



TALLINNA  
TEHNIKAKÕRGGKOO

Kevin Poom

# RAUDTEETARISTU EHITAMISE TÖÖKORRALDUSE PROJEKT

LÕPUTÖÖ

Tallinn 2024



**Kevin Poom**

# **RAUDTEETARISTU EHITAMISE TÖÖKORRALDUSE PROJEKT**

LÕPUTÖÖ

Ehitusinstituut

Teedehitus

Juhendaja: Indrek Trei, *MSc*

Tallinn 2024

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina, Kevin Poom

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

„Raudteetaristu ehitamise töökorralduse projekt“

- 1) reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada ja teha üldsusele kättesaadavaks Tallinna Tehnikakõrgkooli digiarhiivi DSpace kaudu;
- 2) reprodutseerimiseks pärast piirangu lõppu juhul, kui instituudi direktori korraldusega on kehtestatud lõputöö avaldamisele tähtajaline piirang.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi.

### **Autorideklaratsioon**

Mina, Kevin Poom

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

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

*(allkirjastatud digitaalselt)*

Juhendaja

Indrek Trei

Töö vastab lõputööle esitatavatele nõuetele.

*(allkirjastatud digitaalselt)*

Lõputöö on kaitsmisele lubatud instituudi direktori korraldusega.

*(allkirjastatud digitaalselt)*

*(kuupäevad digiallkirjades)*

# SISUKORD

LÜHENDID .....	6
SISSEJUHATUS .....	7
1 TEHNILINE SELETUSKIRI .....	8
1.1 Geoloogilised uuringud.....	9
1.2 Pinna- ja põhjavesi.....	9
1.3 Arheoloogilised uuringud .....	10
1.4 Rohevõrgustik ja loomastik .....	10
1.4.1 Mõju loomastikule .....	11
1.4.2 Mõju taimestikule .....	12
1.5 Projektlahendus .....	12
1.5.1 Raudtee konstruktsiooni vahekihid .....	14
1.5.2 Projektsed mahud raudtee muldkeha ehitamisel .....	15
1.5.3 Põhitrassi vertikaalne telgjoon .....	15
1.6 Tööohutus.....	15
2 E HITUSTEHNOL OOGIATE KIRJELDUS .....	17
2.1 Teekonstruktsioonide ehitamine, lammutamine ning demonteerimine .....	17
2.1.1 Teekonstruktsiooni muldkeha .....	17
2.1.2 Aluse ehitamine .....	17
2.1.3 Teede ehitusmaterjalide omadused .....	18
2.1.4 Mõõtmine .....	18
2.1.5 Liikluskorraldus- ja ohutusvahendid .....	18
2.2 Veoteed ja juurdepääsuteed .....	18
2.3 Raudtee muldkeha ehitamine.....	19
2.3.1 Ehitusnõuded .....	19
2.3.2 Ehitusmaterjalide omadused .....	20
2.3.3 Geosünteedid .....	21
2.4 Truupide paigaldus .....	22
2.4.1 Truupide paigaldamise tehnoloogia .....	22
2.4.2 Tagasitäidete nõuded .....	23
3 TÖÖDE TEOSTAMINE .....	24
3.1 Ettevalmistustööd .....	24
3.1.1 Objekti kontor ja laoplat s.....	25
3.1.2 Märkimistööd .....	26
3.1.3 Raadamine ja juurimine.....	26
3.1.4 GNSS/GPS baasjaam ja BIM tehnoloogia .....	27
3.2 Materjalide ladustamine .....	27

3.3	Mullatööd .....	29
3.3.1	Piirkonna puhastamine .....	29
3.3.2	Kasvupinnase kaevandamine.....	29
3.3.3	Kohaliku ja sobimatu pinnase kaevandamine.....	30
3.3.4	Tööde teostamise skeem .....	31
3.3.5	Muldkeha ehitamine .....	33
3.3.6	Geokomposiidi paigaldus.....	36
3.3.7	Kasvupinnase taashaljastus.....	36
3.4	Tööde teostamine alltöövõtu käigus.....	37
3.5	Muud tööd.....	37
3.6	Tööde kontroll ja vastuvõtmine .....	38
	KOKKUVÕTE .....	39
	SUMMARY.....	40
	LISAD .....	43
	Lisa 1. Loomade põgenemisrambi pikilõige .....	44
	Lisa 2. Tööde teostamise kalendergraafik .....	45

## LÜHENDID

RB	- Rail Baltica
KSH	- keskkonnamõju strateegiline hindamine
RMK	- Riigimetsa Majandamise Keskus
KOV	- kohalik omavalitsus
CaCl	- kaltsium kloriid
PK	- pikett
Kf	- filtratsioonimoodul
Tm_105	- täitematerjal, ühtlaseteraline keskliiv
KTA	- kaetud tööde akt
TTA	- teostatud tööde akt
Fr	- fraktsioon
AVCP	- ehitustoodete jõudluse ja vastavuse hindamine
LA	- Los Angeles'e purunemiskindluse katse
CBR	- California Bearing Ratio (tugevuse hindamine)
MB F	- kahjuliku peenfraktsiooni sisaldus
F <sub>4</sub>	- külmumiskindluse tase
GPS	- Global Positioning System
GNSS	- Global Navigation Satellite System
BIM	- Building Information Modeling

## SISSEJUHATUS

Selle lõputöö koostamisel on lähtunud riigihanke registris olevast nr 273441 hankepakkumisest, mille eesmärgiks on Rail Baltica Harjumaa põhitrassi raudteetaristu IV etapi ehitustööd lõigul Saku – Harjumaa piiril kogupikkusega 10,5 km.

Põhiprojekt on koostatud Hispaania projekteerimisettevõtte Idom Consulting Engineering Architecture poolt, kelle esindusisikuteks ning omanikujärelevalve teostamiseks on esindatud neli volitatud raudteeinseneri, tase 8 pädevusega.

Rail Baltica ehitus hõlmab endast lisaks põhitrassi mullatöödele ka rajatiste, juurdepääsuteede, kohalike peatuste ehitamist. Võttes arvesse hankedokumentides ja projektdokumentatsioonides kajastatud mahte, sellest lähtuvalt on selle lõputöö tööde korralduse peatükis kajastatud ainult põhitrassi mullatöid ning sellega kaasnevaid ehitustöid.

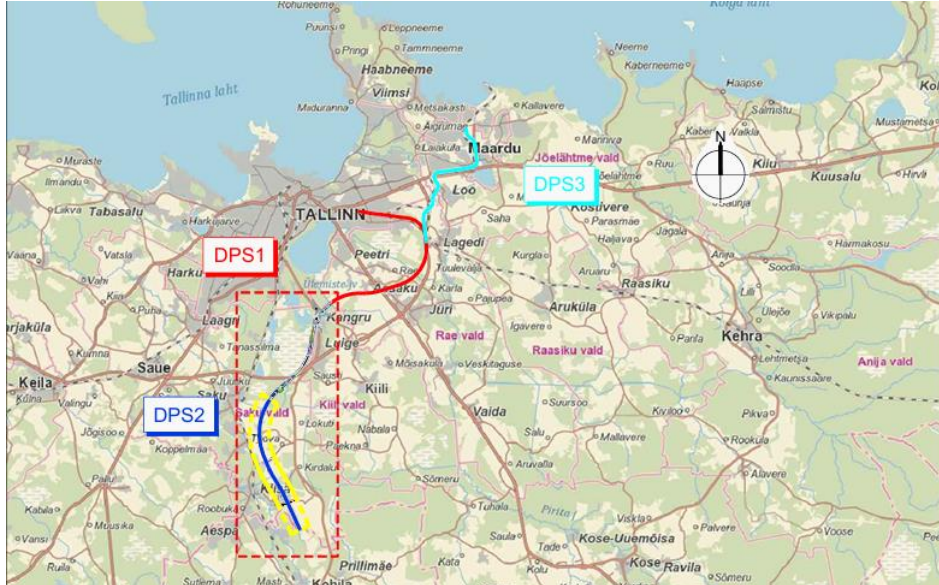
Lõputöö kirjutamisel on lähtunud riigihanke alusdokumentides olevatest hanke- ja projektdokumentidest, edastamaks ning analüüsimaks vajalikke projektlahendusi ning töödele ja ehitusmaterjalidele esitatavaid nõudeid.

Lõputöö eesmärgiks on koostada töökorralduse projekt, mille esimeses osas on kirjeldatud olemasolevat olukorda, asjakohaseid ja vajalikke dokumentatsioone ning projektlahendusi. Teises osas on kirjeldatud ehitustööde tehnoloogiaid ning nõudeid ehitustegevustele ja ehitusmaterjalidele. Kolmandas peatükis on tuginetud varasematele peatükkidele ning on koostatud mullatööde ehitamiseks tööde teostamise plaan vajalike mehhanismide ning tootlikustega, projektsete mahtudega, tööde kirjeldustega ning ajakulu leidmise ja kajastamisega kalendergraafiku kujul. Selle tulemusena on objekti ehitustööde alustamisel võimalus lõputöös kajastatud kirjeldusi ning tööde teostamise plaani kasutada ning efektiivselt ellu rakendada.

Tööde teostamiseks on ettenähtud Tellija ehk Rail Baltic Estonia OÜ poolt 48 kuud, millest kulub ligikaudu 29 kuud lõputöös kajastatud tööde teostamiseks.

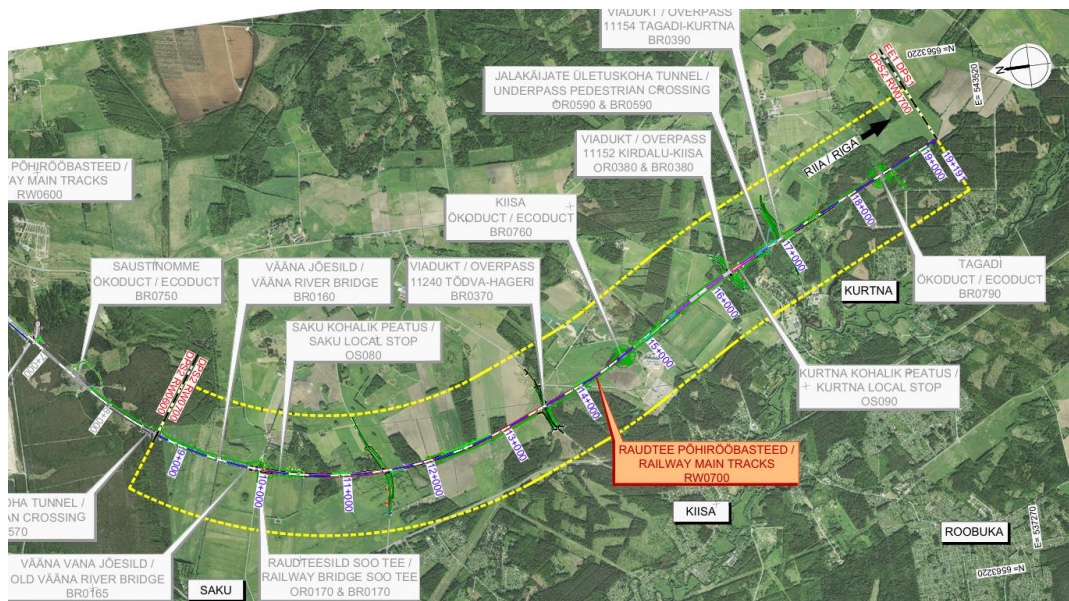
# 1 TEHNILINE SELETUSKIRI

Raudtee IV etapi põhitrassi ehitamise projekteeritud tööõik tsoonis DPS2 (Joonis 1) asub Saku – Harjumaa piiril (PK 8 + 650 – PK 19 + 191).



Joonis 1. Põhitrassi asendiplaan kaardil [1]

Kavandatud raudteetrass (Joonis 2) on projekteeritud peamiselt metsa- kui põllumaadele. Objekti algus (PK 8 + 650) on planeeritud kuni Kurtna ja Tagadini enamasti põllumaadele, edaspidi kuni objekti lõpuni (PK 19 + 191) läbib trassikoridor metsamaad. Üksikud eramajapidamised jäävad trassi koridori, kuid enamasti jäävad suuremad elupiirkonnad koridorist välja. [2]



Joonis 2. Projekteeritud tööde teostamise ehitustsoon [1]

Enne raudteetrassi ehitamise algust on käimas või parasjagu lõppemas järgnevate rajatiste ehitus, millega peab töövõtja arvestama ning vajadusel objektide töövõtjatega koostööd tegema [3]:

- Kirdalu – Kiisa ja Tagadi – Kurtna viaduktid;
- Tagadi ökodukt;
- Kajamaa viadukt;
- Saku – Tõdva ja Tõdva – Hageri viaduktid.

## **1.1 Geoloogilised uuringud**

“GL-10” nimetustega pinnaseuuringud on teostatud ettevõtte ReaalProjekt poolt aastatel 2016 – 2017. Uuritav lõik asus Rapla maakonnas Kohila ja Rapla vallas ning Harju maakonnas Saku vallas ja teostatud uuringute kogupikkuseks oli 24,3 km. [2]

Geotehnilise uuringu eesmärgiks oli välja selgitada planeeritud trassi telgjoone geoloogilised tingimused. Uuring hõlmas puuraukude teostamist, proovide võtmist ning eelnimetatud katsekehade analüüsimist. Väiksema tihedusega pinnase korral teostati kompressioon-löökläbistamist. Uuringupunktid paiknesid planeeritud rajatiste juures iga samba all või selle vahetus läheduses ning raudteel paiknesid uuringupunktid iga 100 m intervalliga. Kokku teostati 30 puurauku ning 34 löökläbistamise katset. [2]

Uuritud lõik asub Harju lademel, millele on iseloomulik üldise langusega reljeef lõuna suunas ning kus on reljeef kohati künklik. Maapinna kõrgus uuringute kohaselt varieerus merepinnast vahemikus 36,60 kuni 54,40 m. Lubjakivi moodustab aluspõhja ning pinnakiht koosneb peamiselt moreenist ja liivast, kohati turbast. Tuginedes geoloogilistele andmetele on pinnakihi paksus GL-10 lõigus küllaltki väike, täpsemalt 1 - 10 m, kohati alla 1 m. [2]

## **1.2 Pinna- ja põhjavesi**

Välitööde ajal (mai - detsember 2016) oli pinnasevee sügavus 0,2 - 2,00 m maapinnast, mille tulemusena on teostatud uuringute piirkonnas enamasti kõrge pinnasevee tase. [2]

Objekti lõikes esineb kohati niiskeid ning vettinud alasi viljapõldude keskel kui ka metsas. Väana jõe ning kanali ristumine trassi telgjoonega toob esile mõningaid üleujutusi. [2]

Trassi lähipiirkonda jäävad üksikmajapidamiste salvkaevud ja madalad puurkaevud. Tööde teostamisel tuleb pöörata tähelepanu joogiveekaevude veetasemele ja nende veekvaliteedi säilitamisele. Ühisveevärgi puurkaevud avavad üldjuhul sügaval asuvaid aluspõhja veekihte ning sellest tulenevalt raudteetrassi ehitus neile mõju ei avalda. [4]

### **1.3 Arheoloogilised uuringud**

Rail Baltic (edaspidi Tellija) koostas KSH raames kultuuriväärtuste uuringu, mille raames viidi läbi arheoloogilised uuringud ning mille tulemustega arvestati trassi koridori väljatöötamisel. Uuringus on käsitletud [4]:

- kultuurimälestisi;
- muinsuskaitseameti poolt muudesse registritesse (lisaks kultuurimälestiste riiklikule registrile) koondatud objekte (XX sajandi arhitektuur, maaehituspärand, matmispaigad);
- väärtuslikke maastike;
- kohalike omavalitsuste poolt kaitse alla võetud alasi ja objekte;
- kalmistuid;
- pärandkultuuriobjekte.

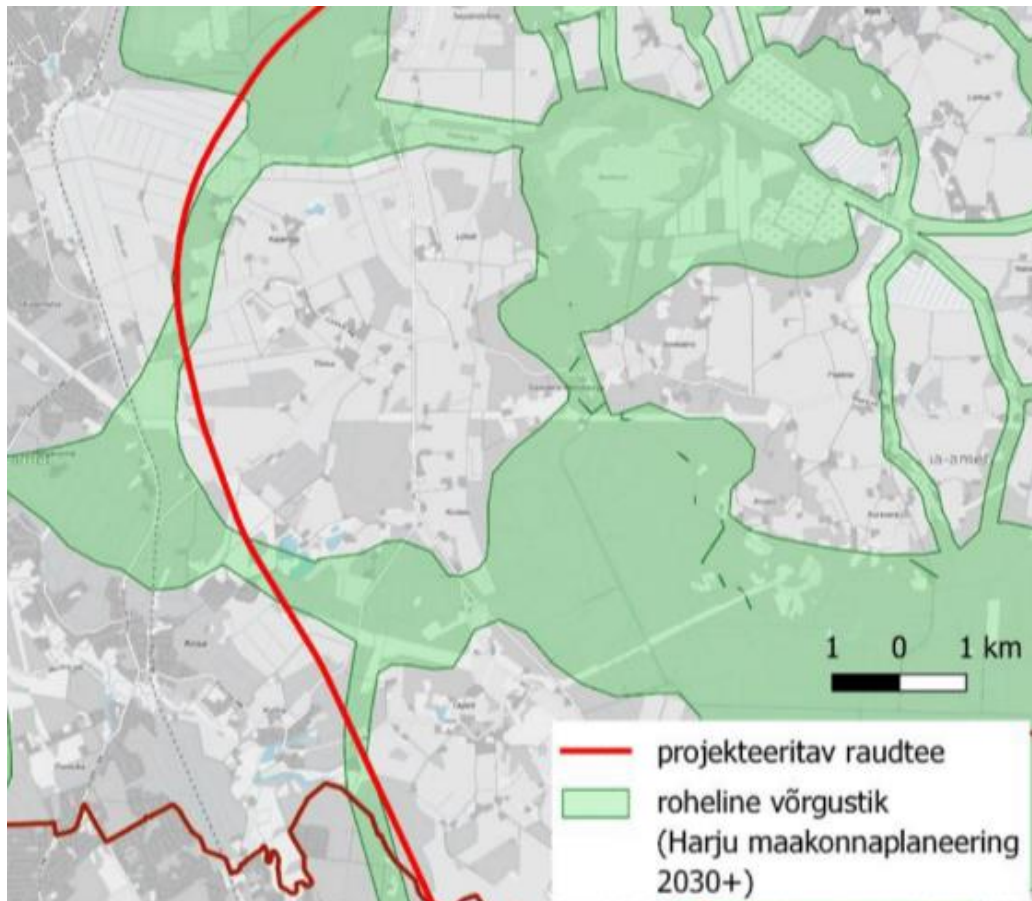
Uuringud teostati eesmärgiga kaardistamiseks kohad, kus on vajalik läbi viia maastikuinspeksioon selgitamiseks arheoloogiliste väljakaevamiste vajadust. [4]

Trassi koridoris ei paikne riikliku kaitse all olevaid kultuurimälestusi, kuid arheoloogiliste uuringute kohaselt jääb Kurtna külas trassi koridori ohvrikivi, lisaks jääb trassi lähistele arhitektuuripärandi objekt, milleks on Tõdva Vennastekoguduse palveala (nr 1753) ja Saku Vallamaja Kajamaa külas (nr 2146). [4]

### **1.4 Rohevõrgustik ja loomastik**

RB raudtee läbib erinevaid looduslikke maastikke, sh erinevate liikide elupaiku. Lisaks raudtee enda ja selle lähialal toimivate otseste (elupaikade kadu, kahanemine jms) ja kaudsete (müra, häirimine jm) mõjude hindamisele on oluline osa ka loomastiku elupaikade sidususe ja liikumisvõimaluste tagamine. Roheline võrgustik ehk rohetaristu kujutab endast omavahel seotud roheline ruumi võrgustikku, mis säilitab looduslike ökosüsteemide väärtused ja funktsioonid, tagab bioloogilise mitmekesisuse, kestva arengu ning seob sellega inimtegevuse. [4]

Harjumaa lõunaossa projekteeritud raudtee läbib osaliselt rohevõrgu ala Saku vallas (Joonis 3). Tähelepanu tuleb pöörata elupaikade sidususe säilimisele nii mõlemale poole raudteed jäävate elupaikade puhul. [4]



Joonis 3. Projekteeritud raudtee paiknemine roheline võrgustiku suhtes [4]

#### 1.4.1 Mõju loomastikule

Mõju loomastikule avaldub läbi elupaikade kadumise, killustumise, häiringute ja võimaliku otsese suremuse. Otsest mõju avaldavad nii ehitustegevus, raudteetaristu, aga ka rongiliiklus ning raudtee ja selle taristu hooldus. Häiringute puhul on olulised ka nt müra, vibratsioon, valgusreostus, veerežiimi muutused. Ehitusaegne mõju loomade suremusele käsitleval trassilõigul on lühiajaline ja ebaoluline, kui välditakse raadamist loomade sigimisperioodil ja lindude pesitsusperioodil. [5]

Trassi ja sellega seotud rajatiste alla jäävad elupaigad kaovad püsivalt. Samas tekib raudteekoridori uusi lindudele sobivaid elupaiku (metsaaladel tekib raudtee serva kahe ökosüsteemi vaheline siirdeala, mis on eelistatud elupaigaks mitmetele putuktoiduliste lindudele. Raudteekoridor loob mitmetele liigrühmadele (roomajad, putukad) uusi elupaiku ja mõju on seega osaliselt positiivne. Väana jõe sild (Joonis 2) sobib mõõtnemelt läbipääsuks suurulukitest metskitsesele, metsseale ja ilvesele, seega on põhiprojekti lahendus loomastiku jaoks soodsam. [5]

Loomade läbipääsuks on projekteeritud 14 veetruupi koos külgakallastega või kuiva metsloomade tunnelit ja 16 loomade ülekäigukohta. Lisaks on kasutusele võetud

spetsiaalse piirde kasutamine, täpsemalt maa alla paigaldatud piire (vähemalt 50 cm), et loomad ei saaks piirde alt läbi kaevata ja rööbasteele minna, kõrgendatud aiad piirkondades, kus leidub põtru, suunavad seinad kahepaiksete elupaikade piirkondades ja põgenemisrambid (Lisa 1). [5]

#### **1.4.2 Mõju taimestikule**

Teostatavate tööde ulatuse mõju taimestikule avaldub kõige tugevamalt läbi praeguse taimkatte kadumise raadataval raudteetrassil ning muude kaasnevate objektide (teenindusteed, risted, ökoduktid, uued ja ümbersuunavad teed) alal. Raadataval alal praegune taimkatte kas kaob täielikult (eemaldatakse rajatiste alt) või teiseneb pindadel (nö teenindusmaal), mida hoitakse avatuna. Poolloodusliku taimkattega alad moodustavad kõige suurema osa trassikoridori metsad. Looduslikke ehk põlismetsi raudteetrassile ega muude rajatiste alale ei jää. Veerežiimi ja tuulerežiimi muutus raudteekoridoriga ja muude rajatistega piirnevatel aladel mõjutab kaudselt taimestike mõju, seal kus ei toimu raadamist. [5]

Raudtee rajamisel (sh ehitusprojekti koostamisel) on eesmärgiks säilitada võimalikult suurel määral senine veerežiim raudtee ümbruskonnas. Olemasolevad kuivenduskraavid juhatakse truupidega raudteemuuldest läbi. Dreenivast materjalist ning külakraavidega ääristatud mulle ei tekita paisutusi mulde ees, kuid võib põhjustada vähest kuivendavat mõju muldega piirnevatel aladel. Niiskustingimused taimestiku jaoks praktiliselt ei muutu paraniisketel muldadel ja kuivendatud sooladel. [5]

### **1.5 Projektlahendus**

Projektis on määratletud ligikaudu 10,54 km Euroopa rööpmelaiusega (1435 mm) segaliiklusega rööbasteede ehitamine, mis on ühendatud elektrifitseeritud raudteeliiniga. [5]

Põhiprojekti pakett sisaldab kahe rajalise rööbastee liini laiusega 1435 mm ja maksimaalse kiirusega 249 km/h alates PK 8+650 (enne Saku peatust) kuni Rapla maakonna piirini PK 19+191. [5]

Põhitrassi raudteetaristu IV etapi ehitustööde hulka kuuluvad põhitrassi (RW0700) muldkeha (sh truupide paigaldus), piki- ja põiksuunalise dreanaži ehitus vahemikus PK 8+650 – PK 19+191, Kiisa ökodukt (BR0760), Uus-Vääna raudteesild (B0160), Vana-Vääna raudteesild (BR0165), Soo tee ja tunnel (OR0170-BR0170), Koosi kergliiklustunnel (BR0590) ning selle vahetus ümbruses olevad teed, müratõkkeseinad ning hooldus- ja juurdepääsuteede ehitustööd. [3]

Raudteetaristu IV etapi ehitustööd lõigul Saku – Harjumaa piir tööde hulka ei kuulu järgmiste objektide rajamine [3]:

- raudtee pealisehitus (rööpad, liiprid, ballast, pöörmed, keevisliited, puhvertõkked, rööbastee paigaldus);
- raudtee piirdeaedade ehitus;
- Saku-Tõdva viadukt (BR0360);
- Tõdva-Hageri viadukt (BR0370);
- Kirdalu-Kiisa viadukt (BR0380);
- Tagadi-Kurtna viadukt (BR0390);
- Tagadi ökodukt (BR0790);
- maaparandus;
- tehnovõrgud.

Lisaks eelnimetatud töödele ei kuulu ehitustööde hulka Saku kohaliku peatuse ehitamine v.a alljärgnevad tööd [3]:

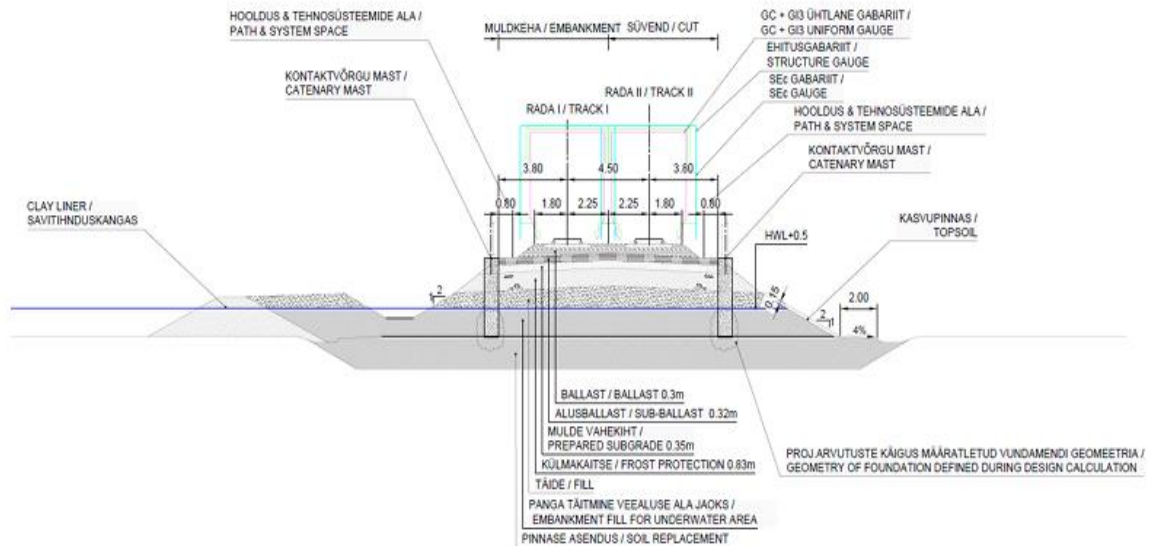
- altpääsu (sh liftisahtid, pääsud platvormidele) kandekonstruksiooni ehitus ja maalused hüdroisolatsioonitööd;
- ooteplatvormide kandekonstruksiooni ehitus;
- kaabliteede rajamine ja paigaldus altpääsu ja ooteplatvormide kandekonstruksioonides ja ooteplatvormi all;
- ooteplatvormide sademeveesüsteemi rajamine ja paigaldus;
- väliala mullatööd;
- peatuse juurdepääsutee OR17004 ehitus.

Samuti ei kuulu ehitustööde hulka Kurtna kohaliku peatuse ehitamine, v.a alljärgnevad tööd [3]:

- ülepääsu raudbetoon vundamentide ehitus kuni ooteplatvormi kandekonstruksiooni pealmise pinnani;
- ooteplatvormide kandekonstruksiooni ehitus;
- kaabliteede rajamine ja paigaldus ooteplatvormide kandekonstruksioonides ja ooteplatvormide all;
- ooteplatvormide sademeveesüsteemi rajamine ja paigaldus;
- väliala mullatööd;
- peatuse juurdepääsu tee OR38004.

### 1.5.1 Raudtee konstruktsiooni vahekihid

Järgnevalt on esitatud projekteeritud raudtee katendi kihtide (Joonis 4) mõõtmed [5].



Joonis 4. Raudtee ristlõige [5]

Mulde vahekiht [5]:

- 0,35 m paksus;
- 1,5H:1V külgakalded (H- horisontaalne, V- vertikaalne);
- 4% kalle kihi põhjas drenaaži võimaldamiseks.

Pakasekaitsekiht [5]:

- 0,83 m paksus;
- 1,5H:1V külgakalded;
- 4% kalle kihi põhjas drenaaži võimaldamiseks.

### 1.5.2 Projektсед mahud raudtee muldkeha ehitamisel

Järgnevas tabelis (Tabel 1) on esitatud täitematerjalide arvutuslikud mahud [5]:

Tabel 1. Täitematerjalide mahud [5]

Täitematerjal	KOKKU (m <sup>3</sup> )	Kaevandatud (m <sup>3</sup> )	Arvestatud (m <sup>3</sup> )
Mulde vahekiht	59 847,22	0,00	59 847,22
Pakasekaitse	156 105,96	0,00	156 105,96
Muldkeha täitematerjal	260 992,19	104 462,17	156 530,02
Üleujutusala täitematerjal	166 746,23	0,00	166 746,23

### 1.5.3 Põhitrassi vertikaalne telgjoon

Vertikaalse telgjoone osas on avatud liini maksimaalne kasutatav pikikalle 3,69‰ ning perroonidel ja kõrvalteedel kasutatakse vastavalt 0‰ ja 1,07‰. Tehnilises kirjelduses on toodud maksimaalne piirpikikalle 12,5‰ ja nominaalne piirpikikalle on 8‰ avatud liinil. Peatuste rööbasteedel on erandlik piirpikikalle 2,5‰, nominaalne ja maksimaalne piirpikikalle on vastavalt 0‰ ja 1,5‰. [5]

## 1.6 Tööohutus

Töövõtjal on oluline teostada objektil töid järgides ning lähtudes tööohutuse põhimõtetest. Tellija poolt läbi viidava ja määruse (EL) nr 402/2013 I lisa sätetatud ning sõltumatu hindamisasutuse kontrollitud riskijuhtimismenetluses on kohustus osaleda Töövõtjal, et tagada järgmiste punktide täitmine [6]:

- tõendada vastavust ohutusnõuetele;
- määrata kindlaks ohutusmeetmeid, mis on vajalikud selleks, et saavutada ja/või säilitada vastuvõetav riskitase;
- määrata kindlaks ohud, mis on seotud Töövõtja tööülesannetega, ning prognoosida ja hinnata nendega seotud riske.

Töövõtja poolt peab olema tagatud töötervishoiu ja tööohutuse koordinaator, kelle ülesanneteks on [3]:

- korraldama, koordineerima ja kontrollima tööohutusosalast tegevust ehitusplatsil. Selleks peab ka töötajatele, tööandjatele, teenuseosutajatele ja teistele asjassepuutuvatele isikutele tutvustama tööohutuse plaani, kontrollima selle järgimist ja töös muudatuste tekkimisel seda asjakohastama;

- jälgima, et kõik ehitusplatsil viibivad isikud oleksid varustatud ohule vastavate isikukaitsevahenditega, et ohualad oleksid märgistatud ning vajalikud ohutusabinõud kasutusele võetud;
- teostama vähemalt kord nädalas üldkontrolli ehitusplatsil;
- osalema projekti töökoosolekutel;
- peab tundma valdkonna seadusandlust, sealhulgas määrus nr 377 „Töötervishoiu ja tööohutuse nõuded ehituses“ ning töötervishoiu ja tööohutuse seadus, ning nendes sätestatud ohutusalaseid kohustusi ja vastutusi.

## **2 E HITUSTEHNOLOOGIATE KIRJELDUS**

Järgnevalt on kirjeldatud raudteetaristu ehitamise lõigul ja selle vahetus läheduses teostatavaid töid. Objekti suuremahulise tööde ulatuse tõttu ei ole lõputöös kirjeldatud rajatiste, tehnovõrkude – maaparandussüsteemide, maastikukujundustööde, drenaaži ja raudtee juhtimissüsteemi kanalisatsiooni ehitamise etappe, vaid on kirjeldatud ettevalmistustöid, raudteetaristu mullatööde teostamist, veoteede ja juurdepääsuteede hooldust ja remonti ja truupeide paigaldust.

Enne ja pärast raudteetaristu suuremahulist mullatööde teostamist on oluline tagada ning kindlustada olemasolevate teede seisukord ning uute juurde- ja hooldusteede säilimine ja ehitus.

### **2.1 Teekonstruktsioonide ehitamine, lammutamine ning demonteerimine**

Töövõtja peab teetööde teostamisel juhinduma Transpordiameti peadirektori 2019. a käskkirjaga kinnitatud „Teetööde tehnilisest kirjeldusest“. [7] Teekonstruktsioonide lammutamise või demonteerimise käigus tekkinud materjalid, mis osutuvad ebavajalikuks või ebakvaliteetseks, jäävad Töövõtja omandisse. Töövõtja omandisse ei kuulu liikluskorraldusvahendid (s.h liiklusmärgid ja postid, pörkepiire, tähispostid jms). Taaskasutatavad liikluskorraldusvahendid on võimalik anda üle piirkonnas tegutsevale teehooldajale. [8]

#### **2.1.1 Teekonstruktsiooni muldkeha**

Materjalid peavad vastama projektis [9] toodud omadustele. Kui valmis mulde kihist võetud proov ei vasta projektis esitatud nõuetele, tuleb kogu mulde kiht asendada kehtivuse piirides (vastava ja mittevastava proovi pool vahemaad). [8]

#### **2.1.2 Aluse ehitamine**

Aluste ehitamisel tuleb järgida ning lähtuda hanke väljakuulutamise hetkel kehtivast Killustikust katendikihtide ehitamise juhendist. Kui proovide tulemused ei ole kooskõlas eelnimetatud juhendiga, tuleb määrata mittevastava ala ulatus täiendavate proovide võtmisega. [8]

### **2.1.3 Teede ehitusmaterjalide omadused**

Teede ehitamisel kasutatakse järgmisi materjale [10]:

- täitematerjal ( $K_f$  parameeter puudub);
- täitematerjal ( $T_{m\_105} K_f > 0,5$ );
- kruus;
- kruusakillustik.

### **2.1.4 Mõõtmine**

Vajalikud mõõtmised tuleb teostada välja ehitatud ja nõutava tiheduseni tihendatud konstruktsioonikihi pealt. Mõõtmiste teostamisel on oluline Järelevalve kohal viibimine, et välistada hilisemate pretensioonide esinemine. Iga väljaehitatud konstruktsioonikihi pealt peab edastama kaetud tööde akti koos vajalike mõõdistuste ning geodeetilise teostusjoonisega. [8]

### **2.1.5 Liikluskorraldus- ja ohutusvahendid**

Töövõtja peab kooskõlastama liikluskorralduse Inseneri ja Tellijaga enne liikluskorraldusvahendite paigaldamist. Riigiteede liikluskorralduse juhises [11] on esitatud vajalikud tehnilised ja paigaldusnõuded. [8]

Teekatte märgistusel on oluline, et Töövõtja eemaldaks vajadusel olemasoleva markeeringu ning et oleks tagatud kokku viimine vana ja uue markeeringu vahel. [8]

Ohutuspiiretel ning nende elementidel peab olema tagatud minimaalne ohjeldustase ja maksimaalne töölaius projekti nõuetest lähtuvalt. [8]

## **2.2 Veoteed ja juurdepääsuteed**

Omanikujärelevalve, Tellija ja teede omanikega tuleb kooskõlastada materjalide vedu, täpsemalt massvedude marsruudid, mis hakkavad saama liigset koormust juurdepääsu teedel, lisaks tuleb vajadusel enda valikuid põhjendada. Suuresti on planeeritud kasutada vedudeks põhitrassi koridori, aga teatud lõikudel on vaja kasutada ka väiksemaid teid (KOV, RMK teed). [6]

Enne massvedude algust tuleb eelnevalt kaardistada (filmida ja pildistada) veoteede olemasolev olukord. Kui kaardistamisel esineb defektne, tuleb vajadusel need kirjalikult dokumenteerida. Veoteede kooskõlastamise käigus lepatakse kokku, kas ning millises ulatuses ja milliste tehnoloogiatega tugevdatakse enne massvedusi olemasolevaid teid. [6]

Oluline on hoida veoteed puhtad ning korrapäraseid kogu ehitusperioodi vältel, vajadusel tuleb teostada kruusateedel tolmutõrjet, vahetusläheduses paiknevatele majapidamistele tuleb 100 m enne ja pärast eluhoovi teostada tolmutõrje CaCl-I-ga. Tellijalt või omanikujärelevalvelt edastatud pretensioonide kohaselt tuleb Töövõtjal massveo tagajärjel tekkinud teekatte defektid likvideerida esimesel võimalusel. [6]

## **2.3 Raudtee muldkeha ehitamine**

Mullatööde hulka kuuluvad looduslike (pinnas, kaljupinnas) ning taaskasutatud materjalide kaevandamine, laadimine, transportimine (kaevandatud materjali või täitematerjali transport), planeerimine, paigaldamine, stabiliseerimine ja tihendamine, et saavutada sätestatud omadustega pinnase rajatised. [12]

### **2.3.1 Ehitusnõuded**

Ehitamisel on oluline pidada kinni tüüpilistest ehitusnõuetest, milleks on [12]:

- täite ülemistes osades tuleb kasutada paremate omaduste ja koormustaluvusega pinnaseid ning materjale, välja arvatud tingimusel, kui neid materjale on ette nähtud tugevdada mehaaniliste või keemiliste stabiliseerimismeetoditega;
- muldkeha ehitamine ja täitematerjalide paigaldamine peab toimuma horisontaalsete kihtidena;
- erinevate materjalide kasutamine ja tihendamine ühes kihis ei ole lubatud, välja arvatud juhul, kui Omanikujärelevalve ja/või Tellija esindaja on selleks loa andnud;
- muldkeha nõlvade rajamine toimub muldkeha ehitamisega samaaegselt. Kui nõlvad rajatakse hiljem, siis tehakse seda astmeliselt, kus astme laius on 1 m kuni 3 m ning kõrgus 0,3 m kuni 0,6 m;
- ühtegi kihti ei tohi laotada enne kui aluspind on Omanikujärelevalve ja/või Tellija esindaja poolt kontrollitud ja vastuvõetud (kõrgused, geomeetria ja tihedustegur). Defektide esinemised või tolerantsidest kõrvalekalded tuleb parandada. Pind tuleb vähemalt 150 mm sügavuseni kobestada, lisada või eemaldada vajalik materjal ning uuesti tihendada ja planeerida;
- tihendamine toimub pikisuunas, alustades välisservadest ning liikudes keskosa suunas nii, et iga tihendamise läbik kattuks vähemalt ühe kolmandiku ( $1/3$ ) tihendusmasina laiuselt;
- kohtades, kus väikese suuruse, nõlva kallete, teetööde, drenaaži või rajatiste läheduse tõttu, tavapärase tihendamise seadmete kasutamine ei ole võimalik, tuleb materjal tihendada sobivate vahenditega saavutades nõutav tihendustegur;
- muldkeha ehitustööde järelevalve ja inspekteerimine peab toimuma vastavalt standardi EN 1997-1 alapeatükile 12.7.

### 2.3.2 Ehitusmaterjalide omadused

Nõuded muldkeha täitematerjalis (Tabel 2) kasutatavatele materjalidele on järgmised [10]:

Tabel 2. Täitematerjalide nõuded muldkeha ehitamisel [10]

Omadus	Nõue
0,063 sõela läbiva materjalide protsent	Pole nõutav
Kihi pealispinna kandevõime	45 MPa peeneteralise pinnaste korral 60 MPa liivase või kruusase pinnase korral 80 MPa töödeldud pinnase korral
Külmakerkeohtlikkus	Võib olla külmakerkeohtlik

Niisketes piirkondades kasutatava muldkeha täitematerjali nõuded on samad, mis tavalise muldkeha täitematerjali korral (Tabel 2), koos järgmiste lisanõuetega [10]:

- sõmerad materjalid, mida ei mõjuta vesi, täitematerjali väljauhtumine ja pakane;
- maksimaalne täitematerjali suurus  $D \leq 630$  mm;
- 0,063 sõela läbiva materjalide osakaal kuni 15%.

Üleujutuspiirkondades kasutatava muldkeha täitematerjali nõuded ei erine eelnevatest (Tabel 2), koos järgmiste lisanõuetega [10]:

- sõmerad materjalid, mida ei mõjuta vesi, täitematerjali väljauhtumine ja pakane;
- maksimaalne täitematerjali suurus  $D \leq 630$  mm;
- peenfraktsiooni ( $<0,063$  mm) sisaldus peab olema  $\leq 5\%$ ;
- ei ole veetundlik – MB F väärtus peab olema  $\leq 10$  g/kg.

Pakasekaitsekihis kasutatavate materjalide nõuded on samad tavalise muldkeha täitematerjali puhul (Tabel 2), koos järgmiste lisanõuetega [10]:

- pakasekindlad sõmerad materjalid;
- maksimaalne täitematerjali suurus  $D \leq 630$  mm;
- 0,063 sõela läbiva materjalide osakaal kuni 15%.

Järgnevalt on esitatud mulde vahekihise kasutatavate materjalide nõuded (Tabel 3) [10]:

Tabel 3. Nõuded mulde vahekihile [10]

Omadus	Nõue
Segu määratlus Maksimaalne täitematerjali suurus D (a)	$D \leq 63 \text{ mm}$
Peenfraktsiooni sisaldus	UF 5
Ülegabariitsus	OC 90
Kvaliteedikategooria	GV
Külmumiskindlus (b)	F4
Kahjuliku peenfraktsiooni sisaldus (MB F väärtus) (c)	$\leq 10 \text{ g/kg}$
CBRI indeks	$\geq 15$
Los Angelese kulumiskatse, kui see on kohaldatav	$\geq 30$
Märg <i>Micro-Deval</i> katse, kui see on kohaldatav	$\leq 25$

Muldkeha ehitamine killustikust toodetud sidumata segule rakenduvad järgnevad nõuded [12]:

- sidumata segu peab olema toodetud vastavalt standarditele EN 13242 ja EN 13285 (AVCP tase 2+);
- maksimaalne jämetäitematerjali purunemiskindluse kategoorias  $\leq 40$  (LA<sub>40</sub>);
- maksimaalne täitematerjali külmakindluse kategoorias  $\leq 4$  (F<sub>4</sub>).

### 2.3.3 Geosünteedid

Käesolevas peatükis käsitletakse geosünteedidele esitatavaid nõudeid, kirjeldatakse paigaldamise meetmeid. Geosünteedide alla kuuluvad ka geotekstiilid ja geovõrgud. [12]

Geosünteedide projekteeritud kasutusiga peab olema konstruktsiooni kasutuseaga samaväärne või pikem, muldkehas ja raudtee mulde kihtides kasutatava geosünteedi kasutusiga peab olema vähemalt 100 aastat. Toodete deklaratsioonid tuleb enne paigaldamist esitada kooskõlastamiseks Omanikujärelevalve ja/või Tellija esindajale. [12]

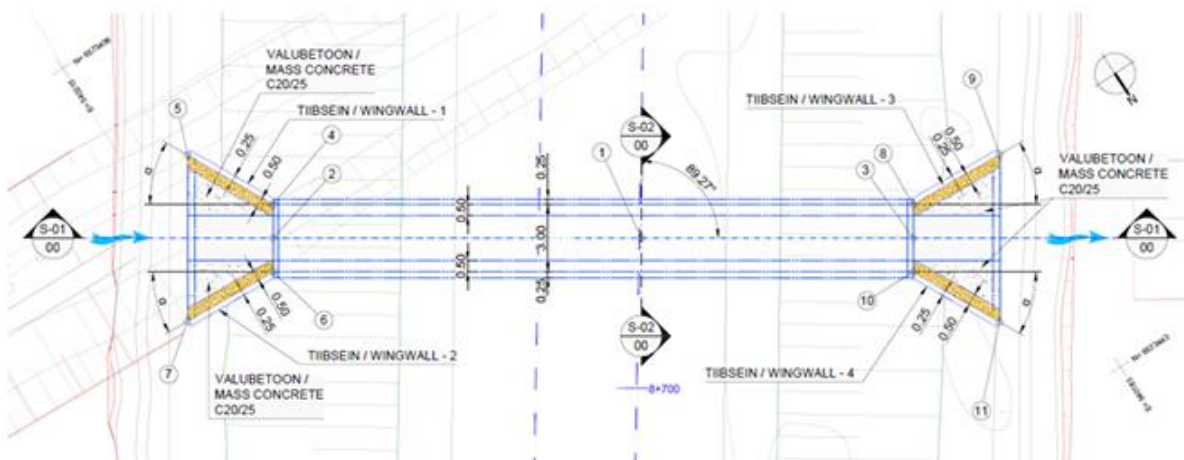
Geosünteedide paigaldamise juhised [12]:

- materjal paigaldatakse tootjapoolt soovitatud ülekattega. Ülekate ei tohi olla väiksem kui 20 cm. Kattkohad kinnitatakse vastavalt tootjapoolsetele juhistele;

- geosünteedide paigaldamisel tuleb järgida, et oleks tagatud geosünteedi ja aluspinna pidev kontakt üksteisega ilma tühimiketa geosünteedi all. Geosünteedid tuleb katta kaitsva materjaliga kohe peale nende paigaldamist;
- ilma kattekihita geosünteedidel ei ole lubatud liikuda ühegi seadme või masinaga, mis võiks geosünteede kahjustada;
- kivikindlustuste, pealesõitute ja raskete ning keskmiste kivitäidete täitematerjali ei tohi paigaldamisel kukutada geosünteedidele kõrgemalt kui 0,5 m. Nõlvakindlustuste ja väikese suurusega kivitäidete materjali ei tohi geosünteedidele kukutada kõrgemalt kui 1 m.
- geosünteedide vigastamise korral tuleb Töövõtjal kaevata geosünteedini ja tuleb paigaldada sellele täiendav geosünteed, mis on piisava ülekattega igas suunas kinnitatud.

## 2.4 Truupide paigaldus

Truupid võimaldavad pindmist äravoolu läbi raudtee ja loomadel raudteetrassi ületada. Monteeritavast Betoonest karptruubid (Joonis 5) on 3,0 – 5,0 m laiused, 2,0 – 3,0 m kõrgused ja 0,25 – 0,45 m paksused (ülemine ja alumine plaat ning seinad). [13]



Joonis 5. Truubi ja loomade ülekäigu pealtvaade [13]

### 2.4.1 Truupide paigaldamise tehnoloogia

Truupide ehitamiseks vajalik tööde strateegia [5]:

- ekskavaatori olemasolu, et teostada kaeve põhjani ning seejärel kaeve põhi tihendada;
- betoonsillutise puhstamine;
- truubi täispikkusele vastavate tükkide vastuvõtt;
- truupidega ühilduvate monteeritavate elementide paigaldamine kraanaga;
- monteeritavate osade kokkupanek ja vastavate ühenduste teostamine;
- truupide välispinna kaitse (veekindlustuse tagamine);

- tiibade ja plaatide vormimine, tugevdamine ja betoneerimine.

#### **2.4.2 Tagasitäidete nõuded**

Järgnevalt on esitatud nõuded materjalidele, millega teostatakse truupide paigaldamise hetkel tagasitäidet [12]:

- täitematerjali terasuuruse ülemine mõõde (D) ei tohi ületada 90 mm;
- vältimaks erinevate täitematerjalide saastumist pinnaseosakestega, mis võivad ühest kihist teise liikuda, on nõutav, et külgnevad materjalid vastaksid kehtivatele filtrikriteeriumitele. Kui filtrikriteeriumid ei ole täidetud, tuleb materjalid eraldada sobivate geosünteesiliste materjalidega;
- täitematerjalid ei tohi sisaldada taimset materjali (juured, kännud või muru).

### 3 TÖÖDE TEOSTAMINE

Käesolevas peatükis on võetud aluseks raudteetrassi ettevalmistustööde ja mullatööde teostamiseks vajalikud projektsed mahud, millest tulenevalt on autor arvanud välja tööde teostamiseks kuluva aja koos vajalike mehhanismide ja tööjõududega. Truupide paigaldamise, liikluskorralduse ja geodeesia teostavad alltöövõtjad, kelle kohustuseks on planeerida endale vajaminevad mehhanisimid ja tööjõud ning edastada peatöövõtjale tööde teostamise plaan ning sellele kuluv aeg. Kalendergraafikus on esitatud orienteeruv tööde teostamiseks kuluv aeg (Lisa 2).

Peatöövõtja peab esitama Tellijale ehitustööde teostamise projekti, mis sisaldab [6]:

- ehitustööde ajakava;
- ehitustööde üldine asendiskeem;
- vajalike ettevalmistavate tööde kirjeldus;
- tööde selgitav kirjeldus;
- ehitusmaterjalide ladustamiskohad ehitusobjektil.

Tööde teostamiseks on arvestatud 29 kuud (lepingu järgi 48 kuud), ehitustegevuse ajaaknasse on arvestatud kaks talvist tööde teostamise pausi, et tagada paigaldavate kihtide maksimaalne kvaliteet.

Autori poolt kirjeldatud tööde teostamiseks vajalikud ehituslikud meetmed ja lahendid on valitud varasemale erialasele töökogemusele toetudes, võttes arvesse, et autori erialane töökogemus on ligikaudu 3 aastat (1 aasta praktikant, 2 aastat töödejuht).

Peatöövõtja objektimeeskonda on arvestatud:

- üks projektijuht;
- kaks objektijuhti;
- neli töödejuhti.

#### 3.1 Ettevalmistustööd

Enne tööde alustamist on Tellija hankinud ning edastanud Peatöövõtjale vajalikud ehitusload ja kooskõlastused tööde alustamiseks ning teostamiseks. Tööpiirkond tuleb koos projektis olevate märkustega põhjalikult üle kontrollida ning vajadusel projektsed puudujäägid koheselt Tellijale edastada. Veoteede ja juurdepääsuteed tuleb enne massvedude algust pildistada ning filmida, et välistada hilisemate pretensioonide esinemist. Objektile jäävad ka parasjagu ehituses olevad rajatised (Tagadi ökodukt, Kirdalu – Kiisa ja Tagadi – Kurtina viaduktid, Saku – Tõdva ja Tõdva – Hageri viaduktid, Kajamaa viadukt), mis tuleb varasemalt kaitsta või kindlustada vältimaks hilisemate

defektide tekkimist ehitustööde teostamise ajal. Enne tööde alustamist tuleb informeerida kohalike elanike tööde alustamise kuupäevast ning eeldatavast tööde lõpetamise kuupäevast.

### 3.1.1 Objekti kontor ja laoplatz

Efektiivsemaks tööde organiseerimiseks ning mehhanismide ja materjalide ladustamiseks on oluline määrata objekti kontoritele asukoht. Peatöövõtja peab lisaks enda objekti kontoritele võimaldama ka objekti kontorite olemasolu Omanikujärelevalvele, kus oleks tagatud ka veevarustus ning elektrihüendus koos vajalike internetiühendustega. Objekti kontoris peab olema tagatud võimalus korraldada koosolekuid Tellijaga ja/või Alltöövõtjatega.

Objekti kontori ning laoplatzi asukoht tuleb kooskõlastada kirjalikult Maaomanikega kui ka Tellijaga. Objekti kontor on planeeritud põhitrassi (PK 13+500, Joonis 6) vahetus läheduses olevatele kinnistutele (katastritunnused: 71801:006:0338; 71801:001:1431), kontor asub praktiliselt objekti keskel, sellest tulenevalt on liikumine objektile ning kontorisse küllaltki praktiline.



Joonis 6. Objekti kontori, laoplatzi ning ehitustsooni paikemine objektile [14]

Objekti kontori ees on võimaldatud parkimine objektimeeskonna liikmetele, Omanikujärelevalve teostajatele kui ka külalistele ning Tellijale. Lisaks on võimaldatud parkida teatav osa tehnikas laoplatzile.

Objekti kontori ettevalmistuste alla kuulub kasvupinnase eemaldamine ühe 27 tonnise roomikekskavaatoriga ning ühe traktoriga koos järelhaagisega, millega saab eelnimetatud materjali ära transportida selleks ettenähtud materjalide ladustamise platsile (Joonis 7).

Lisaks kasvupinnase eemaldamisele on oluline transportida objekti kontori platsile killustik fr 0/32, et tagada efektiivne liikumine ning kandevõime. Seli Kruusakarjäärast toodav materjal tuuakse kohale 30 tonnise kallur poolhaagisega, mis hiljem laotatakse 13 tonnise buldooseriga laiali ning tihendatakse pinnaserulliga. Ajaline kestus objekti kontori ettevalmistamisel ning paigaldamisel on 3 päeva.

### **3.1.2 Märkimistööd**

Enne suuremahuliste tööde algust on oluline märkida maha horisontaalne telgjoon ja paigaldada piketaž intervalliga 25 m. Lisaks märgitakse enne raadamistööde algust maha raadamisega seonduvad piirid ning kõik likvideerimisele kuuluvad puud, võsad ja põõsad.

Geodeesia töödest tulenevalt on oluline enne tööde alustamist paigaldada objektile kõrguspunktid ehk reeperid, mis peavad jääma sellisesse tsooni kus ei tekiks ohtu nende vigastamisele mehhanismide või kolmandate isikute poolt. Kõrguspunktide ehk reeperite korrapärane paiknemine vähendab oluliselt ebatäpsuseid objektil töid teostavate mehhanismide kui ka mõõtmistulemuste puhul.

Geodeetiliste mahamärkimiste ning baasjaama ülesse panemise ja seadistamise eest vastutab alltöövõtja, kes objektile geodeesiga seonduvaid töid teostab. Tööde teostamiseks on arvestatud 20 päeva.

### **3.1.3 Raadamine ja juurimine**

Suuremahulise raadamise omandatud riigimaadel teostab RMK aastal 2024 kevad ning vabastab töömaa hiljemalt 01.10.2024. Põhitrassi ehitamiseks vajalikud maad, mis ei saa omandatud enne 06.2024 jäävad Peatöövõtjale. [5]

Kuna on teadmata raadamise (sh põõstaste ja võsa eemaldamine) ja juurimise maht, mida peab teostama Peatöövõtja, siis on esitatud mahutabelitest võetud mahtude hinnanguline kestvus: tööde teostamiseks kuluv aeg = maht / tootlikusega (Tabel 4). Eelnimetatud tööde teostamiseks on arvestatud nelja 27 tonnise roomikekskavaatorit koos giljotiiniga, kahte 27 tonnise roomikekskavaatorit, mis on varustatud kännufreesi/juurijaga, kahte harvesteri ja materjali vedamiseks kasutatakse nelja traktorit koos järelhaagisega.

Tabel 4. Ajakulu, mahtude koondtabel raadamistöödel

Töö nimetus	Ühik	Maht	Tootlikkus päevas	Ajakulu päevades
Raadamine (sh pöösaste ja võsa eemaldamine)	m <sup>2</sup>	231,973	7 000	30
Juurimine	m <sup>2</sup>	427,437	8 000	53
KOKKU		659,410		83

Materjali äraveol tuleb arvesse võtta erakinnistutel raadatava puitmaterjaliga, mis jäävad kinnistute omanikele, kui kinnistu omanik eelnimetatud materjali endale ei soovi, siis jääb materjal Peatöövõtjale. Peatöövõtjale jääv materjal purustatakse ja sõelutakse alltöövõtu käigus ning transporditakse alltöövõtjate poolt objektilt minema.

### 3.1.4 GNSS/GPS baasjaam ja BIM tehnoloogia

Tänapäeval kasutatakse praktiliselt kõikidel ehitusobjektidel 3D-mudeleid, et kiirendada ning lihtsustada tööde teostamist objektil. Kui rasketehnika, näiteks ekskavaator on varustatud GNSS/GPS seadmete ning vastuvõtjatega, siis saab ekskavaatorijuht ülevaate tema paiknemisest objekti piirides, kõrgusarvudest, rajatistest jms. Objektile teostatakse kontrolli Peatöövõtja poolt GNSS/GPS seadmega varustatud roveritega.

GNSS/GPS seadmete töö tagamiseks on vajalik paigaldada objektile baasjaam (püsijaam). Baasjaam peab olema pideva vooluvõrgu alla ning baasjaama paigaldamisel tuleks arvestada võimalikult lageda asukohaga, et tagada satelliitühendus baasjaama ja vastuvõtjate vahel.

BIM on detailne mudel, mille tulemusena saab näha 3D-vaates erinevaid konstruktsioonide kihte, kaldeid, paksusi ning lisaks saab rajatiste puhul ülevaate kogu rajatise kui ka väiksematest detailidest. Rail Baltica objektidel tuleb kasutada BIM mudeleid, sh nende koostamine, et tagada uudsete lahenduste kasutuselevõtt.

## 3.2 Materjalide ladustamine

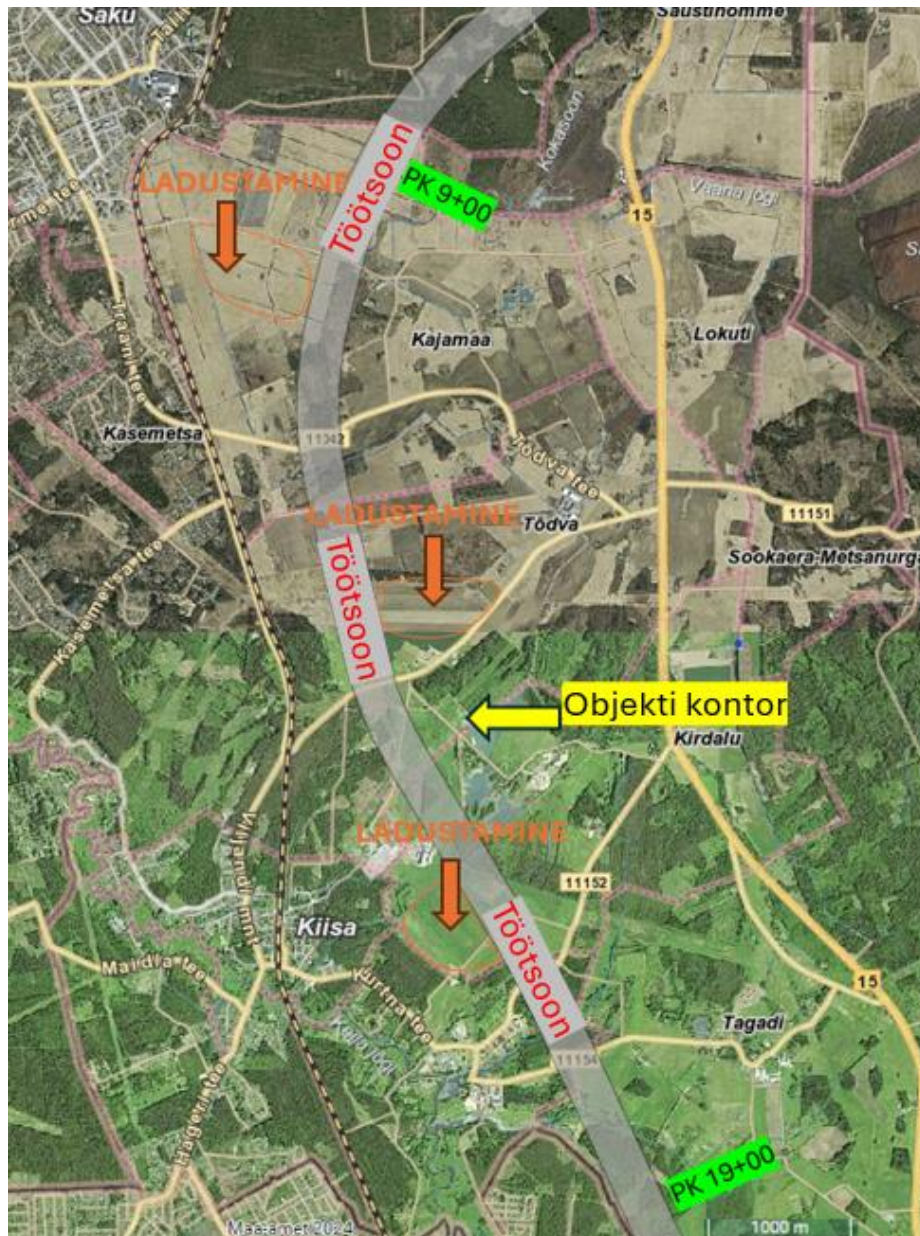
Materjalide ladustamisel, mis ei jää töötsooni (Joonis 7) ning sellega kaasnevasse kaitsevööndisse on oluline kooskõlastada maaomanikega sobilikud asukohad, et tagada elanike meelerahu ehitaja ja omanike kui ka elanike vahel.

Kasvupinnase eemaldamisel, ehituseks sobimatu pinnase ning sobiliku materjali kaevandamisel transporditakse materjalid ladustamis platsidele (Joonis 7), kus tekitatakse

erinevad seksioonid materjalide kaupa. Materjalid jaotatakse igal ladustamis platsil eraldi hunnikutesse:

- sobimatu materjal, mis hilisemalt planeeritakse laiali;
- taaskasutatav ehk sobilik materjal ladustatakse hilisemaks kasutamiseks objektil;
- objektilt tekkiv sodi, mis hiljem viiakse utiliseerimisse.

Lisaks saab osa kasvupinnase eemaldamisel saadud materjalist läbi sõeluda, mida saab kasutada hilisematel ehitusetappide haljastamisel.



Joonis 7. Materjalide ladustamine [14]

Kooskõlastatud ning vajaminevad ladustamise platsid eelnevat ettevalmistust ei vaja, aga pretensioonide vältimiseks oleks oluline kooskõlastamise hetkel märkida välja tikkudega kasutatavad maa-alad ehk ladustamis platside piirid.

Kooskõlastamisele kuuluvate ladustamis platside katastripiiride tunnuskoovid, mis ei jää ehitustsooni [14]:

- Kirdalu küla - 71814:001:0137; 71901:001:0855; 71901:001:0856;
- Tõdva küla - 71801:006:0259; 71801:006:1108;
- Kajamaa küla - 71801:006:0761; 71801:006:1119; 71801:006:0245; 71801:006:0218; 71801:006:0244; 71901:001:0846.

### **3.3 Mullatööd**

Mullatööde efektiivseks tööde teostamiseks on kasutusele võetud 3D-tehnoloogiaga varustatud mehhanismid, et tagada vältimatu tööde jada ning tootlikusest kinni pidamine, millest lähtudes jõutakse Tellija poolt etteantud ajaaknas teostada kõik vajalikud tööd.

#### **3.3.1 Piirkonna puhastamine**

Enne kasvupinnase eemaldamist ja ehituseks sobimatu materjali kaevandamist on oluline kogu objekti lõikes teostada üldine ehituspiirkonna puhastamine, mis hõlmab endast olemasoleva sodi, varasema ehitusprahi jms likvideerimist, mis transporditakse lähimasse ladustamise platsile (Joonis 7) mööda töötsooni liikudes. Tööde teostamiseks kasutatavad mehhanismid:

- 3D-tehnoloogiaga varustatud roomikekskavaator (27 t), 2 tk;
- roomikekskavaatorit ladustamis platsidele (27 t), 2 tk;
- 3D-tehnoloogiaga varustatud buldooser (13 t), 2 tk ;
- järelhaagisega traktorit, 6-8 tk.

Ülaltoodud mehhanismide päevaseks tootluseks on arvestatud 5500 m<sup>2</sup> / päevas (tööpäeva pikkuseks on arvestatud 10 h). Töödeks teostatava ajalise kulu leiame: piirkonna puhastamise maht / päevase mehhanismide tootlikkusega (Tabel 5).

#### **3.3.2 Kasvupinnase kaevandamine**

Järgnevas tööliigiks peale ehitusobjekti puhastamist on kasvupinnase eemaldamine (Foto 1), mille tööde tehnoloogia on eelneva tööga sarnane, lihtsalt tuleb arvestada asjaolu, et kasvupinnase kaevandamise kogumahust (137 556,24 m<sup>3</sup>) ligikaudu 8% (11 207,32 m<sup>3</sup>) tuleb arvestada taaskasutamiseks ehk kasvupinnase taashaljastamiseks.

Tööde teostamiseks planeeritud mehhanisimid:

- 3D-tehnoloogiaga varustatud roomikekskavaator (27 t), 2 tk;
- roomikekskavaatorit ladustamis platsidele (27 t), 2 tk;
- 3D-tehnoloogiaga varustatud buldooser (13 t), 2 tk;
- järelhaagisega traktorit, 6-8 tk.

Kasvupinnase kaevandamiseks leitav ajakulu = maht / tootlikus päevas, sellest lähtudes on ajakuluks arvestatud:  $137\,556,24 \text{ m}^3 / 2400 \text{ m}^3 = 57$  päeva (Tabel 5).



Foto 1. Kasvupinnase kaevamine (Foto on illustratiivne)

### 3.3.3 Kohaliku ja sobimatu pinnase kaevandamine

Kui on kasvupinnase eemaldamisel on tekkinud ca 1-2 km tööfront, siis on vajadus teostama hakata kohaliku pinnase kaevamist (sh sobimatu pinnase kaevandamine) kogu mahuga  $347\,533 \text{ m}^3$  (Tabel 5), millest  $110\,383 \text{ m}^3$  taasakasutatakse objektis muldkeha

ehitamisel. Tööde teostamiseks on lisaks eelnevatele mehhanismidele vajadus juurde võtta järgnevad mehhanismid:

- 3D-tehnoloogiaga roomikekskavaatorit (27 t), 4 tk + eelnevate tööde lõppedes lisanduvad varasemad 2 ekskavaatorit;
- järelhaagisega traktorit, 6 tk.

Tööde teostamisel hakatakse kohalikku pinnast kaevandama järjega kasvupinnase eemaldamise suunas, et tagada tööde teostamise jada, vältimaks masinatel tööde lõppemist, mis transporditakse eelnevalt kajastatud ladustamis platsidele. Kasvupinnase kaevandamise lõppedes hakkavad eelnevad kaks roomikekskavaatorit samuti kohaliku pinnast kaevandama ning varasemad kaks buldooserit hakkavad vastu võtma täitematerjale, et alustada muldkeha ehitamist ehk täitmist.

Kohaliku pinnase kaevamiseks esitatud mehhanismide tootlikuseks on arvestatud 4000 m<sup>3</sup> päevas, sellest tulenevalt leiame ajakulu:  $347\,533\text{ m}^3 / 4000\text{ m}^3 = 87$  päeva (Tabel 5).

Tabel 5. Objekti puhastamise, kasvupinnase ning kohaliku pinnase kaevandamise ajakulu ning tööde teostamise maht ning tootlikus.

<b>Töö nimetus</b>	<b>Ühik</b>	<b>Maht</b>	<b>Tootlikkus päevas</b>	<b>Ajakulu päevades</b>
Ehitusobjekti puhastamine	m <sup>2</sup>	510,287	5 500	93
Kasvupinnase kaevandamine	m <sup>3</sup>	137 556,240	2 400	57
Kohaliku pinnase kaevandamine	m <sup>3</sup>	347 533,000	4 000	87
KOKKU				237

### 3.3.4 Tööde teostamise skeem

Varasemalt kirjeldatud mullatööd ning edaspidised muldkeha ehitamise tööd teostatakse samaaegselt kahes erinevas ehitustsoonis (Joonis 8):

- tsoon 1 (PK 9+00 – PK 14+00);
- tsoon 2 (PK 14+00 – PK 19+00).

Tööde efektiivseks toimimiseks on jaotatud terve põhitrassi ehitamise lõik (PK 9+00 – PK 19+00) kaheks, et võimaldada järjepidev tööde teostamine efektiivsel ning võimalikult väheste tagasilöökideta. Kahes tsoonis ehitamisel on mõlemas lõigus eraldiseisvate vastutusiskutena Peatöövõtja poolt töötamas vastavalt 1+1 objektijuhti ning 2+2 töödejuhti ning terve ehitustsooni eest vastutab ning koordineerib projektijuht.

Kahes tsoonis ehitamine kiirendab ehitustegevuse protsessi, sest saab jaotada mehhanismide paiknemist objektil ning samuti saab koordineerida rohkematel viisidel karjäärilist tulevaid kallur poolhaagiseid. Lahutamatuks osaks objektil on suhtlemine alltöövõtjatega, et tagada ka nende järjepidev ning tähtaegadest kinnipidav tööde teostamine.



Joonis 8. Ehitustsoonide jaotus [14]

### 3.3.5 Muldkeha ehitamine

Muldkeha kihtide ehitamisega (Tabel 1) alustatakse samuti eelnevatele töödele sarnaselt siis, kui on tekkinud 1-2 km tööfront, et vältida kaevandatud süvendite ja töötsooni liigset veega täitumist ning tagamaks järjepidev ehitamise jada. Muldkeha ehitamiseks vajalikud liivmaterjalid tuuakse objektile Männiku liivakarjäärist (Joonis 9) ning varasemalt kaevandatud pinnasest 104 462,17 m<sup>3</sup> taaskasutatakse muldkeha ehitamisel. Tööde teostamisel kasutatakse 3D-mehhansime, et oleks tagatud iga kihi horisontaalne, kui ka vertikaalne kalle, lisaks on võimaldatud kihipaksuste nägemine ning vajaminevad kõrgusarvud. Lisaks on kihtide laotamisel oluline järgida paigaldavate kihtide paksuseid, et need ei ületaks 50 cm paksust kihti, sest vastasel juhul ei ole võimalik pinnaserullidel neid kihte vajamineva tiheduseni tihendada. Tööde teostamisel kasutatakse järgnevaid mehhanisme, mille päevaseks tootlikuseks on arvestatud 3000 m<sup>3</sup>:

- 3D-tehnoloogiaga varustatud buldooser (13 t), 4 tk;
- pinnaserulli (13 t), 3 tk;
- roomikekskavaatorit ladustamis platsidele, 3 tk.

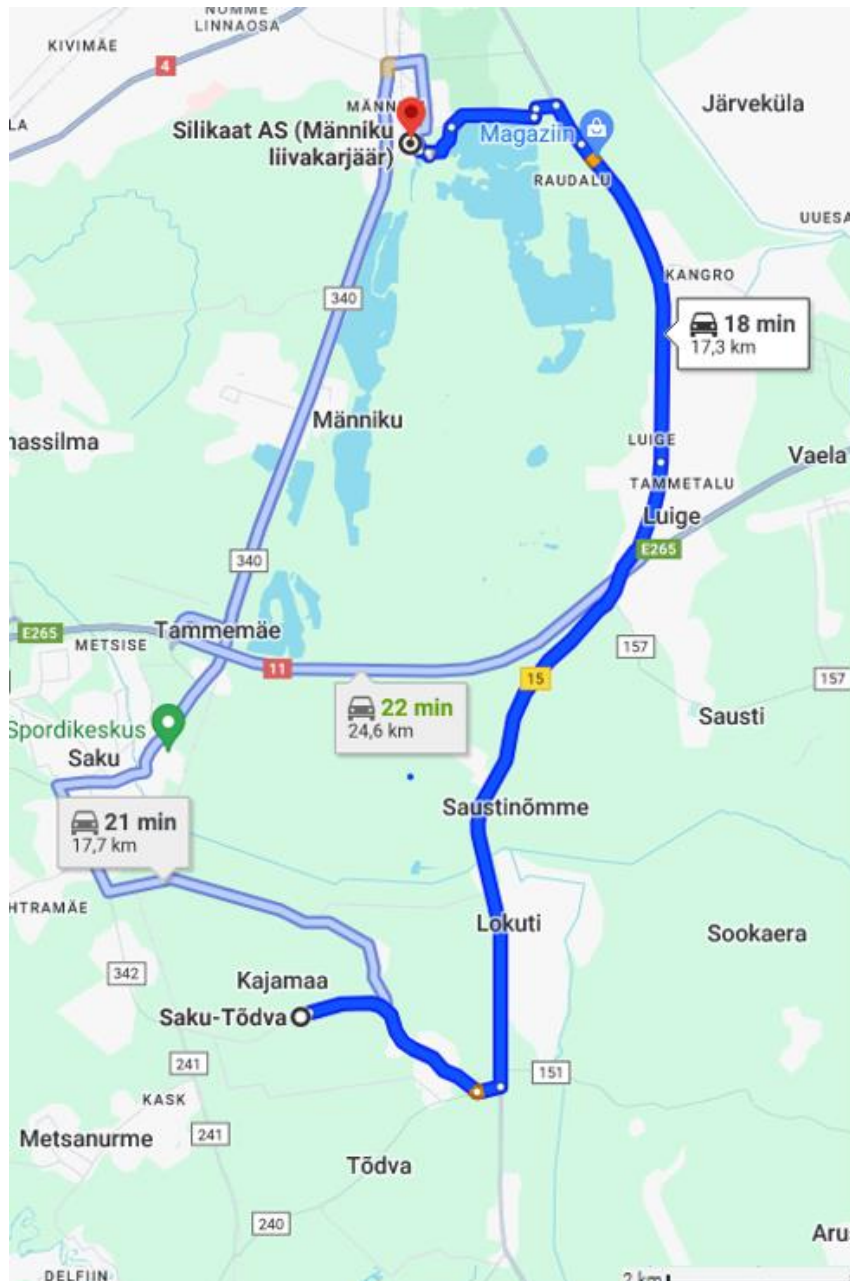
Lisaks ülaltoodud mehhanismidele võib tekkida suvisel ning kuival perioodil vajadus kahe traktori järele, mis on varustatud veepütiga. Peale buldooseri poolt laotatud muldkeha kihi laotamist kastab traktoriga veepütt koheselt kogu lõigu veega üle ning peale seda asuvad pinnaserullid kastetud kihti tihendama.

Muldkeha ehitamisel on arvestatud karjäärist saabuvate kallur poolhaagiste puhul asjaolu, et materjal transporditakse varasemalt kaevatud süvendisse mööda ehitustsooni (põhitrassi) liikudes. Insenerihituslikul tööde planeerimisel tuleb välja töötada tööde teostamise alternatiivid, et olla valmis uute meetodite kasutusele võtmist nn hädaolukordades. Täpsemalt tuleb valmis olla ilmastikust tulenevast märgaladest või kandevõime puudulikkusest olemasoleval pinnasel, mis võimaldaks kallur poolhaagisel töötsoonis liikumist koormaga või ilma koormata. Juhul kui peaks esinema eelnevalt kirjeldatud asjaolu kallur poolhaagistel materjali transportimisega objektil, siis tuleks tekitada ladustamis platsidele materjalide vastuvõtmine ning seejärel omakorda materjalide transportimine objektile järelkäruga varustatud traktoritega.

Materjali transporditakse objektile Männiku liivakarjäärist (Joonis 9) kallur poolhaagistega, mille täiskoormaga (30 t) materjali mahutavuseks on: 30 t / täiteliiva mahukaal (1,6 m<sup>3</sup>) ≈ 19 m<sup>3</sup>. Arvestades asjaolu, et ühe kallur poolhaagise ring karjääri ning tagasi võtab orienteeruvalt koos laadimise ning objektil maha panekuga aega ca 1 tund, siis jõuab päeva lõikes üks kallur poolhaagis teha 8 reisi karjääri (arvestatud on kalluritele rakendatud

puhkepauside olemasolu). Männiku liivakarjääris toimub täitematerjalide laadimine tööpäeviti kell 7.30 – 16.30 [15].

Vajalikud kallur poolhaagiste kogused leitakse järgnevalt: päevane mehhanismide tootlikus / (Kallurite päevane ringide arv (8 ringi) X Varasemalt välja arvatatud poolhaagise mahutavuse (19 m<sup>3</sup>) järgi), milleks on: 3000 m<sup>3</sup> / (8 x 19 m<sup>3</sup>) ≈ 20 kallurit.



Joonis 9. Kallur poolhaagiste transpordi trajektoor karjääri ning objekti vahel [16]

Karjäärist toodavate muldkeha erinevate kihtide materjalide ehitamise ajakulu (Tabel 6) leidmiseks tuleb jagada täitematerjalide maht päevase tootlikusega.

Tabel 6. Muldkeha täitematerjalide mahud, päevane tootlikus ning ehitamise ajakulu

Töö nimetus	Ühik	Maht	Tootlikkus päevas	Ajakulu päevades
Üleujutusala täitematerjal	m <sup>3</sup>	166 746,23	3 000	56
Muldkeha täitematerjal	m <sup>3</sup>	156 530,02	3 000	52
Pakasekaitse täitematerjal	m <sup>3</sup>	156 105,96	3 000	52
Mulde vahekiht	m <sup>3</sup>	59 847,22	3 000	20
KOKKU		539 229,43		180

Lisaks karjäärast toodavatele täitematerjalidele on vajadus kasutada muldkeha täitematerjalina 104 462,17 m<sup>3</sup> varasemalt kaevandatud pinnast, mis on eelnevatel ehitusetappidel traktoritega veetud ladustamis platsidele. Materjali transpordiks ladustamis platsilt objektile kasutatakse eelnevatel töödel kasutusel olnud järelhaagisega traktoreid mahutavusega 15 t, sellest tulenevalt arvestame mahutavuse kuupmeetritesse (m<sup>3</sup>): mahutavus / mahumassiga = 15 t / 1,8 (pinnase keskne mahukaal) = 8 m<sup>3</sup>.

Vajaliku traktorite kogused arvestatakse välja sarnaselt kallurite välja arvestamisega. Ühe traktori laadimiseks ladustamisplatsil roomikekskavaatoriga kulub ajaliselt maksimaalselt 10min + objektile transport ≈ 5 min + maha laadimine ≈ 5 min ehk kokku kulub ühel traktoril koorma laadimiseks ja transpordiks kokku 20 min, sellest lähtuvalt jõuab üks traktor tööpäeva jooksul (9 h arvestades lõunapausi) objektile vedada ligikaudu 27 koormat. Ladustamis platse (Joonis 7) on objektile kolm tükki ning iga laoplatz on varustatud ühe roomikekskavaatoriga (27 t), et tagada roomikekskavaatorite ning traktorite järjepidev töötamine tuleks kasutusele võtta 12 järelhaagisega traktorit mahutavusega 8 m<sup>3</sup>.

Arvestades, et taaskasutatavat materjali transpordivad ladustamis platsidelt objektile 12 traktorit, saab arvestada päevaseks tootlikuseks: 12 x ühe traktori päevane ringide arv x järelhaagise mahutavus = 12 x 27 x 8 ≈ 2600 m<sup>3</sup>. Taaskasutatava materjali mahu muldkeha ehitamisel jagades päevase tootlikkusega, leiame ajakulu (Tabel 7).

Tabel 7. Taaskasutatava pinnase maht, tootlikus ja ajakulu muldkeha ehitamisel

Töö nimetus	Ühik	Maht	Tootlikkus päevas	Ajakulu päevades
Taaskasutatav pinnas	m <sup>3</sup>	104 462,17	2 600	40

Taaskasutatava materjali transportimisega alustatakse sel hetkel kui on lõpetatud karjäärast vajaminevas koguses (Tabel 6) materjali toomine muldkeha täitematerjali ehitamiseks, sellisel juhul peatatakse karjäärast tulevad veod välja arvestatud 40-ks päevaks (Tabel 7).

Peale muldkeha täitematerjalist kihi ehitamist alustatakse karjäärast tulevate vedudega uuesti eelnevalt arvestatud 20-ne kallur poolhaagisega.

### 3.3.6 Geokomposiidi paigaldus

Muldkeha ehitamisel on oluline paigaldada geotekstiil muldkeha kihtide eristamiseks ning geovõrku muldkeha all, et tagada geotekstiili puhul kihti eraldamise funktsioon ja geovõrgu puhul on oluline parandada kandevõimet.

Tööde teostamiseks kasutatakse:

- roomikekskavaatorit, 2 tk;
- töömeest, 4 tk;
- järelhaagisega traktorit, 2 tk, geokomposiitide transpordiks laoplatsilt objektile.

Tabel 8. Geokomposiidi paigaldamise maht, tootlikkus ning ajakulu

<b>Töö nimetus</b>	<b>Ühik</b>	<b>Maht</b>	<b>Tootlikkus päevas</b>	<b>Ajakulu päevades</b>
Geotekstiili laotamine	m <sup>2</sup>	201 276	10 000	20
Geovõrgu laotamine	m <sup>2</sup>	156 403	10 000	16
KOKKU		357 679		36

Tööde teostamisel on oluline, et oleks tagatud geokomposiitide ülekate, milleks peab olema vähemalt 20 – 40 cm ning vältida tuleb kortsude esinemist. Ekskavaator tõmbab kopaga või abinõuga geotekstiili laiali ning töömehed korrigeerivad ülekatet ning asetsust. Kui geokomposiit on mingis ulatuses laiali laotatud, siis paigaldatakse buldoosritega uus täitekiht.

### 3.3.7 Kasvupinnase taashaljastus

Kasvupinnase taashaljastamiseks on nähtud 11 207,32 m<sup>3</sup> kasvupinnase paigaldamist raudtee muldele. Töid teostatakse peale muldkeha ehitamise lõppu kahe roomikekskavaatori ning nelja järelhaagisega traktoriga. Tööde teostamiseks on arvestatud 1000 m<sup>3</sup> päevas ehk tööde ajaline kestvus on ≈ 11 päeva.

Enne tööde teostamist on oluline kasvupinnas läbi sõeluda, et tagada kasvupinnase kvaliteetne mulla konsistents. Sõelumiseks transporditakse rendi korras ladustamis platsile spetsiaalne diiselmootoril töötav sõel, millega sõelutakse vajaminev kogus (11 207,32 m<sup>3</sup>) läbi. Sõelumisel on abiks ladustamis platsil olev roomekskavaator, kes aitab sõela täita vajamineva koguse saavutamiseni.

Peale sõelutud kasvupinnase paigaldamist raudtee muldele on oluline teostada ka muruseemne külv, töödeks on planeeritud 2 töömeest, kes käsitsi loobivad vajamineva muruseemne varasemalt paigaldatud sõelutud kasvupinnasele.

### **3.4 Tööde teostamine alltöövõtu käigus**

Alltöövõtjatele on enne tööde alustamist korraldatud eraldiseisev hankekonkurss, et selgitada välja alltöövõtja, kes hakkab objektile betoonist karptruupe ehitama.

Betoonist karptruupide ehitamisel tuleb edastada Peatöövõtjale tööde teostamise plaan ning kalendergraafik, et oleks tagatud mõlemate osapoolte järjepidev tööde teostamine. Peatöövõtjat otseselt betoontruupide paigaldamine ei häiri, sest hilisema tagasitäite teostab alltöövõtja enda mehhanismidega.

Lisaks betoontruupide ehitamisele teostab alltöövõtu käigus töid liikluskorraldaja, kes enne tööde alustamist paigaldab objektile kõik vajalikud märgid, mis on vajalikud ajutise liikluskorralduse toimimiseks. Liikluskorraldaja poolt peab olema tagatud üks vastutav isik objektile või selle vahetus läheduses, et teostada märkide üle kontroll ning järjepidev korrektsus märkide asetsemisel.

### **3.5 Muud tööd**

Objektile töötades tuleb olla valmis ootamatusteks ning probleemide lahendamiseks. Põhitrassi ehitamine toimub praktilisel aastaringiselt (v.a talvised pausid) ning sellest tulenevalt võib esineda sademeterohkeid aegu, mis tähendab, et ehitustsoonis võib esineda peale liigniiskete kohtade ka üleujutatud alasi kaevikutes kui ka süvendites. Eelnevalt kirjeldatud probleemi käsitlemiseks on oluline kasutada näiteks bensiinimootoriga veepumpa võimsusega 1200 l/min. Täitekihtide kui ka muldkeha ehitamisel on oluline, et kihid saavutaksid vastuvõtutoimingutest tulenevate tihendustegurite väärtused, selle saavutamiseks on oluline, et kihid ei oleks rullimise hetkel liigniisked või kuivad.

Lisaks on oluline tagada olemasolevate külade ja kõrvalteede säilimine ning korrasolek. Kui massvedude puhul on mingi osa teekonstruktsioonist lagunenuks tuleb rakendada ettevõttesisesi asfalteerimis- või pindamisbrigaade likvideerimaks defekte.

### **3.6 Tööde kontroll ja vastuvõtmine**

Tööde teostamise kvaliteedi eest vastutavad Peatöövõtja kui ka Alltöövõtjad, et vältida hilisemaid pretensioone ning kõige halvemal juhul ettevõtetele Tellija poolt rakendavaid mahaarvamisi või kihtide, konstruktsioonide uuesti ehitamist, mis põhjustaksid ettevõttele varalist kahju.

Iga projektijärgse kihi paigaldamisele järgneb kaetud tööde akti koostamine, mis sisaldab tihendamistegurite ja kandevõime tulemuste protokollide olemasolu. Peatöövõtja teostab Järelevalve kohal viibimisel vajalikud kandevõime kui ka tiheduse mõõtmised paigaldatud kihi pealt Järelevalve nõudmistele esitatavate intervallide tagant. Peale korrektsete mõõtetulemuste dokumenteerimist on oluline, et geodeesia alltöövõtja oleks juba varasemalt kõik paigaldatud kihid eri kihtidena ülesse mõõdistanud ning mõõtetulemustest lähtuvalt koostanud teostusjoonised. Teostusjooniste ning mõõtetulemuste olemasolul tuleb koostada kaetud tööde akt ning saata koos Peatöövõtja esindaja allkirjaga allkirjastamiseks Järelevalvele. Kui kõikide osapoolte allkirjad on digitaalselt esitatud ehk dokumentatsioonid on korrektsed on antud luba uue täitekihi või muldkeha kihi paigaldamiseks.

Alltöövõtja peab kajastama Teostatud tööde aktid samasugustel tingimustel nagu ka Peatöövõtja KTA puhul.

## KOKKUVÕTE

Selle lõputöö eesmärgiks oli kirjeldada Rail Baltica Harjumaa põhitrassi raudteetaristu IV etapi ehitustööde projektdokumentasioone, olemasolevat olukorda ning kajastada ehitamisele planeeritavaid mahte. Lisaks oli eesmärgiks leida mullatööde teostamiseks vajalikud mehhanismid, tootlikused ja ajakulu lõigul Saku – Harjumaa piiril ning kirjeldada tööde strateegiaid.

Lõputöös on kasutatud avalikult kättesaadaval olevaid hanke- ja projektdokumentatsioone, mis on avaldatud Rail Baltic Estonia OÜ poolt riigihangete registris. Autori poolt kirjeldatud tööde korralduslikus peatükis on aluseks võetud kulululoend, milles on kajastatud projektsed mahud tööde teostamiseks. Autori poolt kirjeldatud tööde teholoogiad põhinevad autori varasematele erialastele töökogemustele toetudes, milleks on ligikaudu 3 aastat.

Selle lõputöö eesmärgipärane kasutamine aitab Peatöövõtja objektimeeskonnal lihtsustada tööde planeerimiseks leitavaid tehnoloogiaid, ressursse ning ajakulu, mis on autori poolt lõputöö koostamisel leitud ning kajastatud. Lõputöö on koostatud enne ehitustööde algust ning tuginedes varasematele ehitustegevustele, siis esineb sagedasti tööde teostamisel ettenägematuid probleeme, millega tasub arvestada ka käesoleva projekti elluviimisel.

Lõputöö kirjutamine aitas autoril avardada laiemalt pilti suuremahuliste tööde organiseerimiseks ning töödele rakendavatest regulatsioonidest ning normatiividest, mille tulemusena oskab autor edaspidi pakkuda välja erialaseid ettepanekuid ning lahendusi tulevaste tööde planeerimisel.

## **SUMMARY**

*Construction Management Project for Railway Construction* is the designing of the organization of work for the construction of railway infrastructure is based on the public procurement No. 273441 in the public procurement register and the related procurement and project documentation, which is commissioned by Rail Baltic Estonia OÜ and designed by the Spanish company Idom Consulting Engineering Architecture.

The performance of soil works on the Rail Baltica main line also includes the construction of facilities, local stops and access roads. This thesis is limited to the soil work plan and the general regulations and norms applied to construction activities and materials, which can be found in the three chapters of the thesis.

Based on the documents included in the Public Procurement Register, the author has prepared in the third chapter of the thesis the plan for carrying out the soil works of stage IV of the railway infrastructure of the Rail Baltica's Harju county main route in the section Saku – Harju county border with a total length of 10.5 km, including the presentation of the necessary equipment, productivity and the time required for carrying out the works in the form of a calendar schedule. In addition, the author has indicated the scope of work delegated to subcontractors.

In preparing the thesis, the author has used previous professional experience which is approximately 3 years. The thesis written by the author can be used by the general contractor at the planning stage of the works and in construction, in order to facilitate the performance of earthworks.

## VIIDATUD ALLIKAD

- [1] "HL Lisa 1 Hankelepingu eritingimuste Lisad / Ehitusplatsi asukohaskeem," Dropbox. Accessed: Apr. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.dropbox.com/scl/fo/319n1mxk3g39mko3m8pe1/h?rlkey=xxtp69xgtyw66fidsidr5ec9gt&dl=0>
- [2] "Lisa 5 Tellija Projektdokumentatsioon / Pinnaseuringu aruanne," Dropbox. Accessed: Apr. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.dropbox.com/scl/fo/ut2f18mm60trx2hsy30bn/h?rlkey=o2l964ty7qjjpwymj1khzxmhc&dl=0>
- [3] L. Eritingimused, "Riigihangete register 5.4.2 Hankelepingu eritingimused", [Online]. Available: <https://riigihanked.riik.ee/rhr-web/#/procurement/6737208/documents?group=B>
- [4] "HL Lisa 1 Hankelepingu eritingimuste Lisad / Keskkonnamõju hindamine (KMH)," Dropbox. Accessed: Apr. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.dropbox.com/scl/fo/319n1mxk3g39mko3m8pe1/h?rlkey=xxtp69xgtyw66fidsidr5ec9gt&dl=0>
- [5] "Lisa 5 Tellija Projektdokumentatsioon / Seletuskiri," Dropbox. Accessed: Apr. 10, 2024. [Online]. Available: <https://www.dropbox.com/scl/fo/ut2f18mm60trx2hsy30bn/h?rlkey=o2l964ty7qjjpwymj1khzxmhc&dl=0>
- [6] "Riigihangete register 5.4.2 Tehniline kirjeldus." Accessed: Apr. 09, 2024. [Online]. Available: <https://riigihanked.riik.ee/rhr-web/#/procurement/6737208/documents/source-document?group=B&documentOldId=17064789>
- [7] "Riigiteede juhendid | Transpordiamet Teetööde tehnilised kirjeldused (2019)." Accessed: Apr. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.transpordiamet.ee/riigiteede-juhendid#teetoode-tehnilised->
- [8] "Riigihangete register 5.4.2 Teetööde tehniline kirjeldus ja eritingimused." Accessed: Apr. 09, 2024. [Online]. Available: <https://riigihanked.riik.ee/rhr-web/#/procurement/6737208/documents?group=B>
- [9] "Lisa 5 Tellija Projektdokumentatsioon / Taastamiste tüüpristlõiked," Dropbox. Accessed: Apr. 09, 2024. [Online]. Available:

<https://www.dropbox.com/scl/fo/ut2f18mm60trx2hsy30bn/h?rlkey=o2l964ty7qjppwymj1khzxmhc&dl=0>

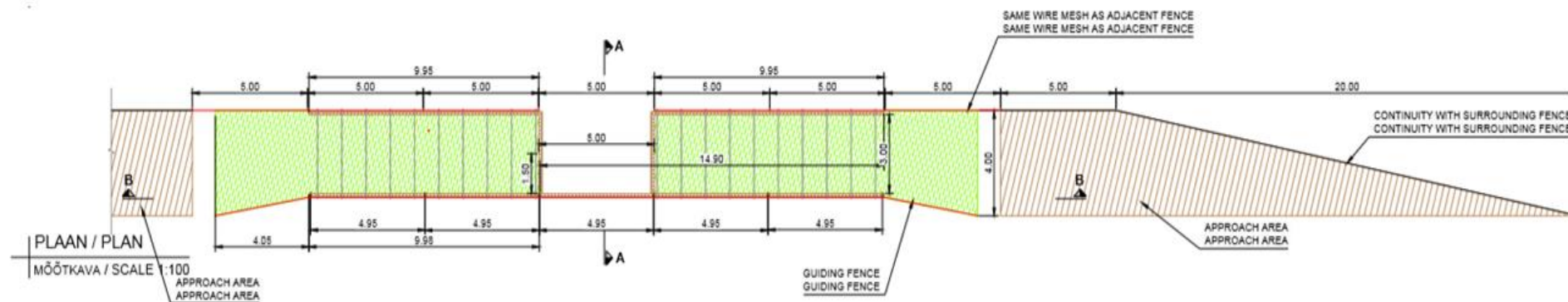
- [10] "Lisa 5 Tellija Projektdokumentatsioon / Mullatööde aruanne," Dropbox. Accessed: Apr. 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.dropbox.com/scl/fo/ut2f18mm60trx2hsy30bn/h?rlkey=o2l964ty7qjppwymj1khzxmhc&dl=0>
- [11] "Riigiteede juhendid | Transpordiamet Riigiteede liikluskorralduse juhend." Accessed: Apr. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.transpordiamet.ee/riigiteede-juhendid#liikluskorraldus>
- [12] "Riigihangete register 5.5.0 Mullatööd." Accessed: Apr. 11, 2024. [Online]. Available: <https://riigihanked.riik.ee/rhr-web/#/procurement/6737208/documents?group=B>
- [13] "Lisa 5 Tellija Projektdokumentatsioon / Truubid," Dropbox. Accessed: Apr. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.dropbox.com/scl/fo/ut2f18mm60trx2hsy30bn/h?rlkey=o2l964ty7qjppwymj1khzxmhc&dl=0>
- [14] "X-GIS 2.0 [kitsendused]." Accessed: Apr. 23, 2024. [Online]. Available: <https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/kitsendused>
- [15] "Kontakt," Silikaat. Accessed: Apr. 26, 2024. [Online]. Available: <https://silikaat.ee/kontakt/>
- [16] "Google Maps," Google Maps. Accessed: Apr. 25, 2024. [Online]. Available: [https://www.google.com/maps/dir/59.2760795,24.7003637/Silikaat+AS+\(M%C3%A4nniku+liivakarj%C3%A4%C3%A4r\),+11216,+Silikaltsiidi+12,+11216+Tallin/@59.317832,24.6498928,12z/data=!4m9!4m8!1m0!1m5!1m1!1s0x46929535b54b5939:0x86f134ec028ac55a!2m2!1d24.7227662!2d59.3669892!3e0?entry=ttu](https://www.google.com/maps/dir/59.2760795,24.7003637/Silikaat+AS+(M%C3%A4nniku+liivakarj%C3%A4%C3%A4r),+11216,+Silikaltsiidi+12,+11216+Tallin/@59.317832,24.6498928,12z/data=!4m9!4m8!1m0!1m5!1m1!1s0x46929535b54b5939:0x86f134ec028ac55a!2m2!1d24.7227662!2d59.3669892!3e0?entry=ttu)

## **LISAD**

Lisa 1. Loomade põgenemisrambi pikilõige

Lisa 2. Tööde teostamise Kalendergraafik

# Lisa 1. Loomade põgenemisrambi pikilõige



## Lisa 2. Tööde teostamise kalendergraafik

