOMEETRILISE NIVELLEERIMISE KÄIKUDE SKEEM

TT-5565

Kärdla-Käina mnt km 4,9-11,36 Tubala-Tammela



⊙ 1024 armatuur

⊙ GPS 1027

—

paigaldatud ajutised reeperid

lähtepunktid

trigonomeetriline nivelleerimine

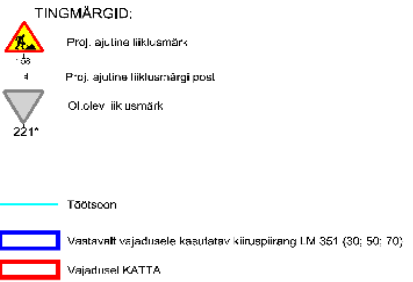
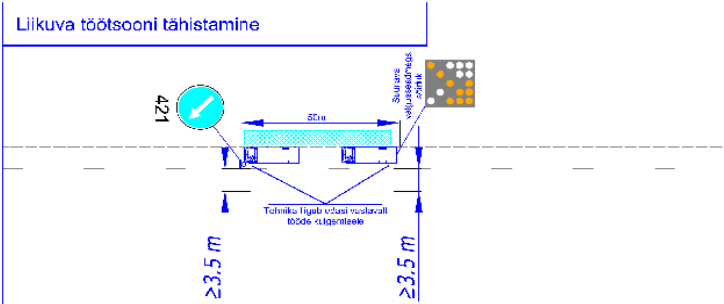
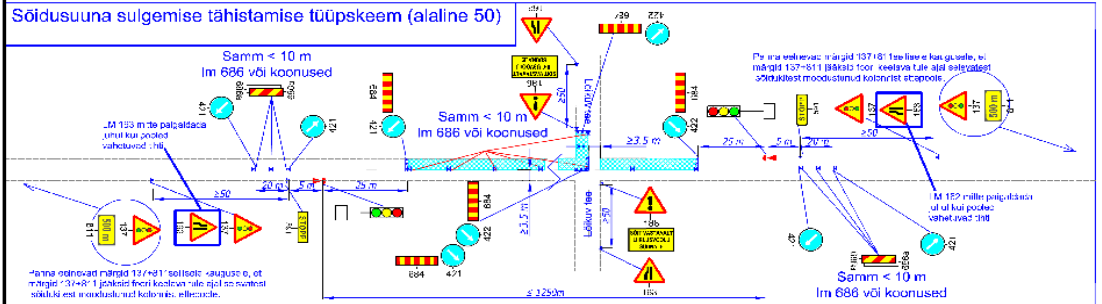
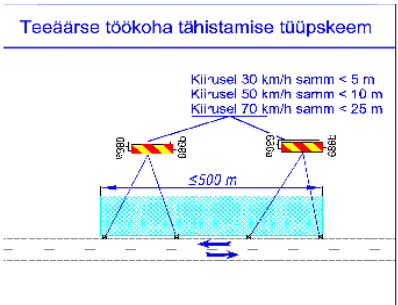
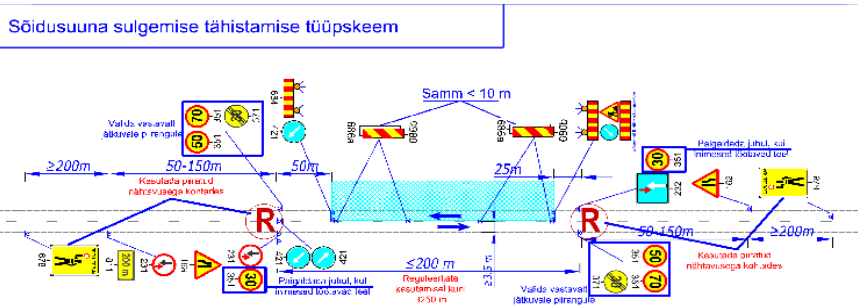
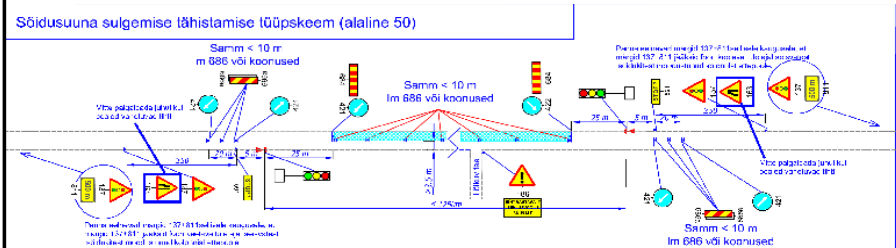
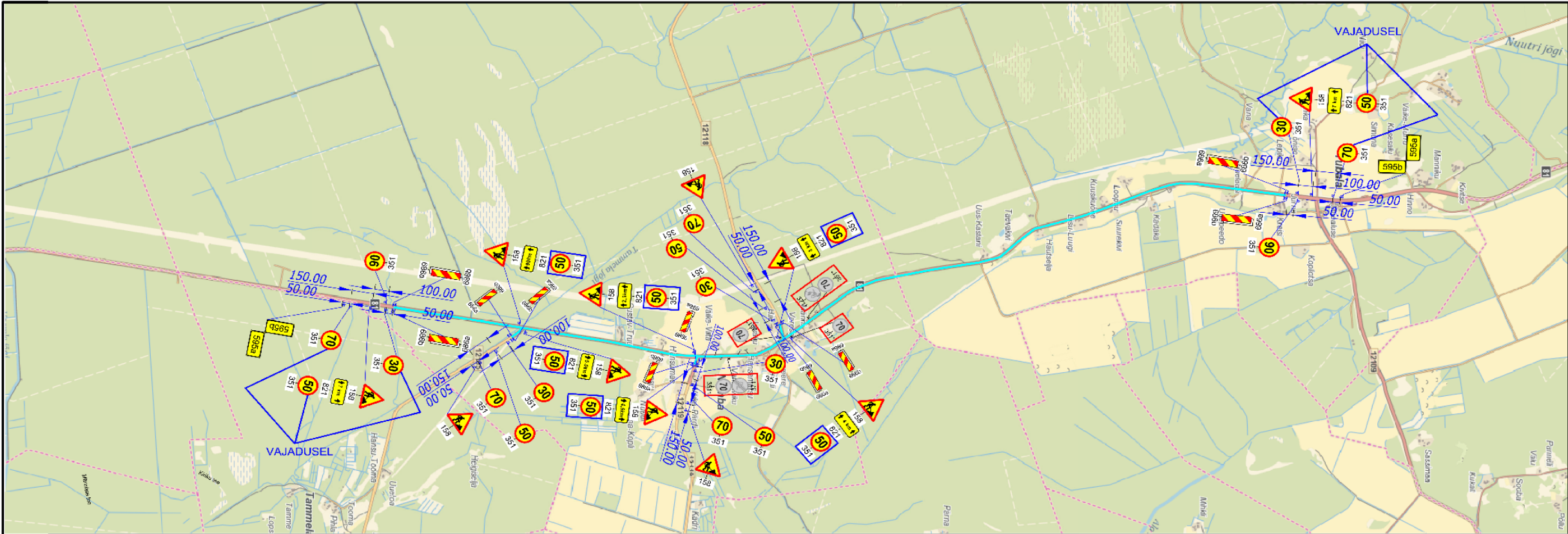
Lisa 2. Katendiarvutus katendite valikute ja maksumustega

Arvutus- profiili nr	Variant	Katend								Katendi- paksus	Ühikhind	Projekteerija eelistus
		AC surf	AC base	1 x pindamine	BS	KS	Killustik LA>35	Opt.terastikuga segu	Tm_130			
		h, cm									€	
I	I_2xAB+KS	4	5			14	13			36	19	X
	I_1xAB+BS	6		x	14		12		15	47	23	
	I_2xAB+killustik	4	6				25	18		53	24.3	
II	II_2xAB+KS	4	5			12	10			31	18.9	X
	II_1xAB+BS	6		x	12		10			28	18.3	
	II_2xAB+killustik	4					25			35	20.2	
III	III_2xAB+KS	4	5			14	15			38	20.9	X
	III_1xAB+BS	6		x	14		16		20	56	25.3	
	III_2xAB+killustik	4					25	25		60	28.4	
IV	IV_2xAB+KS	4	5			14	13		15	51	23.8	X
	IV_1xAB+BS	6		x	14		12		20	52	24.2	
	IV_2xAB+killustik	4	6				25		20	55	24.8	

Lisa 3. Vastutus maatriks

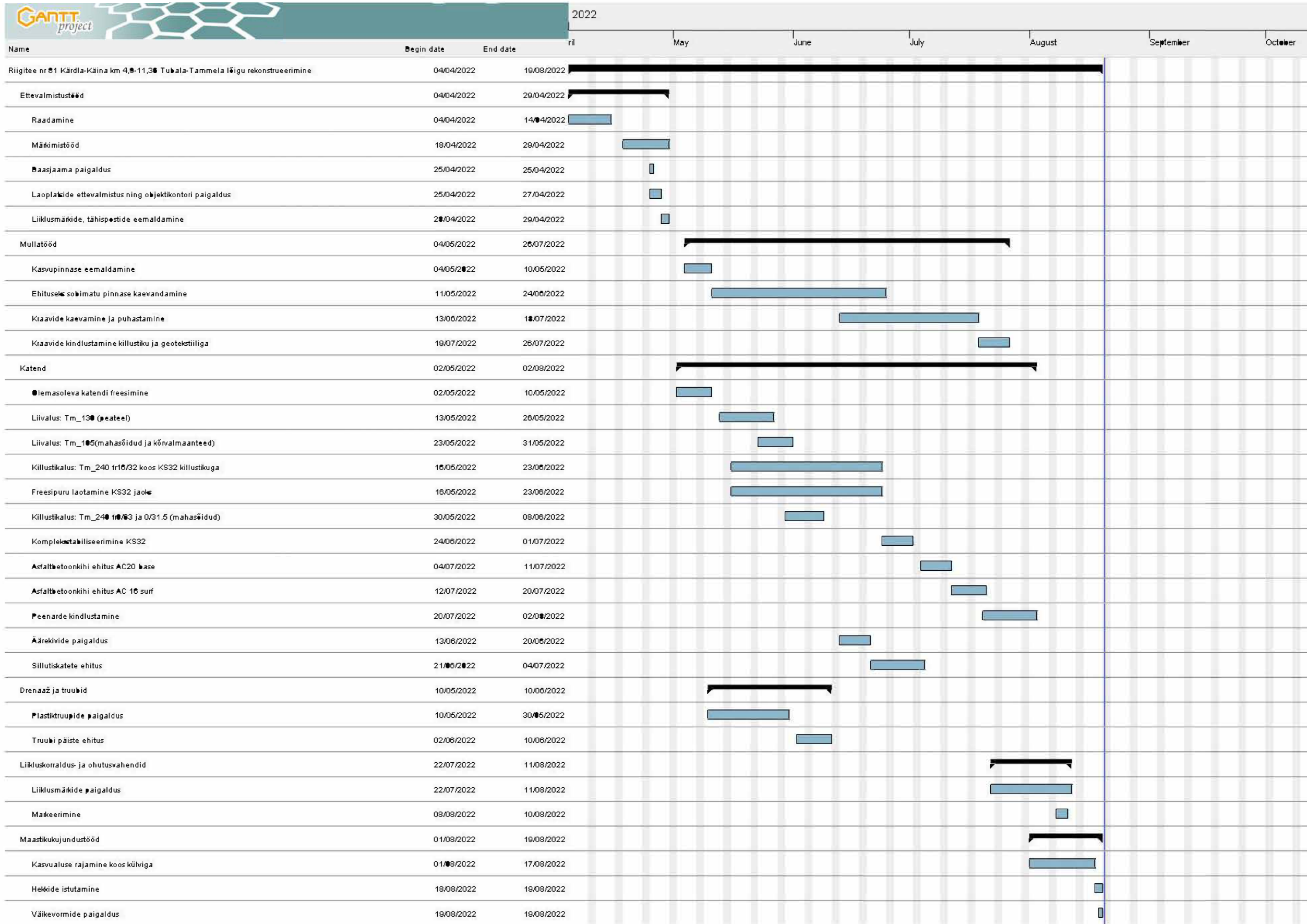
Objekt: Riigitee nr 81 Kärkla-Käina km 4,9-11,36 Tubala-Tammela lõigu rekonstrueerimine					
Tellija: Transpordiamet				Kuupäev: 15.03.2022	
Ülesanded	V - vastutaja O - osaleja	1	2	3	5
		Projektijuht	Objektijuht 1	Objektijuht 2	Tööjuht
Töövõtulepingu küsimused (tellija)		V	O		
Muudatus- ja lisatööd (tellija)		V	O	O	
Allhangete hinnapäringud		O	V	O	
Allhangete lepingu küsimused		V	O		
Muudatus- ja lisatööd (allhanked)		V	O	O	
Ajagraafikud		V	O	O	
Ressursside planeerimine		V	O	O	O
Töö- ja kvaliteediplaanid		V	O	O	
Personali tutvustamine projektiga (kvaliteet, keskkond, ohutus)			O	V	
Kvaliteedi kindlustamine ja dokumenteerimine		O	V	O	
Kõrvalekallete aruandlus			V	O	
Kulutuste jälgimine		V	O	O	
Mahtude jälgimine		V	O	O	O
Arveldus		V	O	O	
Aruandlus (sise-, välis)		V	O	O	
Teavitamine, kommunikatsioon		V	O	O	
Dokumentide täitmine ja säilitamine		O	V	O	
Mõõdistused ja katsetamine			V	O	O
Liikluskorralduse planeerimine		O	V	O	O
Liikluskorralduse elluviimise üldine vastutus			O	V	O
OHUTUS					
Vastutav isik		O	O	V	
Ohutuse jälgimine, inspeksioonid ja isikukaitsevahendite kontrollimine		V	O	O	
Keskkonnakava täitmine		O	V	O	

Lisa 4. Ajutise liikluskorralduse üldskeem



	Tugimaantee rekonstrueerimise tähtsuse projekt T81 Kärda - Käina km 4.9 – 11.36 Tubala küla, Hiiumaa vald, Hiiumaa				Ranna tee 7, Tallinn 10610 E-mail: info@warrensafety.com		Skema nr:	2203-5.1		Kauplev	14.03.2022
Kasutaja:	Rauno Martin			Kontroll:	S. Vaher		Projekt:	T81 Kärda - Käina		Leht:	1
Juhend:	Jarmo Lige			Kasutaja:	K. Rüüman		Asuval:	Tubala küla, Hiiumaa vald, Hiiumaa, Tee nr 81 Kärda - Käina, km 4.9 - 11.36		Mõõtkava:	1:20000
Hiiumaa	26.04.2022	Joonis nr 1	T81 km ETE026	Oppariit:	KTE/LA		Joonis:	Liikluskorraldus (Üldtähistus)			
		Skala:	1:20000	Leht:	1	Leht:	1				

Lisa 5. Kalendergraafik



Tugimaantee rekonstrueerimise töökorralduse projekt

Koostas: Rauno Martin

Ehitusobjekti kalendergraafik

Juhendas: Jarmo Lige

Töö nr: ETE026

Öpperühm: KTE/LA

Hiiumaa 26.04.2022

Skaala:

Leht:	1
-------	---

Lehti: 1