

GPR Nytorget

Stavanger Kommune

Oppdragsnummer: 80061

07.11.2022



Innhold

1.	Generelt	3
1.1.	Oppdragsgiver	3
1.2.	Oppdragstaker	3
1.3.	Oppdragsinfo	3
1.4.	Levering av digitale data	4
1.5.	Oppbevaring av benyttet materiell	4
1.6.	Rapporter	4
2.	Datainnsamling	5
2.1.	200-3000MHz 3D-radar antenne	5
2.2.	Personell	7
2.3.	Gjennomføring	7
2.4.	Vanskeligheter	7
3.	Prosessering	8
3.1.	Personell	8
3.2.	Programvare	8
3.3.	Navigasjonsløsning	8
3.4.	Prosessering av GPR rådata	8
4.	Tolkning	11
4.1.	Kvalitetssikring	16
5.	Leveranse	17
5.1.	Ledninger og objekter	17
5.2.	Terrengmodell	17

1. Generelt

1.1. Oppdragsgiver

Stavanger Kommune

Kontaktperson: Fernando Mazuera Rico

Prosjektnavn: GPR Nytorget

1.2. Oppdragstaker

Field (tidligere Terratec AS)

Vækerøveien 3

0281 Oslo

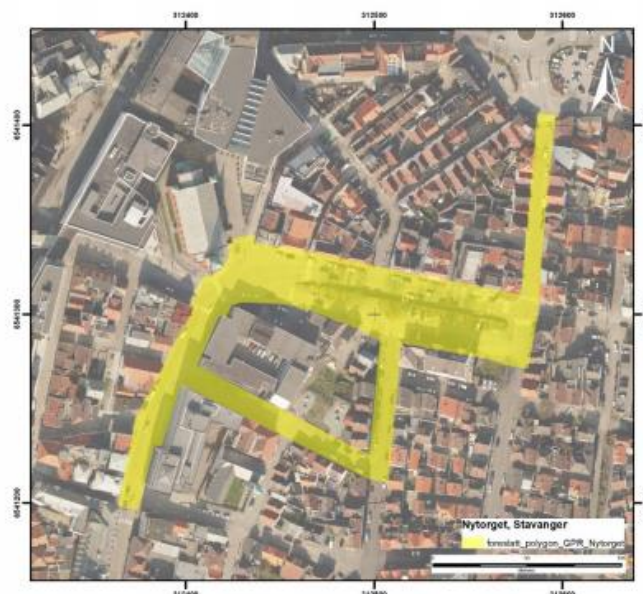
Prosjektleder: Johne Landa

Field sitt oppdragsnummer: 80061

1.3. Oppdragsinfo

Stavanger Kommune etterspurte georadarmålinger for kartlegging av all eksisterende infrastruktur ved Nytorget. Undersøkelsen omfattet kartlegging på omtrent 10870 m². I tillegg ble det ønsket en opsjon på tolkning av fjell, dersom synlig i dataene.

Undersøkelsesområdet ble kartlagt etter beste evne, med henvisning til den skisserte planen i samråd med kunden (gul avgrensning). Datafangst ble gjennomført på fylkesveien den 04.10.2022.



Figur 1: Prosjektområde som opprinnelig gitt fra oppdragsgiver



Tolkning, kvalitetssikring og leveranse er gjennomført av Johnne Landa. Denne rapporten omhandler arbeidet som er utført og de produktene som er levert.

1.3.1. Koordinatsystem

Dataleveransen er foretatt i følgende koordinatsystem:

EUREF89 UTM sone 32, høydereferanse NN2000.

1.3.2. Oppløsning og nøyaktighet

Oppløsningen på georadarmålinger er avhengig av dataenes frekvensinnhold. Siden signalets båndbredde blir mindre med dybden, vil også oppløsningen bli dårligere. Den laterale oppløsningen på 3D-radar dataene er anslått til å være 7.5cm etter migrasjon. Den laterale nøyaktigheten er dermed aldri bedre enn +/- 4cm. Den vertikale oppløsningen varierer fra 5cm @ 0,5m til 10cm @ 1,50m dybde.

Dataene måles i tid og må konverteres til dybde. Usikkerheten i dybdekonverteringen og dermed usikkerheten i absolutt dybde på rør anslås med å være +/- 5cm @ 0,5m til +/-15cm @ 1,5m dybde.

1.4. Levering av digitale data

Leveransen består av sluttrapport og tolkning i .dwg format. Høydemodellen, som ble brukt i konvertering av tolkning til absolutt høyde, er levert i .las-format.

Høydemodellen representerer punkter fra «Stavanger 2014»-prosjektet. Tolkning, høydemodell og sluttrapport ble levert via vår leveranseportal den 07.11.2022.

Innloggingsdetaljer til portalen er gitt på mail.

1.5. Oppbevaring av benyttet materiell

All rådata er lagret hos Field og oppbevares i 5 år etter leveranse.

1.6. Rapporter

Rapporter tilhørende prosjektet leveres digitalt, kopi lagres hos Field sammen med rådata.

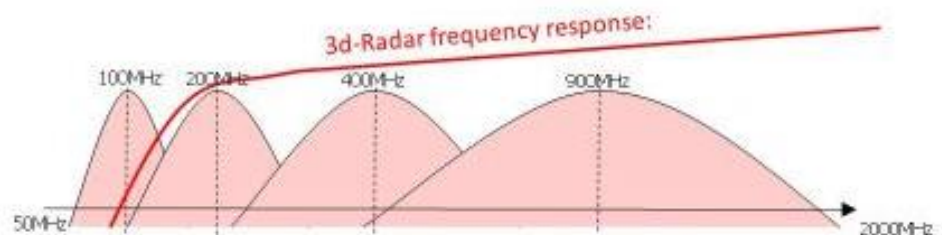
2. Datainnsamling

Georadar eller «ground-penetrating radar» (GPR) er en elektromagnetisk geofysisk metode som gjør det mulig å undersøke undergrunnen på en ikke-destruktiv måte. Elektromagnetiske bølger sendes ned i grunnen og reflekteres hvor man har en forandring i de elektriske egenskapene mellom to lag. Denne refleksjonen registreres av instrumentet og gjør det mulig å kartlegge begravd infrastruktur og grunne geologiske strukturer. Innen infrastrukturelle undersøkelser vil georadar kunne anvendes til identifikasjon, måling og kartlegging av egenskaper som asfalttykkelse, posisjoner av armering, posisjon av rør etc. i undergrunnen.

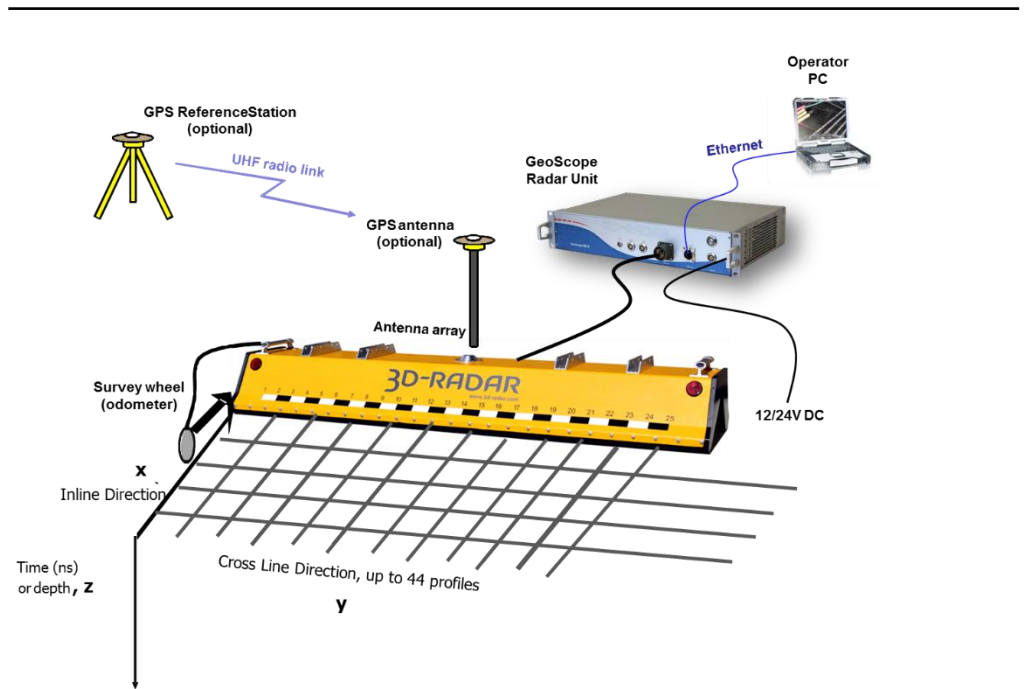
2.1. 200-3000MHz 3D-radar antenne

Data ble samlet inn ved hjelp av en bakkekoblet 3D-radar antenne som er basert på steg-frekvens prinsippet. Istedenfor en puls med fast senterfrekvens sendes det ut en serie av sinus-bølger med faste, økende frekvenser. Frekvensbåndet er dermed mye bredere og signalet skarpere, noe som øker oppløsningen (se Figur 2). Samtidig består 3D-radaren av flere sender-mottakere som til sammen gir 20 profiler samtidig i en avstand på 7,5cm (se skjematisk oppsett i Figur 3).

Figur 4 viser til benyttet oppsett under datafangst.



Figur 2: Frekvensspektrum 3D-radar. Kilde: <http://www.kontur.tech>



Figur 3: Skjematisk oppsett av Geoscope™ GPR og 3D-radar antenne. Kilde: <http://www.kontur.tech>



Figur 4: Oppsett brukt under innsamlingen

2.2. Personell

Field har benyttet følgende personell til datainnsamling:

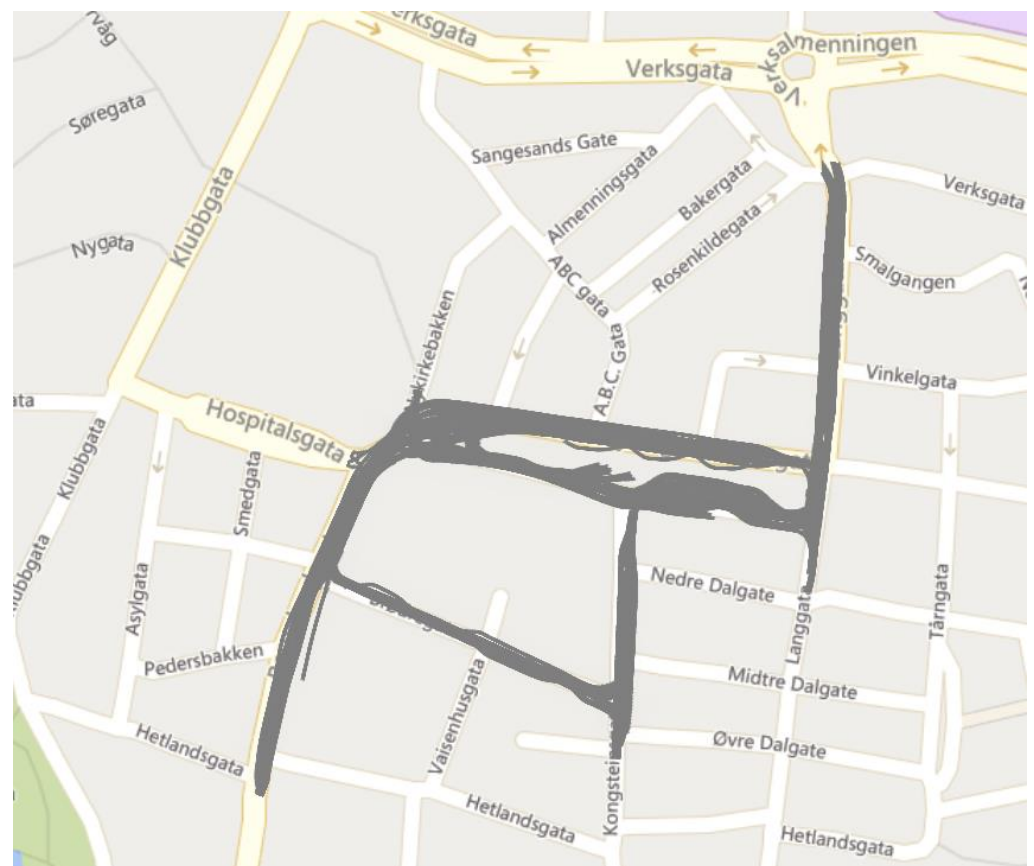
Johne Landa

Operatør/Geofysiker

2.3. Gjennomføring

Datainnsamlingen ble gjennomført 04.10.2022. Posisjonering av 3D-systemet ble foretatt med GNSS-målinger som støttes av data fra IMU og DMI. Kvalitetssikring av posisjonering ble gjennomført underveis i innsamling samt på kontoret.

Det ble totalt samlet inn 94 profiler. Figur 5 viser en overordnet planoversikt med dekning av 3D-profilene.



Figur 5: Oppnådd dekning av 3D-georadarprofiler

2.4. Vanskeligheter

Det var ingen spesielle vanskeligheter med datainnsamlingen. Hull i dekningen skyldes derimot parkerte biler eller andre hindringer.



3. Prosessering

3.1. Personell

Følgende personer har vært ansvarlig for prosesseringsarbeid:

Johne Landa	Kvalitetssikring og kontroll Prosseringsansvarlig GPR Tolkningsansvarlig GPR
-------------	--

3.2. Programvare

Følgende programmer har vært brukt til behandling av data i prosjektet:

Programvare	Versjon	Anvendelse
Microstation Powerdraft	10.7.0.39	Kvalitetskontroll av tolkning
TerraPos	2.5.9	Navigasjonsprosessering
Examiner	3.5	Prosessering og tolkning av georadardata (3D)
FME	2021.1	Generering av produkter

3.3. Navigasjonsløsning

For å få georeferert georadardataene ble data fra IMU og GNSS etterprosessert i Terrapos for å fremskaffe best mulig posisjon og orientering (forbedring av kontinuitet og bevegelse). Det er også benyttet GNSS-data fra kartverkets referansestasjoner, ETPOS. Kvalitetssikring av posisjonering ble gjennomført underveis i innsamling samt på kontoret.

3.4. Prosessering av GPR rådata

For å kunne tolke dataene må rådata fra GPR prosesseres først. Prosesseringen omfattet:

- Set Time ground
- Interference suppression
- Inverse Selected Discrete Fourier Transform (ISDFT)
- Background Removal (BGR)
- Migration

Det siste steget i prosesseringssekvensen er migrasjon. Det vil både fjerne inkoherent støy og fokusere isolerte objekter som f.eks. rør samtidig som geologiske strukturer flyttes til sin korrekte posisjon i både x, y og z. Det vil samtidig konvertere dataene fra tid til dybde.



For korrekt migrasjon/dybdekonvertering er det avgjørende å bestemme hastigheten av de elektromagnetiske bølgene i undergrunnen. Hastigheten er knyttet til den dielektriske konstanten ϵ :

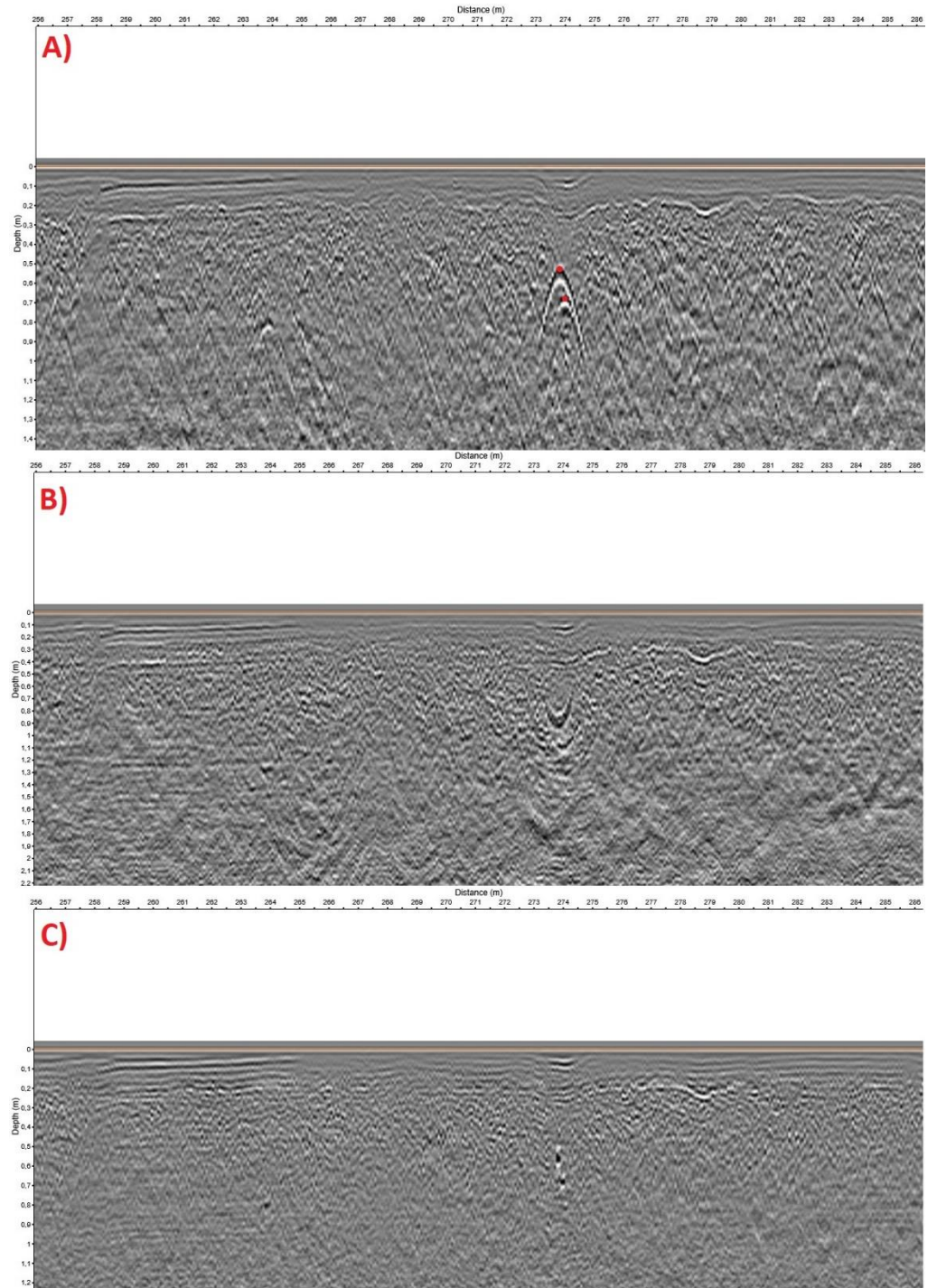
$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon}}$$

hvor c er lyshastighet i vakuum.

ϵ ble estimert ved hjelp av diffraksjonshyperbler og prøvemigrasjoner.

Figur 6 viser en rekke migrasjoner med ulike ϵ på et område med ledninger i bakken. Best mulig fokusering ble oppnådd med $\epsilon=5$ og det er denne verdien som ble brukt for dette området.

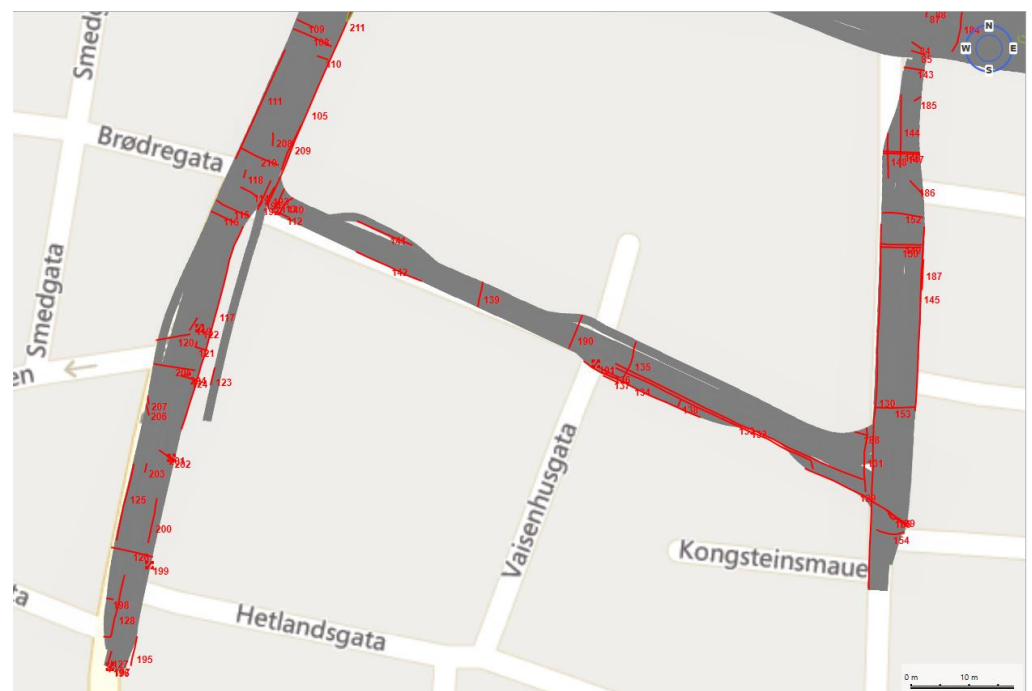
Dermed ble den maksimale dybden 4.2m (innsamlingslengde på 62.5ns).



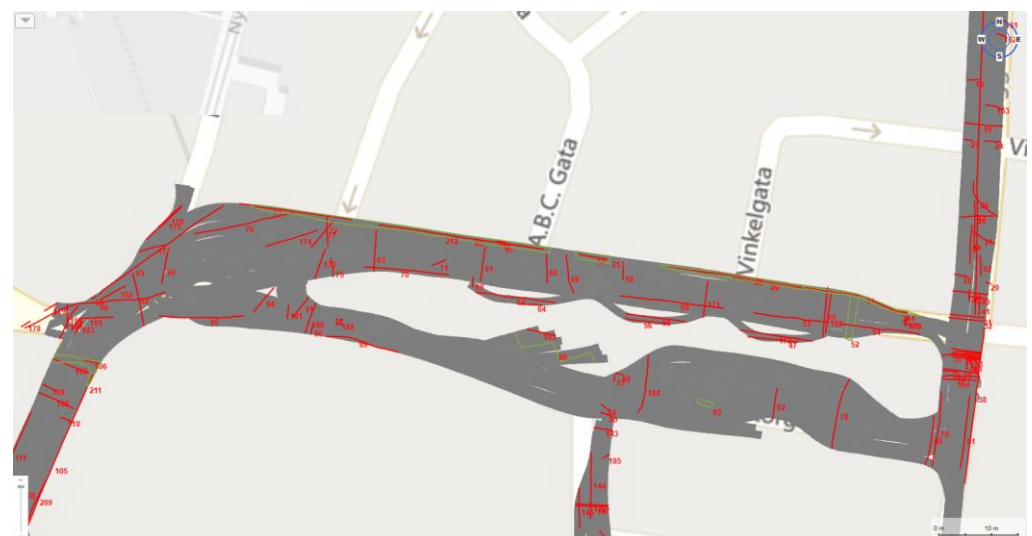
Figur 6: Vertikal profil som er umigrert (A), migrert med for lav epsilon (B) og korrekt epsilon (C). Ledninger er antydet med røde prikker i (A)

4. Tolkning

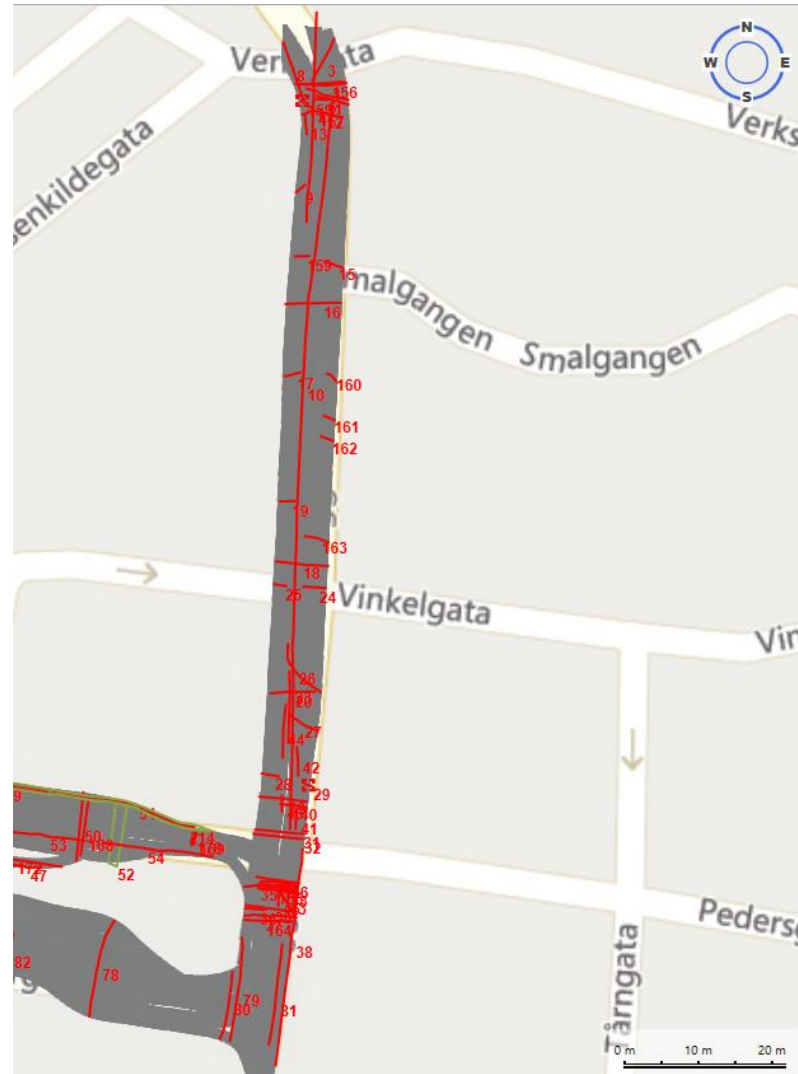
Dataene ble i første omgang tolket med hensyn til generell datakvalitet, oppløsning og penetrasjonsdybde. Det ble oppnådd moderat penetrasjonsdybde (opp mot 3m) gjennom datasettet. Figur 7, 8 og 9 viser planoversikt av fullstendig mengde tolkede objekter for Nytorget. Totalt ble det tolket 206 objekter.



Figur 7: Bergelandsgata, Brødregata og Kongsteinsgata. Planoversikt over tolkede objekter, sørvestlig del

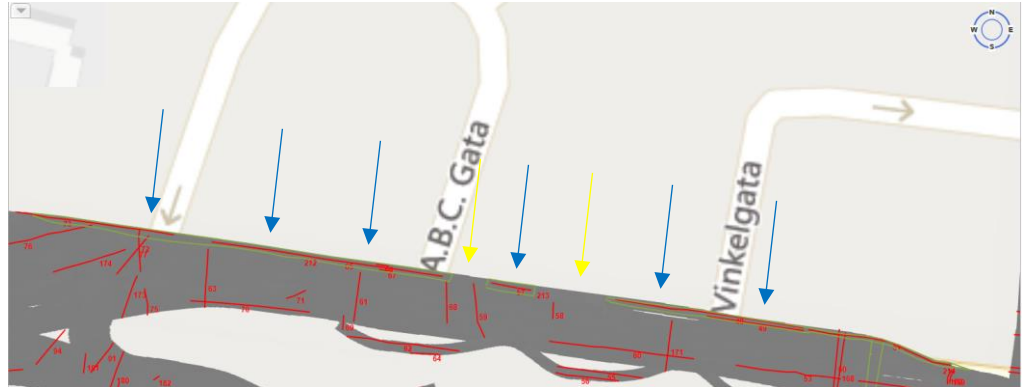


Figur 8: Nytorget/Pedersgata. Planoversikt over tolkede objekter, midtre del



Figur 9: Langgata. Planoversikt over tolkede objekter, nordøstlig del

Enkelte steder ble det tolket avgrensninger av kabelkanaler, da trolig oppløsning ikke gjør det mulig å skille ledningene fra hverandre. Eksempelvis er det tolket en kanal på nordsiden av Pedersgata, med små avbrudd langs med veien. Kabelkanalen er trolig sammenhengende, men tap av datakvalitet fører til små avbrudd langs traseen (se Figur 10, grønn farge).



Figur 10: Planoversikt over tolket kabelkanal i Pedersgata. Blå piler peker mot kanalen, gule piler peker mot avbrudd

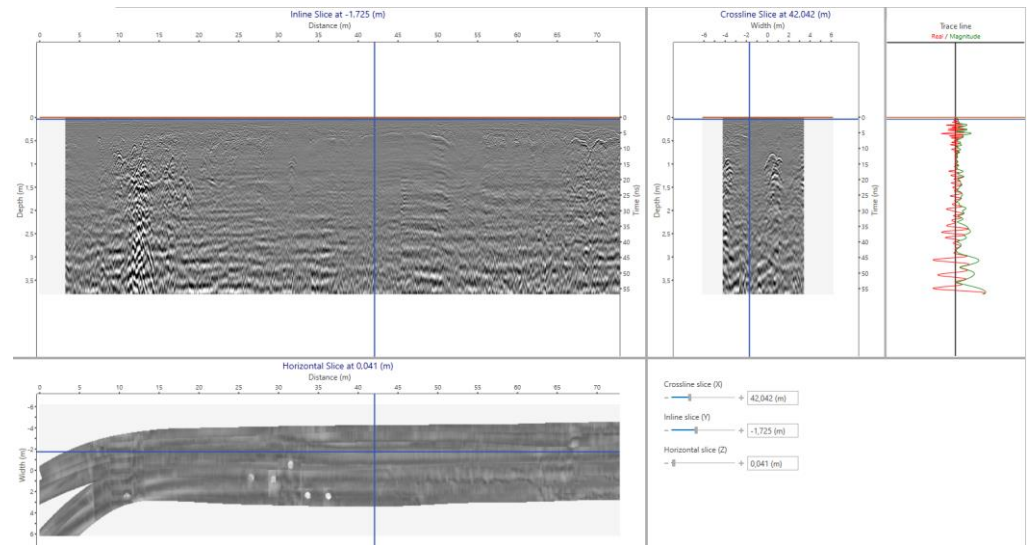
Opsjon: Tolkning av fjell

Datasettet ble også gjennomgått for tolkning av fjellflate mot utførte grunnboringer på stedet (se Figur 11). Profilene ble reprocessert med ideelle parametere for formålet, men ingen av dybdeverdiene fra grunnboringen kunne gjenkjennes som tydelige refleksjoner i dataene. Enkelte punkter hadde dybdeverdier utenfor vårt datasett. Noen steder forekommer det en kraftig demping i dataene, mens andre steder ser vi rett og slett ingen tolkbar flate. Årsaken kan være en kombinasjon av at store mengder infrastruktur i veien hindrer avdekning av dypere refleksjoner, samt ufordelaktige grunnmasser og/eller lav dielektrisk forskjell mellom overbygning og fjell.

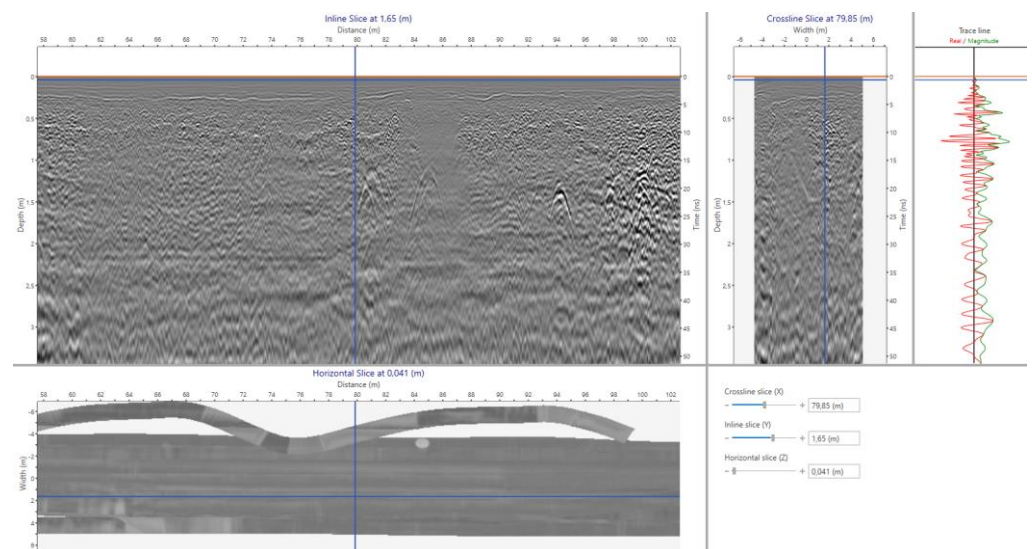


Figur 11: Grunnlagsdata over utførte grunnboringer, Nytorget

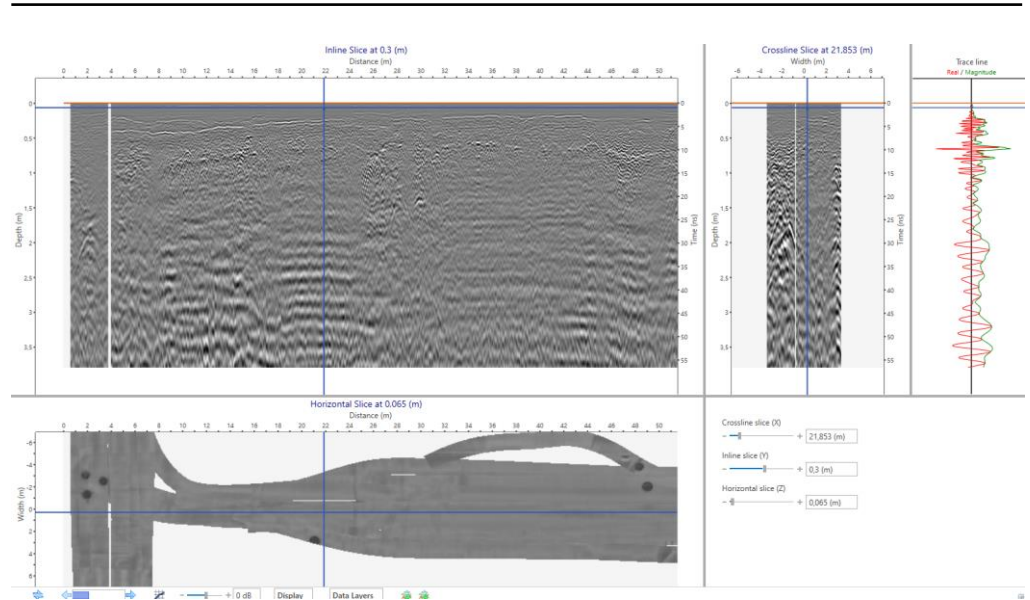
Figur 12, 13 og 14 viser til snittbilder ved henholdsvis borepunkt nr 16, 9 og 13. Antatt dybde til berg (fra boring) er gitt i figurtekst samt Figur 11.



Figur 12: Borepunkt 16, antatt dybde til berg = 2,3m. Ingen tydelig refleksjon observert

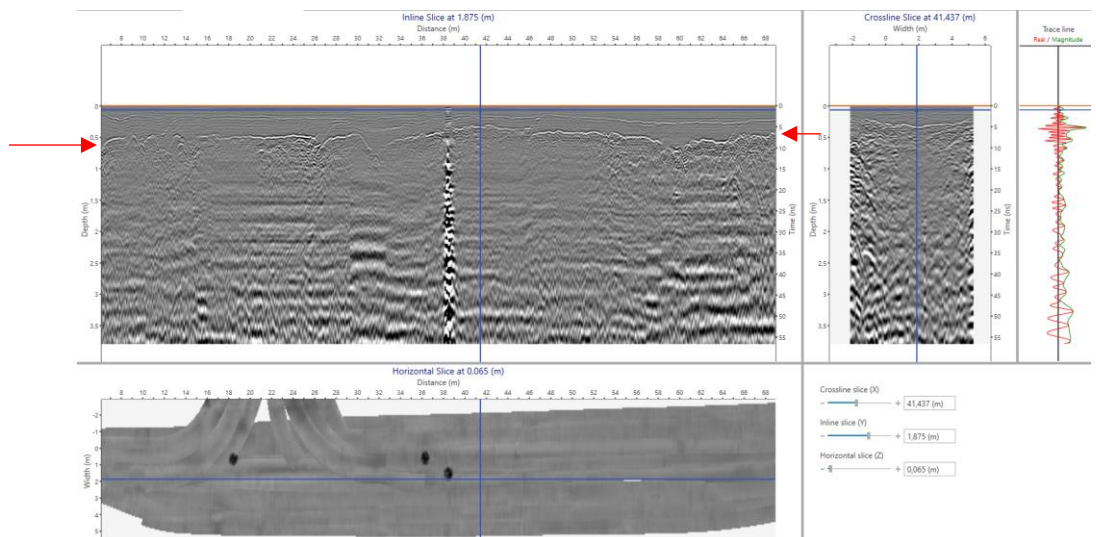


Figur 13: Borepunkt 9, antatt dybde til berg = 2,0m. Ingen tydelig refleksjon observert



Figur 14: Borepunkt 13, antatt dybde til berg = 2,8m. Ingen tydelig refleksjon observert

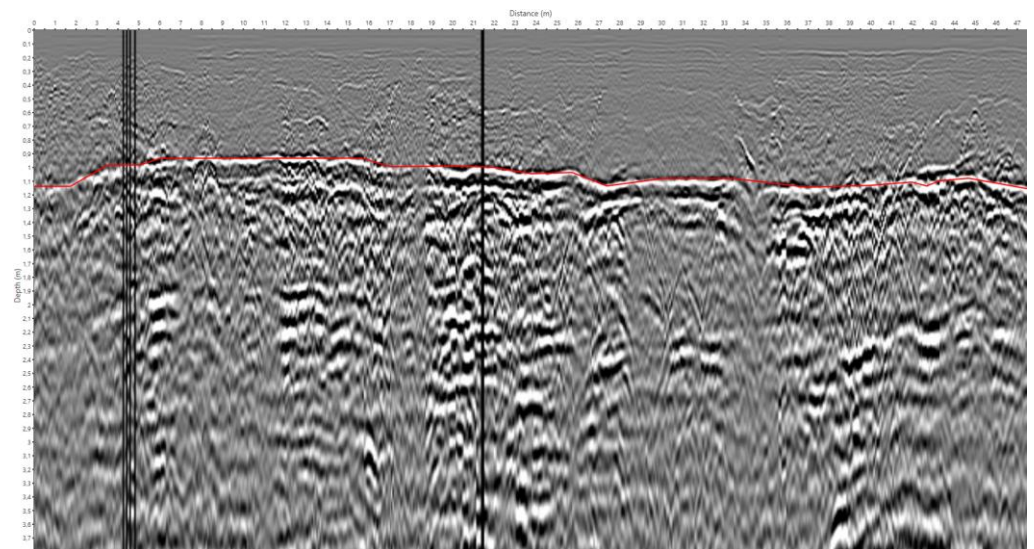
Det ble derimot observert en relativt sammenhengende grunn refleksjon i Kongsteinsgata. Dybden varierer mellom ca. 0,5-0,8 meter. Flaten kan med stor sannsynlighet gjenspeile en laggrense i overbygningen, og ikke fjell, men ingen boreprøver kan bekrefte/avkrefte dette. Se Figur 15 for snitteksempel.



Figur 15: Snitt langs Kongsteinsgata. Grunn sammenhengende refleksjon utpekt med rød pil

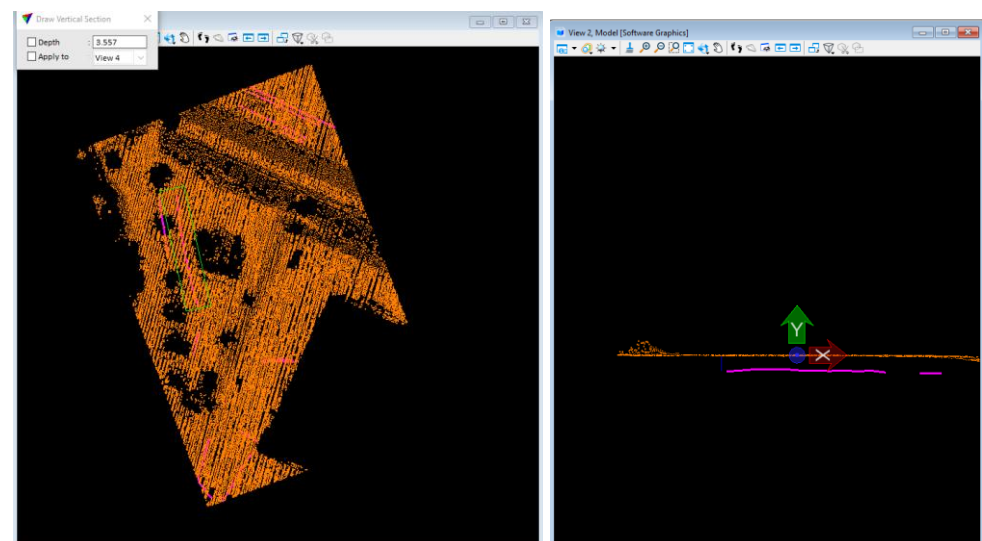
4.1. Kvalitetssikring

Det ble ekstrahert georadardata langs ledningene («virtual trench») for å sikre at dybden er korrekt og i overensstemmelse med dataene. Figur 7 viser eksempel fra objekt «132» som representerer rør/ledning i profil.



Figur 7: Profil langs objekt «132» med tolkning i rød

En mer detaljert kvalitetssjekk er gjort ved hjelp av Microstation-programvaren, som tillater for bedre kontroll mellom anvendt punktsky (.las) og eksportert .dwg. Se figur 8.



Figur 8: Eksempel på kvalitetskontroll mellom .dwg og .las i Microstation Powerdraft



5. Leveranse

5.1. Ledninger og objekter

Ledninger og objekter er levert i .dwg format etter at relative dybder er transformert til absolutt høyde iht. NN2000. Ledningene er nummerert fortløpende. Det er mulig at deler av en og samme ledning har fått to forskjellige nummere, særlig nå det er hull i dataene eller det ikke var mulig å tolke ledningen sammenhengende. Det er også mulig at to ledninger blir blandet når de krysser hverandre med en avstand på mindre enn oppløsningen.

5.2. Terrengmodell

Benyttet terrengmodell for konvertering fra relativ til absolutt dybde er levert som .LAS-fil (UTM 32).

Generell informasjon

Denne rapporten er basert på geofysiske undersøkelser. All tolkning i denne rapporten er basert på observasjoner av geofysiske målinger, som etter behandling og tolkning gir informasjon om forholdene under bakken i undersøkelsesområdet. Denne rapporten er et resultat av en serie prosesser basert på hastigheten til elektromagnetiske bølger i undergrunnens materiale. Det kan være forhold i bakken som ikke kan spesifiseres. Dette må tas i betraktning når de endelige resultatene fra denne rapporten vil bli brukt i praksis.

Undersøkelsen er et nyttig supplement til allerede eksisterende grunnlagsdata, men det anbefales å utføre prøvegravinger til å bekrefte/avkrefte resultatene. Det kan ikke dras noen beslutninger for områder som ikke har datadekning.