

Margus Zavatski

MÕNDAVERE TEE 00+63-60+93 TÖÖKORRALDUS PROJEKT

LÕPUTÖÖ

Ehitusteaduskond

Teedehitus

Tallinn 2015

Mina/meie,

Margus Zavatski

tõendan/tõendame, et lõputöö on minu/meie kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teoste on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autori/te/le ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

Lõputöö autor/autorid

Margus Zavatski

Nimi, allkiri ja allkirjastamise kuupäev

Üliõpilase kood e08112

Õpperühm KTEI 72/82

Lõputöö vastab sellele püstitatud kehtivatele nõuetele ja tingimustele.

Juhendajad

Mati Toome

Nimi, allkiri ja allkirjastamise kuupäev

Konsultandid

Nimi, allkiri ja allkirjastamise kuupäev

Kaitsmisele lubatud „.....“.....20....a.

Ehitusteaduskonna dekaan Martti Kiisa

Teaduskonna nimetus Nimi ja allkiri

Ehitusteaduskond

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Lõpetaja: **Margus Zavatski**
Üliõpilase kood: e08112
Õpperühm: KTEI72/82
Eriala: Teedehitus (kood: 1821)
Lõputöö teema: Mõndavere tee 00+63-60+93 töökorraldus projekt

Lähteandmed töö koostamiseks:

Töö koostamisel on kasutatud Lääne–Virumaal Kadrina vallas asuv Mõndavere tee rekonstrueerimise projekt, mille on koostanud OÜ Toner – Projekt. Projekt on koostatud Tartus 2012 aastal.

Töö koosseis, lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:

Töödeks kasutatava masinapargi valik.
Mahtude arvutus. Ajagraafiku koostamine.
Tööde korraldus.

Seletuskirja ning graafilise materjali sisu ja maht:

Seletuskirja sisuks on tööde loetelu ja nende tutvustus. Lisaks selle mahtude arvutus, parima masinapargi valik ja ajakulu arvutus.

Lõputöö konsultandid:

Konsultandi nimi	Valdkond	Allkiri	Kuupäev

Lõputöö juhendaja:	Mati Toome (nimi)	(allkiri)	(kuupäev)
Lõpetaja:	Margus Zavatski (nimi)	(allkiri)	(kuupäev)
Kinnitaja:	Martti Kiisa Ehitusteaduskonna dekaan	(allkiri)	(kuupäev)

Lõputöö ülesanne antud: 30.03.2015

Lõputöö esitamise tähtaeg: 11.05.2015

SISUKORD

SISSEJUHATUS	6
1. REMONDITAV LÕIK JA SELLE OLUKORD ENNEM E HITUSTÖID	8
2. SELETUSKIRI	11
2.1. Objekti tutvustus ja üldised andmed	11
2.2. Ettevalmistustööd	13
2.3. Mullatööd.....	14
2.3.1. Väljakaeve	14
2.3.2. Katend.....	14
2.3.3. Dreenkiht	15
2.3.4. Aluskiht.....	15
2.3.5. Kate ehk kulumiskiht	15
2.3.6. Kraavid	16
2.3.7. Mahasõidud.....	16
2.3.8. Geosünteedide kasutamine	16
2.3.9. Drenaaž	17
2.3.10. Truubid	17
3. TEHTAVAD TÖÖD JA TÖÖMAHTUDE MÄÄRAMINE.....	18
3.1. Ettevalmistustööd	18
3.2. Väljakaeve tööd	21
3.3. Katend.....	21
3.4. Geotekstiili kasutamine	22

3.5. Ristmikud ja mahasõidud	22
3.6. Kraavid	24
4. TÖÖDE KORRALDUS JA TÖÖDE TEOSTAMISE AEG	25
4.1. Ettevalmistustööd	25
4.2. Truupide ehitus	26
4.3. Väljakaev	26
4.4. Materjali transport	27
4.5. Täide	27
4.6. Dreenikihi ehitus.....	27
4.7. Aluse ehitus	29
4.8. Kattekihi ehitus.....	31
4.9. Kraavide kaevamine	33
4.10. Mahasõidud.....	34
4.11. Heakorra- ja maastikukujundustööd	34
4.12. Kokkuvõte. Töödeks kuluv aeg	35
5. LIIKLUSKORRALDUS	36
6. TÖÖDE GRAAFIK	39
7. TEHNIKA JA TÖÖJÕU TABEL.....	0
8. KOKKUVÕTE	2
9. Lisad	4
Lisa 1. Mahasõidutüüp I, II ja III.....	0
Lisa 2. Konstruktsiooni tüüpjoonis.....	Error! Bookmark not defined.
Lisa 3. Mahasõidutruubi tüüpjoonis	Error! Bookmark not defined.
Lisa 4. Põhiteetruubi tüüpjoonis	Error! Bookmark not defined.
Lisa 5. Metalltruubi tüüpjoonis.....	Error! Bookmark not defined.
Lisa 6. Puitaia konstruktsioon.....	Error! Bookmark not defined.
VIIDATUD ALLIKAD	0

SISSEJUHATUS

Käesolev lõputöö on kirjutatud Mõndavere tee 00+63-60+93 rekonstrueerimise teetööde kirjelduste koostamisest. Mõndavere tee asub Lääne-Virumaal, Kadrina vallas, Mõndavere küla lähedal. Teetööde kirjelduste koostamise eesmärgiks on koostada dokumentatsioon, mis on aluseks tee seisukorra säilitamiseks ning mahajäämuste likvideerimiseks. [6]

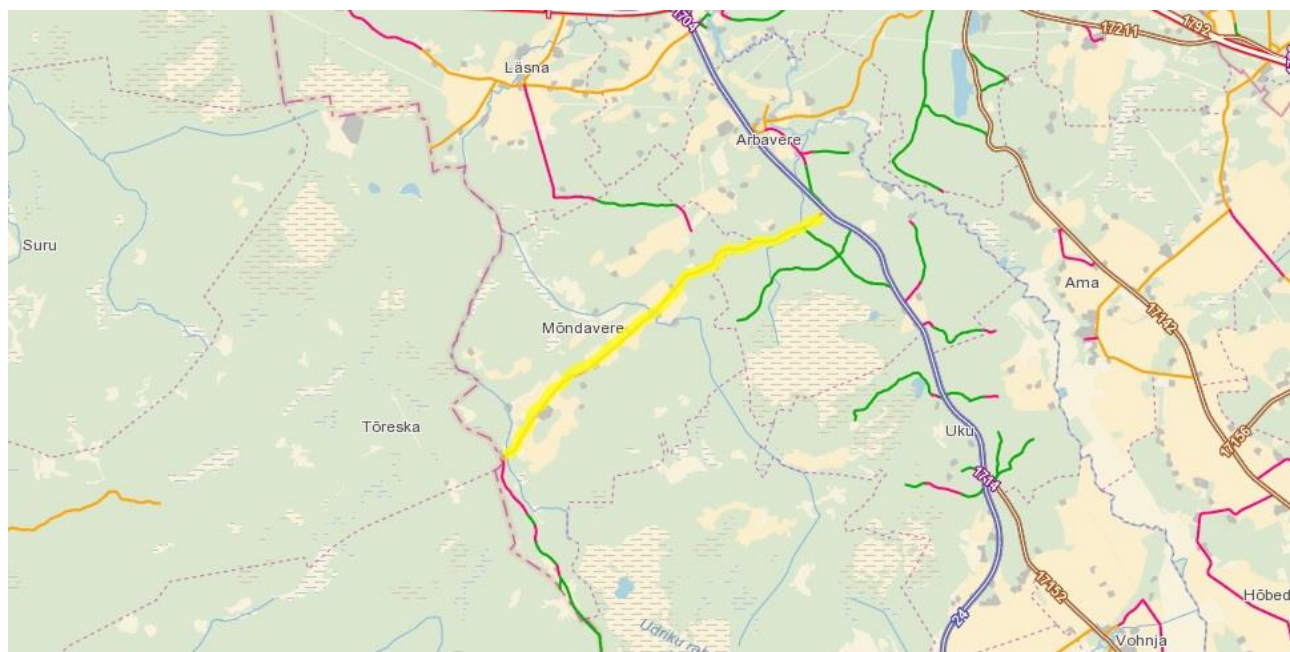
Objekti tehnilise projekti on koostanud Toner-Projekt OÜ. Antud lõigu teetööde tellijaks on Kadrina vallavalitsus. Teelõigu peamiseks kasutajaks on Tapal asuv tagalapataljoni teenindav transport ja lisaks sellele kohalikud inimesed (viis kuni kuus autot ööpäevas). Lõputöö koostamisel lähtuti „Kruusateede remondi koostamise nõuded“, „Teeseadusest“ lisaks sellele veel oma kogemustest.

Tööde mahtude arvutamisel ja tööde teostamisel on tuginetud kogemustele, mis on saadud töötades erinevates teedehitusfirmades.

Arvestatud on kõikide projektis välja toodud töödega ja nende teostamisega. Tööde teostamisel on arvestatud tööde iseloomuga ning soovitud maksimaalselt ära kasutada iga objektil kasutatava tehnika täielikku ressursi.

Antud lõputöös käsitletakse ainult teedehituslikku osa, muud tööd teostatakse alltöövõtu korras ja ajakulu on saadud hinnapakkumistelt.

Objekti tööde teostamisel on arvestatud ümberkaudsete majapidamistega ning liiklussagedusega.



Joonis 1. Mõndavere tee asukohaskeem. Teelõik märgitud kollasega [Maa-amet, geoportaal]

1. REMONDITAV LÕIK JA SELLE OLUKORD ENNEM E HITUSTÖID

Antud lõigul teostati viimati ehitus- ja profileerimis töid 90ndate keskel. Sellest tulenevalt oli antud teelõik kehvast seisus.

Olemasoleva katte laius oli 6-7.5 m Projekteeritud uus katend on laiusega 6 m.

Olemasolev teelõik on kruuskattega ning enamuses “0” – profiililise muldkehaga.

Tuginedes geoloogilistele uuringutele, on olemasoleva tee katteks kruusliiva kiht, mis on mittefiltreeruv. Katte all olevad kihid varieeruvad. Lõigu alguses esineb keskliiva, jämeliiva, kruusliiva, suures osas aga kerge saviliiv, kerge liivsavi kohati huumust. Üksikus kohas esineb ka turvast. [1]

Mõningates madalamates kohtades on olemas madalad külakraavid, kuid kahjuks on enamuses neist vesi sees. Vee äravool kraavidest on takistatud, kuna eesvoolud ei toimi korrektselt. Kraavid on puhastamata ja vajavad süvendamist. Projektlahendi kohaselt rajatakse uued truubid nii põhiteele kui ka mahasõitudele ja võimaluste piires puhastatakse eesvoolusid, kui on asjakohane kokkulepe kinnistu omanikega. Olemasolevat teed ääristab suures osas võsa ning üksikud suured puud piiravad sõidutee laiust. Kohati väga võssakasvanud tee laguneb, kuna vesi jääb katte ebatasasuse ja väikeste põikkallete tõttu teele. [1]



Foto 1. Olemas olev truup [Erakogu]

Mõndavere tee on kaitseväge keskpõlügeni üheks juurdepääsu teeks ja algab T-24 Tapa - Loobu maanteelt. Sellest tulenevalt mõjutab tee liiklusedust kaitseväge keskpõlügenile minev ja tulev transport. Teada oleva informatsiooni alusel võiks põlügeni liiklus olla kaks autode- soomukite kolonni nädalas a'30 kahe – kolmeteljelist liiklusedvahendit teljekoormusedga 12 T. Lisaks veel 5-6 autot päevas. Kuna kohalikud elanikud tegelevad põllumajandused ja metsandusedga, siis liigub teel ka asjakohane tehnika. [1]

Projekteeritud tee lõigul puudub sademevede kanalisatsioon. Kraavide- truupide süsteem ei toimi osaliselt ning kohati on kõlgkraavides vesi, kuna eesvoolud on settinud. Sellest tulenevalt tuleb ära vahetada kõik põhitee alla jäävad truubid. Lisaks sellele asendatakse üks betoontruup metalltruubiga. [1] Truupide asukohad on välja toodud tabelis 1.

Tabel 1

Põhitee truupide aruanne [1]

Asukoht	Voolu suund	Märkused
4+23	paremale	olev truup lammutada ja rajada uus truup
14+26	paremale	olev truup lammutada ja rajada uus truup
24+32	paremale	rajada uus truup
29+70	paremale	olev binokeltruup lammutada ja rajada uus terastruup
31+37	paremale	olev truup lammutada ja rajada uus truup
36+52	paremale	olev truup lammutada ja rajada uus truup
44+48	paremale	olev truup lammutada ja rajada uus truup
52+08	vasakule	olev truup lammutada ja rajada uus truup
58+02	paremale	olev truup lammutada ja rajada uus truup

Lisaks sellele on lõigul PK57+80 - 58+40 tegemist soise alaga, kus olemasoleva tee alt on turvas suures osas välja kaevatud (väljasurutud) ning muldkeha rajatud paekivi murrust, koos liivast vahekihtidega. [1]

Kuna antud kohal laieneb tee vasakule poole maksimaalselt 4m, tuleb tee laiendused alt kasvupinnas koos turbaga välja kaevata ning teha tagasitäide analoogselt varem rajatud muldkehale st. paemurd

koos liivast vahekihtidega. Lõigu stabiilsuse tagamiseks on kavandatud paigaldada muldkeha peale (dreenikihi alla) geotekstiil koos võrguga. [1]



Foto 2. Geotekstiili ja geovõrgu paigaldamine [Erakogu]

Ettevalmistatud aluspinnasele paigaldada II kl mittekoatud geotekstiil kangas ja sellele polüester geovõrk PES 40 kN*40 kN võrgusilmaga 30*30 mm.

Kangaid võib paigaldada nii risti kui ka piki teed vastavalt tootja poolt esitatud juhendile. [1]

2. SELETUSKIRI

2.1. Objekti tutvustus ja üldised andmed

Tabel 2

Objekti andmed [1]

Nimetus	Mõõtühik	Näitajad
Projektkiirus	Km/h	60
Teelõigu pikkus	m	6030
Sõidutee kattekonstruktsiooni pealiskiht		Purustatud kruusast kate
Sõidutee katte laius	m	6.0
Vähim horisontaalkõvera raadius	m	43
Suurim viraazikalle	%	4,0
Vertikaalkõvera vähim raadius		
- kumer	m	1100
- nõgus	m	1200
Suurim pikikalle	%	7.0
Põikkalle		
- kattel	%	3

Käesolev tehniline projekt sisaldab Lääne–Virumaal Kadrina vallas Loobu – Tapa riigimaanteelt algav ja kaitseväge keskpõlügenoonile viiv Mõndavere tee km 0.063 – 6.093 rekonstrueerimise tehnilise projekti alljärgnevaid osi: puude ja võsa likvideerimist, teemaa puhastamist, kraavide kaevamist ja puhastamist, truupide rajamist, mullatöid, aluste ja katete ehitust, Läsna jõel olemasoleva r/b truubi asendamist terasplaatidest truubiga. [1]

Enne tööde algust, kommunikatsiooni kaitsetsoonis, peab ehitajal olema kommunikatsioonivaldaja kirjalik nõusolek. [1]

Töötsooni jäävate maa-aluste kommunikatsioonide väljamärgimine looduses, koostöös kommunikatsioonide valdajatega. [1]

Kõik kommunikatsioonide ümbertõstmise ja ehitusega seotud tööd peab teostama firma, mis omab Eesti Vabariigis nõutavaid, lubasid ja litsentse. [1]

NB! Kõik tööd teemaa-alal ja mahasõitudel tuleb kooskõlastada piirinaabritega.

Ehitaja peab teavitama valda ehituse algusest, et vald saaks vajadusel organiseerida võimalike vajalike projektiväliste reservtorude ja kommunikatsioonide paigaldamise enne katte aluskonstruksioonide ehitust. [1]

Enne ehituse algust tuleb koostada objekti liiklusmärkidega tähistamise skeem, kus on ära näidatud ka kasutatavad ümbersõiduteed ja tee sulgemiste periood, suletavate lõikude kaupa. [1]

Liikluskorralduse projekt tuleb koostada vastavalt MKM määrusele „Liikluskorralduse nõuded teetöödel“. [2]

Skeem tuleb kooskõlastada Kadrina Vallavalitsuse, Maanteeameti ida regiooni ja kaitseväge keskpõlügeni esindajaga.

Töövõtja peab määrama liikluskorralduse ja -ohutuse eest vastutava isiku, kes on muuhulgas kohustatud:

- 1) kontrollima tööpiirkonnas vajalike liikluskorraldusvahendite olemasolu ja seisukorda, samuti teetööde lõigu ja ümbersõiduteede seisundit;
- 2) puuduste avastamisel viima liikluskorraldusvahendite seisukorra ja paigalduse vastavusse liikluskorralduse projektiga;
- 3) esitama töökohal järelevalvet teostava ametniku nõudmisel kooskõlastatud liikluskorralduse projekti, kui see on nõutav. [2]

NB! Liiklusohutust või liikluskorraldust otseselt puudutavate olemasolevate liiklusmärkide säilitamist või demonteerimist ehitusperioodi ajal ,kooskõlastada Kadrina vallavalitsusega. Ehitusega kaasnevate tööde teostuse vältel peab olema tagatud juurdepääs elamutele ja kinnistutele. [2]

Ehitaja peab arvestama kulutustega ajutiste ümbersõiduteede ehituseks, korrashoiuks ja nende liikluskorraldusvahenditega tähistamiseks. [1]

2.2. Ettevalmistustööd

Kinnistutel ja vahetult kinnistute piirialadel tehtavaid töid võib alustada vaid maaomaniku kirjaliku loa olemasolul. [1]

Ettevalmistustööd on välja toodud tabelis 3.

Tabel 3

Ettevalmistustööd [1]

Töö kirjeldus	Asukoht PK	Mõõtühik	Kokku
Liiklusmärkide eemaldamine	Objekti ulatuses	tk	1
Postkastide ümbertöstmine koos aluste rajamisega	PK 29+28 parem PK 52+26 vasak	kompl.	2
Olemasolevate truupide lammutamine	Objekti ulatuses	kompl.	9
Olemasolevate aia lammutamine	PK 24+73 - PK 25+18	m	46
Metsa, võsa ja heki raadamine	Objekti ulatuses	m ²	8698

Vanad liiklusmärgid eemaldab objekti teenindusmeeskond. Vanad liiklusmärgid antakse üle teed hooldavale ettevõttele.

Postkastide ümbertöstmine ja aluste ehitamine kuulub samamoodi objekti teenindusmeeskonna tööülesannete hulka ning postkastide uus asukoht lepatakse kokku Eesti Postiga (piirkonna kandekeskusega).

Puud ja võsa raadatakse ning teemaa-ala ja sellega külgnevad alad puhastatakse ulatuses, mis on näidatud asendiplaanil ning puude ja võsa aruandes. (s.h. ka ristuvad kraavid)

Puhastatava maa-ala ulatus ning mahud sisalduvad puude, võsa ja nõlvade (kraavinõlvade) aruandes. Raadamist võib alustada peale vajalike lubade saamist või kokkulepete sõlmimist.

Raiejäätmed põletatakse või hakitakse, kannud juuritakse ja veetakse ehitusplatsilt ära või freesitakse. [1]

Kännuaugud täidetakse ja maa-ala planeeritakse ümbritseva maapinna kõrguseni.

Puitmaterjal kuulub omanikule ja see raiutakse omanikule vastuvõetaval viisil. Vastavalt Tellija, töövõtja ja kinnistu omaniku vahelisele kokkuleppele, toimetatakse puitmaterjal omanikule sobilikku kohta. Töövõtja peab silmas pidama, et teemaa-ala puhastamise alla kuulub ka selle planeerimine. [1]

Ennem mullatöödega alustamist tuleb maha märkida piketaaz vähemalt iga 50 m tagant, antud objektile märgiti piketaaz maha iga 25 m tagant.

2.3. Mullatööd

Enne kaevetööde algust peab ehitaja välja kutsuma tehnoorkude valdajad ja saama nendelt kirjalikud juhendid ja load tööde tegemiseks vastava kaabli või torustiku kaitsetsoonis.

Et töid saaks teostada kuivades oludes, peab ehitaja kõik kaevikud ja kaevetõhjad veevabad hoidma. Ehitaja peab rajama ajutised äravoolud, voolusängid või drenid vete juhtimiseks rajatud veevõrgumiskohtadesse. [1]

Pinnase kaevandamine sisaldab ka pinnase vedu. Kui ühes kaevikus on nii sobivat, kui ka sobimatut pinnast, siis tuleb need kaevandada eraldi, vältides pinnaste segunemist.

Olemasolevat teed koos laiendustega kaevatakse sügavuseni, mis võimaldab projekteeritud katendikonstruktsiooni rajamist ning laienduste alt mullakihi väljakaevamist.

Mullatööde teostajal peab olema pidev ülevaade kõikidest maa-alustest kommunikatsioonidest tööde piirkonnas. [1]

NB! Raskete vibrorullide kasutamine kommunikatsioonide kaitsetsoonis ja truupide peal pole lubatud, kuna need võivad lõhkuda olemasoleva trassi.

2.3.1. Väljakaeve

Kasvupinnas (humus), turbapinnas (turvas) eemaldatakse olemasoleva sõidutee nõlvade alt ja projekteeritud mulde laiendustelt. Detailsem kirjeldus ehitustööde tehnoloogia osas.

Kõlblik kasvumuld ladustatakse või veetakse reservi ning kasutatakse hiljem nõlvade, kraavide kindlustusel ja haljastuse tegemisel. [1]

Esialgselt kõlbmatu kasvupinnas valikuliselt sorteeritakse ja sõelutakse ning sobilik muld ladustatakse reservi. [1]

Eemaldatud mulla aluse või süvendi põhja planeerimine nõutava kaldeni ja tihendamine tihendustegurini kuuluvad kaevetööde koosseisu ja nende eest eraldi ei maksta.

Mullatööde teostusel lähtutakse ristlõigetel toodust ning muldkeha laiendused kaevatakse välja mullakihi (turba) põhjani. Muldkeha rajamisel, laienduste tegemisel on projektlahendis arvestatud liivpinnaesega, mille filtr. moodul ≥ 0.5 m/ööp. [1]

2.3.2. Katend

Katendi projekteerimisel on kasutatud Eestis kehtivat 100 KN normteljekoormust, millest

kergemate ja raskemate telgede koormused taandatakse siirdetegurite abil normteljekoormuseks, sealhulgas ka Euroopa Liid u direktiiviga "Council Directive 96/53/EC of 25 July 1996" ja TsM määrusega nr. 50 18. mai 2001. a (RTL,2001,69,941) lubatud 115 KN veotelgedega sõidukid. [1]

2.3.3. Dreenkiht

Katendi tüüpkonstruktsioonis on drenkihi paksuseks 20 cm ning kiht rajatakse keskliivast ning filtratsioonimoodul ≥ 3 m ööpäevas. Projektlahendi kohaselt profileeritakse (ehitatakse välja) keskliiva alune kiht 4% põikkaldega sõltumata viraažidest. Keskliivast kihiga (dreenkihiga) kujundatakse viraažid ning rajatakse vertikaalplaneeringu järgne pinnaprofiil arvestatuna lõigu katendi konstruktsioonist. [1]

Dreenkihis kasutatakse keskliiva (0,25 mm terade mass on GOST25100-95 kohaselt üle 50%), mis sisaldab 0,05 mm osiseid alla 15% ja mille filtratsioonimoodul II – niiskuspakkonna tarbeks mitte alla 2 m/ööp ning III – niiskuspakkonna tarbeks mitte alla 3 m/ööp. [1]

2.3.4. Aluskiht

Katendi tüüpkonstruktsioonis on looduslikust kruusast aluskihi paksuseks 20 cm ning kiht rajatakse looduslikust kruusast. Projektlahendi kohaselt profileeritakse (ehitatakse välja) looduslikust kruusast kiht 3% põikkaldega sõltumata viraažidest. Looduslikust kruusast kujundatakse viraažid ning rajatakse vertikaalplaneeringu järgne pinnaprofiil arvestatuna lõigu katendi konstruktsioonist. [1]

2.3.5. Kate ehk kulumiskiht

Kulumiskihi paksus on tüüpkonstruktsiooni järgi 15 cm ning kiht ehitatakse purustatud kruus fr. 0..32 mm segu nr.3. Tabelis 4 on välja toodud segu nr. 3 sõelkõver.

Tabel 4

Segu nr 3 sõelkõver [1]

Segu nr.	Sõela ava mõõt, mm							
	Läbi sõela, massi %							
3	32	16	8	4	2	0,5	0,125	0,063
	85-100	60-80	40-65	30-55	20-45	10-30	8-20	7-18

2.3.6. Kraavid

Kraavide asukoht ja kõrgusarvud Balti süsteemis on ära toodud asendiplaanil, lõigetel ning asjakohases aruandes. Kuna täiendavat teemaa-ala ei moodustata ei ole võimalik külgkraavidest väljakaevatud pinnast laiali planeerida, vaid vedada ära sobilikku mahapanekukohta. Ristuvate kraavide korrastamisel tekkinud väljakaevatud materjali võib kooskõlastatult kinnistu omanikuga ja järelevalve inseneri heakskiidul planeerida kõrvalasuvale alale, kusjuures ei tohi tekitada takistusi vee äravoolule kraavi. Ristuvate kraavide korrastuse juurdepääsuks võib osutuda (osutub) vajalikuks olemasolevate puude, võsa langetamine. Kohtades, kus mets jääb külgkraavi (välisnõlva) rajamisele ette, on projektis kavandatud puude mahavõtmine. [1]

Kraavi põhjad kindlustatakse lõikudes, mis on näidatud asendiplaanilistel joonistel ja kraavide kindlustamise aruandes. Lõikudel, kus pikikalle on üle 1% on ette nähtud kraavipõhja kindlustus 15 cm. paksuse killustikukihiga fr. 32...64, mis paigaldatakse II-kl tugevduskangale. [1]

2.3.7. Mahasõidud

Mahasõidud Mõndavere teel on projekteeritud tüüpsete või erilahenditena. Ristmike ja mahasõitude asukoht, mõõtmed ja katendi konstruktsioonid on toodud projekti asendiplaanilistel joonistel ja (või) mahasõitude aruandes. Mahasõitudele on kavandatud analoogne konstruktsioon põhiteega. [1]

Tabel 5

Mahasõitude konstruktsioon [1]

	Kihipaksus, cm
Optimaalse terakoostisega kruusliivast kiht fr. 0...32 (segu nr.3)	15 cm
Looduslik kruus	20 cm
Keskliiva filtratsioonimoodul ≥ 3 m/ööp	20 cm
Ol.ol. kerge saviliiv, kerge raske liivsavi, tolmlüiv	

2.3.8. Geosüntetid kasutamine

Lõigul PK57+80 - 58+40 on tegemist soise alaga, kus olemasoleva tee alt on turvas suures osas välja kaevatud (väljasurutud) ning muldkeha rajatud paekivi murrust koos liivast vahekihtidega. Kuna antud kohal laieneb tee vasakule poole max. 4 m, tuleb tee laienduse alt kasvupinnas koos turbaga välja kaevata ning teha tagasitäide analoogselt varem rajatud muldkehale st paemurd koos liivast vahekihtidega. Lõigu stabiilsuse tagamiseks on kavandatud paigaldada muldkeha peale

(dreenihi alla) geotekstiil koos võrguga. Ettevalmistatud aluspinnasele paigaldada II kl mittekoatud geotekstiil kangas ja sellele polüester geovõrk PES 40 kN*40 kN võrgusilmaga 30*30 mm. [1]

Kangaid võib paigaldada nii risti kui ka piki teed vastavalt tootja poolt esitatud juhendile. [1]

2.3.9. Drenaaž

Projekteeritud tee lõigul puudub sademevee kanalisatsioon. Kraavide- truupide süsteem toimib osaliselt ning kohati on külakraavides vesi, kuna eesvoolud on settinud. [1]

2.3.10. Truubid

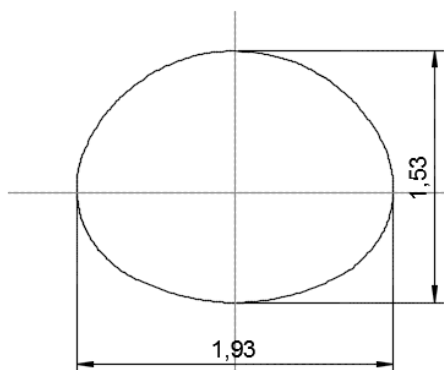
Plasttruupide rõngasjäikusklass peab olema SN8. Terastruupide seina paksus peab vastama truubi paigaldussügavusele. Truubitorude korrosioonikaitse peab garanteerima nende vähemalt 50 aastase eluea. [1]

PK 29+70 on kavandatud terasplaatidest truup Asset MPA-193 MP200; B=1,93 m, H=1,53 m; seina paksus 3 mm; pikkus ülal 15,0 m ja all 18.5 m. Olemasolev binokkeltruup d= 2*1,1 m lammutatakse. [1]

Terasplaatidest truubi tüüp Asset MPA-193 on valitud ASSET MPA (Multiplate Plate Arch) MP 200 süsteemi torusildade tüüpkataloogist.

Enne terasplaatidest truubi ehitamise alustamist peab töövõtja taotlema vastavalt kehtivale veeseaduse korrale vee erikasutusloa. [1]

Töövõtja peab eelnevalt koostama tööde teostamise projekti, kus on muuhulgas ära näidatud truubi ehituseks vajalikud ajutised tööd ja teelõigu sulgemise aeg ning ajutise liikluskorralduse skeemid. Samuti peab seal ette nägema keskkonna kaitsemeetmed, õhu ning pinna- ja maasisese vee reostamisest hoidumise kooskõlas kehtivate normidega. Terasplaatidest truup ehitatakse ning sisse - väljavool ja päised kindlustatakse. [1]



Joonis 2. Asset MPA-193 ristlõige [3]

3. TEHTAVAD TÖÖD JA TÖÖMAHTUDE MÄÄRAMINE

Oma töös, soovisin välja tuua põhilised tööd, mis on vaja teha, et ehitusobjekt edukalt valmiks. Selleks kasutasin peamiselt enda kogemusi, mis olen ammutanud tee ehitus ettevõtetes töötamisega.

3.1. Ettevalmistustööd

Ettevalmistustöödeks loetakse neid töid, mis peaksid olema tehtud enne, kui alustatakse väljakaevetega või muude töödega, mis hiljem raskendaksid loetletud töid. Ettevalmistustöödest koostati tabel (vt Tabel 6).

Tabel 6

Ettevalmistustööd [1]

Töö kirjeldus	Asukoht PK	Mõõtühik	Kokku
Liiklusmärkide eemaldamine	Objekti ulatuses	tk	1
Postkastide ümbertõstmise koos aluste rajamisega	PK 29+28 par PK 52+26 vas	kompl.	2
Olemasolevate truupide lammutamine	Objekti ulatuses	kompl.	9
Olemasolevate aia lammutamine	PK 24+73 - PK 25+18	m	46
Metsa, võsa ja heki raadamine	Objekti ulatuses	m ²	8698

Nendest töödest kõige mahukamad on olemasolevate truupide lammutamine ja uute rajamine, ning metsa, võsa ja heki raadamine. Raadamistööd tehti ära alltöövõtu korras.

Ette on nähtud lammutada ja rajada kokku 9 põhitee truupi, millest 8 on plastik truubid ja üks metalltruup (vt Tabel 7). Lisaks sellele veel 30 mahaõidutruubid (vt Tabel 8).

Tabel 7

Põhitee truupide aruanne [1]

Asukoht	Voolu suund	Märkused
4+23	paremale	olev truup lammutada ja rajada uus truup
14+26	paremale	olev truup lammutada ja rajada uus truup
24+32	paremale	rajada uus truup
29+70	paremale	olev binokkeltruup lammutada ja rajada uus terastruup
31+37	paremale	olev truup lammutada ja rajada uus truup
36+52	paremale	olev truup lammutada ja rajada uus truup
44+48	paremale	olev truup lammutada ja rajada uus truup
52+08	vasakule	olev truup lammutada ja rajada uus truup
58+02	paremale	olev truup lammutada ja rajada uus truup

PK 29+70 on kavandatud terasplaatidest truup.

Asset MPA-193 MP200 (vt Foto 3)

1. B=1,93 m,
2. H=1,53 m;
3. seinapaksus 3 mm;
4. pikkus ülal 15,0 m ja all 18.5 m.

Olemasolev binokkeltruup d=2*1,1 m lammutatakse.

Tehases peab olema terasplaadile peale kantud standardne korrosioonikaitse – tsingikiht 70 µm koos epoxüga EH 100 katmisega terve truubitoru ulatuses nii seest- kui ka väljastpoolt.

Terasplaatidest truubi tüüp Asset MPA-193 on valitud ASSET MPA (Multiplate Plate Arch) MP 200 süsteemi torusildade tüüpkataloogist. [1]



Foto 3. Asset MPA-193 MP200 [Erakogu]

Tabel 8

Mahasõidutruupide aruanne [1]

Asukoht PK		Voolu suund	Märkus
Vasak	Parem		
	3+32	lõppu	rajada uus truup
3+70		lõppu	rajada uus truup
	6+17	algusesse	rajada uus truup
7+77		algusesse	rajada uus truup
12+66		lõppu	rajada uus truup
	12+66	lõppu	rajada uus truup
15+75		algusesse	rajada uus truup
	15+75	algusesse	rajada uus truup
	16+76	algusesse	rajada uus truup
20+00		algusesse	rajada uus truup
	20+00	algusesse	rajada uus truup
22+01		lõppu	rajada uus truup
	22+04	lõppu	rajada uus truup
23+55		lõppu	rajada uus truup
	23+87	lõppu	rajada uus truup
	24+20	kraavi	rajada uus truup
	24+42	algusesse	rajada uus truup
	24+98	algusesse	rajada uus truup
28+64		lõppu	rajada uus truup
29+04		lõppu	rajada uus truup
31+49		algusesse	rajada uus truup

Asukoht PK		Voolu suund	Märkus
Vasak	Parem		
	36+46	lõppu	rajada uus truup
36+60		algusesse	rajada uus truup
41+74		lõppu	rajada uus truup
43+94		lõppu	rajada uus truup
	52+91	lõppu	rajada uus truup
54+75		lõppu	rajada uus truup
55+85		lõppu	rajada uus truup
56+60		lõppu	rajada uus truup
59+44		algusesse	rajada uus truup

3.2. Väljakaeve tööd

Sõidutee katte laius peab jääma pärast ehitustöid 6 m. Väljakaeve teostati terve objekti ulatuses. Osa väljakaevatud materjalist tuli kasutada täites (vt Tabel 9).

Tabel 9

Väljakaeve mahud

	Maht, m ³	Kokku, m ³
Ehituseks sobiva täitepinnase kaevandamine, sh kasvupinnas haljastuseks	5053	11694
Ehituseks sobimatu pinnase kaevandamine	6641	

3.3. Katend

Katendi konstruktsiooni on välja toonud tabelis (vt Tabel 10). Lisaks sellele veel on lisatud pindala ja maht. Mahtudes on arvestatud kiiludega. Pindala on arvestatud koos mahaõitudega.

Tabel 10

Väljakaeve- ja täitemahud

	Kihipaksus, cm	Pindala, m ²	Maht, m ³
Optimaalse terakoostisega kruusliivast kiht fr. 0...32 (segu nr.3)	15 cm	41490	6223,5
Looduslik kruus	20 cm	44507	8901,4
Keskliiva filtratsioonimoodul >=3 m/ööp	20 cm	48726	9745,2
Ol.ol. kerge saviliiv, kerge raske liivsavi, tolmlüiv			

3.4. Geotekstiili kasutamine

Lõigul PK57+80 - 58+40 on tegemist soise alaga, kus olemasoleva tee alt on turvas suures osas välja kaevatud (väljasurutud) ning muldkeha rajatud paekivi murrust koos liivast vahekihtidega. Kuna antud kohal laieneb tee vasakule poole max 4 m, tuleb tee laienduse alt kasvupinnas koos turbaga välja kaevata ning teha tagasitäide analoogselt varem rajatud muldkehale st paemurd koos liivast vahekihtidega. Lõigu stabiilsuse tagamiseks on kavandatud paigaldada muldkeha peale (dreenikihi alla) geotekstiil koos võrguga. Ettevalmistatud aluspinnasele paigaldada II kl mittekootud geotekstiil kangas ja sellele polüester geovõrk PES 40 kN*40 kN võrgusilmaga 30*30 mm. Kangaid võib paigaldada nii risti kui ka piki teed vastavalt tootja poolt esitatud juhendile. [1]

3.5. Ristmikud ja mahasõidud

Uuendatakse kõik vanad mahasõidud. Arvestatud on, et kõik piirinaabrid saaksid oma krundile juurdepääsu. Vajadusel rajatakse uued mahasõidud.

Mahasõitude konstruktsioon on sama, mis põhiteel (vt Tabel 5). Ristmike ja mahasõitude kohta on koostatud tabel 11.

Tabel 11

Ristmikud ja mahasõidud [1]

Nr	Asukoht		Tüüp	Tee otstarve	Olemasoleva tee kate	Kruus katte pikkus põhitee katte servast	Optimaals e terastikug a kruusliiva st kiht fr.0...32 katteks (pur. kruus segu nr.3)		Looduslikust kruusast alus fr.d=0mm,D=32mm		Keskliiv (filt. moodul >=3m/24h)	
							pindala	h=15cm				
	Vasak	Parem				m	m ²	m ³	m ²	m ³	m ²	m ³
1		3+32	T-1	metsa	puudub	8,0	54	8	59	12	65	13
2	3+70		T-1	metsatee	pinnas	8,0	55	8	56	11	66	13

3		6+17	T-1	elamu	pinnas	11,0	70	8	71	14	84	17
4	7+77		T-1	metsa	puudub	8,0	56	7	57	11	67	13
5	12+66		T-1	metsa	puudub	8,0	55	7	56	11	66	13
6		12+66	T-1	metsa	puudub	8,0	55	7	56	11	66	13
5	15+75		T-1	metsa	puudub	8,0	55	7	56	11	66	13
6		15+75	T-1	noorendik	puudub	8,0	55	7	56	11	66	13
7		16+76	T-1	metsa	puudub	8,0	56	7	57	11	67	13
8	20+00		T-1	metsa	puudub	8,0	55	7	56	11	66	13
9		20+00	T-1	metsa	puudub	8,0	55	7	56	11	66	13
10	22+01		T-1	elamu	pinnas	10,0	59	7	60	12	71	14
11		22+04	T-2	Arbavere	kruus	27,0	240	29	241	48	288	58
12	23+55		T-1	metsa	puudub	8,0	55	7	56	11	66	13
13		23+87	T-1	metsa	puudub	8,0	55	7	56	11	66	13
14		24+42	T-1	põllule	puudub	11,0	71	9	72	14	85	17
15		24+98	T-E	elamu	pinnas	5,0	24	3	25	5	29	6
16	25+42		T-E	põllule	pinnas	8,0	42	5	43	9	50	10
17	27+39		T-E	elamu	pinnas	11,0	52	6	53	11	62	12
18	28+64		T-E	elamu	pinnas	19,0	100	12	101	20	120	24
19		28+64	T-2	põllule	pinnas	8,0	68	8	69	14	82	16
20	29+04		T-E	elamu	pinnas	8,0	39	5	40	8	47	9
21		29+10	T-E	põllule	puudub	11,0	56	7	57	11	67	13
22	29+99		T-1	põllule	puudub	8,0	55	7	56	11	66	13
23		30+15	T-2	põllule	puudub	8,0	67	8	68	14	80	16
24	31+49		T-1	põllule	puudub	8,0	55	7	56	11	66	13
25		33+38	T-2	põllule	puudub	8,0	67	8	68	14	80	16
26		33+57	T-E	elamu	pinnas	8,0	47	6	48	10	56	11
27		34+01	T-2	põllule	puudub	8,0	67	8	68	14	80	16
28		36+46	T-E	metsatee	pinnas	14,0	66	8	67	13	79	16
29	36+60		T-1	põllule	puudub	8,0	55	7	56	11	66	13
30		38+21	T-2	põllule	puudub	8,0	62	7	63	13	74	15
31		39+05	T-E	elamu	pinnas	11,0	59	7	60	12	71	14
32		39+93	T-2	põllule	puudub	8,0	63	8	64	13	76	15
33	40+16		T-E	elamu	pinnas	8,0	39	5	40	8	47	9
34	41+74		T-E	elamu	kruus	8,0	44	5	45	9	53	11
35		42+94	T-1	metsa	puudub	8,0	55	7	56	11	66	13
36		43+84	T-E	elamu	pinnas	8,0	39	5	40	8	47	9
37	43+94		T-1	metsa	puudub	8,0	55	7	56	11	66	13
38	48+95		T-E	põllule	pinnas	8,0	44	5	45	9	53	11
39	50+18		T-E	elamu	pinnas	4,0	22	3	23	5	26	5
40		50+19	T-E	põllule	pinnas	8,0	67	8	68	14	80	16
41		51+26	T-1	metsatee	pinnas	11,0	82	10	83	17	98	20
42	52+19		T-E	elamu	pinnas	12,0	70	8	71	14	84	17
43		52+91	T-E	elamu	pinnas	11,0	73	9	74	15	88	18
44	53+40		T-1	põllule	puudub	8,0	55	7	56	11	66	13
45	53+81		T-1	põllule	pinnas	8,0	55	7	56	11	66	13

46	54+75		T-1	põllule	puudub	8,0	55	7	56	11	66	13
47	55+85		T-1	põllule	pinnas	14,0	84	10	85	17	101	20
48	56+60		T-1	põllule	puudub	8,0	55	7	56	11	66	13
49		58+53	T-E	elamu	pinnas	8,0	37	4	38	8	44	9
50	59+44		T-E	metsatee	pinnas	23,0	160	19	161	32	192	38
51	60+56		T-1	metsatee	pinnas	18,0	125	15	126	25	150	30
Kokku							3361	407	3424	685	4033	807

3.6. Kraavid

Kraavid kaevati terves objekti ulatuses. Enamus kraave kaevati uusi, kuid lisaks selle puhastati vanad olemasolevad kraavid L=424 jm. Kraavide kaevamisel pidi jälgima, et vee voolamine kraavidesse ei oleks takistatud.

Kohtades, kus kraavi kalde protsent oli suurem kui 1% tuli kraavipõhi kindlustada. Selleks kasutati killustikku fraktsioon 32-64, mis laotati II-kl tugevuskangale.

4. TÖÖDE KORRALDUS JA TÖÖDE TEOSTAMISE AEG

Tööde teostamisel ja aja arvutamisel on tuginetud peamiselt oma kogemustele, mis on ammutatud töötades teedeehitus ettevõttes. Inimtööjõud ja masinapark on valitud lähtudes sellest, kui suur on tööde hulk ja lisaks selle arvestatud masinate tootlikkusega. Keskmiselt tehti 10 h tööpäevi.

4.1. Ettevalmistustööd

Esmased ettevalmistustööd on välja toodud tabelis 1. Nende töödega peaks alustama kõigepealt. Kõige esimese asjana pandi püsti objektil, mis tähistas ka objekti algust. Lisaks objekti sildile, pandi välja ka ajutine liikluskorraldus (ajutised liiklusemärgid). Eemaldati vanad liiklusemärgid (1 tk). Tõsteti ümber kaks postkasti ja rajati neile uued alused. Lammutati teemaal olev aed (46 jm). Nendeks töödeks kulub hinnanguliselt üks tööpäev, kaks teetöölist ja ratas kopplaadur.

Raadamistööd müüdi alltöövõtu korras maha. Raadamistööd oli kokku 8698 m². Üksikuid puid oli kokku 70 tk. Alltöövõtja teostas langetustööd harvesteriga, mille tootlikus oli keskmiselt 10 tm (tihumeetrit) tunnis. Harvester suutis lõigata alates d=5 cm puitu. Väiksemad puud (võsa), kui 5 cm võttis alltöövõtja roomikekskavaatoriga, mis oli varustatud võsagiljotiiniga. Raadamistöödeks koos metsamaterjali äraveoga kulus alltöövõtjal kümme tööpäeva.

Kännud juuriti kokkuleppe alusel, väljakaeve või kraavikaevamise käigus. Juurimiseks eraldi tehnikat ei kasutatud. Kasutati 21 t roomikekskavaatorit. Hinnanguliselt juuris ekskavaator 8 kändu tunnis. Kokku oli vaja juurida 70 kändu.

Kändude juurimiseks kuluv aeg T arvutamise valem (1):

$$T = \frac{K}{J'}, \quad (1)$$

kus K - kändude arv tk;

J' - juurimiste arv tunnis tk/h.

Leian juurimiseks kulunud aja T.

$$T = \frac{70}{8} = 8,8 \text{ h} \approx 1 \text{ päev}$$

4.2. Truupide ehitus

Enne väljakaevet alustamist, tuleks lammutada ja asendada kõik truubid, mis jäävad põhitee alla. Kokku oli vaja lammutada ja uuesti ehitada üheksa truupi. Üks binokkeltruup tuli asendada metalltruubiga.

Päevas lammutas ja ehitas üks brigaad ühe truubi. Ühes brigaadis oli üks mees, 400 kg pinnasetihendaja, roomikekskavaator ja kallurauto. Truupe ehitati kahe brigaadiga, mis teeb kokku kaks truupi päevas, kaheksa plastiktruupi ehitati nelja päevaga.

Metalltruup pandi kokku metallkilpidest kohapeal. Kokkupanekuks kulus kaks päev ja kolmas päev kulus paigalduseks.

Kõikide truupide vahetamiseks kulus kokku seega seitse päeva.

4.3. Väljakaeve

Väljakaevet kasutati 21 t roomikekskavaatorit, mille tootlikkus on keskmiselt 65 m^3 tunnis. Materjali ära vedamiseks kasutati kallurveokeid, mille kastimaht on 13 m^3 . Arvutan autode hulga AH, mis oleks väljakaeveteks vaja lähtudes ekskavaatori tootlikkusest valemiga (2).

$$AH = \frac{M}{A'}, \quad (2)$$

kus M -väljakaeve tootlikus ühes tunnis, m^3/h ;

A' -kallurauto kastimaht m^3 .

Leian autode hulga mida oleks väljakaeveteks vaja:

$$AH = \frac{65}{13} = 5 \text{ autot}$$

Järgmiseks arvutan aja T, mis kulub ühe auto laadimiseks valemiga (3).

$$T = \frac{M}{AH}, \quad (3)$$

kus M -väljakaeve tootlikkus ühes tunnis, m^3/h ;

AH -autode hulk.

$$T = \frac{65}{5} = 12 \text{ minutit}$$

Ühe auto laadimiseks kulub aega 12 minutit.

Arvutan kogu väljakaevaks kuluva aja T valemiga (4):

$$T = \frac{P}{M}, \quad (4)$$

kus P -kogu väljakaeve maht, m^3 ;

M -väljakaeve tootlikkus ühes tunnis m^3/h .

Leian väljakaevaks kuluva aja T :

$$T = \frac{11694}{65} = 179,9 \text{ h} \approx 18 \text{ päeva}$$

4.4. Materjali transport

Väljakaeve käigus kaevati ka ehituseks sobilikku pinnast. Sobilik pinnas ladustati laoplatsile ja hiljem kasutati konstruktsiooni alla täiteks.

Kuna firmal oma karjääre lähedal ei olnud, siis kogu konstruktsiooni materjal toodi Soomukse II liiva ja kruusa karjäärist. Karjääris valmistatakse ka purustatud kruusa. Karjäär asub objektist 5 km kaugusel.

4.5. Täide

Kohtades, kus tee laienes, täideti ennem drenkihi ehitust vajalikud kohad täitematerjaliga. Täitematerjaliks kasutati, ehituseks sobiliku pinnast, mis saadi väljakaeve käigus. Ehituseks sobilik pinnas oli ladustatud laoplatsile. Võimaluse korral veeti ehituseks sobilik materjal kohe buldooseri ette täiteks. Täide tasandati buldooseri ja tihendati vibrorulliga.

4.6. Dreenkihi ehitus

Pidades silmas liiklusohutust, täitsime õhtuks väljakaevatud osa drenkihi materjaliga ja ehitasime looduslikust kruusast aluse.

Dreenkiht ehitati keskliivast filtratsioonimooduliga $\geq 3 \text{ m/ööp}$. Dreenkihi ja aluse ehituseks kasutati buldooseri, mille tööjõudlus oli 70 m/h mõlema kihi puhul. Buldooser oli varustatud 3D tehnoloogiaga.

Arvutan drenikihi materjal kulu K valemiga (5):

$$K = L' * P * h', \quad (5)$$

kus L' -tee laius, m;
 P -tee pikkus, m;
 h' -kihipaksus, m.

Leian drenikihi materjali kulu K ühe meetri kohta:

$$K = 7 \text{ m} * 1 \text{ m} * 0,2 \text{ m} = 1,4 \text{ m}^3$$

Järgmiseks arvutati materjali kulu ühes tunnis.

Arvutan drenikihi materjali kulu MK ühes tunnis arvutati valemiga (6):

$$MK = K * L, \quad (6)$$

kus K -drenikihi materjali kulu ühe meetri kohta;
 L -buldooseri tööjõudlus ühes tunnis.

Leian drenikihi materjali kulu MK ühes tunnis:

$$MK = 1,4 \text{ m}^3 * 70 \frac{\text{m}}{\text{h}} = 98 \text{ m}^3$$

Drenikihi materjali veeti ette autodega, mille kastimaht oli 15 m^3 . Optimaalne oleks kasutada 4 autot. Orienteeruv sõiduaeg edasi-tagasi karjääri on 20 minutit. Laadimise ja laotamise aeg kokku on keskmiselt 15 minutit. See teeb ühes tunnis 6-7 autot ja kokku 90 m^3 - 105 m^3 .

Järgmiseks arvutan, kui kaua võtab aega drenikihi ehitus terve objekti ulatuses.

Arvutan drenikihi ehituseks kuluv aeg T' terve objekti ulatuses valemiga (7):

$$T' = \frac{U}{P}, \quad (7)$$

kus U -ettenähtud materjali kogus, m^3 ;
 P -materjali kogus ühe tööpäeva jooksul, m^3 .

Leian drenikihi ehituseks kuluva aja T' terve objekti ulatuses

$$T' = \frac{9745,2 \text{ m}^3}{980 \text{ m}^3} = 9,9 \text{ päeva} \approx 10 \text{ päeva}$$

Dreenikiht tihendati 12 t vibrorulliga.

Leian, drenikihi materjali tihendamise tootlikkuse valemiga (8) [4]

$$R = \frac{W*v*H*1000*E}{N}, \quad (8)$$

kus W -ühe läbikuga tihendatava riba laius, m;
 v -töökiirus, km/t;
 H -tihendatava kihi paksus, m;
 N -läbikute arv ühel jäljel;
 E -töö efektiivsuse tegur.

Leian tihendamise tootlikkuse

$$R = \frac{2,1 * 5 * 0,2 * 1000 * 0,7}{7} = 210$$

Leian kogu dreenikihi tihendamiseks kuluva aja T valemiga (9)

$$T = \frac{KM}{R}, \quad (9)$$

kus KM -kogu tihendatav maht;

R -tihendamise tootlikkus.

Leian dreenikihi tihendamiseks kuluva aja T

$$T = \frac{9745,2}{210 * 10} = 4,6 \approx 5 \text{ päeva}$$

4.7. Aluse ehitus

Aluse ehitamiseks kasutati loodusliku kruusa, mille kihipaksus oli 0,2 m. Materjali lükati laiali buldooseri, mille tööjõudlus oli 70 m/h. Buldooser oli varustatud 3D tehnoloogiaga.

Aluse ehituseks kuluva materjal kulu Q arvutan valemiga (10):

$$Q = L' * P * h', \quad (10)$$

kus L' -tee laius, m;

P -tee pikkus, m;

h' -kihipaksus, m.

Leian aluse ehituseks kuluva materjali kulu Q ühe meetri kohta:

$$Q = 6,5 \text{ m} * 1 \text{ m} * 0,2 \text{ m} = 1,3 \text{ m}^3$$

Järgmiseks arvutati materjali kulu ühes tunnis.

Aluse ehituseks kuluva materjali kulu W ühes tunnis arvutati valemiga (11):

$$W = K * L, \quad (11)$$

kus K -aluse ehituseks kuluva materjali kulu ühe meetri kohta, m^3 ;

L -buldooseri tööjõudlus ühes tunnis.

Leian aluse ehituseks kuluva materjali kulu W ühes tunnis:

$$W = 1,3 \text{ m}^3 * 70 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \approx 91 \text{ m}^3$$

Aluse ehituseks kuluv materjal, veeti ette autodega, mille kastimaht oli 15 m^3 . Optimaalne oleks kasutada nelja autot.

Orienteeruv sõiduaeg edasi tagasi karjääri on 20 minutit. Laadimise ja laotamise aeg kokku on keskmiselt 15 minutit. See teeb ühes tunnis kuus kuni seitse autot ja kokku 90 m^3 - 105 m^3 .

Järgmiseks arvutan, kui kaua võtab aega aluse ehitus terve objekti ulatuses.

Arvutan aluse ehituseks kuluv aeg, Y terve objekti ulatuses valemiga (12):

$$Y = \frac{U}{P}, \quad (12)$$

kus U -ettenähtud materjali kogus, m^3 ;

P -materjali kogus ühe tööpäeva jooksul, m^3 .

Leian aluse ehituseks kuluva aja Y terve objekti ulatuses

$$Y = \frac{8901,4 \text{ m}^3}{910 \text{ m}^3} = 9,7 \text{ päeva} \approx 10 \text{ päeva}$$

Alus kiht tihendati vibrorulliga.

Leian, drenkihi materjali tihendamise tootlikkuse valemiga (13) [4]

$$R = \frac{W * v * H * 1000 * E}{N}, \quad (13)$$

kus W -ühe läbikuga tihendatava riba laius, m;

v -töökiirus, km/t;

H -tihendatava kihi paksus, m;

N -läbikute arv ühel jäljel;

E -töö efektiivsuse tegur.

Leian tihendamise tootlikkuse

$$R = \frac{2,1 * 5 * 0,2 * 1000 * 0,7}{7} = 210$$

Leian kogu drenkihi tihendamiseks kuluva aja T valemiga (14)

$$T = \frac{KM}{R}, \quad (14)$$

kus KM -kogu tihendatav maht;

R -tihendamise tootlikkus.

Leian drenkihi tihendamiseks kuluva aja T

$$T = \frac{8901,4}{210 * 10} = 4,2 \approx 5 \text{ päeva}$$

4.8. Kattekihi ehitus

Kattekihi ehituseks kasutati purustatud kruusa, mille terad olid sirbikujulise profiiliga, segu nr 3. Kihi paksus oli 0,15 m. Kattekiht võeti vastu buldooseriga, mille tööjõudlus oli 80 m/h. Kattekiht profileeriti greideriga, mille tootlikkus oli 350 m/h. Buldooser ja greider olid varustatud 3D tehnoloogiaga.

Katte ehituseks kuluva materjal kulu M arvutan valemiga (15):

$$M = L' * P * h', \quad (15)$$

kus L' -tee laius, m;
 P -tee pikkus, m;
 h' -kihipaksus, m.

Leian katte ehituseks kuluva materjali kulu N ühe meetri kohta:

$$N = 6 \text{ m} * 1 \text{ m} * 0,15 \text{ m} = 0,9 \text{ m}^3$$

Järgmiseks arvutati materjali kulu ühes tunnis.

Katte ehituseks kuluva materjali kulu B ühes tunnis arvutati valemiga (16):

$$B = K * L, \quad (16)$$

kus K -katte ehituseks kuluva materjali kulu ühe meetri kohta, m^3 ;
 L -buldooseri tööjõudlus ühes tunnis.

Leian katte ehituseks kuluva materjali kulu B ühes tunnis:

$$B = 0,9 \text{ m}^3 * 80 \frac{\text{m}}{\text{h}} = 72 \text{ m}^3$$

Katte ehituseks kuluv materjal, veeti ette autodega, mille kastimaht oli 15 m^3 . Optimaalne oleks kasutada kolme autot.

Orienteeruv sõiduaeg edasi tagasi karjääri on 20 minutit. Laadimise ja laotamise aeg kokku on keskmiselt 15 minutit. See teeb ühes tunnis viis kuni kuus autot ja kokku 75 m^3 - 90 m^3 .

Kuna materjali tuleb kohale kiiremini, kui buldooser jõuab lükata, pidid mõned autojuhid ootama, kuni buldooser jõuab materjali kõrgusesse lükata. Lisaks sellele, liiguti objektil karjäärast järjest kaugemale, mille tulemusena pikenes autode sõiduaeg ja koormad jagunesid võrdselt.

Järgmiseks arvutan, kui kaua võtab aega katte ehitus terve objekti ulatuses.

Katte ehituseks kuluv aeg, V terve objekti ulatuses valemiga (17):

$$V = \frac{U}{P}, \quad (17)$$

kus U -ettenähtud materjali kogus, m^3 ;

P -materjali kogus ühe tööpäeva jooksul, m^3 .

Leian katte ehituseks kuluva aja V terve objekti ulatuses

$$V = \frac{6223,5 m^3}{720 m^3} = 8,6 \text{ päeva} \approx 9 \text{ päeva}$$

Katte kiht tihendati vibrorulliga.

Leian, kattekihi tihendamise tootlikkuse valemiga (18) [4]

$$R = \frac{W*v*H*1000*E}{N}, \quad (18)$$

kus W -ühe läbikuga tihendatava riba laius, m;

v -töökiirus, km/t;

H -tihendatava kihi paksus, m;

N -läbikute arv ühel jäljel;

E -töö efektiivsuse tegur.

Leian tihendamise tootlikkuse

$$R = \frac{2,1 * 5 * 0,15 * 1000 * 0,7}{5} = 220,5$$

Leian kogu drenkihi tihendamiseks kuluva aja T valemiga (19)

$$T = \frac{KM}{R}, \quad (19)$$

kus KM -kogu tihendatav maht;

R -tihendamise tootlikkus.

Leian drenkihi tihendamiseks kuluva aja T

$$T = \frac{6223,5}{220,5 * 10} = 2,8 \approx 3 \text{ päeva}$$

Katte kiht profileeriti greideriga, mille tootlikkus oli 350 m/h. Greider oli varustatud 3D tehnoloogiaga.

Arvutan, kogu objekti profileerimise aja X valemiga (20):

$$X = \frac{Y'}{J'}, \quad (20)$$

kus Y' -kogu objekti pikkus;

J' -greideri tootlikkus ühes tunnis.

Leian kogu objekti profileerimise aja X

$$X = \frac{6030 \text{ m}}{350 \text{ m/h}} = 17,2 \text{ tundi} \approx 2 \text{ päeva}$$

Lisaks põhiteele, tuleb greideril üle profileerida mahasõidud ja ristmikud, mis võtab veel hinnanguliselt aega kolm päev (≈ 30 tundi).

4.9. Kraavide kaevamine

Kraavid kaevati mõlemale poole teed. Kraavide kogupikkus on 12060 m.

Kraavi mahud leiti projektist mõõtes AutoCAD programmiga, kuid kraavi mahtu võib leida veel teisiti. Iga 25 m tagant mõõdetakse kraavi ristlõike pindala (trapetsi pindala) ja korrutatakse see arvutatava lõigu pikkusega. Niimoodi saab peaaegu õige mahu. Väga täpse mahu määramiseks, lastakse pärast kraavide kaevamist mõõdistada kraavid ja geodeedid arvutavad mahu.

Kraavi kaevemahud on välja toodud tabelis 12.

Tabel 12

Kraavide kaevemahud

Vasakpool, m ³	Parempool, m ³
2684,6	3082,66
Kokku 5767,26 m ³	

Lisaks selle puhastati veel eesvoole ja olemasolevaid kraave. Kokku puhastati 424 jm kraave, mis teeb mahutabeli järgi 212 m³.

21 t ekskavaatori tootlikkus kraavi kaevamisel on 45 m³ tunnis. Kaevatud materjal tuli ära vedada. Selleks kasutati kolme autot, mille kastimaht on 13 m³. Kuna kraavide kaevamisel kasutati laserit ja masti vastuvõtjat, ei olnud kaevamistöde kiirus väga suur.

Leian kraavide kaevamiseks kuluva aja T valemiga (21):

$$T = \frac{KM}{L}, \quad (21)$$

kus KM -kaevemaht;

L -kaevemaht ühel päeval.

$$T = \frac{5767,26 + 212}{450} = 13,2 \text{ päeva} \approx 14 \text{ päeva}$$

Uute kraavide kaevamiseks ja vanade kraavide puhastamiseks kulub kokku 14 päeva.

Kohtades, kus kraavi pikki kalle oli suurem kui 1% kindlustati kraavipõhi killustikuga fraktsioon 32-64. Killustiku alla laotati geotekstiil.

4.10. Mahasõidud

Kõik mahasõidud oli projekteeritud truupidega. Tööjõudlus mahasõitude ehitamisel oli keskmiselt viis mahasõitu päevas. Mahasõitude konstruktsioon oli samasugune nagu põhiteel (vt Tabel 5). Mahasõitude ehituseks kasutatakse ratasekskavaatorit ja ühte kallurautot.

Arvutan mahasõitude ehituseks kuluva aja F valemiga (22):

$$F = \frac{MK}{MÜP}, \quad (22)$$

kus MK -mahasõitude arv kokku;

$MÜP$ -mahasõitude arv ühel päeval.

Leian mahasõitude ehituseks kuluva aja F :

$$F = \frac{51}{5} = 10,2 \text{ päeva} \approx 11 \text{ päeva}$$

Mahasõitude ehituseks kulub kokku 11 päeva.

4.11. Heakorra- ja maastikukujundustööd

Maastikukujundus tööd olid muru kasvualuse rajamine ja külv. Maastikukujundustöid oli kokku 22 823 m². Muru kasvualuse rajamiseks kasutati metsaveotraktorit koos greiferiga. Traktoril oli käru asemel kast, milles oli sõelutud muld. Greiferiga viskas mulla ühtlase kihina nõlvadele ja külv teostati käsitsi. Haljastustöödeks kulus hinnanguliselt kaks nädalat ≈ 100 töötundi.

Lisaks selle rajati uus puitaed kinnistupiirile, mille pikkus oli 42 m. Aia rajamiseks kulus hinnanguliselt kaks tööpäeva.

4.12. Kokkuvõte. Töödeks kuluv aeg

Tabelis 13 loetlen veelkord kõik tööd ja lisan töödeks kuluva aja.

Tabel 13

Objektil tehtavad tööd ja nendeks kuluv aeg

Töö nimetus	Kuluv aeg
Ettevalmistus tööd (märgid, objekti sildid, teavitustöö)	1 päev
Raadamistööd + võsalõikus	10 päeva
Kändude juurimine	1 päeva
Truupide ehitus	7 päeva
Väljakaeve	18 päeva
Täitekihi ehitus	18 päeva
Dreenikihi ehitus	10 päeva
Aluse ehitus	10 päeva
Katte ehitus	9 päeva
Kraavide kaevamine	14 päeva
Mahasõitude ehitus	11 päeva

5. LIIKLUSKORRALDUS

Liikluskorraldus skeemid on koostatud vastavalt „Liikluskorralduse nõuded teetöödel“ MKM 16.04.2003 määrus nr 69 nõuetele.

Liikluskorraldus skeem tuleks koostööstada Maanteeameti Ida regiooni osakonnaga, päästeteenistustega ja järelevalvega.

Liiklusskeemi õigesti paigaldamise ja säilivuse eest peaks vastutama otsene töödejuht, kas objektijuht või objektijuhi puudumisel töödejuhataja.

Vastutav isik peaks jälgima igapäevaselt, et

- liikluskorraldus vahendite asukoht vastaks koostööstatud liiklusskeemile;
- tuvastades puudused, koheselt nende likvideerida või edastada töökäsk isikutele, kes tegelevad puudustega;
- jälgima, et liiklejad mõistaksid liiklusskeemi üheselt ning ei tekiks arusaamatusi töötsoonis.

Teabetahvel teetöödest

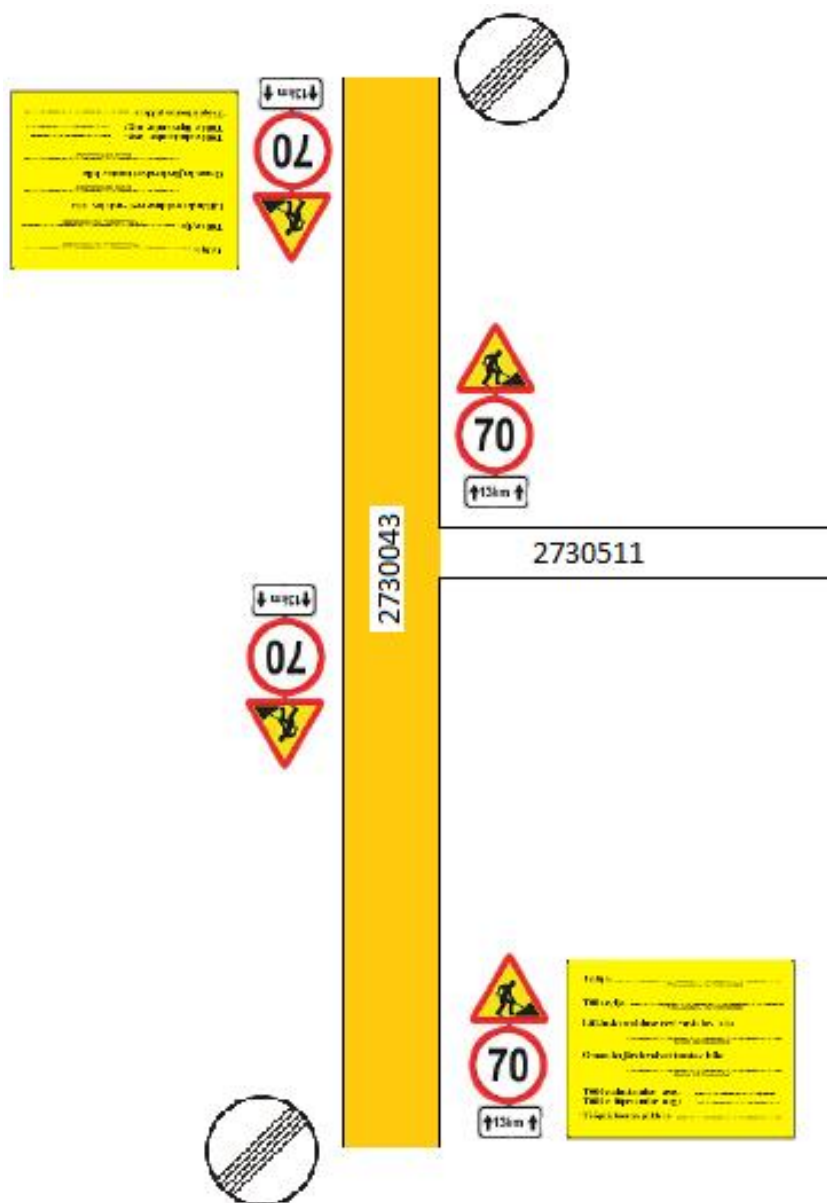
Tellij:	(Nimi, aadress, telefoninumber)
Töö tegija:	(Nimi, aadress, telefoninumber)
Liikluskorralduse eest vastutav isik:	 (Nimi, telefoninumber)
Omanikujärelvalvet teostav isik:	 (Nimi, telefoninumber)
Tööde alustamise aeg:	
Tööde lõpetamise aeg:	
*Tööpiirkonna pikkus:	

Teabetahvil on must kirje kollasel taustal. Kirje suure tähe kõrgus on asulas vähemalt 50 mm ja väljaspool asulat vähemalt 75 mm.

* - väljaspool asulat

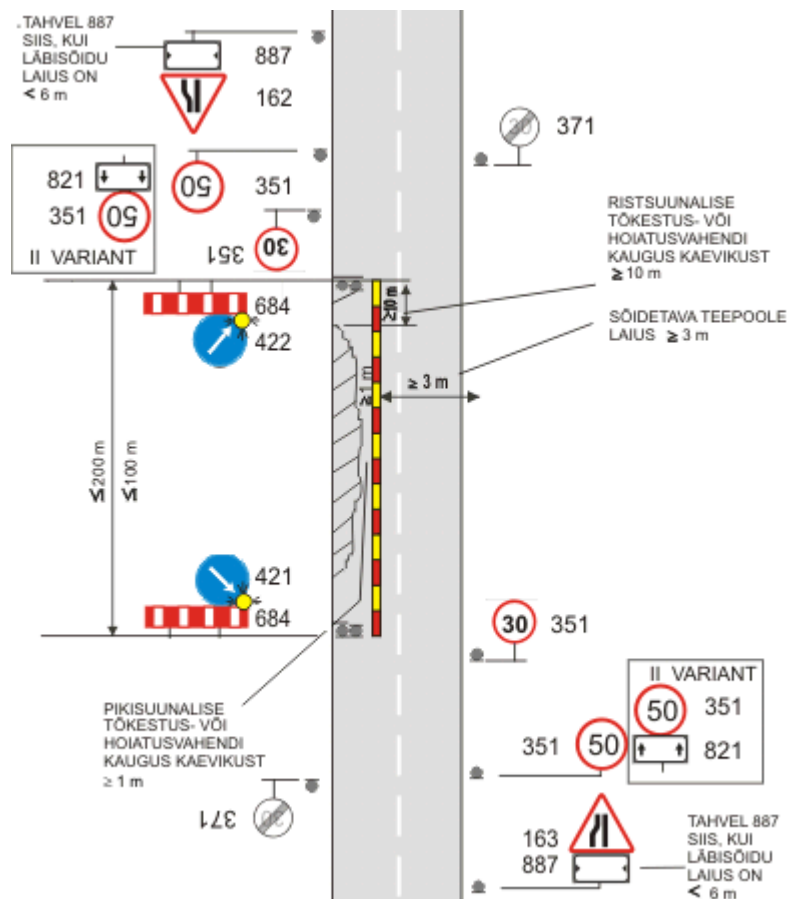
Joonis 3. Teabetahvel teetöödest [5]

Jooniselt 3 on näha, milline peab olema „Teabetahvel teetöödel“.



Joonis 4. Liikluskorraldus skeem

Selline võiks olla liiklusskeem. Liiklusohutuse suurendamiseks paigaldatakse lõikudes, kus teostatakse kaeve- ja täitetöid lisatakse veel täiendav skeem, mis on näha joonisel 5. Skeem peaks suurendama liiklusohutust.



Joonis 5. Kaevetööde ja täite tsooni liikluskorraldus skeem [5]

6. TÖÖDE GRAAFIK

Tabelis 13 on välja toodud teostatud tööd ja nendeks töödeks kuluv aeg. Tööde teostamise kiirus on erinev, ning sellepärast langevad ka tööde tegemise ajad kokku. Näiteks väljakaevamiseks kulub 18 tööpäeva, kui drenkihi ehituseks ainult 10 tööpäeva (arvutuslikult). Reaalne olukord on hoopis teine. Väljakaevamiseks kulus 18 tööpäeva, kuid drenkihiti ei saa enne hakata ehitama, sest väljakaevamine ei ole veel lõpetatud.

Põhieesmärk on tööde kiire teostamine ning tehnika tootlikkuse maksimaalne ära kasutamine. Ideaalne olukord tekiks siis, kui ekskavaator teeks ära kõik tööd järjest, mis järjest tulevad.

Tabel 14

Tööde teostamise graafik

[illegible]

Tabel 15

Tööde teostamise graafik

[illegible]

7. TEHNIKA JA TÖÖJÕU TABEL

Tabelis 16 on välja toodud tehnika ja tööjõu nõudlus. Tabel on koostatud iga tööpäeva kohta. Loetletud on kogu vajaminev tehnika- ja tööjõupark.

Tabel 16

Tehnika ja tööjõu tabel

Tööpäevad	Tehnikapark	Tööjõupark, tk
1	Brigaad; ratasekskavaator	2
2	Brigaad; 3x ekskavaator; metsatehnika	4
3	Brigaad; 3x ekskavaator; metsatehnika	4
4	Brigaad; 3x ekskavaator; buldooser; metsatehnika; vibrorull; 7 kallurauto	14
5	Brigaad; 3x ekskavaator; buldooser; metsatehnika; vibrorull; 11 kallurauto	18
6	Brigaad; 3x ekskavaator; buldooser; metsatehnika; vibrorull; 11 kallurauto	18
7	Brigaad; 3x ekskavaator; buldooser; metsatehnika; vibrorull; 11 kallurauto	18
8	Brigaad; 3x ekskavaator; buldooser; metsatehnika; vibrorull; 11 kallurauto	18
9	Brigaad; 3x ekskavaator; buldooser; metsatehnika; vibrorull; 13 kallurauto	20
10	Brigaad; 3x ekskavaator; buldooser; metsatehnika; vibrorull; 13 kallurauto	20
11	Brigaad; 3x ekskavaator; buldooser; metsatehnika; vibrorull; 13 kallurauto	20
12	Brigaad; 3x ekskavaator; buldooser; metsatehnika; vibrorull; 13 kallurauto	20
13	Brigaad; 3x ekskavaator; buldooser; vibrorull; 13 kallurauto	19
14	Brigaad; 3x ekskavaator; buldooser; vibrorull; 13 kallurauto	19
15	Brigaad; 3x ekskavaator; buldooser; vibrorull; 13 kallurauto	19
16	Brigaad; 3x ekskavaator; buldooser; vibrorull; 13 kallurauto	19
17	Brigaad; 3x ekskavaator; buldooser; vibrorull; 13 kallurauto	19
18	Brigaad; 3x ekskavaator; buldooser; vibrorull; 13 kallurauto	19
19	Brigaad; 3x ekskavaator; buldooser; vibrorull; 13 kallurauto	19

Tööpäevad	Tehnikapark	Tööjõupark, tk
20	Brigaad; 3x ekskavaator; buldooser; vibrorull; 13 kallurauto	19
21	Brigaad; 3x ekskavaator; buldooser; vibrorull; 13 kallurauto; haljastuse tehnika	20
22	Brigaad; 2x ekskavaator; buldooser; vibrorull; 12 kallurauto; haljastuse tehnika	18
23	Brigaad; greider; vibrorull; 2 kallurauto; haljastuse tehnika	6
24	Brigaad; greider; vibrorull; 2 kallurauto; haljastuse tehnika	6
25	Brigaad; greider; vibrorull; 2 kallurauto; haljastuse tehnika	6
26	Brigaad; greider; vibrorull; 2 kallurauto; haljastuse tehnika	6
27	Brigaad; greider; vibrorull; 2 kallurauto; haljastuse tehnika	6
28	Brigaad; haljastuse tehnika	3
29	Brigaad; haljastuse tehnika	3
30	Brigaad; haljastuse tehnika	3
31	Brigaad; haljastuse tehnika	3
32	Brigaad; haljastuse tehnika	3
33	Brigaad; haljastuse tehnika	3
34	Brigaad; haljastuse tehnika	3
35	Brigaad; haljastuse tehnika	3
36	Brigaad; ratasekskavaator	2

8. KOKKUVÕTE

Käesoleva lõputöö on koostatud Mõndavere tee 00+63-60+93 objekti ehitustööde korraldusest. Lõputöö teema valikul on lähtutud soovist koostada ehitustööde korraldus projekt, milles ollakse ise osalenud.

Lõputöös on kirjeldatud tööde teostamise protsessi ning üritatud valida parim masinapark. Masinapargi valikul on lähtutud tööde teostamise kiirusest, kvaliteedi tagamisest ning ökonoomsusest.

Ökonoomsust iseloomustab kõige paremini see, kui kiiresti ja odavalt valmib teatud etapp objektil. Sellepärast on võetud eesmärgiks kasutada võimalikult palju 3D tehnoloogiat. Objektile tööd tegevad mehhanismid olid kõik varustatud 3D tehnoloogiaga (ekskavaatorid, buldooserid ja greider).

Arvutuste teostamisel on arvestatud töömahtudega, mis on saadud hankedokumentatsioonist. Arvutuste tulemusel on koostatud tööde teostamise graafik, mis peaks tutvustama objekti kulgemist ajas.

Tööde teostamise graafik on tinglik ja väljendab ideaaltingimustes töötamist. Arvestatud on, et tööde teostamist ei sega ilmastik ega muud ettenägematud takistused. Mõistlik oleks lisada graafiku lõppu viis tööpäeva niinimetatud buffer tsoon, mida saaks kasutada probleemide tekkimisel.

9. SUMMARY

The arrangement project of Mõndavere road 00+63-60+93.

The focus of the current graduation thesis lies on the arrangements of building works done on the object 00+63-60+93 of Mõndavere road. The author of the thesis chose such a topic because of desire to prepare the project of the organisations of building works where the author is participated.

In the thesis is described the process of execution of the works, also the author of the thesis is tried to choose the best machine park. In order to choose the best machine park the speed of building works, quality assurance and economy efficiency is taken account.

The economy is best described by the speed and cost of completeing the certain phase of the object. Therefore the author of the thesis is aimed at to use 3D technology as much as possible. All mechanism working on the object (id est excavators, bulldozers and graders) were equipped with 3D technology. Carrying out the calculations the amount of work described in the documentation of the procurement are considered. The flow process chart is drawn up basing on the calculations. Such flow chart should introduce the flowing process of the object over the time.

The flow process chart is conditional and expressis working in the ideal conditions. It is taken account that the weather or other accidents did not interfere finishing the building works on time. It is advisable to add end of the graph five days, so-called buffer zone, which could be used when problems arise.

10. LISAD

Lisa 1. Mahasõidu tüüp I, II ja III tüüpjoonis

Lisa 2. Konstruktsioon tüüpjoonis

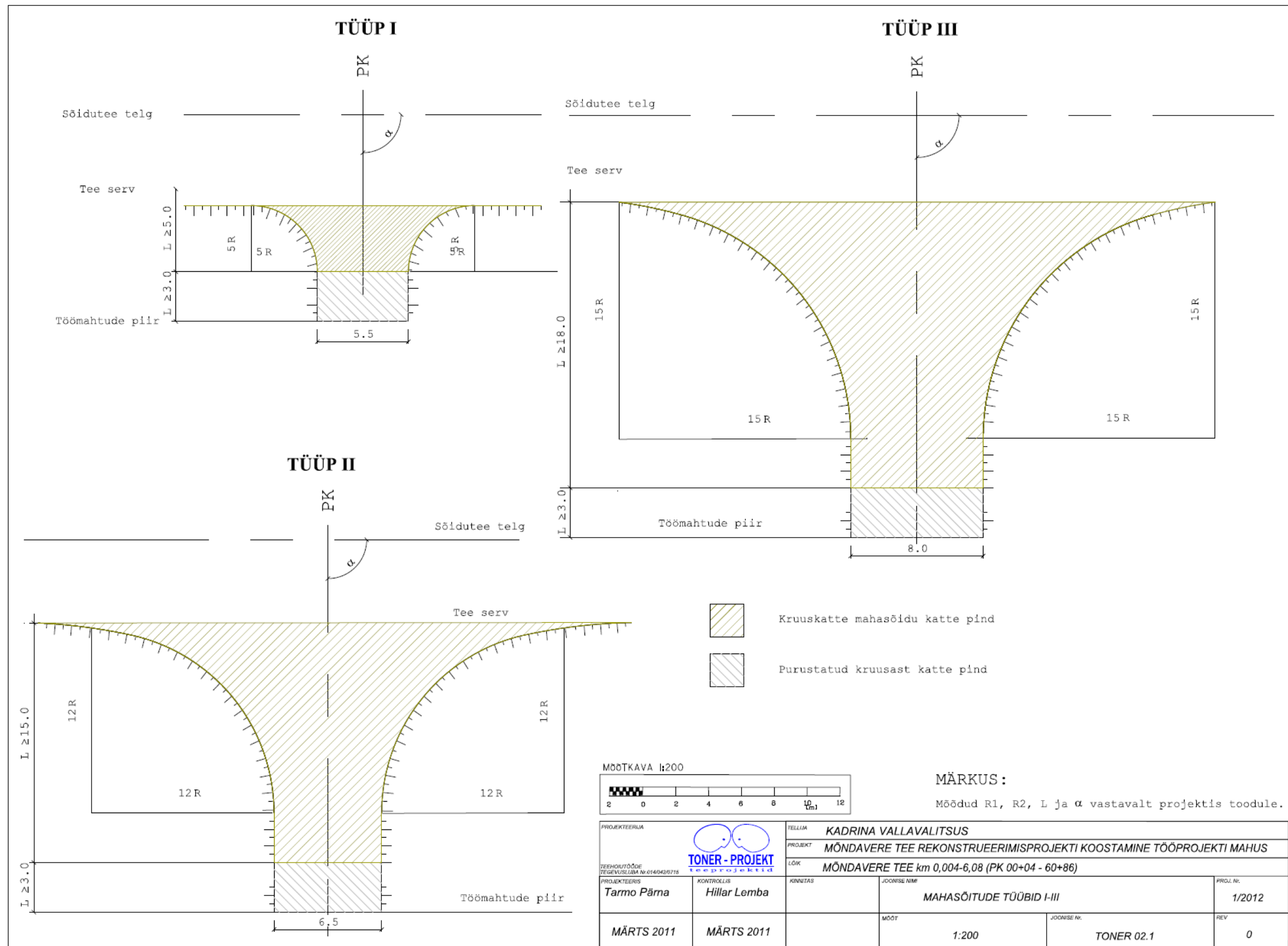
Lisa 3. Mahasõidutruubi tüüpjoonis

Lisa 4. Põhiteetruubi tüüpjoonis

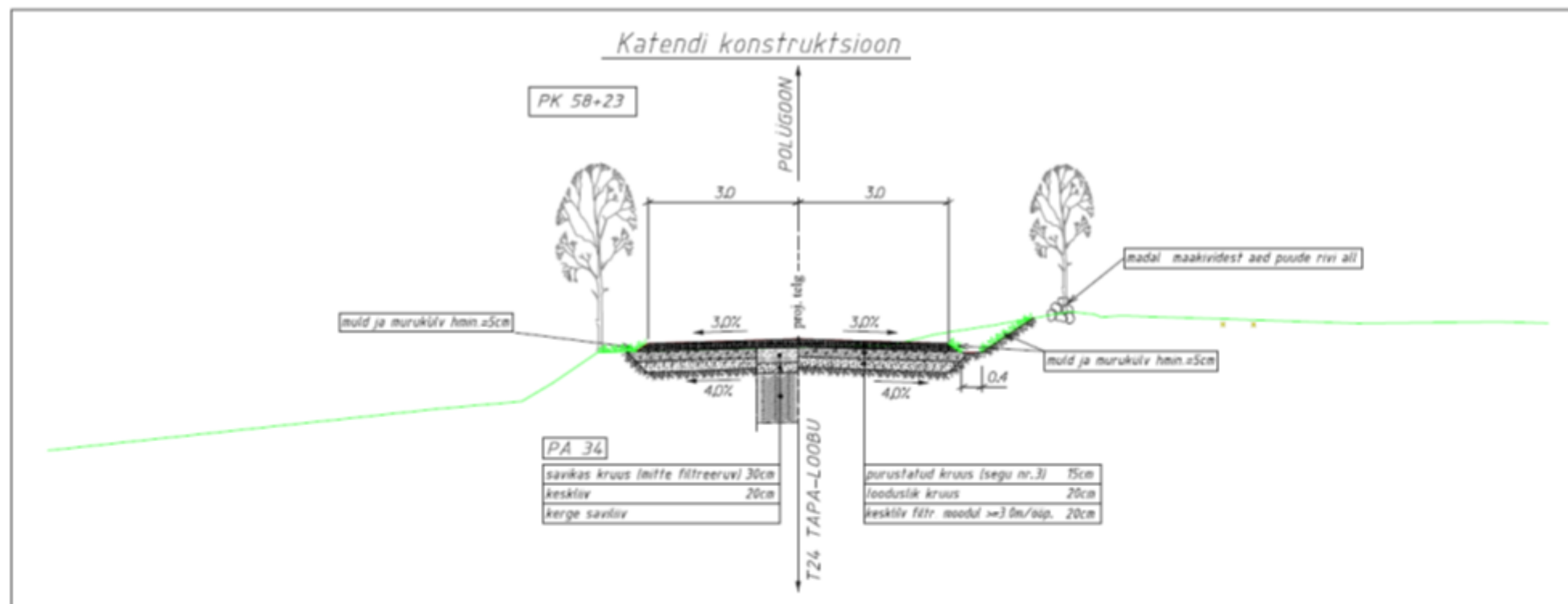
Lisa 5. Metalltruubi tüüpjoonis

Lisa 6. Puitaia konstruktsioon

Lisa 1. Mahasõidutüüp I, II ja III

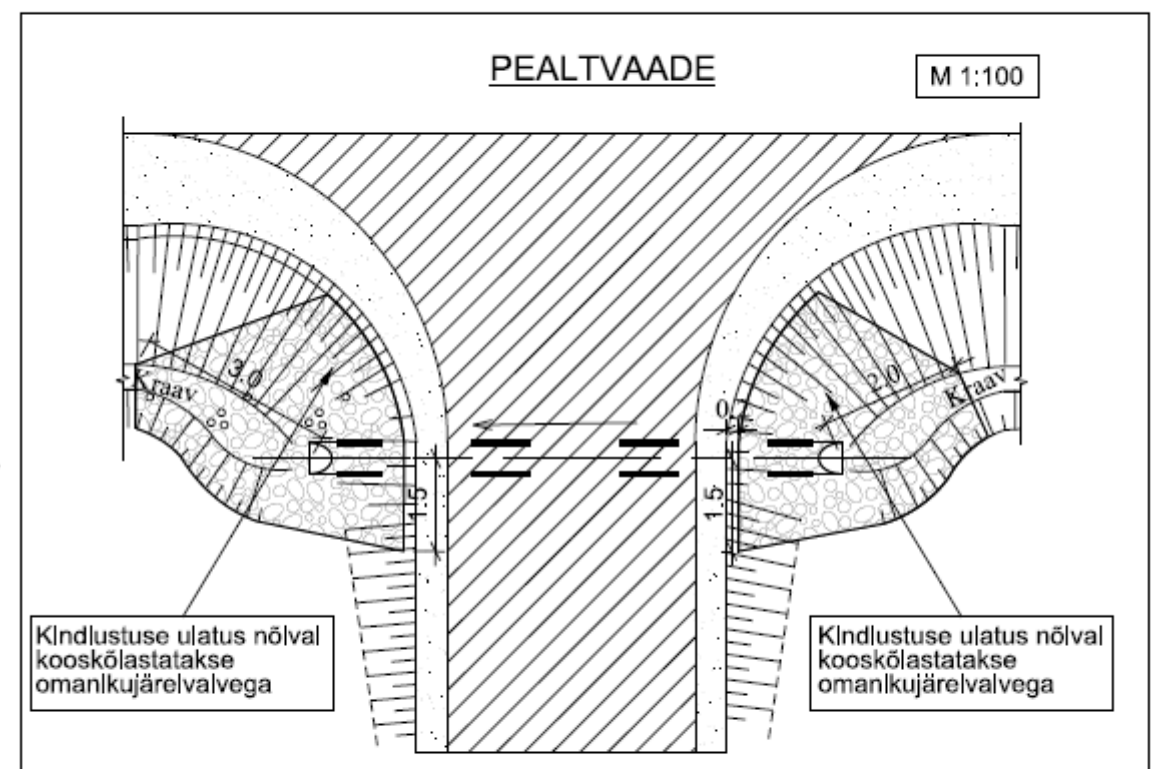
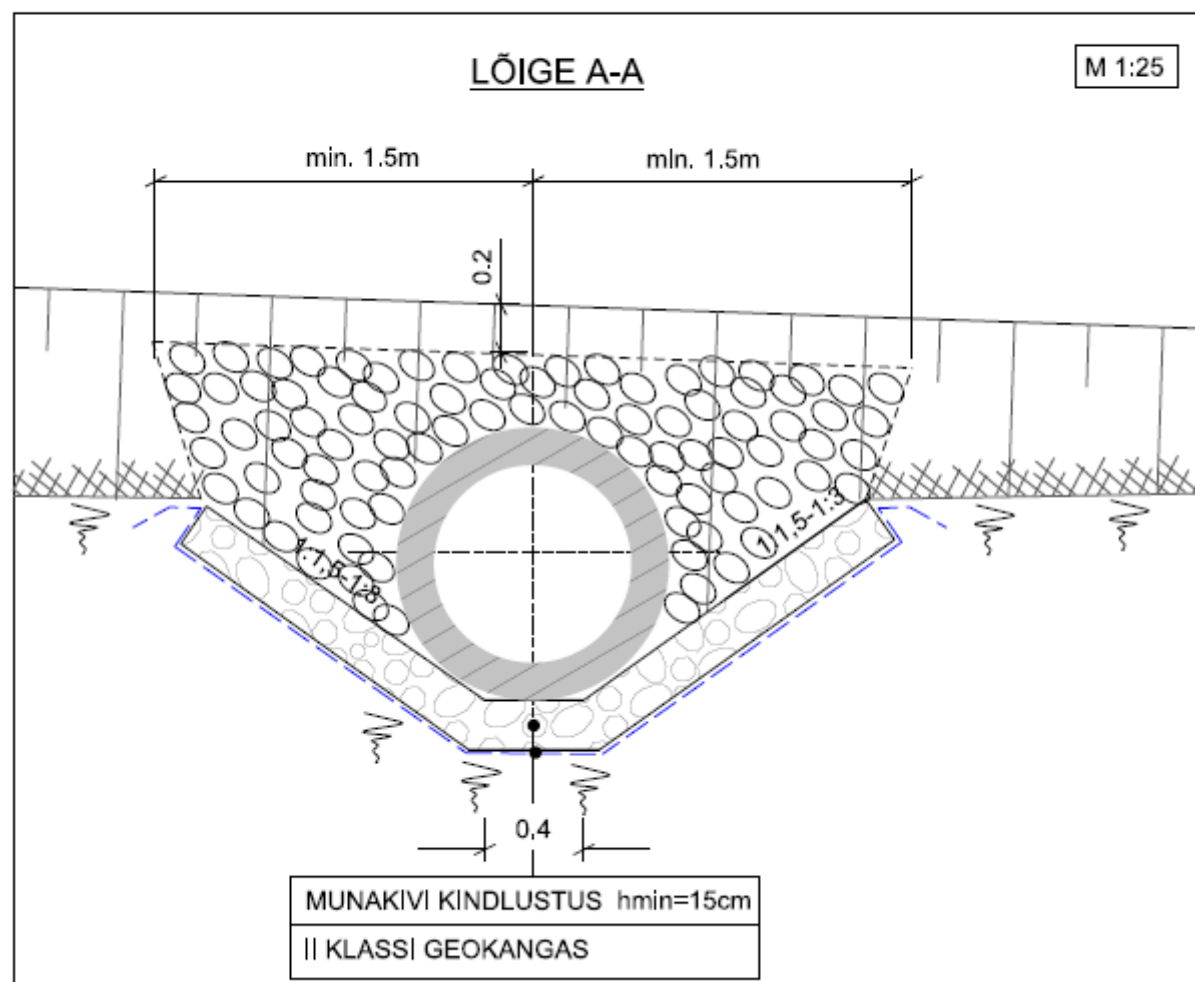
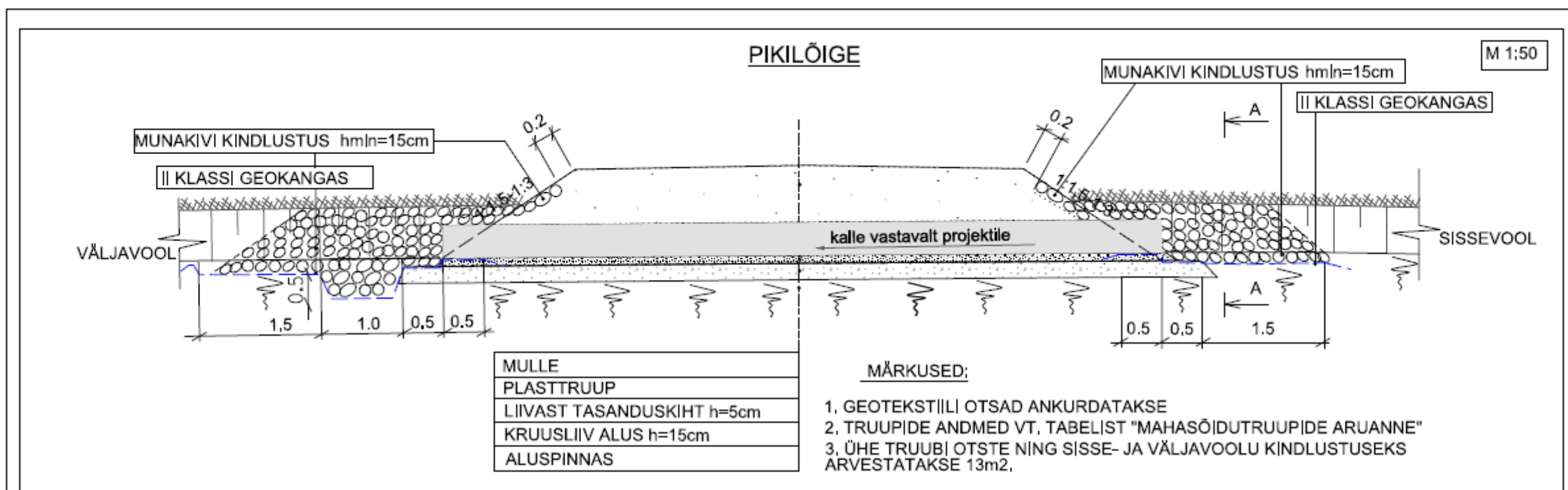


Lisa 2. Konstruktsiooni tüüpjoonis



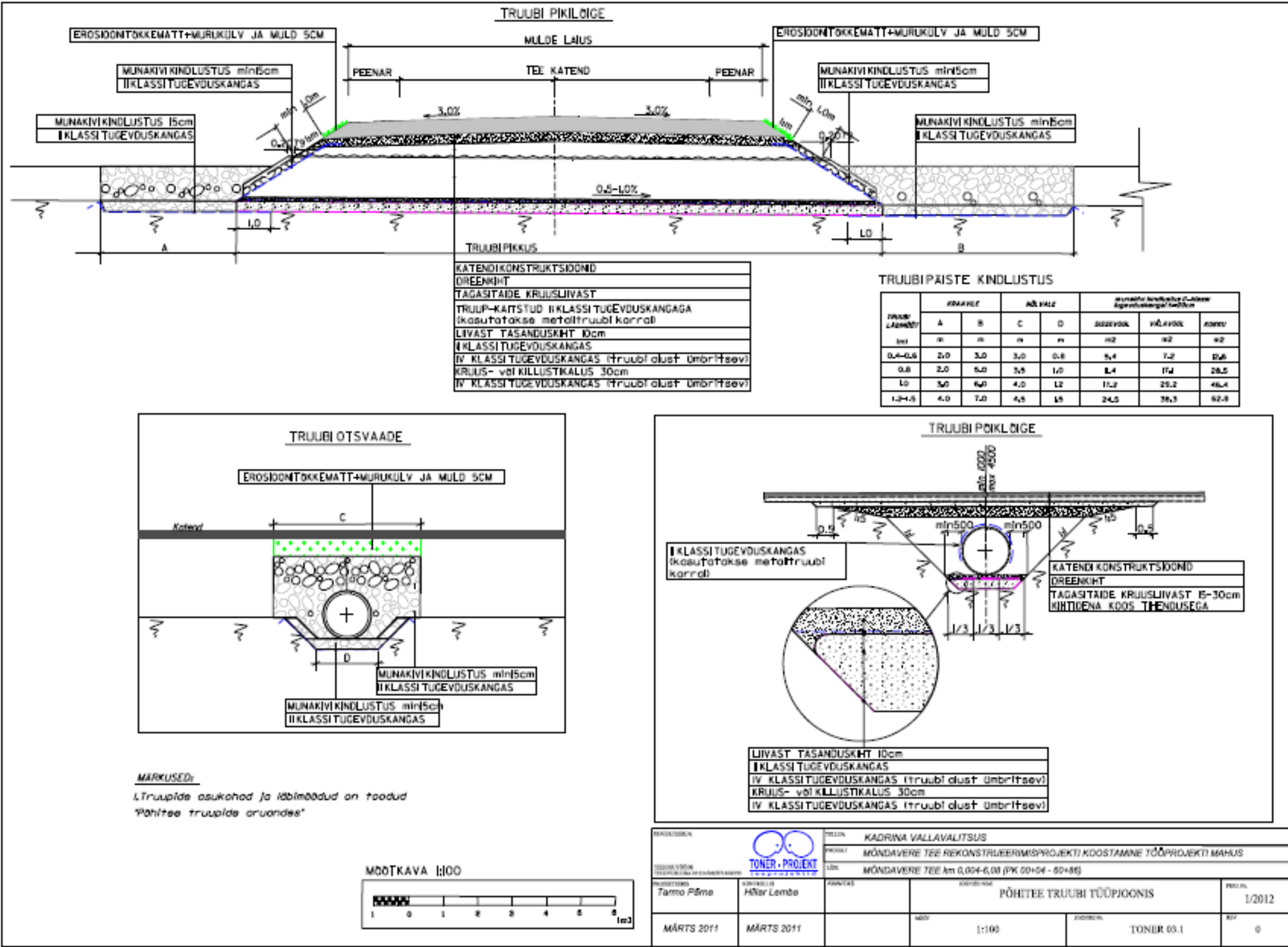
PROJECTIDENIMINE		TEKST		KADRINA VALLAVALITSUS
TÄHELOO		PROJECTI		MÕNDAVERE TEE REKONSTRUEERIMISPROJEKTI KOOSTAMINE TÖÖPROJEKTI MAHUS
TÄHELOO		LÜM		MÕNDAVERE TEE km 0,00-6,08 (PK 00+00 - 60+87)
PROJECTIDENIMINE	KONTROLLIJA	ARVATAS	JÄRGENE NIMI	PÄEVA NR.
Tarmo Pärna	Hillar Lemba		TÜÜPSED RISTLÕIKED	1/2012
MÄRTS 2012	MÄRTS 2012	MAAST	1:100	7.2
				0

Lisa 3. Mahasõidutruubi tüüpjoonis

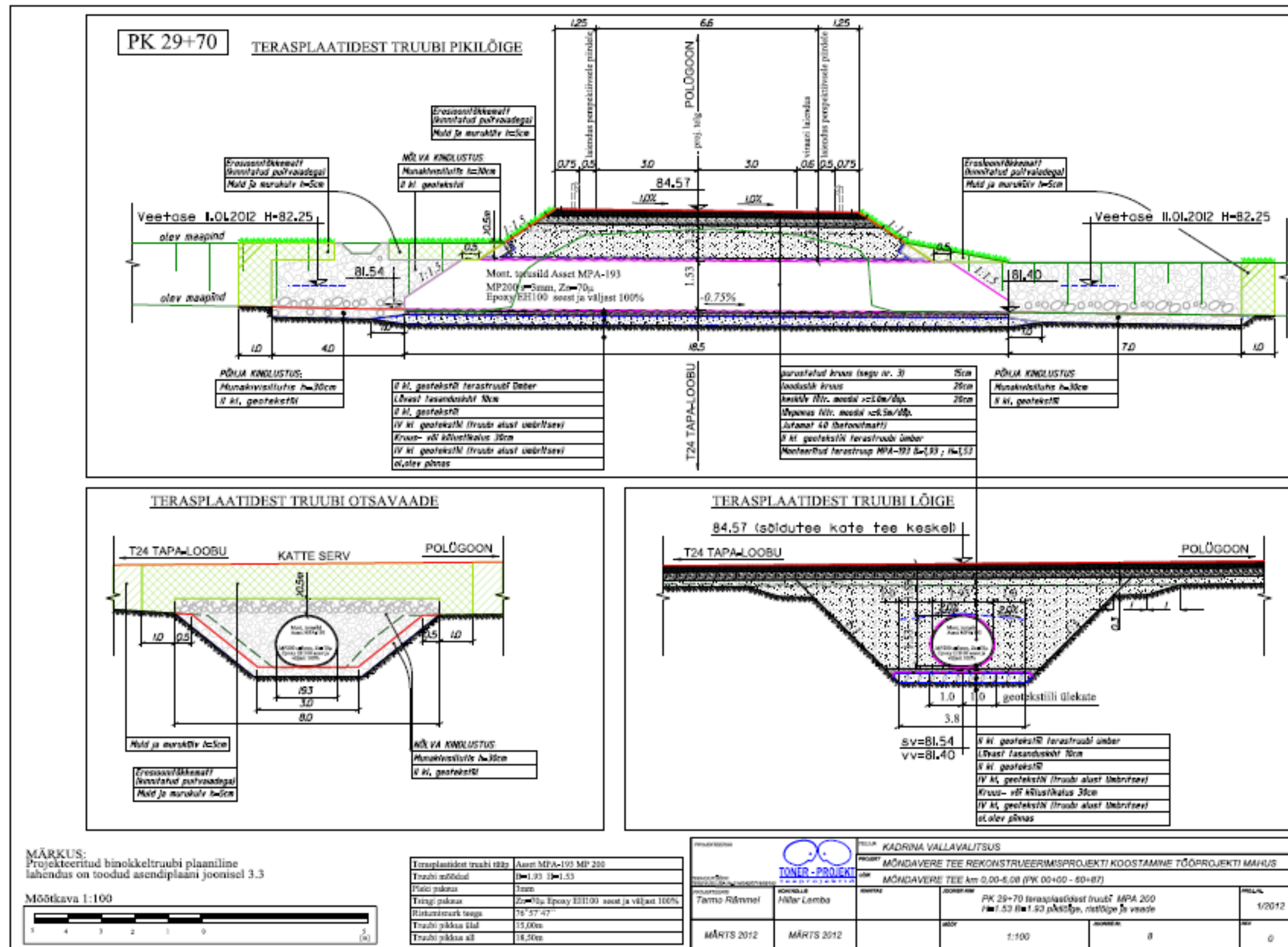


PROJEKTIDIRIDA  TONER-PROJECT TONER-PROJECT TONER-PROJECT		TALLINN KADRINA VALLAVALITSUS PROJECT MÕNDAVERE TEE REKONSTRUEERIMISPROJEKTI KOOSTAMINE TÕÖPROJEKTI MAHUS LOK MÕNDAVERE TEE km 0,004-6,08 (PK 00-04 - 60+86)	
PROJEKTEERIS Tarmo Pärna	KONTROLLIS Hilar Lemba	KINNITAS JOONENIIDE MAHASÕIDUTRUBI TÕÕPJONIS	PROJ. Nr. 1/2012
MÄRTS 2011	MÄRTS 2011	MÕÖT TOODUD JOONISEL	JOONENIIDE TONER 04.1 0

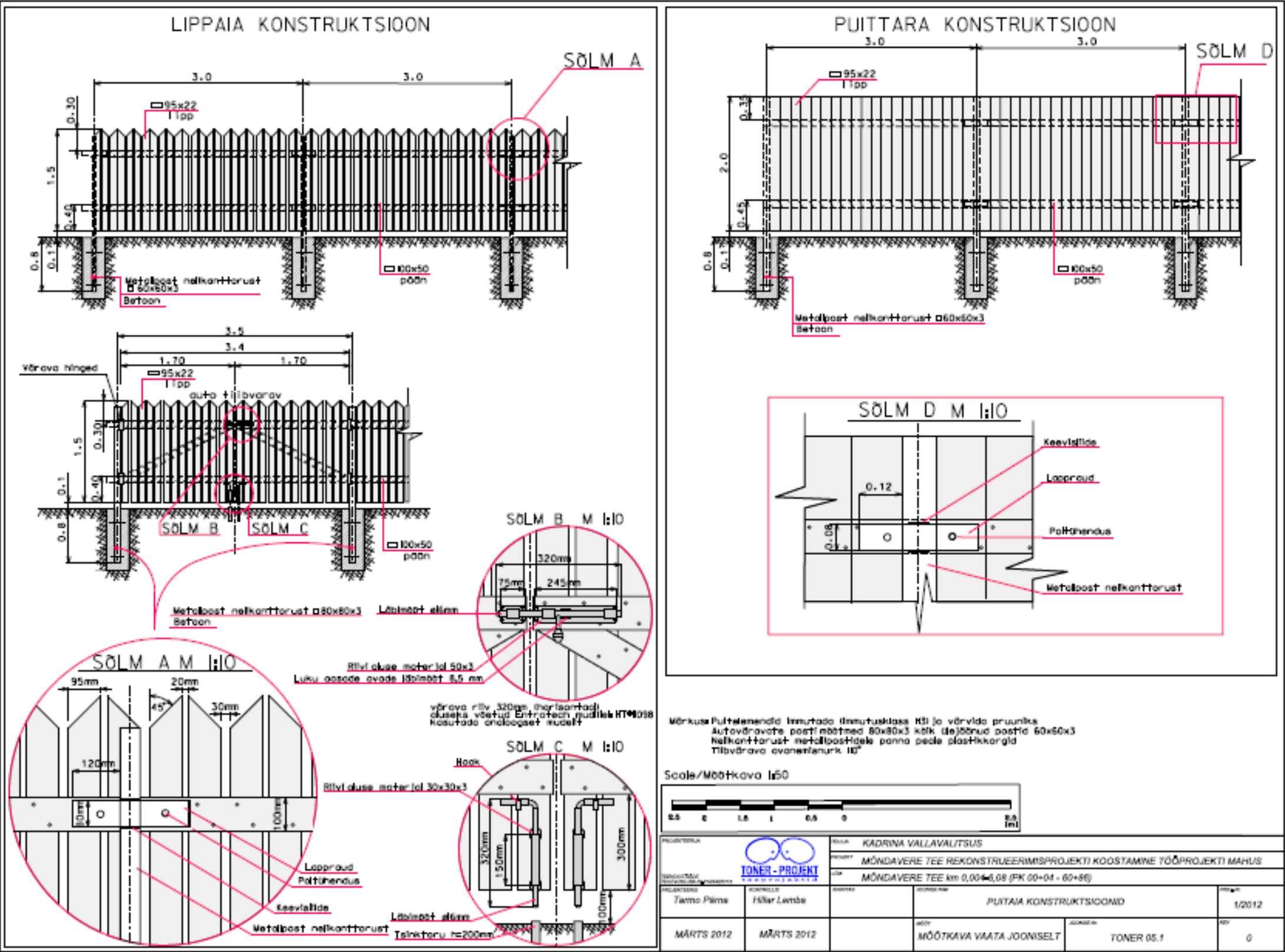
Lisa 4. Põhiteetruubi tüüpjoonis



Lisa 5. Metalltruubi tüüpjoonis



Lisa 6. Puitaia konstruktsioon



VIIDATUD ALLIKAD

- [1] T. Projekt, Mõndavere tee rekonstrueerimisprojekt tööprojekti mahus, Tartu: Toner Projekt, 2012.
- [2] R. I. Amet, „Teetööde tehnilised kirjeldused,“ 13.01.2012. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.eesti.ee/portaal/!this.query_view_tookirjeldus?tookirjeldusId=12006. [Kasutatud 19.03.2015].
- [3] H. OÜ, „Hydroseal OÜ,“ [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.hydroseal.ee/MPA.html>. [Kasutatud 20.03.2015].
- [4] K. Saar, Erinevate mullatööde masinate tootlikuse määramine, Tallinn.
- [5] M.-. j. kommunikatsiooniminister, „Liikluskorralduse nõuded teetöödel,“ 15.02.2010. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/763805?leiaKehtiv>. [Kasutatud 26.03.2015].
- [6] L. R. Maanteeamet, Riigimaantee nr. 23193 Piiri - Jeti km 0,304-12,948 kruusatee remondi teetööde kirjelduse koostamise nõuded, Valga, 2014.
- [7] Riigikogu, „Riigi Teataja,“ Riigi Teataja, 01.01.2015. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/12800580?leiaKehtiv>. [Kasutatud 21.04.2015].