



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO
INSENERITEADUSKOND

**Põhimaantee 2 Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa km 170,0-
174,4 asuva Kärevere-Kardla lõigu" töökorralduse
projekt**

**Construction management project for „Main road 2 Tallinn-
Tartu-Võru-Luhamaa km 170,0-174,4, Käreve-Kardla section“**

EAXM15/15 - Hooned ja rajatised

Üliõpilane: Filipp Lopatkin

Üliõpilaskood: 183031EAXM

Juhendaja: Arto Lille, Lektor

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud õiguspäraselt.

“16” mai 2021.

Autor: Filipp Lopatkin

/ allkiri /

Töö vastab rakenduskõrgharidusõppe lõputööle/magistritööle esitatud nõuetele

“...” 20.....

Juhendaja:

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“...” 20.....

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina Filipp Lopatkin (autori nimi)

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

„Põhimaantee 2 Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa km 170,0-174,4 asuva Kärevere-Kardla lõigu“
töökorralduse projekt

(lõputöö pealkiri)

mille juhendaja on Arto Lille
(juhendaja nimi)

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

16.05.2021 (kuupäev)

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

Ehituse ja arhitektuuri instituut

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Filipp Lopatkin 183031EAXM (nimi, üliõpilaskood)
Õppekava, peeriala: EAXM15/15 - Hooned ja rajatised (kood ja nimetus)
Juhendaja(d): Lektor, Arto Lille, 6202606 (amet, nimi, telefon)
Konsultant: - (nimi, amet)
(ettevõtte, telefon, e-post)

Lõputöö teema:

(eesti keeles) „Põhimaantee 2 Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa km 170,0-174,4 asuva Kärevere-Kardla lõigu“ töökorralduse projekt

(inglise keeles) Construction management project for „Main road 2 Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa km 170,0-174,4, Käreve-Kardla section“

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Töökorralduse projekti koostamine koos tööde kirjeldusega
2. Tööde järjestuse planeerimine koos kalendergraafiku koostamisega
3. Ajutise liikluskorralduse skeemi väljatöötamine

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Lõputöö põhiosa kirjutamine	05.04.2021
2.	Lõputöö lisade vormistamine	06.05.2021
3.	Lõputöö korrigeerimine, vormistamine, kooskõlastamine, köitmine	21.05.2021

Töö keel: eesti **Lõputöö esitamise tähtaeg:** "24" mai 2021.a

Üliõpilane: Filipp Lopatkin ".09..."...mai.....2021.a
/allkiri/

Juhendaja: Arto Lille ".09...".....20.....a
/allkiri/

Konsultant: ".09...".....20.....a
/allkiri/

Programmijuht: Sander Sein ".09...".....20.....a
/allkiri/

Kinnise kaitsmise ja/või lõputöö avalikustamise piirangu tingimused formuleeritakse pöördel

SISUKORD

1 SISSEJUHATUS.....	7
2 ÜLEVAADE OBJEKTIST.....	9
2.1 Asukoht.....	9
2.2 Olemasolev olukord	9
2.3 Geoloogia	11
2.4 Projekteeritud katendi konstruktsioonid	11
2.5 Normdokumendid	14
3 TÖÖDE PLANEERIMISE ALUSED	16
3.1 Tähtajad ja eritingimused	16
3.2 Tööaja planeerimine ja vahetuse tootlikkus.....	16
3.3 Kaasaegse tarkvara kasutamine	18
3.3.1 Bauhub	18
3.3.2 Bauwise	19
3.3.3 Waybiller	19
3.3.4 BIM.....	19
3.4 Juhtimismatriks	20
3.5 Dokumenteerimine	21
3.6 Objekti koosolekud	21
3.7 Alltöövõtjad	21
3.8 Tööde teostamisega seotud riskid ja nende analüüs	22
Tabel 3.8.1 Riskid ja anlüüs.....	22
4 TÖÖDEKAVA.....	23
4.1 I etapp – ajutiste teede rajamine, põhitee PK 1713+00 – 1731+00 vasak niit, rajatiste ehitus.....	23
4.1.1 Ajutiste teede rajamine	23
4.1.2 Põhitee PK 1713+00 – 1731+00 vasak niit	27
4.1.3 Rajatised	28
4.2 II etapp – põhitee PK 1713+00 – 1731+00 parem niit, PK 1703+50-1713+00 ja 1731+50-1741+50.....	36
4.2.1 Põhitee PK 1713+00 – 1731+00 parem niit.	37
4.2.2 Põhitee PK PK 1703+50 – 1713+00 ja 1731+50 – 1741+50	37
4.3 III etapp – ajutiste teede lammutamine, rampide ja juurdepääsuteede rajamine, lõpetamine.....	38
5 KASUTATAVAD MATERJALID JA LAOPLATSID	40
5.1 Laoplatz	40
5.2 Utiliseeritava pinnase bilanss.....	41
5.3 Täitematerjalid	41
6 TÖÖDE KIRJELDUSED.....	46
6.1 Ettevalmistustööd	46
6.2 Mullatööd.....	47

6.2.1 Kasvupinnase eemaldamine	47
6.2.2 Turba kaevandamine.....	48
6.2.3 Ehituseks sobiva täitepinnase kaevandamine ja muldkeha ehitamine	48
6.3 Katend	49
6.3.1 Dreenikihi ehitus	49
6.3.2 Lubjakivi killustikalus	50
6.3.3 Asfalteerimine	50
6.3.4 Tugipeenrad.....	51
6.4 Drenaaž ja truubid	51
6.5 Tehnovõrgud.....	52
6.6 Müratõkkeseinad	53
6.7 Ulukitara	54
6.8 Liikluskorraldusvahendid.....	55
6.9 Maastikukujundus.....	55
7 KOKKUVÕTE.....	56
8 SUMMARY	57
9 KASUTATUD KIRJANDUS.....	58
10 LISAD.....	59

1 SISSEJUHATUS

Antud projekt käsitleb riigihanke „Põhimaantee 2 Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa km 170,0-174,4 asuvat Kärevere-Kardla lõigu“ ehituskorralduse planeerimist. Käesoleva projekti põhieesmärgiks on Kärevere-Kardla lõigule eraldatud piirdega 2+2 ristlõikega maantee rajamine. Liiklusohutuse ja maanteel sõitmise mugavuse korrigeerimiseks on planeeritud kahe rambi ja juurdepääsuteede rajamine; ühe tagasipöördekohta loomine, lisaks kergliiklusteid, mis tagavad ohutu juurdepääsu bussipeatustele. Bussipeatused on planeeritud projektis sõidutee taskutesse nii, et liiklus oleks mõlemas maantee sõidureas ohutu ning ei esineks takistusi seda läbivale liiklusvoole.

Maantee põhilised karakteristikud:

- Sõiduraja laius: 3,5 m;
- Sõiduradade arv: 2+2;
- Kindlustatud teepeenra laius: 2,0 m;
- Eraldusriba laius: 2,8 m;
- Tugipeenra laius: 0,5 m.

Ehitusprojekti eeltööna viidi läbi teelõiku ületavate ulukite uuring, mille tulemusel ehitatakse kindlaksmääratud asukohta metsloomadega juhtuvate õnnetuste vältimiseks ja vähendamiseks kaks suurulukite ja kaks väikeulukite tunnelit. Samuti on kavandatud projektijärgselt väljaehitada: ulukitara, metsloomade tagasihüppekohad ja restid ulukite peletamiseks, et loomade liiklemine maanteelõigu piires oleks reguleeritud. Müratõkkeseinte rajamisega saavutatakse liikluse müra piirväärtustele vastav tase eluhoonete fassaadidelt mõõdetuna nii 2019. aastal kui ka kaksikümne aastat hiljem. Projekti tellijaks on Transpordiamet ja ehitusprojektide autoriks on OÜ Toner – Projekt. Alates ehitusprojekti alustamise korralduses märgitud kuupäevast on ehituseks ettenähtud aeg 18 kuud, mille möödudes kohustub Töövõtja kõrvaldama avastatud puudused ja lõpetama ära kõik lepingus ettenähtud tööd.

Käesoleva projekti edukas ja kvaliteetne täideviimine eeldab ehituskorraldusprojekti koostamist. Läbi on vaja töötada kogu seletuskiri, lähteandmed, tööjoonised ning töödemaad. Ehitustööde planeerimisel määratakse kindlaks objekti ümbruses paiknevad karjäärid, nõutavad materjalid koos asukohtadega ning arvutatakse välja vahekaugused objekti ja karjääride vahel. Välja tuuakse projekti ehitustehnoloogia ja kasutatavad ehitusmasinad. Ehituskorraldusprojekti koostades jagatakse see vaheetappideks - selle järgi saab kokku panna tööde ajagraafiku. Selle koostamisel võetakse arvesse ja arvutatakse välja ehitusmasinate töövõime koos tootlikkusega. Alltöövõtutööde ajalised kestvused on kinnitatud nende tegijate poolt. Peatöövõtja

ülesanne on neid ajagraafikuid anulüüsida ja kalkuleerida, kas planeeritud tööde kogukestvused on üldse reaalsusele vastavad.

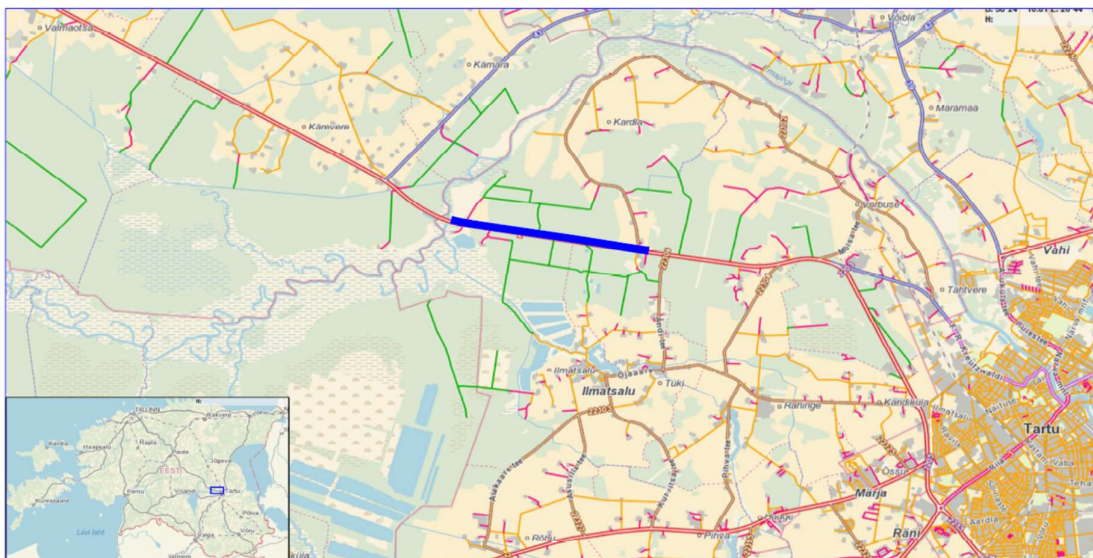
Lõppeesmärk on koostada tööde ajagraafik, mis oleks aluseks reaalsele objekti ehitustöödele ja neid oleks selle alusel võimalik ka juhtida. Tööde ajagraafiku koostamisel kasutatakse *MS Project* arvutusprogrammi, mis on võimeline automaatselt arvutama tööde kestvused vastavalt määratud mahtudele ja tootlikkustele. Vastavalt reaalsele olukordadele korrigeeritakse kogemusele tuginedes programmi poolt kehtestatud tööde kestvuseid. Arvesse tuleb võtta ka seda, et töö teostamist objektil raskendab kogu ehitusperioodil vältel objekti läbiv sõidukite ja jalakäijate liiklus.

2 ÜLEVAADE OBJEKTIST

2.1 Asukoht

Objekti asukohaks on: Põhimaantee 2, Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa km 170,0-174,4 asetsev Kärevere-Kardla lõik, asukohaga Tartu maakond, Ilmatsalu ja Kardla küla. Kärevere sild asub antud lõigu alguses.

Antud maanteelõiku läbib Natura 2000 looduskaitseala. Eelpool mainitud tee külgneb mõlemalt poolt maaparandussüsteemide aladega enam-vähem kogu maanteelõigu ulatuses. Turvast esineb lõiguti, maapind on tasane. Elektriõhuliin (1-20 kV) ja ELA SA mikrotorustik (ELA081) kulgevad vasakul pool teed paralleelselt maanteega ning Telia side-maakaabel on paremal pool teed, mis Telia AS andmetel ei ole enam kasutusel [1].



Joonis 2.1.1 Pmt 2 Kärevere-Kardla lõigu asukoht

2.2 Olemasolev olukord

Tartu maakonnas, Ilmatsalu ja Kardla külas paiknev Kärevere-Kardla lõik, asub Põhimaantee 2, Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa km 170,0-174,4. Kärevere sild asub antud lõigu alguses. Eelpool mainitud teelõik on III klassi maantee, mis on ka aluseks võetud selle projekteerimisel. Teeregistri andmetel oli 2016. aastal keskmine ööpäevane liiklussagedus 6760 a/ööp., kus raskeliiklust esines 13% ning 2015. aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus oli 6574 a/ööp. sh. raskeliikluse osakaal 14%. Seega võib öelda, et liiklussagedus on tõusnud, ent raskeliiklus on vähenenud 1% võrra. Viimane

taastusremont on antud teelõigul teostatud 2019. aastal, mille käigus vanal kattel teostati profiilfreesimine ja paigaldati uus asfaltkate [1].

Aastatel 2004-2005 teostati lõigul ülekatte paigaldustööd, mille käigus paigaldati teekattesse 9.1 m laiune metallvõrk, mille paanid paigaldati risti tee teljega. Töö käigus võrke katte külge ei kinnitatud ega omavahel kokku ei ühendatud.

Tabel 2.2.1 2004 – 2005 remondi käigus paigaldatud asfaldivõrgu mahud

Asukoht		Terasvõrk, B500K, diam 6 mm, silm 100x100 mm, paanid risti teed		Asfaldivõrk Hatelit 40/17C, paanid piki teed	
		Laius 9,1 m	pindala	Muutuiv laius	pindala
algus	lõpp	Pikkus		Pikkus	
		m	m ²	m	m ²
1704+61	1705+51	-	-	90	1244
1705+51	1740+81	3530	32123	-	-
1740+81	1742+98	-	-	217	1975
1742+98	1743+16	18	164	-	-
1743+16	1744+36	-	-	120	1313
		3 548	32 287	337	3 288

Antud maanteelõik jääb Natura 2000 looduskaitseala piirkonda, mistõttu on teed lubatud laiendada ainult vasakule poole.

Tõsisemad lagunemise ilminguid teekattes on ilmnenu viimase viie aasta jooksul.

Transpordiamet tellis 2016. aasta maikuu lõigule km 170,5-171,5 ehitusgeoloogilise uuringu, peale mida, sama aasta juulikuus telliti lõigule km 170,05-175,05 katendi seisukorra ning maaradari uuring, et välja selgitada täpsed põhjused, miks teelõigu lagunemine on üldse tekkinud. Transpordiamet tellis 2016. aasta augustikuus FWD mõõtmise lõigule km 170,5-171,5. Mitmed võimalikud teekatte lagunemist põhjustanud ning soodustanud asjaolud tehti kindlaks eelpool mainitud uuringuga, näiteks:

- Tallinn – Tartu suunal on kasutatud teepeenra all killustiku ja drenliiva asemel tolmlüiva, mis aga omakorda on rikkunud muldkeha veerežiimi. Seetõttu ei ole veel võimalik muldkehast välja voolata ning kohati võib sellest tingitult see isegi soodustada vee imbumist muldkehasse peenrast.
- Tolmne kruuspinnas, tolmi- ja peenliiv on materjalid, millest koosneb antud teelõigu muldkeha. Need materjalid on aga külmakerkeohtlikud ja mittefiltrerivad. Lisaks on suure tolmusisaldusega ka muldkeha peal asuv killustikalus.
- Pude ja paiguti ebakvaliteetne on ka poorne asfaltbetooni kiht. Täpselt pole võimalik kindlaks määrata, kas on see põhjustatud asfaltkatte paigaldamise halvast kvaliteedist, segu puudujääkidest või on teelõigu katte lagunemise põhjustanud hoopis külmakerkelisusest tingitud muldkeha „lõhkuv“ tegevus. Küll aga võib kindlalt väita, et pindmise asfaltbetooni lagunemise on põhjustatud kohati pudedast ja liigpoorsest pealiskihist [1].

2.3 Geoloogia

Uuritava piirkonna asukohaks on Võrtsjärve madaliku idapiir ja Ugandi lavamaa. Uuritava teelõigu lääneosa asub Emajõe lammil. Puuraukude suudmetel olid teemaapinna absoluutkõrgused 32,40 kuni 50,55 meetrit. Uuringualal moodustavad loodusliku pinnakatte peamiselt kruus- ja liivpinnased, jääjärvelised savipinnased, nii jääjärvelised kui ka jääjõelised tolmlivad, liustikutekkeline moreen ning esines ka murenenud liivakivi. Uuringualal esines paiguti kasvukihti, turvastunud mulda ning alluviaalse settega ehk orgaanikaga liiva, kirjeldati ka lubjakihti ning lubjakivikillustikku, mida esines kokku kahekümne kolme puuraugu aladel. Kogu põhimaantee teekatteks on asfalt, mille all võib mõnes kohas leida pudedat asfalti. Samuti oli asfalt teekatteks ka kõrvalmaanteel nr. 22102. Teetamm koosneb põhiliselt kruuspinnasest, peen- kuni keskliivani välja, vähemal määral eksisteerib ümbertõstetud savipinnastest koosnevat täitemoreeni ja mullast täitepinnast [1].

2.4 Projekteeritud katendi konstruktsioonid

Eelprojekti katendiarvutuste ja erinevate variantide võrdluse põhjal on kooskõlastatud järgmised katendikonstruktsioonid [1]:

Tüüp 1 põhimaantee katend PK 1703+00...1741+00

- SMA 16, h=4cm
- AC 20 bin, h=5cm
- AC 32 base, h=7cm
- Mustkillustik MUK 32, h=7cm
- Lubjakivikillustikust alus, h=20cm
- Eraldav geosüntees, NGS 2, kogu lõigul
- Dreenkiht keskliivast Cu >3*, min filtr. 2,0 m/24h, h=35cm
- Peenliiv, Cu 2...3, min filtr. 0,2m/24h, töökiht, h_{min}=70cm
- Tugevdav geosüntees, NGS 4, töökihi alla (PK 1703-00-1704+60; 1710+00-1731+60; 1737+60-1741+00)
- Tugevdav geosüntees, NGS 4, väljakaevatud turba kaeviku põhja (PK 1711+00-1721+75)
- Olemasolev mulle või mulde alakiht sobivast (liiv...kruus) pinnasest

* Kui ehitajal ei õnnestu hankida dreენkihi keskliiva lõimisega Cu>3, vaid näiteks Cu 2...3, tuleb katend ümber arvutada, soovitatavalt suurendades killustikaluse paksust.

Tüüp 1a põhimaantee katend PK 1741+00...1742+97

- SMA 16, h=4cm
- AC 20 bin, h=5cm
- AC 32 base, h=7cm
- Mustkillustik MUK 32, h=7cm
- Lubjakivikillustikust alus, h=20cm
- Eraldav geosüntees, NGS 2, kogu lõigul
- Tugevdav geosüntees, NGS 4, kogu lõigul
- Dreenkiht keskliivast $Cu > 3^*$, min filtr. 2,0 m/24h, $h_{min}=35$ cm

** Kui ehitajal ei õnnestu hankida dreენkihi keskliiva lõimisega $Cu > 3$, vaid näiteks Cu 2...3, tuleb katend ümber arvutada, soovitatavalt suurendades killustikaluse paksust.*

Tüüp 2 põhimaantee katend PK 1701+25...1703+00

- SMA 16, h=4cm
- AC 20 bin, h=5cm
- AC 32 base, h=7cm
- Mustkillustik MUK 32, h=7cm
- Lubjakivikillustikust alus, h=20cm
- Eraldav geosüntees, NGS 2, kogu lõigul
- Tugevdav geosüntees, NGS 4, kogu lõigul
- Dreenivast pinnasest mulde tasanduskiht ja laiendus, min filtr. 0,2m/24h, vastavalt vajadusele
- Laienduste mulde taldmiku all tugevdav geosüntees, NGS 4, mulde laiendustel
- Kruuspinnasest olev mulle (laiendustel aluspinnas)

Tüüp 3 põhimaantee katend PK 1700+54...1701+25

- SMA 16, h=4cm
- Tasafreesitud olev asf. kate, keskm freesimise paksus 4 cm

Tüüp 4 Rampide 1 ja 2 ning 22102 Kardla - Vorbuse tee ja tagasipöörde katend

- AC 16 surf, h=4cm
- AC 20 base, h=5cm
- Lubjakivikillustikust alus, h=20cm
- Dreenkiht keskliivast min $Cu > 3^*$, min filtr. 1,0 m/24h, h=20cm
- Peenliiv, Cu 2...3, min filtr. 0,2m/24h, $h_{min}=42$ cm
- Liiv- või kruuspinnas objektilt või juurdeveetav, vastavalt vajadusele

Tüüp 5 Mahasõitude katend

- AC 16 surf, h=5cm
- Lubjakivikillustikust alus, h=20cm
- Dreenkiht keskliivast min Cu >3*, min filtr. 1,0 m/24h, h=20cm
- Peenliiv, Cu 2...3, min filtr. 0,2m/24h, h_{min}=20cm
- Liiv- või kruuspinnas objektilt või juurdeveetav, vastavalt vajadusele

Tüüp 6 Külle ja Peasihi teede ning Saariku, Toome ja Metsatare m/ü juurdepääsude katend

- Pindamine OTTA (1*0), vt Pindamisjuhised MA 2017-20
- MSE 20 kate, freespuru 70%, h=8cm
- Lubjakivikillustikust alus, h=20cm
- Dreenkiht keskliivast min Cu >3*, min filtr. 1,0 m/24h, h=20cm
- Liiv- või kruuspinnas objektilt või juurdeveetav, vastavalt vajadusele

Tüüp 7 Suletud Kärevere bussitaskute katend

- AC 16 surf, h=4cm
- AC 20 bin, h=5cm
- AC 32 base, h=7cm
- Lubjakivikillustikust alus, h=27cm
- Eraldav geosüntees
- Dreenkiht keskliivast min Cu >3*, min filtr. 2,0 m/24h, h=35cm
- Peenliiv, Cu 2...3, min filtr. 0,2m/24h, h_{min}=70 cm
- Liiv- või kruuspinnas objektilt või juurdeveetav

Tüüp 8 Jalgteede katend

- AC 8 surf, h=5cm
- Lubjakivikillustikust alus, h=15 (18)* cm
- Dreenkiht keskliivast min Cu >3*, min filtr. 1,0 m/24h, h=20cm
- Liiv- või kruuspinnas objektilt või juurdeveetav, vastavalt vajadusele

*- 18 cm paksune killustikalus on lõikudes, kus jalgteed on sõiduteega samal muldel

Tüüp 9 Ohutussaarte katend

- Tehiskivist sillutuskate, h=6cm
- Kuivsegatud tsementmördist sängituskiht, h=5cm
- Lubjakivikillustiksegu, fr 0/32 mm, sängituskihi ja põhitee katendi vahekiht, vastavalt vajadusele

- Tee nr 2 proj. katendi aluskihid

Tüüp 10 Ajutiste teede katend

- AC 16 bin, h=6cm
- Lubjakivikillustikust alus, h=20cm
- Pinnas objektilt või juurdeveetav

Märkus: Ramp 2 1+34R2 (ajutise tee PK 3+49)...3+35R2 (ajutise tee PK 5+50) ühtib ajutine tee plaanis ja pikiprofiilis Ramp 2-ga. Selles lõigus võib ehitada kohe välja Tüüp 4 kohane Ramp 2 katend.

2.5 Normdokumendid

Projekteerimisel lähtuti alljärgnevatest õigusaktidest, standarditest, normdokumentidest ja juhenditest [1]:

- Ehitusseadustik;
- Liiklusseadus;
- Planeerimisseadus;
- Tee ehitusprojektile esitatavad nõuded (MTM 02.07.2015 määrus nr 82);
- Maanteede projekteerimismid (MTM 5. augusti 2015. a määrus nr 106, Lisa „Tee projekteerimise normid“
- Teetööde tehniline kirjeldus, (MA peadirektori 06.12.2016.a. käskkiri nr 0234);
- Tee ehitamise kvaliteedi nõuded (MTM 03.08.2015.a. määrus nr 101, muudetud MTM 06.04.2016.a. määrusega nr 31);
- Ehitamise dokumenteerimisele, ehitusdokumentide säilitamisele ja üleandmisele esitatavad nõuded ning hooldusjuhendile, selle hoidmisele ja esitamisele esitatavad nõuded (MTM 04.09.2015.a. määrus nr 115);
- Tee seisundinõuded (MTM 14.07.2015.a. määrus nr 92);
- Suurima lubatud sõidukiiruse suurendamise tingimused ja kord (MTM 19.02.2015.a. määrus nr 12, 01.03.2018.a redaktsioon);
- EVS 613:2001/A1:2008/A2:2016 Liiklusmärgid ja nende kasutamine;
- EVS 614:2008/A1:2016 Teemärgised ja nende kasutamine;
- Eesti Standard EVS 843:2016 „Linnatänavad“ ;
- EVS-EN 124:2015 Rest- ja kontrollkaevude luugid sõidu- ja kõnnitee aladele. Osad 1-6;
- EVS 848:2013 Väliskanalisatsioonivõrk;
- RIL 77-2005 Maa sisse ja vette paigaldatavad plasttorud. Paigaldusjuhend;

- Eesti Standardid EVS 901-1 Tee-ehitus Osa 1: Asfaltsegude täitematerjalid; EVS 901-2 Tee-ehitus Osa 2: Bituumensideained; EVS 901-3 Tee-ehitus Osa 3: Asfaltsegud;+
- Asfaldist katendikihtide ehitamise juhised (MA peadirektori 23.12.2015.a. käskkiri nr 0314, lisad 22.03.2016.a.);
- Killustikust katendikihtide ehitamise juhised MA 2016-012 (MA peadirektori 22.11.16 käskkiri nr 0215)
- Stabiliseeritud katendikihtide ehitamise juhised (2016-013, MA peadirektori 22.11.2016.a käskkiri nr 0215);
- Juhised passiivse ohutuse tagamiseks teedel sõidukiirdeüsteemide abil (2016-1, MA peadirektori 22.04.2016 käskkiri nr 0093);
- Muldkeha ja dreni projektsioon, ehitamine ja remondi juhised (MA peadirektori 05.01.2016.a. käskkiri nr 0001);
- Teetööde tehniline kirjeldus (MA peadirektori 06.12.2016 käskkiri nr 0234);
- Elastsete teekatendite projektsioon juhised (2017-003, MA peadirektori 29.03.2017. a käskkiri nr 0088);
- Tähistatavate teede liigid, juhised ja teeninduskohamärkide paigaldamise kord ning sihtpunktidele viitamise süsteem (MTM 09.07.2015.a. määrus nr 89);
- Tee ehitamise kvaliteedi nõuded (MTM 03.08.2015.a. määrus nr 101, muudetud MTM 06.04.2016.a. määrusega nr 31);
- Riigiteede ajutine liikluskorraldus. Juhised liikluse korraldamiseks riigiteede ehitus- ja korrashoiutöödel. (MA 2017-019, MA peadirektori 29.12.2017 käskkiri nr 0334);
- Liikluskorralduse nõuded teetöödel. MTM 13.07.2015.a määrus nr 90;
- Riigiteede liikluse ajutise piiramise ja sulgemise kord (MA 2016-11, MA peadirektori 29.11.16 käskkiri nr 0224);
- Riigiteede liikluskorralduse juhised (MA 2018-002, MA peadirektori 09.04.2018 käskkiri nr 1-2/18/098);
- Liiklusmärkide ja teemärgiste tähendused ning nõuded fooridele (MKM 22.02.2011 määrus nr 12) ja Määruse muudatusi selgitav dokument 01.10.2018 versioon;
- Pindamisjuhised (MA 2017-20, MA peadirektori 28.12.17 käskkiri nr 0326);
- Kergkatete ehitamise juhised (2007-10, MA peadirektori 12.12.07 käskkiri nr 255);
- Torusillad. Riigiteedel terasprofiilist truupide ja sildade projektsioon ja ehitamise juhised (MA 2017-001, MA peadirektori 01.02.17 käskkiri nr 0035).

3 TÖÖDE PLANEERIMISE ALUSED

3.1 Tähtajad ja eritingimused

Selleks, et objekt õigeaegselt valmis ehitada, tuleb esmajärjekorras paika panna ajavahemik, mille jooksul tuleb töö teostada. Käesolev ehituskorralduse projekt on koostatud vastavalt 18.01.2021a. pakkumuste esitamise tähtajale. Pakkumuste vastavaks ja edukaks tunnistamine võtab aega 14 päeva. Kui pakkumus on edukaks tunnistatud, koostatakse ja kooskõlastatakse tööprogramm, mille raames lepatakse kokku ka alustamiskorralduse kuupäev. Eeldan, et alusmiskorralduse kuupäev klapi projekti prognoositava tööde alguse kuupäevaga, milleks on 17.03.2021a. Lepingu täitmisaja lõpp on 17.09.2022. aasta (juhul kui tehnoloogilist pausi ei rakendata).

Lisaks alustamiskorralduse kuupäevale ja täitmisaja lõpule on vajalik teha selgeks, millised on täiendavad eritingimused [2], mida tellija on kehtestanud. Need on kitsendavateks ja piiravateks teguriteks töövõtja poolt teostatavate tööde planeerimisel. Eritingimused määravad ehitusprojekti eritööde valmimise vahetähtajad, mille ületamisel on Tellijal õigus esitada Töövõtjale rahalisi nõudeid. Kärevere-Kardla teelõigu ehitusel on nendeks tingimusteks:

- Põhitee vasak teepool vahemikus PK 1713+00 – 1730+00 peab olema kuni bin asfaldikihini valmis ehitatud 2021. aasta jooksul.
- Suurulukite läbipääsu betoonitööd (sh. pealesõidud) peavad olema valmis ehitatud 2021. aasta jooksul, va katend.
- Peale põhitee ülemise asfaldikihi paigaldamist, tuleb 20. kalendripäeva jooksul asfalteerida ristmikud, bussipeatuste laiendused ja mahasõidud (va. rambid), sealhulgas arvestades ehitamisel pool-poolega meetodit.
- Teepeenrad peavad olema täidetud ja tihendatud 20. kalendripäeva jooksul peale ülemise asfaldikihi paigaldamist mistahes teelõigul.
- Katte markeerimine ja keskpäärde paigaldamine tuleb teostada 30. päeva jooksul peale ülemise asfaldikihi paigaldamist.

3.2 Tööaja planeerimine ja vahetuse tootlikkus

Tööde edukaks planeerimiseks on vaja arvutada mehhanismide orienteeruvat tootlikkust, millele vastavalt saaks valida tööde teostamiseks vajaminevate masinate arvu. Samuti on vaja selgeks teha tööaeg ühes nädalas ja ühes päevas. Varasemale kogemusele tuginedes tagab parima tulemuse tööde planeerimine sellisel, kus tööajaks

on määratud tööpäevad esmaspäevast reedeni ja tööpäeva pikkuseks on 10 tundi. Reaalne tööpäev on muidugi pikem, ulatudes kohati 12-14 tunnini ööpäevas. Tööpäeva pikkuse puhver on seega ca. 20-40%. Kogemus on näidanud, et antud ajaline varu on asjakohane, kuna esineda võib olukordi, kus mõne masina töö võib olla kogu tööpäeva ulatuses häiritud. Seega võib üks katkine või rikkega mehhanism ära nullida näiteks mitme varasema tööpäeva edumaa.

Üheks tähtsaks vahepuhvriks on ka nädalavahetused, mis on ehitusprojekti ajagraafikusse sisse planeeritud vabade päevadena. Ehk siis kõik ehitustööd on planeeritud kestma esmaspäevast reedeni, kuid kui juhtub, et ehitamisel tekib mõnel nädal mahajäämus, on see võimalik ajagraafikus vabade nädalavahetuse päevadega tasa teha. Märkimist väärib asjaolu, et nädalavahetusel saab töid teostada juhul, kui on olemas tööd teha sooviv personal, tehnika ja varutud on tööks vajaminevad ehitusmaterjalid. Seetõttu tuleb materjalitarnijatega juba varasemalt kokku leppida ehitusmaterjali vedu nädalavahetustel või enne seda. Juhul kui kõik tööd on aga teostatud graafikujärgselt, kuid töid teostatakse ikkagi nädalavahetusel, saab tekitada olukorra, kus lõpptähtaeg nihutatakse lähemale ning ehitustööd valmivad lõpptähtajast varem. Objektijuht on vastutav graafikus püsimise eest, tema võtab vastu ka otsuseid tööaja nn „juhtimise“ osas. Töödejuhtide kohustuseks on hoida tegelik tööaeg võimalikult identsena vahetuste pikkusele tagades sellega ehitustööde ajagraafikus püsimise. Samuti tuleb igapäevaselt jälgida ja arvestust pidada teostatud ehitustööde mahtude osas. Objektijuhi ülesandeks on iganädalane ehitustööde graafiku jälgimine ning tööde etteplaneerimine kahest nädalast (kahe nädala tööplaani) kuni ühe kuuni (ühe kuu tööplaani). Seevastu töödejuhtide kohustus on kõikide ehitustööde planeerimine ühe nädala ulatuses. Kärevere – Kardla lõigu ehitustööde planeerimisel on arvestatud autori varasemat töökogemust ning objektidelt kogutud teadmisi. Erinevates keskkonnatingimustes ehitatud objektid on andnud autorile vajalikku informatsiooni tööde teostamise - eelkõige erinevate tööliikide tootlikkuste kohta. Tabelis nr 3.2.1 on välja toodud vahetuse tootlikkused, millega on arvestatud graafiku koostamisel. Vahetuse tootlikkuste arvutused on toodud Lisas 1.

Tabel 3.2.1 Kasutatud masinate vahetuse tootlikkused

MULLATÖÖD			
Töö nimetus	Tee ehitus masina valik	Ühik	Tootlikkus
Kasvupinnase eemaldamine hkesk=40cm	Roomikekskavaator CASE 210	m ³ /vah	550
Ehituseks sobiva täitepinnase kaevandamine	Roomikekskavaator CASE 210	m ³ /vah	700
Turba kaevandamine	Roomikekskavaator CASE 210	m ³ /vah	600
Uute kraavide kaevamine	Roomikekskavaator CASE 210	m ³ /vah	300

Muldkeha ehitamine kohalikust pinnasest	Buldooser Komatsu D51	m ³ /vah	2100
Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest (põhitee)	Buldooser Komatsu D51	m ³ /vah	2500
Dreenkiht hmin=35cm (põhitee)	Buldooser Komatsu D51	m ² /vah	3800
Dreenkiht hmin=20cm	Buldooser Komatsu D51	m ² /vah	1500
KATEND			
Olemasoleva katendi freesimine põhitee katte tugevdusvõrgu pealt, hkesk=8cm	Frees Wirtgen W210i	m ² /vah	4500
Metallvõrgu demonteerimine	Roomikekskavaator CASE 210	m ² /vah	1500
Süvafreesimine h=14 kuni 26 cm	Frees Wirtgen W210i	m ² /vah	3500
Killustikalus h=20cm - Põhitee, mahasõidud Rambid, Kardla - Vorbuse tee ja tagasipööre	Buldooser Komatsu D51	m ² /vah	6500
Killustikalus h=27cm - Kärevere bussirajad	Buldooser Komatsu D51	m ² /vah	1000
Killustikalus h=15cm - Jalgteed	Buldooser Komatsu D51	m ² /vah	350
Killustikalus h=18cm - Jalgteed	Buldooser Komatsu D51	m ² /vah	300
Peenarde kindlustamine	Peenralaotur	m ² /vah	1500
AC 8 surf, h=5cm KT	Asfaldi laotur	m ² /vah	700
AC 16 surf, h=5cm, MS	Asfaldi laotur	m ² /vah	700
MUK 32, h=7cm, põhitee	Asfaldi laotur	m ² /vah	6500
AC 32 base, h=7cm, põhitee	Asfaldi laotur	m ² /vah	6500
AC 20 bin, h=5cm, põhitee	Asfaldi laotur	m ² /vah	7000
SMA 16, h=4cm, põhitee	Asfaldi laotur	m ² /vah	7200

Juhtmasinate tootlikkus ja tööde vajaduspõhised teostamisajad määravad juhtmasinate arvu. Veokaugused ja vajalik äraveetava või juurdetoodava materjali päevase koguse määravad kallurite arvu.

3.3 Kaasaegse tarkvara kasutamine

3.3.1 Bauhub

Tegemist on spetsiaalselt Eesti ehitusturule loodud lahendusega, mis aitab hallata ehituse käigus vajalikku informatsiooni. Bauhubiga on tagatud, et kõik ehitusplatsiga seonduvad joonised, dokumendid ja ülesanded on ühes keskkonnas koos. Jagades infot iga vajaliku projekti osapoolega, saab tagada parema ja sujuvama koostöö ning seda

projekti kasutaja asukohast sõltumata. Veebipõhise teenusena saab Bauhubi kasutada ükskõik kus olles ning alati projekti kulgemisel silma peal hoida [3].

3.3.2 Bauwise

Bauwise on ehituskulude haldamise tarkvara, mille abil on võimalik jälgida ehitusprojekti finantstulemusi. Tänapäeval on kulude jälgimine ehitusprotsessi lahendamatu osa. Nõuetekohase töökorralduse puudumisel jõuab ehitusprojekt kiiresti eelarve ületamiseni. Bauwise automatiseerib ja lihtsustab enamikke maksumuse määramise ja analüüsimise tegevusi. Bauwise võimaldab võrrelda oma prognoosi tegeliku tulemusega, võrrelda esialgset eelarvet muudetud eelarvega või kulukohustusi raamatupidamise tegelike andmetega. Kõik andmed kogutakse projekti portfelli vaatesse, et oleks ülevaade nii konkreetsetest kuluridadest kui ka kogu projekti finantstulemusest [4].

3.3.3 Waybiller

Juba mitmed suurettvõtted on valinud Waybilleri, et liikuda pabersaatelehtedelt digitaalsetele saatelehtedele (ehk e-veoselehtedele). E-veoseleht vormistatakse materjali laadimise käigus ning edastatakse automaatselt peale laadimise lõppu Tellija poolt määratavale e-posti aadressile. Ära jääb täiendav saatelehe vormistamise ja väljastamise protsess kaalumajas, mille tulemusena muutub materjalide väljastamine karjääris kiiremaks ja mugavamaks. Info liigub kõigi osapoolte (saatja, vedaja, saaja) vahel kiiremini ning tekib võimalus jälgida veoseid reaalajas. Autojuhid saavad veoselehe teha vaid paari näpuvajutusega, milleks on vaja vaid nutiseadet ja internetiühendust. Waybiller töötab ideaalselt kõikide nutiseadmetega ning on kasutatav läbi brauseri või Android/iOS rakenduse. Kõikide vedude kohta on võimalik välja filtreerida veoselehed ning tulemus salvestada Excelisse. Exceli failis asub täielik aruanne kõikide veoselehtede pealolevast infost ning seda on võimalik vastavalt enda vajadustele analüüsida. E-veoselehed tähendavad olulist paberisäästu ja väiksemaid võimalikke vaidlusi kõigi osapoolte vahel [5].

3.3.4 BIM

BIM ehk „Building Information Modelling and Manegement“ on ehitusinfo modellerimiseks ning juhtimiseks mõeldud keskkond. Käesoleva projekti raames ei ole

BIM mudelite koostamine kohustuslik, kuid alljärgnevatena teen lühikokkuvõtte antud teemast.

BIM tähendab kolmemõõtmelist mudelit ja infot ehk 3D geomeetriat ja infot. Laias laastus konverditakse tänapäeval kasutusel olevad 2D joonised ja andmelehed koos toodet iseloomustavate näitajatega 3D mudeliteks. Nüüd on see informatsioon lihtsalt liidestatud 3D mudeliga ning sellest samast mudelist on võimalik kätte saada toote spetsiifiline info, 2D joonised jne.

Ehitaja saab endale projekti, mis on oluliselt paremini läbimõeldud. Mudelprojekti esineb kuni 90% vähem vigu kui 2D projektis. See tähendab, et ehitusplatsil esineb vähem improviseerimist. Lõpptulemusena saab tellija endale paremini läbimõeldud ehitise. Hästi koostatud BIM mudelist on võimalik kiiresti ja mugavalt kätte saada kõikide materjalide mahud, koostada täpsemaid ajagraafikuid ja mudelipõhiseid eelarvesüsteeme [6].

3.4 Juhtimismaatriks

Kärevere – Kardla teelõigu objekt on suhteliselt suure töömahuga ehitusprojekt, mistõttu tuleb hoolikalt tegeleda erinevate töötegevuste optimeerimisega, mille eesmärgiks on tagada võimalikult efektiivne tööprotsess, mis peaks tagama aga ettevõttele tähtsa rahalise kokkuhoiu. Objektipersonal võiks koosneda oma ala tundvatest töötajatest, ehk nad omavad varasemat töökogemust teedehitusobjektidel. Juhtimisstruktuur on üles ehitatud järgmiselt: projektijuht, objektijuht, rajatiste objektijuht ning soovitatavalt kaks teedehituse töödejuhti. Projekti võtmeisikuks on projekti valdav projektijuht, kelle ülesandeks on ka Tellija ees Töövõtja esindamine. Projektijuhi otseses allvuses asub objektijuht, kelle koordineerida on rajatiste objektijuhi ja teedehituse töödejuhid. Objektijuht kogub ehitusprojektilt töödejuhtidelt igapäevaselt andmeid tööde mahtude kohta. Tekkivate kulude ja töödemahtude järgi saab analüüsida tööde tegemise tootlikkust ning seda, millisele ehitustööle tekivad suuremad kulutused kui seda eeldab ettemääratud töömaht. Samuti on võimalik analüüsida seda, kas tööpäevale püstitatud eesmärgid on täidetud. Sellega on tagatud see, et objektijuht saab nende andmete põhjal operatiivselt tööprotsessi sekkuda ja leida alternatiivseid variante tööprotsesside efektiivsemaks muutmisel.

3.5 Dokumenteerimine

Ehtiusobjekti päevikus toimub teostatud ehitustööde, töövõtja personali, ehitusmasinate ja seadmete, saabunud materjalide, valitsevate ilmastikutingimuste jne igapäevane fikseerimine. Nende vormistus toimub *Bauhub*'i keskkonnas. Ehitusobjekti päevikud allkirjastatakse kahepoolset - objektijuht ja järelevalve Insener. *Bauhub*'i keskkonnas hoitakse ja kaasajastatakse projekti- ja täitedokumentatsiooni jooksvalt. See on järelevalve Insenerile ja Tellijale kogu ehitusperioodi vältel 24h kättesaadav. Objektipäevikute täitmine toimub igapäevaselt ja need esitatakse järelevalve Insenerile hiljemalt järgmise tööpäeva lõunaks. Tehtud tööde aktide esitamine toimub vastavalt mingite tööloikude või konstruktsioonikihtide valmimisele. Kasutusel on Tellija poolt nõutud vormid, mis esitatakse järelevalve Insenerile ülevaatamiseks ning allkirjastamiseks. Tähtis on ka kõigi kokkulepete dokumenteerimine kirjalikult ja nende edastamine kõigile lepingu osapooltele

3.6 Objekti koosolekud

Objekti töökoosolekud toimuvad iganädalaselt (või iga kahe nädala tagant) vastavalt sellele, kuidas on Tellija ja järelevalve Inseneriga kokkulepitud. Koosolekuid protokollitakse peamiselt järelevalve Inseneri poolt, misjärel edastatakse see kõigile osapooltele parandusettepanekute ja täienduste tegemiseks. Kõikide osapoolte poolt allkirjastatud protokollides fikseeritud asjaolud ja tingimused loetakse lepingu lahutamatuks osaks. Tööde efektiivsemaks korraldamiseks ja ehitusprotsesside paremaks juhtimiseks peab Töövõtja nõupidamisi ka objekti alltöövõtjatega. Koosolekud toimuvad iganädalaselt. Neid koosolekuid protokollib peatöövõtja ja need edastatakse samuti kõigile osapooltele parandusettepanekute tegemiseks. Objektimeeskonnasisesed töökoosolekud toimuvad peamiselt iga kahe nädala tagant ja reeglina neid ei protokollita.

3.7 Alltöövõtjad

Alltöövõtjate leidmine ehitusprojektidesse toimub vastavalt iga ehitusettevõtte juhtimissüsteemi kindlaksmääratud protseduuridele. Alltöövõtjaid väljavalides hinnatakse neid lähtudes nende vastavusest konkreetsele tööle ja sellele esitatud

nõuetele. Samuti teostatakse nende üle kontrolli neile väljastatud tegevuslubade, litsentside jmt osas. Vajadusel nõutakse alltöövõtjatelt tõendusmaterjale vajalike ressursside, kompetentside jmt olemasolu kohta. Alltöövõtutööde tegija koostab töövõtulepingu sõlmimisejärgselt kvaliteedi tagamise plaani (KTP), mille esitab Töövõtjale. Kvaliteedi tagamise plaan sisaldab dokumentide nimekirja, mis on aluseks teostatavate ehitustööde kokkulepitud kvaliteedi saavutamiseks. Selle moodustavad teostatavate tööde nimekiri, millele peab vormistama tehtud tööde aktid koos katsetuste- ja mõõtmisprotokollidega. Samuti määratakse kindlaks kvaliteedi kontrollimise meetodid ja nende teostamise sagedus. Peatöövõtja kontrollib alltöövõtjate poolt teostatavate tööde kokkulepitud ajagraafikus püsivust ja kontrollib lõpetatud tööde vastuvõtmisel nende vastavust kehtivatele nõuetele. Puudujäägid fikseeritakse vaegtöödena üleandmis-vastuvõtmisakti vastavas lahtris ning määratakse nende kõrvaldamise aeg. Peatöövõtja edastab alltöövõtjatele kõik ehitustööde teostamiseks vajaminevad dokumendid, Tellija või järelevalve Inseneri korraldused, juhised ning ettekirjutused, mis seonduvad töödega, mida alltöövõtjad lepingu alusel teostavad. Samuti tutvustab Peatöövõtja alltöövõtjatele ehitusobjekti sisekorraeskirja ning koordineerib erinevate alltöövõtjate omavahelist tööd.

3.8 Tööde teostamisega seotud riskid ja nende analüüs

Tabel 3.8.1 Riskid ja analüüs

Probleemi iseloom	Lahendus
Ajaline mahajäämus	Töäjõu arvu suurendamine; tööde teostamine nädalavahetustel
Mehhanismide rike	Mehhanismide kiire asendamine/remont; alternatiivsed tööd
Ilmastikuolud	Ilmastikuprognooosi jälgimine; töödeliikide valik vastavalt ilmaennustusele
Tootlikkuse probleemid	Vajalikku masinapargi olemasolu; kaasaegse tarkvara kasutamine; läbimõeldud töökorraldus
Maade võõrandamine	Kinnistuomaniku kirjalik nõusolek maa võõrandamise kohta

4 TÖÖDEKAVA

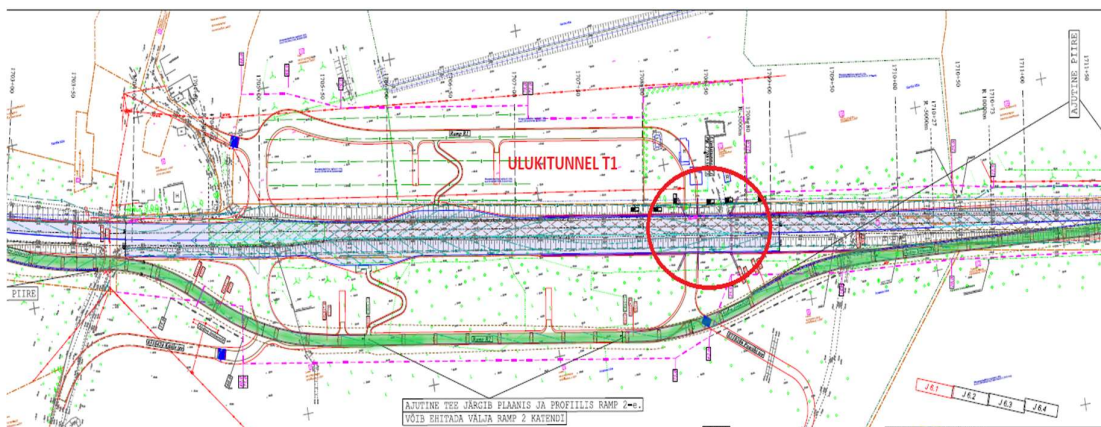
Käesolevas peatükis kirjeldan terve objekti töökorraldust. Ehitusobjekti jagan kolmeks etapiks ning etappide vahel toimub liikluse ümbersuunamine. Ajutise liikluskorralduse kava on toodud Lisas 3.

4.1 I etapp – ajutiste teede rajamine, põhitee PK 1713+00 – 1731+00 vasak niit, rajatiste ehitus

Esimeses tööde etapis on vajalik teostada ehitusobjektil piketaaži väljamärkimine. Enne tööde algust tuleb kindlaks määrata materjalide ladustamisplatside asukohad ning töömaakontori asukoht. Paigaldada statsionaarne GNSS baasjaam ning luua terve objekti ulatuses ajutiste reeperite võrgustik. Seejärel teostatakse raadamis- ja juurimistööd kogu ehitusobjekti ulatuses. Teades asjaolu, et lindude pesitsusperiood jääb ajavahemikku aprill-august, tuleb ebasoodsa mõju minimiseerimiseks alustada raietöödega hiljemalt 15.03.2021a.

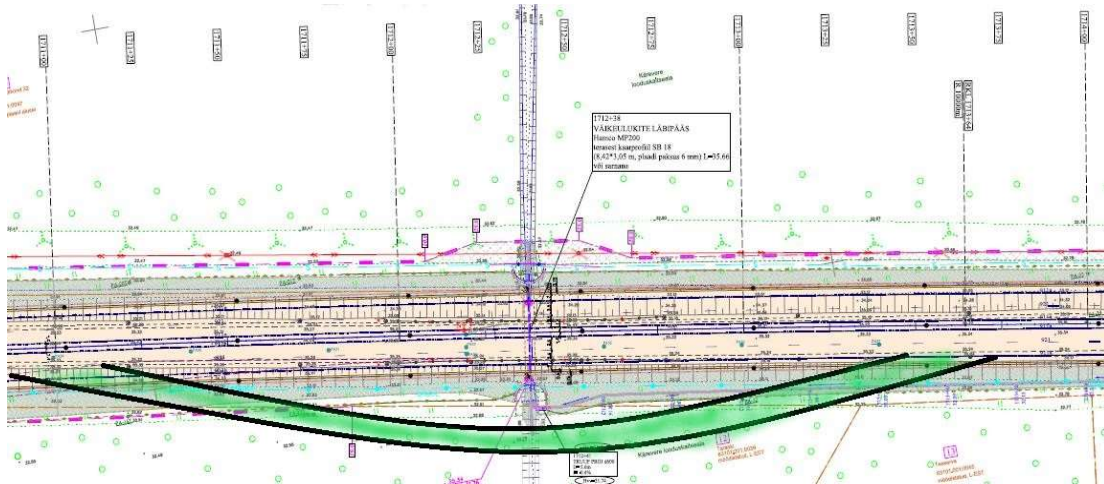
4.1.1 Ajutiste teede rajamine

Käesoleva projekti „HD III Teetööde tehnilise kirjelduse eritingimused“ alusel peab Töövõtja arvestama asjaoluga, et ehitustööde ajal peab Kärevere-Kardla lõigul olema tagatud vähemalt 1+1 asfalteeritud sõiduraja olemasolu, asfaltkate laiusena min 6,5 m. Järelikult, peab Töövõtja rajatiste (ulukitunnelid) jaoks ehitama ajutised ümbersõiduteed.



Joonis 4.1.1.1 Ajutine ümbersõidutee PK 1700+54 – 1711+50 (rohelisega on tähistatud ajutine tee)

Antud ajutise teelõigu rajamine annab võimaluse alustada Ulukitunneli T1 ehitustöödega ning samuti põhitee mõlema niidi mullatöödega. Kuna ajutise tee plaaniline asukoht ning pikiprofiil ühtib Ramp 2-ga, on lubatud ehitada kohe välja Tüüp 4 kohane Ramp 2 katend.



Joonis 4.1.1.2 Ajutine überpõige PK 1712+38 ja PK 1721+32

Väikeulukite läbipääsutunnelite ehitust võib teostada kasutades kahte erinevat varianti: Esimene variant näeb ette ajutise tee rajamist ning võimaldab ehitada tunnelid ühe mobilisatsiooniga.

Teine võimalus on nn. „pool-poollega“ meetod, kus teostatakse rajatiste ehitustööd kordamööda eraldi kahel teepoolel ning kaeviku toetamine tagatakse sulundseina rajamisega tee teljele. Sobivaima variandi valikul toon välja mõlema variandi majandusliku ja ajalise võrdluse:

Tabel 4.1.1.1 Majanduslik võrdlus

Ajutise tee rajamine ca 200m, asf. laius 7m	Mõõteühik	Variant 1 (ajutise tee rajamine)			Variant 2 (pool ja pool)		
		Maht	Ühiku hind	Maksumus	Maht	Ühiku hind	Maksumus
Kasvupinnase eemaldamine	m ³	1000,00	2,30	2300,00	0,00	0,00	0,00
Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest	m ³	2800,00	4,10	11480,00	0,00	0,00	0,00
Ajutise truubi paigaldus dia=600	jm	14,00	220,00	3080,00	0,00	0,00	0,00
Killustikaluse ehitus h=20cm	m ²	1600,00	2,00	3200,00	150,00	2,30	345,00
AC 20 bin, h=6cm	m ²	1400,00	5,00	7000,00	140,00	5,75	805,00
Peenarde kindlustamine	m ²	200,00	0,80	160,00	50,00	0,92	46,00
Ajutise piirdesüsteemi rent koos paigaldusega	jm	400,00	30,00	12000,00	250,00	30,00	7500,00
LK vahendid	tk	1,00	800,00	800,00	1,00	500,00	500,00
Ajutise tee likvideerimine							
Asf freesimine	m ²	1400,00	1,10	1540,00	0,00	0,00	0,00
Killustikaluse eemaldamine	m ²	1600,00	1,10	1760,00	0,00	0,00	0,00
Muldkeha materjali eemaldamine	m ³	2800,00	2,30	6440,00	0,00	0,00	0,00
Kasvupinnase planeerimine laiali	m ³	1000,00	1,10	1100,00	0,00	0,00	0,00
Rajatise osa							
Geodeetiline märkimine	tk	1,00	2000,00	2000,00	2,00	1000,00	2000,00
Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine	m ³	1535,00	5,50	8442,50	1535,00	5,78	8864,63
Sulundseina paigaldus ja demonteerimine h=6,05	m	0,00	0,00	0,00	25,00	500,00	12500,00
Sulundseina rent	kuu	0,00	0,00	0,00	6,00	1800,00	10800,00
Paekivikillustikust alus rostvärgi all	m ²	103,00	8,00	824,00	824,00	8,40	6921,60
Kaeviku tagasitäide (kruusast või kruusliivast)	m ³	1301,00	14,00	18214,00	1301,00	14,70	19124,70
Kaeviku tagasitäide (peenliivast)	m ³	390,00	10,00	3900,00	390,00	10,50	4095,00
Vaiatööd	tk	26,00	1800,00	46800,00	26,00	1890,00	49140,00
Raudbetoonist rostvärk.	m ³	53,00	600,00	31800,00	53,00	630,00	33390,00
Raudbetoonist äärepruss	m ³	5,00	700,00	3500,00	5,00	735,00	3675,00
Betoonäärise pindamine	m ²	35,00	30,00	1050,00	35,00	31,50	1102,50
Teraskaarprofiil SC-14B. Sisaldab korrosioonikaitset ja paigaldust. L=32,863 m	tk	1,00	88500,00	88500,00	1,00	92925,00	92925,00
Kraavi kindlustus 5 cm kruusliiva + 1cm lubjakivikillustikku geotekstiilil	m ²	136,00	15,00	2040,00	136,00	15,00	2040,00
Käiguala kindlustamine 10 cm kruusliiva geotekstiilil	m ²	94,00	10,00	940,00	94,00	10,00	940,00
				258 870,50			256 714,43

Tabel 4.1.1.2 Ajaline võrdlus

Ajaline võrdlus		
Töö nimetus	Variant 1, kestus päevades	Variant 2, kestus päevades
Ajutise tee rajamine ja lammutamine	15	0
Sulundseina paigaldus	0	5
Tunneli ehitustööd	110	121*
	125	126

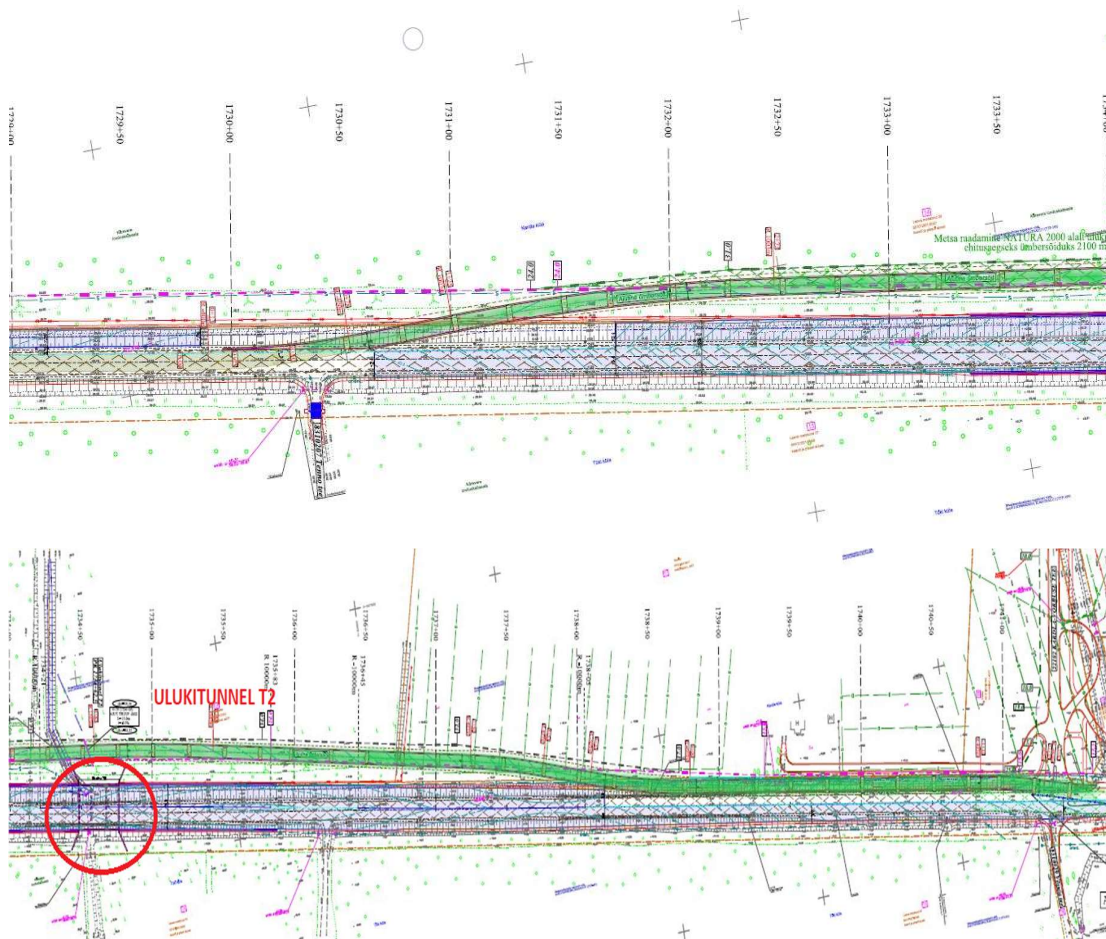
*- teise variandi valikul tuleb teostada tunneli ehitustööd kahes mobilisatsioonis. Tööde kestuse määramisel arvestan tehnoloogilise ajakaduga 10% suuruses.

Tabelite andmetest lähtub, et valitud variantide maksumuse ning tööde kestuse erinevus on üsna väike. Seoses eespool nimetatuga valib lõputöö autor esimese variandi koos ajutise tee rajamisega. Otsuse tegemisel lähtun ka asjaolust, et puurmasina kättesaadavus Eestis on hetkel piiratud. Puurmasina saamiseks tuleb teha masina

broneering mitmed kuud enne eeldatavate tööde algust ning vaiatööde teostamine kahes vahetuses võib muuta puurimise hinna oluliselt kallimaks.

PK 1712+38 ümbersõidutee võimaldab alustada väikeulukite läbipääsu ehitustöödega. Väikeuluki läbipääsud lahendati projektis viisil, kus kasutati terasest võlvprofiilsildu, mille kaared toetuvad betoonvundamendile. Vana 1,0m diaametrise läbimõõduga toru eemaldatakse.

Sarnane lahendus on valitud ka teise väikeuluki läbipääsu (PK 1721+32) rajamiseks. Antud lahenduse kohaselt tuleb Töövõtjal arvestada ka ajutise truubi paigaldusega dia min = 600mm, mis võimaldaks vee liikumist ajutise tee alt läbi.



Joonis 4.1.1.3 Ajutine tee PK 1730+00-1741+50 (rohelisega on tähistatud ajutine tee)

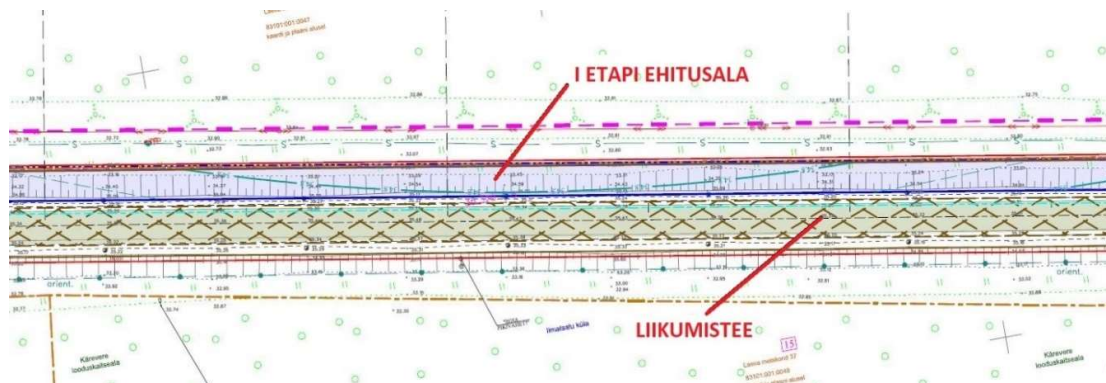
Joonisel 4.1.1.3 näidatud ajutine tee võimaldab Töövõtjal alustada suuruluki tunneli T2 ehitustöödega ning põhitee rajamisega helesinise ala ulutuses.

Kõik ajutised teed tuleb ehitada ja tähistada vastavalt projektis toodud juhendile 2017-2019 „Riigiteede ajutine liikluskorraldus“. Juhendi kohaselt tuleb Töövõtjal arvestada ka teisaldatavate sõidukiipirete paigaldusega. Peale rajatiste valmimist suunatakse liiklus uuele trassile ning ajutised teed tuleb likvideerida va. ramp 2-ga ühtinud ajutise tee osa. Pärast ajutise ümbersõidu likvideerimist tuleb likvideeritud tee ala kujundada

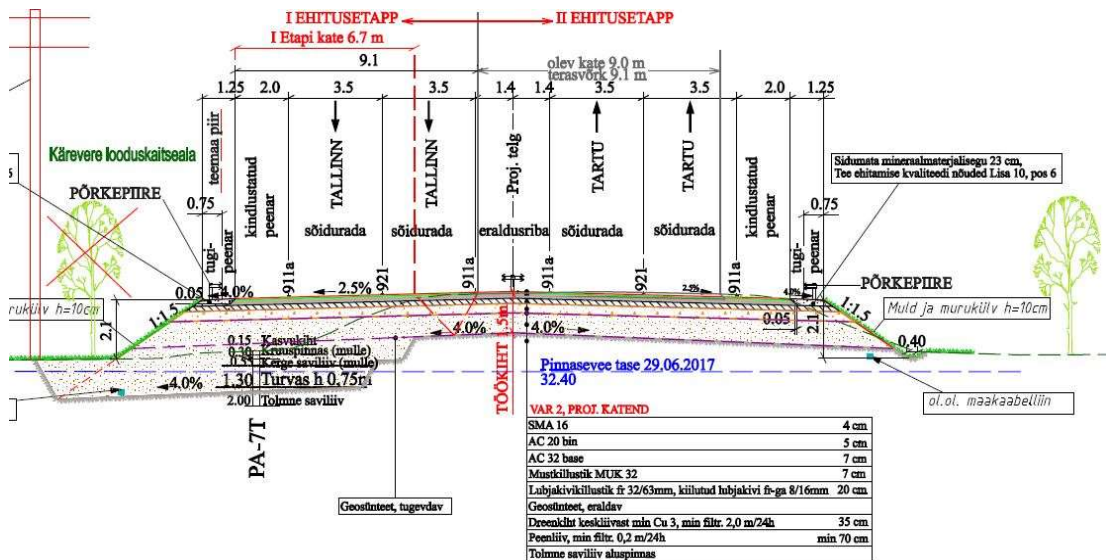
ulukitunnelit läbivatele loomadele sobilikuks. Likvideerimise käigus saadud ehituseks sobiv pinnas tuleb ära kasutada muldkeha ehituse alakihitides allpool aktiivtsooni.

4.1.2 Põhitee PK 1713+00 – 1731+00 vasak niit

Esimese etapi tööde hulka kuulub põhitee vasaku niidi ehitus PK 1713+00 – 1731+00.



Joonis 4.1.2.1 I etapi ehitustööde plaaniline lahendus PK 1713+00 – 1731+00



Joonis 4.1.2.2 I etapi ristprofiil

Jooniste 4.1.2.1 ja 4.1.2.2 alusel selgub, et esimeses etapis rajatakse suurusjärgus 2/3 vasaku niidi laius. Rajatava niidi kate laius peab olema vähemalt 6,5m, mis võimaldab ohutut sõidukite liikumist II etapi ehitusjärgus. Esimeses etapis kasutatakse olemasolevat teed sõidukite liiklemiseks ning projektis esitatud andmete alusel on praeguse teekatte laius 9 m. Lõputöö autor soovib nihutada sõidukite liikumistee paremale poole nii, et olemasoleva tee vasakule poolele tekib 9-6,5=2,5m eraldatud tötsoon ehitusmasinate liikumiseks ning materjalide vastuvõtmiseks.

Põhitee ehitus algab kaevetöödega. Kaevetööde hulka kuuluvad kasvupinnase eemaldamine, turbakihi eemaldamine, astmete lõikamine. Kasvupinnas kaevatakse võimalusel tee kõrvale vaalu ning planeeritakse hiljem nõlvade haljastuseks. Turba kaevamisel saadud materjal tuleb viia laoplatsile ja laiali planeerida. Astmete kaevamisest saadud materjal kasutatakse ära täiteks alakihtides. Enne muldkeha ehitustööde algust tuleb teostada tehnovõrkude ümberehitustööd. Elektritööde osas on ettenähtud olemasoleva õhuliini demontaaž ja selle asendamine maakaabliga. Sidetööde osas on ettenähtud olemasoleva ELA SA kaabli asendamine, osaline ümbertõstmine ning kaitsmine. Viimase etapina ehitatakse välja tee muldkeha ja katend. Nii muldkeha kuid ka katendi materjalid paigaldatakse otse teele ilma vaheladustamiseta. Asfalteerimistööd teostatakse kuni AC 20 bin kihini.

4.1.3 Rajatised

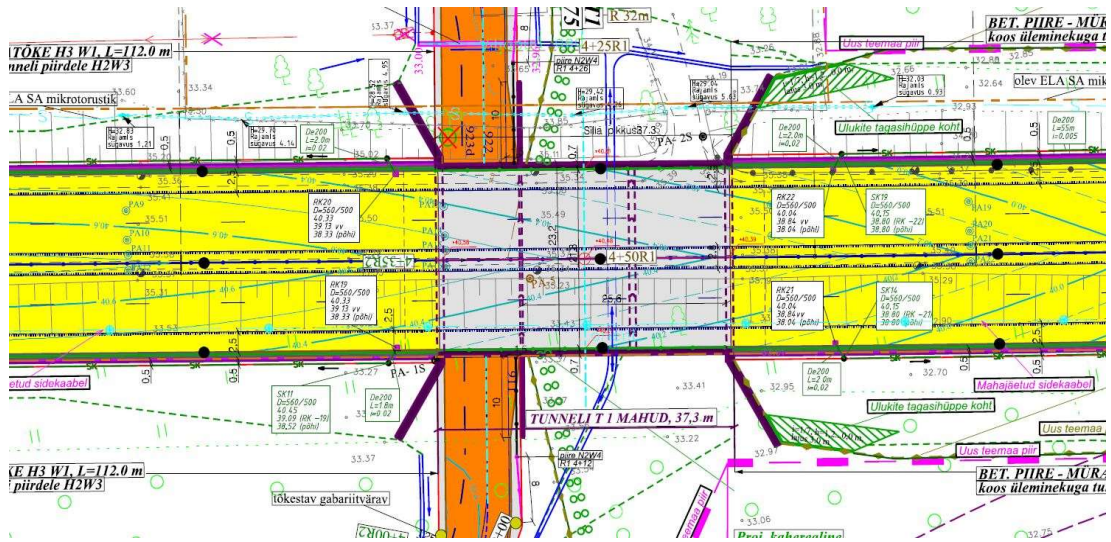
Peale seda kui ajutised teed on valmis ning liiklus on ümbersuunatud, algab rajatiste ehitamise etapp. Et alustada tunnelite ehitusega, tuleb kõigepealt teostada ettevalmistustööd, milleks on vana a/b katte eemaldamine koos terasvõrguga, ajutiste juurdepääsuteede ning platside rajamine ja tunneli kaeviku kaevamine.

Rajatiste hulka kuuluvad:

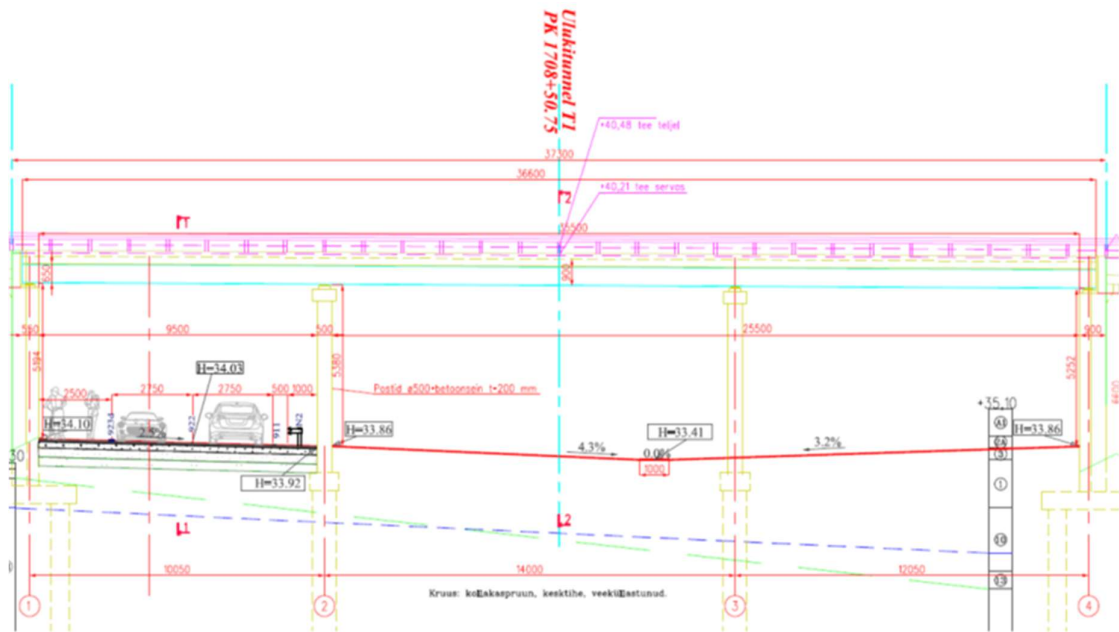
- Suuruluki tunnel T1 PK 1708+50
- Suuruluki tunnel T2 PK 1734+62
- Väikeuluki tunnel T3 PK 1712+38
- Väikeuluki tunnel T4 PK 1721+32



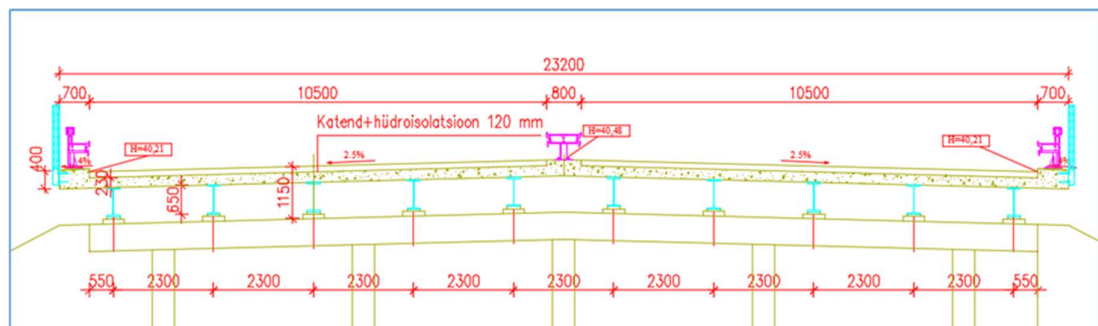
Joonis 4.1.3.1 T1 eskiis



Joonis 4.1.3.2 T1 asendiplaan



Joonis 4.1.3.3 T1 külgvaade



Joonis 4.1.3.4 T1 ristlõige

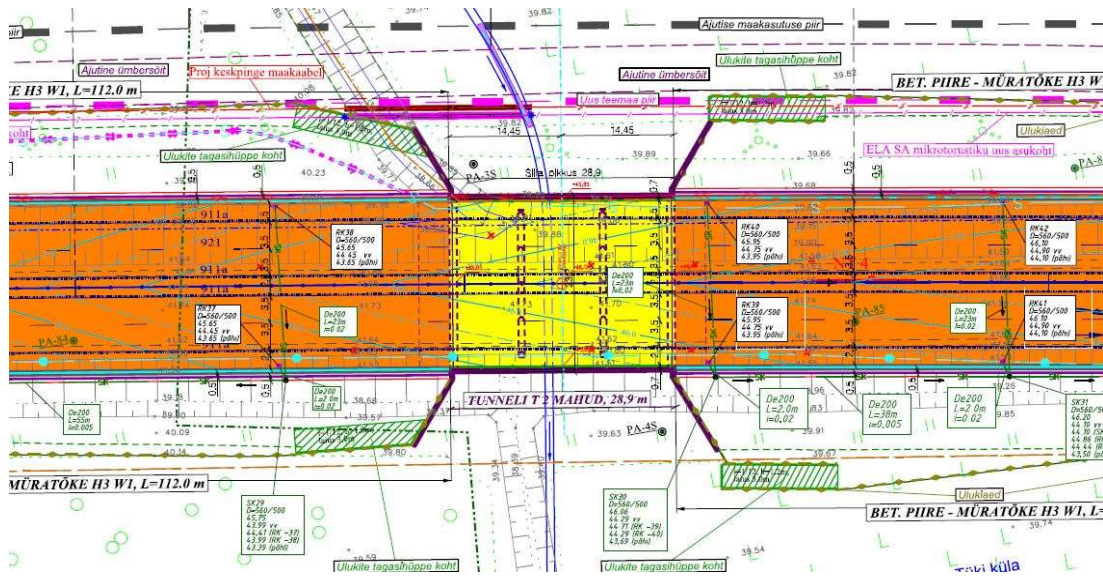
Ulukitunnel T1, pikkusega 37,2 m, rajatakse ebakorrapärase komposiitsillana kolme väljaarvutatud avaga 10,05; 14,0 ja 12,05 m. Selline lahendus on vajalik antud silla sisse ulukitunneli ja kohaliku tee mahutamiseks.

Vaialusele rajatakse viadukti vundament. Kaldasammastele ning vahesammastele on projekteeritud vaiad, diameetriga 0,62 m, mis on puurvaiad ning need on armeeritud põhjani. Vaiad toetuvad liivakivi pinnale ning puurimisel tuleb neid süvistada liivakivisse vähemalt 2m ulatuses. Kalda- ja vahesammaste alla on ettenähtud vastavalt esimesena nimetatud sammastele kaks rida vaiu ning teisena nimetatud sammastele üks rida rostvarki kinnituvaid vaiu.

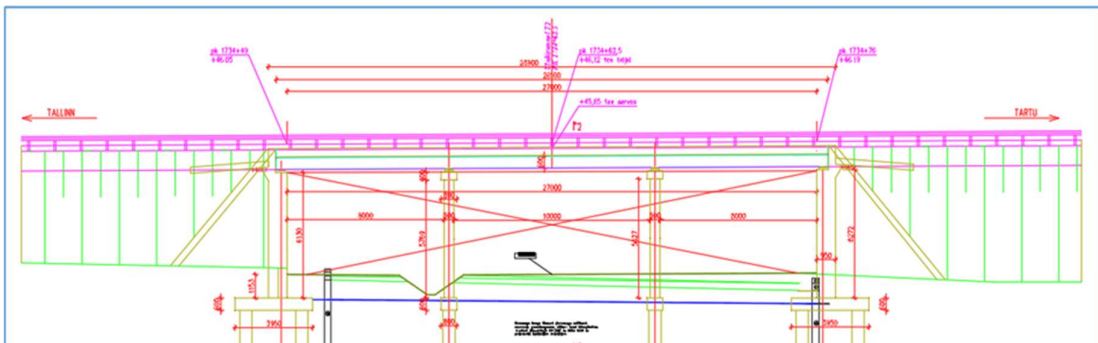
Telgedele toetuva rostvargi sisse on ette nähtud 1, 2, 4 raudbetoonist seinad, mis jätkuvad kalduoleva tugiseinana, tagamaks metsloomadele turvalisuse ja privaatsuse. Betoonist C35/45 rajatakse tugiseinad, kaldasambad ja postid ning sarruse klassiga B500B, mis samuti armeeritakse. Betoonist C30/37 ehitatakse maa-alune betoonosa. Pealesõiduplaat, mille pikkuseks on 4000 mm ja paksus 250 mm püstitatakse kaldasammaste otsa ning 200 mm paksune drenkiht ehitatakse iga pealesõiduplaadi alla ja peale. Pealisehituse toetamiseks rajatakse tugiosad kaldasammastele ja riiglitele. Monoliitsest raudbetoonist plaat rajatakse tunneli pealisehituseks, mille maksimaalne paksus võib olla 230 mm. 2300 mm vahega paigutatud HE650 terastaladele toetub eelpool mainitud plaat. Jäikade nihketüüblitega ühendatakse terastalad ja raudbetoonosa. Ühekihiline hüdroisolatsioon paigaldatakse tekiplaadi peale. Servaprussi vastas asetsevad tilktorud ja dren ning nende alla tuleb paigaldada kinnine äravoolusüsteem, allpool paikneva sõidutee kohale. Asfaltbetoon paigaldatakse hüdroisolatsiooni katteks, mis on 3,0 cm paksune AC 4 surf kaitsekihiga, sellele AC 16 bin 4,0 cm ja SMA 16 4,0 cm. Hüdrofobeerimisvahendiga tuleb pealt ja külgedelt immutada keskmine betoonosa ja servaprussid. Pinnavee ärajuhtimine kattelt on lahendatud pikikaldega mööda müratõkke rentsliit sademevete restkaevudesse ja kanalisatsiooni [1].



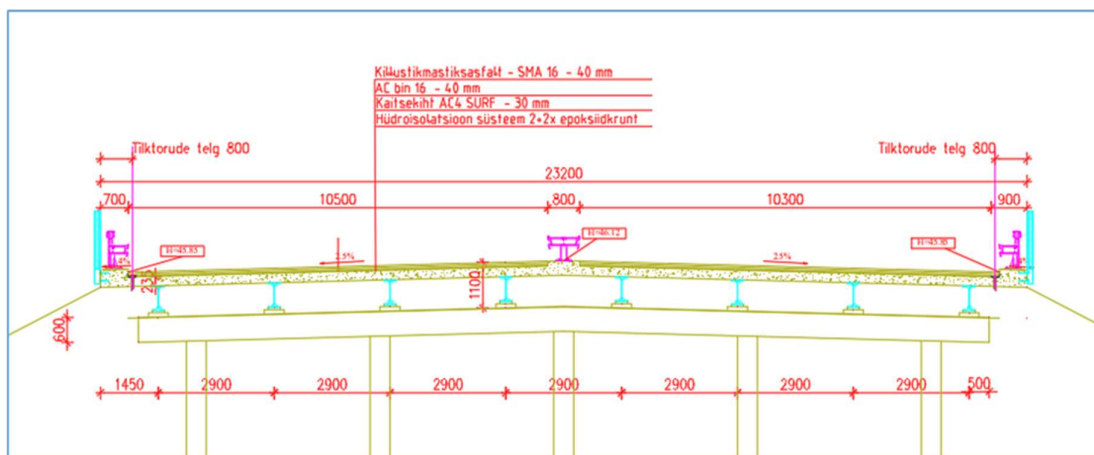
Joonis 4.1.3.5 T2 eskiis



Joonis 4.1.3.6 T2 asendiplaan



Joonis 4.1.3.7 T2 külgvaade

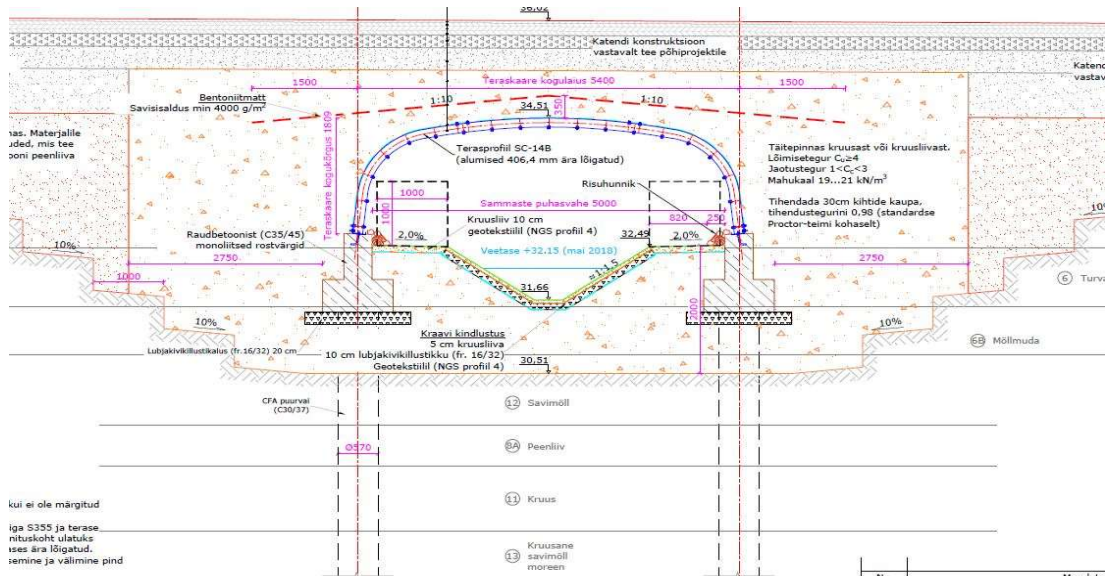


Joonis 4.1.3.8 T2 ristlõige

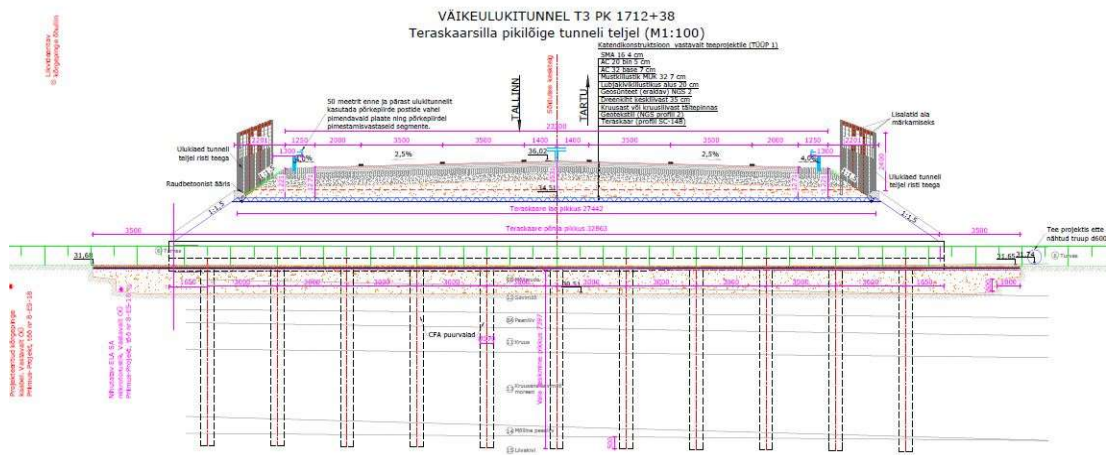
T2, ulukitunnel – pikkusega 28,8m, rajatakse sümmeetrilise komposiitsillana mitmete välja arvatud avadega 8,55+10,5+8,55 m. Sõidutee laiusgabariitidega 10,5+10,5 m paikneb tunneli lael. 70 cm laiused servaprussid ehitatakse tee servadesse ning erinevate liiklussuundade vahele luuakse 80 cm laiune vahepruss. T2, ulukitunnel on rajatud vaid loomade liiklemiseks, seega ainult telgedele 1 ja 4 tuleb ehitada roostvarkidele toetuv raudbetoonist sein. T2 ülejäänud tunnelit edasiviiv projekt ühtib T1 tunneliga.



Joonis 4.1.3.9 T3 eskiis



Joonis 4.1.3.10 T3 ristlõige



Joonis 4.1.3.11 T3 pikilõige

Teostatud geoloogiliste uuringute kohaselt, on ulukitunnel T3 asukohas aastaringiselt kõrge veetaseme ning nõrkade külmatundlike pinnastega, mille tõttu ei ole see pinnas sobilik alusvundamendiks. Eelneva põhjal on tunneli ehituseks valitud vaivundament, kus võetakse kasutusele CFA puurvaial 570 mm. Ühe rostvõrgi alla paigaldatakse 11 vertikaalset puurvaia, mille keskmine pikkus on 7,4 m, ja mis paiknevad 3-meetrise sammuga. Geoloogilise uuringuga selgitati samuti välja vaiade sügavused, mis määrati kindlaks liivakivi lasumissügavusele põhinedes, vähemalt 0,5 meetri ulatuses on vaja vaiad süvistada liivakivisse. Vundament on kavandatud monoliitseks, rostvõrgid on raudbetoonist, mis jaotavad liivakivile toetuvate vaiade koormuse ühtlaselt ära. Vaiapea kinnituskoha kõrgus on 0,5 m ja laius on 1 m. Seinapaksus on 0,4 m ja kõrgus

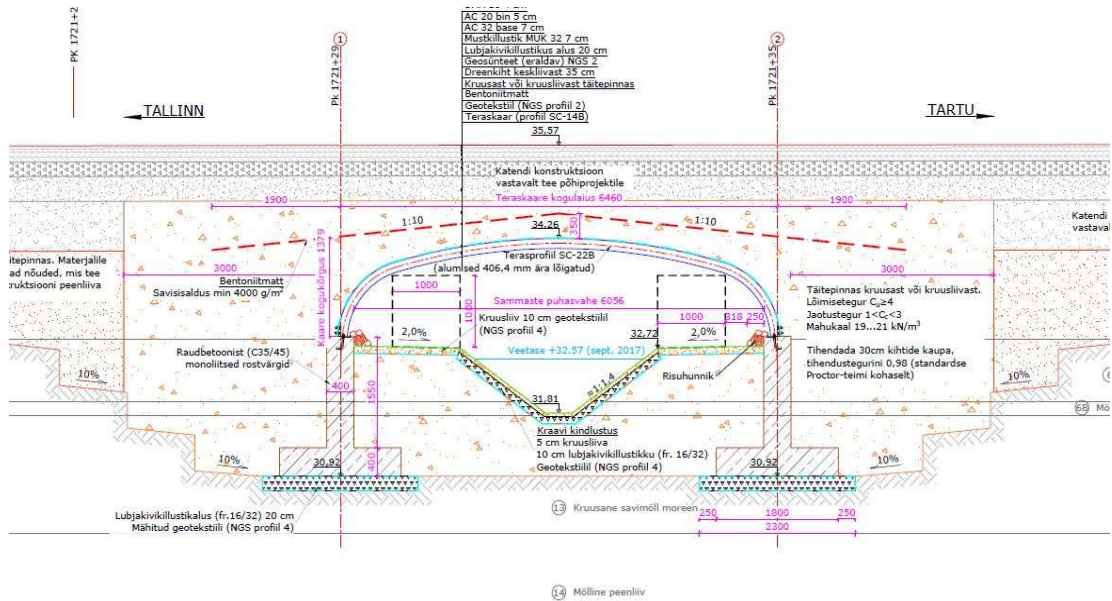
roostvärgil on 0,7 kuni 0,721 m, selle kogupikkus on 33,3 m ja kogukõrgus on 1,2 m. Seina ülemine osa on valatud kaldu, et oleks võimalikult lihtne paigaldada teraskaare kinnitusliini, seetõttu tulenebki seina muutuva kõrguse asjaolu.

20 cm paksune lubjakivikillustikust kiht ehitatakse roostvärgi alla, et ehituseks oleks tagatud vajalik tehnoloogiline aluspind. Lubjakivikillustiku võib ära jätta, kui roostvärki on võimalik ehitada kohe tagasitäite peale. Sellisel juhul tuleb roostvärgi põhja kaitsekihti suurendada. Rostvärgi rajamiseks on vajalik selle all asuva pinnase ligikaudu 1 meetri paksuselt väljakaevamine ja asendamine täitepinnasega, mistõttu on kindlustatud, et külmakerkeohtlike pinnaseid ei jää külmumissügavusse. Lisaks on see vajalik betoonivalu teostamiseks, vastasel juhul võib roostvärgi all olev turbakiht tekitada riski vundamendi pinnase vajumiseks. Gofreeritud terasest monteeritav teraskaarprofiil SuperCor SC-14B (või analoog) on mõeldud tunneli pealisehitiseks ning sellest on ära lõigatud alumine osa pikkuses 460,4 mm. Enne pinnase paigaldamist teraskaare peale on seda vaja kaitsta kõikvõimalike vigastuste eest. Kaitsekihiks kasutan geotekstiili. Teraskaare peale rajatakse minimaalselt 1,2 m paksune, nõuetekohane tihendatud täitepinnasest kiht. Tootja nõuetele vastavalt on tagasitäitena lubatud kasutada kruusa või kruusliiva, mis on ühtlasi ka drenivaks pinnaseks. Tunneli otstes asuv välimine betoonääris pinnatakse.

Nähtavate pindade katmiseks kasutatakse Betosan Densocure R fortet koos vajaliku analoogi või krundikihiga [1].



Joonis 4.1.3.12 T4 eskiis



Joonis 4.1.3.13 T4 ristlõige

Väikeuluki tunneli T4 lahendus on võrreldes T3 tunnelist erinev. Soodsamate geoloogiliste tingimuste tõttu, ei näe antud lahendus ette vaivundamendi ning projekteeritud raudbetoonist röstvärkide toetumist kruusasele savimõll-moreenile. Rostvärgi ja savimõll-moreeni vahele ehitatakse 20cm paksune killustikalus. Vundamendi taldmiku laius on 1,8 meetrit ning paksus 0,4 meetrit. Vundamendi seina kõrgus on 1,53 kuni 1,565 m ja seina paksus 0,4 m. Seina muutuva kõrguse tingib asjaolu, et selle ülemine osa on osaliselt kaldesse valatud, et oleks võimalikult lihtne paigaldada teraskaare kinnitussiin. Vundamendi kogukõrgus on 1,93 meetrit ja kogupikkus 31,1 meetrit [1].

Võrreldes T3 tunneliga on T4 tunneli pealisehitiseks valitud teine teraskaare profiil – SuperCor-22B.

Kõik muu konstruktiivne lahendus on sama nagu T3 tunnelil. Mõlema tunneli rajamisel tuleb Töövõtjal tagada ajutise vee äravoolusüsteem.

Tunnelite tööde järjekord ning kasutatavad ressursid on toodud allolevas tabelis:

Tabel 4.1.3.1 Tööde järjekord ning kasutatavad ressursid

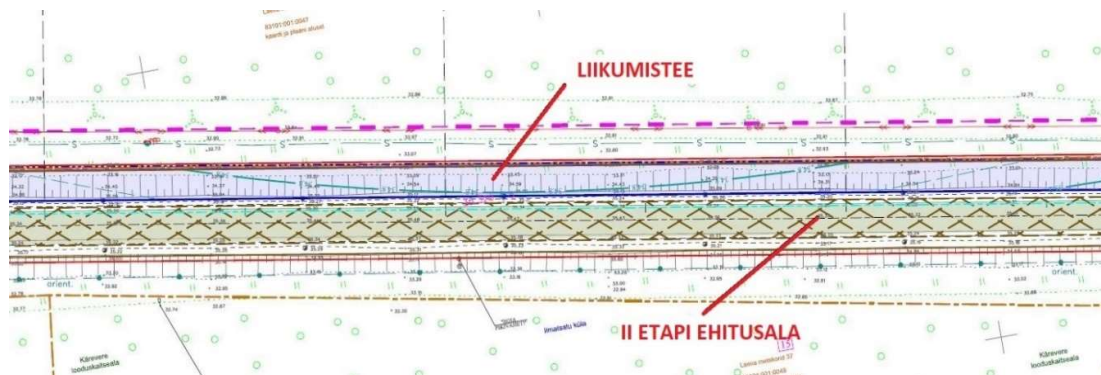
Töö liik	Tööde järjekord				Kasutatavad ressursid
	T1	T2	T3	T4	
Ettevalmistustööd - platsi (sh vaiatööde aluse) rajamine, elekter, aed, valve	1	1	1	1	ekskavaator, buldooser, kallur, töäjõud, puistematerjal
Vaiatööd	2	2	-	2	puurmasin, kraana, PUMI, töäjõud, betoon, armatuur
Vaiade väljakaeve, vaiade piikamine, röstvärkide aluste ehitus	3	3	-	3	ekskavaator, kallur, töäjõud

Rostvärkide ehitus	4	4	-	4	PUMI, tööjõud, betoon, armatuur, raketis
Sammaste ehitus	5	5	-	-	kraana, pumi, tööjõud, betoon, armatuur, raketis
Tugiosade paigaldus	6	6	-	-	kraana, pumi, tööjõud
Metallkonstruktsiooni paigaldus	7	7	-	-	kraana, tööjõud, trailer
Tekiplaadi ehitus	8	8	-	-	kraana, pumi, tööjõud, betoon, armatuur, raketis
Vuukide paigaldus	9	9	-	-	tööjõud, tõstukauto
Hüdroisolatsioonitööd	10	10	-	-	tööjõud, komponentne bituumeni baasil hüdroisolatsioonimastiks
Kaitsekihi asfalteerimine	11	11	-	-	asf brigaad, materjal, veokid
Tugimüürid	12	12	-	-	kraana, pumi, tööjõud, betoon, armatuur, raketis
Sammaste vööpamine	13	13	-	-	tööjõud, vööphüdroisolatsioon
Tagasitäited	14	14	-	-	ekskavaator, kallur, tööjõud, puistematerjal
PSP killustikalus	15	15	-	-	ekskavaator, kallur, tööjõud, tardkivikillustik, rull
PSP ehitus	16	16	-	-	PUMI, tööjõud, betoon, armatuur, raketis
Muud tööd - piirded, müratõkkeseinad, sadeveesüsteem	17	17	-	-	tõstukauto, pumi, tööjõud
Väljakaeve, vundamendi aluste ehitus	-	-	2	-	ekskavaator, kallur, tööjõud, puistematerjal, geotekstiil NGS4
Vundamentide ehitus	-	-	3	-	PUMI, tööjõud, betoon, armatuur, raketis
Kaarepaigaldus	-	-	4	5	kraana, tööjõud, poltid, geotekstiil
Tagasitäide (sh betoniitmati paigaldus)	-	-	5	6	ekskavaator, kallur, tööjõud, bentoniitmatt, puistematerjal
Tee-ehitus (alused, asfalt, joonimine, piirded)	-	-	6	7	buldooser, kallur, pinnase rull, asf brigaad, materjal

4.2 II etapp – põhitee PK 1713+00 – 1731+00 parem niit, PK 1703+50-1713+00 ja 1731+50-1741+50

II etapi tee-ehitustöid võib alustada peale I etapi valmimist. II etapi tööd kuuluvad nii 2021. a. kuid ka osaliselt 2022. a. töödekavasse.

4.2.1 Põhitee PK 1713+00 – 1731+00 parem niit.



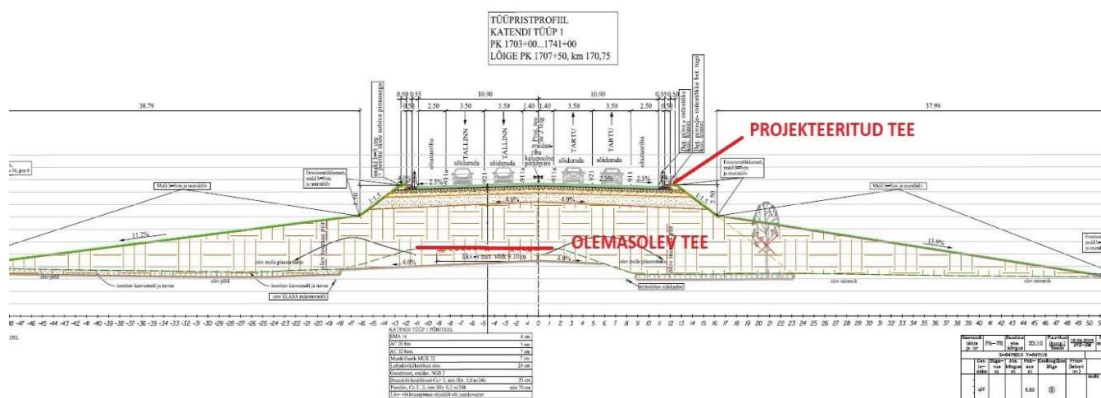
Joonis 4.2.1.1 II etapi ehitustööde plaaniline lahendus PK 1713+00 – 1731+00

Peale põhitee vasaku teeniidi valmimist PK 1713+00-1731+00, suunatakse liiklus uuele teeniidile ning alustatakse põhitee parema teepoole ehitustöödega sama piketivahemikus.

Tööd algavad olemasoleva tee freesimistöödega kuni asfaldi terasvõrguni silmaga 100x100mm. Kogu saadav freesafalt veetakse ajutisele laoplatsile. Materjali kasutatakse hiljem juurdepääsuteede ja tolmuvaiba katte ehitustöödel. Peale profiilfreesimist (hkesk=8cm) tuleb eemaldada terasvõrk ning jätkata freesimist (hkesk=20cm) kuni asfaltkatte põhjani. Freesimistöödejärgselt saab alustada kaevetöödega. Kaevetööde käigus saadud ehituseks sobiv pinnas kasutatakse täitematerjalina vahemikes PK 1703+50 – 1713+00 ning PK 1731+50 – 1741+50.

Peale kaevetööd ehitatakse välja muldkeha, drenkiht, killustikalus, teostatakse asfalteerimistööd kuni AC 20 bin kihini ning samuti ehitatakse välja tugipeenar.

4.2.2 Põhitee PK PK 1703+50 – 1713+00 ja 1731+50 – 1741+50

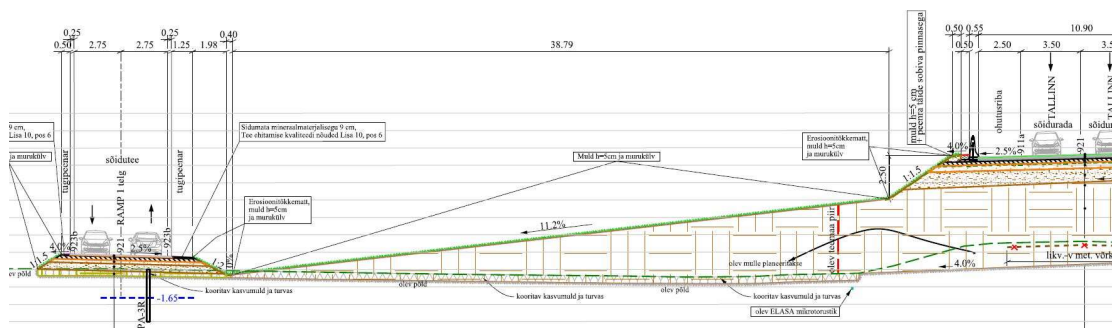


Joonis 4.2.2.1 Põhitee ristprofiil PK 1707+50

Lõputöö autor eeldab, et antud lõikude freesimistööd ning terasvõrgu eemaldamine olid tehtud I etapis. Joonise 4.2.2.1 andmete alusel selgub, et tunnelite asukohtades on märgatavalt tõstetud projekteeritud tee pikiprofiili ning tegemist on suhteliselt suuremahulise täitetööga. Enne muldkeha ehitust tuleb olemasolev muldkeha laiali planeerida ning anda aluspõhjale 4% kalle, tee teljest mõlemale poole. Nagu juba eespool mainitud, saab parema niidi kaevetööde käigus tekkinud ehituseks sobiva pinnase ära kasutada antud piketivahemikes muldkeha ehitusel. Paralleelselt muldkeha ja katendi ehitusega tuleb Töövõtjal rajada sademevee kanalisatsioon koos restkaevude ja vaatluskaevudega. Nii mulla- kui katenditööde teostamise järgselt saab teostada liikluse ümbersuunamise uuele teetrassile, mis omakorda annab võimaluse hakata lammutama ajutisi teid.

4.3 III etapp – ajutiste teede lammutamine, rampide ja juurdepääsuteede rajamine, lõpetamine.

III etapp algab ajutiste teede lammutustöödega. Kaevetööde käigus saadud ehituseks sobiv pinnas tuleb kasutada rampide ja juurdepääsuteede muldkeha ehituseks. Juhul, kui saadud sobiva pinnase maht ületab nõutud sobiva pinnase mahu, saab ülejäänud materjali ära kasutada rampide ja põhitee vaheliste bermide rajamisel.

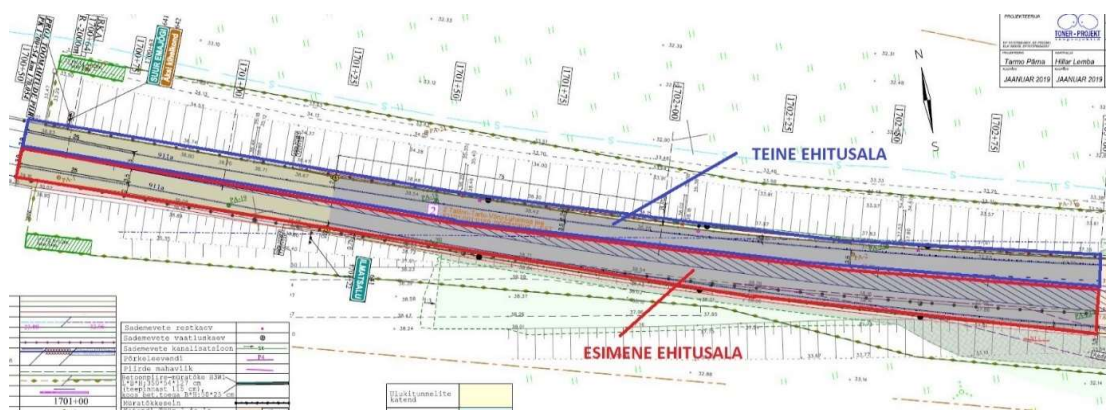


Joonis 4.3.1 Rambi ja põhitee vaheline berm

Pärast ajutise ümbersõidu likvideerimist – planeerimist tuleb likvideeritud teela kujundada ulukitunnelit läbivatele loomadele sobilikuks, mis vastab suuruluki tunnelite põhiprojekti raames koostatavale maastikukujundusprojektile.

Paralleelselt ajutiste teede likvideerimisega tuleb rajama hakata ka rampe, juurdepääsuteid koos mahasõitudega ja kõnniteede võrgustikuga. Samuti tuleb välja ehitada viimased põhitee vahemikud, mis jäävad objekti algusesse ja lõppu. Antud piirkondades ühendub neljarealine tee kaherealiselega ning teehitustööd on võimalik

teostada ainult ajutise tee laiendamisega tagades 1+1 sõiduradade olemasolu. Antud projekti seletuskiri näeb erandkorras ette võimalust kasutada nendes teelõikudes „pool-pool“ meetodit, millega kaob ajutiste teede rajamise vajalikkus. Selline tehnoloogia on kindlasti majanduslikult tulusam aga tuleks arvestada kiirema ehitustempoga, et minimeerida liiklejate ebamugavusi. Liikluse reguleerimine toimub päeval liiklusreguleerijate abil ning öösel kasutatakse foore. Foor peab olema varustatud muutuva teabega infotablooga ning fooritsükkel peab olema seadistatud silliselt, et liikluse seiskamine ei ületaks 5 minutit. Kindlasti tuleb selline tegevus eelnevalt kooskõlastada Transpordiameti esindajaga ja järelevalve Inseneriga ning teavitada liikluskorralduse muudatustest ka maanteeinfot.



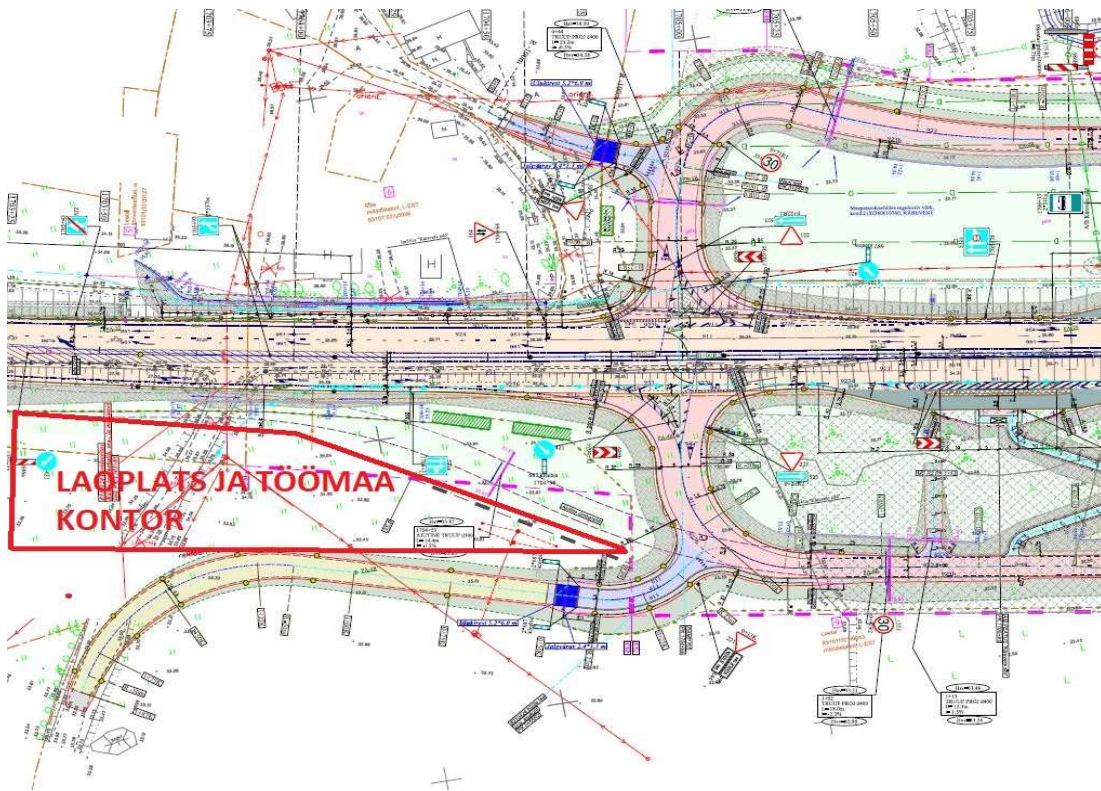
Joonis 4.3.2 Objekti alguse plaaniline skeem

Kui põhitee on täies ulatuses kaetud AC 20 bin kihiga, saab alustada viimase asfaltbetooni kihi ehk SMA 16 kihi paigaldusega. Peale asfalteerimist ehitatakse ja viimistletakse tugipeenrad peale mida saab alustada pörkepiirdesüsteemide ja liikluskorraldusvahendite paigaldamisega ning teekatte markeerimistöodega. Ära tuleb mainida, et käesoleva projekti tööde hulka kuulub muutuva teabega infotabloo ning teekaamera projekteerimine ning paigaldus. Muutuva teabega infotabloo „*Variable Message Sign*“ on liiklusmärkide ja tekstilise infotabloo kombinatsioon, mille abil on võimalik operatiivselt hoiatada liiklejaid tee- ja ilmastikuoludest, liiklusõnnetusest, teetöödest, teel olevatest takistusest vms ning edastada liiklejatele mistahes liiklusega seotud teavet. Lõpetamise faasi jäävad maastikukujundus ning haljastustööd. Tööde koosseisu kuuluvad samuti müratõkkeseinte rajamine ning ka ulukitara paigaldus koos tagasihüppekohtade ja metalltoru restidega. Need tööd teostatakse jooksvalt siis, kui vastavate ehitustööde front on tekkinud.

5 KASUTATAVAD MATERJALID JA LAOPLATSID

5.1 Laoplats

Esmalt tuleb ehitusobjektile töödega alustades rajada ajutine ehituseagne ladustusplats ja paika panna töömaakontori asukoht. Laoplatsi kasutatakse erinevate ehitusmaterjalide ajutiseks vaheladustamiseks. Nendeks materjalideks võivad olla näiteks freesipuru, killustik, liiv, elektri- ja torutööde ehitusmaterjalid jne. Valvega laoplatsil hoitakse üldiselt kallist ehitustehnikat ja hinnalisemaid töövahendeid. Laoplats pole mõtet rajada mitmeid ja üle objekti erinevatesse asukohtadesse, kuna nende ehitamine ja hilisem likvideerimine on arvestatav kulu, mida tavaliselt objekti eelarvesse sisse ei arvutata. Seetõttu oleks mõistlik laoplatsile ära mahutada ka ehitussoojakud ja objektikontor. Nendele tuleb paigaldada ka elektri liitumiskilp ning vesi ja kanalisatsioon. Laoplats tuleb piirata ehitustaraga ja soovitav on paigaldada valvekaamerad koos liikumisanduritega, millega tagatakse võimalus teostada ala valvet kaugteel.



Joonis 5.1.1 Laoplatsi ja töömaa kontori eeldatav asukoht

5.2 Utiliseeritava pinnase bilanss

Kululoendi põhjal selgub, et kokku on vaja utiliseerida ca 60 000 m³ pinnast, millest kasvupinnast on ca 40 000 m³, turvast on ca 10 000 m³ ning kraavide kaeve käigus saadud sobimatut pinnast on ca 10 000 m³. Selline materjali maht nõuab vähemalt 2-3 platsi, kus saab materjali kuhjata või laiuli planeerida. Platsi hankimiseks tuleb kõigepealt leida sobiv asukoht ning kokku leppida kinnistu omanikuga platsi kasutamise tingimused. Tingimused protokollitakse ning koostatakse platsi kasutamise kokkulepete dokument. Samuti tuleb platsi kasutamise õigsus kooskõlastada Keskkonnaametiga, kes kontrollib platsi asukohas võimalike kitsenduste olemasolu.

Asukoha valikul tuleb lähtuda platsi ja objekti vahekaugusest. Mida suurem on vahemaa, seda suuremad on Töövõtja rahalised kulud materjalide veol. Hanke faasis tavaliselt arvestatakse vahekaugusega 5-6 km.

5.3 Täitematerjalid

Ehitusobjekti maksumuse arvutamiseks peab esitama hinnapäringuid täitematerjalidele soovitatavalt paljudest erinevatest karjääridest. Täitematerjalide karjääride valik tehakse kalkulatsioonide põhjal vastavalt veomaale ja materjalihinnale. Tutvutud peab olema ka materjalide omadustega karjääris kohapeal, et saaks kindel olla materjalide sobivuse osas projektis kasutamisel. Materjalide nõuded, kogused ja veomaad on toodud alljärgnevas tabelis:

Tabel 5.3.1 Materjalide koondtabel

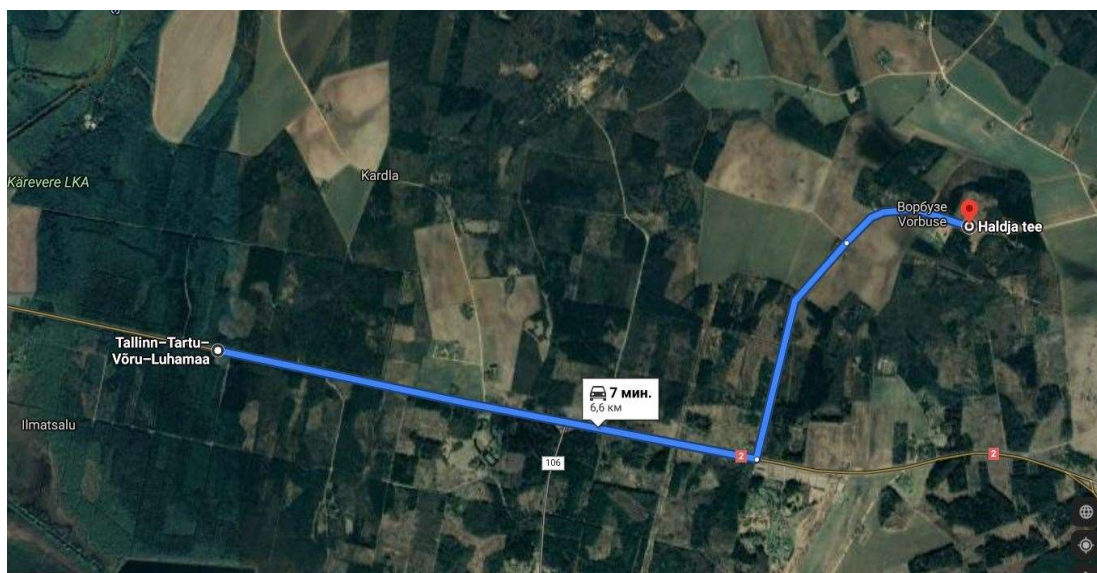
Materjal	Kogus, m ³	Karjäär	Veomaa, km
Täitematerjal (k=0m/ööp)	176 890	Siimusti liivakarjäär/ Vorbuse liivakarjäär	47/ 7
Peenliiv drenkihi alla töökihti, Cu2...3, min filtr. 0,2 m/24h	91 316	Eesti killustik OÜ, Aardlapalu liivakarjäär	20
Keskliiv, Cu> 3, min filtr. 1,0 ja 2,0 m/24h	46 946	Reola liivakarjäär	31
Lubjakivikillustik fr. 32/64 kiilutud fr. 8/16, LA	26 315/1 625	Kaltsiit AS, Otissaare lubjakivikillustiku karjäär	53
Lubjakivikillustik 0/32 „Tee ehitamise kvaliteedi nõuded“ Lisa 10 pos 6	1 830	Kaltsiit AS, Otissaare lubjakivikillustiku karjäär	53
Teised lubjakivikillustiku fraktsioonid (vajadusel)	-	Kaltsiit AS, Otissaare lubjakivikillustiku karjäär	53

Selleks, et veenduda valitud karjääride materjalide väljastamise võimekuses, toon tabeli kujul karjääride teenindava masinapargi koos kommentaaridega ja arvutustega.

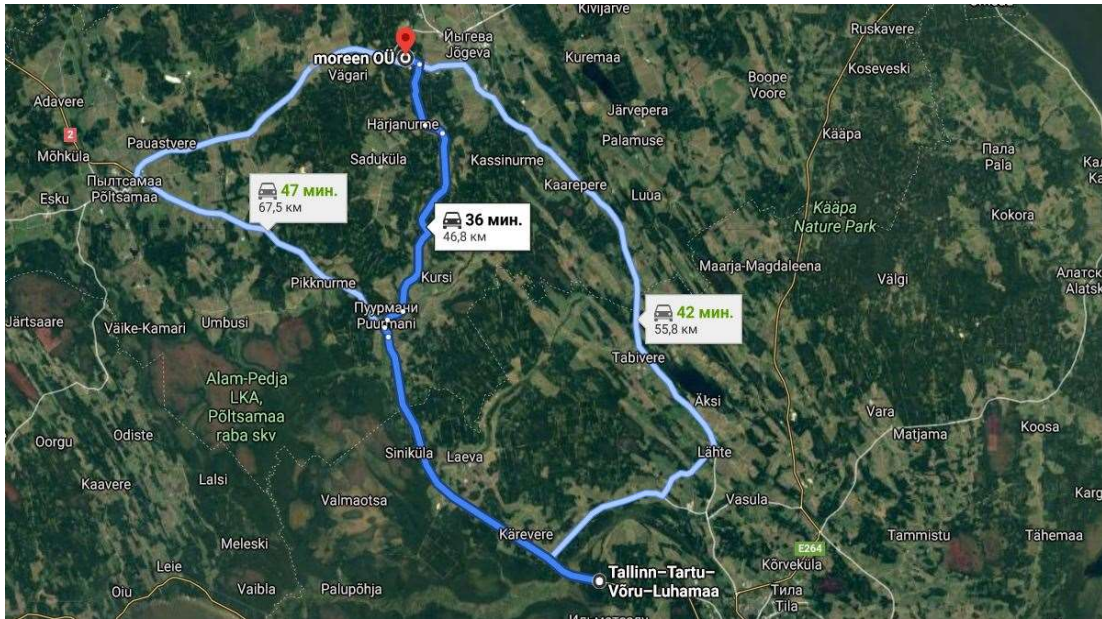
Tabel 5.3.2 Karjääride võimekus

	Vorbuse karjäär	Siimusti karjäär	Aardlapalu karjäär	Reola karjäär	
Veomaa, km	7	47	20	31	
Materjali maht, t/päev	4500	1000-1500	4500	2400	Filipp Lopatkin: Laadimise aeg on liiga lühike, peab arvestama vähemalt 2 eraldi laadimise kohaga ja laaduriga
Reiside arv päevas, tk	161	45	161	86	
Auto keskm kiirus, km/h	60	85	80	80	
Ühe reisi aeg, min	24	76	40	56	
Ühe auto tootlikkus päevas, t	630,0	198,9	378,0	270,0	
Autode arv, tk	7 või 8	6 või 7	12 või 13	9 või 10	Filipp Lopatkin: Laadimise aeg on liiga lühike, peab arvestama vähemalt 2 eraldi laadimise kohaga ja laaduriga
1 auto laadimise aeg vastavalt tellitud materjali kogusele, min	3,4	12	3,4	6,3	
Karjääride masinapark	Vorbuse karjäär	Siimusti karjäär	Aardlapalu karjäär	Reola karjäär	
Sõel	0	1	2	2	
Frontaal laadur (laadimine), tk	2	1	2	1	Filipp Lopatkin: Siimusti karjäär julgustab Vorbuse ja Aardlapalu karjäärde võimekust. Kasutatakse ainult vajadusel. Majanduslikult ebamõistlik.
Roomikekskavaator (ettevalmistus), tk	2	1	2	1	
Buldooser (ettevalmistus), tk	1	1	1	1	
Höövel + kallurid + kopplaadur (teede korrashoid), kompl tk	1	1	1	1	Filipp Lopatkin: Aardlapalu ja Reola karjäärdes tuleb liiva nõutud terakoostise tagamiseks kasutada sõelad. Materjali varud peavad alati olema piisavad, et tagada vajalikku tootlikkuse.
Arvutus:					
Päeva pikkus = 9x60min = 540min					
Ühe auto koorma maht = 28tonni					
Reiside arv päevas, tk = materjali maht päevas / ühe auto koorma maht					
Ühe reisi aeg = veomaa x 2 x 60min / auto keskm kiirus					
Ühe auto tootlikkus päevas = päeva pikkus / ühe reisi aeg x ühe auto koorma maht					
Autode arv = materjali maht päevas / ühe auto tootlikkus päevas (ümardan suuremaks)					
1 auto laadimise aeg vastavalt tellitud materjali kogusele = materjali maht päevas / reiside arv päevas					

Täitematerjal (k=0m/ööp) tarnitakse objektile Vorbuse karjäärist. Veomaaks on 7 km. ning vajaliku tootlikkuse saavutamiseks kasutatakse (vajadusel) ka Siimusti karjääri. Veomaaks on 47 km.

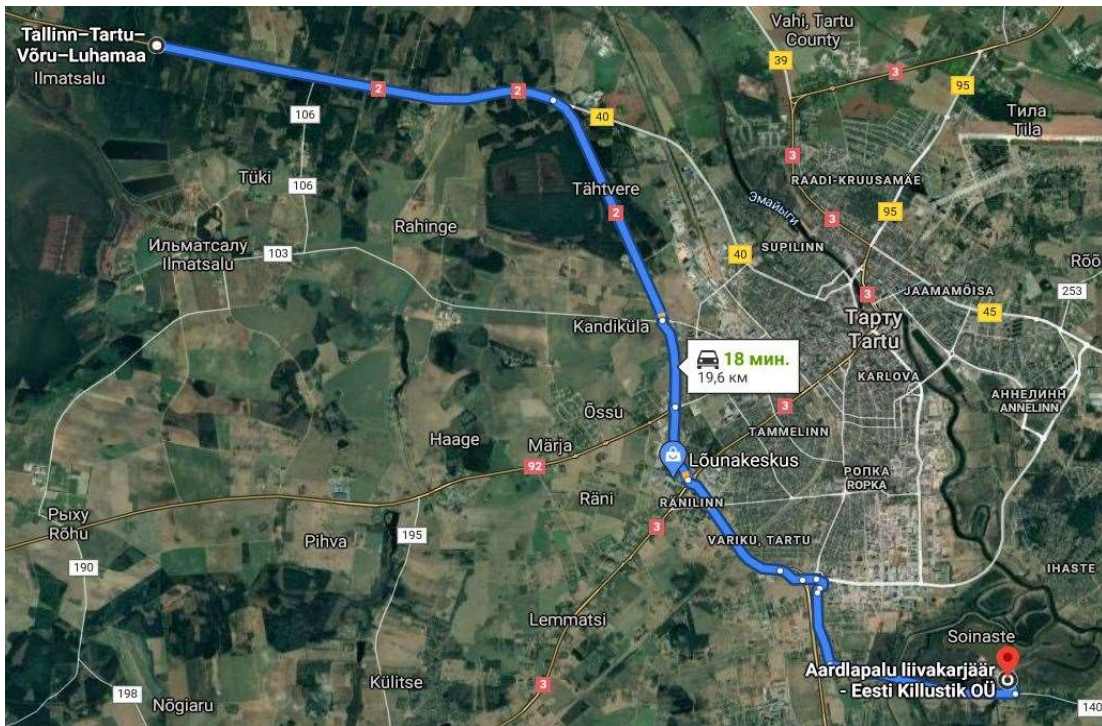


Joonis 5.3.1 Vorbuse karjääri asukoht



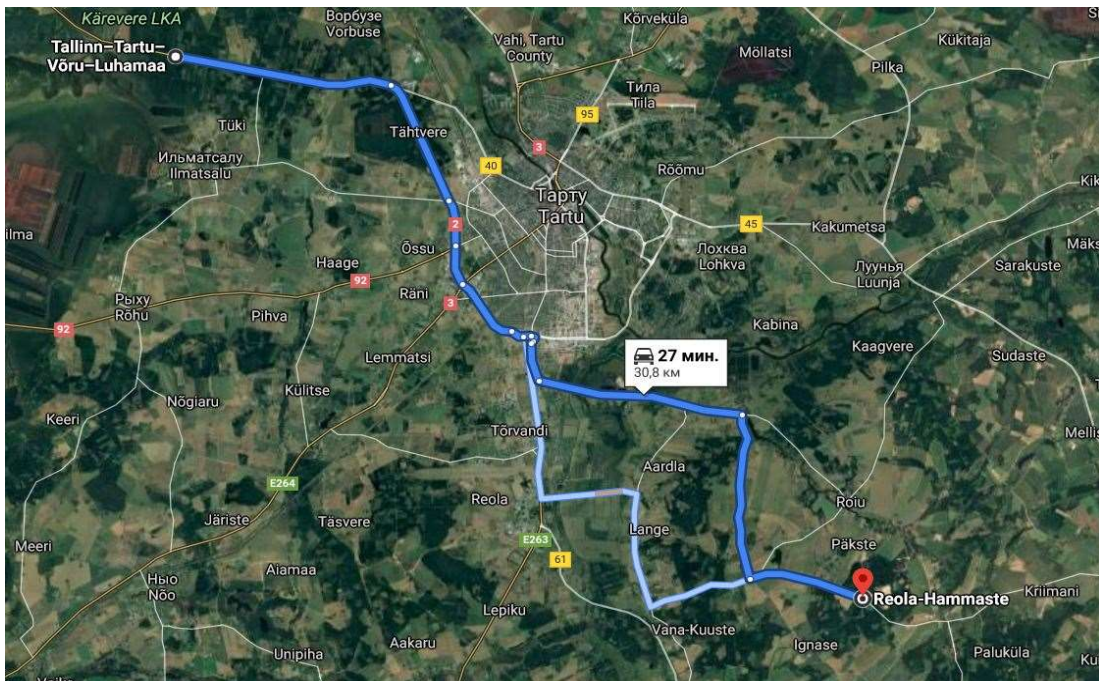
Joonis 5.3.2 Siimusti karjääri asukoht

Peenliiv tarnitakse objektile Aardlapalu liivakarjäärist. Veomaaks on 20 km.



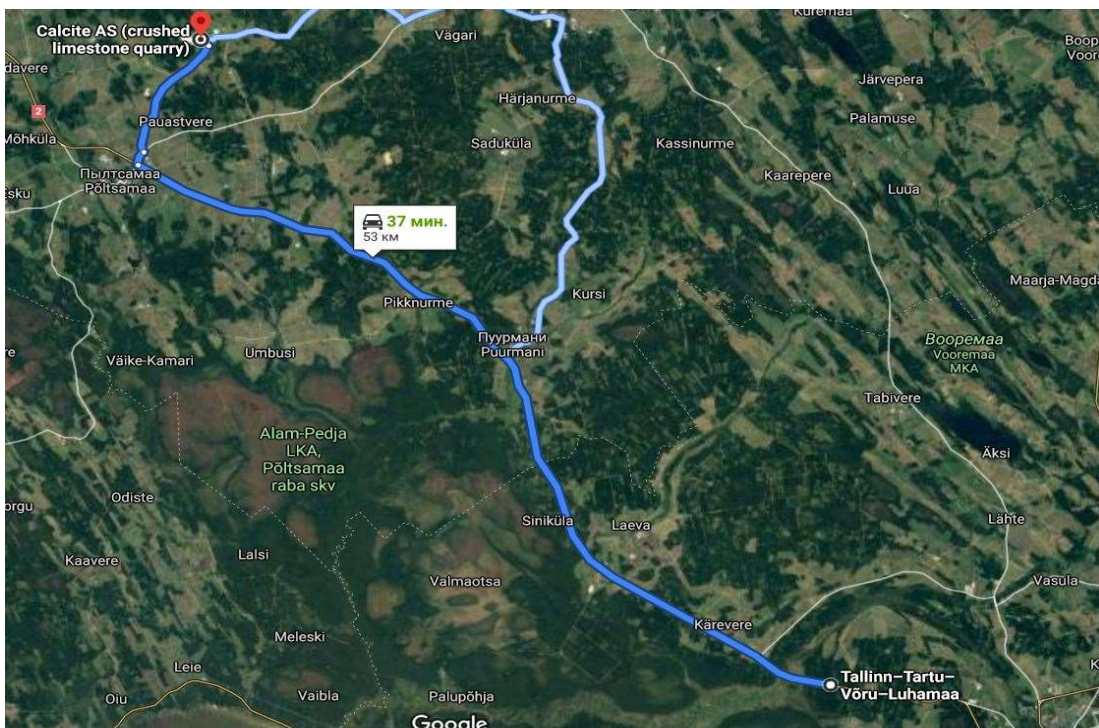
Joonis 5.3.3 Aardlapalu karjääri asukoht

Keskliiv ehk drenkihimaterjal tarnitakse objektile Reola karjäärist. Veomaaks on 31 km.



Joonis 5.3.4 Reola karjääri asukoht

Lubjakivikillustik (kõik fraktsioonid) tarnitakse objektile Otissaare karjäärist.



Joonis 5.3.5 Otissaare karjääri asukoht

Suuremahulise projekti puhul on äärmiselt tähtis hankida puistematerjal õigel ajal ning vajalikus koguses. Enne tööde algust tuleb projektmeeskonnal hinnata meterjali tarnega

kaasnevaid riske ning välja pakkuda riskide maandamiseks vastavaid meetmeid. Riskide analüüs on toodud alljärgnevas tabelis:

Tabel 5.3.3 Riskide analüüs

Probleemi iseloom	Lahendus
Materjali bilanss: ostetud/toodud objektile	Waybilleri tarkvara kasutus; kaalumaja paigaldus objektile; visuaalne kontroll
Materjali puudulikkus	Tarnegraafiku koostamine ning edastamine müüjale
Materjali puudulikkus	Pidev ülevaade materjalide varudest ning materjalide tootmine lattu
Karjäärde transpordisüsteem	Ringrada olemasolu vajalikku tootlikkuse saavutamiseks; Karjääri teede pidev hooldus
Materjali laadimine	Vajalikku tootlikkuse saavutamiseks leppida kokku eraldi laadimise
Materjali kvaliteet	Laboratoorsed uuringud ja visuaalne kontroll
Ülekaal	Saatelehtede kontroll; rahaline karistus nõuete pideva rikkumise puhul

6 TÖÖDE KIRJELDUSED

6.1 Ettevalmistustööd

Enne tööde algust peab olema looduses välja märgitud piketaaž, mis peab säilima kuni ehitusperioodi lõpuni. Piketaaž on mõistlik märkida projekteeritud tee kõrvale nii, et see ei segaks objektil teostatavaid töid. Piketaaži postide vigastamisel tuleb need koheselt parandada või asendada uutega. Piketaaž jagab ehitusobjekti 25 m sammuga lõikudeks, mille abil on võimalik objektil asukohaliselt orienteeruda. Geodeetiliste tööde hulka kuulub ka ajutiste reeperite paigaldus, mille abil kontrollitakse objektil kasutatavate GPS süsteemide täpsust. Igale reeperile määratakse täpne PK asukoht ja kaugus tee teljest. Puud koos võsaga raadatakse, samuti puhastatakse tee maa-ala koos sellega külgnevate aladega sellises ulatuses ja mahus, mis on märgitud asendiplaanil puude ning võsa aruandes. Projektis määratud raadamis- ning puude võra piiramise mahud tuleb enne ehituse algust üle täpsustada, kuna vahepeal võib olla võsa kõrghaljastuseks kasvanud.

Lisaks eelpoolmainitule, tuleb metsa raadamiseks teemaal esitada Keskkonnaametile asjakohane metsateatis. Raiejäätmed hakitakse, kännud freesitakse ja maa-ala planeeritakse ümbritseva maapinna kõrguseni. Raadamistööde planeerimisel tuleb lähtuda Keskkonnaameti poolt väljastatud eritigimustest.

Olemasolevad liikluskorraldusvahendid (liiklusmärgid, viidad koos postide ja vundamentidega, tähispostid, piirded) demonteeritakse omanikujärelevalvega (Tellijaga) kooskõlastatud järjekorras. Taaspaigaldamisele mittekuuluvad liikluskorraldusvahendid antakse üle nende omanikule tema laoplatstil ning vormistatakse üleandmise-vastuvõtu akt. Taaspaigaldatavad liiklusmärgid ja liiklusvälised teabevahendid jäävad kuni nende taaspaigalduseni hoiule Töövõtja laoplatstile. Demonteerimine ja transport peab olema läbi viidud viisil, mis ei kahjusta olemasolevaid liikluskorraldusvahendeid.

Truupide demonteerimist teostatakse paralleelselt uute truupide paigaldustöödega. Vanad betoontruubid tuleb lammutada ning utiliseerida.

Samuti on vaja demonteerida vanad bussipeatused. Bussipeatuste lammutamisel tuleb Töövõtjal arvestada ajutiste bussipeatuste rajamisega. Töövõtja peab tagama, et bussipeatusi kasutavad bussid ei takistaks liiklust põhimaantee põhisõiduradadel. Selleks ehitab Töövõtja vajadusel ajutised bussitaskud. Ajutiste bussipeatuste rajamise peab heaks kiitma järelevalve Insener ning Transpordiameti esindaja.

Ettevalmistuse faasi jäävad ka katte freesimise ning metallvõrgu demonteerimise tööd. Enne freesimist tuleb leida ning kooskõlastada järelevalve Inseneriga ja Transpordiametiga materjali ladustamise koht. Ladustusplatsil peab olema välistatud freesmaterjali segunemine teiste materjalidega ning tagatud peab olema vete äravool. Taaskasutatava freesmaterjali terasuurus peab olema 0-31,5 mm. Vajadusel peab

Töövõtja kasutama meetmeid – sõeluma, kasutama vastavat purustusseadet jms. Freesimise mahu arutamiseks, mõõdetakse peale freesimist maa-ala üle ning võrreldakse topograafilise teostusmöödistusega.

Lõputöö autoril puudub varasem kogemus metallvõrgu demonteerimise osas. Pakutud tehnoloogia näeb ette teekatte freesimist kuni metallvõrgu tasapinnani. Võrgu demonteerimine käib roomikekskavaatori abil, mille kulp on varustatud kihvadega. Juhul kui pakutud tehnoloogiaga ei õnnestu metallvõrku demonteerida, tuleb peale profiilfreesimist ülejääv asfaldi kiht koos võrguga roksonil lõhkuda ning saadud materjal utiliseerida.

6.2 Mullatööd

Enne mullatööde algust peavad olema tehtud kõik vajalikud eeltööd. Tööd tuleb läbi viia võimalikult kuivades oludes. Tööde käigus peab Töövõtja kindlustama vete äravoolu muldelt ja tee maa-alalt, kaevates ajutisi kraave ja rajades vajadusel ajutisi truupe. Üheski ehituse faasis ei tohi lubada vee püsimummist kaevendites ning aluspinnase ja mulde üleniiskumist. Juhul kui mulde materjal on sademete tõttu niiskunud, ei tohi killustikaluse ehitusega alustada enne kui mulle on kuivanud. Kui ühes kaevendis on nii sobivat, kui ka sobimatut pinnast, tuleb need kaevandada eraldi, vältides pinnaste segunemist. Kooritud kasvupinnase põhi mulde laiendite all planeeritakse põikkaldega teest eemale. Põhimaantee mulde ja kraavide nõlvade kaldeks on 1:1.5 – tingituna Natura 2000 ala piirangutest. Mullatööde teostamisel peab olema pidev ülevaade kõikidest maa-alustest kommunikatsioonivõrkudest tööde piirkonnas.

6.2.1 Kasvupinnase eemaldamine

Kasvupinnas eemaldatakse kogupaksuses projekteeritud mulde laienduste ning mahasõitude, rampide ja ristmike mulde taldmike alt. Ramp 1 haljasala jääb olemasolevale põllule – seal eemaldatakse põllumuld hilisemaks kasutuseks haljastuses. Kõlblik kasvumuld ladustatakse tee maa-alal ja kasutatakse hiljem nõlvade ja kraavide kindlustuseks ning teemaa haljastusel. Kõlbmatu kasvupinnas eemaldatakse Natura 2000 alalt, seda võib kasutada rampide haljasalade täites juhul kui, seda aktsepteerib omanikujärelevalve. Mujal võib kõlbmatu kasvupinnase planeerida teemaale nii, et see ei põhjustaks takistust vee äravoolul kõrvalasuvatelt kinnistutelt ja tee maa-alalt kraavi. Kooritava mullakihi paksuseks on arvestatud keskmiselt 40 cm üle terve remondilõigu pinna. Lõiguti võib selle paksus erineda keskmisest. Tööd teostatakse 21 t

roomikekskavaatorite ning 8x4 veljevalemiga kalluritega. Antud projekti raames tuleb utiliseerida jämedalt 40 000 m³ kasvupinnast. Kasvupinnase mahtude määramine toimub teostusmöödistuse põhjal. Peale kasvupinnase koorimist mõõdetakse maa-ala üle ning saadud kõrguseid võrreldakse projektis oleva topograafilise teostusmöödistusega. Kahe joonise ruumiline vahe on kasvupinnase reaalne maht.

6.2.2 Turba kaevandamine

Geoloogiliste uuringute alusel on turba levialaks määratud üle 40 cm paksune kiht ca PK 1711+00...PK 1721+75, maksimaalseks turba paksuseks on seal mõõdetud 1,40 m, keskmiseks paksuseks on 0,92 m. Selles lõigus on ette nähtud turba kaevandamine tee laienduste alt. Õhemaid turbakihte on geoloogilistel uuringutel tuvastatud ka mujal:

- PK1705+49 (PA-28)...PK 1710+73 (PA-15T), keskmine paksus 0,4 m
- PK1724+00 (PA-60)...PK1742+57 (PA-44T), keskmine paksus 0,37 m

Neis piirkondades on turba mahud arvatud kasvumulla eemaldamise mahtudesse. Tööd teostatakse 21 t roomikekskavaatorite ning 8x4 veljevalemiga kalluritega. Antud projekti raames tuleb utiliseerida jämedalt 10 000 m³ turvast. Turba mahtude määramine toimub teostusmöödistuse põhjal. Peale turba koorimist mõõdetakse maa-ala üle ning saadud kõrguseid võrreldakse peale kasvupinnase koorimist saadud kaeviku kõrgusarvudega. Kahe joonise ruumiline vahe on turba eemaldamise reaalne maht.

6.2.3 Ehituseks sobiva täitepinnase kaevandamine ja muldkeha ehitamine

Sobiv pinnas, mis saadakse olemasoleva mulde ja aluste kaevamise käigus, veetakse kohe mahapanekukohta. Künapõhi planeeritakse peale sobimatu pinnase kaevet, et oleks tagatud künapõhja kalle ning ei tekiks uue mulde alla kohti, kust veel pole võimalik ära voolata. Künapõhi mõõdetakse üles ning mahu arvutamiseks võrreldakse mõõdetud tasapinna kõrguseid peale freesimist saadud tasapinna kõrgustega. Kokku on vaja kaevata 93 800 m³ sobivat pinnast. Tööd teostatakse 21 t roomikekskavaatorite ning 8x4 teljevalemiga kalluritega. Muldkeha materjalina võib allpool 1.5 m punast joont kasutada ka mittefiltreeruvat materjali, mis ei tohi aga sisaldada orgaanikat. Tee muldesse sobivat pinnast kasutatakse ära rampide, bermide ning ulukitunnelite piirkondade täites. Tee muldesse paigaldatud sobiva pinnase materjal planeeritakse projektis etteantud kalleteni ja tihendatakse vähemalt tihendustegurini 0,98. Ehituse

käigus peab tegema väljakaevatavale pinnasele laboratoorseid analüüse, et määrata pinnase omadused ja selle võimalik taaskasutus. Muldkeha ehituse maht kokku on 362 006 m³, millest kohalik pinnas on 93 800 m³, juurdeveetav pinnas (k=0m/ööp) on 176 890 m³ ning juurdeveetav pinnas (peenliiv Cu2...3, min filtr. 0,2 m/ööp) on 91 316 m³. Pinnase vastuvõtmine toimub 21 t roomikekskavaatori ja buldooseri abil. Juurdeveetav pinnas tuuakse objektile poolhaagistega ning kohalik pinnas 8x4 kalluritega. Materjal on võimalik vastu võtta ilma vaheladustamiseta. Kuna tegu on kolme erineva kuluartikliga, tuleb need tööd eraldi üle mõõta ning vormistada vastavad teostusjoonised.

Pinnaste mahtude paremaks visualiseerimiseks toon välja pinnaste bilansi tabeli koos märkustega.

Tabel 6.2.3.1 Pinnaste bilanss

PLANEERIMINE JA KAEVE				
Aukoht	Oleva mulde planeerimine kõrvale (kõrgel muldel), liiklus ajutisel teel	Olevasse muldesse astmete lõikamisel	Oleva tee katendi aluskihtide, oleva mulde ja aluspinnase kaevamine, sobiv	Ajutiste teede likvideerimine
	m3	m3	m3	m3
Põhitee koos laiendustega	16799	1500	65361	0
Tagasipöörde koht, sh oleva tee likvideerimine	0	0	2343	0
Rambid 1 ja 2 (bermide ja haljasaladega)	0	0	300	0
Ajutised ümbersõiduteed	0	0	0	24296
	16799	1500	68004	24296
Sobiva pinnase maht KOKKU	93800			

TÄIDEND				
Asukoht	Sobiv pinnas peenliivast töökihi alla täitesse	Sobiv pinnas astmete täiteks (töökihi alla täitesse)	Karjäärast juurdeveetav peenliiv töökihi alla täitesse	Karjäärast juurdeveetav peenliiv drenikihi alla
	m3	m3	m3	m3
Põhitee koos laiendustega	68004	1500	122094	85787
Tagasipöörde koht, sh oleva tee likvideerimine	0	0	933	1442
Rambid 1 ja 2 (bermide ja haljasaladega)	24296	0	23911	4087
Ajutised ümbersõiduteed	0	0	29952	0
	92300	1500	176890	91316
Täite maht KOKKU	362006			

Filipp Lopatkin:
Põhitee parema nidi sobiv pinnas kasutatakse põhitee muldkeha ehitusel PK 1705+00-1711+00 ja PK 1732+00-1737+00

Filipp Lopatkin:
Ajutiste teede likvideerimisel saadud sobiv pinnas kasutatakse ramp 1 ja 2 bermide ja haljasalade täiteks

Filipp Lopatkin:
Kõik ajutised teed ehitatakse juurdeveetavast pinnasest

6.3 Katend

6.3.1 Dreenikihi ehitus

Muldkeha ehitusele järgneb katendi ehitus. Dreenikiht on põhiteel $h_{min}=35$ cm ja kõrvalteedel paksusega $h_{min}=20$ cm. Dreenikihimaterjali filtratsioonimoodul peab olema

vastavalt materjalide normidele vähemalt 1 m/ööp või 2 m/ööp. Seega on oluline objektile tarnitava materjali pisteline kontroll, et vältida olukordi kus saabuva materjali kvaliteet on ebapiisav. Dreenkihis kasutatavad liivad tuleb eelnevalt kooskõlastada järelevalve Inseneriga. Proovid võetakse iga 1000 m³ paigaldatud materjali kohta ja viiakse laborisse. Põhitee drenkihi all olev muldkeha on eelnevalt ehitatud peenliivast, mis ei võimalda drenkihi paigaldust ilma vaheladustamiseta. Dreenkiht tarnitakse objektile poolhaagistega ning koondatakse ajutisele ladustamiskohale. Ekskavaatori abil laetakse materjal järelhaagisega traktorile ning viiakse mahapaneku kohta. Saabuv materjal planeeritakse buldooseri õigele kõrgusele. Vajadusel kasutatakse tihendamisel kastmist, et saada optimaalne niiskusesisaldus. Valmishitatud kihil mõõdetakse kandevõimet, tihedust, kaldeid, laiuseid ja kõrguseid. Alles siis kui kihi parameetrid vastavad projektis toodud nõuetele, saab järgmist kihti ehitama hakata.

6.3.2 Lubjakivi killustikalus

Dreenkihi ehitusele järgneb killustikualuse $h_{\min}=20$ cm rajamine. Tööd teostatakse täies mahus või piisava tööfrondi olemasolul. Materjal tarnitakse Otissaare lubjakivikillustiku karjäärist. Projekteeritud killustiku põhifraktsioon on 32/64 mm ning kiilumiseks on valitud fr. 8/16 mm, kulunormiga 25 kg/m². Materjali purunesmikindlus peab vastama nõuele $LA \leq 30$ [1]. Alus ehitatakse buldooseri ja profileeritakse greideriga vastavalt projektis toodud parameetritele. Materjal tuuakse objektile poolhaagistega ning paigaldatakse otse drenkihile ilma vaheladustamiseta. Materjali proovivõtused on iga 10 000 tonni tagant. Kõrgust, laiust ja kaldeid kontrollitakse iga 25 m tagant ning kihi elastsusmoodulit iga 100 m tagant. Kui kihi parameetrid ning materjali omadused vastavad projektis toodud nõuetele, saab alustada asfalteerimistöodega.

6.3.3 Asfalteerimine

Enne ehitustöödega alustamist esitatakse järelevalve Insenerile kooskõlastamiseks vastavalt projektile koostatud asfaldisegu retsept. Erisuguste asfaldikihtide paigaldamisel on kasutusel erinevaid asfaltsegu: AC 32 base, MUK 32, AC 20 bin, SMA 16, AC 16 surf, AC 8 surf, PA 8 jne. Asfalteerimistöid juhendav töödejuht vastutab kogu asfalteerimistöde läbiviimise ja dokumenteerimise eest. Asfalt paigaldatakse killustikalusele või mõnele muule kattekonstruktsioonikihile asfaldilaoturiga ja tihendatakse asfaldirullidega, mis võivad olla kas vibro- või staatilised. Asfaltsegu transporditakse ehitusobjektile kallurveokite- või poolhaagistega. Asfalteerimistöodele eelnevalt puhastatakse ja krunditakse katte alla minev aluspind bituumenemulsiooniga

BE, misjärel märgib geodeet maha tee telje. Asfalteerimistöde käigus kontrollitakse paigaldatava kihi nõuetele vastavust – eelkõige kihi paksust, temperatuuri ning piki- ja põikikallet. Katte tasasuse tagamiseks tuleb laotamiskiiruseks valida ühtlane ja väike liikumiskiirus. Tekkivad töö- või päevavuugid töödeldakse kuumutusseadme või vuugiliimiga. Asfalteerimistöde käigus võetakse jooksvalt seguproove, tahkest kattest hiljem ka suurkehad ja viiakse need laborisse katsetamistele. Asfalteerimistöid ei tohi teostada miinuskraadidega ega ka pidevavihmasaju korral. Asfaldikihtide üleandmine toimub kaetud tööde akti dokumendiga, mille lisa on geodeedi koostatud teostusjoonis. Asfalteerimistöde teostamisel tuleb juhendada asfaldist katendikihtide ehitamise juhiseid.

6.3.4 Tugipeenrad

Peale viimase asfaldikihi paigaldust tuleb hiljemalt 20 päeva jooksul välja ehitada tugipeenrad. Materjal tarnitakse Otissaare lubjakivi killustiku karjäärast. Sõiduteede tugipeenrad tuleb kindlustada paekivi killustikust seguga fr 0/16 või 0/32 (kuni h = 9 cm võib kasutada fr 0/16 ja üle h=9 cm peab kasutama fr 0/32). Segude peenosiste sisaldus peab olema vahemikus 8-15% ning killustik peab vastama nõuetele LA 35 ning C90/3. Lõppviimistlus teostatakse sõelmetega [1]. Peenarde laotamine ja tihendamine käib peenralaoturi abil ilma vahelaota. Laoturile järgneb vibrorull, mis paigaldatud kihi tihendab ning rullile järgneb harjamasin, mis pühib ära asfaltkattele sattunud killustikukivid.

6.4 Drenaaž ja truubid

Suurulukite tunnelite kõrge muldega pealesõitutele on kavandatud vee ärajuhtimine äärekividest rentsliitega, sademevete kaevudega ning kanalisatsioonisüsteemiga. Kanalisatsioonitoru paigalduse maht on 1587 m, restkaevude ning vaatluskaevude maht kokku on 80 tk. Tunnelite kõrge mulde pealesõitutele sattunud sademevesi juhitakse teeservadesse paigaldatud restkaevudesse ning kraavidesse, kust sademevesi on juhitud Suurde-Emajõkke või Ilmatsalu jõkke.

Sademevee kanalisatsioonisüsteem SK on ette nähtud polüpropüleen plasttorudest Ø200 mm. Kõikide isevoolsete torustike rajamiseks kasutatavate torude rõngasjäikuse klass peab olema vähemalt SN8. Sademeveekanalisatsiooni välisvõrkude torustiku kontrollkaevudena kasutatakse teleskoopilise kõrgendusega standardseid plastkaevusid läbimõõduga Ø560 (teleskoop De500). Restkaevudena kasutatakse teleskoopilise

kõrgendusega standardseid plastkaevusid läbimõõduga Ø560 (teleskoop De500) settepesaga 0,8 m. Kaevud ehitatakse välja sellistena, kus kaevuluuki oleks võimalik paigaldada projektsete kõrguste ja kalletega. Kaevude põhi on tasapinnaline, et oleks tagatud maksimaalne toetus aluspinnasele. Kõik ühendustorude liited kaevudesse peavad olema tehtud tehases keevisühendustega, kohapeal tehtavad ühendused tõusutorusse ei ole aktsepteeritavad. Kaevud paigaldatakse vertikaalselt. Maksimaalne lubatud kõrvalekalle 1 m ulatuses on 10 mm. Kaevudes ei tohi olla pinnaseveelekkeid. Paigaldusjärgset torustikku tuleb kontrollida kaameravaatlusega. Torustiku deformatsioon ei tohi ületada 8% [1].

Sademeveekanaliseerimisüsteemi paigaldatakse paralleelselt muldkeha katendi ehitustöödega. Puistematerjali valikul tuleb lähtuda samadest nõuetest, mis on esitatud muldkeha ja katendi materjalidele. Tagasitõõndel tuleb pidevalt kontrollida materjali nõuetekohast tihendamist ning vajadusel kasutada vett.

Truubid ehitatakse järgides Transpordiameti tüüpjooniseid, kusjuures truupide otsi kaldesse ei lõigata. Uued truubid ehitatakse 30 cm paksusele mineraalmaterjalist (killustik) fr. 4-64 mm alusele, mis on paigaldatud tugevdava geosünteedi NGS sisse. Särgituskihiks on ca 5-10 cm paksune liivakiht. Truupide kivimaterjalist alus tihendatakse vähemalt keskmise tihendustegurini 0,94, *Loadman* või *Inspector* seadmega mõõtes minimaalselt 95 MPa. Truupide tagasitõõnde teostatakse kihti kaupa, et saavutada nõuetekohast tihendust ning vältida hilisemat vajumist. Puistematerjali valikul tuleb lähtuda samadest nõuetest, mis on esitatud muldkeha ja katendi materjalidele. Truupide paigaldusel tuleb arvestada ka päiste kindlustustöödega. Projektis on arvestatud truupide päiste kindlustamisega munakivilaotisega geosünteedil NGS 2. Kividevahelised vuugid täidetakse märgsegubetoniga B15.

6.5 Tehnovõrgud

Tehnovõrkude osas näeb käesolev projekt ette elektri- ja sidetrasside ümberehitustöid. Tööd teostatakse alltöövõtukorras.

Kui elektri ja sidetööde alltöövõtja on teada, sõlmitakse kolmepoolne leping Elektrilevi/Telia, Transpordiameti ning Töövõtja vahel. Lepingu alusel väljastatakse tehnilised tingimused, milles täpsustatakse elektri-sidevõrgu liinirajatiste ümberpaigaldamiseks täpsem tehniline lahendus. Tehniliste tingimuste alusel koostatakse tööprojektid.

Elektritööde põhiline eesmärk on olemasoleva õhuliini asendamine 10 kV maakaabliga 2849 m ulatuses. Kohati on ettenähtud olemasoleva maakaabli allalaskmine ja

kaitsmine. Enne tööde algust tuleb Elektrilevi poolt taotleda liinirajatise kaitsevööndis tegutsemisluba. Elektri kaablid paigaldada kogu pikkuses min. 1,0 m sügavusele. Sõltumata kaablikaitsese klassist tuleb kaabelliin alati tähistada kaablite/torude ülapiinast 0.3 m kõrgemale kollase hoiatuslindiga.

Lepingu objekti uue katte alla jäävates lõikudes täidetakse kaevis mulde materjaliga drenkihi aluspinnani. Lõikudel, mis ei jää lepingu objekti uue katte alla, taastatakse kaevis vähemalt endises olukorras külgneva maapinna kõrguseni. Teostatud tööd mõõdetakse üle ning saadud andmete põhjal vormistatakse tehtud tööde akt.

Siderajatiste osas on tegemist olemasoleva kaabli asendamise, nihutamise ja kaitsmisega. Töö sisaldab kaabli asendamist 1886 m ulatuses, nihutamist 43 m ulatuses ning 18 m kaabli kaitsmist.

Analoogselt eletritöödele, tuleb enne tööde algust taotleda liinirajatise kaitsevööndis tegutsemisluba. Kaevis täitmisel arvestada pinnase hilisemat vajumist. Tee maa-alal teostada kaevis tihendamine 15...20cm kihtide kaupa. Peale kaevetööde lõppu taastada haljastus ja teekatted alal, mis ei ole projektiga kaetud. Torud ja maakaablid paigaldada tee kinnistu ja haritava põllumaa piires vähemalt 1.0 m sügavusele, mujal üldjuhul min 0.7 m sügavusele. Torud ja maakaablid tuleb pinnases tähistada ca 20...30cm kõrgusel torust/kaablist hoiatuslindiga. Torude otsad pinnases sulgeda hermeetiliselt ja sidetrasside puhul tähistada pallmarkeriga. Teostatud tööd mõõdetakse üles ning saadud andmete põhjal vormistatakse tehtud tööde akt.

6.6 Müratõkkeseinad

Enne ehitustööde algust tuleb Töövõtjal koostada tööprojekt müratõkkeseina rajamiseks. Transpordiametiga kooskõlastatakse eelnevalt vundamendi tüüp, postide materjal ja paneelide disain. Ehitatud müratõkkeseinte tarindi eeldatav eluiga peab olema mitte vähem kui 30 aastat ning akustilisel elemendil, millel on nõutav CE-märgis peab eluiga olema vähemalt 15 aastat.

Kavandamisel peaks lähtuma etteantud kõrguste ja pikkustega, mis on määratud mürauuringu käigus. Projektis tuleb täpsustada lahendus vee ärajuhtimiseks müratõkkeseina eest. Lisaks arvestatakse paneelide (läbipaistev ja läbipaistmatu) asukohtade ja mahtudega. Servapiire H1W4 rajatakse eesmärgiga eraldada müratõkkeseina ja sõiduteed omavahel ning müratõkke ja pörkpiirde esiserva vahe võib olla minimaalselt 1,5 m [1]. Müratõkkeseina põhilised näitajad on toodud tabelis 6.6.1.

Tabel 6.6.1 Müratõkkeseinte parameetrid

Asukoht	Ala kat	Pikkus, m	Kõrgus, m	Märkused
Silla, PK 1703+63-1744+88	II	125	3	Heliisolatsiooni kategooria B3. Helineelde kategooria maanteepoolsel küljel A3
Metsatäre ja Toome, PK 1741+89...1742+93	II	110	3	Heliisolatsiooni kategooria B3. Helineelde kategooria maanteepoolsel küljel A3
Saariku, PK 1739+17-1740+09	II	97	3	Heliisolatsiooni kategooria B3. Helineelde kategooria maanteepoolsel küljel A3

Samuti rajatakse projekti alusel 1,15 m kõrgused betoonist müratõkkepiirded H3W1-C, mis paiknevad 112 m pikkuselt enne ja pärast ulukitunnelid. Antud betoonpiirded paigaldatakse katte serva, kusjuures piirde taldmik jääb katendi kulumiskihi pinnast 12 cm madalamale ning toetub tsemendi-liiva seguga tasandatud killustikalusele ligikaudse paksusega 2 cm. Tootja poolt tagatud paigaldusjuhendi kohaselt ehitatakse müratõkke piirde taha betoonist valmistatud tugi, mille mõõtmed leiab mainitud juhendist [1].

6.7 Ulukitara

Ehitatav Kärevere – Kardla lõik piiratakse alates Kärevere sillast (ca PK 1700+50) kuni Kardla teeristini (ca 1741+25-ni) kogu ulatuses ulukiaedadega. Need rajatakse orienteeruvalt mulde taldmiku joonele või kraavi välisserva, vajadusel 1-2 m sellest eemale. Taratagustele aladele peab jääma vaba metsa- ja võsaruumi vähemalt 1,0 m ulatuses. Erandiks on Natura 2000 looduskaitseala, kus on metsa piirides raietegevus keelatud.

Ulukiaiana võetakse kasutusele punutud võrgust võrkaed, mille kõrgus on maapinnast mõõdetuna 2,4 m. Võrgu alumine osa (kuni 1,5 m maapinnast) on kavandatud tihedamalt (150*50 mm), et piirata väiksemate metsloomade, roomajate ja kahepaiksete teesattumist.

Võrgu ülejäänud osa on jagatud kaheks 0,45 m pikkuseks osaks, kus tihedus on vastavalt 150*100 mm ja 150*150 mm. Aed kaevatakse sõiduteest eemale 45 kraadise nurga all ning püstitatakse maasse ligikaudu 40 cm ulatuses. Tara paigaldamise käigus tuleb kontrollida, et aia alumisse serva ei jääks avasid, mis võivad kujuneda ohuks ümbruskonnas pesitsevatele ulukiliikidele, näiteks metsseale.

Kohtades, kus esineb ulukitara katkestus, rajatakse leevenduseks tagasihüppekohad, mis koosnevad kahest rambist kõrgusega 1,2 m. Kahe tagasihüppe rambi vahele paigaldatakse maapinnaga samas tasapinnas olev 5-meetrine ava, mis suunab metsloomad rambilt metsa poole ning aitab sõidualalt ära pääseda. Loomarestid

paigaldatakse kogu trassi ulatuses mahasõidu kohtadele, kus ulukitara puudub. Paralleelselt mahasõidu telgedega rajatakse loomaresti äärtesse ulukitara, et ära hoida loomade sattumist kohta, kus tara katkeb. See levinud lahendus takistab loomi, sest metsloomad pelgavad 0,5 m sügavasse resti astumist. Tänu sellele ei ole tarvis paigaldada autode läbipääsuks väravat. Vastavalt keskkonnaklassile C5, kaetakse kõik terasdetailid kaitsevõrvi või kuumtsingitakse [1].

6.8 Liikluskorraldusvahendid

Peale viimase asfaldikihi laotamist tuleb koheselt alustada liikluskorraldusvahendite paigaldusega. Tööde hulka kuulub ca 11 782 m piirde paigaldamine, teekatte markeerimine termovaluplastikuga, liikluskäikide ja tähispostide paigaldamine ning VMS infotabloo ja teekaamera paigaldus. VMS süsteemide rajamiseks on vaja kõigepealt koostada tööprojekt, mille eesmärk on kiudoptilise sidevõrgu rajamine, mis ühendaks nii projekteeritavat VMS infotablood ja teekaamerat kui ka perspektiivseid VMS märke, mis tuleb ette näha mikrotorude baasil.

Enne tööde algust tuleb kooskõlastada kõik materjalid järelevalve Inseneriga. Vastavalt hankelepingu projekti punktile 3.3.5 [2], tuleb teostada katte markeering ning keskpäärde paigaldus 30 päeva jooksul peale ülemise asfaldikihi paigaldamist.

6.9 Maastikukujundus

Maastikukujundustöödest kõige suurema osa moodustab kasvumulla paigaldus keskmise kihipaksusega 6 cm. Peale maa-alade planeerimist saab paigaldama hakata kasvupinnast. Seda tööd saab teha vaid kuivade ilmadega, kuna vihmajärg korral läheb kasvumuld tükki, mistõttu muutub see raskesti töödeldavaks – seda on raske maha laotada ja kannatab ka visuaalne pool. Soovitavalt võiksid need tööd toimuda suvekuudel. Laugemate nõlvade puhul võib kasvumulla paigaldamisel kasutada buldooseri, järsemate nõlvade puhul kas ekskavaatorit või kasvumullalaoturit. Kohe peale kasvumulla paigaldamist külvatakse sinna muruseeme, mis rehitsetakse kasvukihti sisse ja seejärel rullitakse. Kasvumulla paigaldustöödel tuleb jälgida, et lõpptulemus jääks visuaalselt nauditav – eelkõige tasane. Jälgima peab ka teepeenarde välisservade kõrguslikku kokkuminemist kasvumulla kihiga. Järelevalve Insener vaatab tehtud töö üle ja annab oma heakskiidu.

7 KOKKUVÕTE

Lõputöö eesmärgiks on töökorraldusprojekti koostamine „Põhimaantee 2 Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa km 170,0-174,4 asuva Kärevere-Kardla lõigu“ rekonstrueerimise kohta. Projekti lähteandmete analüüsimisel ning kalendergraafiku koostamisel selgus, et tegemist on üsna suure täitemahuga ning on äärmiselt tähtis enne tööde algust väljatöötada erinevate pinnaste liigutamise täpne skeem. Vastasel juhul, ei pruugi Töövõtja eelarves püsida ning objekti valmis ehitada lepingus sätestatud täitmisaja lõpuks.

Eritingimustes määratud vahetähtajade kinnipidamiseks, tuleb tagada rajatiste tööfrondi olemasolu hiljemalt 11.06.2021. Kui seda ei tehta, võib rajatiste valmimise kuupäev langeda 2022 aastale, millega võib kaasneda tellijapoolne rahanõude. Rajatiste tööde realiseerimiseks tuleb Töövõtjal rajada ajutisi teid. Ajutise liikluskorraldusprojekti koostamisel on oluline põhjalikult läbimõelda planeeritavate ajutiste teede asukohad, nende parameetrid ning vajadus. Optimaalne lahendus toob Töövõtjale nii ajalise kuid ka majandusliku puhvri.

Projektiga seotud dokumentatsiooni hoidmise ning info operatiivse edastamise ning töötelemise eesmärgil on mõistlik kasutada erinevaid kaasaegseid tarkvaralisi lahendusi. Masinapargi valikul arvestada 3D süsteemide olemasoluga, et oleks tagatud tööde teostamise vajalik tootlikkuse tase.

Antud töökorralduse projekt ei pruugi kokku langeda Töövõtja reaalse ehitusplaaniga, kuid võimaldab ehitustöid lõpetada 1 kuu enne lepingulist tähtaega.

8 SUMMARY

The purpose of this thesis was to create a construction management project for "Main road 2 Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa km 170,0-174,4 Kärevere-Kardla section". By analyzing the projects source original data and making an agenda chart timetable it was concluded that it has a rather large capacity and thus it is utterly important to come up with the exact right day by day timetable for the soil material moving scheme before the project work is begun. Otherwise the Contractor might not stay within the budget and the building of the reconstruction project might not be finished by the end of the major deadline that has been stipulated in the contract. In the contract it has been stipulated that also the minor due dates must be accomplished, finished and met e.g. the reconstruction and fortification work no further than at the latest by 11.06. 2021. If this term is not met, the reconstruction and building work of the fortification might fall on the year 2022 and this will probably cause a monetary penalty from the Booker.

In order to build and reconstruct the fortification the Contractor must build temporary provisional roads. When organizing the provisional flow of traffic project it is crucial to think through in depth the planning and the location of the temporary roads, their dimensions and their necessity. The optimal solution will bring to the Contractor a safeguard in each of the factors – the monetary aspect, and time factor.

For the keeping, maintaining, imparting and processing the operative project documentation it would be advisable to use different modern software solutions and programs. When considering and picking out the road construction equipment it must be kept in mind there should also be 3D systems present, in order to guarantee the reconstruction to be achieved in a certain time period with the necessary productivity summit.

The present construction management project might not coincide with the Contractor's realistic building scheme, but it will allow the reconstruction work to be finished one month before the actual contract deadline.

9 KASUTATUD KIRJANDUS

1. Töner Projekt OÜ poolt koostatud „Põhimaantee 2 Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa km 170,0-174,4 asuvat Kärevere-Kardla lõigu“ rekonstrueerimise põhiprojekt. Töö nr. 3/2017 (<https://pilv.mkm.ee/s/gEe2SJ1MpfHDmdo>)
2. „Põhimaantee 2 Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa km 170,0-174,4 asuvat Kärevere-Kardla lõigu“ hanke dokumendid (<https://riigihanked.riik.ee/rhr-web/#/procurement/2583552/documents?group=B>)
3. Allikas – www.waybiller.com
4. Allikas – www.bauwise.com
5. Allikas – www.bauhub.ee
6. Allikas – <https://tulitec.com>

10 LISAD

1. Mehhanismide tootlikkuste arvutus
2. Kalendergraafik
3. Ajutine liiklukorraldus
4. Eelarve