



TALLINNA
TEHNIKAKÕRGGKOO

Neemo Kull

GEODEETILISED TÖÖD NÕMMEL, SAMBLA JA METSA TÄNAVA VEE- JA KANALISATSIOONITORUSTIKE REKONSTRUEERIMISEL

LÕPUTÖÖ

Tallinn 2014

Neemo Kull

GEODEETILISED TÖÖD NÕMMEL, SAMBLA JA METSA TÄNAVA VEE- JA KANALISATSIOONITORUSTIKE REKONSTRUEERIMISEL

LÕPUTÖÖ

Ehitusteaduskond
Rakendusgeodeesia eriala

Tallinn 2014

SISUKORD

1. Sissejuhatus	6
2. Veevarustus ja kanalisatsioon	8
2.1. Veevarustus	8
2.2. Kanalisatsioon	8
3. Geodeetilised tööd	10
3.1. Geodeetiline mõõdistusvõrk	10
3.1.1. Geodeetiliste võrkude mõiste ja rajamise skeemid	10
3.1.2. Geodeetilise mõõdistamisvõrgu rajamise viisid ja täpsus	11
3.1.3. Nõuded plaanilisele mõõdistamisvõrgule	11
4. Märkimistööd	13
4.1. Maa-aluste kommunikatsioonitrasside plaaniline märkimine	13
4.2. Maa-aluste kommunikatsioonitrasside kõrgusvõrgu rajamine	14
5. Teostusmõõdistus	16
5.1. Situatsiooni mõõdistamise täpsusnõuded	17
5.2. AS Tallinna Vesi tehnilised täpsusnõuded torustike ja kaevude paigaldamisel	18
5.3. Maa-aluste torustike uurimine, mõõdistamine ja kujutamine plaanil	18
5.4. Vee- ja kanalisatsioonitorustiku teostusmõõdistamine	19
5.5. Vee- ja kanalisatsioonitorustiku teostusjoonistel esitatavad andmed	20
5.6. Teostusmõõdistuse vormistamine	20
6. Kasutatud instrument ja programm	22
7. Objekti iseloomustus	26
7.1. Objekti asukoht	26

7.2. Objekti iseloomustus	27
7.3. Tööde maht teostusmöödistuse järgselt.....	29
7.4. Mőöstusluba ja selle algatamine	31
8. Mőöstamisvõrgu rajamine objektile	33
8.1. Plaanilis-kõrgusliku võrgu rajamine objektile	33
9. Märkimistööde ettevalmistus	36
9.1. Märkimistööd objektile.....	36
10. Objektiga seotud teostusmőöstamise tööd	38
10.1. Joonisel kajastatud andmed.....	39
10.2. Koordinaatide võrdlus	41
10.3. Kanalisatsioonitoru kallete võrdlus Metsa tänava näitel	44
11. Objektile esinenud probleemid ja lahendused tulevikuks.....	46
11.1 Geodeedil võib esineda mitmeid probleeme objektile:	46
Kokkuvõte	48
Summary	49
Viited.....	50
Lisa 1.Sambla tänava kanalisatsiooni teostusjoonis.....	52
Lisa 2. Metsa tänava kanalisatsiooni teostusjoonis.....	53
Lisa 3. Metsa tänava veevärgi teostusjoonis	54
Lisa 4. Sambla tänava veevärgi teostusjoonis.....	55

1. SISSEJUHATUS

Üha kiiremas tempos areneval digitaalajastul, peavad ajaga kaasas käima ka geodeedid ja geodeesiaga tegelevad ettevõtted. Seda kõike selleks, et püsida konkurentsisis ning pakkuda tellijatele järjest täpsemat ja kvaliteetsemat teenust. Ütlus „Aeg on raha“ peab praegusel ajastul rohkem paika, kui kümmekond aastat tagasi. Geodeesiaga seotud instrumendid ja tarkvara areneb järjest edasi ja muutub „nutikamaks“ tehnilise poole pealt, aga samas liigub asi selles suunas, et asi tehakse kasutaja ehk geodeedi jaoks tööriistade kasutamise poole pealt lihtsamaks.

Enam ei pea kahe-kolmekesi elektrontahhümeetriga märkimistööd tegema. Piisab robot-tahhümeetrist ja ühest geodeedist. Instrumentide tarkvara on muutunud kiiremaks ja menüüd lihtsamaks, piisab mõnest nupule vajutamisest ning sihtmärk on leitud ja saab teha teostus- või märkimistööd. Teostusmõõdistamisel ei ole enam vaja koordineeritavatel punktidel, piisab ainult lasertäpi suunamisest mõõdetavale pinnapunktile või koguni laserskanneri kasutamisest ja terve ruum on loetud minutitega mõõdistatud. Joonestustarkvarad muutuvad kasutajate sõbralikemateks. Töötatakse välja järjest uusi lisasid, et töö kiiremini ja lihtsamalt valmis saaks.

Kuna tehnilise poole pealt areneb kõik kiiresti, siis tekib paratamatult küsimusi töö kvaliteedi suhtes ja vigade olemasolust. Kas töö muutub täpsemaks ja tehnika aitab vigasid vältida? Vigu kindlasti ei ole võimalik täielikult vältida. Ehitusobjektidel teevad ehitaja ning geodeet koostööd vigade võimalikult kiireks avastamiseks ning likvideerimiseks. Ehitaja kontrollib oma tööd ning geodeet enda oma vastavalt tellija poolt ette antud projektile. Eduka projekti täpseks ja planeeritud lõpptulemuseni jõudmiseks on vajalik koostöö nii kohalike elanike, geodeedi, ehitaja, tellija kui ka järelvalve vahel.

Lõputöö teemaks on valitud Nõmme linnaosas, Metsa ning Sambla tänaval toimunud kanalisatsiooni- ja veetrassi rekonstrueerimistööde geodeetiline teenindamine, mis on väiksem osa sealkandis toimuvatest suurtest kanalisatsiooni ja veetrassi rekonstrueerimistöödest. Antud tööd on vajalikud, et juba aastakümnete eest rajatud trassid saaksid põhjalikult uuendatud, kuna olemasolevad torud on juba amortiseerunud, mis põhjustab lekkimist ja läbilaskevõime hakkab ajale jalgu jääma, kuna vee ja kanalisatsioonitrasside kasutamise koormus suureneb.

Antud lõputöös kirjeldatakse kogu protsessi, mis geodeedil tuleb läbida ühe objekti ehitusgeodeetilisel teenindamisel, selle algusest kuni lõpuni välja. Sinna hulka kuuluvad: objektiga tutvumine, geodeetilise võrgu rajamine, märkimistöödeks valmistumine, ehitajatega suhtlemine, teostusmõõdistuste läbi viimine, jooniste vormistamine. Nendest erinevate etappide töödest antakse ülevaade koos sinna juurde kuuluvate majandus -ja kommunikatsiooniministeeriumi poolt kehtestatud nõuetega.

2. VEEVARUSTUS JA KANALISATSIOON

2.1. Veevarustus

Veejuhtmed jaotuvad peaveejuhtmeiks, magistraaltorustikeks, harujuhtmeiks ja hoonesisenditeks. Ülesande järgi jaotatakse nad joogivee, tuletõrje- ja tehnoloogilise vee torustikeks, kusjuures esimesed kaks võivad olla ühised. Torud on metallist (teras, malm) või plastmassist. Tehnoloogilise vee puhul kasutatakse ka teistsuguseid materjale. Kuivõrd veetorustik on enamasti survetorustik, siis liigestamata maastikul järgib see harilikult pinnareljeefi, kus toru põhi paigutatakse 0,5 m allapoole külmumispiiri. Kaevud asuvad torustiku sõlmpunktides, profiili põhilistes murdepunktides ja sisenditel suurtesse hoonetesse. Torustiku sulgemiseks võivad kaevud olla varustatud siibriga. Võrgu kõrgeimates punktides võivad asuda kaevud õhueraldiga (ventiiliga, vantuusiga)õhu väljalaskmiseks. Kaevud tuletõrje hüdrantidega asuvad magistraalvõrkudel mitte harvem kui iga 400 m järel (enamasti hoovidesse sissepääsude juures). Viimastel aastatel rajatakse enamasti maapealse juurdepääsuga hüdrante. Kaevudesse võivad olla paigutatud ka veemõõtjad. Torustiku käänupunktid on enamasti kaevuta. [1:61]

2.2. Kanalisatsioon

„Kanaliseatsioon koosneb maa-aluste torude ja kanalite võrgust (hooneväljund, vaatekaevud, õue-, tänava- ja linnaosa võrk ning kollektorid), mis võtab vastu heitveed ning puhastusseadmetest, kuhu need veed juhitakse“ [1:63].

„Kanaliseatsioon jaotub majanduslikuks-elukondlikuks, tööstuslikuks ja vihmavete kanalisatsiooniks. Tööstuskanalisatsioon jaotub olenevalt heitvete agressiivsusest ja iseloomust (näiteks happelised, leelised, viskoossed, tinglikult puhtad, kontsentreeritud jms) Kanalisatsioonivõrk kasutab enamasti isevoolu- ja ainult erandjuhul survetorustikke. Viimasel juhul kuuluvad võrku ka pumbajaamad. Kanalisatsioonisüsteemid võivad olla ühisvoolsed (kõik reoveed ühises torustikus) ja lahkvoolsed“ [1:63].

Tänapäeval kasutatakse enamasti plastiktorusid. Terastorusid kasutatakse survekanalisatsioonis ning teede, kanalite ja jõgedega ristumisel. Varem kasutati ka raudbetoon-, keraamilisi, asbotsement- ja malmtorusid. [1:63]

Torustiku rajamissügavus peab välistama selle külmumise. Maksimaalsügavused ei ületa 8 meetrit, välja arvatud tunnelkollektorid. Torustikud on enamasti läbimõõduga 200-2000 mm ja minimaalse kaldega (0,007-0,0005) kusjuures, mida suurem on läbimõõt, seda väiksem kalle. Torustike vaatekaevud asuvad:

- torustike ühenduskohtades
- torustiku suuna, kalde ja läbimõõdu muutustel
- sirgetel lõikudel

Toru läbimõõdu puhul	kuni 150 mm	35 m järel,
	200-600 mm	50-75 m järel,
	700-1400 mm	100-150 m järel,
	Üle 1400 mm	200-300 m järel.

Survekanalisatsiooni vaatekaevud on üldjuhul iga 300-500 m järel. Vihmavete kanalisatsioon koosneb torustikest ja restkaevudest, mis võtavad vee tänavatelt ja väljakutelt, kollektoritest, vaatekaevudest ja väljunditest. Vihmavete kanalisatsiooni juhitakse ka drenaasiveed, tootmisaparatuuri jahutuse ja kondensaadi veed, tinglikult puhtad tööstusveed. Restkaevud asuvad tänavarentslis ja teistes madalamates kohtades 40-100 m kaugusel üksteisest. Torustiku läbimõõt on üldjuhul 200-2000 mm ja kalle jääb vahemikku 0,05-0,005. Kasutatakse enamasti plasttorusid. Kollektorid on raudbetoonist. [1:63-64]

3. GEODEETILISED TÖÖD

3.1. Geodeetiline mõõdistusvõrk

3.1.1. Geodeetiliste võrkude mõiste ja rajamise skeemid

„Geodeetiliseks võrguks nimetatakse maastikul kindlustatud ja ühtses koordinaatide süsteemis olevat geodeetiliste punktide kogumit, millest lähtutakse geodeetilistel mõõtmistel ja topograafilistel mõõdistamistel. Eristatakse plaanilist (horisontaalset 2D), kõrguselist (vertikaalset) ja plaanilis- kõrguslikku (3D) geodeetilist võrku. Plaanilise võrgu punktide asend on määratud geograafiliste ja/või ristkoordinaatidega kõrguselise võrgu punktide (reeperite) asend absoluutsete ja/või geodeetiliste kõrgustega. Tänapäeval on insenerigeodeesiaja topograafia valdkondade tööde puhul enamasti kasutusel 3D geodeetilised võrgud, katastrimõõdistamistel aga 2D- võrgud. Kõrgema geodeesia ülesannete lahendamiseks rajatakse lisaks 3D ja 4D geodeetiliste võrkude veel gravimeetriliste punktide võrk, kus mõõdetakse raskuskiirenduse väärtused. 4D- võrkude puhul on määratud lisaks geodeetilist punktide plaanilisele ja kõrguslikule asendile ka epohh“ [2:229].

„Geodeetiline võrk jaguneb hierarhiliselt rahvusvaheliseks, regionaalseks, riiklikuks (RGB), kohalikuks (KGV) ja geodeetiliseks mõõdistamisvõrguks (GMV). Geodeetiliste võrkude rajamisel lähtutakse põhimõttest „üldisest üksikasjadesse“, mis tähendab seda, et alguses määratakse suurema täpsusega, kuid hõredam võrk, mida seejärel järk-järgult tihendatakse väiksema täpsusega mõõdetud punktide võrguga“ [2:229].

„Geodeetiliste võrkude rajamisel kasutatakse erinevaid punktide paigutuse skeeme sõltuvalt maastiku iseloomust, asustuse tihedusest ja kasutatavatest mõõtmisvahenditest. Plaanilise võrgu rajamisel on enam levinud käikude süsteemid (polügonomeetrilised, tahhümeetrilised, teodoliitkäigud) ja kolmnurkade süsteemid (GPS- ,triangulatsiooni, trilateratsiooni, lõigete meetod). Kõrguslik võrk rajatakse põhiliselt geomeetrilise , trigonomeetrilise nivelleerimisega ja/või GPS mõõtmistega“ [2:229].

3.1.2. Geodeetilise mõõdistamisvõrgu rajamise viisid ja täpsus

„Geodeetilise mõõdistamisvõrgu (GMV) rajamise eesmärgiks on maa-ala plaani koostamiseks vajalike tugipunktide saamine, mille suhtes määratakse situatsiooni elementide ja maastiku objektide asend. Kui GMV punktid on seotud geodeetiliste mõõtmistega varem määratud riigi või kohaliku geodeetilise võrgu punktidega, siis arvutatakse neile samas süsteemis koordinaadid ning nad kantakse koordinaatide järgi plaanile“ [2:239].

„GMV punktide paigutuse skeem, tihedus ja hulk sõltub maa-ala suurusest, koostatava plaani mõõtkavast ja maastiku iseloomust. GMV rajamise viis oleneb ka kasutatavatest instrumentidest ja nende täpsusest. On vajalik silmas pidada punktide asendi nõutavat täpsust ning tööde ratsionaalset ja majanduslikult põhjendatud korraldamist. Nõutava täpsusega lõpptulemus tuleb saavutada minimaalse aja ja minimaalsete vahenditega“ [2:240].

„Topograafilise plaani koostamiseks on vajalik määrata GMV punktidele nii ristkoordinaadid X,Y kui ka absoluutne kõrgus H. Kõrgus määratakse trigonomeetrilise või geomeetrilise nivelleerimise teel“ [2:240].

„Mõõdistamise plaanilise alusvõrgu punktide asendi äärmine lubatav viga RGP ja KGV punktide suhtes ei tohi ületada avatud maastikul ja tiheasustusega aladel 0,2 mm plaani mõõtkavas ning 0,3 mm kinnisel (metsa, võsa, looduslike kõlvikutega) maastikul. Nendest nõuetest lähtudes on vajalik sobiva täpsusega instrumendid, GMV punktide määramise skeemid ja mõõtmisviisid. Tiheda asustusega aladel ja kinnisel maastikul kasutatakse põhiliselt teodoliit- (tahhümeetria) käike, avatud maastikul on sobiv kasutada kolmnurkade süsteeme, kolaarkiirte ja lõigete meetodit ning GPS-mõõtmisi“ [2:240].

3.1.3. Nõuded plaanilisele mõõdistamisvõrgule

Plaaniline mõõdistamisvõrk tugineb vähemalt kahele lähtepunktile. Plaanilise mõõdistamis- võrgu punktide maksimaalsed lubatavad vead lähtepunktide suhtes on järgmised:

- 1) M 1:2000 plaani puhul tiheasustusaladel 20 cm ja hajaasustusaladel 30 cm;
- 2) M 1:1000 plaani puhul tiheasustusaladel 10 cm ja hajaasustusaladel 15 cm;
- 3) M 1:500 plaani puhul tiheasustusaladel 5 cm ja hajaasustusaladel 8 cm.

Maksimaalne teodoliitkäigu pikkus tiheasustusaladel on:

- 1) M 1:2000 plaani puhul lähtepunktide vahel 6,0 km ja sõlmpunktide vahel 4,2 km;
- 2) M 1:1000 plaani puhul lähtepunktide vahel 3,6 km ja sõlmpunktide vahel 2,5 km;
- 3) M 1:500 plaani puhul lähtepunktide vahel 1,8 km ja sõlmpunktide vahel 1,2 km. (7)

Hajaasustusaladel võib teodoliitkäikude pikkusi suurendada 1,5 korda.

Teodoliitkäigu lubatav suhteline sulgemisviga on arvutatav valemiga (1)

$$\frac{f_s}{S} < \frac{1}{10000}, \quad (1)$$

kus f_s on absoluutne jooneline sulgemisviga ja S on teodoliitkäigu pikkus.

Teodoliitkäikude nurkade sulgemisviga f_β ei tohi olla suurem kui valemis (2) näidatud

$$f_{\beta lub} = \pm 20'' \sqrt{n}, \quad (2)$$

kus n on nurkade arv käigus.

Maksimaalne rippuva teodoliitkäigu pikkus on:

- 1) M 1:2000 plaani puhul tiheasustusaladel 400 meetrit ning hajaasustusaladel 600 meetrit;
- 2) M 1:1000 ja M 1:500 plaanide puhul tiheasustusaladel 250 meetrit ning hajaasustusaladel 400 meetrit.

Rippuvas teodoliitkäigus ei tohi tiheasustusalal olla jooni rohkem kui kolm ja hajaasustusalal rohkem kui kaks. Seinapolügonomeetria kasutamisel tuleb tagada lõikes 2 toodud täpsusnõuete täitmine. Situatsiooni mõõdistamise ajal võib mõõdistamisvõrgu punktilt kuni 200 m kaugusele rajada üksikuid ajutisi mõõdistamispunkte. Mis tahes muud meetodid mõõdistamisvõrgu rajamiseks on lubatud juhul, kui tagatakse lõikes 2 toodud täpsusnõuete täitmine. Kõik kindlustatud mõõdistamisvõrgu punktid tuleb oma õigetes (tasandatud) koordinaatides kanda maa-ala plaanile, lisades punkti numbri ja absoluutkõrguse. [3:§7]

4. MÄRKIMISTÖÖD

4.1. Maa-aluste kommunikatsioonitrasside plaaniline märkimine

„Trasside märkimise aluseks on ehitusplatsil ja selle vahetus läheduses ehitusplatsi märkimisaluse ja hoone märkimisaluse punktid. Trasside sidumisjoonistel peaksid nurgapunktid olema koordineeritud. Trasside käänupunktide koordinaate peaks saama ka digitaalsetelt plaanidelt, kuid nende kasutamisel tuleks olla ettevaatlik. Kahtluste tekkimisel peaks kohe pöörduma projekteerijate poole. Märkimine tuleks teha elektrontahhümeetri abil. Vastavalt ISO 4463-1 ei tohi kommunikatsioonide detailmärkimise punktide vead üksteise ja märkimisaluse suhtes ületada ± 10 mm kaugustel kuni 4 meetrit, aga suurematel kaugustel $\pm 5\sqrt{L}$ mm, kusjuures L on kaugus punktide vahel meetrites. Teiselt poolt lubab kommunikatsioonide plaanilise asendi mõõdistamise vigadeks lähimate mõõdistusaluse punktide suhtes suurimas kartograafilises mõõtkavas (1:500) 8 cm, mille järgi võiks eeldada, et ka märkimise vead lähimate märkimisaluse punktide suhtes võiksid olla sama suured. Vello Kala arvates on 8 cm suurune viga märkimisel siiski veidi suur, aga nõuda, et vead jääksid 1 cm piiridesse oleks vast liiga range, seda enam, et suuremate kauguste puhul märkimisaluse punktidest lubatakse vigade suuremaid väärtusi. Kui lähtuda eeldusest, et märgitavate punktide kaugused ehitusplatsi tugipunktidest jäävad üldjuhul 100 m piiridesse ($L=100$ m), siis $5\sqrt{L} = 50$ mm. Selle väärtuse võikski võtta kommunikatsioonide märkimise lubatavaks veaks (arvestades, et selle valdav komponent on tähistamise viga)“ [1:69].

„Arvestades viimaseid väiteid, võiks trassi märkimise teha ka RTK GPS (soovitavalt *on the fly*) abil, mis kindlustab hea satelliidigeomeetria puhul KRV väärtuse, olenevalt kaugusest tugijaamast, 10 mm + ppm, seega 10 km kaugusel tugijaamast 20 mm, mis annab seal maksimaalse vea 50 mm, st eespool nõutud täpsuse. Siinjuures peavad trassi elemendid olema antud riiklikes koordinaatides. Vaatluste ajal tuleb jälgida, et kogu aeg oleks vähemalt 5 satelliiti nähtaval ja ka PDOP kordaja ei tohiks olla üle 4. Soovitatakse [Jan Van Sickle, GPS for Land Surveyors, 2006] isegi 8 satelliiti, eriti alg tundmatute lahendamise ajal. Ka H. Jürgenson soovib [GPS – mõõtmismeetod – lihtne või keeruline? – Geodeet 2006, nr 33] vähemalt alg tundmatute lahendamise sooritada lagedamal kohal, kus on üle 5 satelliidi. Märkimine tuleks kontrollida samade punktide veelkordse ülemõõtmisega,

kasutades teist baaspunkti või äärmisel juhul sama baaspunkti vähemalt 15 min järel [Jan Van Sickel]. Autori arvates (analoogia põhjala pseudostaatilise meetodiga) võiks minimaalne ajaline erinevus olla siiski vähemalt üks tund ja optimaalne erinevus (arvestades satelliitide 12 tunnist tiirlemisperioodi) kuus tundi. Seoses planeeritava RTK püsitugujaamade võrguga võib eeldada RTK meetodi populaarsuse suurenemist“ [1:69].

„Punktide kindlustamiseks tuleks kasutada pehme pinnase puhul puitvaiasid, mille ülaotsa tehakse täpset asukohta tähistav rist või lüüakse väike nael. Kuna märgid juba mullatööde käigus välja kaevatakse, tuleks täiendavalt tähistada trassi asukoht 5 meetrit kummalgi pool trassi. Selleks pingutatakse 10- meetrine ruletilõik ligikaudu trassiga risti nii, et 5 meetri jaotis jääks trassi punktile, mille järel tähistatakse 0 – jaotise ja 10-meetrise jaotise asukoht puitvaiaga analoogiliselt trassi punktile. Käänupunktides tähistatakse analoogiliselt ligikaudne bisektor. Kõvas pinnases tuleks kasutada 20 cm pikkuseid terasvardaid, teekattes- betooninaelu“ [1:69-70].

„Ehitusplatsil on soovitatav märkida kõik punktid sirgetel vähemalt iga 100 m järel (piketid) ja käänupunktid“ [1:69-70].

4.2. Maa-aluste kommunikatsioonitrasside kõrgusvõrgu rajamine

„Vastavalt nõuetele tuleb reeperit kindlustada trassi läheduses vähemalt iga 180 meetri järel, nii et iga trassipunkti kõrguse saab määrata vahetult reeperist vaatekiire pikkusega mitte üle 90 m. Ehitusplatsi piirides ei tohi tööreperi ja lähema põhireperi vahelise kõrguskasvu viga ületada ± 5 mm. Kõrvuti olevate tööreperite vaheline kõrguskasvu viga ei tohi ületada ± 3 mm, aga üle 4 meetrise kõrguskasvu puhul $\pm 1,5\sqrt{h}$, kus h on kõrguskasv meetrites. Nivelleerimine tuleks sooritada riikliku 3. klassi nivelleerimise tingimustele vastava nivelliiriga (pikksilma suurendus vähemalt 30 korda, kontaktvesiloodi jaotise väärtus mitte üle $15''/2$ mm ehk kompensatori automaatse horisonteerimise KRV mitte üle $0,4''$) või digitaalnivelliiriga, mille ühe seisu KRV ei ületa 1,5 mm“ [1:70].

„Kui on tegemist isevoolukommunikatsioonidega, mille projektikohane kalle on alla 0,001, siis tuleks trassi reeperid nivelleerida vastavalt III klassi riikliku nivelleerimise nõuetele, suuremate kallete puhul võib kasutada kõrgendatud täpsusega tehnilist nivelleerimist, mille puhul edasi ja tagasivaate +kauguste erinevused peaksid olema alla 20 m, vaatekiirte pikkused ei ületaks 70 m ja nivelliiri pühitingimus peab olema hoolikalt justeeritud. Käigu sulgemisviga lubatakse $30\sqrt{L}$ mm, kus L on käigu pikkus kilomeetrites. Kõrgendatud täpsusega tehnilist nivelleerimist võiks teha ka

trigonomeetrilise keskelt nivelleerimisega elektrontahhümeetri abil, mille nurgamõõtmise KRV on DIN 18723 kohaselt kuni 3'' (vaatekiirega kuni 100m)“ [1:70].

„Erilist tähelepanu tuleb pöörata tööreperite püsivusele. Külmakergetest tingitud vigade vältimiseks ei tohi töörepereid kindlustada maakividele, kändudele, allpool külmumispiiri asuva vundamendita (ankruta)postidele jms. Erandjuhtudel võiks seda lubada liivapinnastes (aga mitte saviliivas), kui geoloogilistel andmetel jäävad pinnaseveed sügavamale kui 1,5 m. Hoonestatud alal on otstarbekas kasutada maksimaalselt seinamärke“ [1:70].

5. TEOSTUSMÕÕDISTUS

„Teostusmõõdistuse eesmärk on ehitise või rajatise ning selle osade hälvete suuruse ja suuna määramine projektikohasest asendist ja gabariitidest“ [1:60].

Kommunikatsioonide teostusmõõdistamisel on järgmised põhiülesanded:

- paigaldatud kommunikatsioonide täpse plaanilise asendi tuvastamine, et hiljem rajatavad või projekteeritavad ehitised ja rajatised ei satuks nende peale ega ohtlikku lähedusse
- paigaldatud kommunikatsioonide tegeliku kõrgusliku asendi ja kallete määramine, et tuvastada nende ekspluateeritavust, sealhulgas kas isevoolutorustikes voolav vedel ollus voolab õiges suunas, projektkohaste (või selle ligidaste) kalletega ja ettenähtud sügavuses; viimane asjaolu on tähtis nendega ristuvate või paralleelsete kommunikatsioonidevaheliste (elektriohutuse, sanitaarnormide jms alusel määratud) vertikaalgabariitide ja külmumisohu seisukohast
- rajatud kommunikatsiooni ja selle elementide olemasolu ning asendi dokumenteerimine, mis võimaldab kontrollida ehitaja tööd ja võimaldab kommunikatsiooni rajatise kanda ka ehitusregistrisse, mistõttu teostusmõõdistamine peab olema tehtud kehtivas riiklikus koordinaatide süsteemis [1:60-61]

Teostusmõõdistamine toimub ehitusprotsessi ajal, enamasti pärast mõõdistatava kommunikatsiooni üksikute etappide rajamise lõppu. [1:61]

„Kommunikatsioonide teostusmõõdistamisel tuleb rakendada alati kahte olulist põhimõtet:

- kommunikatsioonide teostusmõõdistamine peab toimuma lahtise kraavkaeviku (tranšee) puhul
- teostusmõõdistamisel tuleb kasutada samu reepereid, millejärgi vastav torustikulõik paigaldati“ [1:72-73]

5.1. Situatsiooni mõõdistamise täpsusnõuded

Maapealsete situatsioonielementide plaanilise asendi maksimaalsed lubatavad vead on järgmised:

- hoonete ja üheselt määratavate kontuuridega rajatiste asendi maksimaalne viga lähimate mõõdistamisvõrgu punktide suhtes – 5 cm
- hoonete ja üheselt määratavate kontuuridega rajatiste asendi maksimaalne viga nende vastastikuses asendis – 7 cm
- muude rajatiste (koordinaatpunkti maksimaalne viga lähimate mõõdistamisvõrgu näiteks tehovõrkude kaevud, aiad-piirded, teede-platside servad, erinevad postid ja väiksemad tugitarindid jne) asendi maksimaalne viga lähimate mõõdistamisvõrgu punktide suhtes – 8 cm
- reljeefielementide ja kõlviku piiride asendi maksimaalne viga plaanil lähimate mõõdistamisvõrgu punktide suhtes – 1 mm plaanil

Maa-aluste tehovõrkude plaanilise asendi lubatavad maksimaalsed vead on järgmised:

- koordinaatpunktide asendi valikuga peab tagama, et punktide vahel trassi asendi teostusmõõdistamisel punktide suhtes – 8 cm
- maksimaalne viga ei ületaks 0,25 m
- maa-ala plaanil on maa-aluste tehovõrkude plaanilise asendi maksimaalne viga lähimate mõõdistamisvõrgu punktide suhtes 1 m

Maapealsete situatsioonielementide lubatavad kõrguslikud maksimaalsed vead on järgmised:

- püskatendite, kaevukaante, vundamendi soklite jm rajatiste kõrguste maksimaalsed vead lähimate mõõdistamisvõrgu punktide suhtes M 1:500 ja M 1:1000 puhul – 3 cm, M 1:2000 puhul – 5 cm
- muude maapinnapunktide kõrguste maksimaalsed vead lähimate mõõdistamisvõrgu punktide suhtes M 1:500 puhul – 10 cm, M 1:1000 puhul – 15 cm, M 1:2000 puhul – 20 cm

Metsasel maastikul võib lõikes 3 nimetatud lubatavaid kõrguslikke maksimaalseid vigu suurendada 1,5 korda.

Kaevude uurimisel torude ja kaevu põhja kõrguste maksimaalsed vead lähimate mõõdistamisvõrgu punktide suhtes ei tohi ületada 3 cm + 1% toru või kaevu põhja sügavusest kaevu luugi suhtes.

[3:§9]

5.2. AS Tallinna Vesi tehnilised täpsusnõuded torustike ja kaevude paigaldamisel

Valmis ehitatud isevoolsetel torustikel lubatakse järgmisi kõrvalekaldeid projektist juhul kui need ei kahjusta konstruktsiooni toimivust või torustiku harude ehitamist:

1. Mistahes projekteeritud punkti (kaev, trassi telje punkt) horisontaaltasapinnal 200mm.
2. Isevoolne kanalisatsioonitorustik peab kaevust kaevu kulgema sirgelt, lubatud kõrvalekalle horisontaaltasapinnal on 1/300 kaevuvahe kohta.
3. Isevoolsele kanalisatsiooni peatorule lubatakse alltoodud tabelis 1 olevaid kõrvalekaldeid kõrguste ja langude osas eeldusel, et torustikku ei jää vett, kaevu suubuv toru ei jää allapoole väljuvast torust, lang kaevu vahe kohta peab olema >0 . Kalle ja kõrgus ei või kumbki erineda lubatud väärtusest ka siis kui üks neist täidab ette antud täpsusnõudeid. [10:44]

Tabel 1

Peatoru paigaldamise täpsus [10:44]

Projekteeritud torustiku kalle [‰]	Maksimaalne kalde kõrvalekalle [‰]	Maksimaalne kõrguse kõrvalekalle [mm]
>5	1,5	50
3-5	1,0	30
<3	1,0	20

5.3. Maa-aluste torustike uurimine, mõõdistamine ja kujutamine plaanil

Maa-aluste torustike väliuuringutega määratakse kindlaks:

- 1) kaevukaane absoluutkõrgus;
- 2) maapinna absoluutkõrgus kaevu kõrval;
- 3) kaevu põhja absoluutkõrgus;
- 4) kaevu materjal;
- 5) kaevukaane materjal;
- 6) kaevu (kambri) mõõtmed;
- 7) torude arv (sh sidevõrk elektroonilise side võrgu ja elektri kanalisatsioonitorude asetuse skeemid);

- 8) torude suund (suubumine);
- 9) torude materjal;
- 10) torude läbimõõt;
- 11) torude absoluutkõrgused (kanalisatsiooni-, drenaaži-, sadevete kanalisatsioonitorude põhja kõrgused; vee- ja gaasitorudel kõrgus toru peale; soojatorudel trassi telg; sidevõrgu kaablikanalisatsioonil ja elektrikanalisatsioonil alumise torurea põhja kõrgus ja ülemise torurea lae kõrgus).

Maa-aluste torustike uurimistulemuste alusel koostatakse kaevuandmete tabelid.

Kui kaevude uurimise käigus selgub, et torude suubumine kaevu on kaevuluugi tsentri suhtes plaanilises nihkes, määratakse ka torude täpne asend ja korrigeeritakse seda vastavalt maa-ala plaanil. Vajadusel määratakse kaevu või kambri keha asend ja joonestatakse see välja mõõtkavaliselt.

Kaldu olevate kaevuluukide kõrgused mõõdistatakse kaevurandi kõrgeimas punktis.

Pinnase, teekatendi vms alla jäävate või uurimist takistaval määral prügi, pinnast, vett vms täis kaevude uurimine tehakse ainult tellija erinõudel. Selliste kaevude asukoha ja tehniliste andmete olemasolul võib neid andmeid kasutada, lisades kaevuandmete tabelisse märke nende päritolu kohta.

Kõik uuritud kaevud nummerdatakse. Numbrid kantakse plaanile ja kaevuandmete tabelisse ning need peavad omavahel ühtima. Numeratsioon luuakse tehnovõrkude liikide kaupa ja liigisiselt magistraaltorustikest alustades. Isevoolsete torustike kaevud nummerdatakse süsteemide kaupa voolamise suunas, esmalt magistraal, seejärel sinna suubuvad harud.

Kui on teada trassi valdaja või kohaliku omavalitsuse kinnitatud kaevu number, kasutatakse seda.

Kõik kaevu läbivad ja suubuvad torud nummerdatakse. Numeratsioon kulgeb päripäeva ja iga kaevu esimeseks toruks loetakse iseveolsetel torustikel väljavoolav toru, muudel torustikel peatoru (magistraaltoru). [3:§30]

5.4. Vee- ja kanalisatsioonitorustiku teostusmõõdistamine

Vee- ja kanalisatsioonitorustiku teostusjoonis koosneb torustiku plaanist, koordinaatide ja tehniliste andmete tabelist. Veekaevu või muu suurema sõlme olemasolul lisatakse selle detailskeem,

kollektori šahti olemasolul aga selle detailjoonis. Loetletud jooniseosad esitatakse võimaluse korral kõik ühel joonisel. Tellija erinõudel võib teostusjoonise koosseisu kuuluda ka torustiku pikiprofiil ja sel juhul asendab see tehniliste andmete tabelit.

Survetorustikeks on veetorustikud ja survekanalisatsioonitorustikud.

Isevoolseteks torustikeks on kanalisatsiooni-, sadevetekanaliseerimise-, drenaažitorustikud ja kollektorid.

Vee- ja kanalisatsioonitorustiku iseloomulikud elemendid on torustiku algus-, lõpp-, hargnemis- ja käänupunktid, kaevud, siibrid, hüdrandid, kaitsetoru algus- ja lõpp-punktid ning muud vee- ja kanalisatsioonitorustikuga seonduvad rajatised.

Vee- ja kanalisatsioonitorustiku kohustuslikud koordinaatpunktid on kõik lõikes 4 loetletud iseloomulikud elementide punktid, millele lisanduvad punktid sirgel lõigul maksimaalselt 30-meetrise (kollektoritel 50-meetrise) ja käänukohtades tihedusega, mis kajastab trassil kogu plaanilist ja kõrguslikku geometriat. Üle 1000 mm siseläbimõõduga torudel ja kollektoritel, mis kujutatakse topeltjoontega, antakse koordinaatpunktid teljele. [3:§45]

5.5. Vee- ja kanalisatsioonitorustiku teostusjoonistel esitatavad andmed

Vee- ja kanalisatsioonitorustiku teostusjoonistel esitatakse järgmised andmed:

- koordinaatpunktide koordinaatide tabel;
- isevoollise torustiku kalle, kalde suund ja toru lõigu pikkus;
- hüdrantide tüübid ja numbrid (number juhul, kui see on olemas mõõdistamise ajal);
- survetorustike sõlmede skeemid (näidates ära siibrite läbimõõdud, margid, kaevu olemasolul kaevu materjali ja läbimõõdu, siibritest eristatakse spindlipikendusega ja kaevus asuvad);
- koordinaatpunktid ja nende järjekorranumbrid (koordinaatpunkti kõrval);
- torustike tehnilised andmed. [3:§46]

5.6. Teostusmõõdistuse vormistamine

Teostusmõõdistuse tegija vormistab teostusmõõdistused üldjuhul teostusjoonise või -jooniste komplektina. Objekti mahu tõttu võib teostusmõõdistuse erandjuhul vormistada aruandena.

Teostusjoonisel esitatavad andmed:

- mõõdistatud objekti asukoht ja aadress;
- mõõdistatud objekti nimetus;
- töö tellija ja ehitustööde teostaja nimi;
- mõõdistamise teostanud isiku andmed (ettevõtja nimi, registrikood, majandustegevuse registri registreeringu number, vastutava isiku nimi ja allkiri);
- mõõdistamise aeg (kuupäevaliselt);
- lähtepunktide andmed;
- joonise vormistamise mõõtkava(d);
- teostusmõõdistatav objekt ja sellega seotud objektid;
- maa-aluste tehnovõrkude teostusmõõdistamise ajal tuvastatud objektiga ristuvad teised tehnovõrgud koos selgitava informatsiooniga;
- hoonestus, teed-tänavad jt objekti asendi visuaalseks tajumiseks vajalikud elemendid;
- vajadusel kaetavate elementide joonsidemed meetrites, ümardatuna ühe kohani pärast koma, ja sidumisobjektid;
- vajalikud abijoonised (näiteks suurendatud väljavõtted, pikiprofiilid);
- katastriüksuste piirid ja katastriüksuste nimed või katastritunnused;
- tänavanimed, majanumbrid;
- vähemalt neli koordinaatvõrgu risti, millest vähemalt kahele ristile on omistatud koordinaatväärtused;
- põhja-lõuna suuna tähis.

Teostusjoonistele esitatavad detailsed nõuded on esitatud määruse 7. peatükis.

Teostusjoonistel kasutatakse värve vastavalt määruse §-le 20. [3:§12]

6. KASUTATUD INSTRUMENT JA PROGRAMM

Leica Viva TS12P 3"R1000 robot-tahhümeeter koos Leica CS10 kaugjuhtimispuldiga.



Sele 1 . Leica robot-tahhümeeter koos kaugjuhtimispuldiga. [4]

Leica Viva TS12 Performance robottahhümeetri komplekt (Sele 1) sisaldab kõike tööks vajalikku. PowerSearch (PS) funktsioon võimaldab automaatselt prisma sekunditega leida, Leica CS10 väliarvuti ja selles töötav SmartWorx Viva LT tarkvara teevad töö eriti lihtsaks ning mugavaks, seda eelkõige loogilise programmi ja funktsioonide pärast. Kasutuses olnud elektrontahhümeetri varustuse nimekiri on välja toodud tabelis 2 ning tehnilised andmed tabelis 3. [4]

Tabel 2

Leica Viva TS 12 tahhümeetri olemasolev varustus [4]

Leica Viva TS 12 tahhümeeter	TS12P
Nurga mõõtmine	olemas
Kauguse mõõtmine prismale	olemas
Kauguse mõõtmine ilma prismata	olemas
Motoriseeritud instrument	olemas
Automaatne prisma otsimine	olemas
PowerSearch	olemas
Juhtvalgustus	olemas
Kaugjuhtimine	olemas

Tabel 3

Leica Viva TPS tehnilised andmed [4]

Nurga mõõtmine	Täpsus HZ, V 1	2“ , 3“
Kauguse mõõtmine	Kauguse mõõtmine	
	Prismale: Ümarprismale (GPR1)/360°prismale (GRZ4, GRZ122)	3500m /2000m
	Täpsus / mõõteaeg	
	Standard	1mm + 1.5 ppm /2.4 s
	Tracking	3mm + 1.5 ppm /<0.15 s
	Kauguse mõõtmine ilma prismata	
	Mõõtekaugus: PinPoint R400 / R1000	400m / 1000m
	Täpsus / mõõteaeg	
	PinPoint R400 / R1000	2 mm+2ppm /typ. 3 s
	Üldine	
	Lasertäpi suurus ilma prismata mõõtmisel	@ 30 :7mmx10mm, @50m: 8mm x 20 mm
Üldine	Ekraan/klaviatuur	Värviline ¼ VGA (320*240 px), taustvalgustus,

		puutetundlik /28 klahvi
	Siseaku/pinge/Mahtuvus/Tööaeg	Lithium Ion /7.4V /4.4 Ah /5-8 h(GEB221)
	Töö- ja ladustamistemperatuur	-20°C to +50°C/-40°C to+70°C
	IK kaitseklass	IP 54 /95%, non-condensing
	Tööulatus	5-150 m /5 cm at 100 m
Leica robotic mõõtmised		
Automaatne prismaotsimine (ATR)	Ümarprisma (GPR1)	ATR režiimis:1000m , Lock Mode: 800m
	360° prisma(GRZ4, GRZ122)	ATR režiimis: 800m , Lock Mode: 600m
	ATR nurga täpsus Hz, V / Mõõteaeg GPR1 prismale	2“ 8/3-4 s
Power Search(PS)	Mõõdekaugus: Ümarprismale (GPR1) / 360° prismale (GRZ4, GRZ122)	300 m
	Tüüpiline otsimise aeg	5 – 10 s

Elektrontahhümeetri orienteerimiseks kasutati peamiselt kahte võimalust:

- instrument on tuntud koordinaatidega seisupunktil, millelt on nähtav veel üks koordineeritud punkt (kindelpunkt). Sellisel juhul arvutab elektrontahhümeetri programm geodeetilisest vastuülesandest seisupunktilt kindelpunktisuunalise direktsiooninurga. Suunates pikksilma kindelpunktile, jääb elektroonilise limbi lugemiks selle suuna direktsiooninurk, mis tähendabki limbi õiget orienteeritust;
- instrument seisab nn vabal seisupunktil, millelt on nähtavus vähemalt kahele koordineeritud punktile, milledele on võimalik prismaodega minna. Sel juhul arvutab vastav programm vaba seisupunkti koordinaadid ning on tagatud ka instrumendi õige orienteerimine. Arvestada tuleb, et lõikesuundadevaheline nurk jääks vahemikku 30-150 kraadi. [8]

Veel kasutati elektrontahhümeetrit käigupunktide maha märkimiseks plaaniliselt ja kõrguslikult, projekteeritud punktide mahamärkimiseks plaaniliselt, samuti teostusmõõdistuste tegemiseks.

Teostusjooniste tegemisel kasutati joonestustarkvara AutoCAD 2006. Tegemist pole küll kõige uuema ja kaasaegsema versiooniga, aga see-eest sai tehtud sellega kõik vajalikud joonised ja need ka vormistatud vastavalt ette antud nõuetele.

Et töö sujuks kiiremini ja lõpptulemust saaks kontrollida vastavalt majandus- ja kommunikatsiooni ministeeriumi poolt seatud ehitusgeodeetiliste uurimistööde riiklikutele vormistusnõuetele, kasutati joonestamisel AutoCadi tugifaili „mkm geodeesia“, mis sisaldas kõiki vajalikke leppemärke. Tänu sellele muutusid joonestustööd palju lihtsamaks ja kiiremaks. Lisaks sai töö valmides kontrollida automaatselt jooniste vastavust ette antud nõuetele.

7.OBJEKTI ISELOOMUSTUS

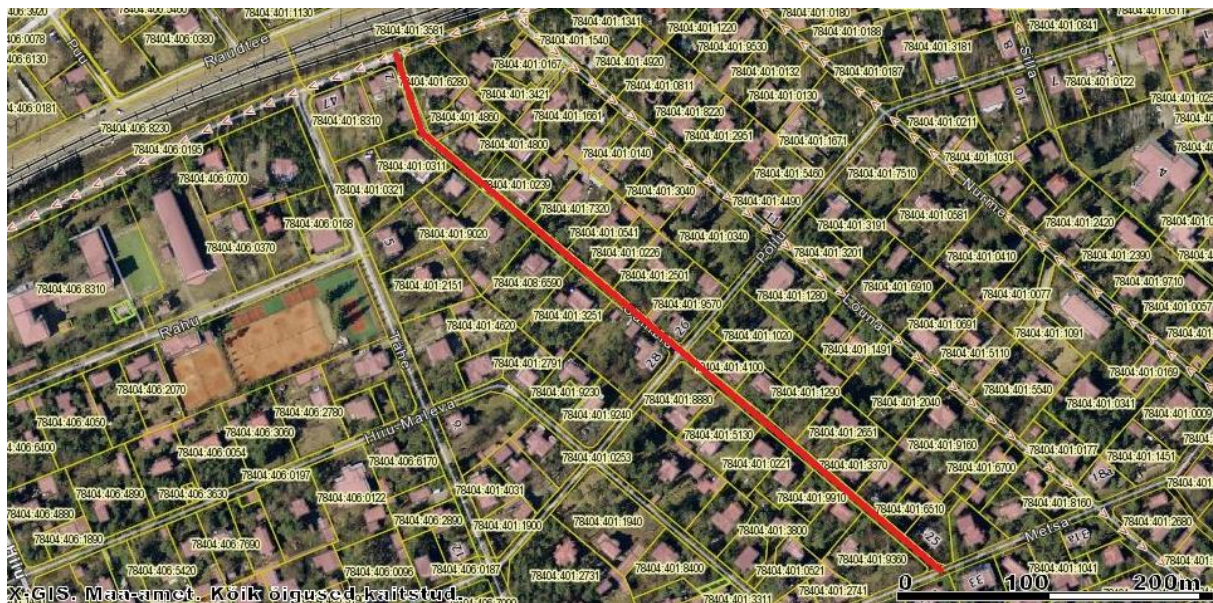
7.1. Objekti asukoht

Käesoleva lõputöö objekt, kus teostati märkimistöid, teostusmöödistusi, ning mille kohta valmisid teostusjoonised, asub Tallinna linnas, Nõmme linnaosas ja hõlmab endas Sambla tänavat koos Metsa tänava lõiguga Hiiu ja Pargi tänava vahelisel alal. Sele 2 ja 3. Antud tänavatel on teostatud vanade kanalisatsiooni- ja veetrassi rekonstrueerimine. Ehitustööd teostati OÜ Watercom tellimisel ja tööde kestus oli 09.07-11.11.2013.



Sele 2. Metsa tänav [5]

 lõik, kus teostati töid Metsa tänaval



Sele 3. Sambla tänav [5]

 lõik, kus teostati töid Sambla tänaval

7.2. Objekti iseloomustus

Tänavatel oli olemas juba vee -ja kanalisatsioonitrass, mis vajab rekonstrueerimist. Oli vaja läbi viia märkimistööd ja teostusmõõdistused kanalisatsiooni- ja veetrassi rekonstrueerimiseks. Tööde tegemisel oli häirivaks asjaoluks kitsad tänavad. Sageli võtsid ehitusmasinad ära terve tänava laiuse ning geodeedil ei olnud ei nähtavust ega ruumi oma tööd teha. Samuti oli probleemiks tänavatel parkivad kohalike elanike sõidukid, mis sageli olid pargitud märkimist vajavale kohale või juba märgitud koha peale ja segasid ehitustöid. Et masinad segasid tööd ehitusobjektil on näha ka sele 4 ja 5, mis on tehtud peale kanalisatsiooni- ja veetrassi paigaldamist ning asfalteerimistööid. Taoliselt olid autod pargitud ka ehitustööde käigus, lisaks veel ehitusmasinad. Kuna pinnas oli Nõmme linnaosale kohaselt liivane, siis toimusid ka kaevetööd kiiresti, kohati oli vaja ainult kaeviku seinu toetada. Seega oli märkimis- ja teostusmõõdistusi vaja teha igapäevaselt. Objekti ümbritsevatel tänavatel oli suur liikluskooormus, millega tuli arvestada ehitus- ja geodeetilistel töödel.



Sele 4. Sambla tänav peale rekonstrueerimist [Erakogu]



Sele 5. Metsa tänav peale rekonstrueerimist

7.3. Tööde maht teostusmöödistuse järgselt

Metsa tänava lõik, kus kanalisatsiooni- ja veetrassi rekonstrueerimistööd toimusid, oli pikkusega 344 m. Paigaldati kokku 500 jm erinevaid veevärgi torusid koos 29 maakraaniga, lisaks 448 jm kanalisatsioonitorusid, mis läbisid 42 plastkaevu.

Sambla tänavale paigaldati ehitustööde käigus 623 jm veevärgitorusid, lisaks 35 maakraani. Kanalisatsioonitorusid kasutati ära 543 jm, millest 396 jm kinnisel meetodil. Sambla tänavale paigaldati 54 uut plastkaevu. Sambla tänaval lõik kaevude OK – 124 ja OK – 077 vahel paigaldati kinnisel meetodil. Täpsemad andmed ehitustööde käigus kulunud materjalidest ning detailidest on välja toodud tabelites 3 ja 4.

Tabel 4

Veevärgi materjalide kulutabel

Nimetus	Läbimõõt/materjal	Sambla tänava kogus	Metsa tänava kogus
Plasttoru	Ø160PE		11 jm
Plasttoru	Ø110PE	525 jm	363 jm
Plasttoru	Ø63PE	6 jm	20 jm
Plasttoru	Ø50PE	9 jm	7 jm
Plasttoru	Ø40PE	2 jm	32 jm
Plasttoru	Ø32PE	81 jm	67 jm
Maakraan	DN150		1 tk
Maakraan	DN100	5 tk	3 tk
Maakraan	DN50	1 tk	3 tk
Maakraan	DN40	3 tk	3 tk
Maakraan	DN32	1 tk	
Maakraan	DN25	25 tk	19 tk
Sadul	Ø110/50	3 tk	3 tk
Sadul	Ø110/40	1 tk	1 tk
Sadul	Ø110/32	30 tk	16 tk
Sadul	Ø40/32		1 tk
Hüdrant kaevikus	Ø110	1 tk	2 tk

Tabel 5

Kanalisatsioonitorustike materjalide kulutabel

Nimetus	Läbimõõt/materjal	Sambla tänava kogus	Metsa tänava kogus
Plasttoru	Ø500PP		121 jm
Plasttoru	Ø315PP	49 jm	
Plasttoru	Ø200PVC		208 jm
Plasttoru	Ø160PVC	98 jm	119 jm
Plasttoru	Ø250RC	183 jm	
Plasttoru	Ø200RC	213 jm	
Plastkaev	Ø1125/630	1 tk	5 tk
Plastkaev	Ø560/500	1 tk	4 tk
Plastkaev	Ø400/315	19 tk	18 tk
Plastkaev	Ø200/160	33 tk	15 tk
Restkaev	Ø1000	4 tk	2 tk
Restkaev	Ø800		1 tk

7.4. Mõõdistusluba ja selle algatamine

Mõõdistustööde alustamisel on vaja kooskõlastust kohaliku omavalitsusega. Tallinna linnas on selliste tööde kiireks ning mugavaks teostamiseks loodud Tallinna linna geomõõdistuste infosüsteem ehk GeoVeeb. Tehtavad toimingud on kirjas tabelis 6 GeoVeeb annab geodeesia ettevõtetele võimaluse kasutada juba olemasolevaid GeoVeebi arhiivis sisalduvaid andmeid ning algatada ja esitada uusi töid portaali uuendamiseks. Kõik toimingud on tehtud võimalikult lihtsaks ning kasutajasõbralikuks. Selleks, et ei esineks suurt ajakulu ning tööd saaksid kiiresti valmis, on osade toimingute tegemine ja lubade taotlemine tehtud maksimaalselt kasutajasõbralikuks. Vaja on vaid ettevõttel määrata kasutaja ning see isik ära registreerida. Mugavaks on tehtud ka veebilehe kasutamine, kus peaaegu kõik sammud on kujundlike näidetega ette näidatud.

Tabel 6

GeoVeebis tehtavad toimingud [6]

Toiming	Teostaja
olemasoleva mõõdistusinfoga tutvumine	mõõdistusfirma
uue mõõdistustaotluse algatamine ja mõõdistusala määratlemine	mõõdistusfirma
mõõdistusloa väljastamine või taotluse tagasilükkamine	mõõdistusfirma
mõõdistustööde teostamine	mõõdistusfirma
mõõdistuse toimiku ja mõõdistusfaili esitamine linnavalitsusele	mõõdistusfirma
mõõdistuse toimiku ja faili läbivaatamine	linnavalitsus
mõõdistuse kinnitamine ja arhiveerimine	linnavalitsus
mõõdistuse tagasilükkamine mõõdistusfirmale puuduste kõrvaldamiseks	linnavalitsus
korrigeeritud mõõdistuse toimiku ja mõõdistusfaili esitamine linnavalitsusele	mõõdistusfirma

Tabelis 6 tumedas trükis esitatud toiminguid ei teostata käesoleva GeoVeeb'i tarkvara abil, vaid on siinkohal kirjas selleks, et protsessi paremini mõista. [6]

Esitades taotluse mõõdistusloa saamiseks, tuleb oodata vastust linnavalitsuse ametnikult mõõdistustööde tegemiseks. Kontrollmõõdistuste ja teostusmõõdistuste teostamiseks väljastab programm aga automaatse loa kohe peale taotluse esitamist. Eraldi ametniku otsust ei pea ootama ning võib kiiresti mõõdistustöödega pihta hakata. Sambla tänava vee- ja kanalisatsioonitrassi teostusmõõdistamiseks sai taodeldud mõõdistusluba nr 00042321 ning Metsa tänava (Hiiu tänava – Pargi tänava vaheline ala) vee- ja kanalisatsioonitrassi teostusmõõdistamiseks mõõdistusluba nr 00044070.

8. MÕÕDISTAMISVÕRGU RAJAMINE OBJEKTIL

8.1. Plaanilis-kõrgusliku võrgu rajamine objektile

Märkimistööde teostamiseks ning teostusmõõdistusel situatsioonipunktide mõõtmiseks loodi mõõdistamisvõrk, mille punktidele määrati plaanilised koordinaadid ning kõrgus. Käigu rajamisel tutvuti kõigepealt polügonomeetria punktidega ehitusobjekti piirkonnas. Andmebaasi järgselt pidid kohe objekti kõrval asuma geodeetilised punktid, mida kohapeale jõudes ei suudetud leida. Ilmselt olid need hiljuti tehtud teetöödega likvideeritud, kas siis kogemata või sihilikult. Veel olid kohe objekti lähedal olemas geodeetilised punktid, mida aga ei kasutatud, sest neid oli liigutatud ning koordinaadid ei vastanud määratutele, mis selgus käigu rajamisel punkti koordinaatide kontrollimisega.

Mõõdistamis põhisena moodustati kaks käikude süsteemi. Mõlema käigu puhul liiguti käigus edasi teostades eelnevalt orienteerimise tuntud seisupunktil ja koordineeriti seejärel järgmine käigu punkt. Käigu punktideks kasutati asfaldinaelu, mille asukohad tähistati aerosoolvärviga. Punktide asukohad valiti nii, et oleks tagatud nende püsijäämine kogu ehitustegevuse jooksul ning nad ei saaks kannatada liiklustegevuse tõttu, aga samas oleks nähtavus järgmisele punktile. Moodustusid kinnised käigud, kontrolliks saadi mõõtes käigu lõpp-punkti koordinaadid, mis erinesid tegelikest maksimaalselt 4 mm, see täpsus rahuldab edasiste geodeetiliste tööde teostamist ja käike ei tasandatud.

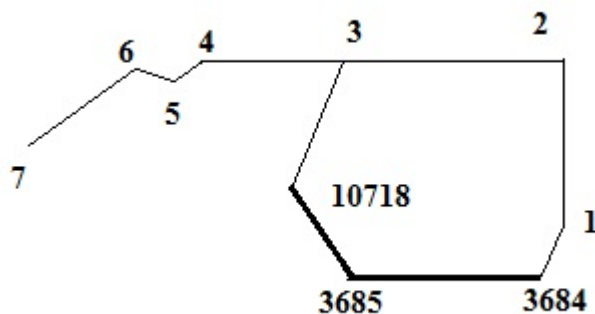
Esmalt rajati käik Tähe, Metsa ja Hiiu tänaval. Mõõdistamisvõrgu rajamiseks sobivad lähtepunktid olid Vabaduse puistee ääres nr. 3684, nr. 3685 ja nr. 10718. Tekkis kinnine käik käigupunktidega : 3685 – 3684 – 1 – 2 – 3 – 10718. Mõõtmiste kontrolliks asetati instrument punktile nr. 3 ning koordineeriti polügonomeetriapunkt nr. 10718. Koordinaatide erinevusteks saadi 2 – 3 mm, mis on piisav antud tööde puhul.

Järgmisena rajati käik Metsa tänaval lõigule, kus asus ehitusobjekt. Toetuti punktidele nr. 10718 ja nr. 3. Tekkis kinnine käik punktidega: 10718 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 6 – 5 – 4 – 3 – 10718. Käigu

skeem joonisel 1. Kontrolliks koordineeriti punktilt 3 punkt nr. 10718, koordinaatide erinevus tegelikega võrreldes 3-4 mm.

Sambla tänavale alusati käigu rajamist kasutades lähtepunktidenä samuti polügonomeetriapunkte nr. 3684 ja nr. 3685 ning nr. 484. Tekkis rippuv käik punktidega: 3685 – 3684 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 484, mille skeem on joonisel 2. Mõõtmiste kontrolliks oli polügonomeetriapunkt nr. 484 koordineerimine, mille tulemusena saadi koordnaatide erinevus võrreldes tegelikega 2-3 mm. Käigupunktid nummerdati vastavalt mõõdistamisel antud järjekorrale.

Metsa tänaval asuvale objektile rajati 5 mõõdistamisvõrgu punkti. Alguses oli plaanis rajada 3 punkti, aga kuna tänaval asus ka 2 tupiktänavat, siis tuli rajada 2 lisapunkti, käigul numbriga viis ja kuus tähistatud.

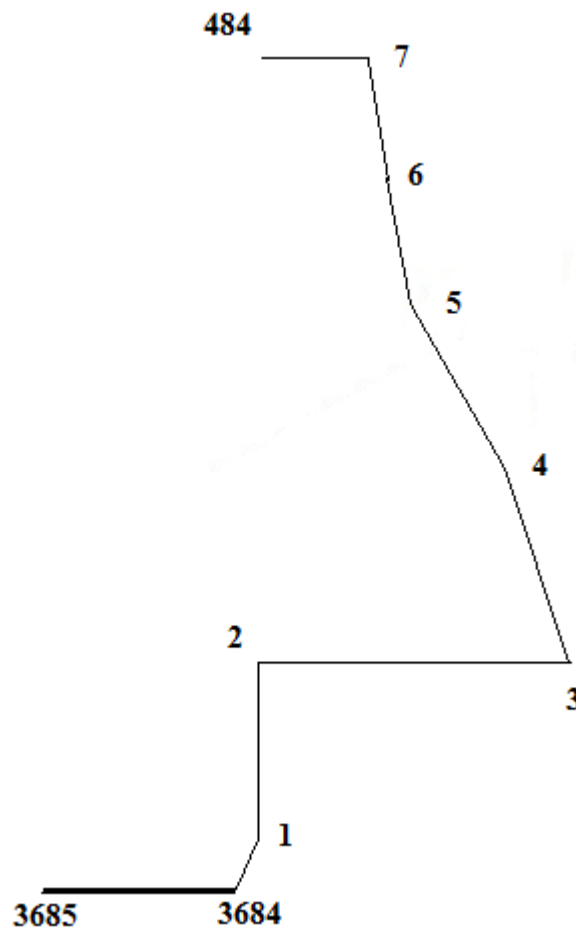


Joonis 1. Mõõdistusvõrgu punktid Metsa tänavale

Tabel 7

Kasutatud geodeetilised punktid [9]

Punkti number	X koordinaat	Y koordinaat	H kõrgus
10718	6582371.697	538462.032	48.859
3684	6582214.491	538544.68	49.368
3685	6582294.383	538783.68	48.745
484	6583127.186	538464.809	50.781



Joonis 2. Sambla tänava mõõdistusvõrgu punktid

Peale käigupunktide rajamist, toimus ajutiste reeperite märkimine ja paigaldamine ehitajatele. See töö teostati elektrontahhümeetriga trigonomeetrilise nivelleerimise teel. Kõrguslik sidumine toimus kohaliku võrgu punktidega. Asukoht valiti selliselt, et ehitajal oleks seda kõige mugavam ja praktilisem kasutada. Selleks kasutati kas siis naela elektripostil või armatuurvarrast, mis löödi maasse. Mitme ajutise reeperina kasutati käigupunkte, milledele määrati kõrgused trigonomeetrilise nivelleerimise teel elektrontahhümeetriga samaaegselt plaanilise käigu rajamisega. Käigupunkte kasutasid ehitajad, kuna need sobisid neile töö tegemiseks ning polnud vajadust rohkemate ajutiste reeperite tarvis. Reeperid tähistati aerosoolvärviga ning markeriga. Täpsus saavutati 2-3mm. Täpsus kahjuks langes ehitustööde käigus, kuna ehitajad ise kahjustasid reepereid ning ei teavitanud sellest koheselt geodeeti.

9. MÄRKIMISTÖÖDE ETTEVALMISTUS

Enne märkimistööde teostamist viibiti objektile ja tutvuti kohalike tingimustega. Eesmärgiks oli uurida, mis tingimustel hakatakse tööd tegema, mis vahenditega punkte kindlustada ning mis markeerimisvahendeid tuleb kasutada märkimistöödel. Kuna tänavad olid peaaegu täielikult asfalteeritud ning puuvaiade kasutamine ei tulnud antud objekti puhul kõne allagi, siis osutusid valituks betooninaelad. Peale objektiga tutvumist uuriti lähemalt ehitusprojekti, mis oli olemas digitaalsel kujul. Joonestus programmiga AutoCAD kujunes projekti ehituslike nüansidega tutvumine kiireks ning mugavaks. Selle töö käigus transporditi geodeedi poolt andmed ja koordinaadid kaevude, maakraanide ja tähtsamate sõlmete kohta arvutist elektrontahhümeetrisse, et saaks minna objektile märkimistööde teostama.

9.1. Märkimistööd objektile

Kõik välised mõõdistustööd teostati elektrontahhümeetriga. Kõige rohkem kasutati geodeetiliste mõõdistuste läbiviimiseks vabajaama meetodit. Vabajaama meetod kiirendab oluliselt mõõtmisi, kuna punkt, kuhu instrument paigaldatakse valitakse nii, et oleks näha võimalikult palju märgitavaid punkte. Orienteerimiseks peab nähtaval olema vähemalt kaks mõõdistusvõrgu punkti. Märkimisel elektrontahhümeetriga andis instrument koordinaatide erinevused võrreldes projektiga. Geodeet pidi jälgima, et erinevused ei ületaks 2-3 mm.

Graafiku järgselt toimusid märkimis- ja ehitustööd korraga nii Sambla tänaval, kui ka Metsa tänava lõigul. Ehitaja poolt oli ette antud mida ning millal vaja märkida on. Märkimist vajasisid: kanalisatsioonikaevude, restkaevude asukohad, trassi käänupunktid, maa-aluse hüdrandi asukoht, maakraanide ning sadulate asukoht. Märkimistöödega alustati Sambla tänava Metsa tänava poolsest otsast. Tänav oli asfalteeritud, aga kaevetööde tsoonis oli asfalt ära freesitud. Kus võimalik oli, märgiti punktid plaaniliselt nende projekteeritud kohtadesse. Punktid, mida ei olnud võimalik märkida projektijärgsetesse asukohtadesse, märgiti tänava äärtesse ära freesimata asfaldisse, betooninaelaga suunaga kõrvale. Vastavad märged kirjutati aerosoolvärviga naela kõrvale asfaldile.

Maakraanide ja majade kanalisatsiooni kontrollkaevude asukohad märgiti nende õigetele projektjärgsetele asukohtadele. Magistraaltrassi kaevude ja veetrassi sadulate asukohad märgiti sidumismõõtudega. Betoonnaelad tähistati aerosoolvärviga, juurde anti vastava kaevu või sõlme tähis. Kus võimalik, kasutati punkti tähistamiseks puuvaia, mis tähistati markeriga ja aerosoolvärviga. Nii nael kui ka värviga märgitud tähis pidi olema asfaldil vähemalt kaevamistööde alguseni.

Ehitajatele paigaldati ehituse ajaks ajutised reeperid. Varem lepiti juba töö tegijatega kokku, kus oleks kõige kasulikumad ja otstarbekamad kohad nende reeperite jaoks. Kõrgused märgiti reeperite juurde kas siis puu tikule, kui reeperiks oli betooninael asfaldis või elektripostile, kui reeperiks oli nael postil.

10. OBJEKTIGA SEOTUD TEOSTUSMÕÕDISTAMISE TÖÖD

Teostusmõõdistus hakkas pihta õige varsti peale märkimistööde tegemist. Kuna pinnas oli kaevetöödeks soodne ja võimaldas ehitustöödele kiiret kulgu, siis oli ka teostusmõõdistusteks vajalik igapäevane kohalolek. Teostusmõõdistus toimus järk-järgult vastavalt paigaldatud trassi valmimisele.

Ehitustööd toimusid paralleelselt nii Sambla- kui ka Metsa tänaval. Teostusmõõdistus toimus koheselt peale mingit varem kindlaks määratud lõiku trassil. Veetrassi teostusmõõdistusel mõõdeti magistraaltrass peale iga 20-30 meetri tagant avatud kaevikust. Veevärgil mõõdistati kõik kolmikud, maakraanid, sadulad, äärikud, üleminekud, käänupunktid, hüdrandid, muhvid ja muud vajalikud elemendid avatud kaevikust. Kõik ühendused juba olemasolevate torudega mõõdeti samuti avatud kaevikust. Peale kaevikute kinni ajamist mõõdeti uuesti üle maakraanide asukohad. Kuna osad paigaldatud hüdrantidest olid maa-alused, siis mõõdistati ka nende kaevude kaante kõrgused, kaevu põhja absoluutkõrgus ja sissetuleva toru kõrgus. Teostusmõõdistuse ajal märgiti ära ka torude materjalid, mida hiljem täpsustati ehitajaga, kui selleks tekkis vajadus.

Kanaliseerimisetrassi ehitusel toimus teostusmõõdistus peale mingi kindla lõigu valmimist. Uuriti kaevusid. Mõõdeti kaevu põhja, kaane absoluutkõrgused, samuti kaevu kaane kõrval oleva maapinna absoluutkõrgus. Kaevus sees mõõdeti kaevu suubuvate torude läbimõõdud paigaldades prisma kõigepealt toru põhjale ja järgmisena toru peale. See oli vajalik kontrollimaks toru läbimõõtu. Märgiti ära veel torude materjalid, kaevu suubuvate torude suunad, nende arv, kaevu mõõtmed ning materjal, kaevu kaane materjal. Torude materjalid. Madalamate kaevude uurimisel kasutati prisma, aga sügavamate kaevude uurimisel jäi prisma kahjuks lühikeseks ja kasutati nivelliiri latti.

Kuna alati ei saanud geodeet kohal olla või tehti ehitustööd hilja õhtul ja geodeedi teadmata, siis juhtus ka nii, et geodeet ei saanud kõike vajalikku ülesse mõõta. Et andmed tuleksid korrektsed ja vastavad nõudmistele oli ehitajatega juba varem kokku lepitud, et kõigist vajalikest sõlmedest ja

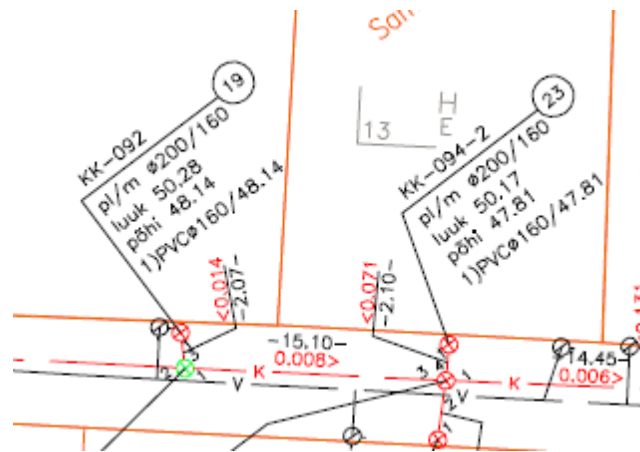
elementidest tehakse joonised koos vajalike mõõtudega, et need siis hiljem teostusjoonistele lisada. Selliseid olukordi ei juhtunud tihti, aga mõned erankorras siiski.

Kõik välised mõõdistustööd teostati elektrontahhümeetriga. Kõige rohkem kasutati geodeetiliste mõõdistuste läbiviimiseks vabajaama meetodit, sest tänavad, kus mõõdistustööd toimusid olid väga kitsad, tänava äärtes olid puud ja sideliinide postid, mis segasid nähtavust. Samuti olid väga häirivad kohalike elanike isiklikud sõiduvahendid, mis pargiti hoovide asemel tänavatele ning seega segasid elektrontahhümeetri paigaldamist mõõdistusvõrgu punktile. Vabajaama meetod kiirendab samuti oluliselt mõõtmisi, kuna punkt, kuhu instrument paigaldatakse valitakse nii, et oleks näha võimalikult palju mõõdetavaid punkte. Orienteerimiseks peab nähtaval olema vähemalt kaks mõõdistusvõrgu punkti.

Kuna alati ei saanud geodeet kohal olla või tehti ehitustööd hilja õhtul ja geodeedi teadmata, siis juhtus ka nii, et geodeet ei saanud kõike vajalikku ülesse mõõta seal esines informatsiooni ainult ehitustöödel paigaldatud torude mahtude kohta. Puudusid koordinaatide tabelid, skeemid tähtsamatest sõlmedest jne. Peale ehitustööde lõplikku valmimist toimus andmete töötlemine, mis saadi teostusmõõdistamisel ning nende vormistamine nõuetekohaseks teostusjooniseks.

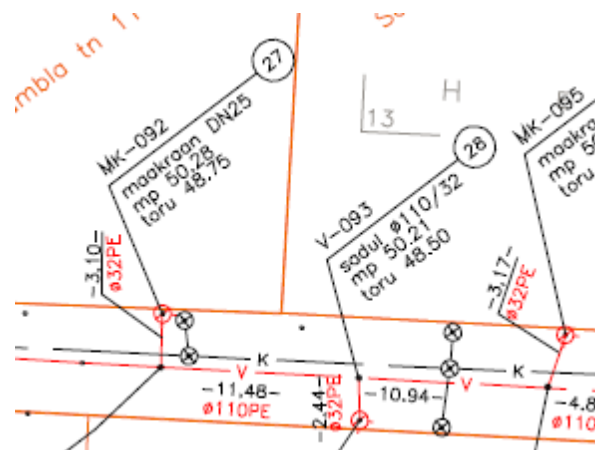
10.1. Joonisel kajastatud andmed

Teostusjoonistel kajastati vastavalt nõuetele erinevad objektiga seotud detailid ja skeemid: joonistele kanti peale tänavate kontuurid, koos nimetustega. Tänavade äärtes asuvad katastriüksuste piirid koos katastritunnustega. Eramute kontuurid ja maja numbrid. Vastavalt sellele, kas oli tegu kanalisatsiooni või veetrassiga, märgiti silmatorkavamalt erivärviga (antud töö puhul oli selleks punane värv), kas siis veetrass või kanalisatsiooni trass, koos nende juurde kuuluvate sõlmedega. Kanalisatsioonitrassi joonistele märgiti torude pikkused koos sinna juurde kuuluvate kalletega ja kalde suundadega ning toru materjaliga. Kaevude juurde oli joonega kõrvale toodud viiteriul, kus olid kirjas kaevu läbimõõt, kaane materjal, kaevu suubuvate torude arv, koos materjali ja põhja kõrgustega. Kanalisatsiooni trassi jooniste kohta on näide seel 6. Keerulisemate sõlmede kohta tuli teha skeemid joonise paremaks arusaamiseks. Lisaks veel materjali kulutabelid ning sõlmede koordinaatide tabelid. Kanalisatsiooni ja veevärgi teostusjoonised on toodud lisadena 1-4.



Sele 6. Lõik kanalisatsiooni trassi teostusjoonisest [Erakogu]

Veetrassi joonistel oli esile toodud veetrass, torude materjalid, vahemaad sadulate vahel, maa-aluste hüdrantide asukohad. Tähtsamatest ning keerulisematest sõlmedest on joonisel välja toodud skeemid nende paremaks mõistmiseks ja detailide väljatoomiseks. Viiteriulil on sõlme number, sõlme nimetus, maapinna ning toru kõrgus (kõrgus toru peale), sõlme läbimõõt. Jooniselt ei puudu ka materjalide kulutabel ning punktide koordinaattabel. Joonisele on peale kantud koordinaatistid, osadel on juures ka koordinaatide väärtused. Samuti ei puudu ka jooniselt põhja-lõuna suuna märk. Näide seel 7.



Sele 7. Veetrassi teostusjoonisest lõik [Erakogu]

10.2. KOORDINAATIDE VÕRDLUS

Alljärgnevatel tabelitel 5 ja 6 on välja toodud andmed Sambla ja Metsa tänava kanalisatsioonikaevude koordinaatide kohta. Tabel sisaldab kaevude koordinaate nii ehitusprojektist kui ka peale teostusmöödistuste tegemist. Välja on toodud teostusmöödistuste erinevused projektis ette antust. Samuti sisaldab tabel veel kaevu põhja sügavust nii projektist kui ka teostusmöödistuselt ja nende erinevust.

Tabel 5

Metsa tänava kanalisatsioonikaevude koordinaatide võrdlustabel

Kaev	Projekteeritud			Ehitatud			Erinevus		
	X	Y	sügavus	X	Y	sügavus	X	Y	sügavus
KK-130	6582427.85	538101.88	48.82	6582427.80	538102.00	48.87	0,05	-0,12	0,05
K-130	6582434.57	538102.78	48.62	6582434.58	538102.68	48.61	-0,01	0,1	-0,05
K-131	6582449.79	538118.83	48.19	6582448.75	538117.68	48.24	1,04	1,15	0,05
KK-131	6582446.83	538121.65	48.27	6582445.58	538120.40	48.31	1,25	1,25	0,04
KK-131a	6582452.93	538127.79	48.22	6582452.99	538127.84	48.26	-0,06	-0,05	0,04
K-131a	6582455.72	538125.15	48.14	6582455.85	538125.09	48.14	-0,13	0,06	0
K-132	6582460.09	538129.74	48,11	6582458.01	538127.35	48.13	2,08	2,39	0,02
K-132a	6582464.95	538125.12	48,62	6582462.82	538123.31	48.53	2,13	1,81	-0,09
PÜ-135	6582469.11	538139.28	48,04	6582468.67	538138.71	48.03	0,44	0,57	-0,01
KK-135-2	6582473.78	538134.84	48,45	6582473.60	538135.01	48.32	0,18	-0,17	-0,13
K-135	6582473.33	538143.70	48,01	6582473.40	538143.75	48.00	-0,07	-0,05	-0,01
KK-135-1	6582470.63	538146.11	48,38	6582470.52	538146.16	48.44	0,11	-0,05	0,06
KK-137	6582492.20	538168.26	47,42	6582492.34	538168.20	48.37	-0,14	0,06	-0,05
K-137	6582493.75	538165.76	47,86	6582493.88	538165.76	47.87	-0,13	0	0,01
K-139	6582507.56	538180.24	47,76	6582508.00	538180.86	47.78	-0,44	-0,62	0,02
K-139-a	6582481.07	538198.29	49	6582480.98	538198.60	49.13	0,09	-0,31	0,13
K-139-b	6582482.51	538201.80	49,13	6582484.42	538201.60	49.24	-1,91	0,2	0,11
K-139-c	6582472.07	538202.78	49,42	6582474.28	538203,14	49.45	-2,21	-0,36	0,03
K-140	6582520,89	538193,89	47,67	6582520,9	538193,22	47.67	-0,01	0,67	0
KK-143-1	6582521,46	538200,2	47,85	6582520,99	538200,27	47.98	0,47	-0,07	0,13
K-143	6582523,71	538200,32	47,4	6582524,07	538200,23	47.42	-0,36	0,09	0,02
KK-143-2	6582526,88	538199,24	47,62	6582526,43	538199,37	47.52	0,45	-0,13	-0,1
KK-145	6582532,09	538215,17	48,07	6582532,74	538216,72	47.87	-0,65	-1,55	-0,2
K-145	6582530,2	538216,01	47,35	6582531,23	538217,55	47.34	-1,03	-1,54	-0,01
KK-147-1	6582541,68	538250,7	47,53	6582541,68	538250,7	47.43	0	0	-0,1
RK-147	6582542,41	538250,98	48,67	6582542,41	538250,98	48.62	0	0	-0,05
K-147	6582543,46	538248,34	46,53	6582543,52	538248,42	46.53	-0,06	-0,08	0
PÜ-147	6582559,1	538281,58	46,4	6582557,44	538282,44	46.40	1,66	-0,86	0

Kaev	Projekteeritud			Ehitatud			Erinevus		
	X	Y	sügavus	X	Y	sügavus	X	Y	sügavus
K-176	6582559,1	538281,58	47,2	6582559,06	538281,77	47,08	0,04	-0,19	-0,12
K-174	6582567,93	538278,12	47,25	6582568,05	538278,22	47,17	-0,12	-0,1	-0,08
K-175	6582573,57	538275,78	47,28	6582573,55	538275,78	47,22	0,02	0	-0,06
K-151	6582561,84	538288,15	47,02	6582562,42	538287,8	46,96	-0,58	0,35	-0,06
PÜ-151	6582559,89	538289	46,37	6582560,08	538288,83	46,37	-0,19	0,17	0
K-150	6582559,3	538287,68	46,38	6582559,57	538287,62	46,38	-0,27	0,06	0
KK-150-1	6582556,99	538288,6	47,57	6582557,36	538288,61	47,60	-0,37	-0,01	0,03
K-152	6582558,54	538289,97	47,02	6582558,67	538291,02	47,07	-0,13	-1,05	0,05
PÜ-152	6582560,07	538289,41	46,37	6582560,57	538289,98	46,37	-0,5	-0,57	0
K-154	6582565,25	538308,04	46,96	6582565,41	538308,19	46,94	-0,16	-0,15	-0,02
KK-155-1	6582565,69	538309	47,7	6582566,16	538309,1	47,38	-0,47	-0,1	-0,32
K-155	6582568,4	538308,35	46,29	6582568,35	538308,39	46,32	0,05	-0,04	0,03
KK-155-2	6582570,43	538307,96	47,91	6582571,32	538307,99	47,91	-0,89	-0,03	0
K-157	6582577,04	538323,97	46,97	6582576,52	538323,09	47,97	0,52	0,88	0
PÜ-157	6582574,94	538324,79	46,23	6582574,55	538323,87	46,27	0,39	0,92	0,04
K-161	6582590,2	538363,22	45,7	6582589,92	538362,33	45,78	0,28	0,89	0,08

Tabel 6

Sambla tänava kanalisatsioonikaevude koordinaatide võrdlustabel

Kaev	Projekteeritud			Ehitatud			Vahe		
	X	Y	sügavus	X	Y	sügavus	X	Y	sügavus
KK-077	6583094,69	538558,91	48,88	6583094,45	538558,75	48,86	0,24	0,16	0,02
KK-080-1	6583079,07	538568,41	48,68	6583079,08	538568,72	48,84	-0,01	-0,31	-0,16
KK-080-2	6583081,91	538574,16	48,73	6583081,59	538574,11	48,94	0,32	0,05	-0,21
K-082	6583073,06	538581,07	48,3	6583072,59	538581,7	48,32	0,47	-0,63	-0,02
KK-082	6583070,52	538578,89	49,15	6583070,49	538579,28	49,33	0,03	-0,39	-0,18
K-083	6583065,61	538589,96	48,25	6583066,49	538589,14	48,29	-0,88	0,82	-0,04
KK-083	6583067,8	538591,16	48,65	6583068,4	538590,63	49,36	-0,6	0,53	-0,71
KK-085-2	6583056,18	538604,59	48,58	6583055,52	538603,95	48,55	0,66	0,64	0,03
K-085	6583054,67	538602,99	48,16	6583054,67	538603,03	48,26	0	-0,04	-0,1
KK-085-1	6583052,38	538600,54	49,03	6583052,54	538600,78	49,08	-0,16	-0,24	-0,05
KK-085-3	6583051,34	538601,51	49,4	6583051,73	538601,77	49,44	-0,39	-0,26	-0,04
K-088	6583039,63	538620,84	48,04	6583039,54	538620,78	48,09	0,09	0,06	-0,05
KK-090-1	6583029,42	538627,61	48,02	6583028,95	538627,75	48,2	0,47	-0,14	-0,18
K-090	6583032,31	538629,28	47,84	6583031,96	538629,75	47,94	0,35	-0,47	-0,1
KK-090-2	6583033,93	538630,67	48,71	6583033,83	538630,86	48,74	0,1	-0,19	-0,03

Kaev	Projekteeritud			Ehitatud			Erinevus		
	X	Y	sügavus	X	Y	sügavus	X	Y	sügavus
KK-092	6583010,15	538659,32	48,15	6583010,09	538658,82	48,14	0,06	0,5	0,01
KK-094-1	6582996,41	538666,91	47,88	6582996,15	538666,89	48,06	0,26	0,02	-0,18
K-094	6582998,9	538668,99	47,63	6582998,58	538669,34	47,66	0,32	-0,35	-0,03
KK-094-2	6583000,53	538670,32	47,67	6583000,14	538670,74	47,81	0,39	-0,42	-0,14
K-097	6582989,43	538680,26	47,54	6582989,34	538680,44	47,58	0,09	-0,18	-0,04
KK-099	6582969,63	538698,58	47,76	6582969,61	538698,9	48,01	0,02	-0,32	-0,25
KK-101	6582962,53	538715,17	48,27	6582962,54	538715,22	48,27	-0	-0,05	0
K-100b	6582957,16	538718,36	47,23	6582956,38	538719,47	47,24	0,78	-1,11	-0,01
K-177	6582953,23	538715,18	48,81	6582953,42	538715,1	48,8	-0,2	0,08	0,01
KK-103	6582950,68	538729,34	48,44	6582950,26	538729,59	47,52	0,42	-0,25	0,92
K-103	6582949,15	538728,05	47,14	6582949	538728,38	47,09	0,15	-0,33	0,05
KK-104-1	6582926,97	538749,04	47,2	6582927,12	538749,13	47,71	-0,2	-0,09	-0,51
KK-105	6582926,03	538758,52	46,87	6582925,66	538759,04	47,08	0,37	-0,52	-0,21
K-105	6582924,66	538757,4	46,86	6582924,18	538757,8	46,91	0,48	-0,4	-0,05
K-108	6582909,87	538775,04	46,73	6582909,41	538775,34	46,79	0,46	-0,3	-0,06
KK-108	6582911,46	538776,46	46,76	6582910,91	538776,68	46,9	0,55	-0,22	-0,14
KK-109-2	6582906,96	538781,73	47,05	6582906,26	538782,61	47,08	0,7	-0,88	-0,03
K-109	6582905,35	538780,36	46,71	6582904,61	538781,17	46,71	0,74	-0,81	0
KK-109-1	6582902,54	538778,17	46,96	6582902,13	538779,12	47,14	0,41	-0,95	-0,18
K-110a	6582889,81	538798,52	46,61	6582890,15	538798,26	46,64	-0,3	0,26	-0,03
KK-168	6582891,58	538799,86	46,63	6582891,87	538799,45	47,92	-0,3	0,41	-1,29
KK-113-1	6582885,1	538799,07	47,01	6582885,08	538799,14	47,07	0,02	-0,07	-0,06
K-114	6582878,44	538812,17	46,56	6582878,4	538812,45	46,6	0,04	-0,28	-0,04
KK-114	6582879,81	538813,35	46,58	6582879,76	538813,57	46,71	0,05	-0,22	-0,13
KK-115	6582872,96	538813,39	46,54	6582873,13	538813,2	46,78	-0,2	0,19	-0,24
KK-117-1	6582866,28	538821,23	46,8	6582867,15	538820,55	47,03	-0,9	0,68	-0,23
KK-117-2	6582869,89	538825,72	46,49	6582869,94	538825,08	46,92	-0,1	0,64	-0,43
K-119	6582862,71	538830,58	46,41	6582859,58	538834,37	46,38	3,13	-3,79	0,03
KK-119	6582860,31	538828,52	47,1	6582856,75	538832,28	47,18	3,56	-3,76	-0,08
K-120a	6582854,01	538840,82	46,3	6582851,47	538843,99	46,33	2,54	-3,17	-0,03
KK-120a	6582855,49	538842,07	47,2	6582853	538845,56	47,29	2,49	-3,49	-0,09
KK-121	6582844,17	538847,21	46,57	6582844,11	538847,4	46,44	0,06	-0,19	0,13
KK-122	6582840,95	538851,24	47,15	6582841,08	538851,03	46,72	-0,1	0,21	0,43
K-122	6582843,42	538853,36	46,22	6582843,74	538853,2	46,23	-0,3	0,16	-0,01
KK-124	6582840,89	538859,03	47,31	6582841,26	538859,14	47,34	-0,4	-0,11	-0,03
K-125	6582828,66	538870,91	46,15	6582828,71	538871,27	46,17	-0	-0,36	-0,02
KK-125	6582830,04	538871,93	46,17	6582830,23	538872,42	46,6	-0,2	-0,49	-0,43
K-126	6582825,4	538874,71	46,14	6582825,63	538874,99	46,15	-0,2	-0,28	-0,01
K-127	6582813,62	538888,79	46,1	6582814,13	538888,71	46,12	-0,5	0,08	-0,02

Tabelites kasutatud lühendid ja selgitus:

KK – kanalisatsiooni kontrollkaev

K- kanalisatsiooni kaev

PÜ – pimeühendus

RK – restkaev

Kaevude taga olevad numbrid on projektijärgne kaevude numeratsioon.

Vastavalt AS Tallinna Vesi poolt iseoolsetele torustikele kehtestatud kõrvalekalletele plaaniliselt, mis on maksimaalselt 200 mm ja kõrguslikult kuni 50 mm, siis suurem osa nendest tingimustest on täidetud. Plaaniliselt olid kõrvalekalded kohati isegi 2-3 m. See tulenes projektimuudatustest, mis sageli viidi läbi kohapeal töö käigus, seda just eriti kontrollkaevude suhtes, kuna torud majades, mis oli varem toodud pimeühendusega tänavale, aga ei olnud magistraaltrassiga ühendatud, asukoht ei olnud täpselt teada. Samuti selgus töö käigus, et projekti järgselt pidi asuma kontrollkaev tänaval, aga kohapeal selgus, et sattus, hoopis eramu kinnistu piiridesse, siis nihutati kaevu tänava poole. Veel muudeti kohapeal osade kontrollkaevude asukohta, kuna elanikud mõtlesid ümber asukoha suhtes. Kõrguslik erinevus oli suur just kontrollkaevude juures, mis ületas ka suuresti lubatud 50 mm-t, kuna projekti tehes ei teatud kinnistutelt tulevate torude täpset kõrgust ja see pidi selguma alles ehitustööde käigus.

10.3. Kanalisatsioonitoru kallete võrdlus Metsa tänava näitel

Kanalisatsiooni torustiku kõrvalekalle ei ole tingitud niivõrd geodeedi tööst, kui ehitajate omast. Samas peab geodeet tegema ikkagi täpset tööd ajutiste reeperite rajamisel ehitajatele, et neilgi tuleksid vead minimaalsed. Nagu nähtub tabelist 7, on magistraaltoru kalle lubatud veaga 1‰, mis on ette antu Tallinna Vee poolt kehtestatud tehnilistes tingimustes. Kontrollkaevude kalded on suuresti sellised, kuna kruntidelt tulevad olemasolevad torud on olnud eri kõrgustel ja nende kõrgusi ei saa muuta ning kalded tulevadki sageli suured.

Allolevas tabelis 7 on toodud kalded meetrit meetris. Võrreldud on kaldeid projekti ja mõõdetud tulemuste vahel.

Tabel 7

Kalded kaevude vahel

Kaevud	Projekteeritud kalle, m/m	Tegelik kalle, m/m	Erinevus
K-161 - PÜ-157	0,004	0,003	0,001
PÜ-157 - K-155	0,004	0,003	0,001
K-155 - K-155-2	0,03	0,03	0
K-155 - K-154	0,01	0,02	-0,01
K-155 - PÜ-152	0,004	0,003	0,001
PÜ-152 - PÜ-151	0,004	0,003	0,001
PÜ-151 - K-150	0,007	0,003	0,004
K-150 - PÜ-157	0,003	0,003	0
K-176 - K-174	0,005	0,009	-0,004
K-174 - K-175	0,005	0,008	-0,003
PÜ-157 - K-147	0,004	0,003	0,001
K-147 - KK-147-1	0,047	0,027	0,02
K-147 - RK-147	0,02	0,028	-0,008
K-147 - K-145	0,005	0,006	-0,001
K-145 - KK-145	0,01	0,046	-0,036
K-145 - K-143	0,005	0,004	0,001
K-143 - KK-143-2	0,044	0,039	0,005
K-143 - K-140	0,005	0,001	0,004
K-140 - K-139	0,005	0,006	-0,001
K-139 - K-139-A	0,012	0,013	-0,001
K-139-A - K-139-B	0,029	0,032	-0,003
K-139A - K-139-c	0,017	0,019	-0,002
K-139 - K-137	0,005	0,004	0,001
K-137 - KK-137	0,025	0,017	0,008
K-167 - K-167-1	0,056	0,047	0,009
K-167 - K-167-2	0,009	0,049	-0,04
K-137 - K-135	0,005	0,004	0,001
K-135 - KK-135-1	0,01	0,026	-0,016
K-135 - PÜ-135	0,005	0,006	-0,001
PÜ-135 - KK-135-2	0,034	0,019	0,015
PÜ-135 - K-132	0,005	0,006	-0,001
K-132 - K-132a	0,011	0,028	-0,017
K-132 - K131a	0,005	0,003	0,002
K-131a - KK131a	0,01	0,03	-0,02
K-131a - K-131	0,005	0,01	-0,005
K-131 - KK-131	0,01	0,007	0,003
K-131 - K-130	0,02	0,018	0,002
K-130 - KK-130	0,01	0,012	-0,002

11. OBJEKTIL ESINENUD PROBLEEMID JA VÕIMALIKUD LAHENDUSED TULEVIKUS

11.1 Geodeedil võib esineda mitmeid probleeme objektil:

1. Tänaval elavatele inimestele ei jagatud piisavalt informatsiooni teostatavate tööde kohta. Inimesed tulid pärima tehtavate tööde kohta geodeedilt ja oma pahameelt väljendama. Oleks tegu olnud üksikute juhtumitega, siis poleks hullu olnud, aga peaaegu iga päev leidis keegi, kellel oli millegi üle kurta. Sellistele intsidentidele polegi ilmselt ühest lahendust, kuna ei tööde tellija ega ka ehitajad suuda kõigile enne ehitustööde algust kõike lahti seletada ja tekkivatest probleemidest teavitada. Siis jääbki inimestele võimalus aru pärida kõigilt, kellel on helkurvest seljas, sest nemad ei tee vahet kes on ehitaja, tööde tellija või geodeet.
2. Vähene info vahetamine ehitajatega. Probleemiks oli ka alguses pidev ehitajate vahetumine ning sellega seoses kontakti loomine. Kui Metsa tänaval hakkasid tööd tegema valdavalt vene keelt kõnelevad ehitajad, selgus, et geodeet peab kindlasti oskama ka vene keeles suhelda. Samuti ei peetud kinni kokkulepetest ehitaja ja geodeedi vahel. Kui geodeet kutsuti kohale kell 14.00, siis selgus, et tegelikult oli vaja 3 tundi varem juba kohal olla, kuna ehitajad alustasid varem tööpäeva. Mitu juhus esines, kus ehitaja ise lõhkus oma ajutise reeperi oma lohakusega. Info vahetamine erinevate osapoolte vahel on alus korrektselle ja kvaliteetsele tööle ja õigeaegselt lõpetatud tööle. Kui üks osapool leiab, et tema teeb oma töö ära ja teine vaadaku ise kuidas hakkama saab, siis lõpptulemuseks ongi mitterahuldav lõpptulemus või töö venimine. Näiteks oli juhus, kui ehitusreeper paigaldati elektriposti külge, mis oli ehitaja enda soov. Kaevetööde käigus aga kaevati liiga posti lähedalt ja post hakkas vajuma, sellega koos ka reeperi kõrgus muutus. Ehitajad kasutasid aga ikka sama reeperit edasi, sõltumata sellest, et väärtus vahepeal muutus oluliselt. Õnneks märkas geodeet antud probleemi kohe selle alguses ja ehitajale märgiti uus reeper. Ehitusprotsessis peab tekkima usaldus kõigi osapoolte vahel ja kõik peavad üksteisega arvestama, siis sujub ka töö kiiresti ja korralikult. Antud lõputööga seotud objekti puhul olid alguses küll erinevad

tõrked, aga aja mõõduses muutus koostöö erinevate osapoolte (ehitaja ja geodeedi) vahel usaldusväärsemaks ja kõik tööd, mis oli kokku lepitud teostati.

3. Projektlahendusega seonduvad vead, mis kohapeal tuleb natuke ümber mängida, et ka kohalikud elanikud oleksid rahul saadud tulemustega. Sellega seoses tuli teha kordusmärkimisi ja lisatööd. Ükski projekt pole täiuslik ja ikka tuleb ette muudatusi ja nende paremaks lahendamiseks tuleb teha kõigil osapooltel koostööd. Samuti tuleb nendest muudatustest teavitada ka geodeeti õigel ajal, mitte tund aega enne ehitustööde algust.

Erinevad tekkida võivad probleemid objektile tuleks kohe kiiremas korras ära lahendada. Selleks peavad koostööd tegema nii ehitaja kui ka geodeet. Geodeedi seisukohalt oleks kõige parem lahendus kui kogu aeg objektile viibitakse, siis on lõpptulemus korrektne ning tekkivad probleemid ja muudatused saavad kiiresti lahendatud.

KOKKUVÕTE

Seoses üha uuemate ja lihtsamini käsitlevate instrumentide kasutuselevõtuga muutuvad geodeetilised tööd üha lihtsamaks ja kiiremini teostatavateks. Ehitustööde tegijatele muutuvad ahvatlevateks ettevõtted, kes teevad mõõdistustööd ära väiksema ajakuluga ja seega ka odavamalt, sest „aeg on raha“ .

Käesolevas lõputöös kirjeldatud ehitusobjekti, milleks oli Tallinnas Nõmme linnaosas Sambla tänav ja lõik Metsa tänavast, geodeetiline teenindamine toimus robottahhümeetriga, mille käsitlemine koos väliarvutiga oli kiire, lihtne ja mugav ning mis peamine, selle töö tegemisega sai hakkama üks geodeet, seega aja ja raha kokkuhoid on olemas.

Lõputöös anti ülevaade töös kasutatud elektrontahhümeetrist, tutvustati vee- ja kanalisatsioonitrasside mahamärkimist ja teostusmõõdistamist ning teostusjooniste koostamist, koos nende kehtivate nõuetega. Tööst objektil tutvustati kõiki etappe geodeedi seisukohast lähtudes, alates objektiga tutvumisest kuni teostusjooniste vormistamiseni ja kontrollimiseni.

Lõputöös kajastatud tänavatele rajatud uued vee-ja kanalisatsioonitrassid annavad kohalikele elanikele tingimused paremaks olmeks ja hügieeniks seoses uue vee- ja kanalisatsioonitrassiga, kuna paljudel puudusid ühendused linna veevärki ning kanalisatsioonisüsteemi.

Töö eesmärk oli tellijale teha kvaliteetne, õigeaegne geodeetiline töö, mis sai täidetud

SUMMARY

The geodetic works become more and more easy and faster to be performed related to the launching of increasingly innovative instruments easier to handle. The companies performing survey works with smaller time expense and also cheaper, as time is money, become more attractive for the executors of construction works.

The geodetic operations of the construction object – Sambla Street and section of Metsa Street in Nõmme city district in Tallinn – described in this final paper were carried out with robot tacheometer, the handling of which with field computer was fast, easy and convenient and what is most important – this work could be carried out by one geodesist. Thus time and money could be saved.

The final paper provides an overview of the total station used in the work, introduces the marking out and as-built survey of the water and sewerage networks and preparation of the asbuilt drawings, including the requirements set for the latter. All stages of work on the object were introduced from the viewpoint of the geodesist, starting from the review of the object up to the preparation and control of as-built drawings.

The new water and sewerage networks built for the streets described in the final paper create improved welfare and hygiene conditions for the local citizens related to the new water and sewerage network, as many of these had no connections with municipal water supply and sewerage system.

The aim of the work was to perform high quality, timely geodetic assignment for the client which was fulfilled.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] V. Kala, Ehitusgeodeesia, Tallinn: TTÜ Kirjastus, 2008.
- [2] J. Randjärv, Geodeesia, 1. osa 2. raamat, Tartu: Halo Kirjastus, 2006.
- [3] "<https://www.riigiteataja.ee>", Elektrooniline "Riigi Teataja", Ehitusgeodeetiliste uurimistööde tegemise kord, [Võrgumaterjal], Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/12861144>, [Kasutatud 11.02.2014].
- [4] "www.ivaleon.ee", I.V.A Leon ettevõtte kodulehekülg, Leica TS12 3" R1000 robot-tahhümeeter [Võrgumaterjal], Available: <http://www.ivaleon.ee/leica-viva-ts12/>, [Kasutatud 02.02.2014].
- [5] <http://geoportaal.maaamet.ee>, Kodulehekülg, Maa-ameti geoportaal, [Võrgumaterjal], Available: http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app_id=UU82&user_id=at&bbox=538031.441758518,6582412.28326429,538432.534567329,6582610.75790832&LANG=1 [Kasutatud 22.04.2014]
- [6] <http://geoportaal.maaamet.ee>, Kodulehekülg, Maa-ameti geoportaal, [Võrgumaterjal], Available: http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app_id=UU82&user_id=at&bbox=538297.590100855,6582804.34919714,539027.835129536,6583165.69978468&LANG=1 [Kasutatud 22.04.2014]
- [7] "<https://geo-tln.tallinnlv.ee/index.php>", Kodulehekülg, Tallinna linna geomõõdistuste infosüsteem, [Võrgumaterjal], Available: <https://geo-tln.tallinnlv.ee/index.php?m=help>, [Kasutatud 10.04.2014].
- [8] R. Ranne, Geodeesia alused, Tallinn: Tallinna Tehnikakõrgkool, 2006.
- [9] <http://geoportaal.maaamet.ee>, Kodulehekülg, Maa-ameti geoportaal, [Võrgumaterjal], Available: http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app_id=MA19&user_id=at&bbox=537463.327485025,6582200.13575724,539454.203922201,6583273.72821614&LANG=1 [Kasutatud 22.04.2014]

[10] <http://www.tallinnavesi.ee/>, Kodulehekülg, AS Tallinna Vesi, [Võrgumaterjal], Available:
<http://www.tallinnavesi.ee/images/stories/pa%20p10j01%20as%20tallinna%20vesi%20tehnilised%20nuded.pdf> [Kasutatud 28.04.2014]

Lisa 1.Sambla tänava kanalisatsiooni teostusjoonis

Lisa 2. Metsa tänava kanalisatsiooni teostusjoonis

Lisa 3. Metsa tänava veevärgi teostusjoonis

Lisa 4. Sambla tänava veevärgi teostusjoonis