



**KOMPLEKSUURINGU  
ARUANNE**

**HARJU MAAKOND  
TALLINNA LINN**

**Pikk tänava (Nunne tn- Olevimägi tn) maalauste tehnovõrkude  
kompleksuuring**

TALLINN 2020

# ASUKOHA SKEEM

Pikk tänava (Nunne Olevimägi tn) maalaiste tehovõrkude  
kompleksuuring



Dokument	Projekti koondaruanne (edaspidi tekstis ka Aruanne)
Projekt	Pikk tänava (Nunne tn – Olevimägi tn) maa-aluste tehnovõrkude kompleksuuring
Koostatud	04.10.2020 kuni 20.10.2020
Projekti eesmärk	<b>Saada sisend Tallinna linnas asuvate tehnovõrkude andmetega seonduvate poliitikate kujundamiseks, hinnates erinevate andmehõive meetodite kasutamise võimalikkust ja otstarbekust realselt eksisteerivates oludes.</b>

## Sisukord

1. Projekti andmed ja Sisukord
2. Üldosa
3. Projekti kirjeldus
4. Rakendatud tööprotsessi üldine kirjeldus
  - 4.1. Töövoog etappidena, osapooled, andmevoog, sisendid (voodiagramm)
  - 4.2. Rakendatud tööprotsessi etappide kirjeldused (eesmärk, sisend, väljund, mida ja kuidas, kes, millal, ressursikulu, tähelepanekud-ettepanekud)
    - 4.2.1. Ettevalmistustööd
    - 4.2.2. Lähteandmete kogumine - andmekogumine olemasolevatest allikatest
    - 4.2.3. Andmehõive väliuuringutel ja selleks vajalikud lisatööd
      - 4.2.3.1. Mõõdistamispõhis ja Tahhümeetermõõdistus
      - 4.2.3.2. Maapealse situatsiooni andmehõive
        - 4.2.3.2.1. Fotogramm-meetria
        - 4.2.3.2.2. Laserskaneering
      - 4.2.3.3. Maa-aluste tehnovõrkude andmehõive
        - 4.2.3.3.1. [Georadari uuring](#)
        - 4.2.3.3.2. Kaevude uuring
        - 4.2.3.3.3. EML uuring
    - 4.2.4. Andmetöötlus - erinevatel andmehõive meetoditel ja olemasolevatest allikatest kogutud andmete valideerimine (sisendid, töötlusmeetodid, väljundud)
      - 4.2.4.1. Väliuuringutel kogutud tehnovõrkude kaevude andmete tabelitöötlus
      - 4.2.4.2. Tehnovõrkude andmete kontrollimine tehnov. valdajate juures (Kooskõlastamine)
      - 4.2.4.3. Tehnovõrkude atribuutandmete loomise abivahendi arendus
      - 4.2.4.4. Tehnovõrkude atribuutandmete loomine
    - 4.2.5. Andmete visualiseerimine
5. Tähelepanekud, ettepanekud katsetatud meetodite osas - meetodi tugevad ja nõrgad küljed, kus ja kuidas võiks kasutada
6. Lõppjärelused kokkuvõtvalt
7. Uuringu tulemused on leitavad siin oleva [lingi](#) kaudu

## 2. Üldosa

Avatud dokument on koostatud aruandena Tallinna Keskkonna- ja kommunaalamehi ja TPJ poolt tellitud Tallinnas Pikk'a tänava (Nunne tn – Olevimägi tn) maa-aluste tehnovõrkude kompleksuuringu teostamisel.

Aruanne kirjeldab teostatud kompleksuuringu protsessi, rakendatud uuringumeetodeid, andmetöötluse viise ja nende põhjal tekkinud ideid ja järeldusi, mille rakendamist oleks põhjust kaaluda edaspidises praktikas.

Aruanne on koostatud eri osadena erinevate asjassepuutuvate inimeste poolt. Iga osaleja on koostanud vastavat projekti etappi või uuringumeetodit puudutava aruande osa, mille tegemist ta juhtis.

Seetõttu võivad aruande eri osad olla mõneti erineva sõnakasutuse ja stiiliga.

Aruande koostamist koordineeris:

Tiit Hion

14.10.2020

### **3. Projekti kirjeldus**

Käsitletav projekt on Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalameti ning TPJ OÜ poolt algatatud ja tellitud Tallinna linnas "Pikk tänav (Nunne tn – Olevimägi tn) maa-aluste tehnovõrkude kompleksuuring".

Tellijal käsitleb (vt Lähteülesanne, HD Lisa 1) antud projekti uurimis- ja arendustegevusena.

Projekti teostaja, Hades Geodeesia OÜ, on aru saanud Tellija lähteülesandest ja täiendavatest konsultatsioonidest Tellija esindajatega projekti eesmärkidest ning seonduvast kontekstist järgmiselt:

1. Kontekst - tehnovõrkude andmetega seonduv olukord
  - a. Tallinna linnas on olemasolevate maa-aluste tehnovõrkude andmed säilitatud väga erinevate andmehaldajate juures, erinevates ja halvasti taaskasutatavates andmeformaadides ning väga ebaühtlase, pigem madala, usaldusväarsusega.
  - b. Tehnovõrkude andmete kogumisel väljakujunenud tavad ja seda tegevust reguleeriv õigusruum ei taga Tallinna linna ja ka teiste asjaosaliste tegelikke vajadusi andmete suhtes.
2. Sellest olukorrast tulenevalt, kaotab Tallinna linn igal aastal hinnanguliselt miljoneid eurosid
3. Teistele osapooltele tekkivat, tehnovõrkude andmetest tulenevat, kahju ei ole mõõdetud.

Teadat on:

- a. Ajakulu tekib iga Tallinnas ehitatava objekti projekteerimise juures
- b. Ajakulu tekib iga objekti ehitamise juures
- c. Geodeedid koguvad tehnovõrkude samu andmeid korduvalt, lisamata selle tegevusega väärtust

Projekti täitja, Hades Geodeesia OÜ, lähtub Projekti eesmärgist järgmiselt:

**Saada sisend Tallinna linnas asuvate tehnovõrkude andmetega seonduvate poliitikate kujundamiseks, hinnates erinevate andmehõive meetodite kasutamise võimalikkust ja otstarbekust realselt eksisteerivates oludes.**

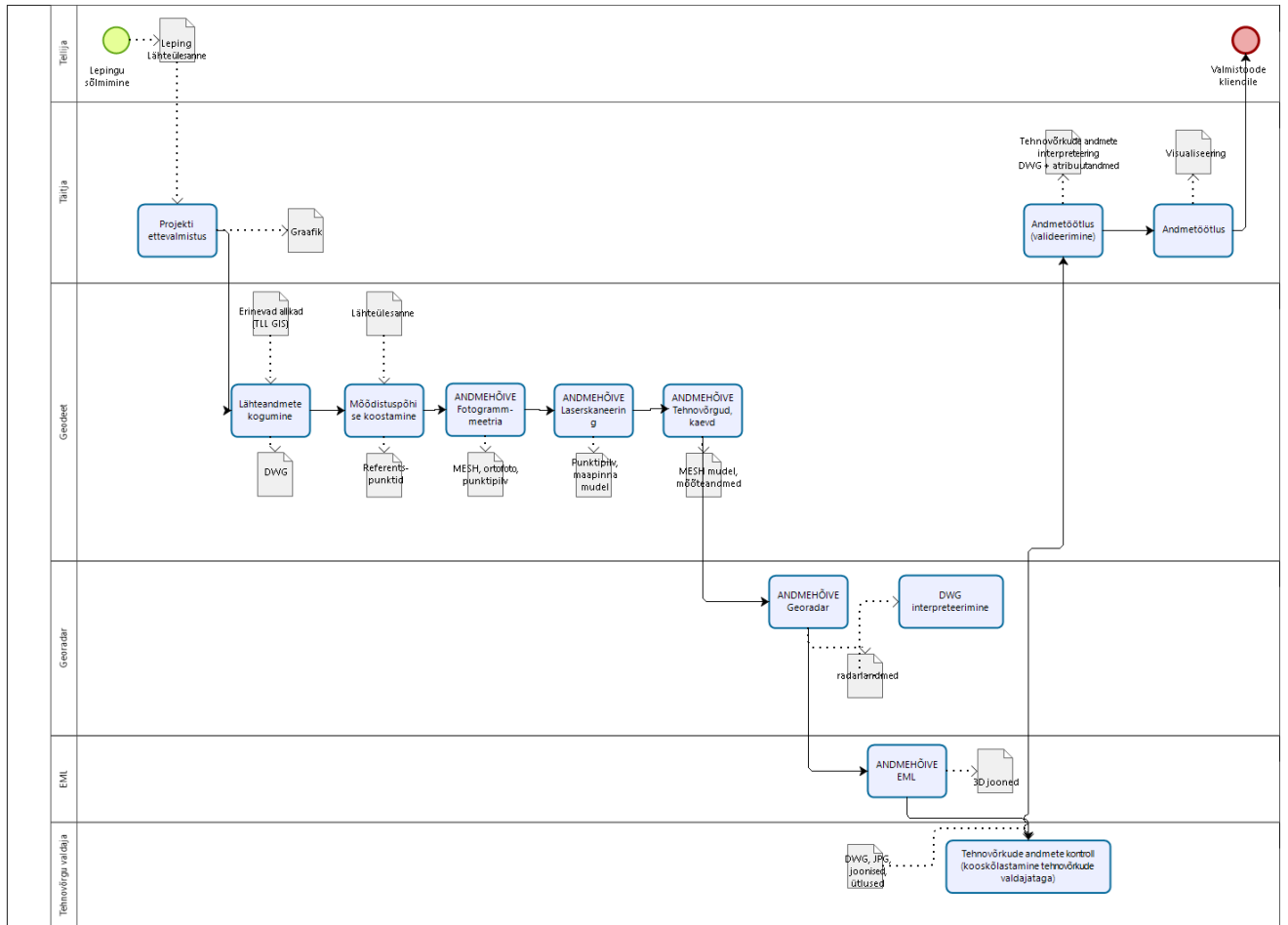
Koostas:

Tiit Hion

14.10.2020

#### **4. Rakendatud tööprotsessi üldine kirjeldus**

#### 4.1 Töövoog etappidena, osapooled, andmevoog, sisendid, väljundid (voodiagramm)



#### 4.2 Rakendatud tööprotsessi etappide kirjeldused (eesmärk, sisend, väljund, mida ja kuidas, kes, millal, ressursikulu, tähelepanekud-ettepanekud)

#### 4.2.1 Ettevalmistustööd

- 1) Eesmärk:  
Saada ülevaade vajaminevatest andmetest ja uuringutest ning koostada tegevusplaan töö eesmärgi saavutamiseks.
- 2) Kasutatud instrumendid, töövahendid:  
Arvuti, telefon
- 3) Kasutatud tarkvara/infosüsteem:  
Wrike, AutoCAD Civil 3D, Gmail
- 4) Sisendid:  
Lähteülesandest tulenev eesmärk.
- 5) Väljundid:  
Ajaplaan edasisteks tegevusteks ja kokkulepeteks.
- 6) Ajakulu:  
Ettevalmisperioodile kulus ca 2 nädalat. Tundide arv pole täpselt mõõdetud.
- 7) Tööprotsess:  
Vastavalt lähteülesandele tuli välja selgitada vajalikud tegevused ning need planeerida ja kokku leppida. Kokku leiti ca 40 erinevat tegevust eesmärgi saavutamiseks. Kokkulepete juures oli vajalik suhelda mitmete inimestega ja selgitada täpselt välja kes mis ülesannet saab täita ja samuti oli vajalik suhelda ettevõttest väljastpoolt mitmete ettevõtetega. Kui ülesanded olid jaotatud siis oli vajalik kõigile selgitada ülesandeid ja viia kurssi üldise eesmärgiga. Antud kokkulepest sai koostatud tegevus ja ajaline plaan.
- 8) Järeldused / soovitusel / kokkuvõte:
  - Aja planeerimine nii pikaks ette tõi kaasa muutuseid tegevustest ja järjekorras ehk mitmed ülesanded tuli uuesti planeerida.
  - Muudatuste ja uuringute käigus välja tulnud tegelik ajakulu ei vastanud mitmes kohas planeeritule.

Koostas:  
Vaiko Veeleid  
20.10.2020

#### 4.2.2 Lähteandmete kogumine - andmete kogumine olemasolevatest allikatest

- 9) Eesmärk:  
Saada ülevaade olemasolevatest andmetest edaspidiste tegevuste kavandamiseks
- 10) Kasutatud instrumendid, töövahendid:  
Arvuti
- 11) Kasutatud tarkvara/infosüsteem:  
AutoCAD Civil 3D, Tallinna geomöödistuste infosüsteem
- 12) Sisendid:  
Tallinna geomöödistuste infosüsteem, umbes 20 geoaluse joonist ja ligikaudu 25 teostusjoonist
- 13) Väljundid:  
Esialgne joonis DWG formaadis
- 14) Joonise koostamise aeg:  
03.08.2020
- 15) Joonise koostamise ajakulu:  
Esialgse joonise tegemiseks kulus 7 tundi
- 16) Töö protsess:  
Alustuseks tuli Tallinna geomöödistuste infosüsteemis algatada uus mõõdistus ning seejärel sai mõõdistuse alaga seonduvaid olemasolevaid jooniseid otsida ning alla laadida. Jooniseid antud ala kohta oli palju, kuid suurem osa joonistest puudutasid vajalikku ala kas osaliselt, või ei puudutanud üldse. Seetõttu oli kõikide jooniste läbivaatamine ning sobiliku otsimine väga aeganõudev protsess. Kui vajalikud joonised olid kokku kogutud, tuli nendest infokildudest koostada kasutatav joonis. Mitmed vanad joonised ei olnud korrektselt vormistatud, näiteks tingmärgid ja/või jooned olid valede kihtides, kihid suvaliste nimedega, joonetüübid valed. Seega oli info otsimine ning selle töötlemine väga aeganõudev töö.
- 17) Järeldused / soovitusel / kokkuvõte:
- Tallinna geomöödistuste infosüsteemis olevad mõõtpiirid ja jooniste mõõtpiirid ei kattu - kui algselt tundub, et joonis katab vajaliku ala, siis tegelikult see nii ei ole.
  - Allalaadimisel ei saa eristada teostusjooniseid geoalustest. Tuleb ise visuaalselt otsida ja selekteerida soovitud joonised.
  - Koondplaan ei sisalda õigeid andmeid vaid on pigem skemaatiline. Jooniseid eraldi alla laadides saab põhjalikuma info, aga see on ajamahukam.

Koostas:  
Kristjan Lauge  
02.09.2020



## 4.2.3 Andmehõive väli-uuringutel ja selleks vajalikud lisatööd

### 4.2.3.1 Mõõdistamispõhis ja tahhümeetermõõdistus

1) Kasutatud instrumendid, töövahendid:

Elektrontahhümeeter Topcon GT-1003, reflektorprisma A7, väliarvuti FC-5000

2) Kasutatud tarkvara:

Topcon Magnet Field

3) Mõõdistuse aeg:

04.08.2020 ja 11.08.2020

4) Mõõdistuse ajakulu:

04.08 kulus kokku 6h süsteemi loomise ja mõõdistamisega. Eraldi süsteemi ei hakatud looma GNSS meetodit kasutades, vaid kasutati seintel olevaid polügonomeetriapunkte. Poole päeva pealt katkestati mõõdistamine, halveneva ilmastiku tõttu (tugev vihmaseadu). 11.08 kulus 6h mõõtmise peale. Mõlemad korrad alustati kell 10:00, mil inimesi oli palju, mis omakorda raskendas georadari tööd, kuid tahhümeetermõõdistust eriti ei seganud.

5) Ilmastik:

04.08 hommikul pilves, poolest päevast tugev vihm

11.08 päikesepaisteline ~20C

6) Töö protsess:

Instrument orienteeriti ja koordineeriti kindelpunktidega ning seejärel edastati georadarile tema positsiooni koordinaate AutoTopo abil. Sätetes muudeti ainult koordinaatide edastamise intervall ühele sekundile. Georadaril oli oma kinnitus, kuhu oli võimalik prisma kinnitada, mida tahhümeeter jälgima hakkas. Väliarvuti ühendati georadariga USB to COM juhtmega. Juhtme töötamiseks oli vaja alla laadida vastav seadistus kodulehelt.

7) Järeldused / soovitus / kokkuvõte:

Kokkuvõtteks võib öelda, et tahhümeeter jälgis prisma üllatavalt hästi. Kuigi kohati jäid inimesed ja/või asjad ette, siis suutis instrument hoida suunda ja leidis ise kohe uuesti ülesse prisma. Manuaalselt instrumenti prisma peale suunata oli vaja ainult mõnel korral. Kuna tegemist oli populaarse kohaga kus käib palju inimesi, oleks võinud teha mõõdistuse kas vara hommikul või hilja õhtul kui inimesi vähem. Selline AutoTopoga prisma jälgimine kulutas palju akut, 6h kohta kulus 3 akut.

Koostas:

Peeter Lond

19.08.2020

**4.2.3.2 Maapealse situatsiooni andmehõive**  
**4.2.3.2.1 Fotogramm-meetria (tekstis ka aeromöödistus)**

1) Eesmärk:  
Pinnamudel, ortofoto, 3d mudel

2) Kasutatud instrument ja määrangud:  
Intel Falcon+, DJI Phantom 4 RTK, Sony A7SII, Arvuti

3) Kasutatud tarkvara:  
Agisoft Metashape Pro

4) Sisendid:  
Möötpiir

5) Väljundid:  
3D mudel, ortofoto, punktipilv

6) Möödistuse aeg:  
04.08.2020 ja 05.08.2020

7) Möödistuse ajakulu:  
Esimesel päeval ei olnud ilmastikuolude tõttu võimalik möödistada. Peamiseks probleemiks oli tugev vihmasadu. Ajakulu transpordile ja asjade seadistamisele 2h.  
Teisel päeval kulus kokku sõitmisele, parkimisele ja piltide tegemisele 3h.

8) Ilmastik:  
Temperatuur ~20°C mõlemal päeval. Esimesel päeval oli pilvealune ja sajune. Teisel päeval oli päikesepaisteline.

9) Valitööde protsess ja ajakulu  
Tööd tegi kaks inimest. Esiteks lennati Intel Falcon drooniga 50 m kõrguselt, et saada ülevaatlilikud fotod. Teine lend toimus fassaadide läheduses, et joonistuksid võimalikult täpselt välja kõik detailid. Samaaegselt teise Inteli Falcon lennuga toimus lendamine DJI Phantom 4 drooniga. DJI drooniga lendamise eesmärgiks oli saada täpselt koordineeritud pildid, selleks et mudel oleks protsessimise tulemusel riiklikus koordinaat- ja kõrgussüsteemis.  
Kui Inteli drooni lend oli tehtud, siis sai alustada Sony fotoaparaadiga pildistamist. Sony pildid on olulised selleks, et mudelis oleks tuvastatavad ka maapinnalt nähtavad objektid, fassaadid ja katusealused.  
Ajakulu ja piltide arvu illustreerib tabel 1.

<b>Kasutatud instrument</b>	<b>Tehtud fotode arv</b>	<b>Ajakulu pildistamisele (h)</b>
Intel Falcon+	885	0.7
DJI Phantom 4 RTK	444	0.5
Sony A7SII	2891	0.8
<b>Kokku</b>	<b>4220</b>	<b>2</b>

Tabel 1. Pildistamise ajakulu

## 10) Protsessimine:

Protsessimise tulemuseks sooviti nelja eri tüüpi mudelit:

1. tiled model - mudel suurte linnaalade visualiseerimiseks
2. mesh - hulknurkadest koosnev mudel, sobilik väiksemate objektide jaoks
3. ortofoto - geomeetriliselt parandatud ühtse mõõtkavaga aerofoto
4. punktipilv - punktide kogum, kus igal punktil on antud koordinaat

Kõikidele protsessidele eelnes fotode *alignment*, mis hõlmab esmaste punktide genereerimist. Ajakulu näitab tabel 2.

<b>Protsessi nimetus</b>	<b>Ajakulu (h)</b>
<i>alignment</i> (eelnes kõikidele protsessidele)	9
tiled model	81
mesh	37
ortofoto	1
punktipilv	15
<b>Kokku kulus aega</b>	<b>128</b>

Tabel 2. Protsessimise ajakulu

Järeldused / soovitused / kokkuvõte:

Drooniga mõõdistamiseks antud projekt oli keeruline ja vajab eelnevat planeerimist. Eelkõige segas keerukas hoonete struktuur, mis ei võimaldanud otsenähtavust droonile. Otsenähtavuse puudumine ja linna keskkond segas puldi ja drooni vahelist ühendust. Mõlemal päeval oli probleemiks ka ilm. Esimesel päeval segas vihm, teisel päeval oli probleemiks liiga ere päike. Päike tekitab varje, mis moonutavad mudeli kokkupanemist ja tekstuuri genereerimist.

Kokkuvõttes kulus kohapeal vähe aega, suurema osa ajast võttis töö protsessimine kontoris.

Aruande koostas: Siim Kingisepp

20.09.2020

#### 4.2.3.2.2 Laserskaneerimine

1) Eesmärk:

Maapealse osa detailne ja täpne info kaardistus

2) Kasutatud instrument ja määrangud:

Faro X330, punktipilvede mõõdistus värviliselt, 44 miljonit punkti, 2x kordus, iga seis umbes 6min

3) Kasutatud tarkvara:

Faro Scene

4) Sisendid:

Mõõdistuspõhis, esialgne joonis

5) Väljundid:

Koordineeritud punktipilv maapealse osa kohta, alusmaterjal maapinnamudeli loomiseks, geodeetilise alusplaani koostamise kõrguslik info

6) Mõõdistuse aeg:

04.08.2020 ja 10.08.2020, kokku 29 seisu.

7) Ajakulu:

a) Mõõdistuse ajakulu:

Esimesel korral 4h ja teisel 3h, koos sõitude ja parkimistega. Ainult skaneerimise ajakulu umbes 4h kokku. Esimesel korral jäi mõõdistus pooleli kuna ilmastik muutus ja hakkas tugevalt vihma sadama. Skaneerimise seisude valikul üritati katta ära kogu ala selliselt, et oleks piisavalt ülekatet ja samas jääks seisude lähedal peale ka kohaliku geodeetilise võrgu punktid ja reeperid, et edaspidisel andmetöötusel oleks võimalik viia punktipilv riiklikku koordinaat- ja kõrgussüsteemi.

b) Andmetöötuse ajakulu:

Kokku umbes 12h, millest esialgne seisude registreerimine omavahel võttis 9h. 3 tundi kulus punktipilve L-Est97 koordinaatsüsteemi ja EH2000 kõrgussüsteemi saamiseks, kuna poldud sellega ammu tegeletud antud tarkvaras ja esialgu tekkis, sellest tingituna, komplikatsioone. Punktipilvi mürast esialgu ei puhastatud.

8) Ilmastikuolud:

Temperatuur ~20°C ning esimesel korral pilvealune, teisel korral päikeseline.

9) Töö protsess:

Registreerimise meetodiks kasutati Cloud to cloud meetodit. Punktipilvede suure mahu ning registreerimise seisude parema positsioneerimisvõimaluse tõttu valiti tarkvaraks Faro Scene. Punktipilved on eksporditud täielikult (lihtsustamata kujul, ehk 1x1 valik, st. kõik punktid ; 2x2 puhul oleks iga teine punkt jne) esialgu \*.pts ja \*.e57 formaatidesse, säilitades skaneerimise seisude asukohad. Eksportimisel valiti igast seisust punktid kuni 50m kaugusel, et fassaadide kohta oleks rohkem infot samas piirates infot, mis koguti 50-300m kauguselt.

10) Järeldused, soovitusel, kokkuvõte:

Kokkuvõtteks toimus skaneerimine selliselt nagu oli planeeritud ja suuri plaanist kõrvale kaldumisi ei toimunud. Ka punktipilvede sidumine toimus üldjoontes selliselt nagu oli planeeritud. Soovitusena tasuks valida taolistes rahvarohketes kohtades mõõdistuseks ajad varahommikul, mil liikvel on vähem inimesi ja seetõttu on rahulikum töötada ning punktipilvele ja fotodele jääb vähem üleliigset müra. Punktipilvede registreerimist hõlbustaks kohe algul erinevate kogumite loomine, mis aitaks

registreerimise protsessi kiirendada. Kogumite koostamisel võiks lähtuda loogilistest jätkukohtadest (näiteks tänava skaneerimisel ristmikud jms).

Aruande koostas:

Kristjan Kirotam

17.08.2020

### 4.2.3.3 Maa-aluse situatsiooni andmehõive

#### 4.2.3.3.1 [Georadari uuring](#)

#### 4.2.3.3.2 Kaevude uuring

1) Eesmärk:

Trasside info kogumine kulgemise, kõrgusliku paiknemise, kui ka korrasoleku kohta

2) Kasutatud instrumendid, töövahendid:

Tahvelarvuti Samsung Galaxy Tab Active 2, taskulamp, vasar, kaevuluugi magnet, sõrgkang, mõõdulatt, tollipulk, mõõdulint, tähiskoonused. Uuendusena Ricoh Theta 360 kaamera.

3) Kasutatud tarkvara:

DWG FastView, Google Sheets, Pix4Dmapper

4) Sisendid:

Esiialgne joonis

5) Väljundid:

Kaevude tabel, fotod, kaevude 3D mudelite koostamise lähteinfo

6) Mõõdistuse aeg:

04.08.2020 ja 05.08.2020

7) Mõõdistuse ajakulu:

04.08 kulus uuringutele 5 tundi ning 05.08 3 tundi

8) Ilmastik:

04.08 oli pilvine ja vihmane, 05.08 oli selge ilm ning õhutemperatuur umbes 20°C

9) Töö protsess:

Tahvelarvutisse oli eelnevalt alla laetud Pika tänava esialgne joonis ning selle joonise põhjal otsiti visuaalsel teel kaevu, mida uurida. Samuti sai joonisele tuginedes aimu kaevu liigist ning kaevus olevate torude arvust. Enne kaevu avamist piirati ala tähiskoonustega ohutuse tagamiseks. Kaevu avamine toimus kaevumagneti ning sõrgkangi abil, kohati oli vaja ka luugi lahti tegemisel vasara abi, et kinni kiilunud luuk lahti põrutada. Peale luugi avamist toimus kaevu visuaalne inspekteerimine ning joonisele märkuste tegemine juhul, kui kaevu sisu erines joonisest (näiteks oli mõni toru puudu või rohkem, kui esialgsel joonisel näidatud). Kaevu ja toru andmete kogumine toimus peamiselt mõõdulatiga, kuid vaja läks ka mõõdulinti ning tollipulka. Andmete sisestamiseks kasutasime veebi põhise vormi, mille abil salvestub info Google Sheets tabelisse.

Uuendusena kasutati Ricoh Theta 360 kaamerat, mille abil salvestati kaevu ümbrusest ning selle sisust 360 kraadised video, millest hiljem sai Pix4Dmapperiga teha punktipilve ning 3D mudeli.

Aruande koostamise hetkeks ei olnud veel kõik kaevude 3D mudelid valmis.

10) Järeldused / soovitusel / kokkuvõte:

Kokkuvõtteks võib öelda, et traditsioonilisel kaevude uurimisel on suured puudused juhul, kui kaev ei ole ühtlase kujuga, kui toru jääb kaevu lae alla ja seda ei ole kas näha või ei saa piisava täpsusega mõõta. Samuti juhul, kui torud ei ole ümmargused (antud kaevude puhul oli kohati tegemist paekivist

laotud kollektori tunnelitega mille laiust traditsiooniliste vahenditega on väga keeruline mõõta, ilma kaevu sisse minemata). 360 kaamera abil 3D mudeli tegemine ning kogu sellega seonduv andmetöötlus on väga aeganõudev aga sellest saadav info on äärmiselt detailne. Samas see ei asenda täielikult traditsioonilisi vahendeid nagu mõõdulatt.

Aruande koostas:

Kristjan Lauge

02.09.2020

#### 4.2.3.3.3 EML (Elektro-magnet lokatsioon) uuring

1) Eesmärk:

Trasside info kogumine kulgemise, kõrgusliku paiknemise, kui ka korrasoleku kohta.

2) Kasutatud instrumendid, töövahendid:

Tahvelarvuti Samsung Galaxy Tab Active 2, EML lokaatorid, markervärv. Kasutati mitmeid erinevaid lokaatoteid kui ka mitmeid inimesi/ettevõtteid. Gaasivõrgud, Telia, Markko Lember kui meie kasutasime lokaatoreid. Meil on kasutusel C.A.T. 3+ lokaator koos generaatoriga, sama seadet kasutas kohati ka Telia. Telia kasutas RD8100 lokaatorit, sama seadet kasutas ka Markko Lember. Elektrontahhümeeter kordineerimaks looduses markeeritud punkte.

3) Kasutatud tarkvara:

DWG FastView, Google Sheets, AutoCAD Civil 3D

4) Sisendid:

Esialgne joonis, Telial trasside plaan, Gaasivõrgud trasside plaan

5) Väljundid:

Kaevude tabel, dwg plaan lisa infoga trasside kohta, skeemid

6) Uuringute aeg:

04.08.2020 ja 09.10.2020

7) Uuringu ajakulu:

kokku kulutati antud perioodil ca 80 välitöö tundi ja 17 kameraaltöö tundi.

8) Ilmastik:

uuringuks valiti alati päev kui ei sadanud vihma ja maa oli kuiv.

9) Tööprotsess:

Meie: Tahvelarvutisse oli eelnevalt alla laetud Pika tänava esialgne joonis ning selle joonise põhjal otsiti visuaalsel teel võimalik trassi asukohta. Asukohta täpsustati ja kontrolliti lokaatoriga. Lokaatoriga kaabli/trassi asukoha tuvastamisel tähistati asukoht maapinnale. Vajadusel kasutati generaatori signaali, et saada keerulistes olukordades täpsemat trassi asukohta ja samuti ka sügavust määrata. Generaator ühendati võimalusel elektri kappide lähedale või siis otse elektrikaabli külge. Veetrasside puhul asetati generaator kaevu otse trassi peale, klambreid kasutada ei saanud. Tähistatud märgid looduses kordineeriti hiljem meie poolt elektrontahhümeetriga ning kanti see info plaanile. Koostati ka üksikutes kohtades täiendavad skeemid hilisemateks trassipunktide õigeks ühendamiseks digitaalsel joonisel.

Telia, Gaasivõrgud: Prinditud skeemide alusel tuvastati kaevud kui ka trasside ligikaudsed asukohad. Nendes kohtades alustati lokaatoriga otsinguid ja kaablite tuvastamist. Kaevudes ühendati ka generaatorid raskesti arusaadavates kohtades otse kaablile. Lokaatoriga kaabli/trassi asukoha tuvastamisel tähistati asukoht maapinnale ning kirjutati tähise juurde trassi sügavus. Meie mõõdistaja oli samal ajal kohapeal, kes järgis ja arutas trasside võimalike kulgemisi ja suundasid ning selgitati väja täpsed klaablite/trasside asukohad. Samuti räägiti ja selgitati juurde trasside läbimõõtusid, mis täheldati meie poolt skeemile või tahhümeetriliselt mõõdistatud punkti kirjeldusse. Tähistatud märgid looduses kordineeriti hiljem meie poolt elektrontahhümeetriga ning kanti see info plaanile. Koostati ka üksikutes kohtades täiendavad skeemid hilisemateks trassipunktide õigeks ühendamiseks digitaalsel joonisel.



10) Järeldused / soovitused / kokkuvõte:

EML uuring annab väga hea tulemuse kaablite ja metallist trasside otsimisel. Samuti on võimalus kasutada vajadusel sondi, mida kasutatakse mitte signaali juhtivate trasside uurimiseks. Uuring annab koheselt õues otsides info ning on võimalik tuvastada mitmete erinevate suundadest trassi täpset kulgemist. Samuti saab trassi sügavuse piisava täpsusega.

Uuring on objektil teostades ajamahukas, kuid pärastine andmetöötlus pea puudub. Väliuuringu käigus tehakse kõikide trasside info jms täpsel selgeks objektil ning hilisem andmete töötlus puudub va. korinaatpunktide ja skeemidelt info koondamine.

Vajalik on oskus lokaatori käsitlemisel ja väga suur oskus on signaale lugeda. Mõista signaalide/märkuannete tähtsust ja olulisust ning osata hinnata milline signaal on õige ja milline peegeldus.

Soovituseks on EML otsing hetkel meie hinnangul kõige pädevaim ja odavaim lahendus maa-aluste kommunikatsioonide tuvastamiseks.

Aruande koostas:

Vaiko Veeleid

20.10.2020

#### **4.2.4 Andmetöötlus - erinevatel andmehõive meetoditel ja olemasolevatest allikatest kogutud andmete valideerimine (sisendid, töötlusmeetodid, väljundid)**

##### **4.2.4.1 Väliuuringutel kogutud tehnoorkude kaevude andmete tabelitöötlus**

1) Eesmärk:

Koostada kaevude andmete kohta andmetabel ning täiendada joonist kaevude mõõdistamisel ja uurimisel saadud andmete põhjal

2) Kasutatud instrumendid, töövahendid:

Arvuti

3) Kasutatud tarkvara:

AutoCAD Civil 3D, Microsoft Excel

4) Sisendid:

Hades Geodeesia kaevude andmete tabel, kaevude uurimisel koostatud märkustega joonis ning märkustega paberid, kaevude 3D mudelid

5) Väljundid:

Kaevude tabel MS Exceli tabelina ning joonis DWG formaadis

6) Joonise koostamise aeg:

5.08.2020, 12.08.2020, 18.08.2020

7) Tabeli koostamise ja joonise täiendamise ajakulu:

Kokku kulus 6 tundi

8) Töö protsess:

Alustuseks tuli genereerida Hades Geodeesia kaevude andmete tabel ja seda hakata täiendama vastavalt kaevude uurimise tulemustele. Paralleelselt sellega tuli joonisel numereerida kaevud ja trassid ning vajadusel trasse täpsustada. 12.08 sai tabelisse lisatud kaevude kaante ning maapinna kõrgused, 5.08 polnud neid veel mõõdistatud. 18.08 sai tabel ja joonis, peale jooksvate küsimuste osas konsulteerimist välitööde tegijatega, veidi täiendatud.

9) Järeldused / soovitusel / kokkuvõte:

Töö edenes probleemideta, kõik tekkivad küsimused said alati vastuse kaevusid uurimas käinud geodeetidelt.

Aruande koostas:

Liis Ausma

11.09.2020

#### 4.2.4.2 Tehnovõrkude andmete kontrollimine tehnovõrkude valdajate juures (kooskõlastamine)

1) Eesmärk:

Saada ülevaade olemasolevatest maa-alustest maa-alustest tehnovõrkudest (tekstis ka trassidest) nende valdajatelt

2) Kasutatud instrumendid, töövahendid:

Arvuti

3) Kasutatud tarkvara:

AutoCAD Civil 3D

4) Sisendid:

DWG formaadis joonis, milles olid esitatud katastripiirid ja mõõdistuspiir

5) Väljundid:

Igalt trassivaldajalt saadud materjal

6) Töö protsess:

- Elektrilevi OÜ - Saadeti DWG formaadis joonis mõõdistuspiiriga 24.08.2020. Samal päeval saadi nende poolt ZIP formaadis failide konteiner, mis koosnes 14 TIF failist, kaardivaatest, kolmest teostusjoonisest (DWG või DGN kujul) ning teenuse osutamise aktist
- Telia Eesti AS - Andmepäring tehti 24.08.2020. Telia Eesti AS väljastas mõõdistuspiiri jäävate trasside andmed DWG failina. Need andmed lisati meie koostatavale geodeetilisele alusplaanile. Telia Eesti AS'i joonisel on trassid kas ligikaudse asukohaga või 1 meetri täpsusega. Ligikaudsete trasside osas tuleb Telia Eesti AS'i esindajaga objektile kokku saada ja need trassid välja otsida.
- Elektrilevi tänavavalgustus - Edastati joonis 24.08.2020. Samal päeval saadi vastu nende joonis, kus on antud tehnovõrgu kulgemine märgitud ligikaudselt.
- Tallinna Vesi AS - Käidi nende kontoris kohapeal ning saadi nende käest Pikk tn inventariseerimisjoonised.
- AS Utilitas Tallinn - Küsiti nendele kuuluvate trasside jooniseid 24.08.2020. Samal päeval edastati meile kuus joonist (DWG või DGN-kujul).
- Gaasivõrgud AS - Küsiti nende trasside jooniseid 24.08.2020. Samal päeval edastati meile 3 PDF kujul teostusjoonist.
- Riigi Infokommunikatsiooni SA - Edastati mõõdistuspiiriga fail 08.09.2020. Vastuseks saime kooskõlastuse.

7) Järeldused / soovitusel / kokkuvõte:

Erinevatel tehnovõrkude trassivaldajatel on erinev viis, kuidas geodeetilist alusplaani kooskõlastada või nende kohaseid andmeid esitada. Samuti on erinevad andmekogud. Vanemate trasside kohta ei leitud teostusjoonist DWG või DGN kujul. Kui trassi teostus on tehtud paberil ja geodeetilise alusplaani koostajale edastatakse informatsioon PDF või TIF kujul, siis selle lisamine geodeetilisele alusplaanile või kontrollimine on ajamahukas töö.

Probleemiks on ka see, et trassivaldajad sisuliselt ei vastuta enda esitatavate andmete õigsuse eest vaid seda teeb geodeet, mis koostaja arvates pole õige. Osadel trassivaldajatel on ka välja toodud, et nende poolt saadud materjal ei ole geodeetilise täpsusega, paigaldiste asukohad võivad esitatud andmetel erineda reaalsest olukorrast. Korralikult teostusmõõdistatud trassid ja koostatud teostusjoonised oleksid siinkohal koostaja arvates abiks.

Koostas:

Kertu Kisel

13.10.2020

#### 4.2.4.3 Tehnovõrkude atribuutandmete loomise abivahendi arendus

1) Eesmärk:

Lua võimalus AutoCAD keskkonnas erinevatele objektidele atribuutandmete lisamiseks

2) Kasutatud instrumendid / töövahendid:

Arvuti

3) Kasutatud tarkvara:

AutoCAD Lisp

4) Sisendid:

Lähteülesandes etteantud andmestruktuurid maa-aluste tehnovõrkude kirjeldamiseks

5) Väljundid:

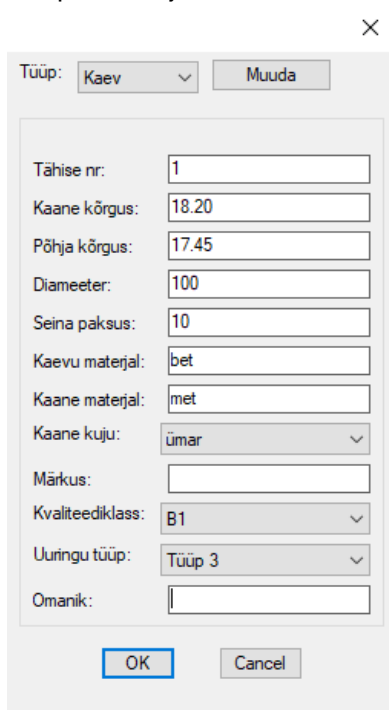
AutoCADi dialoogiaken atribuutandmete sisestamiseks.

6) Koostamise ajakulu:

Ca 20h

7) Töö protsess:

Lähteülesandes väljatoodud andmestruktuuride põhjal sai koostatud AutoLISPi kirjestruktuurid ning dialoogielemendid, millest sai koostada igale tehnovõrgu tüübile sobiva dialoogiakena. Dialoogiaken on funktsionaalsuselt väga esialgne ja nõuab andmesisestajalt koostööd, et sisestatud anded oleks kompleksed ja valiidsed.



Kuna AutoCADi xdata-kirjetel puudub võimalus lisada väärtusele välja nimetust, s.t. väärtuse tähendus on tema positsioonist kirjes, ning ma ei suutnud leida viisi, kuidas arvulist välja (real ja integer) tühjaks jätta, siis sai kokku lepitud, et kui andmesisestajal pole arvulisse välja midagi sisestada (kõrgused, diameetrid jne), et nad kasutavad sellistel puhkudel väärtusi 32767 (integer) ja -1 (real).

8) Järeldused / soovitused / kokkuvõte:

Kuna meie alustasime sellise funktsionaalsuse välja töötamist tühjalt kohalt, jäi palju viise ja ideid, kuidas andmesisestust kiirendada ja mugavamaks teha ning sisendit kontrollida, ootama järgmisi projekte. Nt äratunnetamine, milline kirjetüüp millisele objektile sobiks (polyline kihis ELTRASS -- pakett; blokk kihis KKAEV -- kaev; jne). Samuti parema seose loomine erinevate elementide vahel, nt et algus- ja lõppsõlme saaks plaanil näidata/olemasolevatest kandidaatidest ripploendist valida jms. Puht it-alasest vaatepunktist ja inimloomust mõnda aega vaadelnuna soovitaks ma mõningaid andmetüüpe kohendada -- näiteks "Uuringu tüüp" võiks olla stringi asemel pigem integer, kus on lubatud väärtused 1-4, sest muidu hakkab sealt kindlasti aja jooksul kogunema kõikvõimalikke viise, kuidas seda on võimalik kirja panna: "tüüp 1", "tyyp1", "tüüp\_1" jne. Samuti anda võimalikult palju spetsifikatsiooniga ette võimalike materjalide loetelu ja kuidas neid kirjutada ("met", "pl", "bet" vs "betoon"), sama käib ka iseloomulike punktide (Lisa 3, 5.2) välja "Liik" kohta. Arusaadav, et ühte või mõlemat pole võimalik lõpliku ja kinnise nimekirjana anda, aga praegu jääb sedasi väga palju ruumi andmesisestaja interpretatsioonideks. Soovitan kaaluda ka vähemalt AutoCAD-is kaaluda XData väljade struktuurist loobumist ja kogu info koondamist ühte kirjesse, kus atribuutandmeid hoitakse nt [kodeeritud] jsoni vmt kujul ühes stringiväljas.

Aruande koostas:  
Sander Vahter  
16.10.2020

#### 4.2.4.4 Tehnovõrkude andmete atribuutandmete loomine

1) Eesmärk:  
Kanda kogu olemasolev trasside info joonisele

2) Kasutatud instrumendid, töövahendid:  
Arvuti

3) Kasutatud tarkvara:  
AutoCAD Civil 3D

4) Sisendid:  
Tallinna Geomöödistuse infosüsteemist saadud teostusjoonised, trassivaldajate käest saadud andmed (joonised, fotod, skeemid), EML uuringud, kaevude uurimisest saadud andmed

5) Väljundid:  
Atribuutandmetega DWG joonis

6) Joonise koostamise aeg:  
24.09.2020-13.10.2020

7) Joonise koostamise ajakulu:  
Ligikaudu 2 nädalat

8) Töö protsess:  
Kõikidest võimalikest allikatest saadud trasside info tuli käsitsi kanda joonisele, kasutades AutoCADi atribuutandmete lisamise vormi, seejuures oli vajalik joonisel eristama erinevad trassi liigid (toru, kaabel, pakett, kaev). Nende trasside puhul, kus kõrguslikud andmed üldse puudusid, kanti joonisele loogiliselt tuletatud orienteeruvad andmed visualiseeringu tegemiseks.

9) Järeldused / soovitusid / kokkuvõte:  
Atribuutandmete käsitsi joonisele kandmine sellisel kujul on väga ajamahukas töö, mis ei tee andmete lugemist palju kiiremaks või lihtsamaks kuid tekitab masinloetavad andmed.

- Atribuutandmete sisestus peaks toimuma automaatselt (nt masinloetavad tabelid)
- AutoCADis võiks olla visuaalselt eristatav kas ja millistel trassidel on atribuutandmed lisatud või mitte. Samuti peaks olema nende lugemine praegusest lihtsam.

Aruande koostas:  
Kristjan Lauge  
13.10.2020

#### 4.2.5 Tehnovõrkude andmete visualiseerimine

1) Eesmärk:

Viia maa-aluste tehovõrkude andmed ruumilisele, visuaalselt arusaadavamale kujule

2) Kasutatud instrumendid/ töövahendid:

Arvuti

3) Kasutatud tarkvara:

AutoCAD Civil3D

4) Sisendid:

Tehnovõrkude atribuutandmed, kõik teised kogutud andmed

5) Väljundid:

AutoCAD 3D joonis, kus on maa-alused tehovõrgud visualiseeritud kolme-dimensiooniliseks

6) Koostamise ajakulu:

80 tundi, koos automatiseerimise abivahendite väljatöötamisega

7) Töö protsess:

Esiialgu töötati välja võimalus atribuutandmete joonisest välja eksportimiseks. Seejärel loodi abivahend automatiseerimaks geomeetriliste kujundite koostamist AutoCADis. Visualiseerimise käigus parandati kohad, kus atribuutandmetes olid puudused.

8) Järeldused / soovitusel / kokkuvõte:

Atribuutandmete järgi visualiseeringu koostamine oleneb täies mahus atribuutandmete kvaliteedist. Juhul, kui andmed on puudulikud, või ei ole sisestatud korrektselt, tekib ka visualiseerimise etapil hulganisti probleeme.

Aruande koostas:

Kristjan Kirotam / Sander Vahter

16.10.2020

## 5. Tähelepanekud ja ettepanekud kasutatud meetodite osas

Projektis kasutati erinevaid andmehõive meetodeid. Aruande selles osas hinnatakse erinevate meetodite tugevaid ja nõrku külgi ja esitatakse soovitusi, millistes kohtades, missuguseid meetodeid kasutada.

Maapealse situatsiooni andmehõives kasutati järgmisi andmehõive meetodeid:

1. Tahhümeetermöödistus. Meetodit kasutati möödistus põhise rajamisel, määramaks kindelpunkte teiste meetodite kontrollmeetmeteks ning georadari positsiooni jälgimiseks. Lisaks möödistati ka kaevukaante kõrgused tahhümeetrilisel meetodil.
  - a. Tugevad küljed
    - i. Möödistatud punkti positsiooni täpsus on kõrge
    - ii. Kogutud andmeid on lihtne CAD keskkonnas töödelda
    - iii. Meetod on laialt levinud ja selle kasutamine tavapärase
  - b. Nõrgad küljed
    - i. Andmehõive on ajamahukas
    - ii. Meetod nõuab välitööl interpreteerimise võimet
    - iii. Andmete detailsus on madal
    - iv. Andmetöötlus on ajamahukas
    - v. Seadmed on kallid
  - c. Ettepanekud meetodi kasutamiseks. Meetod on vajalik ja sobilik järgnevatel töödel:
    - i. Möödistus põhise loomine
    - ii. Suuremat, iseäranis kõrguslikku täpsust, nõudvate situatsioonielementide möödistused
2. Fotogramm-meetria. Meetodit kasutati kogu nähtava olukorra kaardistamisel.
  - a. Tugevad küljed
    - i. Andmehõive on kiire ja samas detailne
    - ii. Andmed lihtsalt arusaadavad, visuaalsed
    - iii. Ei eelda kõrget (geodeedi) kvalifikatsiooni
    - iv. Seadmed ei ole kallid ning nehte kasutamine on kiiresti õpitav
  - b. Nõrgad küljed
    - i. Vajalikud oskused ja kogemused (määrangute seadistamine situatsioonide järgi vajab eelnevat kogemust)
    - ii. Meetod on uus - pole välja kujunenud standardseid kontrollmeetmeid
  - c. Ettepanekud meetodi kasutamiseks. Meetod on vajalik ja sobilik järgnevatel töödel:
    - i. Maapealse situatsiooni andmehõives põhimeetodina
3. Laserskaneering. Rakendati terrestriilist staatilist laserskaneeringut. Meetodit kasutati antud projektis maapinna kõrgusliku mudeli tarvis andmete kogumiseks.
  - a. Tugevad küljed
    - i. Andmehõive on kiire ja samas detailne
    - ii. Väga kõrge möödistatud punkti positsiooni täpsus
  - b. Nõrgad küljed
    - i. Seadmed on kallid
    - ii. Vajalikud oskused ja kogemused
    - iii. Andmetöötlus on nõudlik oskuste ja kogemuste osas
  - c. Ettepanekud meetodi kasutamiseks. Meetod on vajalik ja sobilik järgnevaks tööks:
    - i. Maapealse situatsiooni detailseks ja kõrge täpsusega andmehõiveks

Allmaa tehnovõrkude andmehõives kasutati järgmisi meetodeid:

4. Georadari uuring. Meetodit kasutati maapinna all oleva olukorra lauskaardistamiseks.



- a. Tugevad küljed
    - i. Andmehõive on detailne
    - ii. Andmehõive võimaldab saada indikatsiooni mistahes maa-alustest objektidest, millelt seadme emiteeritud signaal pinnasest erinevalt tagasi peegeldub
  - b. Nõrgad küljed
    - i. Meetod annab vaid indikatsiooni - vajab interpretatsiooni, ei anna informatsiooni sellest, mis sorti tehnovõrguga võib tegu olla, saab teada ainult seda, et mingisugune objekt asub tuvastatud kohas
    - ii. Nii andmehõive kui -töötlus on nõudlikud oskuste-kogemuste osas
    - iii. Palju segavaid faktoreid, mis mõjutavad tulemuse usaldusväärsust
    - iv. Meetod on ajamahukas ning väga kulukas
    - v. Turul on teenuse pakkujaid vähe
    - vi. Seadmed on väga kallid
    - vii. Tulemus sõltub suuresti uuringu teostaja pädevusest, oskustest, kogemustest
  - c. Ettepanekud meetodi kasutamiseks. Meetod vajalik ja sobilik järgnevateks töödeks:
    - i. Maa-aluse situatsiooni andmehõives, mida pole võimalik kontaktselt mõõdistada. Kui muud meetodid või andmete allikad ei anna piisavaid tulemusi, või on kahtlusi, et teiste meetoditega ei ole kõiki objekte tuvastatud.
    - ii. Olukorras, kus on vaja tuvastada tundmatuid maa-aluseid objekte ja nende asukohti
    - iii. Pigem piiratud aladel, kus muud meetodid ei anna tulemust
5. EML uuring. Meetodit kasutati maapinna all oleva olukorra kontrollimisel ja lauskaardistusel.
- a. Tugevad küljed
    - i. Andmehõive võimaldab saada indikatsiooni mistahes signaali juhtivatest maa-alustest objektidest
    - ii. Võimalik erinevaid objekte eraldi tuvastada
  - b. Nõrgad küljed
    - i. Meetod annab vaid indikatsiooni - vajab interpretatsiooni
    - ii. Nii andmehõive kui -töötlus on nõudlikud oskuste-kogemuste osas
    - iii. Palju segavaid faktoreid, mis mõjutavad tulemuse usaldusväärsust
    - iv. Meetod on ajamahukas
    - v. Professionaalsel tasemel turul pakkumine väike
    - vi. Eraldi objektide tuvastamisel on oht, et signaal kandub üle kõrval paiknevatele tehnovõrkudele
  - c. Ettepanekud meetodi kasutamiseks. Meetod vajalik ja sobilik:
    - i. Maa-aluse situatsiooni andmehõives, mis on signaali juhtiv, kuid mida pole võimalik kontaktselt mõõdistada, kui muud meetodid või andmete allikad ei anna piisavaid tulemusi
    - ii. Olukorras, kus on vaja tuvastada tundmatuid maa-aluseid signaali juhtivaid objekte ja nende asukohti
    - iii. Olukorras, kus maa-aluse situatsiooni kohta on mingid andmed olemas, kuid asukohad või kõrgused on teadmata
6. Kaevude tavapärase kontakt-uuring. Meetodit kasutati tehnovõrkude kaevude uuringul kaevudesse suubuvate trasside andmete kogumiseks.
- a. Tugevad küljed
    - i. Meetod on usaldusväärne
    - ii. Hea mõõdistatud punkti positsiooni täpsus
    - iii. Meetod on tuntud ja laialt kasutuses
  - b. Nõrgad küljed

- i. Meetod ei anna piisavalt andmeid olukorra kirjeldamiseks (näiteks paekivist vanad kollektorid)
    - ii. Meetod on ajamahukas ja füüsiliselt nõudlik
    - iii. Rakendamine võib olla teostajale ohtlik või ebameeldiv
  - c. Ettepanekud meetodi kasutamiseks. Meetod on vajalik ja sobilik järgnevatel töödel:
    - i. Maa-aluste tehnovõrkude kaevudesse suubuvate kommunikatsioonide usaldusväärseimaks mõõdistuseks
    - ii. Olukorras, kus situatsiooni kaevus on võimalik visuaalselt tuvastada (kaev pole vett täis, saastunud pinnasega)
- 7. Kaevude 3D uuring. Meetodit kasutati tehnovõrkude kaevude uuringul kaevudesse suubuvate trasside andmete kogumiseks.
  - a. Tugevad küljed
    - i. Andmehõive on usaldusväärne
    - ii. Andmed kirjeldavad olukorda detailselt ja visuaalselt
    - iii. Rahuldav situatsiooni positsiooniline täpsus
    - iv. Meetod ei eelda kallist aparatuuri
  - b. Nõrgad küljed
    - i. Meetod on ajamahukas
    - ii. Meetod ei anna masinloetavaid atribuut-andmeid
    - iii. Meetod pole turul tuntud
  - c. Ettepanekud meetodi kasutamiseks. Meetod on vajalik ja sobilik järgnevates tööloikudes:
    - i. Olukorras, kus on tarvilik saada kaevust olevast situatsioonist detailne ja visuaalne ülevaade
    - ii. Sidekaevude uurimisel, kus on palju kaableid
    - iii. Vanade kanalisatsiooni tunnelkollektori kaevude uurimisel

Aruande koostas:

Tiit Hion

13.10.2020

## 6. Lõppjärelused, kokkuvõte

Alljärgnevas osas toome ära uuringu raames tekkinud mõtted ja ideed, kuidas võiks edaspidi ehitus-geodeetilisi uuringuid ja nende koosseisus olevaid maa-aluste tehnovõrkude uuringuid tellida, teostada ja uuringutel kogutud andmeid hallata.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et käesoleva projekti käigus kulus hinnanguliselt 1000 töötundi inimtööd (ilma tehnovõrkude valdajate juures kooskõlastuste toiminguteta) ja 200 töötundi arvutusvõimsust andmetöötluse juures pluss georadari uuring.

Sellise töötundide arvu juures oleks projekti ulatuse, ehk ca 0,6ha suuruse maa-ala, ehitus-geodeetiliste, sh tehnovõrkude uuringu, maksumus 30'000 eurot (ilma georadari uuringu maksumuseta). Võrdluseks - turg, ehk andmeid vajav tellija aktsepteerib sellise maa-ala ehitus-geodeetilise uuringu maksumusena praegu hinnanguliselt maksimaalselt kuni 2000 eurot.

Projekti tulemusena saadud ja töödeldud andmed on tavapärasest uuringust oluliselt detailsemad, läbi kaalutamad, visuaalsemad ja oma masinloetavuse tõttu mitmekülgsemat kasutatust võimaldavad. Samas on küsitav, kas praegune tavapärase klient(projekteerija), neid eeliseid ära kasutada oskab ja suudab ning kas tal on neid oma ülesande lahendamiseks kogu ulatuses vaja.

Küll oleks sellises detailsuses ja valideerituses kogutud ja töödeldud andmed omal kohal loodava digitaalse kaksiku rakendamise korral.

Kõrgema väärtuse loomise hind võiks turuosalistele talutavam kui:

1. Andmeid kogutakse üks kord - kogutud ja töödeldud andmeid säilitatakse ja võimaldatakse nende taaskasutus?
2. Tehnovõrkude säilitatavatele andmetele on juurdepääs samas kohas kõigile asjaosalistele üle kogu riigi - on vaid üks kõigi asjaosaliste poolt tunnustatud allikas?
3. Tehnovõrkude uuringuid tehakse vajadusel ja mahus, mis on vajalik edasise projekteerimisülesande tarvis, ja juhul, kui olemasolevad andmed on puudulikud või ebausaldusväärsed ?
4. Uuringu tulemusena saadud andmeid kasutatakse edaspidi olemasolevate andmete täpsustamiseks ja parandamiseks?

Ehitus-geodeetiliste uuringute tellimisel-tegemisel tuleks mõistlikkuse printsiibist lähtudes silmas pidada:

1. Tööde-tegevuste tegelikku eesmärki (eeldatavasti projekteerimise-ehitiste kavandamise tööd, mille tarvis on vaja ehitus-geodeetilisi uuringuid, sh tehnovõrkude uuringuid)
2. Fookust - ehk teada missugused uuringu andmed on olulised, missugused kriitiliselt olulised ja millised on vähem olulised uuringuandmed kavandatava ehitusprojekti juures. Samuti ka millised andmed pole olulised.
3. Uuringute teostamise võimalikke meetodeid, vajadusest ja otstarbekusest lähtudes
4. Uuringutelt saadavaid erinevaid võimalikke andmeformaate ja edastamise viise

Selleks, et ülaltoodut oleks võimalik rakendada on tarvilik muu hulgas:

5. Vaadata üle tehnovõrkude andmete säilitamise ja haldamise põhimõtted, viisid, formaadid ja seonduvad asjaosaliste kokkulepped, vajadusel ka seonduv regulatsioon
6. Vaadata üle ehitusgeodeetilisi, sh tehnovõrkude uuringuid käsitlev regulatsioon

Aruande koostas:

Tiit Hion

13.10.2020