

Töövõtja:
Geospatial OÜ
Registrikood 11167275



Tellijä:
Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalamet
Registrikood 75014913

ARUANNE

Vase tänava maa-aluste tehnovõrkude kompleksuuring

Sisukord

Projekti meeskond.....	2
Mõisted ja lühendid.....	2
Sissejuhatus	3
Uurimismeetodid.....	4
Kastutatud seadmed	4
Kastutatud tarkvara.....	4
Nõuded	4
Tööprotsess	5
Esialgne tööplaan	5
Protsessi kirjeldus.....	5
Kasutatud lähteandmed	7
Objekti kõrguslik ja plaaniline sidumine.....	8
Maapealse situatsiooni mõõdistamine	9
Maapinna mudeli mõõdistamine	9
Tehnovõrkude uuringud.....	10
Vee-, kanalisatsiooni, sademevee ja drenaaži kaevude uuring:.....	10
Sidevõrgu uuring	11
Kaugküttevõrgu uuring.....	12
Gaasivõrgu uuring	12
Elektrivõrgu uuring.....	12
Tuvastatud tundmatud objektid	12
Vastuolud erinevate uuringumeetodite vahel	13
Valminud töö võrreldes olemasolevate andmetega	14
Kokkuvõte ja ettepanekud	17
Tähelepanekud tehnoloogiate osas	18
Tähelepanekud tarkvarade osas	18
Tähelepanekud lähteülesande osas	19
Ettepanek nõuete täiendamiseks.....	20
Lisad.....	20

Projekti meeskond

- Andres Kärk (projektijuht, 3D modelleerimine)
- Katrin Saul (arendus- ja andmehaldusinsener)
- Raul Rokk (vastutav geodeesiainsener)
- Mari Feldmann (geodeet)

Alltöövõtjad

- Georadar OÜ – georadari uuringud (aruanne Lisa 9, ettepanekud Lisa 8)
- Lokaator OÜ – EML ja georadari uuringud

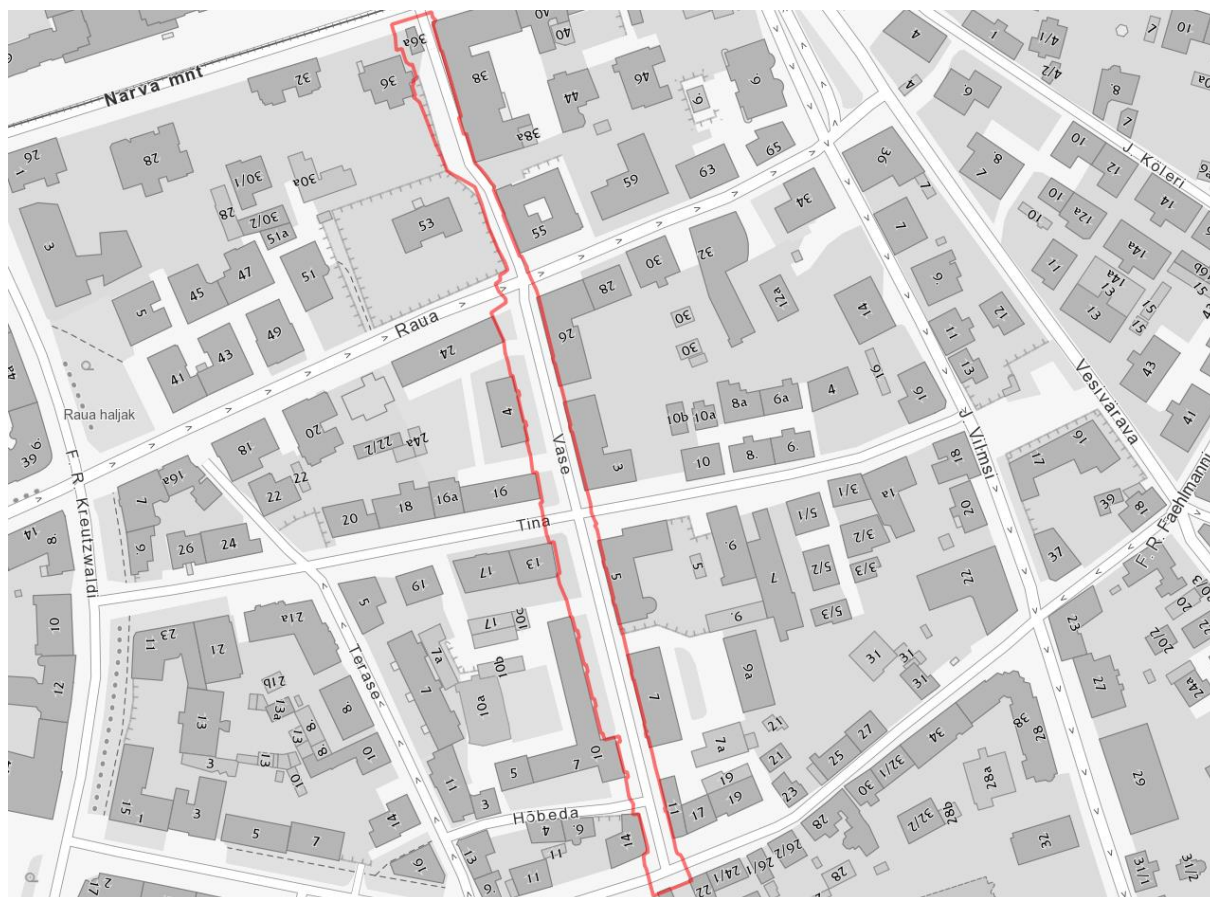
Mõisted ja lühendid

<i>EML</i>	Elektromagnetiline lokaator, trassiotsija. Seade maa-aluste kommunikatsioonide tuvastamiseks.
<i>GPR</i>	Georadar, kõrgtehnoloogiline geofüüsikaline seade maa-aluste kommunikatsioonide tuvastamiseks.
<i>Käänupunkt</i>	Digitaalse joonise joon- või pindelemendi punkt, kus toimub joonise elemendi suuna muutus.
<i>Rajatis-tüüpi objekt</i>	Tasapinnaline pindelement, või suletud murdjoon maa-aluste kaevude, kambrite mõõtkavaliseks kujutamiseks.
<i>Toru-tüüpi objekt</i>	Joonobjektid, mille ristlõige on ring või ellips (nt. ümmargused üksiktorud, üksikkaablid).
<i>Pakett-tüüpi objekt</i>	Joonobjektid, mille ristlõige on ristkülik (nt kaablite ja torude paketid, künad, kaitserajatised jne).
<i>Kaev-tüüpi objekt</i>	Kaev-tüüpi objektid on esitatavad keskpunkti ja objekti mõõtmete abil.
<i>Iseloomulik punkt</i>	Torustiku või kaabli algus-, lõpp-, hargnemis- ja käänupunkt. Kõik torustiku või kaabli ühenduskohad (liitmikud, läbimõõdu üleminekud, jätkud, keevised, pimeäärikud jne).
<i>Tuvastatud tundmatu objekt (TTO)</i>	Objekt, mille olemasolu ja kõrgus on tuvastatud, kuid olemasolevate andmete alusel pole võimalik teda klassifitseerida (määrata kindlaks tehnovõrku, rajatise tüüpi vms).
<i>Trass</i>	Olemasolevat või kavandatava joonobjekti kulgu tähistav mõtteline telgjoon või vöönd ja nende tähistus plaanil.
<i>Koordinaatpunkt</i>	Teostusmöödistamisel tehnovõrgu ja -rajatise joonobjekti teljele või punktobjekti tsentrisse mõõdetud ja objekti asukohta riiklikult kehtestatud koordinaatsüsteemis X-, Y- ja Z-koordinaatidega kirjeldav punkt.
<i>2.5D CAD joonis</i>	DWG või DGN formaadis joonis, milles elementide omadused ja kõrgusandmed on lisatud atribuutandmetena elementide ja iseloomulikke punkte kajastavate koordinaatpunktide külge. 3D failiformaadis joonist, mille elementide kõrgus ei ole määratud nende elementide geomeetriaga, vaid mida kajastatakse eelpool mainitud viisil, käsitletakse 2,5D joonisena.

Sissejuhatus

Töö eesmärk oli teostada maa-aluste tehnovõrkude kompleksuuring kasutades erinevaid tehnoloogiaid ja analüüsida hanke lähteülesandes esitatud nõuete ning tehnoloogiliste lahenduste praktilisust ja põhjendatust.

Uurimise objektiks oli Vase tn, uurimisala pindala 6924 m². Maapinna kõrgus Narva mnt poolses otsas 2,47m ja Faehlmanni tn poolses otsas 7,54 m, kõrguste vahe kuni 5,07 m. Tänava pikkus ca 408m.



Joonis 1 - Vase tn uuringuala asukohaskeem

Uurimismeetodid

- Olemasolevate andmete uuring
- Väливаatlus ja maapealsete objektide mõõdistamine
 - Mõõdistamise mõõtkava 1:500 ja mõõdistusmeetod tahhümeetiline.
 - Maapinna mudeli mõõdistamine
- Elektromagnetilise lokaatori (EML) uuring
- Georadari uuring
- Kaevude uuring
- 2,5D CAD joonise vormistamine
- 3D modelleerimine

Kastutatud seadmed

Geodeetilised instrumendid:

1. Elektrontahhümeeter Leica TS12
2. Digitaalne Nivelliir Sprinter 250M

EML seadmed:

1. EML – Radiodetection (SPX) RD8100PTLG EML
2. Sond – Radiodetection (SPX) S18A, 33 kHz sond, määramissügavus 4 m
3. Maa magnetvälja muutuse mõõtja – Magna-trak 202

GPR seadmed:

1. GPR – GuidelineGeo (Mala GeoScience) EasyLocator HDR Pro, 450 MHz antenn
2. ImpulssRadar AB 3D georadar Raptor 450 MHz kõrgresolutsioonilise antennimassiiviga

Kastutatud tarkvara

- Microstation Powerdraft
- Qgis/ Three.js
- FME
- PostGreSQL/PostGIS

Nõuded

Mõõdistamistööd on tehtud kooskõlas Majandus- ja kommunikatsiooniministri 14. aprill 2016.a. määrusega 34 “Topo-geodeetilisele uuringule ja teostusmõõdistamisele esitatavad nõuded” ja tellimuse lähteülesandega „Nõuded maa-aluste tehnovõrkude uuringu tulemuste asukoha- ja kõrgusandmete kvaliteediklassidele“ ning „Nõuded maa-aluste tehnovõrkude uuringu tulemuste koostamiseks ja vormistamiseks“.

Tööprotsess

Esialgne tööplaan

Tegevuse kirjeldus	Teostamise aeg
Andmemudeli loomine (Tagide süsteem tehnovõrkude kirjeldamiseks Microstation DGN)	28-29 nädal
Kaevude uurimise rakenduse prototüübi loomine	29-30 nädal
Olemasolevate lähteandmete kogumine ja süstematiseerimine	30-31 nädal
Möödistusvõrgu rajamine ja nivelleerimine	30 nädal
Maapealse situatsiooni möödistamine	31 nädal
Maapinnamudeli möödistamine	31 nädal
Georadari välitööd	31 nädal
Vee- ja kanalisatsioonikaevude uurimine	31 nädal
Sidekaevude uurimine	32 nädal
Möödistatud andmete võrdlemine olemasolevate andmetega Esimene osa	32-33 nädal
EML uuringu mahu selgitamine peale Georadari esialgset andmetöötlust	33 nädal
Tehnovõrkude uuringud sh EML uuringute läbiviimine torustike/kaablite tuvastamiseks	34-35 nädal
Möödistatud andmete võrdlemine olemasolevate andmetega Teine osa	36 nädal
Uuringutulemuste vormistamine 2,5D DGN	37 nädal
3D-mudeli loomine	38 nädal
Uuringuraporti koostamine	39 nädal
Töö üleandmine	40 nädal

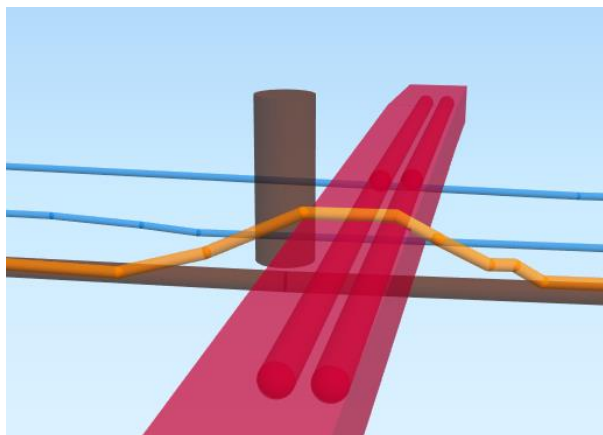
Protsessi kirjeldus

Algselt kavandatud tööplaani tuli muuta, sest osa töid pidi ilmastikuolusid arvestades ettepoole tõstma. GPR välimöödistused tuli teha varem kui planeeritud. Kuna GPR uuringu ajal oli tänav suletud, tuli samale ajale viia ka sõiduteel asetsevate kaevude uurimine.

Pärast võrguvaldajatelt andmete saamist, küsiti täpsustavaid andmeid elektri- ja gaasivõrkude kohta ning käidi andmeid täpsustamas Tallinna Vee arhiivis.

Georadari interpreteeringute täpsustamine toimus pikema aja jooksul kohtades, kus ilmnas andmete vastuolu või oli vajadus suurendada interpreteerimise punktide arvu.

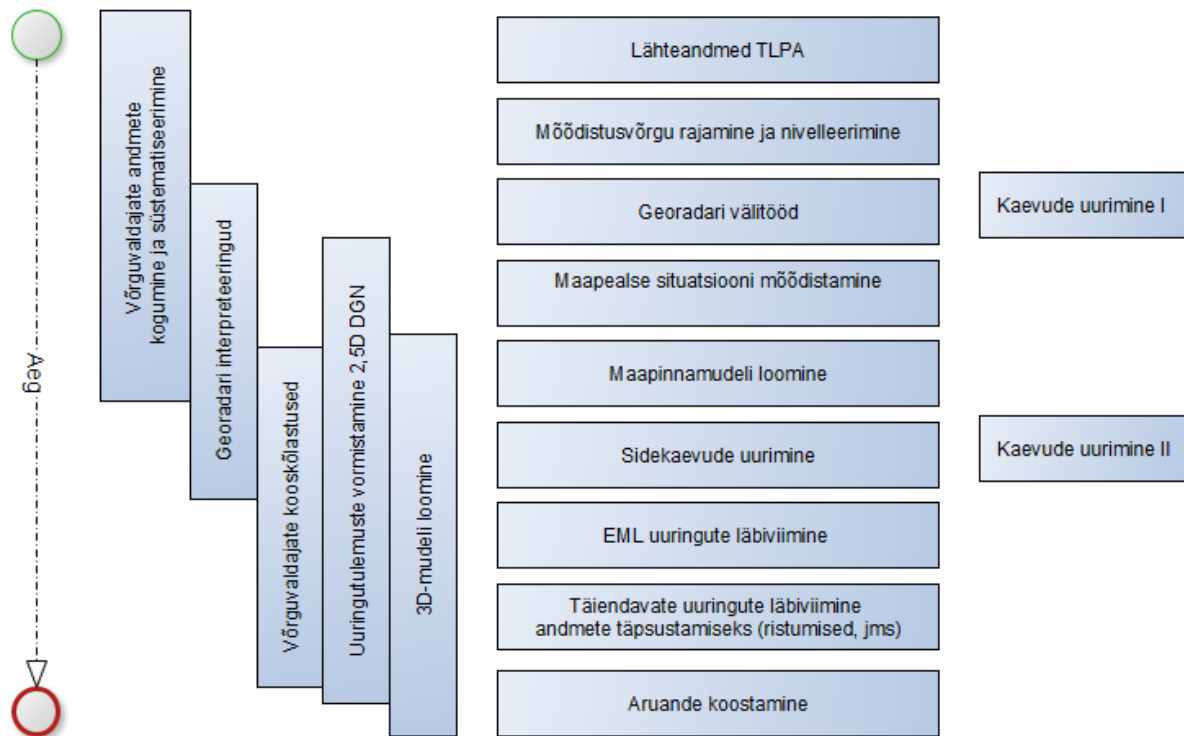
Algselt ei olnud arvestatud korduvate GPR/EML uuringute tegemise vajadusega, mis oli tingitud uurimise käigus saadud vastuolulistest või ebapiisavatest andmetest. Võimalikes ristumiste kohtades tuleb uurimispunktide tihedust suurendada.



Joonis 2 - Gaasitrassi üleminek soojakünast

Kaevude uurimine toimus kahes etapis nagu oli planeeritud.

Uuringutulemuste vormistamiseks loodi MicroStation PowerDrafti lisavahendid nõuetele vastavate atribuutandmete lisamiseks elementidele. Uuringute vormistamine võttis rohkem aega kui algselt planeeritud seoses uute nõuete juurutamise ja andmehalduse uue lähenemise väljatöötamisega.



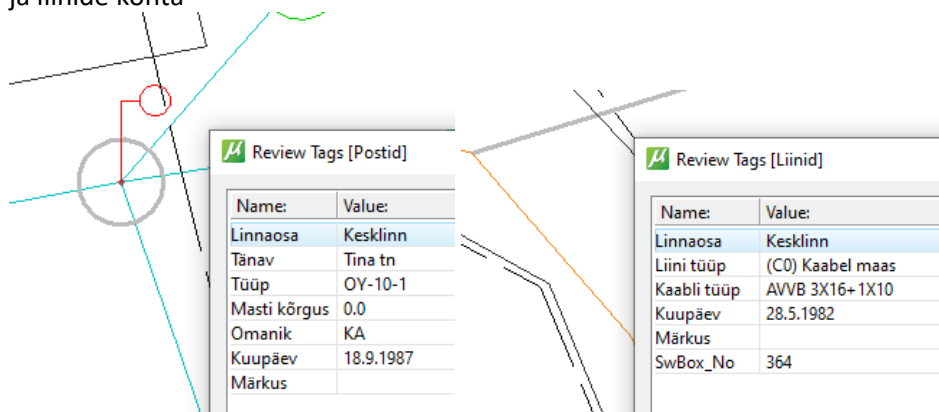
Joonis 3 – Tööde etappide ajaline vaade

Algne mõte oli genereerida 3D mudel juba lõplikult vormistatud 2.5D joonisest. Töökäigus osutus, et 3D mudel on efektiivne vahend vastuolude ja vigade leidmisel. Sellest tulenevalt genereeriti mudelit korduvalt, mille alusel planeeriti täiendavate uuringute läbiviimist.

Erinevates etappides tehtud tööde käigus kogutud informatsiooni ja ette tulnud probleemide alusel tehti järeldused, mis on lisatud käesolevasse aruandesse.

Kasutatud lähteandmed

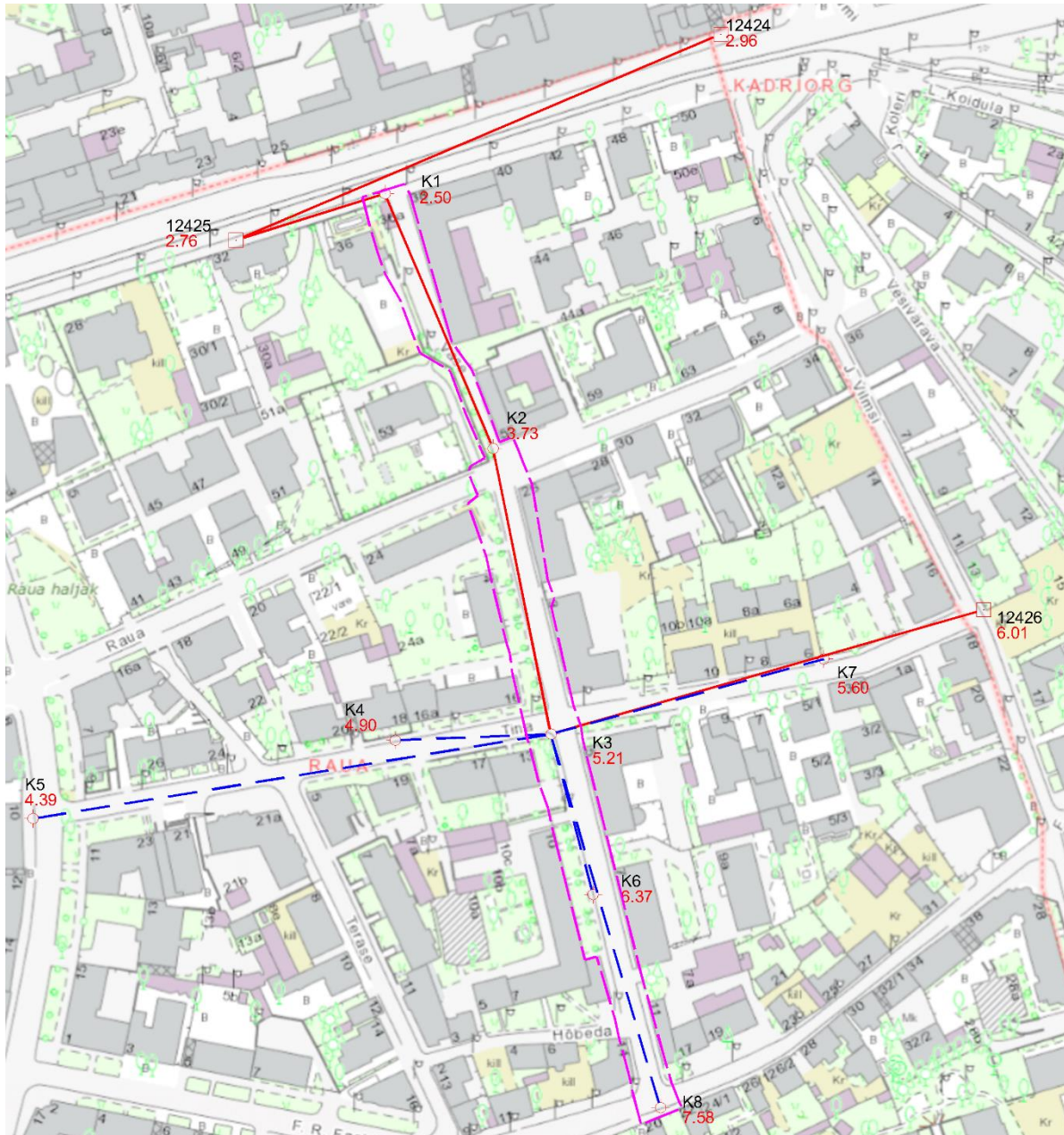
Tehnovõrgu valdajatelt ja Tallinna Linnaplaneerimise ametist saadud andmed on kirjeldatud järgnevas tabelis.

Gaas Gaasivõrk AS	Gaasi andmete väljastamise tasu oli teistest oluliselt kallim (140 Eurot). Andmed väljastati pdf formaadis. Enamajaolt oli tegemist skaneeritud skeemide ja toruprofiilidega. Andmete hulgas oli üks teostusjoonis aastast 1998. Andmeid ei olnud kogu tänava ulatuses ja nad olid kasutatavad informatiivselt. Andmed pärinevad aastatest 1949-2001																														
Tänavavalgustus Elektrilevi OÜ	Esitati dgn formaadis skeem, mis sisaldas ka atribuutinfot postide, valgustite ja liinide kohta  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Name</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Linnaosa</td> <td>Kesklinn</td> </tr> <tr> <td>Tänav</td> <td>Tina tn</td> </tr> <tr> <td>Tüüp</td> <td>OY-10-1</td> </tr> <tr> <td>Masti kõrgus</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>Omanik</td> <td>KA</td> </tr> <tr> <td>Kuupäev</td> <td>18.9.1987</td> </tr> <tr> <td>Märkus</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Name</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Linnaosa</td> <td>Kesklinn</td> </tr> <tr> <td>Liini tüüp</td> <td>(C0) Kaabel maas</td> </tr> <tr> <td>Kaabli tüüp</td> <td>AVVB 3X16+1X10</td> </tr> <tr> <td>Kuupäev</td> <td>28.5.1982</td> </tr> <tr> <td>Märkus</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SwBox_No</td> <td>364</td> </tr> </tbody> </table>	Name	Value	Linnaosa	Kesklinn	Tänav	Tina tn	Tüüp	OY-10-1	Masti kõrgus	0.0	Omanik	KA	Kuupäev	18.9.1987	Märkus		Name	Value	Linnaosa	Kesklinn	Liini tüüp	(C0) Kaabel maas	Kaabli tüüp	AVVB 3X16+1X10	Kuupäev	28.5.1982	Märkus		SwBox_No	364
Name	Value																														
Linnaosa	Kesklinn																														
Tänav	Tina tn																														
Tüüp	OY-10-1																														
Masti kõrgus	0.0																														
Omanik	KA																														
Kuupäev	18.9.1987																														
Märkus																															
Name	Value																														
Linnaosa	Kesklinn																														
Liini tüüp	(C0) Kaabel maas																														
Kaabli tüüp	AVVB 3X16+1X10																														
Kuupäev	28.5.1982																														
Märkus																															
SwBox_No	364																														
Kaugküte Utilitas Tallinn AS	Kaugkütte andmed väljastati dgn skeemina, ning täpsemad andmed olid Vase 3 ja Vase 5 osas, mis sisaldasid nii profiile kui ka kaevuandmeid jpg formaadis. Kütetrassid ristuvad Vase tn kuues kohas. Andmed pärinevad aastast 1964																														
Elekter Elektrilevi OÜ	Elektrilevi andmete väljastamise tasu 15 EUR. Elektriandmed on enamjaolt esitatud skeemidena tif ja pdf. Skeemidelt on võimalik joonsidemete abil määrata trassi ligikaudne asukoht, kui hoonestus ei ole muutunud. Väljastati kõik teostusjoonised dwg ja dgn formaatides. Lisaks ka Geoinfosüsteemi kaabliskeemi väljavõtte. Andmed pärinevad aastatest 1936-2008																														
Side Telia Eesti AS	Telia väljastab väljavõtte geoinfosüsteemist, mis sisaldab siderajatiste 2D infot. Teostusjooniseid ei väljastata																														
Vesi ja kanalisatsioon Tallinna Vesi AS	Tallinna Vesi oma infosüsteemist andmeid ei väljasta. Arhiivis käidi täpsustamas veetorude tehnilisi andmeid. Võimalik on tellida ka arhiivikaustadest koopiaid																														
Teostusjoonised TLPA	Saadud joonised käsitlesid tänavavalgustuse, elektri, vee ja kanalisatsiooni teostusjooniseid üksikute lõikude kohta. Vanemad mõõdistused olid Tallinna kohalikus koordinaatsüsteemis. Elektri ja VK joonised sisaldasid osaliselt ka kõrgusandmeid. Andmed pärinevad aastatest 1998-2008																														
Koondplaan TLPA	Koondplaan ei kajasta kõiki teostusjooniseid. Vase-Raua Ristis on 2002 teostatud elektriteostusjoonis (561 Raua.dwg), mida ei ole koondplaanile kantud.																														

Objekti kõrguslik ja plaaniline sidumine

Mõõdistamine on teostatud L-EST 97 koordinaatsüsteemis ning EH2000 kõrgussüsteemis. Plaaniliseks sidumiseks on kasutatud polügonomeetria punkte PP12424, PP12425, PP12426. Tahhümeetriline käik mõõdistatud täisvõtetega. Kõrguslikuks sidumiseks kasutati polügonomeetria punkte PP12425, PP12426 ja PP302.

Sidumiseks vajalikud käigud mõõdistati koos ristuvat Tina tänavat mõõtvat K-Projekti geodeedi Kristjan Luubiga.



Joonis 4- Mõõdistuskäigu punktide skeem

Maapealse situatsiooni mõõdistamine

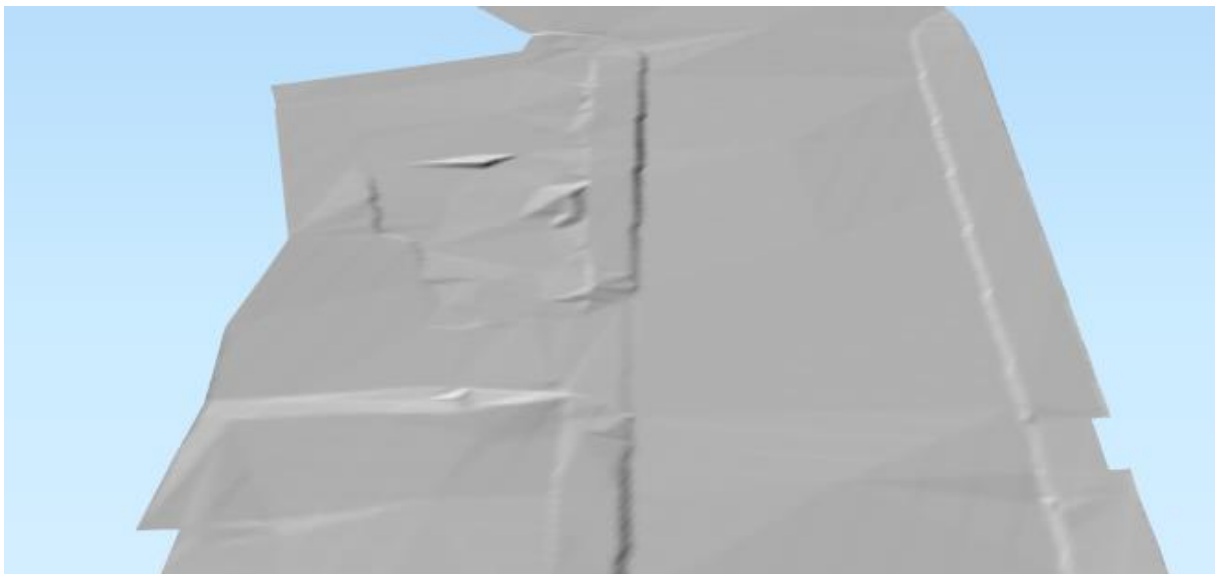
Maapealne situatsioon mõõdistati tahhümeetrilisel meetodil. Mõõdistati kogu maapealne situatsioon.

Maapinna mudeli mõõdistamine

Maapinna mudeli loomiseks mõõdistati looduses kõik joon- ja punktelemendid ja reljeefi iseloomulikud punktid. Sõidutee ja kõnniteede kate Vase tn on väga amortiseerunud ja mudeli pind seetõttu väga heitlik. Samuti olid haljasaladel maapinnal turritamas suured puujuured, mis omakorda tekitasid mikroreljeefi nähtusi.



Joonis 5- Mikroreljeef Vase tänaval



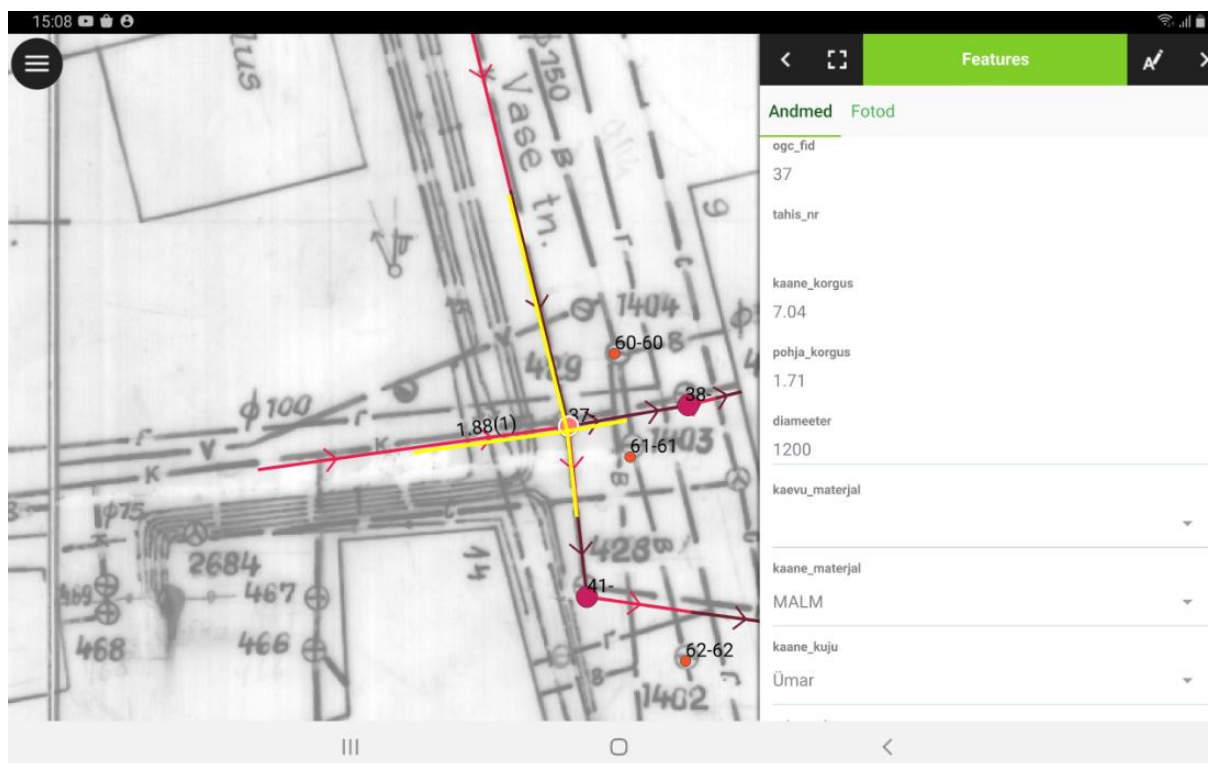
Joonis 6- Maapinnamudel Vase tänaval

Tehnovõrkude uuringud

Terves uuringualas teostati kõikide kaevude uuring. Lisaks uuriti kaeve ka väljaspool uuringuala, et saada kätte torude plaaniline ja kõrguslik paiknemine töö piirialadel.

Vee-, kanalisatsiooni, sademevee ja drenaaži kaevude uuring:

Enne kaevude uuringut valmistati ette kaevude ja torude skeem, mis konverteeriti prototüüplahendusena tahvelarvutisse (*Joonis 7*). Kaevu- ja toruandmete kogumine ja fotode tegemine toimus otse väliarvutis. Peale välitööde lõppu konverteeriti andmed väliseadmest andmebaasi objektideks (koos kogutud atribuutandmetega), kaevude asukohad täpsustati välimõõtmise andmete järgi. Uurimata jäi kaks kanalisatsiooni kaevu ja üks sademevee kaev, mida ei olnud võimalik avada. Uurimata kaevud olid mittetöötava süsteemi osad. Samuti jäi uurimata üks drenaažikaev, mida ei olnud võimalik avada.



Joonis 8 – Näide tahvelarvutis olevast prototüüplahendusest

Kui ei õnnestunud kaevu avada, tehti toru teisest otsast avatud kaevu kaudu sondiuuring ja määrati toru asukoht EML seadmega koostöös Lokaator OÜ spetsialistidega. EML-i ja sondiga kontrolliti ka ilma kaevuta kanalisatsioonitorude pöörangud.

Põhiliseks probleemiks kanalisatsiooni kaevude uurimisel on need. Torude põhjades ja kaevudes esinevate setete tõttu on keeruline määrata nii toru põhja kõrgust kui ka toru läbimõõtu. Toru läbimõõdu määramise teeb keeruliseks asjaolu, et kaevus ei alga toru mitte toruna, vaid torumuhvina. See omakorda annab sisemise läbimõõdu asemel hoopis välimise mõõdu.

Osasid kaeve ei olnud võimalik avada, kuna nende kaaned on randi sisse kas kinni roostetanud või pigiga kinni pinnatud.

Näited kaevudest, mida ei õnnestunudki avada - K32, K33 ja SK6



Joonis 9 - Näited kaevudest, mida ei õnnestunud avada - K32, K33 ja SK6

Uuriti kõik mõõdistusalasse jäävad veekaevud. Veekaevude puhul oli tavaline, et kaevus oli vett ja/või setteid nii palju, et täpset toru asukohta sai mõõta ainult mõõtelatiga tunnetades. Torustike kõrgused määrati kaevudest mõõtelatiga mõõtes ja GPR ja EML uuringutulemuste alusel. Malmist veetorude asukoha kontrollimisel EML-iga puutusime kokku probleemiga, et toru ei kandnud signaali lihtsalt edasi.

Sidevõrgu uuring

Kuna sidekaevude uurimine on oluliselt keerulisem, siis koostati enne välitööd kaevukaardid, mis trükiti välja ja täideti objektil käsitsi. Sidevõrkude puhul viidi läbi kõikide kaevude uuring.



Joonis 10 – Näide sidekaevu paketist

Torustike sügavused määrati kaevude uurimistulemuste ja georadari uuringust saadud andmete põhjal. Trassilõike, mida GPR ei suutnud tuvastada, määrati ka EML-ga. Võrreldes teiste võrkudega, tulid sidetorustikud GPR uuringus kõige paremini esile. GPR-iga saadud sügavusandmed langesid enamasti kokku kaevudest mõõdetud kõrgusandmetega. Siiski esines lõike, kus kõrgusandmed erinesid, võrreldes kaevudes teostatud uuringutega.

EML-iga määrati trasside asukoht ja sügavus aktiivsel meetodil, indutseerides signaali tehnovõrku tangide abil.

Uurimist häiris kaevudesse kogunenud vesi, mis hiljem siiski alanen ja uuring õnnestus läbi viia ilma kaeve veest tühjaks pumpamata.

Kaugküttevõrgu uuring

Soojakamber jäi küll objekti piiridest välja, kuid kambri uuring oli vajalik torude ja künade kõrguste saamiseks

Küttetorustike asukoha määramiseks kasutati nii otse torule indutseerimise võimalust kui ka ühe kanalilise impulssradariga torude asukoha määramist. GPR uuringu tulemusena oli näha, et kõnniteede ulatuses olid torud otse pinnases ja paistsid torudena. Sõiduteel seevastu õnnestus tuvastada ainult torusid ümbritsev küna.

Otse torule indutseerimine osutus võimalikuks Raua ja Narva mnt vaheliste torustike puhul, sest mõõdistusala läheduses oli võimalik avada soojuskamber. Hiljem otsustasime, et otsime lähima kambri ka Tina tänavaga ristumise lähedal, kust saime indutseerida signaali otse torustikku ja see andis EML-ga määramiseks head eeldused. Tulemusena võib välja tuua, et EML-ga määratud torude asetus oli vastavuses georadariga (GuidelineGeo (Mala GeoScience) EasyLocator HDR Pro) määratud künadega.

Gaasivõrgu uuring

Gaasitorustike esmase EML uuringu teostasid Gaasivõrkude spetsialistid. Antud alal on tegemist terastorudega ja seega oli võimalik läbi maakraanide ja elektrikontaktide indutseerida signaal torusse. Looduses määrati nii asukohad kui ka sügavused. Olemas olevate andmete põhjal selgus, et on olemas mõned soojustrassi ületused, kus toru tuleb maapinnale oluliselt lähemale. Nendes lõikudes viisime läbi täiendavad EML ja GPR mõõtmised.

Elektrivõrgu uuring

Elektrikaablite andmed kanti uuesti joonisele Elektrilevi poolt väljastatud skeemide andmete alusel. Kuna skeemid ei sisalda kaablite sügavus- ega kõrgusinfot, siis mõõdeti kõik kaablid looduses EML seadmega üle ja määrati paralleelselt kulgevatest kaablitest moodustuvatele pakettidele telje kõrgused. Madalpinge kaablite väljaotsimiseks kasutati signaaltange. Signaaltangidega indutseeri signaal hoonete juurest asuvatest elektrikilpidest. Keskpingekaablite määramisel kasutati trassi kohalt indutseerimise meetodit. Selle meetodi kasutamist linna tingimustes raskendab teiste ristuvate trasside olemasolu ja mõjutab generaatori kaugus otsitavast kohast. Generaatori läheduses kuni ca 15m kaugusele ei ole see meetod kasutatav. Ristuvad trassid vähendavad selle meetodi puhul signaali selgust ja sügavuse määramine on raskendatud. Parema tulemuse saamiseks teostasime asukoha määramist erinevate sagedustega signaali indutseerimise teel.

Tuvastatud tundmatud objektid

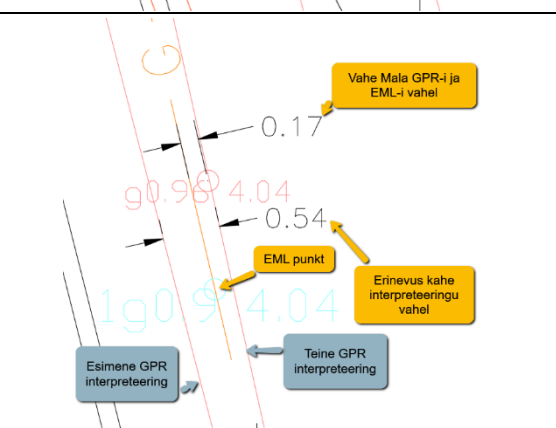
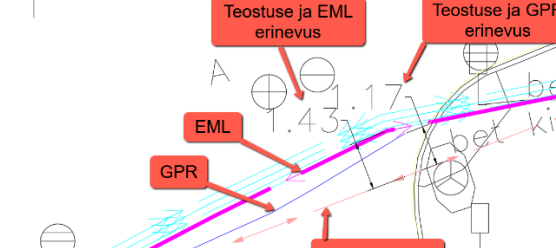
Ainuke tehnoloogia, mis võimaldab tuvastada objekte, mida ei ole kasutatud lähteandmetes, on uuring antennimassiiviga 3D georadari abil. Georadari uuringu interpreteeringust saadud andmed jagunevad kolmeks. Esimene osa andmetest langeb kokku teiste uurimismeetoditega saadud tulemustega. Teine osa andmetest ei vasta teada olevatele objektidele. Kolmas osa andmetest on ebaloogiline ja tundub, et on tegemist interpreteerimise vigadega, kus on mindud üle ühelt objektilt teisele.

TTO kajastamiseks 2.5D-joonises võeti kasutusele kaks kihti ERINOUE_TTO ja ERINOUE_KOORDPUNKT. Kihile ERINOUE_TTO kanti kõik GPR-uuringuga leitud objektid, mille olemust ei suudetud määrata. ERINOUE_KOORDPUNKT kihile kanti TTO-objektide käänupunktidesse asetatud koordinaatpunktid. Koordinaatpunktide atribuutandmetes on vastava objekti kõrgusinfo selles punktis.

Vastuolud erinevate uuringumeetodite vahel

Erinevate uuringumeetoditega saadud andmed on üldiselt võrreldavad ja erinevused jäävad lubatud vea piiridesse. Suuremad erinevused võrreldes EML ja GPR uuringut olid antennimassiiviga Georadari interpreteeritud joonte vahel

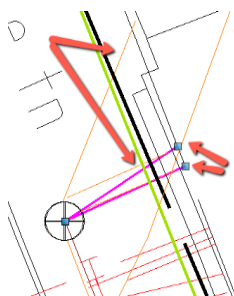
Allpool toodud tabelis on väljatoodud mõned suuremad erinevused erinevate uuringumeetoditega saadud andmete vahel

Probleem	Selgitav joonis
EML ja GPR antennimassiiviga kogutud andmete vastuolu küttetorustiku määramisel 0.75m	 Erinevus GPR interpreteeringu ja EML määratud küttetorustiku vahel 0.75
GPR antennimassiiviga kahe erineva interpreteeringu omavaheline vastuolu gaasitorustiku määramisel.	 Vahe Mala GPR-i ja EML-i vahel 0.17 4.04 0.54 EML punkt Erinevus kahe interpreteeringu vahel Esimene GPR interpreteering Teine GPR interpreteering
Teostusjoonis, EML ja GPR andmed ei lähe omavahel kokku Raua tn 26 poolses otsas.	 Teostuse ja EML erinevus Teostuse ja GPR erinevus EML GPR Teostusjoonis 1.43 1.17

Valminud töö võrreldes olemasolevate andmetega.

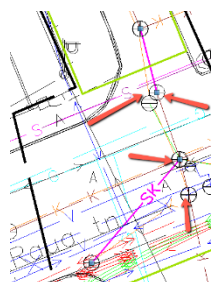
Koondplaanile on kantud andmed nii teostusjooniste kui ka geodeetiliste alusplaanide pealt. Allpool toodud piltidel on uuringu trass esitatud lilla värviga ja nooltega on viidatud vastavale trassile koondplaanil.

Koondplaani kanalisatsioon ja sadekanalisatsioon langevad küllalt täpselt kokku uuringu andmetega, kuna torud jooksevad kaevude vahel üldiselt sirgelt, ebatäpsused tulevad kaevu ja maja vahel olevatest torudest, kust majja sisenemine pole teada (Joonis 11). Joonestilid vahelduvad arusaamatult.

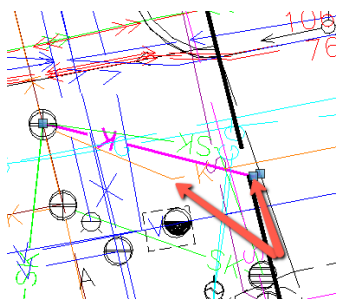


Joonis 11 – Erinevused kanalisatsiooni majasisendites

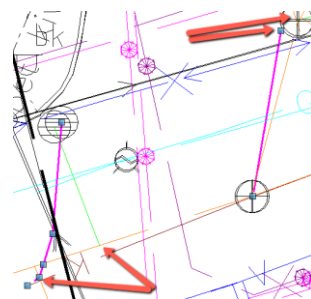
Koondplaanil on kohti, kus kaevud on valesti ühendatud (Joonis 12) ning erinevused raskesti tuvastatavates kohtades (Joonis 13, 14).



Joonis 12

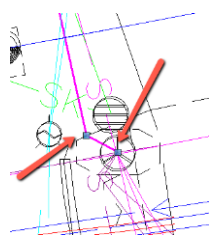


Joonis 13

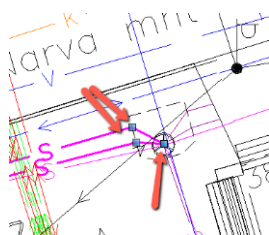


Joonis 14

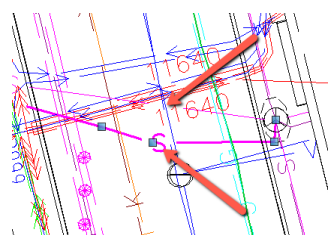
Sidevõrkude uurimisel saadud ja koondplaanil esitatud andmete vahel on põhimõtteline erinevus. Uurimise käigus on tuvastatud sidepaketid oma mõõtmetega ja ka kambri mõõdud. Koondplaanil on sidetrassid joonistatud kaevu tsentristi tsentrisse (Joonis 15, 16). Asukoha erinevused maksimaalselt 1.55m (Joonis 17)



Joonis 15

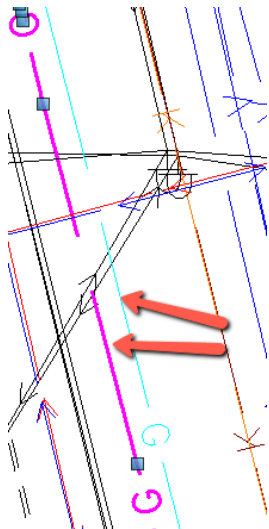


Joonis 16



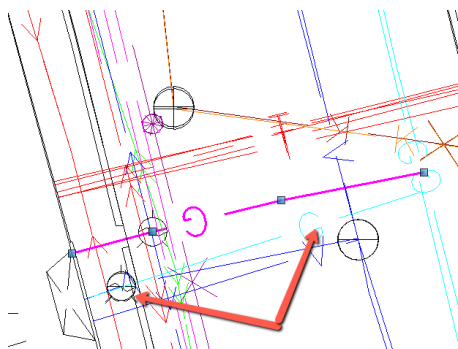
Joonis 17

Koondplaani gaasi trasside asukohad erinevad uuringu tulemusena saadud asukohtadest. Näiteks Tina Raua vahelises lõigus on erinevus kuni 69cm (Joonis 18).



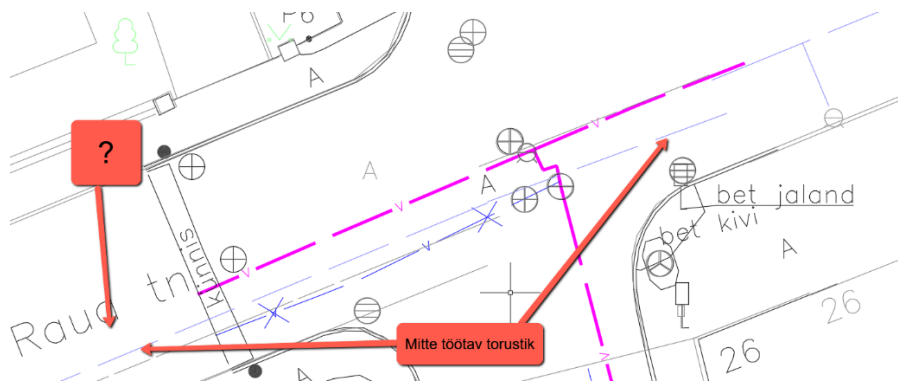
Joonis 18

Enamustel geoalustel läbib gaasitrass veesiibrit (Joonis 19). Koondplaani ja geoalustel on võrreldes uurimistulemistega suured asukoha erinevused, kuna gaasivõrkude osas puuduvad antud piirkonnas digitaalsed teostusmõõdistused trassi vanuse tõttu.



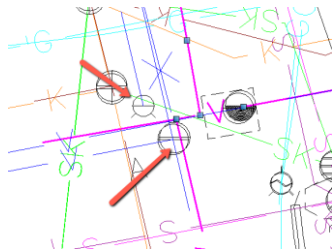
Joonis 19 – Veesiiber Vase 14 ees

Vee teostusjooniste andmed ei kajastu koondplaani Raua Vase ristmikul, vaid trass on mitmes eritükis maksimaalne erinevus 1.14m. (Joonis 20)



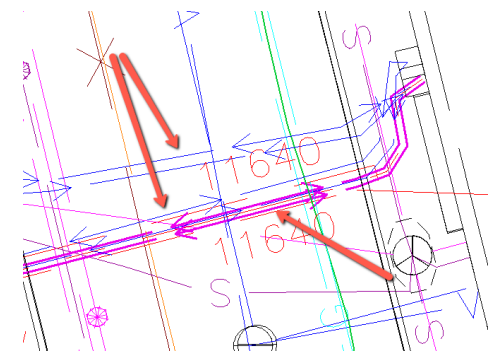
Joonis 20

Üldiselt on andmed veetrassi asukoha ja ühenduste kohta väga segadust tekitavad ning ebausaldusväärsed (Joonis 21).

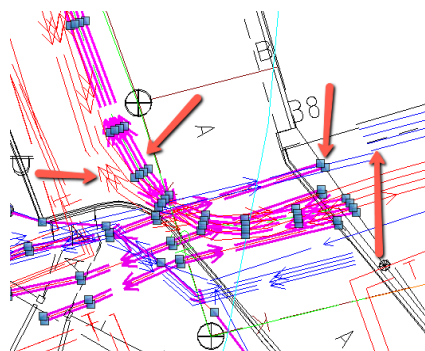


Joonis 21

Elektri osas on koondplaanil kohti, kus andmed ei lähe asukohaliselt, kaablite koguse ja liigi järgi (EP_KAABEL, KP_KAABEL) kokku ning koondplaanilt on andmeid puudu (Joonis 22, 23).

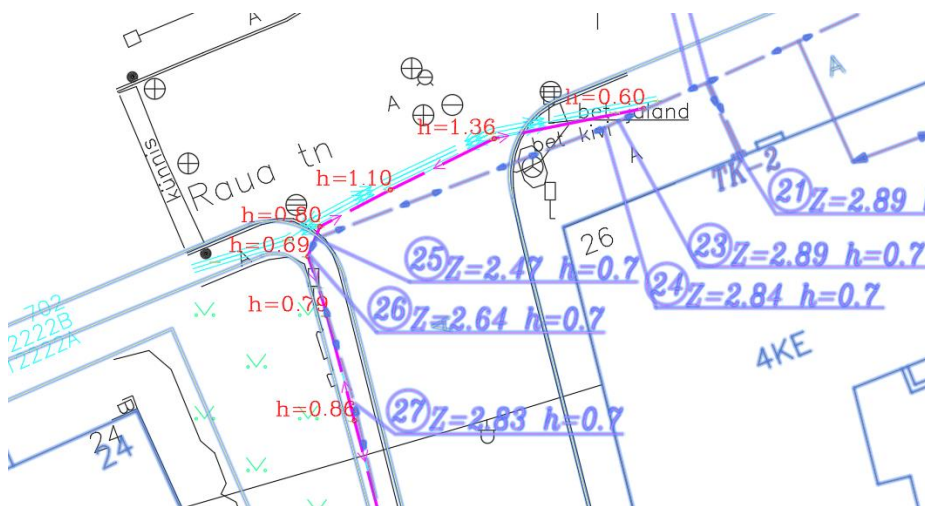


Joonis 22



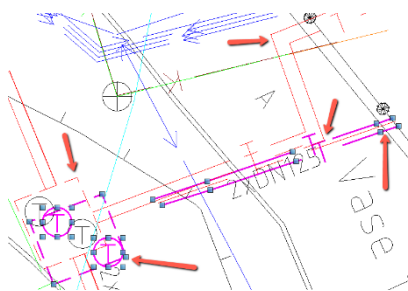
Joonis 23

Elektri teostusjoonise kõrgused (joonisel sinised) erinevad 1,43 m plaaniliselt ja kuni 66 cm kõrguslikult uuringu tulemustest Rauda tn 26 poolses otsas, mida kinnitab ka EML uuring. Probleemiks on liiga väike käänupunktide arv trassil.



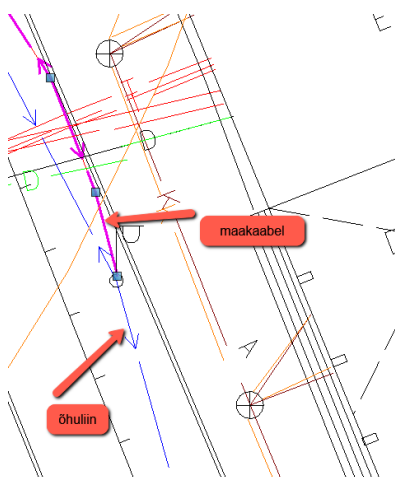
Joonis 24

Kütte ja drenaaži info on saadud Utilitasest. Koondplaanil olev info ei vasta tegelikele asukohtadele. Samuti ei vasta kambrite mõõdud (joonis 25). Koondplaanilt ja Utilitase infost on puudu sooja trasside küna andmed. Drenaaži süsteem on amortiseerunud ning kaevudest õigete andmete saamine on raskendatud. Kui kaevud on alles, leitavad siis torude asukoht klappis.



Joonis 25

Tänavavalgustuse kaabli info on koondplaanile kantud Elektrilevi skeemi alusel ning ei vasta tegelikkusele (joonis 26) Koondplaanil on õhuliini asemel maakaabel.



Joonis 26 - Üleminek maakaablist õhuliinile

Kokkuvõtteks – Koondplaan ja geoalused on siiski üsna sarnased, vead korduvad ning jääb mulje, et uusi andmeid ei toodeta ning olemasolevaid andmeid ka ei kontrollita.

Kokkuvõte ja ettepanekud

Maa-aluste tehnovõrkude kompleksuuringu teostamisel on tervikpildi saamiseks vaja erinevate standardsete ja raadiotehniliste EML ja Georadar tehnoloogiate koos kasutamist. Kõikide kasutatavatel tehnoloogiatel on oma piirangud ja erinevate andmete kokkupanemine on keeruline nii saadud andmete erinevuste kui ka tehnoloogiliste piirangute tõttu. Välja võib tuua EML ja GPR uuringute erineva hinna. Georadari tööde tellimine on võrreldes EML -iga oluliselt kallim. Põhiliselt mõjutab GPR uuringute hinda interpreteerimise keerukusest tingitud aeg.

Maksimaalselt täpsete andmete saamiseks tuleb kasutada kõiki 3 tehnoloogiat.

Tähelepanekud tehnoloogiate osas

Tähelepanekud EML uuringutele:

- Alati peab proovima indutseerida generaatorisignaali jälgitavasse rajatisse, kas indutseerimis- tangide või otsekontaktiga rajatise külge.
- Otsekontaktiga rajatise külge indutseerides tuleb kindlasti teha õigesuunaline maandus
- Maapealt indutseerides tuleb kontrolliks kasutada erinevaid sagedusi.
- Oluline on teada taustainfot, milliste teiste rajatistega jälgitav objekt ristub ja kus need ristumised asuvad.
- Kui on vaja sondeerida, siis on vaja kindlasti teada, mis on sondeeritava toru materjal.
 - Metalltoru sondeerimiseks ei sobi iga sond.
- EML uuringu teostaja peab olema koolitatud ja kogemustega
- EML ei võimalda määrata asukohta kaablite ristumiskohtades signaalide hajumise ja moonutuste tõttu.

Tähelepanekud GPR uuringutele:

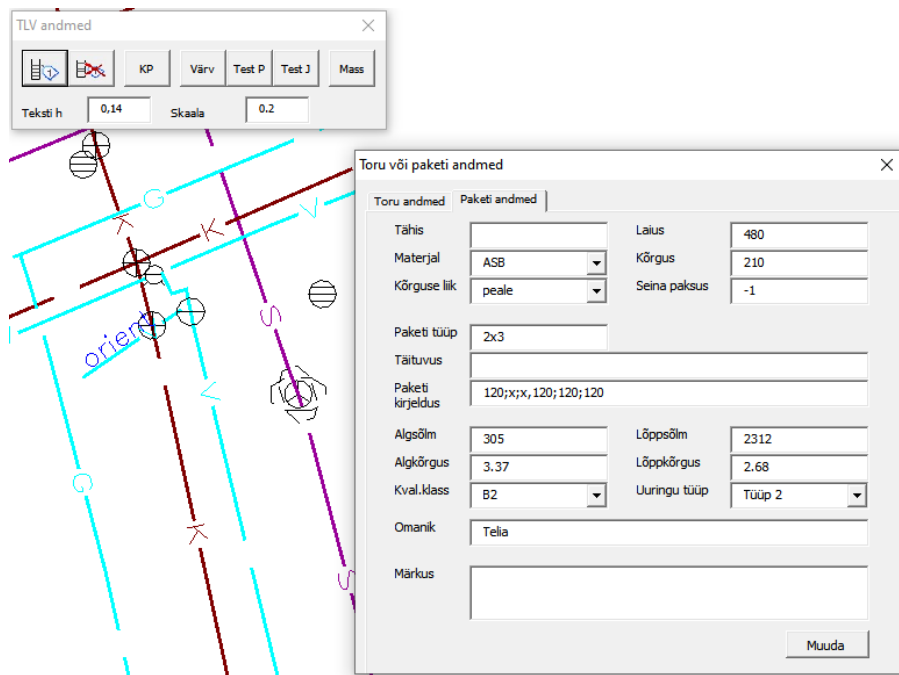
- Häid tulemusi andis suunatud otsimine, mis tähendab, et oli teada mida ja kust kohast otsida.
- Objektil võib olla piirkondi või lõike, kus pinnase koosseis on GPR mõõtmiste teostamiseks väga ebasobiv. (Raua-Vase ristmik ning Tina-Vase ristmik samuti Vase-Faehlmanni ristmik)
- Antennimassiiviga ala skaneerimisel täheldasime Georadari andmetes plaanilisi asukohta erinevusi võrreldes EML ja ühe kanalilise GPR andmete vahel. Erinevuste põhjused võivad olla põhjustatud suurtest ebatasasustest, kalletest ja interpreteerimise vigadest.
- Probleem GPR seadme positsioneerimisel suure maapinna kalde puhul.
 - Näiteks kui 10 kraadise kalde all olev GPR antenn on ühendatud 2m kõrgusel asuva prismaga, siis tuleb objekti määramise asukohta erinevus ca 0.52m. Andmete täpsuse suurendamiseks tuleks prisma viia võimalikult madalale.

Ettepanek: Teostada kontrollmõõtmised tee rekonstrueerimise käigus avatud kaevikuga ja võrrelda tulemusi kinniste ja avatud meetodite vahel.

Tähelepanekud tarkvarade osas

Lähteülesandes toodud nõuete täitmine vajab täiendavaid lisaarendusi täitjate tarkvaradele.

Microstation (.dgn) tarkvara puhul on võimalik tagide kirjeldused teha standardvahenditega, kuid on otstarbekas arendada kasutajasõbralik töövahend, mis võimaldab kasutajatel kontrollida andmete täielikkust ja loogilisust. Käesoleva töö raames loodi objektidele andmete lisamiseks MicroStationi töövahendid.



Tähelepanekud lähteülesande osas

Lähteülesandes toodud nõuded on mõistlikud juhul, kui on vajalik uuringupiirkonna jaoks saada täpseid andmeid ning on oluline, et objektide andmed oleksid masinloetavad. 3D mudel on genereeritud 2.5D joonisest ja tulevikus on võimalik arenduste abil joonistest mudeleid automaatselt genereerida.

Järgmistes hangetes oleks mõistlik lisada lähteülesandesse võimalus vormistada andmeid GIS failidena kokkulepitud formaadis (SpatiaLite, GeoPackage, shp vms.), mis võimaldaks kasutada andmete kokkupanemiseks vabavaralisi süsteeme nagu näiteks QGIS. Samuti oleks võimalik seostada näiteks pilte kaevuga ja kaevule klõpsates neid QGIS-is vaadata.

3D mudeli nõue on äärmiselt oluline vigade kontrolliks ja vastuolude tuvastamiseks. 2,5D joonises on vigade tuvastamine oluliselt raskem, kuna andmed on vaadeldavad numbriliselt, kuid puudub visuaalne pilt objektide kõrguste ja mahulisuse osas. Käesoleva uuringu käigus loodi mitu mudelit, mille iga uus versioon parandas eelmist ja probleemseid kohad tuvastati visuaalse vaatluse teel.

Lisaks on oluline, mida toodetud andmetega edasi tehakse. 2,5D andmed on masinloetavad ja kindlasti peaks kogutud andmed olema taaskasutatavad. Meie arvates tuleks kindlasti kehtestada teostusjooniste andmetele masinloetavuse nõue. Teostusjoonised on kõige täpsem uuring, ning nende andmed jäävad ringlusesse aastakümneteks. Andmete koosseis tuleb tehnovõrkude valdajatega kooskõlastada ja vajadusel täiendada. Samuti peaks olema ka uuringutes esitatavad andmed olema masinloetavad ning taaskasutatavad ning mida tuleks koguda ja hallata ühtses tehnovõrkude andmebaasis.

Ettepanek nõuete täiendamiseks

Ettepanek täiendada postidele lisatavate atribuutide nõudeid:

Omadus	Näide	Kohustuslik uuring	Kohustuslik teostus	Selgitus
Võrgu liik	TV	x	x	Tänavavalgustus, side, elekter
Tähis	P1			
Posti kõrgus	8		x	Maapealse osa kõrgus meetrites
Vundamendi tüüp*	RBJ-4B		x	Valikväärtus
Kõrgus mp/vund.*** peale	22.20	x	x	Maapinna või vundamendi kõrgus meetrites (EH2000)
Vundamendi vert. mõõde**	1.6		x	Maa-alune osa meetrites
Posti diameeter	100	x	x	Millimeetrites
Märkus				
Kvaliteediklass	A	x	x	A, B1, B2, C, D
Uuringu tüüp	Tüüp 4	x	x	Tüüp 1, Tüüp 2, Tüüp 3, Tüüp 4
Omanik	Tallinn		x	

* - Vundamendi olemasolu korral on kohustuslik.

** - Vundamendi vertikaalmõõde või posti maa-aluse osa pikkus.

*** - Juhul kui postil vundamenti ei ole antakse maapinna kõrgus

Punasega on toodud välja sõnastuse muutus.

Lisad

Lisa 1- Objekti fotod.zip

Lisa 2- EML uuringu koolituse tunnistused.zip

Lisa 3- Sidekaevude skeemid.zip

Lisa 4- Sidekaevude fotod.zip

Lisa 5- VK fotod.zip

Lisa 6- 038G-20_Vase_0810.dgn

Lisa 7- Vase 3D mudel.zip

Lisa 8- GPR_tehnovõrkudeuuringus.docx

Lisa 9- Georadari_uuring_Vase_tn.pdf

Lisa 10- GPR_koolituse tunnistused