



**TALLINNA
TEHNIKA KÕRGKOO**

Martin Saal

TUGIMAANTE VIADUKTI TÖÖKORRALDUSE PROJEKT

LÕPUTÖÖ

Tallinn 2024



Martin Saal

TUGIMAANTE VIADUKTI TÖÖKORRALDUSE PROJEKT

LÕPUTÖÖ

Ehitusinstituut

Teedehitus

Juhendaja: Indrek Trei

Tallinn 2024

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, **Martin Saal**

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

Tugimaantee viadukti 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, **Martin Saal**

tõendan/tõendame, 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 autori/te/le 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

SISSEJUHATUS	6
1 OLEMASOLEV OLUKORD.....	7
1.1 Asukoht.....	7
1.2 Olemasolev olukord	8
1.3 Geoloogilised uuringud.....	9
2 PROJEKTLAHENDUS.....	10
3 TEOSTAVATE TÖÖDE KIRJELDUSED.....	12
3.1 Ettevalmistustööd	12
3.1.1 Raadamine ja teemaa-ala puhastamine.....	12
3.1.2 Ajutiste platside ja teede rajamine.....	12
3.1.3 Lammutustööd	13
3.1.4 Tööde mahamärkimine ja mõõdistamine	13
3.2 Mullatööd.....	14
3.2.1 Kasvupinnase koorimine	14
3.2.2 Ehituseks sobiva pinnase kaeve.....	15
3.2.3 Ehituseks sobimatu pinnase kaeve.....	15
3.2.4 Ajutise tee rajamine	15
3.2.5 Drenaaž ja truubid	16
3.2.6 Muldkeha ehitus.....	16
3.3 Katend.....	17
3.3.1 Freesimine.....	17
3.3.2 Kruusalused.....	17
3.3.3 Killustikalused.....	18
3.3.4 Asfalt	18
3.3.5 Peenrad.....	18
3.4 Rajatise ehitus	19
3.5 Haljastustööd	19
3.6 Progressifotod	19
4 EHTUSPLATSI ÜLDPLAAN	21
4.1 Soojaku asukoht.....	21
4.2 Transpordipiirangud	21
4.3 Esmaabi.....	22
4.4 Jäätmekäitlus	23
4.5 Objektivalve.....	23
4.6 Meeskond	23
4.7 Laod ja karjäärid	24

4.7.1	Laod	24
4.7.2	Karjäärid	24
4.8	Ajutine liikluskorraldus	25
5	KVALITEEDI TAGAMISE PLAAN.....	26
5.1	Peatöövõtja töö kvaliteedi kontroll	26
5.2	Alltöövõtjate töö kvaliteedi kontroll	26
5.3	Töötappide kontroll ning kvaliteedi tagamine	26
5.4	Materjalide ja toodete kvaliteedi tagamine	27
6	KESKKONNAKAITSE.....	28
7	VAJALIK RESSURSS JA AJAKULU	29
7.1	Ettevalmistustööd	29
7.2	Mullatööd	29
7.2.1	Kasvupinnase koorimine	30
7.2.2	Ehituseks sobiva pinnase kaeve	30
7.2.3	Ehituseks sobimatu pinnase kaeve ja pinnasevalli ehitus	31
7.2.4	Ajutise tee ehitamine.....	32
7.2.5	Muldkeha ehitus.....	33
7.2.6	Viadukti ehitusega seotud tööd.....	35
7.3	Katend.....	36
7.3.1	Freesimine.....	36
7.3.2	Kruusalus	36
7.3.3	Killustikalused.....	37
7.3.4	Asfalteerimine.....	37
7.3.5	Peenrad.....	39
7.4	Haljastus	39
7.5	Uue liikluskorralduse paigaldus	40
7.6	Ajutise tee lammutus	40
7.7	Kalendergraafik	40
	KOKKUVÕTE	42
	SUMMARY.....	43
	VIIDATUD ALLIKAD	44
	LISAD	46

SISSEJUHATUS

Lõputöö on koostatud Rail Baltica ehituse raames rajatava Juula maanteeviadukti töökorralduse projektina. Rajatav viadukt asub riigiteel nr 27 Rapla- Järvakandi- Kergu. Tegu on teelõiguga, mis tagab kohalike elanike ühenduse Raplaga. Tulenevalt Rail Baltica trassist tuleb ehitada viadukt, mis võimaldab rongi- ja autoliikluse probleemivaba toimimist.

Antud projekti eesmärk on rajada Rail Baltica trassi ehituse raames viadukt teenindamaks lõigul liikuvat autoliiklust. Samuti tulevikus teega lõikuvat raudteetrassi ning seal sõitvaid ronge. Lõputöö eesmärk on koostada Juula maanteeviadukti ehituse töökorralduse projekt, mida saab kasutada ehitustööde planeerimisel, ehituse juhtimisel ning saada ülevaade kogu töö ajakulust kui ka ressursside vajadusest.

Lõputöö jaguneb seitsmeks eraldiseisvaks peatükiks. Lõputöö peatükid käsitlevad endas järgnevaid teemasid: kirjeldus antud lõigu olemasolevast olukorrast ning asukohast; ülevaadet rajatava viadukti projektlahendustest; ehitustööde kirjeldust; ehitusplatsi üldplaani; kvaliteedi tagamise plaani; keskkonnakaitset ning tööde teostamise ajalist kulu ja vajalikku ressurssi.

Rail Baltic on Eestit, Lätit ning Leedut laiema Euroopaga ühendav raudteetrass, mille idee sai alguse juba eelmisel sajandil peale Eesti taasiseseisvumist, kui visioonidokumendis kirjeldati vajadust ühendada Baltimaad tugevamalt Euroopaga. Peale sajandivahetust algas tõsisem töö antud idee ellu viimiseks ning 2004. aastal Eesti liitumine Euroopa Liiduga andis tugeva tõuke edasi. 2005-2006 aastal viis Taani konsultatsioonifirma läbi uuringu Rail Baltica raudtee võimaluste ning sobivate alternatiivide väljaselgitamiseks. 2019 aastal 28. novembril alustati Saustinõmme viadukti ehitust, mis tähistab Eestis Rail Baltica trassi ehituse algust. [1]

Antud objektile töökorralduse plaani koostamine on autori poolt lõputööks valitud tööalasest seotusest tulenevalt. Lõputöö autor on Juula maanteeviadukti ehitusel töödejuhataja rollis ning sellest tuli ka idee antud objektist töökorralduse projekt koostada. Käesolev lõputöö on kirjutatud tuginedes Transpordiameti „Teetööde tehnilised kirjeldused“ juhendile, hanke alusdokumentidele, õppematerjalidele ning autori enda kogemusele.

1 OLEMASOLEV OLUKORD

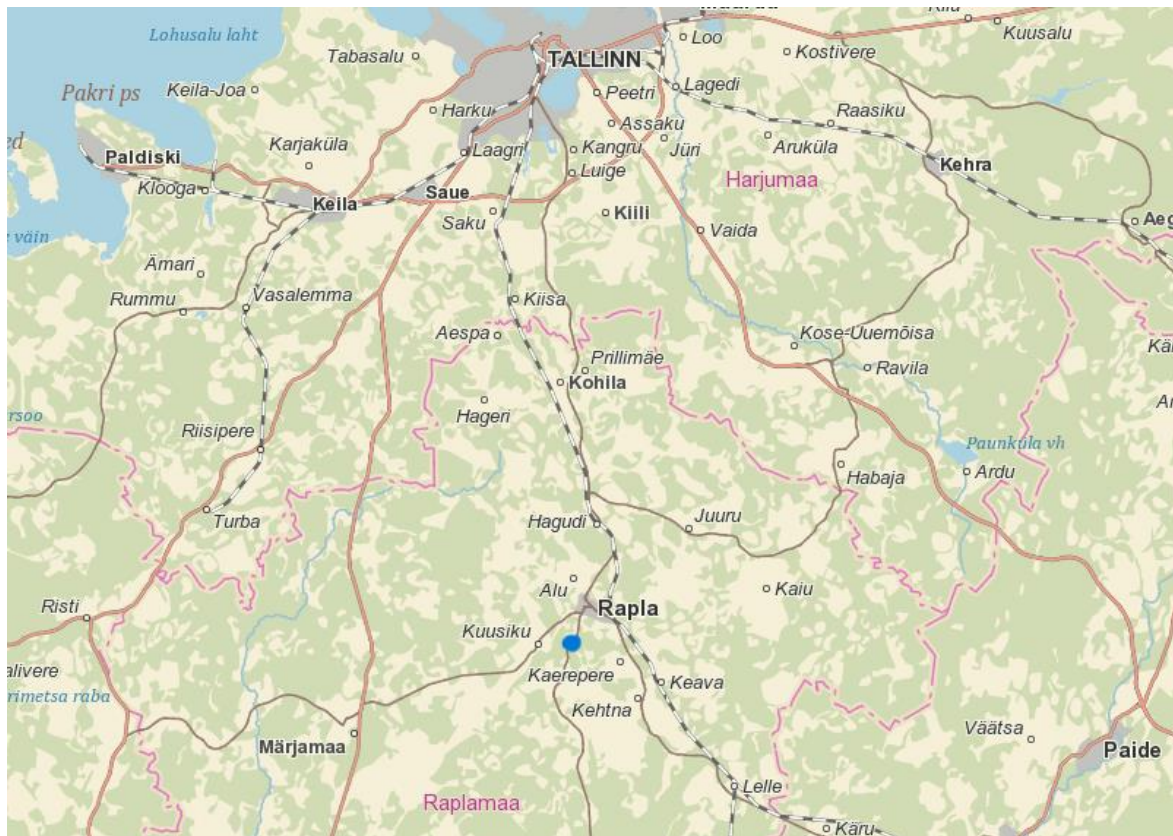
1.1 Asukoht

Juula maanteeviadukti ehitus toimub tugimaantee nr 27 Rapla-Järvakandi-Kergu km 3,85-4,7. Objekt hõlmab teest ca 850 m ning asukoht on kujutatud alloleval joonisel (Joonis 1). [2]



Joonis 1. Asukoha skeem [3]

Objekti asukoht Tallinna suhtes (Joonis 2). [3]



Joonis 2. Asukoht Tallinna suhtes [3]

Objekt piirneb Rapla poolt sõites paremalt poolt põllu- ja metsamaaga ning vasakult poolt metsaga. Vahetusläheduses on Ülesoo ning Männiku kinnistud, mille elanikele rajatakse ehituse ajaks juurdepääsuteed. [2]

1.2 Olemasolev olukord

Aastane keskmine ööpäevane liiklussagedus (AKÖL) antud teelõigul on 1693 autot, millest sõiduautod moodustavad 95% ning veoautod, autobussid 5%. Lõigul on kehtivaks piirkiiruseks 90 km/h. Teelõik on 1+1 lahendusega asfaltbetoonkattega, mis on ehitatud 2009. aastal. 2020. aastal on antud lõigu vahemikus teostatud 1,5-kordne pindamine fraktsiooniga 4-8 mm ja 8-12 mm. Sideainena on kasutatud bituumenemulsiooni C67B4. [4]

Riigimetsa Majanduse Keskus (RMK) teostanud objektil vajalikus ulatuses raadamistööd, mis omakorda loob võimaluse objekti alustamiseks: objektikontorite paigaldamine, ajutiste platside ehitamine jne.

1.3 Geoloogilised uuringud

Inseneribüroo Reaalprojekt OÜ tellimusel teostati rajatava viadukti lõigul geoloogilised uuringud, mille eesmärk oli välja selgitada olemasolev pind ja sellest tulenevalt, mis teguritega tuleb ehituse käigus arvestada. Puuraugud puuriti vahemikus 17.11.2020-27.11.2020. Puurimised teostas REI Geotehnika OÜ. Samuti teosooas puurimised 30.09.2020 Rail Baltica projekti projekteerimisfirma IDOM. [5]

Lähtudes puurimiste tulemustest on olemasolev aluspinnas valdavalt paekivi. Pealispinnaks on purunenud paekivi, mille kihipaksus on 0,30 m. Järgmine kiht on liivane kruus 0,80 m. 3,30 m savine moreenikiht ning 3,20 m kruusane moreenikiht, millele järgneb 8,5 m paksune paekivi kiht.

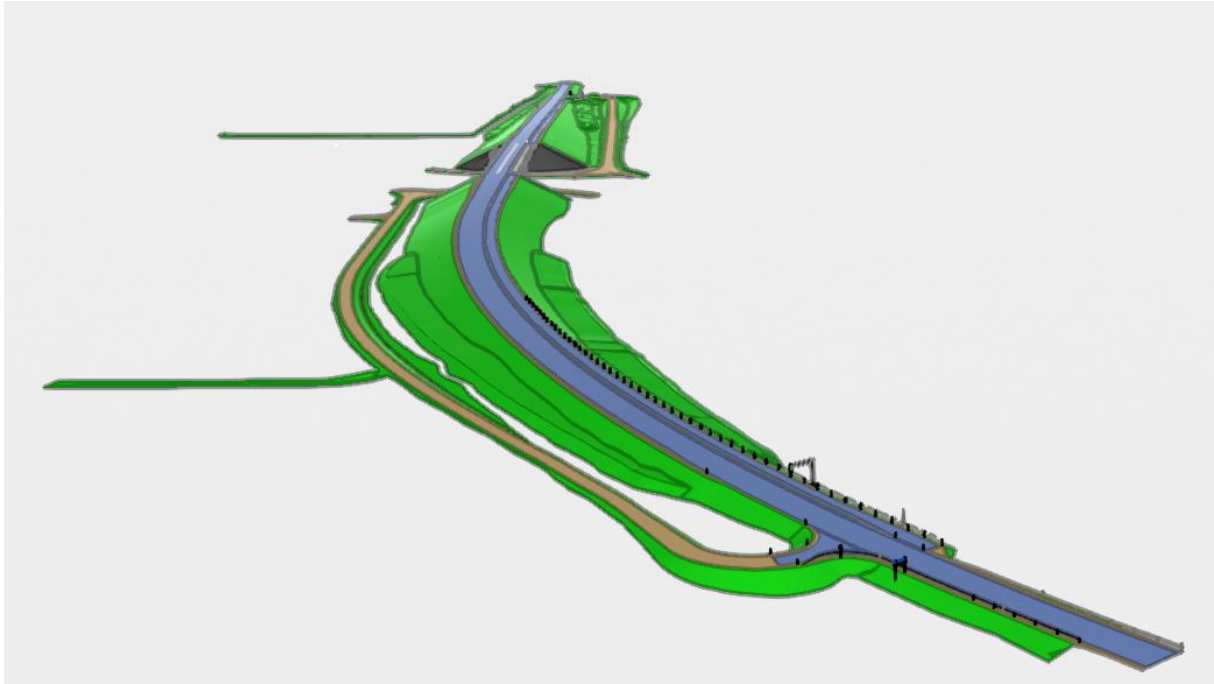
Puurimistulemustest võib välja lugeda, et objekti töötsooni jääv ala on valdavalt hea pinnasega, mis tähendab, et ehitusprotsessis ei tule arvestada probleemse pinnase stabiliseerimise või välja vahetamisega. Küll aga tuleb olla valmis olukorraks, kus kasvupinnase alt ilmneb vähesel määral turvast, mis oleks ehitustegevusele raskendav tegur, mistõttu tuleb valmis olla turba väljakaevamiseks ning ladustamiseks. Juhul kui ilmneb kaevetööde käigus turvast ning seda tuleb objektilt minema vedada, siis peab Töövõtja arvestama kaevise vöörandamise tasuga, mis tuleneb maapõueseadusest. [2]

2 PROJEKTLAHENDUS

Projektlahendus näeb ette tugimaantee nr 27 Rapla- Kergu- Järvakandi km 3,85-4,7 maanteeviadukti rajamist. Rajatava viadukti kogupikkus on 92, 7 m ning eesmärk on võimaldada Rail Baltica raudteetrassi teenindamist, seejuures segamata autoliiklust Rapla- Kergu- Järvakandi maanteel. Tegu on raudbetoon viaduktiga, mille mõlemal küljel asetsevad teenindusteed, selleks, et võimaldada viadukti hooldustöid. Viadukt on ehituselt 3×6 sammastel. Kõige pikem sildeava on 23 m, mis võimaldab rajada topelt rööpapaarid. Viadukti peale rajatakse 1+1 asfaltbetoonkattega sõidutee, piirdega eralduv kergliiklustee ning tänavavalgustus. Projekteeritud lahendus hõlmab endas järgnevat: Juula viadukti rajamist, Eesti Lairiba Sihtasutuse (ELA SA) sidetrassi ümbertöstmist, tänavavalgustuse rajamist, riigitee nr 27 Rapla-Järvakandi- Kergu tee ümberehitust koos mahasõitude ning juurdepääsuteedega projektis kajastatud mahus/pikkuses, maaparandussüsteemi ümberehitust ning uut liikluskorraldust. Ülevaade on nähtav asendiplaanil (Lisa 1, Lisa 2, Lisa 3, Lisa 4). Projektlahendus on koostatud vaatega tuleviku suunas, mille kõige konkreetsem näitaja on toimiva raudteeühenduse loomine Euroopaga ning samuti liiklussageduse kasvu arvestav projektlahendus, mille raames ehitatud tee ning paigaldatud asfaltkate vastab aastasele keskmisele ööpäevasele liiklussagedusele (AKÖL)<2999. Projekteeritud tüüpristlõige teekonstruktsioonile on kajastatud töös lisana (Lisa 5) ning pikiprofil (Lisa 6, Lisa 7). Visuaalne lõpptulemus on toodud allolevatel joonistel (Joonis 3), (Joonis 4). [2]



Joonis 3. Projektlahendus mudelina 1/2 [6]



Joonis 4. Projektlahendus mudelina 2/2 [6]

3 TEOSTAVATE TÖÖDE KIRJELDUSED

3.1 Ettevalmistustööd

3.1.1 Raadamine ja teemaa-ala puhastamine

Objekti töötsoonis teostab raietööd Riigimetsa Majanduse Keskus (RMK). Peale raadamistöid saab alustada teemaa-ala puhastamise ning juurimisega, millele lisandub 22 üksiku puu langetamine koos kännu freesimisega. Teemaa-ala puhastamisele ning juurimisele kuulub vastavalt 31566 m² ja 32400 m². Juurimisel ja maa-ala puhastamisel tekkinud jäätmed kuuluvad töövõtjale ning üksikute puude langetamisest tulnud puit, kas RMK-le või antud maa omanikule. [5]

3.1.2 Ajutiste platside ja teede rajamine

Ajutised laoplatsid rajatakse objektikontorite juurde Krantsi kõrtsi territooriumile (kataster: 66904:003:0106) ning objektile, ehitatava viadukti külgedele [7]. Ümbersõidutee rajatakse objekti kõrvale. Tegemist on 1+1 kõvakattega teelõiguga, mis on orienteeruvalt 1 km pikk ja kulgeb paralleelselt objektiga. Samuti rajatakse ligipääs Männiku ja Ülesoo kinnistutele. Kontorlinnak ehitatakse alloleva skeemi järgi (Joonis 5). Projektmeeskonna soojaku kompleks koosneb kokku neljast kõrvuti asetsevast soojakust, millest kaks on kontoriruumid ning kaks koosolekuruumide tarbeks, mis mahutab laua koos kümne istekohaga. Soojakuruumides on internet, konditsioneer ning soojakukompleksi kõrval vähemalt üks välikäimla. Töövõtja kohustus on paigaldada ka Tellija Insenerile eraldi soojak, kus on nõutud konditsioneer, internet ning joogivee olemasolu. [2]



Joonis 5. Kontorlinnaku skeem [8]

3.1.3 Lammutustööd

Projekteeritud lahenduse teostamiseks tuleb olemasolevalt teelt eemaldada liiklusmärgid ning tähispostid. Demonteerimisele kuulub 55 tähisposti. 1 liiklusmärk koos postide ja vundamendiga kuulub ümber paigutamisele. Lisaks kuuluvad lammutamisele 43 m truupi, millest 25 m on 400 mm läbimõõduga ning 18 m läbimõõduga 600 mm. Samuti kuulub eemaldamisele 89 m pörkepiiret koos postidega. Lammutatud/demonteeritud rajatised, mida ei saa enam kasutada jäävad töövõtjale, kui ei ole muudmoodi ettenähtud. [2]

3.1.4 Tööde mahamärgimine ja mõõdistamine

Geodeesiafirma rajab kogu objekti ulatuses geodeetilise alusvõrgu, mis koosneb baaspunktidest ja tihenduspunktidest. Rajatav alusvõrk on nii tellijale kui ka ehitajale kontrollmõõtmiste teostamiseks. Töövõtja märgib ning paigaldab objektile vastavad piketaaži märgid. Paigaldatud piketaaži märgid ja geodeetiline alusvõrk peab säilima kuni garantiiaja lõpuni. Samuti on vaja välja märkida objekti piirid. Lähtuda tuleb „RAIL BALTICA KIIIRRAUDTEE GEODEETILISE VÕRGU EHITUS- JA JÄRELEVALVETEENUSED“ tehnilisest kirjeldusest. [2]

Rajatava alusvõrgu nõutav täpsus peab olema ≤ 1 cm. Koordinaatide määramisel tuleb kasutada GNSS mõõdistusmetoodikat, mille puhul rakenduvad lisanõuded: [2]

- Ühe mõõtmisessiooni kestvus peab olema minimaalselt 1,5h;
- Saadavalolevate satelliitide arv peab olema vähemalt 5;
- Mõõtmisessioonide arv peab tagama absoluutse täpsuse;
- Mõõtmiseks kasutatavad GNSS seadmed peavad olema suutlikud vastu võtma vähemalt kahel sagedusel GPS ning soovituslikult teiste süsteemide signaale nagu näiteks Galileo ja/või GLONASS.

Baaspunktid tuleb siduda geomeetrilise nivelleerimise teel riikliku kõrgusvõrguga juhitud „Geodeetiliste tööde juhendist“, võttes arvesse järgnevad lisanõuded: [2]

- Nivelliir tuleb enne mõõdistustöid kontrollida ning kontrolltulemused aruandes esitada;
- Tuleb teostada edasi-tagasi suletud nivelleerimiskäik kahe riikliku kõrgusvõrgu kõrguspunkti vahele;
- Kasutada tuleb puidust statiivi;
- Lubatud suurim kõrguskasvude erinevus jaamas on 0,2 mm;
- Nivelleerimiskäigu sulgemisviga $f = \pm 4$ mm.

Baaspunktid peavad olema lihtsa juurdepääsuga, vältides kõrgepingeliinide lähedust ning antennide lähedal peegeldavaid pindu. Peale baaspunktide paigaldamist tuleb lasta punktidel vähemalt 2 nädalat stabiliseeruda (nn stabiliseerumise aeg) enne mõõdistuste tegemist. [2]

Objektile märkimistöid ning teostusmõõdistusi tegev geodeet peab omama tase 5 kutset ning olema spetsialiseerunud ehitusgeodeetilistele töödele. Rajatise peal töötav geodeet peab olema vähemalt geodeedi tase 6 haridusega ning olema spetsialiseerunud ehitusgeodeetilistele töödele ning insenertehnilistele geodeesiatöödele. [2]

3.2 Mullatööd

3.2.1 Kasvupinnase koorimine

Kasvupinnase koorimiseks on planeeritud üks 21-tonnine ekskavaator. Teostatava töö mahuks on 12052 m³. Kooritud kasvupinnasest läheb osa sõelutud kujul haljastuse tarbeks ning uue pinnasevalli ehituseks Ülesoo kinnistule. Kõik kasvupinnase muld, mis peale pinnasevalli ja haljastuse teostamist alles jääb, kuulub utiliseerimisele. Kooritud ja kokku tõstetud kasvupinnas transporditakse kalluritega lattu või ladustatakse objekti kõrvale maaomaniku nõusolekul. Kõik ehituseks sobimatu materjal, mis ei ole projektis kajastatud

ning mis tuleb kaevetööde ajal välja, kuulub Töövõtjale ning tuleb hiljem vastavalt utiliseerida. [2]; [5]

3.2.2 Ehituseks sobiva pinnase kaeve

Maapõues leiduva sobiva pinnase kaevet teostab üks 21-tonnine ekskavaator ning kaevatava pinnase arvutuslikuks mahuks on 10083 m³. Materjali sobivust või sobimatust kinnitatakse võetud pinnaseproovide tulemustega, mille eest tasub Töövõtja. Juhul, kui kaevatud materjal vastab projektis esitatud materjali kvaliteedi nõuetele, läheb antud materjal vastavalt projektile kasutusse muldkeha ehitusel. Sobimatu ja sobiv materjal ladustatakse eraldi materjali kuhilatesse. Vajadusel tähistatakse need vastavalt, et vältida sobimatu materjali kasutus muldkeha ehitusel. [2]; [5]

3.2.3 Ehituseks sobimatu pinnase kaeve

Ehituseks sobimatu pinnase kaeveks on planeeritud vastavalt kaks 21-tonnist ekskavaatorit. Koos kaevetega rajatakse samaaegselt ka Ülesoo kinnistule uus pinnasevalli. Ehituseks sobimatut pinnast on hinnanguliselt 29700 m³, millest 7500 m³ läheb pinnasevalli ehituseks [5].

Töö jaotus on planeeritud järkevalt, et üks ekskavaator kaevab ning teine ehitab kaevatud pinnasest valli. Materjali viib pinnasevalli ehitavale ekskavaatorile ette, kas kallurauto või kui ehitustingimused ei soosi kalluri kasutust, siis traktor, mille kasutamise eeliseks on tema parem maastikuvõimekus. Tulenevalt pinnase tööst sõidavad materjali vedavad mehhanismid pidevalt pinnase peal. See toob kaasa olukorra, kus mehhanismid määrivad oma ratastega teekatet. Sellest tulenevalt on objektil regulaarselt harjaauto, mille üheks ülesandeks on teekatte puhtaks harjamine. Teiseks ülesandeks on kuival perioodil kastimine, et vältida liigse tolmu levikut.

3.2.4 Ajutise tee rajamine

Objekti kõrval paikneva ajutise ümbersõidutee ehitamiseks tuleb esmalt koorida arvutuslikult 1743 m³ kasvupinnast. Selleks on planeeritud üks 21-tonnise ekskavaator [5]. Materjal laetakse ekskavaatori poolt kalluritele või traktoritele ning seejärel teisaldetakse lattu. Ajutise tee täiteks läheb 1743 m³ Tm_65 ning tööks läheb vaja pinnaserulli, ekskavaatorit ning buldooserit. Seejärel ajutine tee pinnatakse. Objekti lõpus lammutatakse ajutine tee ning taastatakse esialgne olukord [2].

3.2.5 Drenaaž ja truubid

Paigaldavate truupide alused peavad olema minimaalselt 95 MPa kandevõimega ning truupide otsad tuleb kindlustada munakivisillutisega, mis on sängitatud kuivbetooniga. Paigaldada on vaja kolm 400 mm läbimõõduga plastiktruupi, mida on kokku 34 jooksvat m ning. Samuti üks 500 mm läbimõõduga plastiktruup, mille kogupikkus on 14 m. 500 mm läbimõõduga truup läheb rajatava mahasõidu alla ning kolm 400 mm läbimõõduga truupi paigaldatakse kahe rajatava hooldustee alla. Projektis on ette nähtud rajada drenaaž, milleks on vaja paigaldada 327 m dreentoru koos kollektori ja üksikdreeni suudme ehitamisega. Kõik drenaaži ja truubitööd on alltöövõtja kanda. [2]; [5]

3.2.6 Muldkeha ehitus

Muldkeha ehitatakse sobivast kohalikust ning juurde veetavast karjääri materjalist. Muldkeha ehituseks kasutatakse kolme erinevat materjali tüüpi, mis erinevad üksteisest kvaliteedi ning materjali omaduste poolest. Selleks on täitematerjalid Tm_65, Tm_90 ja Tm_105. Antud materjale võib asendada vaid kõrgema kvaliteediga materjaliga. Näiteks Tm_65 võib asendada Tm_90 vastu ning Tm_90. Tm_105 võib asendada näiteks Tm_115 vastu. [2]

Muldkeha ehitusel kasutatakse erinevaid mehhanisme, erinevate ehitusetappide jaoks. Buldooser ja pinnaserull on kaasatud peaaegu kõikide etappide ehituse juures. Muu tehnika lisandub vastavalt vajadusele, milleks on näiteks ekskavaator, mida kasutatakse näiteks viaduktikoonuste ehitamiseks. Samuti on ekskavaator vajalik materjali vastuvõtmiseks. Juhul kui poolhaagis veokitega otse objektile tulnud materjal hakkab kuhjuma, siis saab ekskavaatoriga materjali laiali tõsta. Muldkeha ehituseks on kokku arvestatud ligi 25000 m³. Kohaliku pinnast planeeritakse kasutada 163000 m³. Juurde veetava Tm_65 ja Tm_90 arvestuslik kulu on 8761 m³ ning Tm_105 puhul 8454 m³ [5].

Koos muldkeha ehitusega teostatakse jooksvalt muldkeha nõlvade täide. Muldkeha nõlvad täidetakse kohaliku täitematerjaliga, mida kulub arvutuslikult 10078 m³. Antud töö jaoks planeeritakse kasutada kahte ekskavaatorit ning ühte aluserulli [5].

Mullatööde käigus kaevatakse ning puhastatakse olemasolevad kraavid. Selle töö jaoks kasutatakse kahte 21-tonnist ekskavaatorit, millest üks kaevab ning teine võtab kaevatud materjali vastu. Kraavide kaevest tuleb orienteeruvalt 4526 m³ pinnast, sellega koos tuleb puhastada 256 m olemasolevaid kraave [5]. Kraavi kaevest tulev materjal läheb, kas pinnasevalli ehituseks või utiliseeritakse.

Enne rajatise sammaste ehituse algust tuleb viadukti aluse kaeve teostada. Antud töö maht on 999 m³ ning seda teostab üks ekskavaator [5]. Kaevatud materjal veetakse kallurite

või traktoritega lattu. Rajatise aluse ehituseks läheb arvestuslikult vaja 937 m^3 kohalikku täitematerjali ning antud töö on viimane enne rajatise sammaste ehituse algust [5]. Rajatise aluse ehituseks on planeeritud kaks ekskavaatorit ning pinnaserull, samuti läheb vaja pinnase tihendajat.

Muldkeha ehituse üheks suurimaks väljakutseks on materjali transport ning vastu võtmine. Tulenevalt suurtest täitematerjali mahtudest, võib tekkida probleem karjääris laadimisega. Samuti võib probleemseks kujuneda materjali vastu võtmine objektile, kus poolhaagisega veokid peavad materjali lattu või otse buldooserile viima. Siinjuures peab säilima ja toimima tavaliiiklus, mis on suunatud ajutisele ümbersõidu teele, mida kasutavad samaaegselt ka veokid. Samuti võib juhtuda, et veokijuhid pole piisavalt informeeritud sellest, kuhu nad materjali viima peavad. Samaaegselt toimub Alu maanteeviadukti ehitus ning AS TREV2 GRUPP alustab Parila viadukti ehitust, mis jääb Alu ja Juula vahele, mis omakorda tekitab kaks potentsiaalset kohta, kuhu eksinud veokijuht võib koorma maha panna. Selleks, et selliseid probleeme juba eos vältida, tuleb omada head kommunikatsiooni meeskonnaga omavahel ning karjääride ja autojuhtidega. Rajatava viadukti ning maapinna kõrguste vahe on ligi 10 m, mistõttu tuleb arvestada ka muldkeha järel tihenemisest tingitud vajumistega ning võimalike uhtumistega, mis võivad aset leida intensiivse vihma korral.

3.3 Katend

3.3.1 Freesimine

Kui ajutine ümbersõidutee on rajatud ning kasutuses, siis saab alustada freesimisega. Freesida tuleb keskmiselt 15 cm paksune kiht asfaldi, mille kogupindalaks on 8119 m^2 [5]. Freesimise jaoks on vaja: freesi; ekskavaatorit, mis võtaks laos freesipuru vastu; veeautot, mis täidab freesi ning kallureid, mis võtaksid freesipuru peale ning transpordiksid ülesvõetud asfaldi lattu. Freespuru saab kasutada mõne rajatava platsi aluseks, mida pole veel selleks ajaks tehtud.

3.3.2 Kruusalused

Peale muldkeha ehitust tuleb rajada täitematerjali Tm_105 alusele kruuspinnasest alus Tm_150-st. Kruusalusele on kehtestatud projektis miinimum paksus, milleks on 31 cm [2]. Kruusalus ehitatakse kahes osas. Esimeses etapis on materjali maht 5437 m^3 ning teises ehituse etapis 6717 m^3 [5]. Ehitustöödeks kasutatakse 21-tonnist ekskavaatorit, buldooseri ning pinnaserulli.

Mahasõitude aluste ehituseks kasutatakse segu number 6 kruusa, mida läheb vaja 666 m³. Ehitamiseks on parim kasutada greiderit, pinnaserulli ning ekskavaatorit. Mahasõitude pealmine konstruktsioon ehitatakse killustikust fraktsiooniga 16-32. Ehituseks tuleb kasutada ekskavaatorit, greiderit, pinnase tihendajat ning pinnaserulli.

3.3.3 Killustikalused

Põhitee killustikalus rajatakse samuti kahes etapis. Esmalt ehitatakse 25 cm killustikaluse kiht fraktsiooniga 32/63, pindalaga 13 565 m². Seejärel kasutatakse kiilumiseks killustikku fraktsioon 16/32 [5]. Esimest kihti ehitatakse buldooseri ja pinnaaserulliga, teist kihti greideri, pinnaserulli ning väikese rataslaaduriga. Rajatisega kokkuviikude puhul kasutatakse pinnase tihendajat.

Eraldi killustikaluse ehitus tehakse viadukti pealesõiduplaatidel, kuhu tuleb paigaldada graniitkillustik. Graniitkillustikku tarnitakse Skandinaaviast läbi Muuga sadama, mis on materjali veomaa kauguse poolest kaugeim (62km, Muuga) antud objekti puhul. Tarnitav materjali maht on väike, mistõttu tuleb suure transpordi kuluga arvestada. Graniitkillustikaluse ehitamiseks kasutatakse ekskavaatorit, pinnaserulli ja pinnase tihendajat ning mahuks on 292 m³ [5].

Killustikalused tuleb ehitada võttes aluseks juhend „Killustikust katendikihtide ehitamise juhend“. Juhul kui ehitatud alusest võetud materjali proov ei anna nõutud tulemust välja, siis tuleb välja vahetada proovivõtmise punktist mõlemas suunas 25 m. [2]

3.3.4 Asfalt

Asfalt paigaldatakse kahes kihis. Lisaks katte ehitusele, kasutatakse mastiksfasfali (MA 8) või hüdroisolatsiooni kaitsekihi ehituseks AC8 bin. Asfaldi on kokku 3 erinevat tüüpi: AC 20 base, mis läheb põhitee aluskihiks; AC 16 surf, mida kasutatakse põhitee kulumiskihis. Samuti kasutatakse AC 8 surf ja AC 16 surf tüüpi segusid hooldusteede ja mahasõitude asfalteerimisel. [2]

Objektil kasutatavad segud vastavad nõuetele: EVS 901-3 AKÖL 1500-2999 (AC 16 surf; AC 20 base; AC 8 bin); EVS 901-3 AKÖL <900. 45% graniit (AC 16 surf; AC 8 surf). Asfalteerimist teostab asfaldibrigaad, kes kasutab järgnevat tehnikat: asfaldilaotur; asfaldirullid ja väike rataslaadur. [2]

3.3.5 Peenrad

Peale asfaldi paigaldust saab katendi ehitamise viimase etapiga alustada. Kindlustamata peenarde ehituseks kasutatakse segu number 5 kruusa. Materjali kulub 134 m³ ning tööks

on planeeritud üks peenralaotur ning greider [5]. Laotatud peenrad tihendab 2,5-tonnine asfaldirull.

3.4 Rajatise ehitus

Rajatise ehitamine on täies mahus koostööpartneri Järelpinge Inseneribüroo OÜ teostada. Rajatise ehitamine algab peale viadukti aluse kaevet ning täidet. Esimene töö on viadukti sammaste ehitus ja betoneerimistööd. Järgmine tööetapp on tekiplaadi, pealesõiduplaadi ehitus. Rajatise ehitus hõlmab endast ka hüdroisolatsiooni ning vee ära juhtimissüsteemide paigaldust. Viadukti ehitamiseks on orienteeruvalt planeeritud 26 nädalat.

Betoneerimistööde väljakutseks objekti logistikat silmas pidades on betooniautode liikumine ja samaaegselt toimuv tavaliiiklus, mis võib tekitada probleeme olukorras, kus betooniautod peavad mingil põhjusel ootama teineteise järel ja sellega blokeerivad liiklust.

3.5 Haljastustööd

Haljastustööd teostatakse enne uue liikluskorralduse paigaldamist. Antud objekti raames hõlmavad haljastustööd murukülvi ning nõlva kindlustamiseks kookosmati paigaldamist [2]. Eelnevalt ladustatud kasvupinnas sõelutakse läbi, et eraldada suuremad kivid, praht ja oksad, et saada murukülvi jaoks sõelutud muld. Töö teostamiseks on vaja mullapuisturit. Külvatud seeme tuleb mururulliga kinni rullida, et toetada seemne idanemist. Kookosmati paigalduse eelduseks on muruseemne külv. Muru kasvualase rajamine ja külv hõlmab kokku 50816 m² ala, kus 14912 m² tuleb paigaldada ka kookosmatt [5].

Haljastustööde juures võib kujuneda raskuseks sügise saabumisega kehvad ilmastikuolud, mis teevad muru külvamise raskendatuks. Kui selleks ajaks on öökülmad juba saabunud, siis tuleb haljastustööd kevadesse edasi lükata. Lisaks tuleb erilist tähelepanu pöörata kookosmati paigaldamisele, oskamatu paigalduse tulemusel võib matt puruneda ja sellega kaob mati tööpõhimõtte ära.

3.6 Progressifotod

Progressifotode eesmärk on jäädvustada objekti ehitus algusest lõpuni piltide näol. Seda nii ülevaate saamiseks kui ka tehtud tööde kinnitamiseks ning hilisemaks tõestamiseks. Progressifotosid tehakse nii maa pealt kui ka õhust aerofotodena, lähtudes sellest, kuidas lepingus on ette näinud. [2]

Juula maanteeviadukti ehituse raames on Töövõtja kohustatud tegema progressifotosid kord kuus, kogu ehitusobjektist. Tuleb teha nii maafotosid kui ka aerofotosid. Üks pildikomplekt peab koosnema vähemalt kahekümnest fotost. Aerofotod tuleb teha

vähemalt saja meetri kõrguselt ning selleks peab Töövõtja hankima kõik vajalikud load ja kinnitused. Tellijaga kooskõlastatult võib teha aerofotosid ka madalamalt kui sada m. [2]

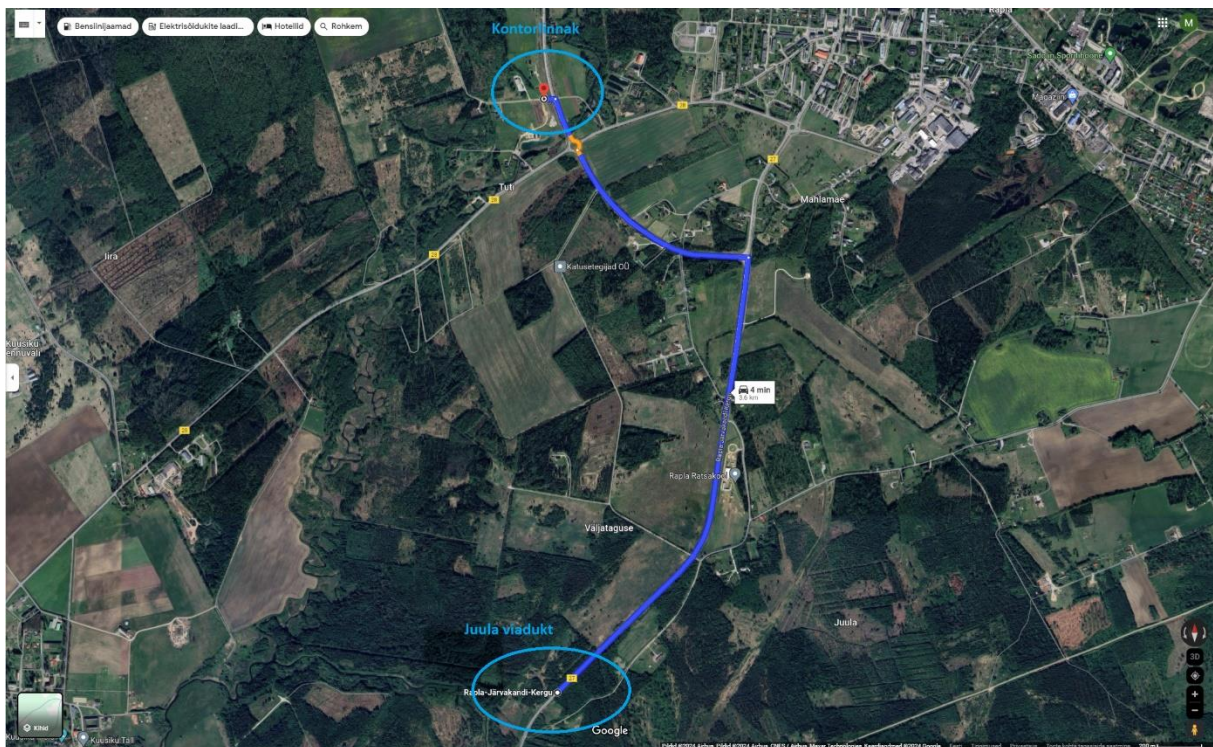
Tehtud fotod tuleb Tellijale esitada koos täiendava infoga (foto asukoht piketiliselt; kuupäev; kellaaeg; selgitus, mida pildistati) ning salvestada JPEG formaadis. Fotod tuleb salvestada mälupulgale ning esitada Tellijale kuni 10 päeva jooksul pärast pildistamist. Tellijal Inseneril on õigus nõuda täiendavaid fotosid. [2]

Rajatise vahetuslähedusse tuleb paigaldada kaks kaamerat, mis filmivad ning salvestavad objekti tööd. Kaamerate asukoht tuleb kooskõlastada Tellijaga. Antud kaamerate jäädvustamise tulemusel valmib objekti ehitusest 5-minutline *time-laps*. [2]

4 EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN

4.1 Soojaku asukoht

Objektikontorite asukoha valikul lähtutakse logistilisest paiknevusest ning sellest tingituna on sobiv asukoht Krantsi kõrtsi krundi territoorium (kataster: 66904:003:0106) [7]. Kuna samaaegselt ehitatakse maanteeviadukti Alus ja Juulas, sai asukoha valikul määravaks objektide omavaheline paiknevus. Mistõttu ei ole mõistlik kahte eraldi laoplatsti ja objektikontorite ala rajada olukorras, kui mõlemat viadukti ehitab sama meeskond. Soojaku asukoht on toodud alljärgneval joonisel (Joonis 6).

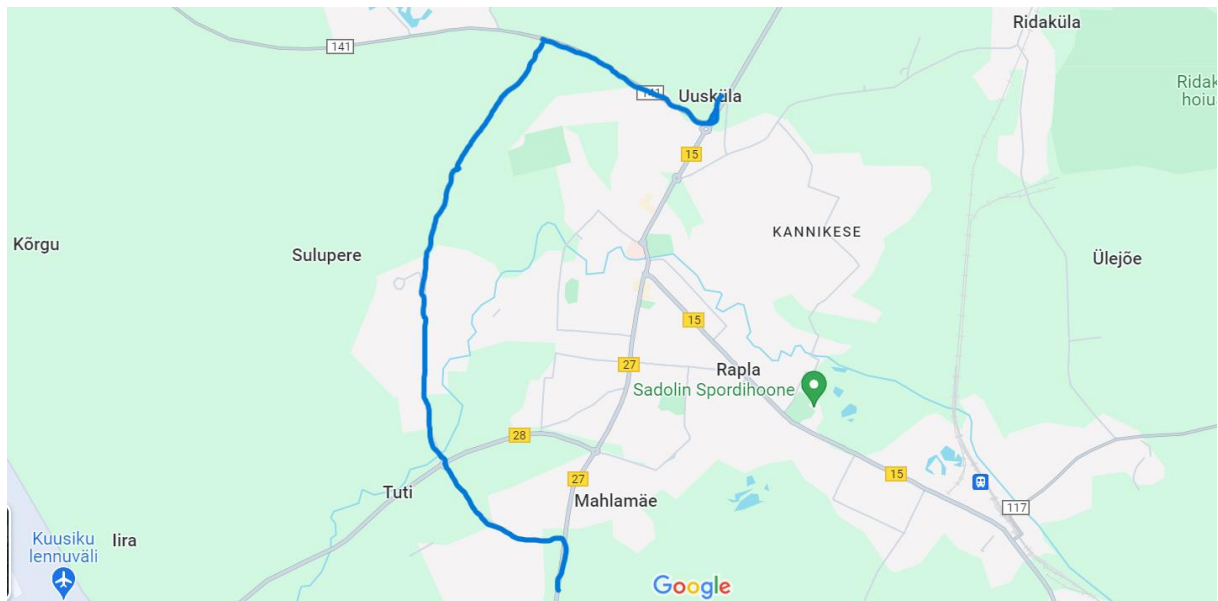


Joonis 6. Soojaku asukoht objekti suhtes [3]

4.2 Transpordipiirangud

Materjali veo puhul on piiravaks teguriks CE-kategooria poolhaagisega veoautode maksimum lubatud mass (haagise O4 kategooria). Maksimum mass sõltub veoki ja haagise telgede arvust ja omavahelisest paiknemisest. Eesti teedel on ilma eriloata lubatud poolhaagisega veokiga vedada kuni 44 tonni, eeldusel, et tegu on 5-teljelise autorongiga, mille vedukil on 3 telge ning haagisel 2. Kuue või enama teljega masinatel on samuti lubatud 44 tonni. Üle 44 tonni vedamiseks on tarvis taotleda raskeveoki eriluba. Kaalupiirangust tulenevalt on ümbersõidukohustus raskeveokitel ümber Rapla linna. See tähendab, et materjal, mis tuuakse objektile Tallinna poolt, peab suunduma ümber Rapla.

Piirang kehtib C-kategooria masinatele registrimassiga üle kümne tonni. Ümbersõidu tee on märgitud alloleval joonisel (Joonis 7). [9]



Joonis 7. Rapla ümbersõidu tee [3]

4.3 Esmaabi

Objektil on esmaabi eest vastutavaks isikuks objektijuht, aga kogu projektmeeskond omab esmaabivahendeid tööautos ning on läbinud vastava esmaabikoolituse. Hädaolukorras tuleb tegutseda juhindudes ettevõtte juhenditest „Valmisolek hädaolukordadeks ja tegutsemine nende puhul“ ning „Töösisekorraeskiri ehitusobjektil“.

Tuleohutuse eest on vastutavaks isikuks objektijuht. Soojakutes on nähtaval kohal tulekustutid ning esmaabikotid. Samuti peavad olema masinad varustatud tulekustutitega. Õnnetusjuhtumite korral aidatakse kannatanuid ning tehakse endast olenev kahjude minimaliseerimiseks. Teavitatakse vastutavat isikut, projektijuhti ning vajadusel ka Päästeametit. Hädaolukorras helistada 112 ja käituda sealt saadud juhiste järgi. [10]

Üks tuleohtlikumaid tegevusi objektil on masinate tankimine, mille käigus võib kütust maha lekkid ning lahtine leek võib kütuse süüdata. Selle riski maandamiseks on Juula maanteeviadukti ehitusel masinate tankimisel nõue tankida rasketehnikat otse masinast-masinasse, mis välistab käsitsi kanistritega tankimise, mille käigus võib kütus maha lekkida. Lisaks tuleohutusele tagab selline tankimine ka keskkonnamoju, välistades maapinna reostamise kütusega. [10]

4.4 Jäätmekäitlus

Objekti kontorlinnaku territooriumile paigaldatakse prügikastid ning samuti on prügikastid soojakutes sees. Kõik töötajad vastutavad korrektse prügikäitluse eest. Keskkonnaohutuse eest on vastutavaks objektijuht. Objektile on ettenähtud ajutine ehitusjäätmete ladustamise punkt, kuhu pannakse erinevate ehitusetappide teostamisest ja masinate hooldamisest alles jääv prügi (kile, pakend). Objektile tuleb paigaldada ohtlike jäätmete prügikast värvipurkide, määride pudelite ja rajatise hüdroisolatsiooni paigaldusest alles jäävate jäätmete korrektseks käitluseks. [2]

4.5 Objektivalve

Objektile on ettenähtud valvealad turvalisuse tagamise eesmärgil. Selleks, et valvata peatöövõtja ning teiste koostööpartnerite vara. Valvealasid on planeeritud kaks. Millest üks valveala paigaldatakse kontorlinnaku territooriumile ning teine valveala tuleb rajatise kõrvale, kuhu tuleb ka ehitusmasinate parkimisala. Tegu on postide otsa kinnituvate kaameratega, mis tuleb paigutada paari kaupa diagonaali, moodustades nelinurkse kaamera vaatevälja jääva ala. Kaamerate vaateulatus on 90 kraadi ja sellest tulenevalt vajadus paigaldada kaamerad paari kaupa. Samuti paigaldatakse kontorlinnaku ümber piirdeaiad, vältimaks võõraste isikute juurdepääsu soojakute territooriumile. [2]

4.6 Meeskond

Verston OÜ projektmeeskond Juula maanteeviadukti ehitusel koosneb järgnevatest isikutest: projektijuht, objektijuht ning kaks töödejuhti. Neile lisanduvad töölised ning masinajuhid.

Projektijuht (diplomeeritud tase 7) vastutab, et kõik tööd saavad täidetud vastavalt lepingule. Samuti vastutab üldise juhtimise eest ning suhtleb Tellija ja Inseneriga. Küsimuste korral võtab ühendust vastavate organisatsioonide ja ametkondadega. Tegeleb dokumentatsiooni koostamise ja haldamisega. Lahendab lepingulisi ning tehnilisi probleeme jne. [11]

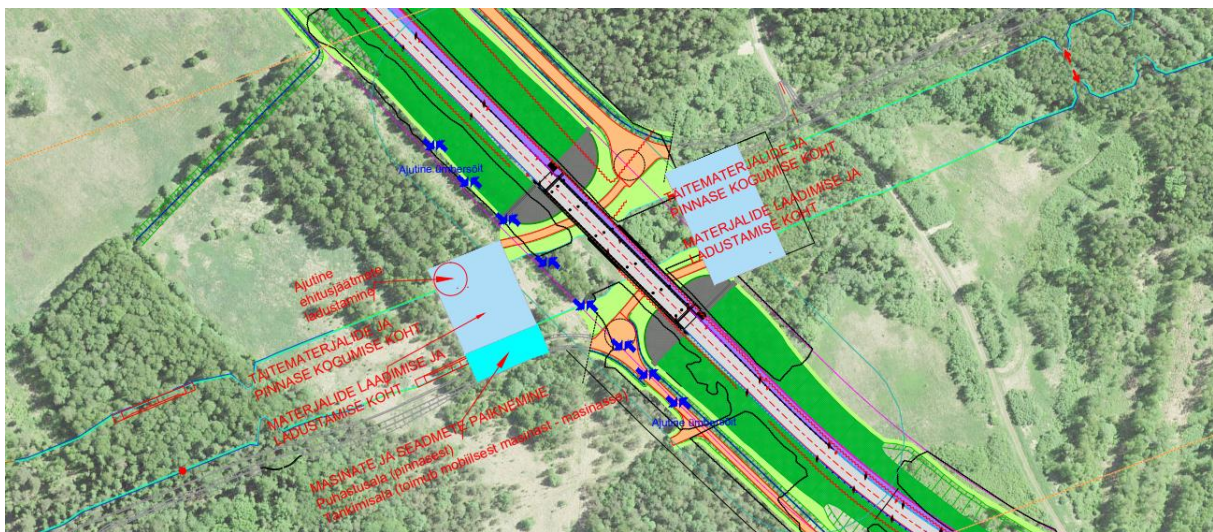
Objektijuht (diplomeeritud tase 7) tegeleb liikluskorralduse ja tööohutusega. Lisaks koostab objektijuht aktid, graafikud ja esitab ehitustöödepäevikud. Koordineerib alltöövõtjaid. Vendub materjali kvaliteedis ning jälgib tulusid ja kulusid. [11]

Töödejuht (esmane tase 6 omandamisel) vastutab tööfrontidel toimuva eest. Juhib ressursse ja kontrollib masinate tööd. Samuti teostab vastavaid mõõdistusi ja väljamärgimisi. [11]

4.7 Laod ja karjäärid

4.7.1 Laod

Objekti koosseisu kuulub neli materjali ladu, millest kaks asuvad kontorlinnaku kõrval ning kaks rajatava rajatise kõrval, üks ühel pool rajatist, teine teisel pool. Objektil asetsevad materjali laod on toodud alljärgneval joonisel (Joonis 8). Objekti ladude eesmärk on varustada muldkeha ehitust materjaliga ning kontorlinnaku ladu on materjali jaoks, mis ei leia kasutust igapäevaselt või mille kasutus on piiratud. Laoplatsid rajatakse freespurust aluse peale. Ladudes hakkab laadimine toimuma ekskavaatoriga, kuid nii palju kui võimalik, tehakse töid ilma vahelaota.



Joonis 8. Laoplatside asukoht objektil [12]

4.7.2 Karjäärid

Puistematerjali hakatakse tooma mitmest erinevast karjäärist Raplamaal. Täitematerjali 65 (edaspidi Tm_65) toomiseks on parim variant Eesti Killustiku Raikküla karjäär, mis asub 9 kilomeetri kaugusel objektist. Raikküla karjäärist tuleb ka killustik fraktsiooniga 16-32 ning 32-64. Täitematerjali 90 (edaspidi Tm_90) saabub objektile Elektrivälja Hagudi karjäärist, mis on 13 kilomeetri kaugusel. Samast karjäärist tuleb ka Täitematerjal 105 (edaspidi Tm_105). Täitematerjal 150 (edaspidi Tm_150) osas on valitud Maineri Sillaotsa karjäär. Sama karjäär varustab ehitust ka purukruusa fraktsioon 0-32 ning seda tuuakse 20 kilomeetri kauguselt. Tm_65/90/105 tehakse täiendavad katsed, et tõendada materjalide sobivust ja kvaliteeti. Valitud materjalidele teostatakse filtratsiooni, terastikulise koostise ja plaatsusteguri määramine. [2]

Tm_65, Tm_90 ja Tm_105 läheb muldkeha ehitusel kasutusele. Tm_65 läheb vaja ligi 300000 tonni. Tm_90 tuleb Hagudi karjäärast ligi 15700 tonni ning Tm_105 läheb vaja ca 15200 tonni. Need on kolm peamist muldkeha ehituseks vajaminevat materjali. Ehituseks vajamineva mahu mõistes võib veel välja tuua asjaolu, et Tm_150, mida läheb umbkaudset 14900 tonni ning see läheb kruusaluse tegemiseks. [5]

4.8 Ajutine liikluskorraldus

Ajutist liikluskorraldust Juula maanteeviadukti ehitusel korraldab alltöövõtja, kelle ülesandeks on vastavalt projektis kooskõlastatud liiklusskeemidele paigaldada ajutised liiklusmärgid ning teadete tahvlid. Liikluskorralduse paigaldamisel tuleb lähtuda juhistest „Riigiteede liikluskorralduse juhised“ ja „Riigiteede ajutine liikluskorraldus“. [2]

Ajutine liikluskorraldus hakkab kehtima alates sellest, kui peatöövõtja alustab ehitustöödega, milleks antud objekti puhul on esmalt juurimine ja teemaa-ala puhastamine. Lisaks suunavatele märkidele piiratakse ajutise liikluskorraldusega ka piirkiirust, mis langetatakse kuni 50 km/h peale. Ajutine liikluskorraldus kehtib ehitustööde lõpuni. [2]

Kõik ajutiseks liikluseks mõeldud teed ja laiendused tuleb rajada kõvakattega. Ajutised teed tuleb ehitada nii, et eriveosed saaksid vajadusel liigelda. Jalakäijatele tuleb tagada läbipääs objektilt, vajadusel rajada eraldi ajutine kergliiklustee. [2]

5 KVALITEEDI TAGAMISE PLAAN

Käesoleva töö raames valminud kvaliteedi tagamise plaani aluseks on Juula maanteeviadukti projektdokumentatsiooni tehnilise kirjelduse eritingimuste lisa 1. [2]

5.1 Peatöövõtja töö kvaliteedi kontroll

Peatöövõtja tööd kontrollivad Tellija ja Insener. Kontrollmõõtmised ja proovivõetud teostatakse Tellija esindaja juuresolekul. Peatöövõtja on kohustatud ehitama juhindudes kehtivatest juhenditest, standarditest ja seadustest. Samuti jälgima ehituse head tava. [13]

5.2 Alltöövõtjate töö kvaliteedi kontroll

Peatöövõtja Verston OÜ seab alltöövõtjatele kõrged nõudmised nii tehnilise pädevuse kui ka tehtud töö kvaliteedi osas. Alltöövõtjate tööd kontrollitakse regulaarselt, veendumaks tööde kvaliteedis ja kokkulepitud tulemuses. Kõik puudused fikseeritakse ning puuduste ilmnemisel esitatakse vastav märkus, mis tuleb viivitamatult likvideerida. Puuduste korral rakenduvad meetmed on peatöövõtja ja alltöövõtja omavahel enne lepingu sõlmimist kokku leppinud. Alltöövõtjate valikul hinnatakse nende pädevust, oskusi ning sobivust antud tööde teostamise osas. Samuti kontrollitakse alltöövõtjate kehtivaid litsentse ning kvalifikatsioone. Töövõtja kontrollib ja veendub, et alltöövõtja püsib etteantud ajagraafikus. Alltöövõtjale tutvustatakse objektile kehtivaid sisekorraeeskirju ja vajalikke ohutusmeetmeid. [13]

5.3 Tööetappide kontroll ning kvaliteedi tagamine

Tööetappe kontrollitakse vastavate mõõteseadmetega, mis on töökorras ning kalibreeritud (Joonis 9). Materjalidest proove võttes ja mõõtmise teostades lähtub töövõtjal lähtuda „Enimlevinud tee-ehitustöödel kontroll- ja vastuvõtu toimingute loetelu“ tabelist. Proovid pakendatakse vastavatesse anumatesse või kottidesse. Puistematerjalide kotid peavad olema vastupidavad. Asfaltsegudest proovide võtmiseks kasutatakse kaanega suletavaid metalllämbreid. Tehtud mõõdistused edastatakse Insenerile. Peatöövõtja, kes viib läbi mõõdistusi, vastutab, et mõõteseadade oleks hoitud ja käsitletud heaperemehelikult. Samuti vastutab, et mõõteseadade oleks täpne ja kasutuskõlblik mõõtmiste ajal ning ka peale mõõtmisi. [13]

Mõõtevahend	Omandisuhe	Kalibreerimine		Andmete hoidmine
		Eelnev	Järgnev	
Inspector 3/4	Verston OÜ	09.01.2024	09.01.2025	Elektroonne
Kaldelatt KM3	Verston OÜ	09.01.2024	09.01.2025	Elektroonne
Penetromeeter	Verston OÜ	09.01.2024	09.01.2025	
Lasernivelliir GL 420	Verston OÜ	09.01.2024	09.01.2025	
Rover Leica iCon GPS 60	Verston OÜ			Elektroonne

Joonis 9. Kasutatavad mõõteseadmed [13]

5.4 Materjalide ja toodete kvaliteedi tagamine

Materjalide kvaliteeti kinnitatakse tuginedes kehtivatele juhenditele, standarditele ning tehnilistele paramele. Laboratoorsed katsed viiakse läbi tellijaga kooskõlastatud laborites ning materjale katsetatakse vastavalt projektis väljatoodud nõuetele. [13]

Materjali käsitlemisest tingitud kõrvalekalded fikseeritakse juhul kui: [13]

- Tehtud töö ei vasta kvaliteedi tagamise plaanile või kvaliteediinseneri märkustele;
- On tekkinud õnnetus või ohtlik olukord;
- Tehtud töö tulemus ei vasta tellitule;
- Töövõtja pakub alternatiivlahenduse välja;
- Tekib tugev keskkonna kahju.

Kõrvalekaldeid loetakse tehnilisteks ja tegevusest tingituks. Kõrvalekalletest koostatakse aruanded ning need esitatakse tellijale ja insenerile teavitamiseks ning potentsiaalsete parandusmeetmete arutamiseks. Kõrvalekalded uuritakse ettevõtte siseselt, et vajadusel läbi viia parandusi, et edaspidi kõrvalekaldeid ennetada. [13]

6 KESKKONNAKAITSE

Keskkonnategevuskava alusel tagatakse keskkonnahoid objektil keskkonnategevuskava alusel, kus on lahti kirjutatud erinevad tegurid ja nende mõju keskkonnale ning meetmed nende tegurite ohjamiseks ning keskkonna kaitseks. Peatöövõtja eesmärk on keskkonnahoiu edendamine ning kliimamuutuste vastu võitlemine. Jätkusuutlikku ehitamist soodustavad eesmärgid on järgnevad: [13]

- Põhjavee kaitsmine ja vastutustundlik veekasutus;
- CO₂ vähendamine;
- Tööst tingitud tolmu tõkestamine;
- Energia tarbimise vähendamine;
- Kütuste ning muude ohtlike vedelike/ainete nõuetekohane käitlemine/hoiustamine;
- Taaskasutus objektil, karjääris ja tehastes.

Eesmärk on säilitada loodust ning tekitada ehitusega keskkonnale nii vähe kahju kui võimalik. Ehituse käigus on keskkonnahoiu eest vastutavad isikud: projektijuht, objektijuht ning kvaliteedijuht, kuid tegelikult hakkab keskkonnakaitse iga indiviidi enda tasandil. Kõik ehitusega seotud inimesed saavad teha midagi, et säilitada loodust. [13]

Näiteks saavad masinajuhid oma tehnika mootori seisata, kui töö tegemist ei toimu, et masinad ei töötaks tühikäigul. Keskkonnakaitset soosib samuti säästlik materjali kasutus. Geotekstiili paigaldamisel lähtutakse vajalikust ülekattest ning ei raisata geotekstiili. Juhul, kui geotekstiili rulli lõpp jääb üle, siis lõigatakse ülejääk ära ja kasutatakse see mujal ära, mitte ei voldita kahekordselt ja ei jäeta konstruktsiooni alla. Masinate tankimiseks rajatakse eraldi tankimisala, millele laotatakse tankimismatid. Tolmu tõkestamiseks kasutatakse veeautosid, mis pritsivad teekatte märjaks ning seeläbi tõkestavad tolmu levikut. Ümbritsevat ühiskonda kaitseb liigse müra eest kokkulepitud tööaeg, mis sätestab töö tegemiseks sobivad kellaajad, mis omakorda säilitab vaikuse varajastel hommikutundidel ning hilistel õhtutundidel. Vahetusläheduses olevast Kuusiku jõest võetakse regulaarselt proove, et vältida ehitusest tingitud vee saastumist.

7 VAJALIK RESSURSS JA AJAKULU

Ehitustöödeks vajamineva ressursi ja ajakulu arvutamisel on aluseks võetud lõputöö autori töökogemus, mis on omandatud Sopi-Tootsi tuulepargi ehitusprotsessis osalemisega. Tehtud arvutused võtavad arvesse ajapuhvreid, ootamatuid seisakuid, kuid samas arvestades seejuures ka autori töökogemust ja teadmisi.

Tööde teostamisel on arvestatud tööpäeva pikkuseks 10 tundi, mida saab vastavalt kokkuleppele muuta. Juhul kui mõne ehitusetapi valmis saamiseks on vaja teha pikem tööpäev, siis on see arvutuse algandmetes kajastatud. Mõned tööd on alltöövõtjate teostada. Sellisel juhul on välja toodud tööks kuluv orienteeruv aeg ning alltöövõtja poolt kasutatav tehnika.

7.1 Ettevalmistustööd

Ettevalmistustööde hulka kuuluvad järgnevad tööd: raadamine; juurimine; teemaa-ala puhastamine; tähispostide ning liiklusmärkide eemaldus; ajutise liikluskorralduse paigaldamine; piketaaži väljamärkimine; ajutiste teede, platside ning kontorlinnaku rajamine.

Raadamise teostab ning viib puud metsast välja RMK enne ehitustööde algust. Juurimise ja teemaa-ala puhastamise teostab alltöövõtja. Juurimiseks ja kändude puurimiseks on planeeritud üks ekskavaator, koos kõikide vajalike lisadega. Kokku on vaja juurida 32400 m² ning selle jaoks kulub alltöövõtjal orienteeruvalt 8 päeva, mis teeb päeva tootlikuseks 4050 m² [5].

Töödejuhatajad märgivad enne juurimise algust piketid välja kasutades selleks seadet Leica Roveriga iCon GPS 60. Seejuures jättes piisavalt ruumi juurimiseks ning muldkeha ehituseks. Vajadusel liigutatakse pikette, kui need peaksid ette jääma.

7.2 Mullatööd

Mullatööd jagunevad omakorda eraldiseisvateks järgnevateks etappideks:

- Kasvupinnase koorimine;
- Ehituseks sobiva pinnase kaeve;
- Ehituseks sobimatu pinnase kaeve ja pinnasevalli ehitus;
- Muldkeha ehitus.

7.2.1 Kasvupinnase koorimine

Eemaldamisele kuuluva kasvupinnase kogumaht on 13795 m³ ning sellest 1743 m³ moodustab ajutise ümbersõidutee kasvupinnas [5]. Kasvupinnase koorimisel tuleb arvestada haljastuseks vajamineva materjaliga. Mistõttu on kõige optimaalsem lahendus vaalutada kasvupinnas objekti kõrvale. Üleliigne maht, mis objekti kõrvale ladustamiseks ära ei mahu, pakkuda kõrval oleva krundi maaomanikule. Juhul kui maaomanikuga saavutatakse kokkulepe, siis saab üleliigse materjali ära planeerida. Muul juhul tuleb üleliigne pinnas lattu viia. Kasvupinnase koorimiseks kasutatakse ühte ekskavaatorit. Ühe ekskavaatori tootlikuseks kasvupinnase koorimisel ja valli tõstmisel arvestatakse 80 m³/h. Tööks kuluv aeg arvutatakse järgneva valemiga (1):

$$t = \frac{S_t}{n_m \times A}, \quad (1)$$

kus t -ajaline kulu h;

S_t -teostatava töö maht m² või m³;

n_m -masinate arv (tk);

A -jõudlus m² või m³/h.

Tööks kuluv aeg vastavalt valemile (1) on:

$$t = \frac{13796}{1 \times 80} = 173 \text{ (h) ehk } 17,5 \text{ tööpäeva.}$$

7.2.2 Ehituseks sobiva pinnase kaeve

Muldkeha ehituseks sobivat pinnast on kululoendis ette nähtud 10083 m³ [5]. Ehituseks sobiv materjal ladustatakse objekti kõrvale lattu kuni hetkeni, millal seda saab kasutada muldkeha ehitusel. Selle töö teostuseks on vaja ühte 21-tonnist ekskavaatorit, mille tootlikus on 60 (m³/h). Tööle kuluv aeg leitakse valemiga (1):

$$t = \frac{10083}{1 \times 60} = 168 \text{ (h) ehk } 17 \text{ tööpäeva.}$$

Eeldades, et sobiv pinnas tuleb lattu vedada traktoritega ning ühe veoringi ajaks koos laadimisega ja koorma maha valamisega on 15 minutit. Ühe traktori koorem on ca 13 m³. Üks traktor teeb päevas 38 ringi. Võttes arvesse, et pool tundi on lõuna. Leiame vajaliku traktorite arvu valemiga (2):

$$n_m = \frac{S_t}{n_r \times m}, \quad (2)$$

kus n_m - masinate arv tk;

S_t - teostatava töö maht päevas m^2 või m^3 ;

n_r - ringide arv päevas tk;

m - korraga veetava materjali kogus m^3 .

Leitakse vajalik traktorite arv valemiga (2):

$$n_m = \frac{600}{38 \times 13} = 1.$$

Kõige optimaalsem viis materjali lattu viimiseks on ekskavaatoriga kuhjade ette tõstmine. Peale materjali ette tõstmist, tuleb materjal traktori peale laadida ning lattu viia. Muul juhul on traktori ooteaeg pikem.

7.2.3 Ehituseks sobimatu pinnase kaeve ja pinnasevalli ehitus

Ehituseks sobimatut pinnast on kokku 29700 m^3 , millest umbes 7500 m^3 läheb uue pinnasevalli ehituseks Ülesoo kinnistule [5]. Lisaks tuleb arvestada, et kaeve puhul on ekskavaatori tootlikus 60 m^3/h ja valli ehituse puhul 50 m^3/h . Kõige optimaalsem viis sobimatu pinnase kiireks kaevetööks on kaevata kogu maht kahe ekskavaatoriga ning samaaegselt transportida traktoritega osa kaevatavast materjalist pinnasevalli ehituseks. Juhul, kui enamik pinnasest saab kaevatud, siis viiakse üks ekskavaator pinnase valli ehitama, samal ajal, kui teine lõpetab kaeve. Kaevest ja valli ehitusest üle jääv pinnas planeeritakse laiali. Kaevetööks kuluv aeg arvutatakse valemiga (1):

$$t = \frac{29700}{2 \times 60} = 248 \text{ (h) ehk 25 tööpäeva.}$$

Materjali vedu rajatava pinnasevalli juurde toimub traktoriga. Veodistsants on ligikaudu 1 km ning traktoril kulub ühe ringi tegemiseks umbes 10 minutit, mis teeb 6 ringi tunnis ning 57 ringi päevas, arvestades siinjuures ka poole tunnist lõunat. Üks koorem on arvestuslikult 13 m^3 . Kuna traktor saab materjali viia enne ehituse algust, siis piisab ühest traktorist. Traktori päevatootlikus on 741 m^3 . Eeldusel, et vaja on 7500 m^3 , leitakse tööks kuluv aeg päevades valemiga 7500/741, mis võrdub ümardatult 10 päevaga. Valli ehituseks kuluv aeg on leitav valemiga (1):

$$t = \frac{7500}{1 \times 50} = 150 \text{ (h) ehk 15 tööpäeva.}$$

7.2.4 Ajutise tee ehitamine

Ajutise tee kasvupinnase koorimise maht ja töö kajastub põhitee kasvupinnase koormise all. Ajutine tee rajatakse selleks, et võimaldada probleemivaba tavaliiklus. Ajutise tee täide teostatakse ilma vahelaota. Töö teostatakse buldooseri ja pinnaserulliga. Täidetav maht on 1743 m³ [5]. Buldooseri tootlikuseks on arvestatud 60 m³/h, sest rajatava tee parameetrid ning poolhaagisveokitega otse ehitamine võtavad tempot maha. Tööks kuluv aeg leitakse valemiga (1):

$$t = \frac{1743}{1 \times 60} = 29 \text{ (h) ehk 3 tööpäeva.}$$

Üks poolhaagis veok võtab 15 m³ materjali ühe koormaga. Buldooseri tootlikkuse saavutamiseks on vaja objektile vedada 4 koormat tunnis. Vältimaks buldooseri seismist on tarvis kahte veokit.

Tulenevalt kevadisest sademete ning lume rohkusest, peab ajutise tee rajamisel arvestama seni määramata suurema töö mahuga, mis tuleneb vajadusest kaevata ajutise tee trassi sügavamaks, sest vesi rikub kaevatud aluspinnase kiiresti ära, kui koheselt materjali peale lükata pole võimalik. Samuti tuli kasvupinnase koorimisel ilmsiks turba olemasolu, mis oli teada tegur, kuid millega kohanemine eeldab siiski täiendavate meetmete rakendamist, alustades turbapinnase eemaldamisega.

Ajutise teekate pinnatakse. Pindamist teostab pindamise brigaad. Pindamise brigaadi kuulub järgnev: asfaldirull, gudronaator, 3 kallurit+ *secmair*. *Secmair* on lisaseade kallurauto kasti küljes, mille abil saab materjali maha valada kontrollitud koguses ja ühtlaselt jaotatult.

Pindamisele kuulub 4732 m² ning teostatakse kahekordne pindamine fraktsioonidega 8/12 ja 4/8 [14]. Kahekordne pindamine tähendab esmalt aluspinna sideainega katmist ning seejärel jämedama fraktsiooni peale laotamist. Seejärel pihustatakse uuesti sideaine kiht ning peale peenema fraktsiooniga materjal. Peale viimase kihi paigaldust teostatakse asfaldirulliga tihendamine. Pindamise tootlikuseks arvestatakse 1000 m²/h. Töö ajaline kulu on leitav valemiga (3):

$$t = \frac{4732}{1000} = 5 \text{ (h) ehk pool tööpäeva.}$$

7.2.5 Muldkeha ehitus

Muldkeha ehituseks kasutatakse üht buldooseri ja pinnaserulli komplekti. Buldooseri jõudlus muldkeha ehitusel on 165 m³/h. Ehitus toimub kolmest erinevast täitematerjalist, millel on järgnevad mahud: [5]

- Tm_65 -163496 m³;
- Tm_90 -8761 m³;
- Tm_105 -8454 m³.

Muldkeha ehituseks vajalik materjal tuuakse karjäärast otse buldooserile ilma vahelaota. Juhul, kui materjali hakkab buldooseri jaoks liiga palju tulema, siis suunatakse osad veokid vahelattu. Juhul, kui on saavutatud vahelaos piisav materjali kogus, et võtta juurde üks buldooser, siis võetakse jooksvalt tehnikat juurde. Tm_65 paigalduse aeg on leitav valemiga (1):

$$t = \frac{163496}{1 \times 165} = 991 \text{ (h) ehk 99 päeva.}$$

Tm_90 paigaldamiseks kuluv aeg arvutatakse valemiga (1):

$$t = \frac{8761}{1 \times 165} = 53 \text{ (h) ehk 5,5 tööpäeva.}$$

Tm_105 paigaldamiseks kuluv aeg arvutatakse valemiga (1):

$$t = \frac{8454}{1 \times 165} = 51 \text{ (h) ehk 5 tööpäeva.}$$

Raikküla karjäärast kulub veokil edasi-tagasi sõidu peale 15 minutit, võttes laadimise ja ootamise ajaks 20 minutit on ühe ringi aeg 35 minutit. Üks veok saab päevas teha 13 ringi, mis on 351 tonni materjali. Buldooseri töös hoidmiseks on vaja tunnis 306 tonni materjali. Päevas vajalike poolhaagete arv on leitav valemiga (2):

$$n_m = \frac{306 \times 13}{351} = 11,3 \text{ (tk) ehk 11 poolhaaget.}$$

Hagudi karjäärast kulub veokil edasi-tagasi sõidu peale 21 minutit, ootamisele ning laadimisele 20 minutit, mis teeb ringi ajaks 41 minutit. Üks veok suudab päevas teha 10 ringi ning selle ajaga tuua 270 tonni materjali. Vajalike poolhaagete arv leitakse valemiga (2):

$$n_m = \frac{306 \times 10}{270} = 11,3 \text{ (tk) ehk 11 poolhaaget.}$$

Geotekstiil paigaldatakse muldkeha täitekihi vahele. Selle töö puhul tuleb silmas pidada õiget ülekatte mõõtu. Antud objektil on kasutusel 200 kN ja 300 kN tõmbetugevusega geotekstiilid, mille ülekate peab olema 1,05 m. Tekstiil paigaldatakse 2 töömehe ning kops-laaduri abiga. Tootlikuseks on 38,5 m²/h ning pindalaks 10850 m². Geotekstiili paigalduseks kuluv aeg on leitav valemiga (3).

$$t = \frac{S_t}{A}, \quad (3)$$

kus t -ajaline kulu h;

S_t -teostatava töö maht m² või m³;

A -jõudlus tunnis m² või m³.

Geotekstiili paigalduseks kuluva aja leiab valemiga (3):

$$t = \frac{10850}{38,5} = 282 \text{ (h) ehk 28 tööpäeva.}$$

Koos muldkeha ehitusega täidetakse muldkeha nõlvad kohaliku materjaliga, mis vastab sobiva pinnase nõuetele. Muldkeha nõlvade täitmisel kasutatakse kahte ekskavaatorit ning pinnaserulli. Nõlvade täite maht on 10078 m³ ning tootlikuseks arvestatakse 80 (m³/h) [5]. Tööks kuluv aeg leitakse valemiga (1):

$$t = \frac{10078}{2 \times 80} = 63 \text{ (h) ehk 6,5 tööpäeva.}$$

Kraavide kaevamiseks kasutatakse kahte ekskavaatorit, millest ühe buldooseri arvestuslikuks jõudluseks on 30 m³ tunnis. Kraavi kaeve mahuks on 4526 m³ [5]. Kaevatud materjal planeeritakse laiali. Tööks kuluv aja leiab valemiga (1):

$$t = \frac{4526}{2 \times 30} = 75,4 \text{ (h) ehk 7,5 tööpäeva.}$$

Alltöövõtja paigaldada on drenaaž ja truupid. Truupide sisse- ja väljavoolude kõrgused märgib välja geodeet. Alltöövõtja teostab tööd oma ressursiga, mille hulka kuulub 21-tonnine ekskavaator, erineva massiga pinnase tihendajad, lasernivelliiri ja 2-3 töömehest. Projektlahendus ei näe ette ühtegi truupi põhitee alla, 3 projektset truupi läheb hooldusteede ja üks mahasõidu alla.

7.2.6 Viadukti ehitusega seotud tööd

Rajatise ehitamise käigus on peatöövõtja ülesanne teostada viadukti aluse kaeve ning täide. Seejärel saab Järeldpinge Inseneribüroo OÜ alustada rajatise ehituse esimest etappi, milleks on viadukti sammaste ehitus. Viadukti aluse kaeve teostatakse ühe ekskavaatoriga. Tööks kuluv aeg leitakse valemiga (1):

$$t = \frac{999}{1 \times 50} = 20 \text{ (h) ehk 2 tööpäeva.}$$

Aluse täiteks kasutatakse kohalikku materjali, mis on sobiv ehituseks. Kallur või traktor toob materjali ekskavaatorile ette ning teine ekskavaator laeb laos materjali peale. Kohalik materjal ladustatakse rajatise lähedal asuvasse lattu, mistõttu piisab ühest traktorist või kallurist. Täiteks kulub 937 m³ materjali ning tihendamine toimub pinnaserulli ja pinnase tihendajaga. Täitmisele kuluv tööaeg leitakse valemiga (1):

$$t = \frac{937}{1 \times 50} = 18,8 \text{ (h) ehk 2 tööpäeva.}$$

Peatöövõtja ülesandeks jääb samuti viadukti koonuste rajamine. Selleks ajaks on sambad valatud ning selle arvelt koonuste ehitamine ruumiliselt piiratum, mistõttu tuleb arvestada tihendamisel 2,5 tonnise asfaldirulli ning pinnase tihendaja kasutamisega. Materjali paigaldamisel on abiks lintidega minilaadur. Koonuste täite maht on 2861 m³ ning ekskavaatori tootlikus antud töö puhul on 30 m³/h [5]. Tööks kuluv aeg leitakse valemiga (1):

$$t = \frac{2861}{1 \times 30} = 95,4 \text{ (h) ehk 9,5 tööpäeva.}$$

Koonused kindlustatakse sillutiskividega, antud töö teostab alltöövõtja. Sillutiskividega tuleb katta 3770 m² [14]. Töö teostatakse 3-liikmelise brigaadiga: kaks töömeest, üks tööline koos teleskoop kahveltõstukiga. Tõstukiga tõstetakse kivid tööfrondile lähemale. Sellise koosseisuga on tootlikus 40 m²/h ning tööle kuluv aeg leitav valemiga (3):

$$t = \frac{3770}{40} = 94,3 \text{ (h) ehk 9,5 tööpäeva.}$$

Viadukti ehituse esimeseks etapiks on sammaste ehitus, millele kulub orienteeruvalt 25 tööpäeva. Ehitus hõlmab endast vaiade maa sisse tampimist, mida tehakse vaiamasinaga. Vaivundamendi peale ehitatakse sammaste rakised ning seejärel teostatakse sammaste betoneerimine. Järgneb tekiplaadi ehitus, mis kestab 70 tööpäeva ning suurimaks ülesandeks on seejuures armatuuri paigaldamine ning betooniraketise ehitus. Viadukti

kolmas etapp on pealesõiduplaadi ehitus, mis rajatakse killustikaluse peale. Pealesõiduplaadi peale omakorda ehitab peatöövõtja graniitkillustikust aluse. Pealesõiduplaadi ehitus kestab 5 päeva. Betoneerimistöödele lisanduvad hüdroisolatsiooni paigaldamine, veejuhtimise- ning elektritööd.

7.3 Katend

7.3.1 Freesimine

Freesimisele kuuluva ala pindala on 8119 m² [5]. Tööd teostatakse asfaldifreesiga, millel on freesimislaius 2 m. Antud tehnika puhul on süvafreesimine keskmise kihipaksusega 15 cm tunnitootlikus 300 m². Freesimiseks kuluva aja leiame valemiga (1):

$$t = \frac{8119}{1 \times 300} = 27 \text{ (h) ehk 3 tööpäeva.}$$

Ühe kallurauto ringiaeg lattu ja tagasi freesi juurde on orienteeruvalt 15 minutit, sellest tulenevalt on freesimisele vaja 3 kallurit, võttes arvesse, et kallurid sõidavad lattu mööda avalikku teed, kus kehtivad masinate koormatele kaalupiirangud.

7.3.2 Kruusalus

Kruusalus ehitatakse Tm_150-ga, mille kogumahuks on 6780 m³ [5]. Materjal tuuakse objektile otse karjäärast, ilma vahelaota. Seetõttu on vaja ekskavaatorit appi, et vajadusel materjali tööfrondil vastu võtta. Aluse ehitus toimub buldooseri ja aluserulliga. Kruusaluse ehitusel on buldooseri tootlikuseks 100 (m³/h), mis teeb 180 t/h. Ajaline kulu on leitav valemiga (1):

$$t = \frac{6780}{1 \times 100} = 68 \text{ (h) ehk 7 tööpäeva.}$$

Vajalike poolhaagete arv valemiga (2):

$$n_m = \frac{180 \times 13}{351} = 6,6 \text{ ehk 7 poolhaaget.}$$

Viadukti teenindustee kruusaluse ehitus teostatakse greideri ning ekskavaatoriga. Ekskavaatoriga võetakse vastu killustikukoormad ning profileeritud aluse tihendamiseks kasutatakse pinnaserulli ning pinnase tihendaja. Tööks kuluv aeg leitakse valemiga (1):

$$t = \frac{645}{1 \times 48} = 13,5 \text{ ehk 1,5 tööpäeva.}$$

7.3.3 Killustikalused

Killustikalus ehitatakse välja kahes etapis. Esmalt paigaldatakse killustik fraktsiooniga 32-63 ning seejärel kiilumiskillustik fraktsiooniga 16-32. Fr. 32-63 mahuks on 2442 m³ ning selle saab valmis ehitatud buldooseri ning aluserulliga [5]. Buldooseri tootlikus on seejuures 100 (m³/h) ning vajalik materjal tuuakse otse karjäärist ilma vahelaota. Töö ajaline kulu on leitav valemiga (1):

$$t = \frac{2442}{1 \times 100} = 24,4 \text{ (h) ehk 2,5 tööpäeva.}$$

Vajalik poolhaagete arv valemiga (2):

$$n_m = \frac{180 \times 13}{390} = 6 \text{ poolhaaget.}$$

Kiilumiskihi ehitamiseks kasutatakse greiderit, minilaadurit ning pinnase tihendajat. Vaja mineva materjali mahuks on 950 m³. Greideri tootlikus on 48 m³/h, mis on 96 t/h. Ajakulu leitakse valemiga (1):

$$t = \frac{950}{1 \times 48} = 20 \text{ (h) ehk 2 tööpäeva.}$$

Vajalik poolhaagete arv valemiga (2):

$$n_m = \frac{96 \times 13}{390} = 3 \text{ poolhaaget.}$$

7.3.4 Asfalteerimine

Rajatise peale tuleb enne base kihti paigaldada 3 cm paksune kaitsekiht. Kaitsekihiga tuleb katta 1668 m² ning segu kulub 50 m³. Antud maht laotatakse 1 tunniga ning vaja läheb 4,5 koormat segu.

Killustikalusele tuleb rajada kõigepealt 6 cm paksune AC 20 base asfaltikiht. Järgmisena paigaldatakse 4 cm paksune AC 16 surf kiht. Asfaltsegu tuuakse kohale 65 kilomeetri kauguselt Tallinna tehasest. Asfalti laotatakse asfaldilaoturiga Vögele 122. Antud laoturi laotamislaius on 5 m, kuid võttes arvesse projektset ristlõiget, siis laotatakse asfalt kahe paanina. AC surf kihi üks paan on 4 m, AC base kihi üks paan aga 4,15 m. Asfalti projektne põikkalle on 2,5%. Laoturi jõudlus 6 cm kihi paigaldamise puhul, olukorras, kus tööpäeva pikkus on 10 tundi, oleks 8700 m². Kihipaksusega 4 cm paigaldab laotur ühes päevas umbes 10 313 m². Põhitee asfaldi AC 20 base maht on 8438 m² ning AC 16 surf maht on 8403 m² [5].

AC 20 base paigaldamiseks kuluv aeg vastavalt valemile (3):

$$t = \frac{8438}{870} = 10 \text{ (h) ehk 1 tööpäev.}$$

AC 16 surf paigaldamisele kuluv aeg leitakse valemiga (3):

$$t = \frac{8403}{1031} = 8 \text{ (h) ehk 1 tööpäev.}$$

Mõlemad asfaldikihid paigaldatakse ühe päevaga. AC 20 base vajalik maht on 506,3 m³ ehk umbes 50,5 m³/h. Võttes asfaltbetooni tiheduskoefitsiendiks ja mahumassiks 2,45, siis saadakse tulemuseks 123,7 t/h. Üks poolhaake koorem on 27 tonni asfalti. Sellest lähtuvalt läheb tunnis vaja 4,5 koormat asfalti, et laoturi kolu tühjaks ei saaks. AC base segu on kokku vaja 1240 tonni, mis teeb 46 poolhaake koormat.

AC 16 surf mahuks on 336,1 m³ ehk 42 m³/h. Asfalti vajaduseks on sel juhul 102,9 t/h, mis on 4 koormat tunnis. Kokku läheb vaja 823,2 tonni AC surf segu.

Ühe koorma laotamise kiirus on leitav valemiga (4):

$$t = \frac{S_k}{a \times a \times b \times 2,45'} \quad (4)$$

kus t -ajaline kulu minutites;

S_k -laotatava koorma maht tonnides;

a -laotatava paani laius mes;

b -laotatava kihi paksus mes;

2,45 -paigaldatava materjali tiheduskoefitsient koos mahukaaluga.

AC 20 base koorma laotamise kiirus valemiga (4):

$$t = \frac{27}{4,15 \times 4,15 \times 0,06 \times 2,45} = 10,7 \text{ (min) ehk 11 minutit.}$$

AC 16 surf koorma laotamise kiirus valemiga (4):

$$t = \frac{27}{4 \times 4 \times 0,04 \times 2,45} = 17,21 \text{ (min) ehk 18 minutit.}$$

Arvestades, et poolhaage sõidab keskmiselt 75 km/h, siis kulub ühel poolhaakel tehasest objektile sõiduks 52 minutit. Asfaltsegu laadimine võtab aega 10 minutit ning AC base koorma mahapanek 11 minutit, see teeb ühe ringi pikkuseks 73 minutit. Pikendatud sõiduajaga saab üks veok tehtud 4 ringi päevas, mis on 108 tonni asfaltsegu. Vajalike autode arv AC base laotamiseks on leitav valemiga (2):

$$n_m = \frac{123,7 \times 4}{108} = 4,5 \text{ ehk 5 poolhaaget.}$$

Vajalike poolhaagete arv AC surf paigaldusel leitav valemiga (2):

$$n_m = \frac{102,9 \times 4}{108} = 4 \text{ poolhaaget.}$$

7.3.5 Peenrad

Kindlustamata peenrad ehitatakse purustatud kruusast ning laotatakse ühe peenralaoturiga. Lisaks läheb vaja greiderit, 2,5-tonnist asfaldirulli ning minilaadurit. Greideri ja minilaaduriga ehitatakse peenrad mahaõitulede ja muudesse raskesti ligipääsetavate kohtade. Peenarde ehituseks kuluv materjali maht on 134 m³. Üks laotur laotab orienteeruvalt 20 (m³/h). Peenarde ehituseks kuluv aeg leitakse valemiga (1):

$$t = \frac{134}{1 \times 20} = 6,8 \text{ (h) ehk 1 tööpäev.}$$

7.4 Haljastus

Haljastust teostab alltöövõtja, kes peab rajama muru kasvualuse keskmise kihipaksusega 7 cm ning külvama vastavalt 20-25 g/m² muruseemet. 50000 ruutmeetrist 15000 m² tuleb kindlustada erosioonitõkkematiga [5]. Sõelumiseks vajaliku kasvupinnase maht leitakse külvata ala pindala ning kihipaksuse korrutisega, mille tulemus on 3500 m³. Kasvupinnase sõelumiseks kasutatakse mullasõela. Mullasõela jõudlus kasvupinnase sõelumisel on 60 (m³/h). Sõelumisele kuluv aeg leitakse valemiga (3):

$$t = \frac{3500}{60} = 58 \text{ (h) ehk 6 tööpäeva.}$$

Alltöövõtja kasutab kasvualuse rajamiseks mullapuisturit, mille arvestuslik tootlikus on 550 m²/h, sellest tulenevalt on kasvualuse rajamiseks kuluv aeg leitav valemiga (3):

$$t = \frac{50000}{550} = 91 \text{ (h) ehk 9 tööpäeva.}$$

Arvestuslik erosioonitõkkemati paigaldamise tootlikus ühel brigaadil, 4 töölist, on 200 m²/h. Mati paigalduseks kuluv aeg on leitav valemiga (3):

$$t = \frac{15000}{200} = 75 \text{ (h) ehk 8 päeva.}$$

Antud töid saab teostada paralleelselt ning välja toodud ajakulu näitab tööetapi eraldiseisvat kestvust.

7.5 Uue liikluskorralduse paigaldus

Antud objektil teostab uute liikluskorraldusvahendite paigaldamist alltöövõtja. Kokku tuleb paigaldada järgnevad liikluskorraldusvahendid: 6 liiklusmärgi koos postiga (2 tk 0 suurusklass; 2 tk I suurusklass; 2 tk II suurusklass); tekstiline juhatusmärk; üks konsool; 63 tähisposti; 697 m torupiiret; 7 ankurdavat mahaviiku; üks löögienergiat neelav terminal; 1582 m pörkepiiret; 320 m² teemärgistust; 2 liiklusmärgi posti koos vundamendiga; 2 liiklusmärgi ilma postita 0 suurusklass ja 4 liiklusmärgi ilma postita II suurusklass. Liikluskorralduse paigaldus võtab aega orienteeruvalt 3 nädalat. [5]

7.6 Ajutise tee lammutus

Ajutine tee läheb likvideerimisele kohe kui põhitee on liiklusele avatud. Ajutisest teest tulev materjal läheb kasutusele järgmiste objektide laoplatside ning ajutiste teede ehitusel. Kuid antud hetkel on see veel teadmata, millal ja kus materjal kasutust leiab, mistõttu kajastatakse vaid tööks kuluvat aega, mitte materjali transport. Tee üleskaevamiseks kasutatakse kahte 21-tonnist ekskavaatorit. Ekskavaatori tootlikuseks kaevamisel on arvestatud 55 (m³/h) ning kaevatav on siinkohal maht 2241 m³. Antud ajaline kulu suureneb vastavalt ajutise tee lõplikule mahule. Tööks kuluv aeg on leitav valemiga (1):

$$t = \frac{2241}{1 \times 55} = 41 \text{ (h) ehk 4 tööpäeva.}$$

7.7 Kalendergraafik

Tööde teostamist kajastatakse tööetappide kronoloogilises järjekorras kalendergraafikus, mille eesmärk on anda terviklik ülevaade erinevate tööde teostamise ajalisest kulust ning seotust teiste samaaegselt käimasolevate töödega (Lisa 8). Kalendergraafikul on välja toodud ka alltöövõtjate teostatavad tööd, mida eraldi tööde teostamise peatükis pole põhjalikult lahti kirjutatud, sest need tööd pole Verston OÜ teostada ning lõputöö autoril puudub vastav tehniline pädevus, et antud töid detailsemalt kirjeldada. Samuti on

kalendergraafikul välja toodud projekteerimise faas, mis on taustainfoks objekti ehitustöödele eelnevast.

KOKKUVÕTE

Lõputööna valminud tugimaantee nr 27 Juula maanteeviadukti töökorralduse projekti saab võtta aluseks km 3,85-4,7 rajatava viadukti ehitusel. Töös kirjeldatud ehitustööd ning nende teostamisel arvestatud jõudlused tuginevad autori oma kogemusel, mis on omandatud Sopi-Tootsi tuulepargi ehitusprotsessis osalemisega. Arvutatud ajakulu on indikatiivne, kuna hetke kogemusest tulenevalt puudub autoril töökogemusega kaasnev vilumus näha ehitust realistlikult, kaalutletult ja terviklikult. Samuti mängib suurt rolli ajakulu osas karjäärade paiknevus objekti suhtes.

Valminud lõputöös on kajastatud kõiki põhilisi ehitustöid, mis on vajalikud viadukti ehituseks, milleks on: raadamine, teemaa-ala puhastamine, ajutised tööd, kasvupinnase koorimine, ehituseks sobiva ning sobimatu pinnase kaeve, kraavide kaeve, muldkeha ehitus, rajatisega seonduvad tööd, geotekstiili paigaldus, truupide paigaldus, freesimine, kruus- ning killustikaluse ehitus, asfalteerimine, peenarde ehitus, haljastus, uue liikluskorralduse paigaldus.

Ehituseks kuluva aja terviklikuks ülevaateks on koostatud kalendergraafik kasutades selleks Micorsoft Project programmi. Kalendergraafiku kohaselt alustatakse ehitustöödega 4. märtsil 2024 ning lõpetatakse 20. detsembril 2024. Lõputöö autori hinnangul annab valminud töökorralduse projekt hea ülevaate tehtavate tööde ajalisest kulust, vajalikest ressurssidest ja materjalide mahtudest.

SUMMARY

This thesis "*Construction Management Project for a Basic Road Viaduct*" deals with the preparation of the design for organization of works at the Juula highway viaduct to be built on the Rapla-Järvakandi-Kergu highway no. 27 (kilometers 3.85 to 4.7).

The aim of the thesis is to provide an overview of the works, technologies as well as time and resource requirements for the construction of the viaduct. In the thesis, the author has also discussed the problems and bottlenecks that may occur during the construction work and has provided solutions for them.

This thesis has been completed on the basis of the base documents, manuals, educational materials and the author's own work experience, which has been acquired by participating in the construction process of the Sopi-Tootsi windfarm.

The work is divided into seven chapters that cover the existing situation, location; the design solution; the description of construction works; the general plan of the site, the quality assurance plan, environmental protection and the performance of the works.

In the course of the work, a calendar schedule has been drawn up with the Microsoft Project software, which gives a complete overview of the time spent on the work to be carried out and the interdependence of various work phases. According to the author, the thesis gives a good overview of the required time, resources and volumes of the viaduct that is being built.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] Rail Baltic Estonia, „Rail Baltic Estonia,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.rbestonia.ee/rail-baltica-lugu/>. [Kasutatud 26 Aprill 2024].
- [2] Transpordiamet, „Teetööde tehniline kirjeldus,” Rail Baltic Estonia OÜ.
- [3] [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.google.com/maps>. [Kasutatud 26 Aprill 2024].
- [4] Teeregister, „Teeregister,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://teeregister.mnt.ee/reet/map>. [Kasutatud 26 Aprill 2024].
- [5] Osaühing Rail Baltic Estonia, „Riigihanke register,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://riigihanked.riik.ee/rhr-web/#/procurement/6020140/documents/source-document?group=B&documentOldId=16734328>. [Kasutatud 26 Aprill 2024].
- [6] Tarcon OÜ, „BIM mudel,” Verston OÜ, 2024.
- [7] Maaamet, „Maaamet,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/maainfo>. [Kasutatud 26 Aprill 2024].
- [8] Verston OÜ, „Kontorlinnaku skeem,” 2024.
- [9] Eesti Rahvusvaheliste Autovedajate Assotsiatsioon, „ERAA,” [Võrgumaterjal]. Available: <http://old.eraa.ee/?op=&id=>. [Kasutatud 26 Aprill 2024].
- [10] Verston OÜ, „Riskihindamise plaan,” 2024.
- [11] I. Trei, „moodle,” [Võrgumaterjal]. Available: https://moodle.ttkk.ee/pluginfile.php/562038/mod_resource/content/1/ETE017%20Loeng%201.pdf. [Kasutatud 15 detsember 2023].
- [12] Verston OÜ, „Laoplatside asukoht,” 2024.
- [13] Verston OÜ, „Kvaliteedi tagamise plaan,” 2024.
- [14] Verston OÜ, „Eelarvestus,” 2024.

[15] Verston OÜ, „Kalendergraafik,“ 2024.

LISAD

Lisa 1. Asendiplaan 1/4

Lisa 2. Asendiplaan 2/4

Lisa 3. Asendiplaan 3/4

Lisa 4. Asendiplaan 4/4

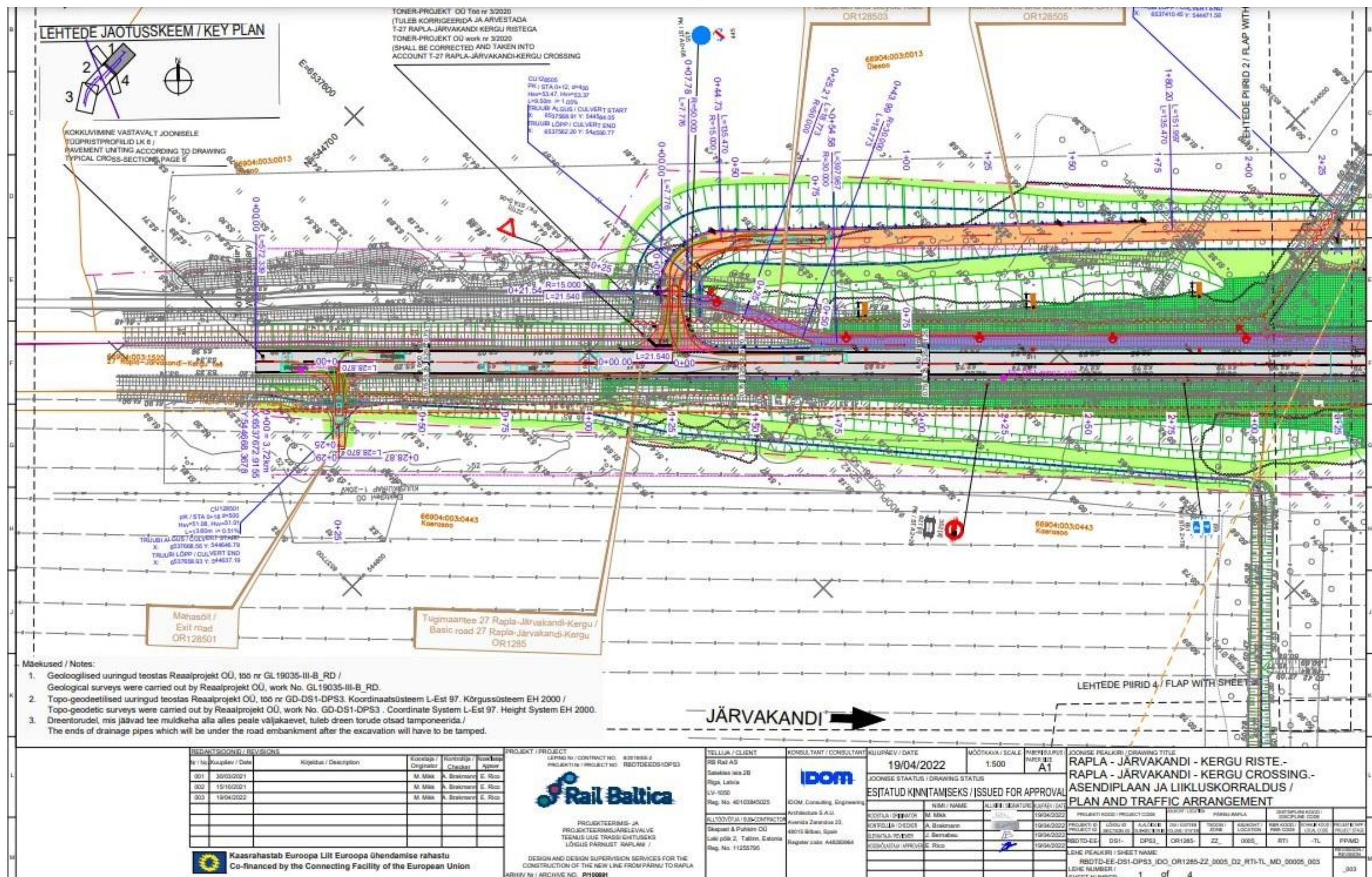
Lisa 5. Tüüpristlõige

Lisa 6. Pikiprofiil 1/2

Lisa 7. Pikiprofiil 2/2

Lisa 8. Kalendergraafik

Lisa 1. Asendiplaan 1/4 [5]



Märkused / Notes:

- Geoloogilised uuringud teostas Reaalprojekt OÜ, töö nr GL19035-III-B_RD / Geological surveys were carried out by Reaalprojekt OÜ, work No. GL19035-III-B_RD.
- Topo-geodeetilised uuringud teostas Reaalprojekt OÜ, töö nr GD-DS1-DPS3. Koordinaatsüsteem L-Est 97. Kõrgussüsteem EH 2000 / Topo-geodetic surveys were carried out by Reaalprojekt OÜ, work No. GD-DS1-DPS3. Coordinate System L-Est 97. Height System EH 2000.
- Dreentorudel, mis jäävad tee muldkeha alla alles peale väljakaevet, tuleb dren torude otsad tamponeerida / The ends of drainage pipes which will be under the road embankment after the excavation will have to be tamped.

Tugimaantee 27 Rapla-Järvakandi-Kergu / Basic road 27 Rapla-Järvakandi-Kergu OR1285

Juurdepääsutee / Access road OR128513

Hoidus ja juurdepääsutee KAT-II / Maintenance and access road CAT-II OR128505

Juurdepääsutee / Access road OR128506

Mahasõit / Exit road OR128504

Hoidus ja juurdepääsutee KAT-II / Maintenance and access road CAT-II OR128502

TAASTATAV UUS KILLUSTIKUŠT LAOPLATS MÕÖMETEGA 50x3,5m / CRUSHED STONE AREA TO BE RESTORED, WITH DIMENSIONS 50 X 3.5 M

JÄRVAKANDI

№ / Nr	Kirjeldus / Description	Katsetaja / Originator	Kontrollija / Checker	Heakskiitja / Approver
001	30/03/2021	M. Mik	A. Saikmaa	E. Rööp
002	15/10/2021	M. Mik	A. Saikmaa	E. Rööp
003	19/04/2022	M. Mik	A. Saikmaa	E. Rööp

**PROJECT / PROJECT INFORMATION / CONTRACT NO. 820188-S
PROJECT TITLE / PROJECT NO. RBOTDEDS1DPS3**

Rail Baltica

PROJEKTEERIMIS- JA PROJEKTEERIMISJARELVALVE TEENUS UUE TRASSI EHTLUSEKS LÕIGUS PÄRNIST RAPLANI / DESIGN AND DESIGN SUPERVISION SERVICES FOR THE CONSTRUCTION OF THE NEW LINE FROM PARNU TO RAPLA

ARBIV N° / ARCHIVE NO. PH00091

TELLIJAL / CLIENT
RB Rail AS
Selleks ette 2B
Riga, Läti
LV-1050
Reg. No. 40103M5025

KONSULTANT / CONSULTANT
IDOM
IDOM Consulting Engineering Architects S.A.U.
Avenida Zaidua 23,
48015 Bilbao, Spain
Register code: A4820864

KUIRAEV / DATE
19/04/2022

MÕÖKAVA / SCALE
1:500

PAPER SIZE
A1

JOONISE STAATUS / DRAWING STATUS
ESTATUD KINNITAMISEKS / ISSUED FOR APPROVAL

NIMI / NAME	ALLKIRJUTUS / SIGNATURE	DAUM / DATE
KONTROLLIJA / CHECKER	M. Mik	19/04/2022
PROJEKTID / PROJECTOR	A. Saikmaa	19/04/2022
REVISOR / REVISOR	J. Saikmaa	19/04/2022
KOKKUVÕETAJA / APPROVER	E. Rööp	19/04/2022

JOONISE PEALKIRI / DRAWING TITLE
RAPLA - JÄRVAKANDI - KERGU RISTE -
RAPLA - JÄRVAKANDI - KERGU CROSSING -
ASENDIPLAAN JA LIIKLUSKORRALDUS /
PLAN AND TRAFFIC ARRANGEMENT

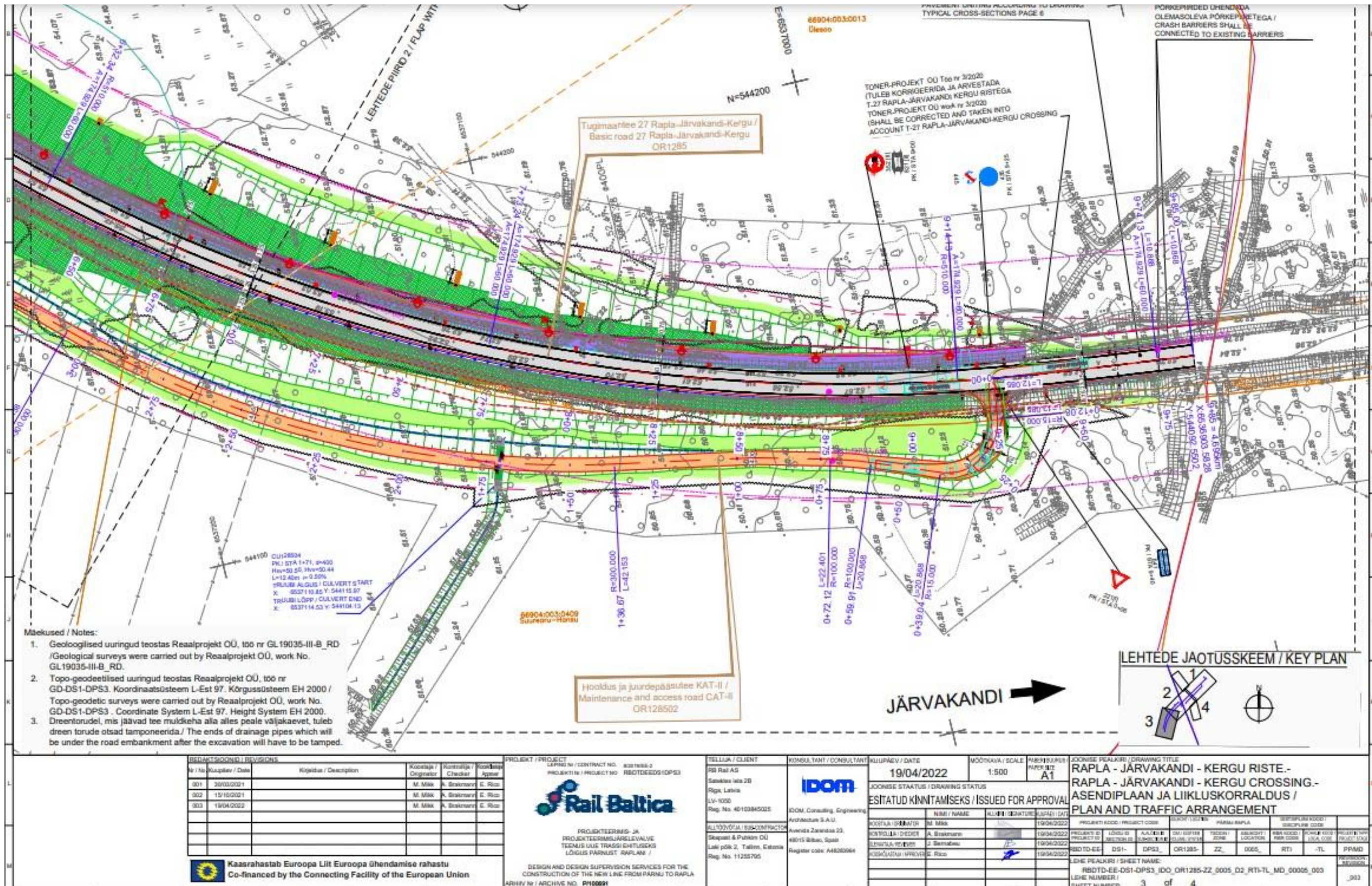
PROJEKTI KOODE / PROJECT CODE	ARHIIVI KOOD / ARCHIVE CODE	PAKKUMISE PLANEERING / PACKAGING PLANNING	TRASSI / TRACK	ASUKOHT / LOCATION	RAHVARAHV / POPULATION	MAHUTAV / CAPACITY	PROJEKTI TÜR / PROJECT TYPE
RD1D-EE-DS1-DPS3	OR1285-22	0005	RT1	-TL	PPMD		

JOONISE PEALKIRI / SHEET NAME
RBOTD-EE-DS1-DPS3_IDO_OR1285-22_0005_02_RT1-TL_MD_00005_003

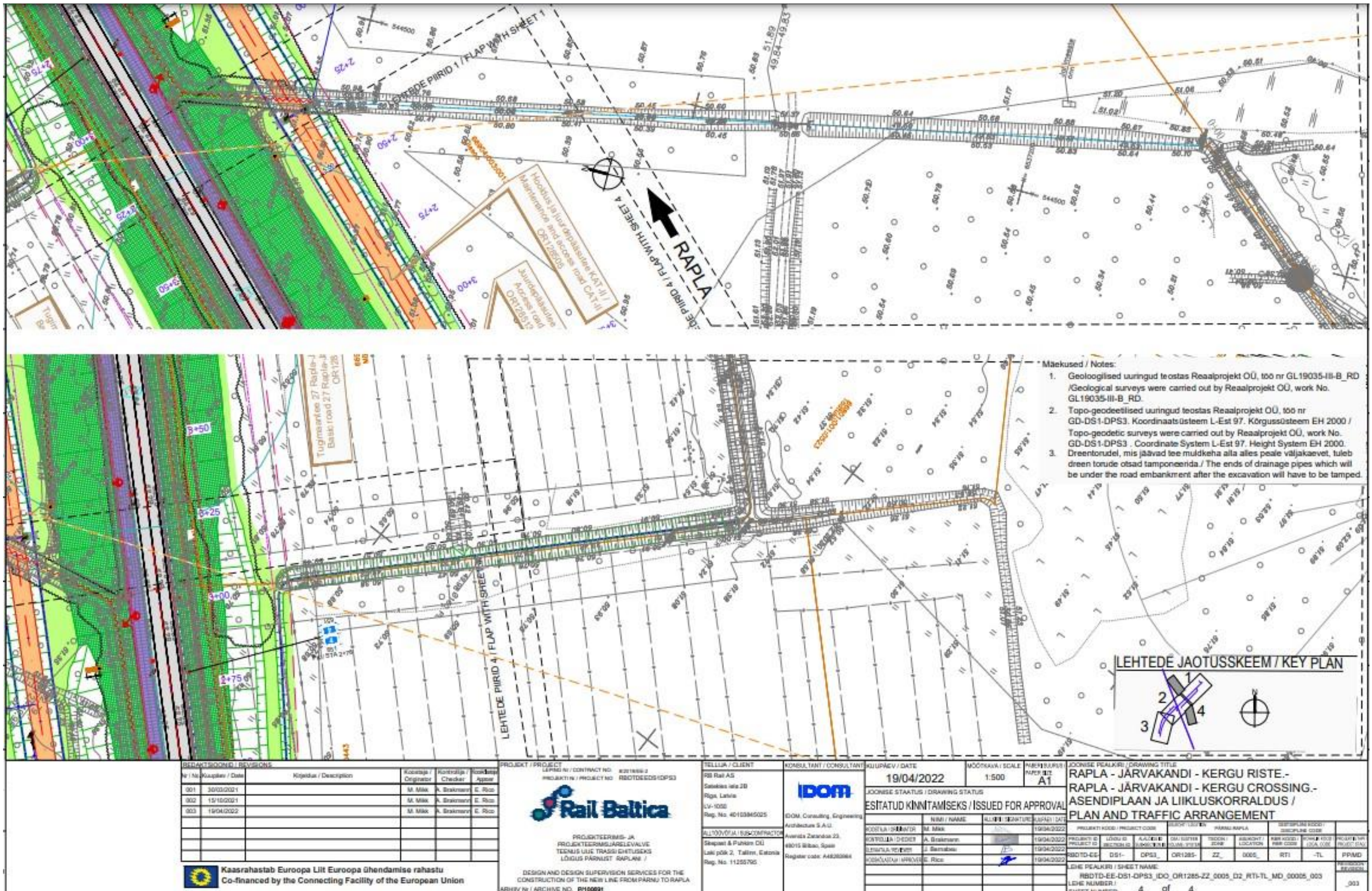
SHEET NUMBER
2 of 4

Kaasrahastab Euroopa Liit Euroopa Ghendamise rahastu Co-financed by the Connecting Facility of the European Union

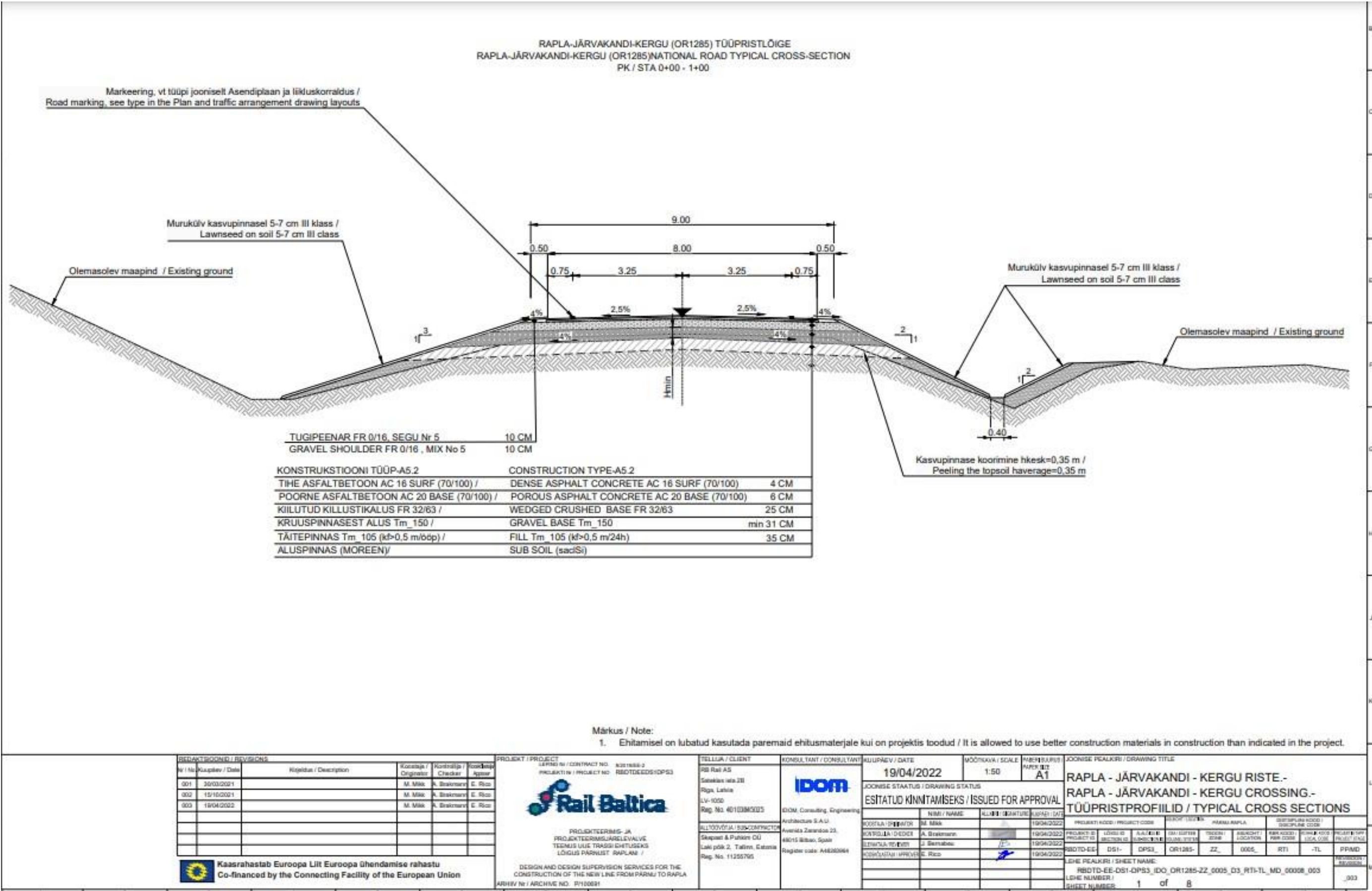
Lisa 3. Asendiplaan 3/4 [5]



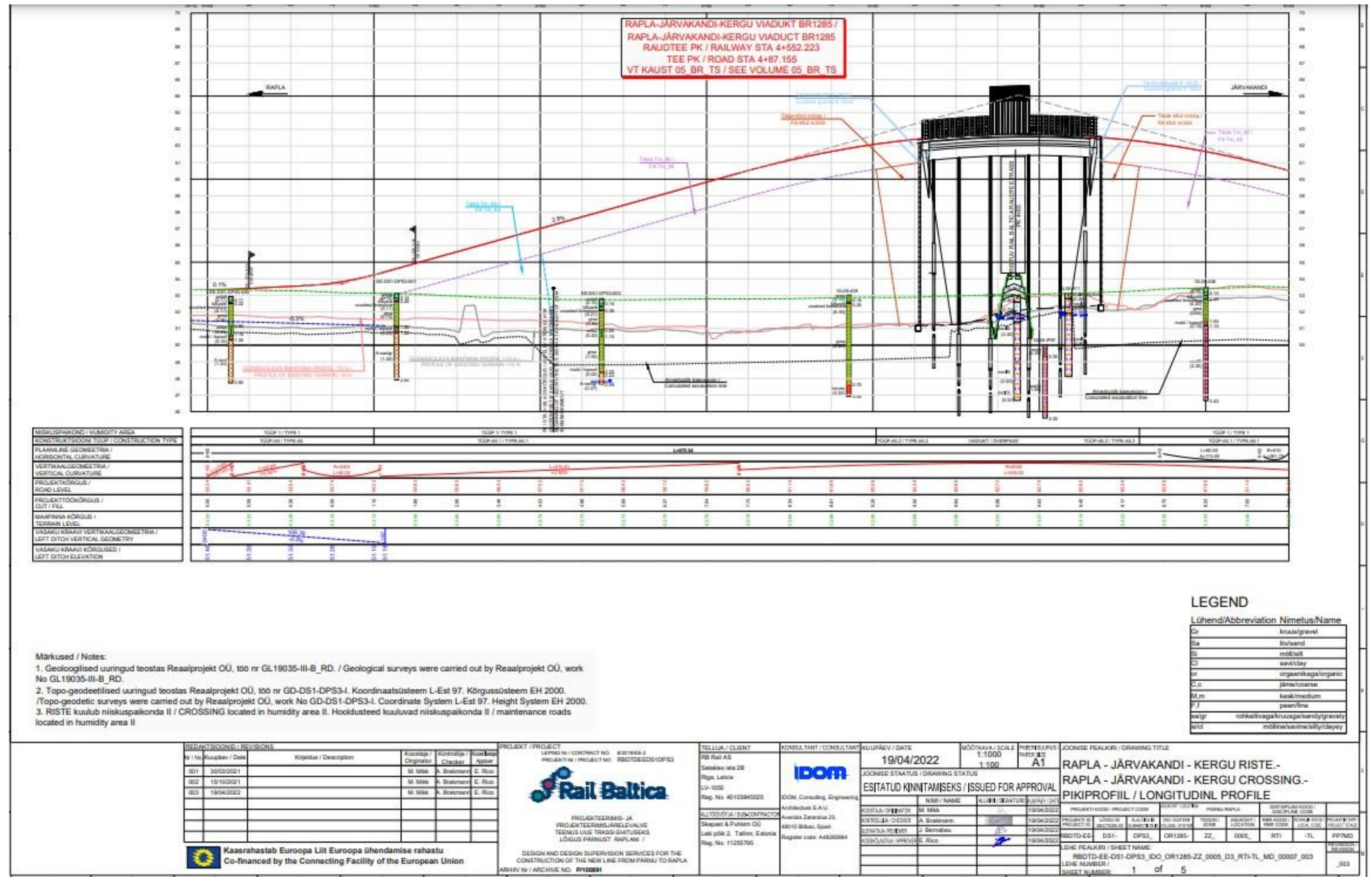
Lisa 4. Asendiplaan 4/4 [5]



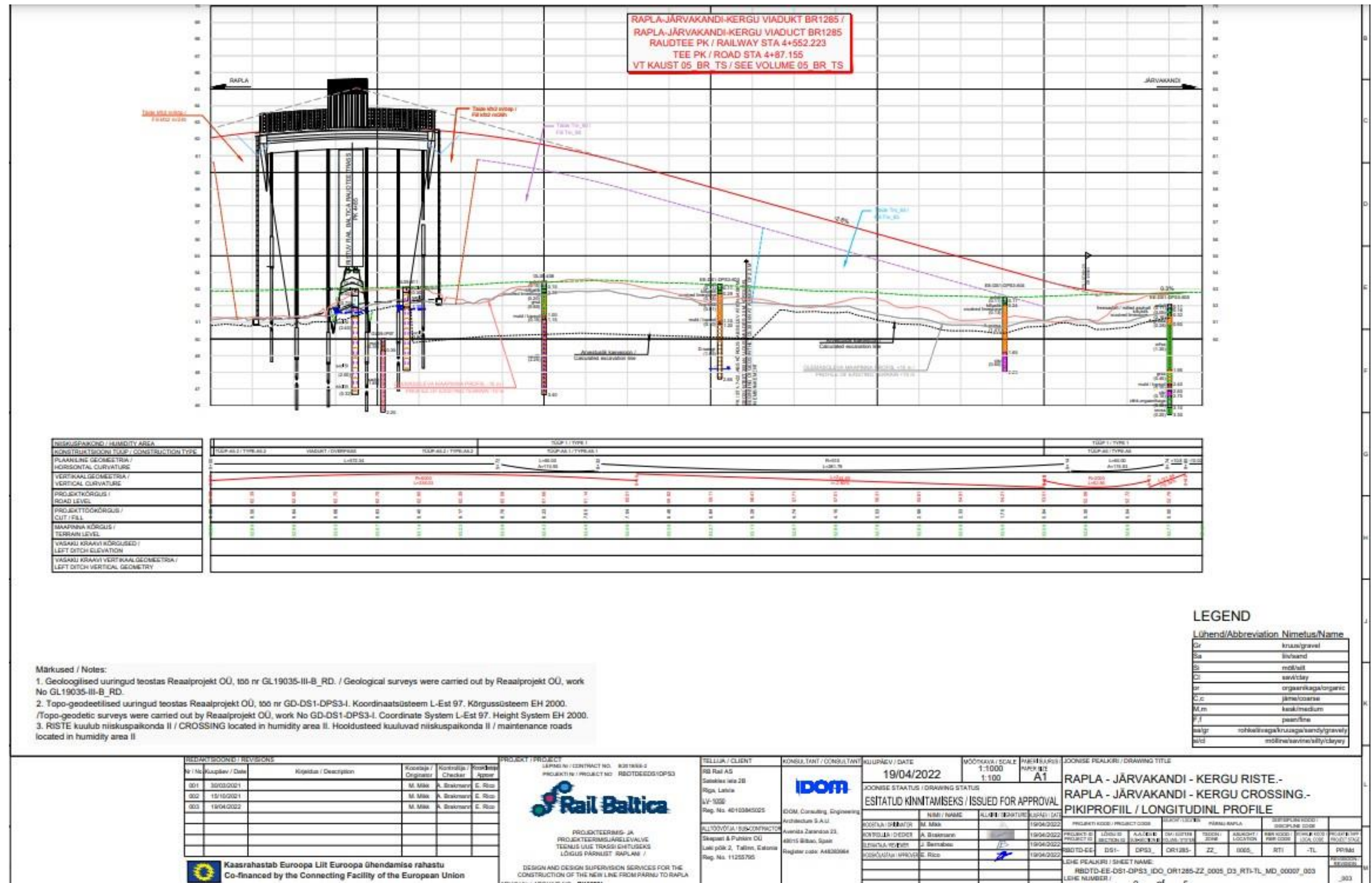
Lisa 5. Tüüpristlõige [5]



Lisa 6. Pikiprofiil 1/2 [5]



Lisa 7. Pikiprofiil 2/2 [5]



Lisa 8. Kalendergraafik [15]

