

Oppdragsgiver: Gaiastova AS  
 Oppdragsnavn: Vurdering av myr Hafjell  
 Oppdragsnummer: 639249-01  
 Utarbeidet av: August Fiskum Ness  
 Oppdragsleder: Petter Snilsberg  
 Dato: 17.02.2023  
 Tilgjengelighet: Åpent

## Notat Georadarkartlegging Gaiastova

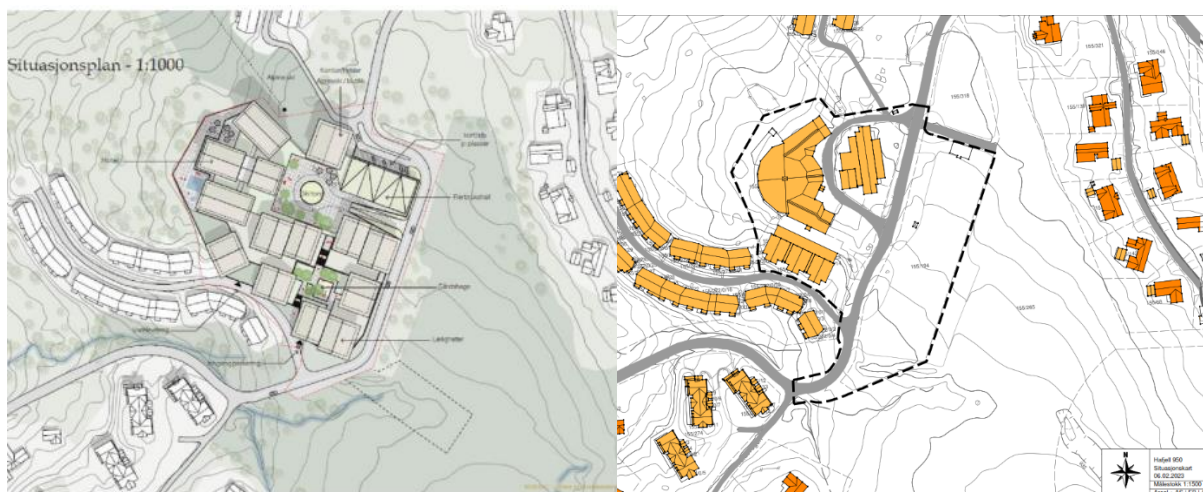
Notat Georadarkartlegging Gaiastova .....	1
1 Innledning .....	2
2 Metode.....	3
3 Resultater .....	5
3.1. Hastighetskalibrering .....	5
3.2. Resultater og tolkninger av georadarprofil .....	7
3.3. Volumestimat.....	15
3.4. Mektighet i tilgrensende myrareal.....	16

### Versjonslogg:

VER.	DATO	BESKRIVELSE	AV	KS
01	17.02.23	Nytt dokument	AFN	REF, PS

# 1 Innledning

Asplan Viak er engasjert av Gaiastova AS for å gjennomføre vurderinger av effekter på myr ved planlagt utbygging av Gaiastova på Hafjell. Arbeidet er en del av planprogrammet for Hafjell 950, endring av reguleringsplan Hafjelltoppen hyttegrenn.



Figur 1 Til venstre vises situasjonsplan over planlagt utbygging, og til høyre vises dagens situasjon med forslag til planavgrensning

I figur 1 vises situasjonsplanen over planlagt utbygging og dagens situasjon med planavgrensning. Utbyggingsplanene innebærer å erstatte eksisterende bygg med nytt hotell, leiligheter og restaurant. Det skal etableres inntil tre etasjer under terreng, som innebærer å grave ut en del av ei tidligere myr, som i dag benyttes til parkering. Arbeidet krever også en dyp byggegrop inn mot et myrområde som ikke er berørt. Basert på informasjon fra lokal anleggsentreprenør ble parkeringsplassen etablert ved at myrområdet ble fylt med overskuddsmasser direkte på myra fra nærliggende byggeprosjekter på Hafjell. Utfyllingen skjedde sent på 70-tallet.

Asplan Viak har bistått med KU-vurdering av effekten utbygging har på myrområdet. Dette notatet er et supplement til denne vurderingen. Notatet omhandler feltkartleggingen med georadar som ble utført 18.januar 2023. Formålet med kartleggingen er å få en bedre oversikt over omfanget av torv- og myrmasser både innad i utbyggingsområdet, og i det tilgrensede myrområdet, innenfor planområdet.

## 2 Metode

Georadar (Ground Penetrating Radar, GPR) er en elektromagnetisk målemetode som benyttes til undersøkelser av lagdeling og strukturer i grunnen. Med en antenne sendes elektromagnetiske bølgepulser ned i jorda. En del av bølgeenergien blir reflektert tilbake til overflaten når bølgepulsen treffer en grense/lag som representerer en endring i mediets elektriske egenskaper. Endringer i elektriske egenskaper opptrer blant annet når løsmassenes kornstørrelse, kornorientering eller pakningsgrad endres, samt i grenseflaten mellom tørre og vannmettede sedimenter (grunnvannsspeilet). Likeledes i grenseflaten mellom løsmasser og fjell, så fremt løsmassene er vannmettet. Metoden har vist seg svært godt egnet til å kartlegge tykkelse av myr/torvmasser og permeable løsmasser som vannmettet sand og grus.

Målingenes dybderekkevidde/penetrasjon er avhengig av flere faktorer:

- Løsmasstype. Finkornige løsmasser gir dårligere penetrasjon sammenlignet med grove sedimenter.
- Den elektriske ledningsevnen i grunnvannet og løsmassene. Høy elektrisk ledningsevne som kan skyldes hardt grunnvann, høyt innhold av ioner/salter, marint påvirket grunnvann (saltvann) eller forurenset grunnvann (gjødning, kloakk og sigevann) gir dårligere penetrasjon.
- Overflateforhold. Hardt pakke løsmasser (vei), aurhellelag/jernutfelling, gjødsling av dyrket mark og veisalting er eksempler på overflateforhold som gir redusert penetrasjon.
- Valg av antennefrekvens. Lavere antennefrekvens gir større penetrasjonsdyp av radarbølger, men gir også lavere oppløsning på profiler.

Under kartleggingen er det blitt benyttet 100 MHz RTA-antenne (Rough Terrain Antenna). Målingene er prosessert for å forsterke signal/støy-forholdet. Det er ikke foretatt høydekorleksjon av profilene. Parkeringsplassen og myrområdene er imidlertid i hovedsak flate, men enkelte kartlagte profil har noe hellende/varierende topografi. Profilene viser dermed refleksjoner som meter under terreng, og ikke meter over havet.

Georadarmålingene gir ikke sikker påvisning av dybden til fjell eller morene, men sammen med borpunkt gir de et godt grunnlag for å estimere dybder langs profilet. Det anbefales ofte å utføre kontrollboringer for å kunne knytte refleksjonsmønstre, laggrensener og dybder mot georadarprofilene. I undersøkelsesområdet er det tidligere utført totalsonderinger som kan benyttes for å tolke laggrensener og dybder.

Dybden som georadarmålingene viser er et resultat av bølgehastigheten som benyttes. Bølgehastigheten i myr/torvmasser kan variere i området 0,035 til 0,06 m/ns avhengig av vanninnholdet og kompakteringsgraden til massene, fyllmasser fra 0,08-0,14 m/ns i fyllmasser, og i snø og is i området 0,15-0,25 m/ns. I undersøkelsesområdet har en utført et anslag på hastighet fra utførte totalsonderinger. Basert på sonderingene er en hastighet på 0,11 m/ns benyttet i fyllmasser og 0,05 m/ns i torv- og myrmasser.

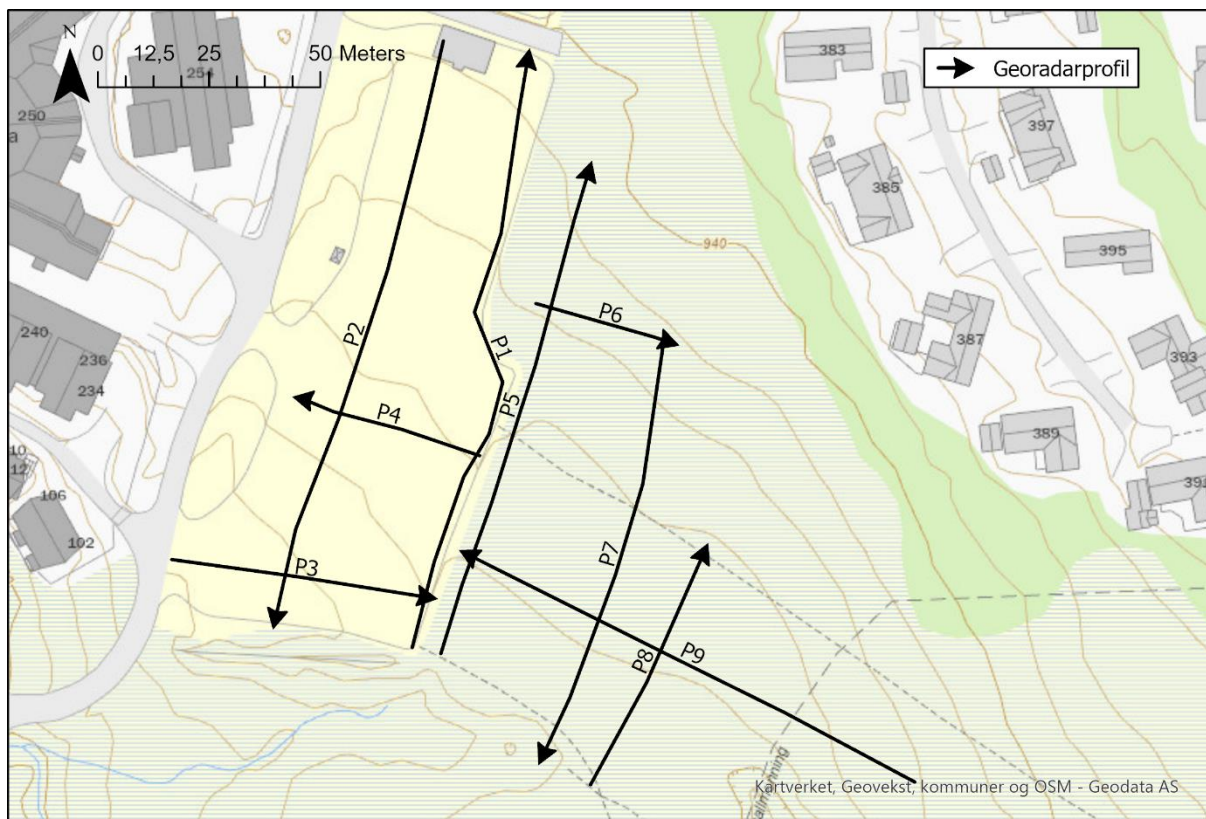
Dersom det ligger et lag med tettere og finere løsmasser under myra, eksempelvis vannmettet silt, kan dette være vanskelig å identifisere med georadar da dette laget ofte vil ha tilsvarende elektriske egenskaper som myrmassene. Målingene viser dermed antatt dybde til fjell eller faste masser, og klarer trolig ikke å skille mellom myr og eventuelt siltige masser. Basert på totalsonderingene forventes det derimot at myra ligger direkte på enten fjell eller masser av morenekarakter.



Figur 2 Bilde som viser oppsett av georadar i felt

## 3 Resultater

I følgende kapittel presenteres resultatene fra georadarkartleggingen. I nest siste delkapittel er det et estimat på originalt myrvolum parkeringsplassen har beslaglagt, for å få et så presist CO<sub>2</sub>-regnskap som mulig. I figur 3 vises et oversiktskart med plassering av georadarprofilene.



Figur 3 Oversiktskart som viser plasseringen til georadarprofilene

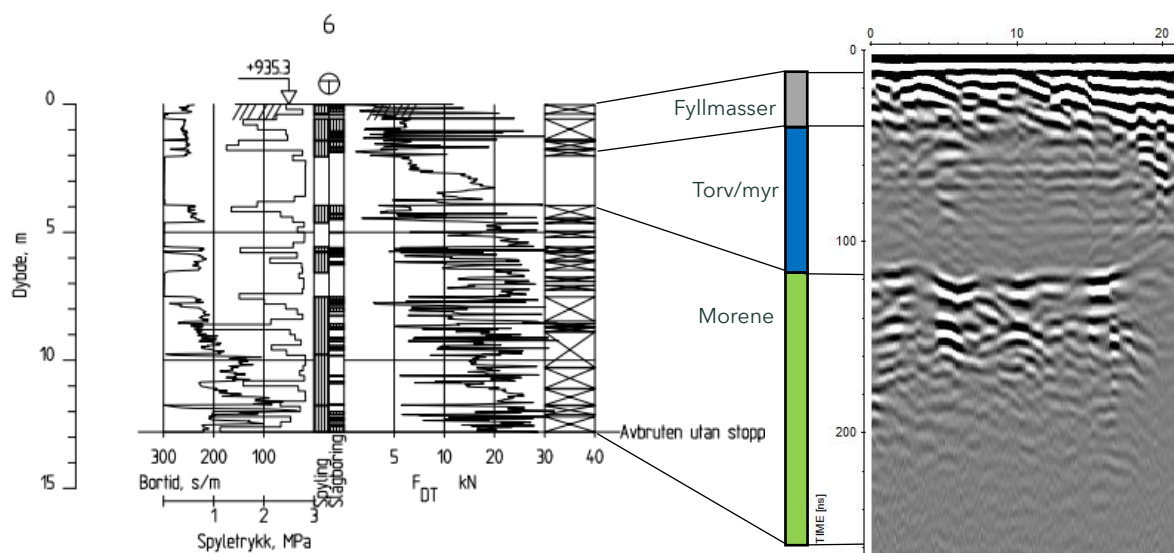
### 3.1. Hastighetskalibrering

I undersøkelsesområdet er det tre forskjellige lag som vil ha svært forskjellige bølgehastigheter. Dette er da fyllmasser, myr og snø. Bølgehastigheten er i stor grad styrt av materialenes dielektriske egenskaper, som i realiteten styres av vanninnholdet i massene. For å knytte mottatte refleksjoner fra georadar til riktig dybde trengs et godt estimat på de forskjellige bølgehastighetene.

Langs profil 1 er det utført en kalibrering av dybde og hastighet ved hjelp av sammenligning av totalsonderingsprofil, henholdsvis bopunkt 6 som er plassert i starten



av profilet og som inkluderer lagdeling med fyllmasser over myr. Totalsonderingen med en tolkning av profil 1 vises i figuren nedenfor. Totalsonderingen antyder 2 meter med fyllmasser over 2 meter med torv/myrmasser over masser av mer morenekarakter.



Figur 4 Totalsondering 6 (Løvlien Geoårad, 2022) sammenlignet mot georadarprofil 1.

For radarbølger hvor man har kjente dybder ned til forskjellige laggrenser finnes hastigheten enkelt vha. følgende formel:

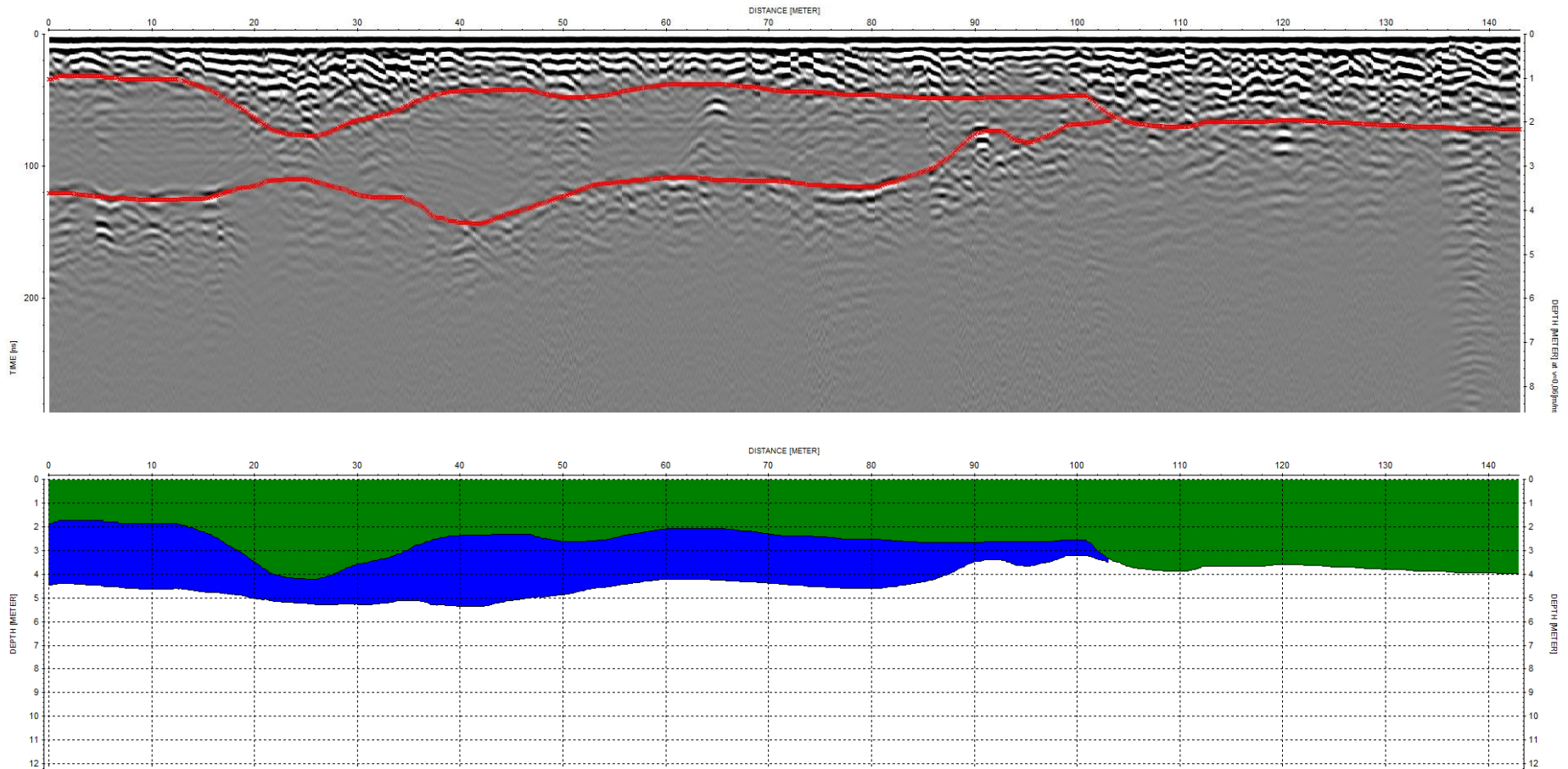
$$v = \frac{2 * dybde}{reisetid}$$

Tabell 1 Hastighetskalibreringer utført for profil 1

Profil nr	Dybde fra totalsondering (m)	Reisetid radarbølge (ns)	Kalkulert bølgehastighet (m/ns)
<b>fyllmasser</b>	2	35	0,11
<b>Myrlag</b>	2	80	0,05
<b>Snø</b>	-	-	0,15 (erfaringsbasert)

Basert på resultatene fra tabell 1 er 0,11 m/ns valgt som bølgehastighet i fyllmasser, 0,05 m/ns valgt som hastighet for myr og 0,15 m/ns for snø. Hastighetene gir grove estimater på dybde i hele undersøkelsesområdet, da hastighetene kan variere lokalt fra borpunkt 6.

### 3.2. Resultater og tolkninger av georadarprofil

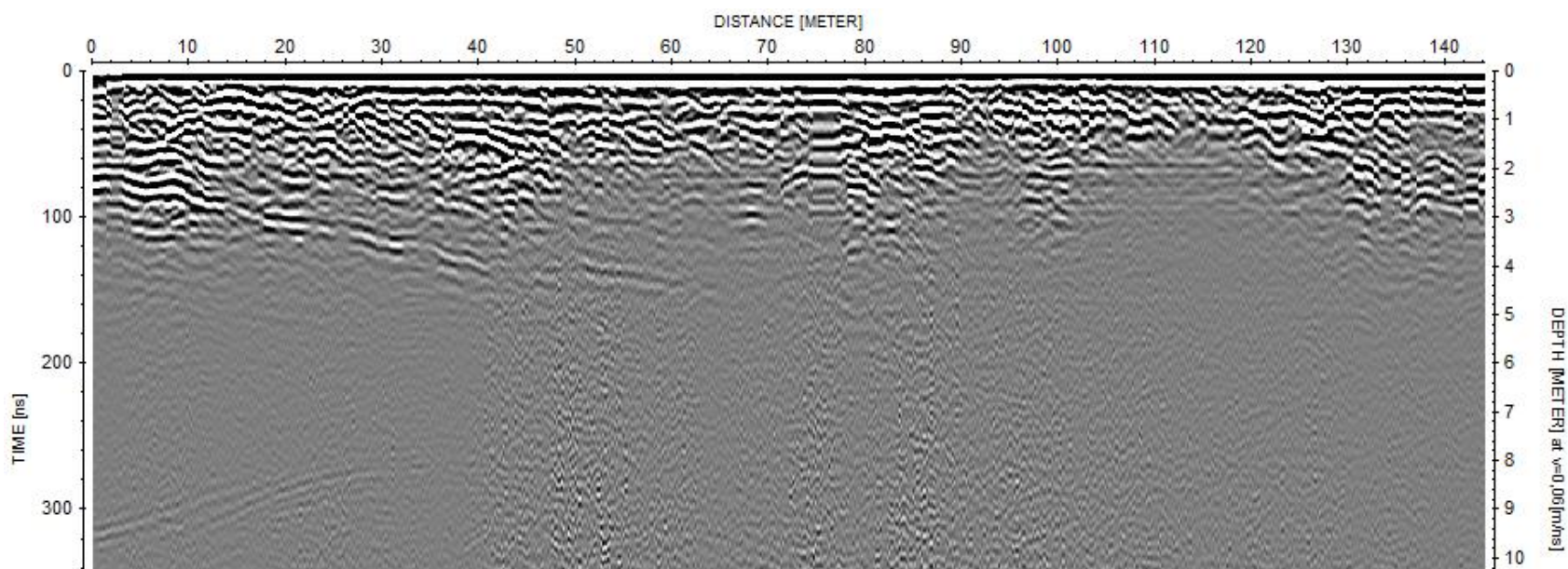


Figur 5 Profil 1 med innlagt tolkning av topp og bunn myr (rød strek) og utbredelse av fyllmasser (grønn farge) og komprimerte myr/torvmasser (blå farge)

Langs profil 1 finnes nærliggende borpunkt 1, 2, 3, 4, 5 og 6. Av borpunktene er det kun borpunkt 3 som ikke har en god overenstemmelse med radarprofillet. I området borpunkt 3 er boret (mellom 60 og 70 meter i profilet), viser radarprofillet

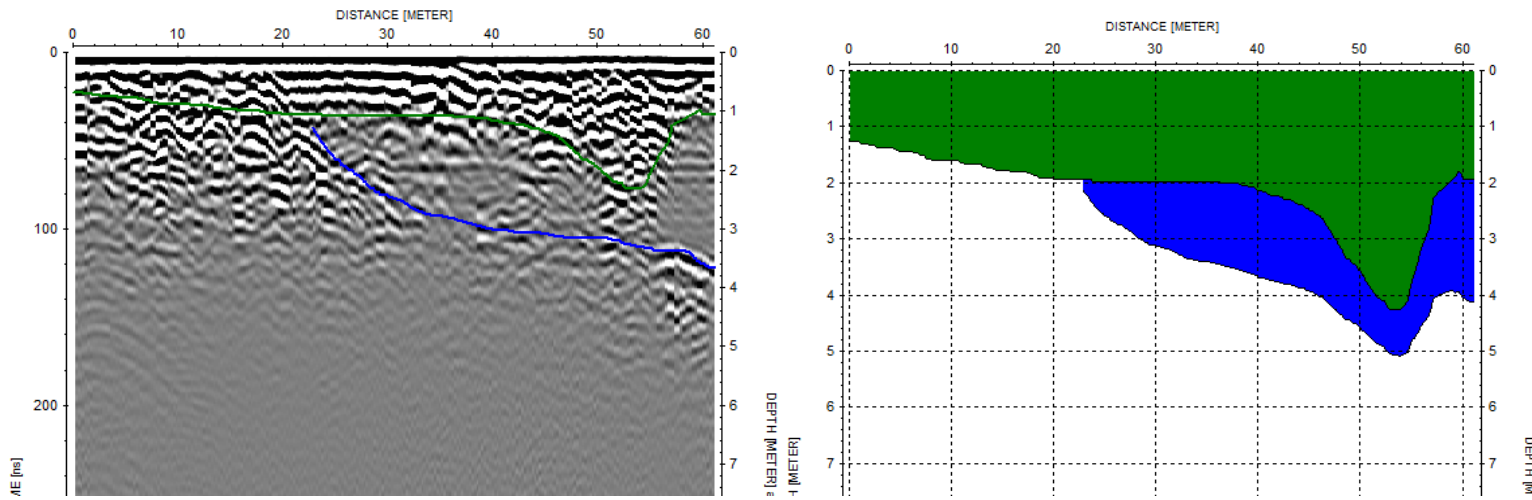
refleksjoner fra flere hyperboler, som ofte indikerer større stein/blokk/ evt. en steilt stående fjellknaus. Totalsondering 3 har en overgang til løsere masser eller fjell i bunn av borprofilet, og det er mulig at tolket fjelldybde fra totalsonderingen kommer av boring i en større flyttblokk, og ikke original fjellgrunn. Av georadarprofilet ser dette ut til å være tilfelle.

Profil 2 er utført parallelt med, og lengre vest enn profil 1, i området det i hovedsak er indikert fastere masser fra geotekniske boringer. Prøvetakning fra borpunkt 11, utført omtrent 110 meter ut i profilet, viser at det mellom 1-2 meter under terreng befant seg torvblandet morene (i realiteten torvblandede fyllmasser), og foruten dette morene ned til 8 meter. Langs profil 2 vises ikke lagdelingene like godt som i profil 1, og det er vanskelig å plukke ut en eksakt overgang mellom fyllmasser og myr, slik det er i resterende profil. I krysningspunktet mot profil 4 (100 m) er det heller ikke tolket myr, men i krysningspunktet mot profil 3 (135 m) kan en se noe myr. Samme overgang ses mellom 1-2 meters dyp i enden av profil 2.

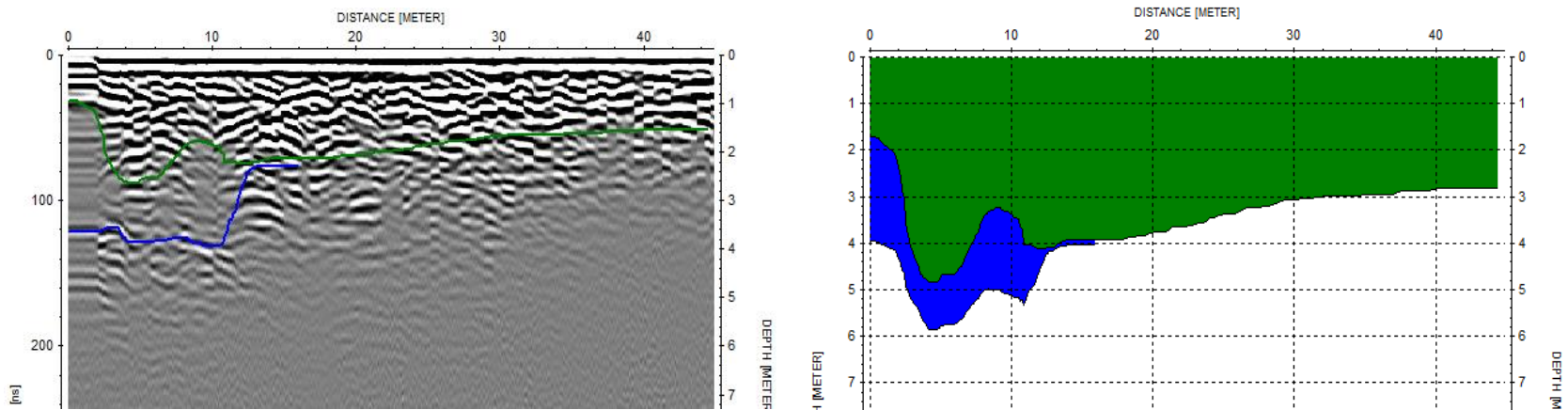


Figur 6 Profil 2



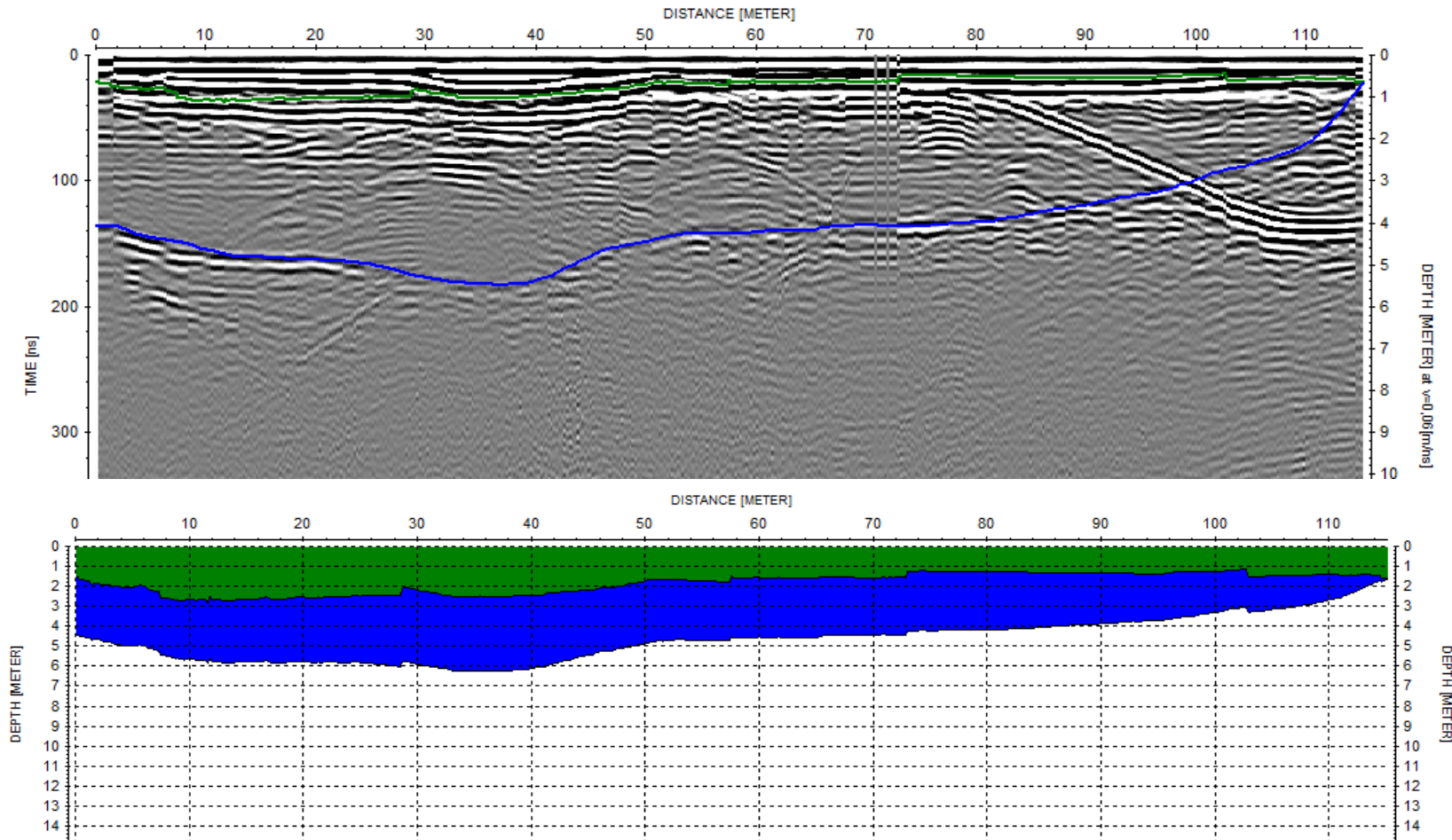


Figur 7 Profil 3 utført fra vest mot øst i parkeringsplassen. Grønn farge viser fyllmasser og blå myr. Av profilet er det indikert myr- og torvmasser fra ca. 22 meter ut i profilet, under omtrent 2 meter med fyllmasser.

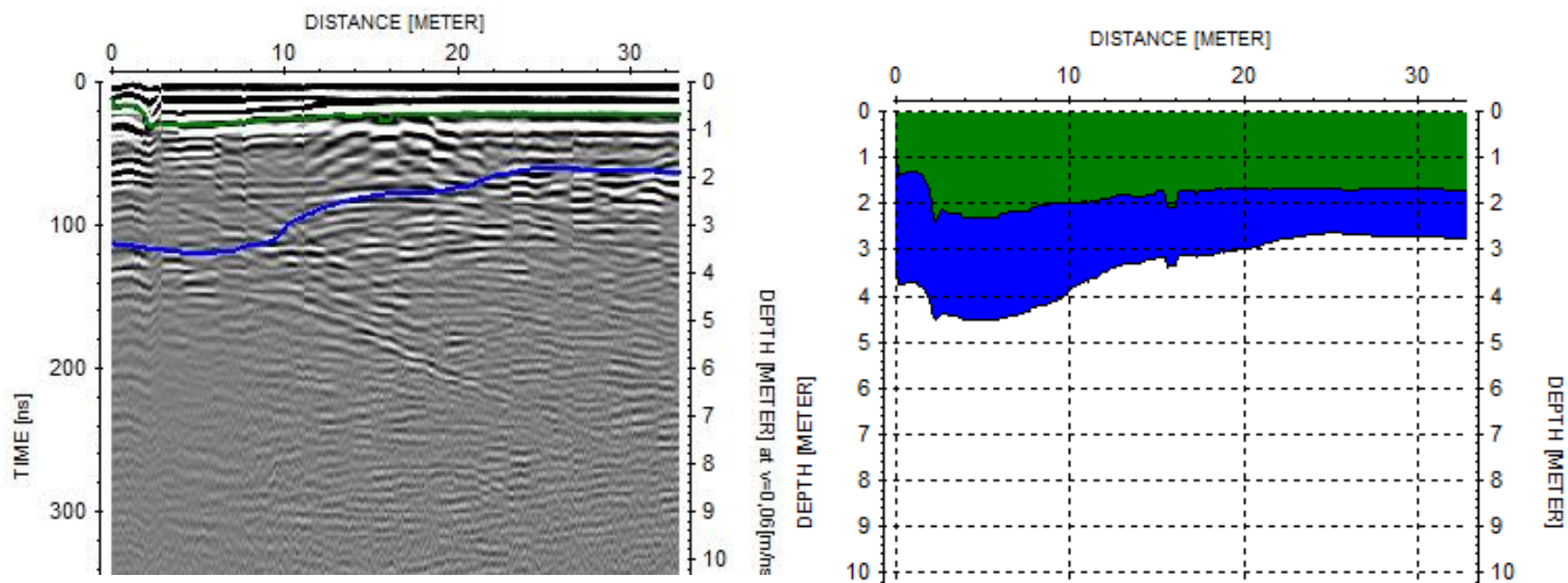


Figur 8 Profil 4 utført parallelt med profil 3, men fra vest mot øst. Grønn farge viser fyllmasser og blå myr. I de første 13 meterne av profilet er det indikert myr- og torvmasser under et lag av fyllmasser med varierende tykkelse.

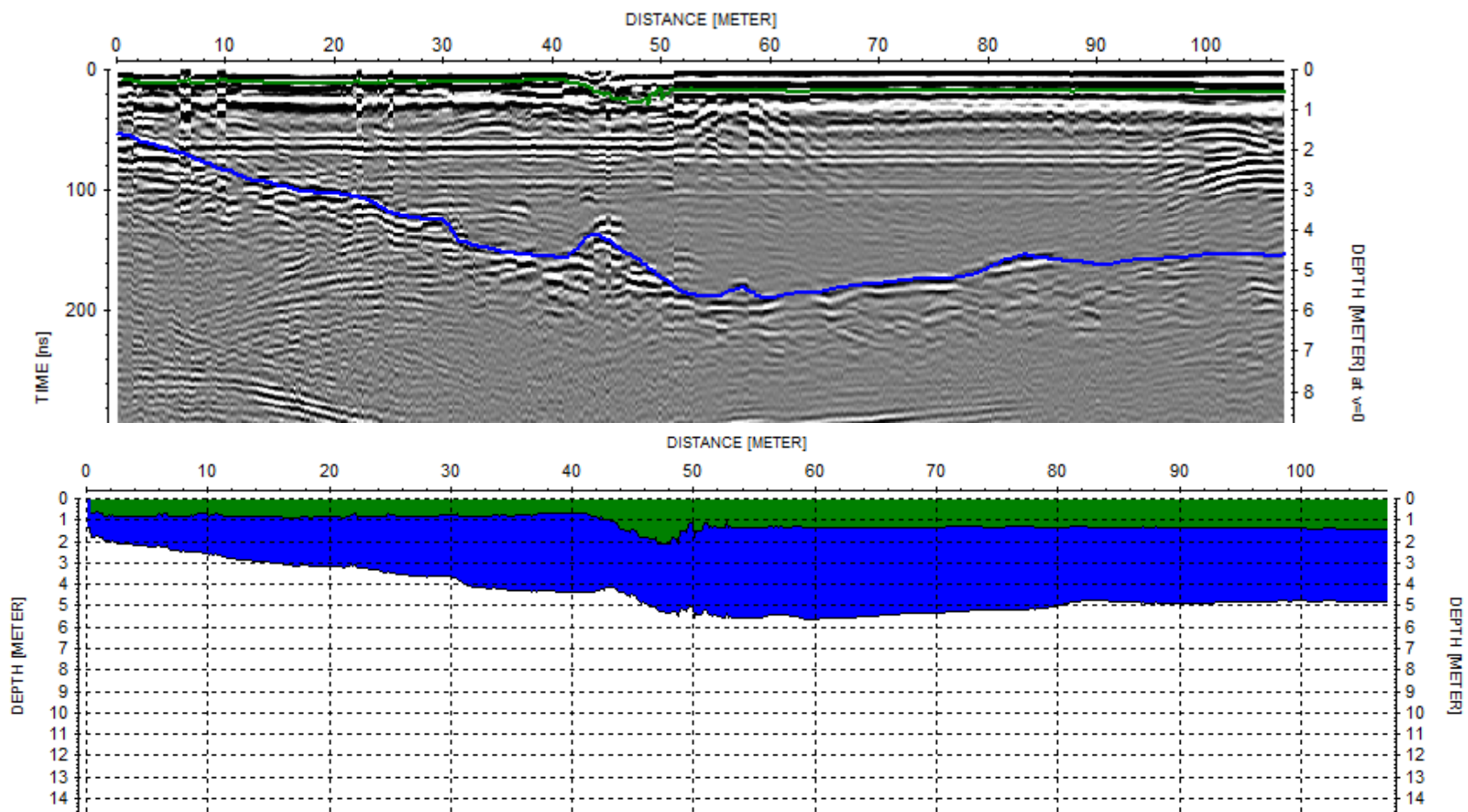
Profil 5 - 9 er utført i det tilgrensede myrarealet øst for parkeringsplassen. Dybden av snø varierte i området, og var på det meste godt over 2 meter. Snødybden er i profilene kun et estimat, og nøyaktigheten på snødybden har ingen påvirkning på estimat av dybden av myr. Overgangen fra snø til myr er det som er av betydning for estimat på dybden av myr.



Figur 9 Profil 5 utført parallelt med parkeringsplassen. Grønt felt er i dette tilfellet snø og blått er myr. Langs parkeringsplassen virker myradybden å variere mellom 2-4 meter under terreng.

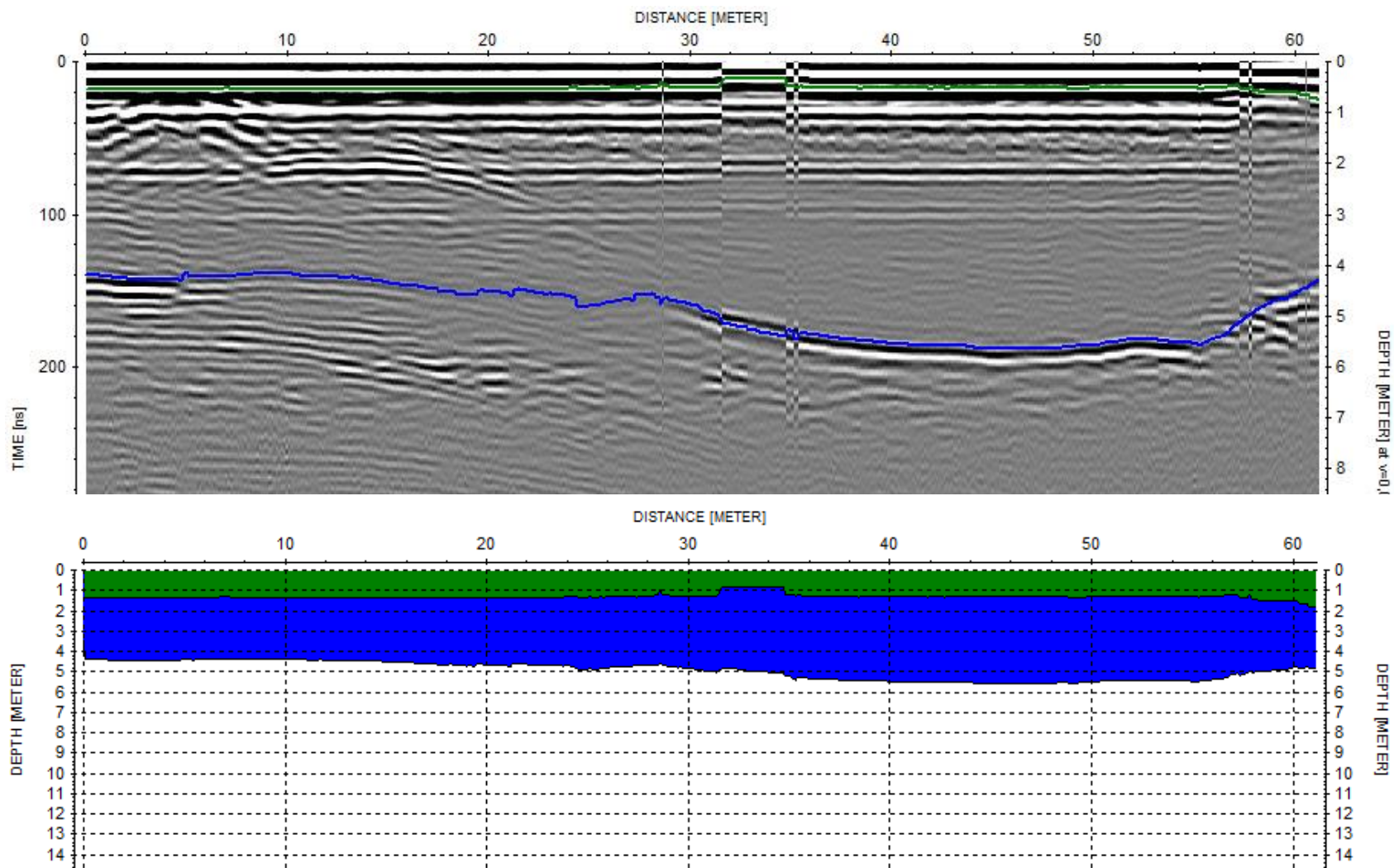


Figur 10 Profil 6. Grønn farge er snølag og blått er myr. Profilet indikerer at mektigheten av myr blir mindre utover i profilet.

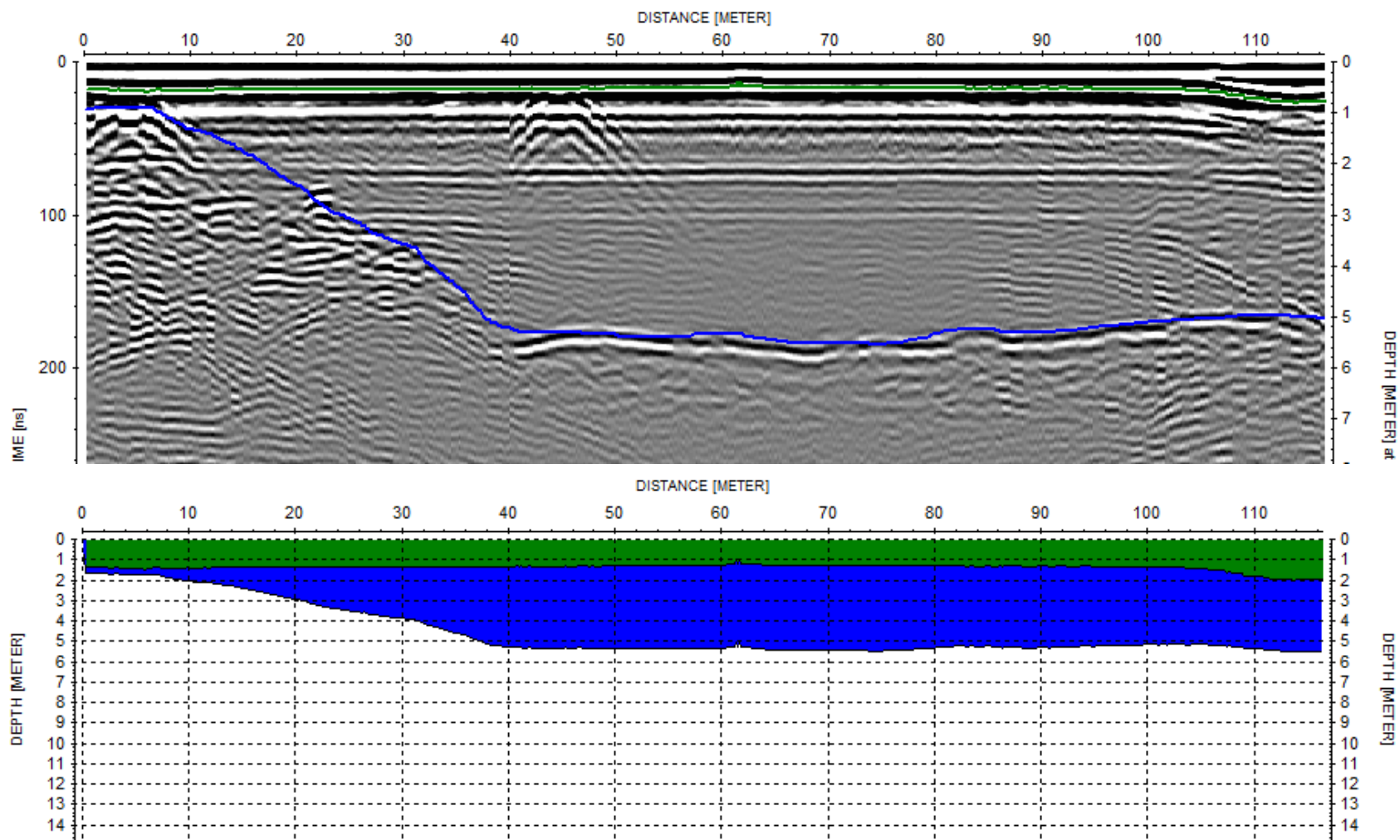


Figur 11 Profil 7 utført fra nord mot sør. Grønn farge viser snø og blå myr, og viser økende myrdybde utover profilet.





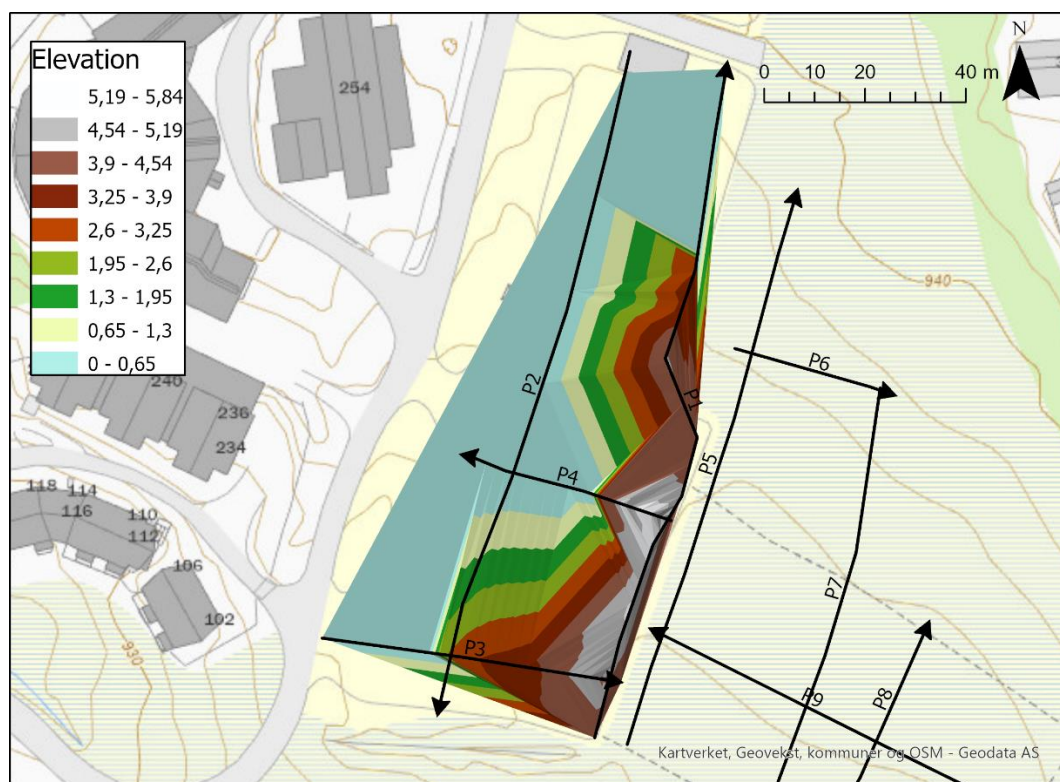
Figur 12 Profil 8 utført fra sør mot nord parallelt med profil 7. Grønn farge viser snø og blå myr, og profilet viser mektighet av myr mellom 3-5 meter.



Figur 13 Profil 9 utført fra øst mot vest, mot parkeringsplassen. Fra 50 meter i profilet er myrdybden estimert til å være rundt 4 meter.

### 3.3. Volumestimat

Myrmassene under parkeringsplassen er blitt sterkt komprimert, flyttet på og i noen tilfeller blitt godt iblandet fyllmassene. For å finne rett myrvolum, slik at CO<sub>2</sub>-regnskapet blir presist, er det forsøkt å estimere volum ned til faste mineralmasser (morene eller fjell). I figurene nedenfor vises et slikt estimat. Estimater er basert på resultatene i kap 3.2, og det er lineært interpolert vha. delauney triangulering mellom profilene.



Figur 14 Estimert på dybde til faste mineralmasser basert på georadardata og lineær interpolering mellom profilene.

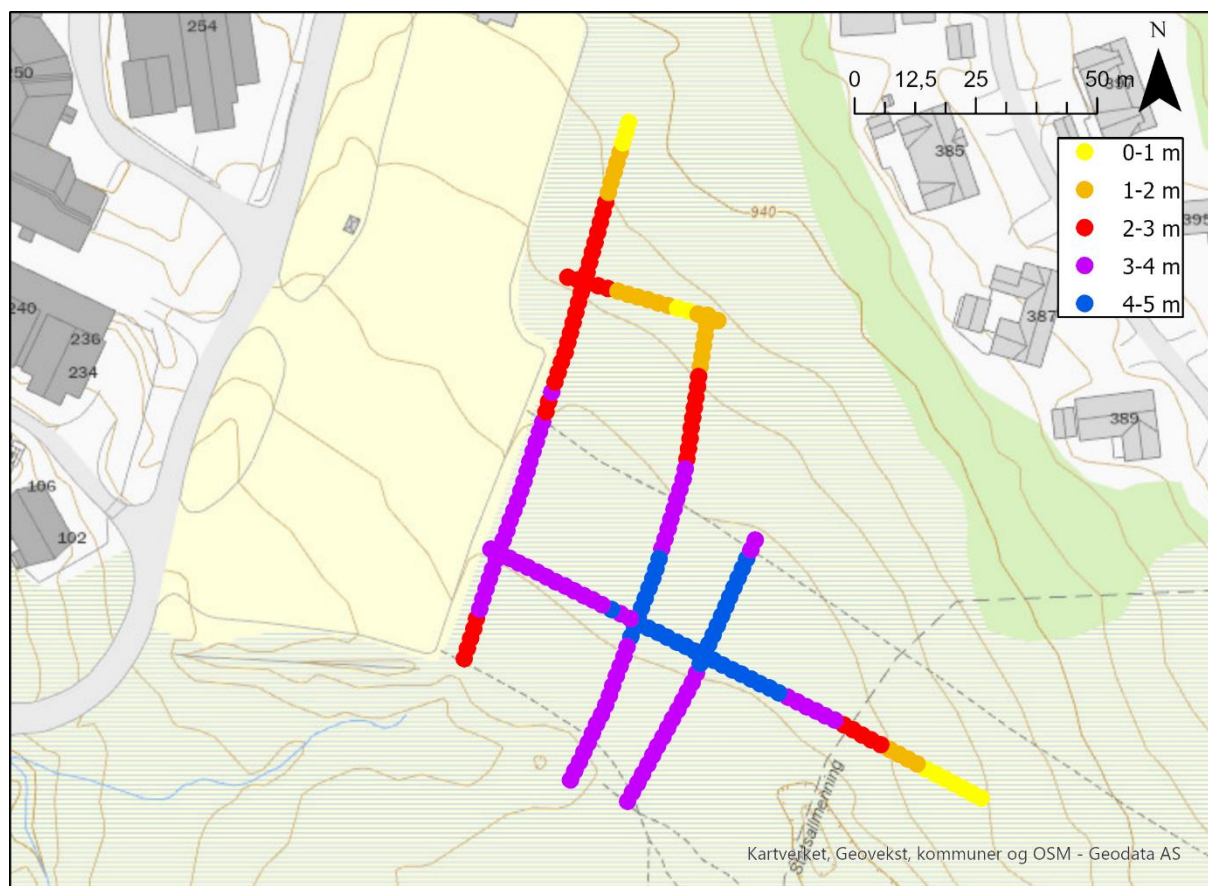
Basert på arealer med påvist lagflate for fjell eller morene i georadar-profilene, vist som dyp over 0,65 m i figur 14, kan dette volumet beregnes i ArcGis til 8330 m<sup>3</sup>.

I de områdene som skal masseutskiftes, og som det på tidligere kart var markert myr, men som nå er parkeringsplass, og som det ikke er indikert myr med georadar, er det lagt til en halv meters mektighet i tillegg for å gi et estimat på opprinnelig myrvolum. For å hensynta dette legges det til 3470 m<sup>3</sup>, basert på et areal på 6940 m<sup>2</sup>.

Dette gir et antatt samlet opprinnelig torv/myrvolum på 11 800 m<sup>3</sup>

Det gjøres oppmerksom på at dybden til forskjellige grenseflater er estimert basert på kun et hastighetsanslag, og at interpoleringen mellom datapunktene er utført lineært.

### 3.4. Mektighet i tilgrensende myrareal



Figur 15 Mektighet av myr i tilgrensende myrareal

Basert på resultatene fra kap. 3.2 kan også myrdybder i det tilgrensede areal fremstilles slik i kartet ovenfor. Langs parkeringsplassen varierer dybden av myr mellom 2-4 meter, og på det dypeste ligger myra mellom 4-5 meter under terreng.

Dybden er basert på hastighetskalibrering fra borpunkt 6 fra parkeringsplassen. For et mer nøyaktig estimat på dybder kan det gjøres en stikksondering for kalibrering av hastighet i det naturlige myrområdet.



## Kilder

- Løvlien Georåd, 2022. Geoteknisk datarapport 22100 nr 1 rev 01.
- Asplan Viak, 2023. Vurdering av myr, Gaiastova Hafjell. Del av KU naturmiljø