



TALLINNA
TEHNIKAKÕRGKOO

Janar Vapper

SIDETRASSI GEODEETILINE TEENINDAMINE

LÕPUTÖÖ

Tallinn 2022



Janar Vapper

SIDETRASSI GEODEETILINE TEENINDAMINE

LÕPUTÕÕ

Ehitusinstituut

Rakendusgeodeesia õppekava

Juhendaja: Raivo Ranne

Tallinn 2022

Mina

Janar Vapper,

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

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

Juhendaja Raivo Ranne

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina,

Janar Vapper

sünnikuupäev 03.12.2998

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

„Sidetrassi geodeetiline teenindamine“

reprodutseerimiseks paberkandjal kõrgkooli raamatukogus avaldamise ja säilitamise eesmärgil;

elektroonseks avaldamiseks kõrgkooli repositooriumi kaudu;

kui lõputöö avaldamisele on instituudi direktori korraldusega kehtestatud tähtajaline piirang, lõputöö avaldada pärast piirangu lõppemist.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et:

lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi;

PDF-failina esitatud töö vastab täielikult kirjalikult esitatud tööle.

Tallinnas,

/allkirjastatud digitaalselt

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Lõpetaja: **Janar Vapper**
Õpperühm: RG2018
Eriala: Rakendusgeodeesia
Lõputöö teema: **SIDETRASSI GEODEETILINE TEENINDAMINE**

Lähteandmed töö koostamiseks:

Projekt: Jõhvi-Narva fiiberoptiline sidekaabel mikrotorustikus. Firma Connecto AS Eesti poolt ehitatud sidetrass. MKM nõuded

Töö sisu, ülesehitus ja lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:

Topograafilised tööd, märkimistööd, teostusmöödistamistööd.

Seletuskirja ning graafilise materjali sisu ja maht:

Seletuskirja maht on ca 40lk. Graafiline materjal koosneb fotodest, tabelist ning joonistest.

Lõputöö konsultandid:

Konsultandi nimi	Valdkond	Allkiri	Kuupäev

Lõputöö
juhendaja:

Raivo Ranne
(nimi)


(allkiri)

14.02.2022
(kuupäev)

Lõpetaja:

Janar Vapper
(nimi)


(allkiri)

14.02.2022
(kuupäev)

Kinnitaja:

Aivars Alt
ehitusinstituudi direktor


(allkiri)

14.02.2022
(kuupäev)

Lõputöö ülesanne antud: 14.02.2022

Lõputöö esitamise 02.05.2022

tähtaeg:

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	7
1 OBJEKT.....	8
2 TÖÖVAHENDID.....	9
2.1 Väliarvuti Trimble TSC3	9
2.2 Elektrontahhümeeter Trimble S5	11
2.3 Vastuvõtja GNSS Trimble R8 M3	12
2.4 Kaabliotsija 3M Dynatel 2220M.....	13
2.5 Droon Multirootor DJI Phantom 4 RTK	14
3 MAHAMÄRKIMINE	16
3.1 Ettevalmistus tööd maha­märkimiseks	16
3.2 Märkimistööd õues	17
3.2.1 Trassi märkimine	17
3.2.2 Kaevud.....	17
3.2.3 Markerpallid	18
3.2.4 Puurimine	18
3.3 Probleemid märkimisel	19
3.4 Masinajuhtimine GNSS seadme abil.....	19
4 TEOSTUSMÕÕDISTAMINE	21
4.1 Sidetrassi mõõdistamine	22
4.2 Sidekaevude mõõdistamine	23
4.3 Markerpallid	25
4.4 Teostusjoonise koostamine	25
5 OHUTUS.....	28
5.1 Töötamine masinate läheduses	30
5.2 Kaitsevöönd.....	31
5.3 Tellija pool­sed nõuded kaitsevööndis	31
KOKKUVÕTE.....	32
SUMMARY	33
VIIDATUD ALLIKAD.....	34
LISAD	36
Lisa 1. Toila – Narva-Jõesuu – Narva projekt	37
Lisa 2. Sidetrassi teostusjoonis.....	39

Lisa 3. Kaevude skeem.....	41
----------------------------	----

SISSEJUHATUS

Sidetrass on maa-alune võrgustik, mis viib interneti igasse majja ja läbi selle ühendab inimesi. Aja jooksul on sidetrassi tähtsus suurenenud, kuna kõik liigub läbi interneti, seega teema on aktuaalne. Tänapäeval ehitatakse rohkem sidetrasse, tänu ehituse kiirele arengule ja vajadusele. Veel on probleemiks vanad õhuliinid, mis vajavad väljavahetamist ja sidekaablite abiga saab vähendada õhuliinide arvu ja viia kõik maa alla, mis on kompaktsem ja lihtsam moodus hooldamiseks. Side trass oma olemuselt pole väga muutunud, aga muutunud on selle tarbimine, mis kasvab iga päevaga.

Lõputöö koostatakse autori kogemusel, mis ta geodeesia ettevõttes koges ja nägi sidetrassi geodeetilisel teenindamisel. Selleks käis ta kogenuma geodeediga kaasas, et näha, kuidas firmas töö käib ja mis eeskirjad selleks on, et teha kõike korrektselt ja kiirelt. Samas autor nägi kui tähtis on suhtlus geodeedi ja ehitaja vahel, et kõik sujuks pingevabalt ja kiirelt.

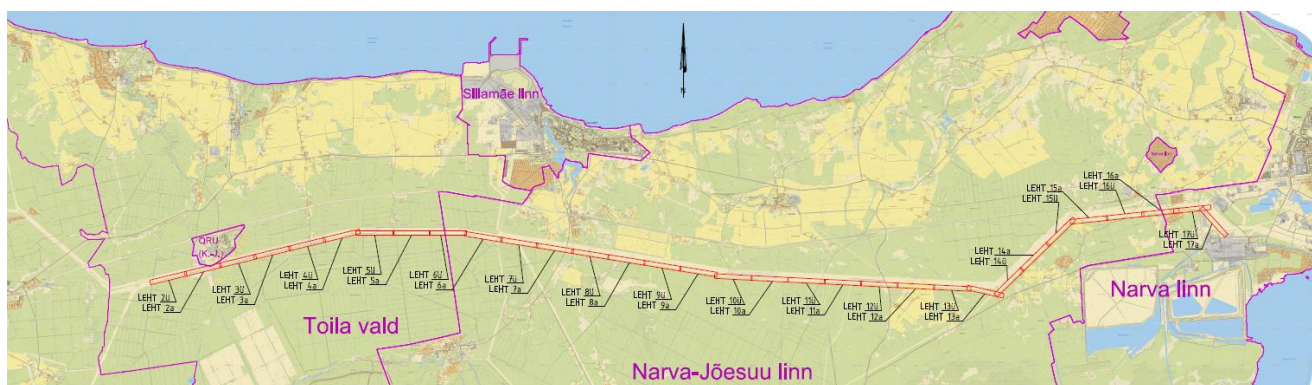
Käesolevas lõputöös kirjeldatakse sidetrassi ehituse geodeetilist teenindamist, mida ehitati Jõhvi ja Narva vahel. Töö autor on geodeet ettevõttes AS Connecto Eesti. Valitud teemaga on töö autor tööelus kokku puutunud ja saanud teadmisi juurde, millega geodeet peab arvestama ja tegema, et kõik vajalik saaks tehtud, et internet jõukas igasse majja.

Lõputöö on ülesehitatud järgmiselt: lühidalt kirjeldatakse objekti, tutvustatakse kasutatud instrumente ja nende täpsusest. Lisaks on kirjeldatud geodeesiaga seotud tööde etappe ehk sidetrassi, mahamärkimisest ja teostusmõõdistamisest. Töö viimases osas on kirjeldatud ohutusnõudeid.

1 OBJEKT

Lõputöös kirjeldavaks objektiks on sidetrassi paigaldamisega kaasnevad geodeetilised tööd. Objekti asukohaks oli Toila - Narva-Jõesuu – Narva (Joonis 1). Objektilt demonteerida 330 kV õhuliin. Demonteeritava kõrgepinge õhuliini mastidel asus Telia kasutuses olnud fiiberoptiline õhukaabel, mis samuti demonteeriti. Seoses sellega on projekteeritud asendusena samasse kõrgepingetrassi kaitsevööndisse maa alune 4-avaline multitorustiku sidekaabel ehk täpsemalt mikrotoru.

Töö tellija on Telia Eesti AS. Trassi pikkuseks on 34,605 km.



Joonis 1. Toila - Narva-Jõesuu – Narva sidetrass [1]

2 TÖÖVAHENDID

Välitööde raames kasutati järgmisi instrumente: Trimble TSC3, Trimble S5, Trimble R8 M3, kaabliotsijat 3M Dynatel 2220M. Antud instrumente kasutati nii väljamärgimis- kui ka teostusmõõdistamis töödel. Drooni Multirooto DJI Phantom 4 RTK kasutati geoaluse mõõdistamisel, et leida optimaalne trassi asukoht.

2.1 Väliarvuti Trimble TSC3

Trimble TSC3 väliarvutit (Foto 1) kasutati mahamärgimis- ja teostusmõõdistamis töödel. Väliarvuti ühildub Trimble S5 ja Trimble R8 M3-ga.

Väliarvuti on lihtsasti mõistetav ja arusaadav, et leida vajalikud funktsioonid ülesse. Kõik tööks vajalikud failid laetakse väliarvutisse, et alustada koheselt tööga. Väliarvuti ekraanilt on võimalik jälgida, millised punktid on vaja välja märkida ning mis on juba märgitud. Kui järgmisel päeval jätkata, siis saab väliarvutist vaadata, kus oli viimane punkt ja jätkata sealt, kus töö pooleli jäi.

Firmasiseselt on määratud, et kui GNSS *fix* lahendi täpsus jääb horisontaalselt alla 25 mm ja vertikaalselt alla 30 mm, siis väliarvuti loeb punkti automaatselt ära. Kui juhtub, et punkti salvestamise ajal oli vesilood paigast ära või muu viga, siis saab vigase punkti tööst kustutada. Ebavajalikke punkte saab iga hetk kustutada ja uuesti õige punkt „sisse mõõta.“

Väliarvuti tähtsamad parameetrid on toodud tabelis 1.



Foto 1. Trimble TSC3 [2]

Tabel 1. Trimble TSC3 andmed [2]

Parameetrid	Näitajad
Protsessor	Texas Instrument Sitara™ 3715 seeria ARM® Cortex™-A8 Protsessor (800 MHz)
Mälu	256 MB RAM
Vahemälu	8 GB NAND Flash
Mõõtmed	141 mm x 278 mm x 64 mm
Veekindlus	IPx7: 1m sügavusel vee all peab 30 min vastu
Tolmu ja liivakindlus	IP6x: 8 tundi peab tolmates keskkonnas vastu
Kaal	1,04 kg
Aku	2600 mAh

2.2 Elektrontahhümeeter Trimble S5

Elektrontahhümeetrit kasutatakse kohtades, kus GNSS ei anna piisavat täpsust, et sooritada vajalikke mõõtmisi (Foto 2). Sellisteks kohtadeks on tavaliselt metsa alused. Aeg-ajalt ei ole aga võimalik GNSS seadmel saavutada *fix* lahendit, siis tuleb samuti töö teostamisel abiks elektrontahhümeeter

Instrument mida autor kasutas välitöödel on täpsusega 2" ja 2 mm + 2 ppm.

Elektrontahhümeetrit on võimalik ära orienteerida läbi integreeritud mõõtmise, milleks kasutatakse löikete meetodit. Integreeritud mõõtmisel kasutatakse GNSS abi. 2 punkti koordineeritakse GNSS seadmega, mis paikneb prisma sauas otsas. Kui GNSS seadmega on mõõdistatud punktide koordinaadid, sooritatakse elektrontahhümeetriga samaaegselt vastulõige. Kui kõik parameetrid on normis ehk x, y ja z koordinaatide teljelised vead ja orienteerimise korrektsioon, saab elektrontahhümeetriga vajalikke punkte kas mõõdistada või projektpunkte välja märkida. Kui vastavad telje vead on lubatust suuremad, siis tuleb teha ka lisamõõtmisi, et parandada tulemust.

Elektrontahhümeetri tähtsamad parameetrid on toodud tabelis 2.



Foto 2. Elektrontahhümeeter Trimble S5 [3]

Tabel 2. Trimble S5 tehnilised andmed [3]

Parameetrid	Näitajad
Nurga mõõtmise täpsus	2"
Kaugus mõõtmise täpsus: • standard mõõtmisel • jälgimis režiimis	2 mm + 2 ppm 4 mm + 2 ppm
Mõõtmise kiirus: • standard mõõtmisel • jälgimis režiimis	1,2 sek 0,4 sek
Aku kestvus	7,5 h
Kaal	5,4 kg
Mõõtmisvahemik	0 - 2500 m

2.3 Vastuvõtja GNSS Trimble R8 M3

GNSS vastuvõtjat Trimble R8 M3 (Foto 3) on lihtne kasutada ja annab täpse tulemuse, kui on ideaalsed tingimused. Kui kusagil paikneb mingi segaja, siis on raske saavutada vajalikku täpsust, kuna signaal ei levi seadmesse. Kõige keerulisem on GNSS seadet initialiseerida okaspuude läheduses, kus täpsust saavutada ja mõõtmisi teha on keeruline. Kui täpsust pole saab GNSS abiga elektrontahhümeetriga ära orienteerida.

GNSS seadme parameetrid on toodud tabelis 3.



Foto 3. Trimble R8 M3 [4]

Tabel 3. Trimble R8 M3 tehnilised andmed [5]

Kõrgtäpne mõõtmine	Näitajad
Horisontaaltäpsus	3 mm + 0,1 ppm RMS
Vertikaaltäpsus	3,5 mm + 0,4 ppm RMS
Kaal	1,34 kg
Mõõdud	19 x 11,2 cm
Satelliitide jälgimised samaaegselt	– GPS: L1C/A, L2C, L2E, L2P, L5 – GLONASS: L1C/A, L1P, L2C/A, L2P – Galileo GIOVE-A and GIOVE-B

2.4 Kaabliotsija 3M Dynatel 2220M

Teostusmõõdistamisel kasutati kaabliotsijat 3M Dynatel 2220M (Foto 4), millega saab tuvastada trassi täpset asukohta. Koos kaabliotsijaga käib kaasa signaaligeneraator.

Kaabliotsija sügavuse täpsuses trassi tuvastamiseks 1,5 meetri sügavusel on ± 8 cm. Antud täpsus tuleb tabelist (Tabel 4). Sidetrassid ehitatakse enamasti sügavusele kuni 1 meetr ehk peamine sügavus jääb vahemikku 0-1,5 m, siis tabelist saadud tulemus $\pm 2\% \pm 5$ cm sügavusel 1,5 m, tähendab seda, et 5 cm on mõõdistamisel konstantne viga, mis aparaadist tulenevalt mõõtmisel on ning sellele lisandub protsent antud sügavusele.



Foto 4. Kaabliotsija 3M Dynatel 2573E 12M-seeria [6]

Tabel 4. Kaabliotsija 3M Dynatel 2573E 12M-seeria tehnilised andmed [7]

Parameetrid	Näitajad
Sageduse kanalid	577 Hz, 1kHz, 8kHz,33 kHz,82 kHz,200 kHz
Sügavuse täpsused	$\pm 2\% \pm 5$ cm sügavusel 1,5 m; $\pm 6\% \pm 5$ cm sügavusel 1,5–3,0 m; $\pm 10\% \pm 5$ cm sügavusel 3,0 m–4,5 m; sügavuse vahemik 0–914 cm; Markerpalli sügavuse täpsus $\pm 15\% \pm 5$ cm
Kaitse	IP54
Kaal koos patareiga	2,4 kg
Maksimaalne võimsus	12 W Max

2.5 Droon Multirootor DJI Phantom 4 RTK

Geoaluse mõõdistamisel tehti drooniga DJI Phantom 4 RTK (Foto 5) mõõdistus lend, et saada geoalusele kõrgepingeliinide asukohad, ripped, sõidutee asukoha. Maapinnale märgiti koordinaatpunktid, mis võimaldavad drooniga tehtud pilte omavahel sobitada, millest tekib lõpuks üks tervik pilt.

Drooniga tehtud lend aitab aega kokku hoida ning kiirendada geoaluse ning projekti valmimise protsessi, kuna projekteerida saab parema ülevaate sellest, mis on looduses ning milliste takistustega peab ta arvestama.

Drooni täpsuse parameetrid on toodud tabelis 5.



Foto 5. Multirootor DJI Phantom 4 RTK [8]

Tabel 5. Multirootor DJI Phantom 4 RTK [9]

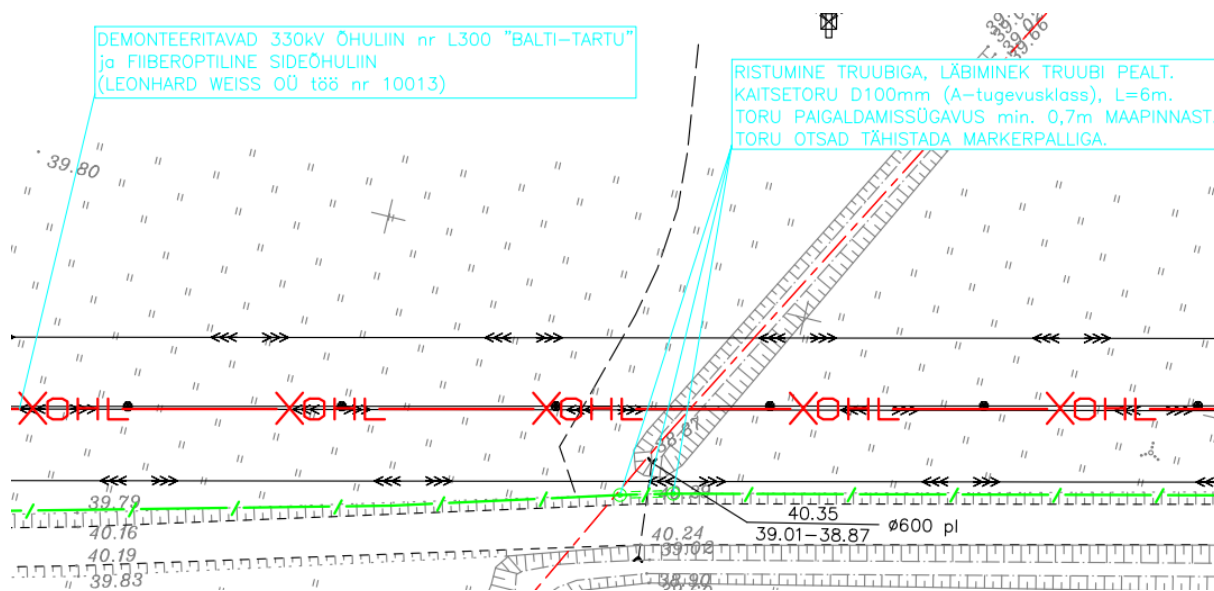
Parameetrid	Näitajad
Drooni täpsus GNSS	Vertikaal : ± 10 cm ; Horisontaal : ± 10 cm
Multi-Frequency Multi-System Kõrgtäpne RTK GNSS	Sagedused : GPS : L1/L2 ; GLONASS : L1/L2 ; BeiDou : B1/B2 ; Galileo : E1/E5a
Läätsed	FOV 84° ; 8.8 mm / 24 mm
Videokaamera andmed	4K : 3840×2160 30p

3 MAHAMÄRKIMINE

Mahamärgimistöödega alustatakse Jõhvi poolt ja liigutakse edasi Narvas suunas. Ehitajatega lepiti kokku, et iga 50 meetri tagant märgitakse pikett, et trass oleks nähtav. Lisaks märgitakse sidetrassi kaevud, mille vahele paigaldati multitoru. Plastkaevud pidid kõik tulema maa-alused. Kaevud on paigutatud kindla vahemaa tagant. Kui kaevud ning multitoru on maasse paigaldatud, siis puhutakse kaabel läbi mikrotorude trassi. Iga kaevu juurde on paigaldatud 2 kollast tunnusposti, mis märgistavad maa-aluse kaevu asukohta.

3.1 Ettevalmistus tööd mahamärgimiseks

Ettevõttes on eraldi isik, kes valmistab kõik tööfailid ette, et geodeet saaks kohe vajalikke mõõtmisi tegema hakata. Tema ülesanne on teha failid võimalikult loetavaks ja eemaldada kõik ebavajalik projekti asendiplaanist. Geodeedil on kõige tähtsam näha trassi, mida on vaja märkida (Joonis 2) rohelisega on mahamärgitav trass. Lisaks võiks failis olla katastripiirid, puurimis kohad, ristumised muude trassidega ja jätkude ehk muhvide asukohad. Enne objektile minekut tuli konsulteerida objektijuhiga, kes annab täpsustavat informatsiooni, mida on vaja täiendavalt märkida.



Joonis 2. Toila – Narva-Jõesuu – Narva projekt (rohelisega on tähistatud mahamärgitav trass) [1]

Kuna trass paiknes kõrgepingeliinide all, siis terve ala oli puudest enamjoalt lage, kuid pidi arvestama pikkade taimede ja muu võsaga. Kuna enamus alast on lage, siis tänu sellele sai sidekaablit maha märkida GNSS seadmega.

Trassi mahamärkimisel kasutati RTK (Real Time Kinematic) tehnoloogiat. Mahamärkimisel kasutati GNSS seadet Trimble R8 M3 ning väliarvutit Trimble TSC3.

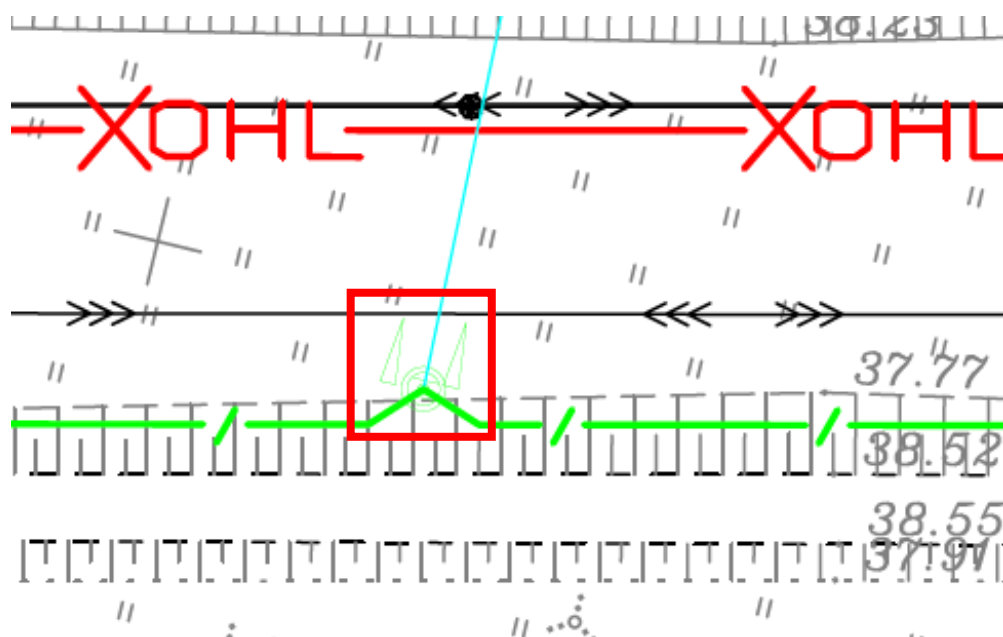
3.2 Märkimistööd õues

3.2.1 Trassi märkimine

Trassi mahamärkimisel oli autor horisontaal ja vertikaal täpsuseks võtnud 3 cm. See täpsus on firmasisene nõue, et tuleks täpne tulemus. Trassi mahamärkimist tehti iga 50 m tagant, kuhu löödi maasse märkevai ja värviti oranži spreiga üle, et kopajuht näeks paremini maha märgitud trassi. Kõveratel eirati 50 meetrist nõuet, kuna trassi asukoht teeb muudatuse. Kõveratel märgiti trass välja 3 punktiga, kõvera algusesse, keskele ja lõppu, et trassi kõver oleks märgatav.

3.2.2 Kaevud

Lisaks trassile märgiti loodusesse ka kaevude asukohad. Mahamärkimise failis on kaev trassist eristatud, et oleks võimalik aru saada, kus kaevud paiknevad. Kaev on märgitud ringi ja kahe tunnuspostiga (Joonis 3). Ehitajale märgitakse kaevu tsenter, et ta teaks väljakaevamise arvestada kaevu asukohaga, et kaev ära mahuks. Tunnusposte eraldi ei märgita, need paigutab ehitaja hiljem kaevu mõlemale küljele. Kui kaev on omal kohal, siis paigutatakse sinna sisse markerpall, et oleks võimalik mõõta kaevu sügavust ja asukohta.



Joonis 3. Kaevude tähistus (punases kastis on projektse kaevu asukoht) [1]

3.2.3 Markerpallid

Markerpalli kasutatakse sidetrassi ehitamisel selleks, et hiljem oleks võimalik tuvastada kus paikneb trass või selle element. 3M markerpallil on isetasanduv disain (Foto 6), mis tähendab, et pall jääb alati horisontaal asendisse, olenemata sellest, kuidas see maasse paigaldatakse. See teeb maa-aluste rajatiste täpse asukoha määramise lihtsamaks. 3M palli kasutatakse kuni 1,5 m sügavusel. [10]

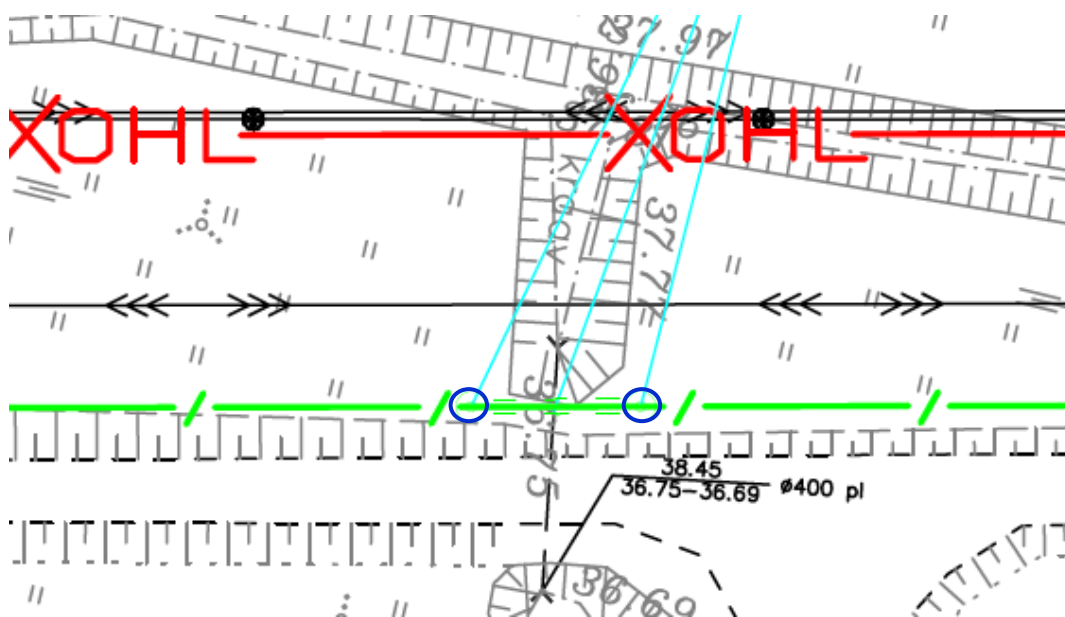
Markerpalle pannakse kaitsetoru otstes, trasside ristumiskohta, jätkukaevudesse, katastripiiridesse. Kuna seal toimub trassi muudatus ja see tuleks eristada trassist, selleks kasutatakse markerpalli. Kui tekib viga või midagi läheb katki, siis suure tõenäosusega võib selleks olla jätku koht, sest jätku kohast lõigatakse trass läbi. Jätk võib olla tingitud puurimisest või kaevust.



Foto 6. Markerpall [10]

3.2.4 Puurimine

Puurimist kasutatakse kohtades, kus trass ristub muu objektiga, olgu selleks sõidutee, truup või puu. Selleks, et mitte rikkuda olemasolevat olukorda, siis puuritakse maa alt läbi teisele poole olevat objekti. Puurimise asukohad on tööfailis eraldi välja toodud (Joonis 4). Antud joonisel on märgitud kaks puurimis kohta, kuna nende vahel on truup, mis jääb trassile ette. Selleks et truupi mitte lõhkuda, minnakse truubi alt läbi ja jätkatakse kaeviku tegemist. Mõlemad puurimise kohad tähistatakse markerpalliga.



Joonis 4. Puuraugu asukohad projektis (tähistatud sinise ringiga) [1]

3.3 Probleemid märkimisel

Märkimisel põhjustas raskust see, kui märgitav punkt jääb puu või kõrgete taimede alla, kuna GNSS seade ei saa takistuste tõttu vajalikku täpsust, mida on vaja punkti täpselt mäharmärkimiseks. Probleem lahendati taimede langetamisega. Selleks oli kaasas lõikur, et vabastada horisonti.

Lisaks tekkis probleem GNSS seadme initsialiseerimisega. GNSS seade ei saanud ennast ära initsialiseerida, mille tulemusel ei saadud *fix* lahendust ning punkte ei saanud märkida. Probleemi põhjuseks oli ettevõtte sisene viga, kes pakub püsijaamade võrku. Viga seisnes selles, et GNSS väärtused polnud usaldusväärsed.

Probleemi saaks lahendada kui otsida lähim polügonomeetria punkt ja sealt rajada mõõdistus käik, kasutades selleks elektrontahhümeetrit, soovitud asukohta. Kui objekti lähedused puuduvad polügonomeetria punktid, siis oleks hea enne märkimist GNSS seadmega mõõdistada tulevikuks, paar kindelpunkti, mida oleks võimalik kasutada häda korras.

3.4 Masinajuhtimine GNSS seadme abil

Kui objekti alguses märgiti kopajuhile trassi asukoht iga 50 meetri tagant, et oleks näha, kuidas kulgeb uus trass, siis poole ehituse pealt sai ettevõtte proovida uut tehnoloogiat, milleks on masinajuhtimise seade Leica iCON iXE3. Tegemist on tehnoloogiaga, kus ehitusmasinale pannakse külge andurid ning kabiini seadistatakse paneel (Foto 7), mis aitab masina juhil kaevata õiges asukohas ning sügavusel.

Masina sees olevasse paneeli saab laadida *dxf* faili, kus on olemas projektse trassi asukoht. Masinajuhi töö muutub lihtsamaks ja kiiremaks, kuna ta ei pea enam otsima geodeedi märgitud märkevaiaid. Tehnoloogia saab asendada geodeeti mahamärkimis töödel, aga teostustmöödistamist peab tegema ikkagi geodeet. Sellel objektil oli masinatehnoloogia õigustatud, kuna vahemaad olid pikad. Kui geodeet märkis iga 50 meetri tagant loodusesse märkevaia, siis antud tehnoloogia näitas peale iga liigutust kopajuhile, kus trass masina all paikneb ja kus peab kaevama. Masinatehnoloogiat kasutades oli trass täpsemalt kaevatud.



Foto 7. Ekraan Leica MCP80 [11]

4 TEOSTUSMÕÕDISTAMINE

Teostusmõõdistamine sooritatakse peale mahamärkimistöid. Teostusmõõdistus tehti sidetrassile, mis oli ehitatud AS Connecto Eesti poolt.

Ehitatud trassi leidmiseks käib geodeet objekti läbi kaabliotsijaga. Kaabliotsija tuvastab ehitatud trassi asukoha ja sügavuse. Leitud asukoht mõõdistatakse koheselt GNSS seadmega ära.

„Sidekaablite on põhilised määratavad elemendid ja määramise meetodid sarnased elektri kaablitega, kuid täiendavalt näidatakse hülsside-torude või plokkide arv (viimaste puhul ka avade arv nendes), materjal, põiklõike mõõdud, vabad avad või torud projektandmete, ehitaja ütluste või vaatluste alusel, samuti hülsside-torude ja plokkide kõrgused kaevudes.“ [12, pp. 77-78]

„Sidekaablite puhul [12, p. 77]:

- määratakse kaabli mark (sh ristlõige ja pinge) ning kaablite arv projektandmete, vaatluste ning ehitaja ütluste alusel;
- määratakse kaabli ja maapinna kõrgused ja plaaniline asend ühendusmuhvide juures, käänakutel, reljeefi murdepunktides, sh ka planeeritava maapinna projektikohastes murdepunktides (eriti hoolikalt projekteeritud süvendis), kaitsehülsside otstes ja sisendustes jaotusseadmetesse; näivald sirgetel trassilõikudel määratakse koordinaadid ja kõrgused vähemalt iga 10 m järel;
- ristuvate kommunikatsioonide asukohad ja kõrgused määratakse nagu veetorustikel.“

„Üldised nõuded teostusmõõdistamisele [13]:

- teostusmõõdistamise geodeetilisel sidumisel lähtutakse käesoleva määruse §-des 5–7 toodud nõuetest;
- teostusmõõdistamisel lähtutakse käesoleva määruse §-s 8 toodud nõuetest;
- ehitusjärgne teostusmõõdistamine tehakse ehitamise lõppedes ning selle käigus mõõdistatakse ehitamise käigus tehtud maapealse situatsiooni ja tehnovõrkude muudatused.
- maa-aluse tehnorajatise teostusmõõdistamine tehakse rajatise ehitamise käigus ja vahetult selle järel;
- maa-aluse tehnorajatise algus-, lõpp- ja käänupunkti asukoht mõõdistatakse enne kaeviku sulgemist, välja arvatud juhul, kui ehitamisel avatud kaeviku tehnoloogiat ei kasutatud;

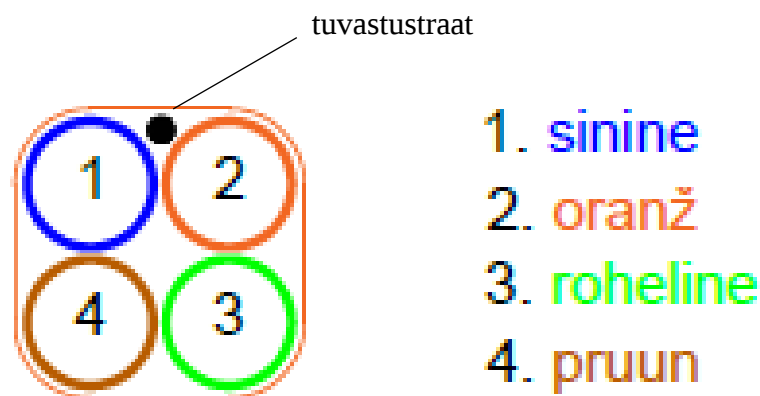
- ehitamisel ümberpaigutatud tehnorajatisele tehakse teostusmöödistamine. Ümberpaigutatud tehnorajatise kohta annab teavet ehitaja;
- tehnorajatise ümbertõstmisel esitatakse digitaalne teostusjoonis ka ümbertõstetud tehnorajatise omanikule.“

„Tehnovõrkude kaevude asendi vead lähimate möödistusaluse punktide suhtes ei tohi ületada 8 cm, mis lubab nende plaanilist asendit määrata igasuguse relatiivse GNSSi meetodiga, kuid töö kiiruse huvides võiks kasutada kinemaatilise GNSSi meetodeid. Kaevukaante kõrguste äärmised vead lähima möödistamisvõrgu punkti suhtes lubatakse möötkavades 1:500 ja 1:1000 – 3 cm. Kaevude elementide (torud, põhi) kõrguste äärmised vead lähima möödistamisvõrgu punktide suhtes ei tohi ületada $3 \text{ cm} + 0,01h$ (h – kaevu elemendi sügavus kaevu luugist).“ [12, p. 73]

„Trasside elementide möödistamisel võiks ära tuua järgmised üldnõuded. Kommunikatsioonide trassidel möödistatakse (koordineeritakse) kaevude ja kapede plaaniline asend ning nivelleeritakse kaevu ja kape randi kõrgus, sirgetel lõikudel tuleks määrata torude ja kaablite plaanilisi-kõrguslik asend mitte harvemini kui 30 m (kollektoritel 50 m) järel. Kaevude kaugused üksteisest määratakse analüütiliselt.“ [12, pp. 73-74]

4.1 Sidetrassi möödistamine

Selleks, et alustada trassi möödistamist tuleb kasutada signaali generaatorit, millega saab viia signaali trassi. Mikrotoru koosneb 4 torust ja 1 traadist (Joonis 6), iga numbriga tähistatud toru sisse on võimalik kaabel „puhuda“ ja mustaga on tähistatud tuvastus traat, kuhu külge on võimalik signaaligeneraator ühendada.



Joonis 5. Mikrotoru ehitus [1]

Signaaligeneraatorist tuleb impulss, mis liigub mööda trassi ja kaabliotsija 3M Dynatel 2220M tuvastab impulsi ja annab mikrooru sügavuse maapinnalt. Sügavus tuleb kaabliotsija ekraanile. Kui punkt on käes, siis geodeet mõõdab selle asukoha sügavuse GNSS seadme ja väliarvutiga.

Trassi mõõdistati iga 10 meetri tagant, mis oli eelnevalt joonestajaga kokku lepitud, kui tihedamalt mõõdistada, siis arvutis on punktid üksteise kõrval ja punkte on raske omavahel ühendada. Kui kaabliotsijaga on näha, et trass pöörab, siis tuleks trassi pööramine mõõdistada, et teostusjoonis oleks täpsem. Trassi vahemaad on pikad ja vahepeal pole võimalik signaaligeneraatorit ümber tõsta, siis parema impulssi saamiseks ühendati generaator auto sigarisüütajasse, et saada puhtam signaal täpseks tuvastuseks.

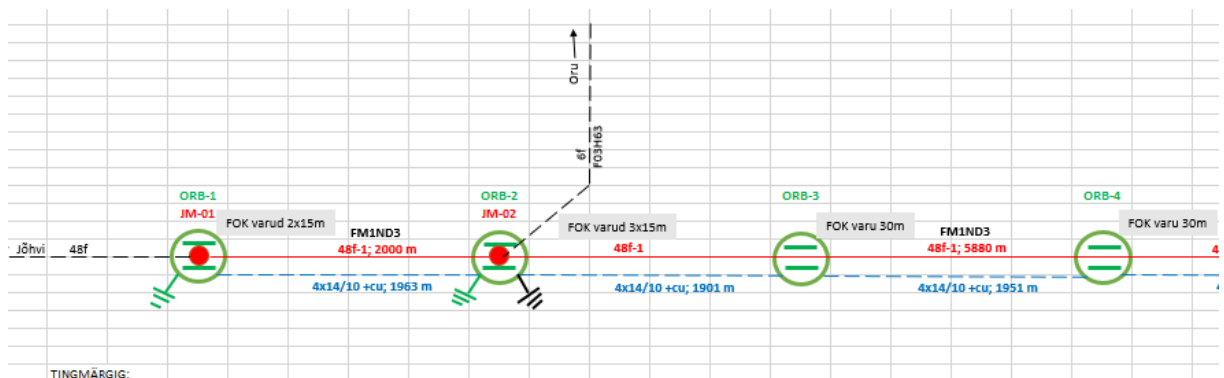
4.2 Sidekaevude mõõdistamine

„Vastavad nõuded kaevudele MKM nõuetest [14]:

- kaevude tehnilised andmed esitatakse kas kaevuandmete tabelis või lähteülesandes sätestatud juhul atribuutandmetena või muul viisil;
- kaevude andmestik koostatakse igale tehnovõrgu liigile eraldi, järgides kaevude numeratsiooni;
- kaevuandmete koosseis;
 - kaevu number;
- andmete päritolu;
- kaevukaane absoluutkõrgus;
- maapinna absoluutkõrgus;
- kaevu põhja absoluutkõrgus;
- kaevu materjal;
- kaevu või kambri mõõtmed;
- toru suuna number;
- toru suund või suubumine;
- toru materjal;
- toru läbimõõt millimeetrites;
- sidevõrgu kaablikanaliseerimisel ja elektrikanaliseerimisel torude asetuse skeemid.“

Sidekaevude mõõdistamisel on vaja mõõta kaevu põhi, kaevu kaas ja markerpalli asukoht kaevus, et joonestaja näeks kui suur on kaev ning kas markerpall on paigutatud kaevu tsentrisse (Joonis 6) (Joonis 7). Kuna sellel objektil paiknevad kõik kaevud maa all, siis ei saa kaevu põhja ja kaant mõõta.

Mõõdetakse ainult markerpalli asukoht. Selleks tuleb kasutada kaabliotsijat, mis näitab markerpalli asukoha sügavuse.



Joonis 6. Toila - Narva-Jõesuu – Narva kaevude skeem [1]

TINGMÄRGIG:	
48f-1	- FZOMU-SD MICRO 4x12XSML (48) FIN, G.652.D.
4x14/10 +cu	- 4x14/10 HDPE toru+Cu juhe, DB mikrokanalitoru
	- OPTILIFE 1000/800x450 kaablikaev
	- FOSC-400B4-24-2-NGV US
	- tuvastustraadi väljavõtte tähispostil
	- tuvastustraadi maandus

Joonis 7. Kaevuskeemi tingmärgid

Kaevude juurde paigaldatakse 2 tunnusposti (Foto 8). Tunnuspostid on kollast värvi ja nende peale kleebitakse silt, millel on kirjas, millise trassiga on tegemist. Kaev on alati kahe tunnusposti vahel. Joonestajale on vaja mõõta tunnuspostide tsentrid. Tunnuspostide sisse on toodud trassis olevate kaablite pikendused, mida saab kasutada teostusmõõdistamisel. Pikendused on toodud tunnusposti, kui kaev on maa-alune.



Foto 8. Kaev koos tunnuspostidega

4.3 Markerpallid

Markerpallid tuleb kogu objekti ulatuses mõõdistada, sest neid pannakse kohtadesse, kus toimub mingi muudatus trassi osas. Selleks võib olla kaitsetoru algus ja lõpp, ristumine trassiga või jätkukaevud. Markerpallid paigaldati sellel objektil puurimis kohtadesse ja kaevudesse. Selleks, et leida markerpalli asukoht on kaabliotsijal eraldi režiim, mis on mõeldud markerpallide otsimiseks. Lisaks asukohale saab teada ka markerpalli sügavuse. Markerpalliga on võimalik kontrollida trassi sügavust, kuna see on trassiga samas kaevikus.

4.4 Teostusjoonise koostamine

AS Connecto Eesti firmas on eraldi töötaja, kes tegeleb teostusjooniste koostamisega. Geodeedi ülesanne on talle saata päeva jooksul tehtud punktide fail joonestajale, et ta saaks lisada need punktid teostusjoonisele (Joonis 8). Enne teostusmõõdistuse tegemist, geodeet konsulteerib

A hand-drawn technical drawing of a road layout, likely a plan view. The drawing shows a road with several points marked by circles and numbers. The points are connected by dashed lines, indicating a path or boundary. The drawing includes the following elements:

- Points and Elevation:**
 - 3792, 3793, 3794, 3795, 3796, 3797, 3798, 3799, 3800, 3801, 3802, 3803
- Labels and Dimensions:**
 - bet**: Located near point 3795.
 - Kaistatoru PL D=53**: A label with a dimension of 53, located near point 3794.
 - L=39.54**: A dimension line segment.
 - Kaistatoru PL D=15**: A label with a dimension of 15, located near point 3799.
 - L=13.95**: A dimension line segment.
 - 1401XR EMS**: A label located near point 3801.
 - QC 14/100B**: A label located near point 3801.
- Other Features:**
 - A dashed line runs along the right side of the road.
 - A solid line runs along the left side of the road.
 - A crosshair symbol is located in the upper left corner.

„Teostusjoonis tuleb vormistada vastavalt MKM nõuetele. Teostusmõõdistamise tegija vormistab teostusmõõdistamise teostusjoonisena või -jooniste komplektina. Asjakohasel juhul, näiteks joonise lehtede suure arvu korral, vormistatakse teostusmõõdistamine aruandena.“ [14]

- mõõdistatud objekti asukoht ja aadress;
- mõõdistatud objekti nimetus;
- tellija ja ehitaja nimi;
- mõõdistamise teinud isiku nimi ja registrikood ning majandustegevuse registri number;
- teostusmõõdistamise eest vastutava pädeva isiku nimi ja kvalifikatsioon ning kaasatud isikute nimed;
- mõõdistamise kuupäev või periood;
- lähtepunktide andmed, andmete päritolu register, geodeetiline süsteem;
- joonise mõõtkava, erinevate mõõtkavade korral kõik mõõtkavad;
- teostusmõõdistatud objekt ja sellega seotud objektid;

- maa-aluse tehnovõrgu teostusmöödistamise ajal tuvastatud objektiga ristuvad muud tehnovõrgud koos selgitava teabega;
- objekti asendi visuaalseks tajumiseks vajalikud lähedusse jäävad ehitised;
- vajalikud abijoonised;
- katastriüksuste piirid, katastritunnused ja nimed;
- tänavanimed, majanumbrid;
- põhja-lõuna suuna tähis;
- teostusmöödistamise joonise või aruande peab allkirjastama teostusmöödistamise eest vastutav pädev isik.“

5 OHUTUS

Ohutuse järgimine on ehitusel kõige tähtsam. Esimese asjana tutvub geodeet ettevõttes alati ohutus juhendiga. Kuna töö autor töötab geodeedina ettevõttes, kus tegeletakse elektri rajatistega, siis räägiti täpsemalt elektriga seotud ohtudest. Tööle minnes anti autorile kõik vajalik, et ma saaks minna ehitusplatile. Geodeedil on tähtis kanda turvajalatseid, kiivrit, mis on registreeritu ja millel on kehtivus kuupäev peal.

Lisaks pandi suurt rõhku kaevude ümbruses töötamisel, sest maas võib olla teravaid esemeid, mis võivad kätt lõigata. Kindlasti peab kandma helkurvesti või neon särki, mis eristab keskkonnast ja oled märgatav.

„Isikukaitsevahendid objektil [15]:

- Kaitsekiivri kandmine ehitusplatsil on kohustuslik piirkondades, kus tööprotsessist tulenevalt on peavigastuse oht, nt töö kõrgel paiknevatel töötamiskohtadel, töö redelitel ja tellingutel, tellingute püstitamine ja lahti võtmine, töö tõsteseadmete, sh kraana tööpiirkonnas.
- Tellingutel, katustel, tööplatvormidel ja teistes kohtades töötamisel, kui kukumisohtu ei saa muude ohutusabinõudega vältida, tuleb kasutada oludele sobiva kinnitussüsteemiga turvarakmeid.
- Ehitustöödel peab üldjuhul kasutama kaitsejalanõusid. Põrandatöödel ja muudel põlvitamisega seotud töödel tuleb kasutada põlvekaitseid.
- Kui töötatakse pimedal ajal või maa all, tuleb riietel kanda helkurit või helkurriba. Töötamisel liiklusega seotud kohtades peab töötaja kandma ohutusvesti või -riietust, pimedal ajal lisaks ka helkurriba. Helkurriba peab olema kinnitatud hästi nähtavale kohale, vajaduse korral ka kaitsekiivri külge.
- Kui töötaja peab sisenema kõrge riskitasemega alale, nt alale, kus õhk sisaldab ohtlikke kemikaale, on ebapiisava hapnikusisaldusega või süttimisohtlik, peab ta tervisekahjustuse vältimiseks kasutama sobivaid isikukaitsevahendeid.“

Isikukaitsevahendid mida peab tööd tehes kandma on toodud tabelis (Tabel 6). [16]

Tabel 6. Geodeedi isikukaitse vahendid

Pea kaitsmine	Kaitsekiiver (kaevandused, ehitusplatsid jt tööstusobjektid, metsatööd)
	Pealae kaitsevahend (paeltega või paelteta müts, juuksevärk jne)
	Kaitsev peakate (riidest või eritöötlusega riidest müts, süüdvester jt peakatted)
Silmade ja näo kaitsmine	Sangadega kaitseprillid
Jalgade ja jalalabade kaitsmine	Madalad kingad, poolsaapad, säärsaapad, kaitse- saapad
	Torkekindlate taldadega kingad ja saapad

„Signaalrõivaste klassid SFS-EN 471 ja nõuded teetöödel [17]:

- 1. klass - ei aktsepteerita teetöödel
- 2. klass - põhinõue teel töötades
- 3. klass - põhinõue liikluse reguleerimisel“

„Teel tehtavatel töödel tuleb kasutada standardile SFS-EN 471 või SFS-EN ISO 20471 vastavaid hästi nähtavaid signaalrõivaid, mille kaitseklass on 2, määratletuna nähtava ehk fluorestseeriva ning helkiva materjali minimaalpindalaga. Kasutusel võivad olla nii standardile EN 471 või uuele standardile EN ISO 20471 vastavad signaalrõivad. Signaalrõivaste klassi on võimalik kontrollida neil olevalt CE-märgiselt. Kõigis Liiklusameti ja ELY keskuste tellitud töödele kaasatud sõidukites ja töömasinates peavad olema standardi SFS-EN 471 või SFS-EN ISO 20471 klassile 2 vastavad signaalvestid, kui juhi rõivastus ei ole signaalrõivastele esitatud nõuete kohane.“ [17]

„Signaalrõivaste kandmise (Foto 9) kohustus puudutab kõiki tööobjektidel või töötamiskohas liikujaid. Küllastajate jaoks tuleb varuda tööobjektile vähemalt kolm signaalvesti. Kollast päeval helkivat T-särki võib kasutada suvel päeval ajal tehtavatel töödel 2. klassi signaalrõivaste asemel. Selle kasutamine eeldab siiski alati tööandja otsust, mis põhineb kirjalikul riskikaardistusel. Kasutamine eeldab ka töötajal kaitsvat kaitseautot või piirde- ja hoiatusseadmetega eraldatud töötamiskohta.“ [17]



Foto 9. Ohutusriietus teel töötades [17]

5.1 Töötamine masinate läheduses

„Ehitustöödel kasutatavad masinad ja muud tehnilised seadmed peavad olema oma konstruktsiooni, varustuse ja muude omaduste poolest sellised, et need ei tekita tootja poolt ettenähtud kasutamisel õnnetusohu ega ohusta kasutajate või muude tööobjektidel viibivate inimeste tervist.“ [17]

„Ehitustööl kasutatav masin või seade ja selle ohuala tuleb eraldada sobivate piiretega või muul viisil muust keskkonnast, kui see võib ohustada näiteks teisi teekasutajaid. Kui seda ei ole võimalik teha, tuleb masin või seade varustada sobivasse kohta paigaldatud hästi nähtavate, vastupidavate ja otstarbekate hoiatusmärkidega.“ [17]

„Kui ei ole võimalik täielikult kindlustada, et töötajad võivad kasutada masinaid ja seadmeid enda ohutust kahjustamata, peab tööandja rakendama asjakohaseid abinõusid ohtude minimeerimiseks. Sel juhul võivad tulla kõne alla mitmesugused kaitseseadmed, isikukaitsevahendid või töötamispiirangud, samuti töötajate juhendamine ja koolitamine ohuolukordade vältimiseks.“ [17]

„Tööandja peab kindlustama, et töövahendid hoitakse kogu nende kasutusaja vältel piisava hoolduse abil niisuguses seisukorras, et need vastavad ohutusnõuetele. Niisugust töövahendit, mille kontrollimine on eraldi sätestatud või määratud, ei tohi kasutada, kui seda ei ole ettenähtud korras kontrollitud.“ [17]

5.2 Kaitsevöönd

„Sideehitise kaitsevööndi ulatus on mõlemal pool sideehitist [18]:

- maismaal – 1 meeter sideehitisest või sideehitise välisseinast sideehitisega paralleelse mõttelise jooneni või tõmmitsatega raadiomasti korral 1 meeter välimiste tõmmitsate vundamendi välisservast ühendades tõmmitsad mõtteliseks kolmnurgaks, vabalt seisva masti korral korral 1 meeter vundamendi välisservast;
- siseveekogudel – 100 meetrit sideehitise keskjoonest;
- merel – 0,25 meremiili sideehitise keskjoonest.“

5.3 Tellija poolsed nõuded kaitsevööndis

„Ehitusseadustikuga (edaspidi EhS), elektroonilise side seadusega (edaspidi nimetatud ESS) ja majandus- ja taristuministri 25.06.2015 määrusega nr 73 on sätestatud sideehitiste kaitsevööndis tegutsemise tingimused ja kord. Käesolevad nõuded tulenevad nimetatud seadustest ja määrusest ning sideehitise omaniku poolt kehtestatud nõuetest, mis on vajalikud sideehitise säilimise tagamiseks.“ [19]

„Sideehitis on liin ja liinirajatis ESS tähenduses. Liinirajatis on aluspinnaga kohtkindlalt ühendatud elektroonilise side võrgu osa, milleks on muu hulgas maakaabel, veekogu põhjas paiknev kaabel, kaablitunnel, kaablikanaliseatsioon, ehitistele ja postidele kinnitatud kaablite või juhtmete kogum koos kommutatsiooni-, jaotus- ja otsastusseadmetega, regeneraator, elektrooniliste sideseadmete konteiner ning raadiosidemast, samuti tehnovõrk ja -rajatis asjaõigusseaduse tähenduses; Liin on tehniliste seadmete kogum, mis ühendab lõpp-punkti ühenduspunktiga. Sideehitise omanikuna on mõeldud isikut, kellele sideehitis kuulub või kes seda õiguslikul alusel otseselt valdab.“ [19]

„Sideehitise kaitsevöönd on ala, mis on määratletud sideehitise keskjoonest mõlemal pool kindlaksmääratud kaugusel asuva sideehitise paralleelse mõttelise joonega või raadiomasti keskpunkti ümbritseva kindlaksmääratud raadiusega mõttelise ringjoonega.“ [19]

KOKKUVÕTE

Autor annab ülevaate sidekaabli geodeetilistest töödest objektil, Toila - Narva-Jõesuu – Narva. Objekti pikkuseks on 34,605 km.

Töö alguses tutvustab autor geodeetilisi instrumente, mida töös kasutati ja lisanud juurde millistel töödel vastavat seadet kasutati. Kasutusel oli väliarvuti Trimble TSC3, elektrontahhümeeter Trimble S5, vastuvõtja GNSS Trimble R8 M3, Kaabliotsija 3M Dynatel 2220M ja Droon Multirootor DJI Phantom 4 RTK.

Töö on kirjeldatud eraldi mahamärgimis töid ja teostusmöödistamist. Autor tutvustab, kuidas toimus mahamärgimine ja mis seadmeid selleks kasutati, mis nõudeid peab järgima. Teostusmöödistamisel tutvustab autor, mida tuleb teha, et saaks trassi möödistama hakata ja milliseid punkte on vaja mõõta, et joonestaja saaks koostada teostusjoonise ja kooskõlastada valmis joonise.

Autor tutvustab, millised on ohutus nõuded töö tegemisel ja mis millised on tellijapoolsed nõuded töö tegemisel nende territooriumil.

SUMMARY

The aim of this graduation thesis *Geodetic Works of Communication Cable*. It took place in Toila - Narva-Jõesuu – Narva. This object was selected, because author worked on it and surveyed the work ethic. The length of the object was 34,605 km

In the beginning author is describing instruments what were used in this work and describes the instrument and how were they used. Author used Trimble TSC3, Trimble S5, GNSS Trimble R8 M3, 3M Dynatel 2220M ja Multirootor DJI Phantom 4 RTK.

The work was divided in two marking and surveying. Author introduces, how the marking was conducted and that instruments were used in that stage, what requirements were needed to follow. In surveying author introduces what is needed to be done, that author can start surveying and what points are necessary, so that draftsman can put the points into one file.

Author introduces safety requirements that needed to be followed and follow employers demands for working in their property. In last part author is talking about safety.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] "Connecto," [Online]. Available: Connecto enda serverilt. [Accessed 17 märts, 2022].
- [2] "Trimble Geospatial," [Online]. Available:
<https://www.geospatial.trimble.com/sites/geospatial.trimble.com/files/2019-03/Datasheet%20-%20Trimble%20TSC3%20Controller%20-%20English%20USL%20-%20Screen.pdf>. [Accessed 27. veebruar, 2022].
- [3] "Geospatial Trimble," [Online]. Available:
https://geospatial.trimble.com/sites/geospatial.trimble.com/files/2021-02/Datasheet%20-%20Trimble%20S5%20Total%20Station%20-%20English%20UK%20-%20Screen_0.pdf. [Accessed 6. aprill, 2022].
- [4] "Positioning Solutions," [Online]. Available:
<https://positioningsolutions.com/blogs/product-info/trimble-r8-series-gps-gnss-receivers-compared-a-buyers-guide-positioning-solutions>. [Accessed 8. aprill, 2022].
- [5] "Xpert Survey Equipment," [Online]. Available: <https://gnssgpsystems.net/trimble-r8-model-3-gps-glonass-base-rover-receiver-set-w-tsc2-data-collector/>. [Accessed 8. aprill, 2022].
- [6] "3M," 1902. [Online]. Available: https://www.3m.com/3M/en_US/p/d/b5005093011/. [Accessed 27. veebruar, 2022].
- [7] "3M," [Online]. Available: <https://multimedia.3m.com/mws/media/592363O/3mtm-dynateltn-locator-2550-2573-datasheet.pdf>. [Accessed 2. märts, 2022].
- [8] "Droon.ee," [Online]. Available: <https://droon.ee/toode/phantom-4-rtk/>. [Accessed 1. märts, 2022].
- [9] "DJI," [Online]. Available: <https://www.dji.com/ee/phantom-4-rtk/info>. [Accessed 28. veebruar, 2022].
- [10] "3M," [Online]. Available: https://www.3m.com/ee/3M/et_EE/p/d/v000076746/. [Accessed 16. aprill, 2022].
- [11] "THEK Tehnika," [Online]. Available: <https://thek.ee/wp-content/uploads/2022/01/Leica-iCON-excavate-iXE3-BRO.pdf>. [Accessed 31 märts, 2022].
- [12] V. Kala, Ehitusgeodeesia, Tallinn: TTÜ Kirjastus, 2008.

- [13] "Riigi Teataja," [Online]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/119042016003>. [Accessed 29. aprill, 2022].
- [14] "Riigi Teataja," [Online]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/119042016003>. [Accessed 28. veebruar, 2022].
- [15] "Riigi teataja," [Online]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/13181373>. [Accessed 6, märts, 2022].
- [16] "Riigi Teataja," [Online]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/1026718/htmlisa/12883216>. [Accessed 6. märts, 2022].
- [17] "Maanteeamet," [Online]. Available: https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Juhendid/ehitus/maanteeohutus_1_juhend_fin_est_16_12_15_1.pdf. [Accessed 6. märts, 2022].
- [18] "Riigi Teataja," [Online]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/128062015004>. [Accessed 31. märts, 2022].
- [19] "Telia," [Online]. Available: <https://www.harku.ee/documents/2846103/14283771/Telia+juhised+ehitajatele+ja+ehitusluba+veebuar2016.pdf>. [Accessed 31. märts, 2022].

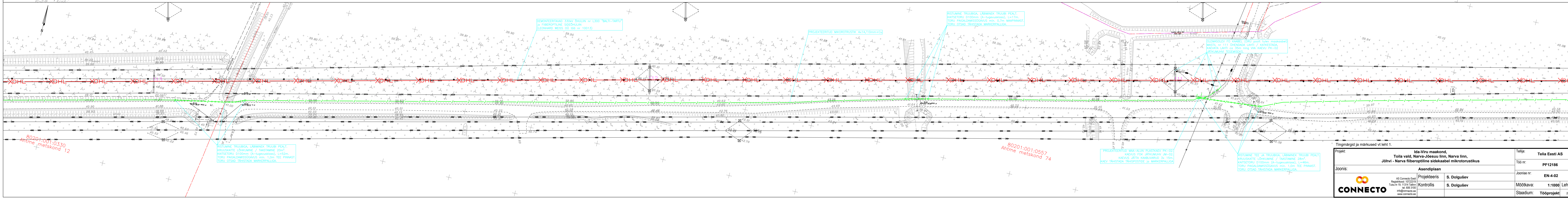
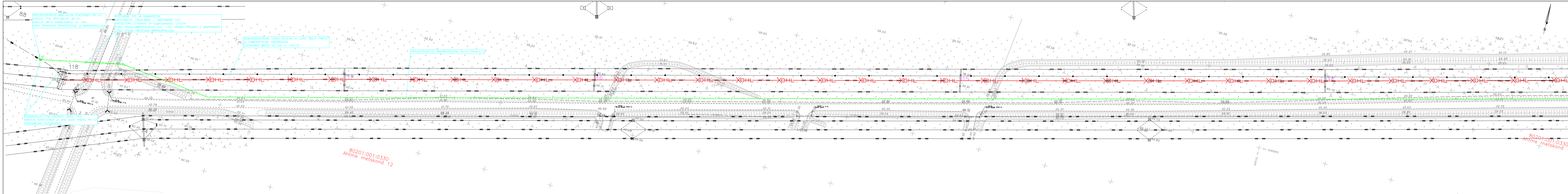
LISAD

Lisa 1. Toila – Narva-Jõesuu – Narva projekt

Lisa 2. Teostusjoonis

Lisa 3. Kaevude skeem

Lisa 1. Toila – Narva-Jõesuu – Narva projekt



Tingmargid ja märkused vt leht 1.		Projekt: Ida-Viru maakond, Toila vald, Narva-Jõesuu linn, Narva linn, Jõhvi - Narva fiiberoptiline sidekaabel mikrorustikus		Tella: Tella Eesti AS	
Joonis: Asendiplaan		Töö nr: PF12186		Joonise nr: EN-4-02	
Project: AS Connecto Eesti Registrifood: 10722319 Tulu nr 19-11314 Tallinn tel 656 3100 info@connecto.ee www.connecto.ee		Projector: S. Dolgušev		Mõõtkaava: 1:1000	
Projector: S. Dolgušev		Leht		Leht	
Stadium: Tööprojekt		2		17	

Lisa 2. Sidetrassi teostusjoonis

Lisa 3. Kaevude skeem

