



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Kartlegging og karakterisering av løsmasser på utbyggingsområde Oslo Logistikkpark Drøbak

NIBIO RAPPORT | VOL. 7 | NR. 69 | 2021



Marina Gamborg, Monica Jayesingha, Håkon Borch, Esther Bloem
Divisjon for miljø og naturressurser, Ås

TITTEL/TITLE				
Kartlegging og karakterisering av løsmasser på utbyggingsområde Oslo Logistikkpark Drøbak				
FORFATTER(E)/AUTHOR(S)				
Marina Gamborg, Monica Jayesingha, Håkon Borch, Esther Bloem				
DATO/DATE: 15.04.2021	RAPPORT NR./ REPORT NO.: 7/69/2021	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY: ÅPEN	PROSJEKTNR./PROJECT NO.: 52143	SAKSNR./ARCHIVE NO.: 20/01306
ISBN: 978-82-17-02819-2	ISSN: 2464-1162	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES: 27	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES: 1	

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER: Oslo Logistikkpark Drøbak AS	KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON: Kristine Gjelsten Haugen
---	--

STIKKORD/KEYWORDS: Jordflytting, massehåndtering Soil relocation, mass management	FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK: Jordkvalitet og jordressurser Soil Quality and Soil Resources
--	---

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Oslo Logistikkpark Drøbak AS skal bygge «Oslo Logistikkpark Drøbak» på ca. 450 daa i Frogn Kommune. Deler av jordmassene skal flyttes til Holt gård for å bedre jordbruksarealene. Denne rapporten estimerer volum og teksturkvaliteter med tanke på jordflyttingen og prosessering av anleggsgjord for salg. Vurderingene bygger på jordboringer og elektroresistivitetmålinger (ERT). Utbyggingen er delt i 5 utbyggingstrinn. Avsetningstype på området er marine hav- og strandavsetninger, myr og torv, med noe bart fjell. Jordboringer er tatt systematisk i et grid på 25x25 m og tekstur er skjønnsmessig bestemt sjiktvis i 10 cm intervaller. ERT-linjene ble lagt ut på de partiene med dypere løsmasselag. Topografi ble inkludert i tolkningene. Noen av lokalitetene for ERT målinger ble kontrollgravd. Punkter på myr ble stukket med myrstang. Volumberegninger er gjort som rasteranalyse med differansen mellom Grindakers terrengmodell og Multiconsults bergmodell. Siden jordbor gir god fordeling av tekstur i de øvre lagene, ble det skilt mellom volum over og under 2 meter. Dette ble gjort ved rasterkalkulasjoner av løsmassevolumene. Kartleggingen av tekstur over 1,5 meter er systematisk, og gir et statistisk godt grunnlag for å ekstrapolere teksturfordeling. Fordelingsanslagene av de ulike teksturene er vurdert som gode. Kartleggingen av tekstur under 2 meter er sparsom, men avsetningshistorikken tilsier at de dypere lagene består av leirmasser med høyere leirinnhold enn 25 % (mellomleirer og stiv leire). Det ble registrert 140 punkter fjell i dagen, 327 jordboringer hvorav 119 stikk nådde til fjell. Jordtekstur ble inndelt i organisk jord/torv, sand, siltig sand, sandig silt, silt, sandig lettleire, siltig lettleire, lettleire, sandig mellomleire, siltig mellomleire, mellomleire og stiv leire. Løsmassene er nærmest steinfrie. Enkelte steder var det observert innslag av grus. Det er gitt en tolkning av avsetningshistorikken i området. Usikkerhet og risiko ved volumberegningene må vurderes i forhold til nøyaktighetsbehovet i hvert enkelt tilfelle. I dette tilfelle vurderes det tilstrekkelig til å gi et grovoverslag over prosesserbart jordvolum, og at volumet bør reduseres med 15-25 % som grunnlag for investeringskalkyler.

Massene må sorteres ved avtak i 4 kategorier; (1) organisk/torv, (2) sand og siltig sand, (3) lettleire, sandig lettleire og siltig lettleire og (4) sandig silt, silt, mellomleirer og stiv leire. 1-3 kan inngå i jordprosessering, 4 brukes til terrengforming. Gravemaskinførere må kurses til å kunne skille mellom teksturer. Jordkvaliteter må tas av med stor nøyaktighet og mellomlagres i ranker. Torvmasser avvannes. Det er identifisert et potensial for å produsere $\approx 300000-450000$ m³. anleggsgjord. Dette er tilstrekkelig til å kunne lage egnet jord for til Holt gård og et betydelig volum anleggsgjord for salg. Det antas at det være mulig å tilfredsstille kravspesifikasjoner for store deler av jordproduksjonen etter Statens vegvesen prosess 74.44. NIBIO anbefaler at alle organiske ressurser på tomte blir tatt vare på for å redusere behov for eksterne komponenter. Masser som ikke egner seg til jordproduksjon bør brukes på Holt gård og til terrengforming som uspesifiserte masser for C-sjikt. Overskuddsmasser av stein kan brukes for å stabilisere arealer i myr på HN-5. Volumjusterte masser til jordforedling er $\approx 163\ 000$ m³ ($\approx 43\%$), og masser til C-sjikt/deponi $220\ 000$ m³ (57%). Salgbar mineraljordandelen fra feltene til jordproduksjon er $\approx 97\ 000$ m³. Torv utgjør $\approx 66\ 000$ m³ etter avvanning. I tillegg kommer løsmassene fra områdene mellom HN-1-HN-5 feltene hvor det også vil tas av en god del løsmasser. Totalt estimeres prosesserbart (salgbart) jordvolum til $200\ 000 - 350\ 000$ m³.

LAND/COUNTRY: Norge
FYLKE/COUNTY: Viken
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Frogn
STED/LOKALITET: Holt gård, gnr. 62, bnr. 1 og bnr. 48

GODKJENT /APPROVED

Trond Knapp Haraldsen

TROND KNAPP HARALDSEN

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Håkon Borch

HÅKON BORCH



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

NIBIO har fått i oppdrag av Ny Holt Park Utvikling AS å utføre kartlegging og karakterisering av løsmasser på eiendom 62/48 i Frogn kommune. Denne vil inneholde vurdering av jordas kvaliteter og egenskaper samt plan for avtak og bruk av løsmassene fra arealer HN1-5 definert til utvikling. Det blir beregnet estimat på mengde av de ulike løssmasse typene som blir registret. Beregningene vil bygge på resultater fra elektrisk resistivitets tomografi målinger, jordprøver og graving til fjell med gravemaskin gjort i felt. Rapporten vil også inneholde anbefalinger for valg av jordkvaliteter til jordprosessering og jordkvaliteter som skal inngå i jordflytting i henhold til Matjordplan for Holt gård.

Kartleggingen ble delvis utført med jordbor og delvis med elektroresistivitetsmetode. Flere personer deltok i dette arbeidet, bl.a. studenter ved NMBU, og var til stor hjelp ved gjennomføringen. De som deltok var Maria Dietrich, Åsmund Kvifte, Linus Nordbakken Nagy, Vemund Opdal, Benjamin Robinson, Tonje Strømmø, Høgne Stubhaug og Hanne Ugstad. Takk for innsatsen!

Rapporten er kvalitetssikret av Trond Knapp Haraldsen.

Ås, 15.04.2021

Håkon Borch

Innhold

1	Innledning.....	6
2	Beskrivelse av tiltaksarealet	7
3	Metode	10
3.1	Feltarbeid.....	10
3.1.1	Jordkartlegging med jordbor.....	10
3.1.2	Jordkartlegging med Elektroresistivitets tomografi (ERT).....	11
3.2	Tolkning av ERT målinger.....	11
3.3	Volumberegninger	13
4	Resultater	15
4.1	Tolkning av avsetningshistorikk.....	18
4.2	Usikkerhet i volumberegninger	21
5	Prosessering og bruk av masser fra tiltaksarealet.....	23
5.1	Behandling av organiske masser og torv	23
5.2	Jordproduksjon.....	24
6	Litteraturreferanser	27
7	Vedlegg	28

1 Innledning

Holt Park Holding KS skal bygge ut næringsområdet «Oslo Logistikkpark» like nord for Måna i Frogn Kommune. I forbindelse med dette skal deler av jordmassene flyttes til Holt gård som et tiltak for å forbedre noen av jordbruksarealene. Volumet av løsmasser er imidlertid forventet å være større enn det som trengs til å oppgradere Holt gård. Det er derfor satt i gang en kartlegging med tanke på å få et volumestimat på ulike jordkvaliteter, med tanke på om løsmassene fra næringsområdet kan utnyttes kommersielt ved en prosessering til jordblandinger for salg (anleggsgjord). NIBIO har derfor fått i oppdrag å utarbeide en jordfaglig utredning og bistå med vurdering av teksturkvaliteter, og anbefalinger for hvilke jordmasser som bør deponeres, og hva som kan brukes til jordforedling.

Denne rapporten inneholder en vurdering av jordkvalitetene og jordmengdene på de ulike tiltaksarealene. Vurderingene bygger på jordboringer og elektroresistivitets-tomografimålinger (ERT). ERT fra gir en vertikal modell av løsmassene i et transekt. ERT-målingene er sett i kombinasjon med jordboringer og visuell teksturbedømming gjort i felt. Volum- og massekvalitetsberegningene er basert på systematisk jordprøvetaking med boring til fjell så langt det var mulig i kombinasjon med tolking av ERT-dataene. Det vil fremlegges en plan for hvilke jordmasser som kan benyttes og en anbefaling om jordmassene er i den størrelsesorden at de kan foredles på området eller om det er mest gunstig å levere dem til et mottak. Rapporten vil også inneholde en plan for hvilke masser som kan inngå i jordflyttingsplanen i henhold til «Matjordplan for Holt gård».

Feltarbeidet i området som ble gjennomført i perioden oktober 2020 til mars 2021.



Figur 1. Feltarbeid startet i oktober 2020 og varte frem til mars 2021. Esther Bloem, Marina Gamborg og Monica Jayesingha med ERT kabeltromler og elektroder.

2 Beskrivelse av tiltaksarealet

Tiltaksarealet ligger innenfor grunneiendommen gnr/bnr 62/48 og 62/1 i Frogn kommune (Kilden, 2021).

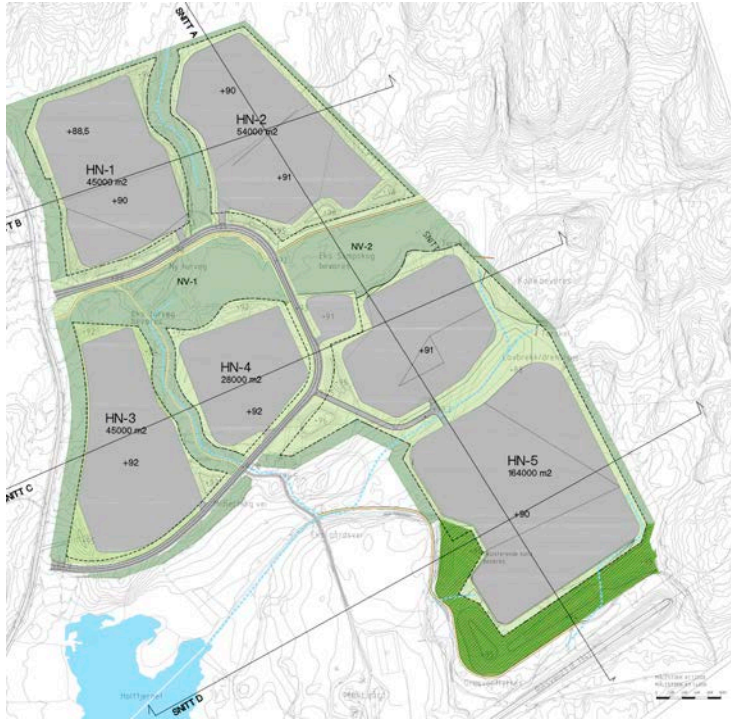
Totalt areal som blir berørt av tiltaket utgjør mellom 400-450 daa, hvorav ca. 92 daa er klassifisert som myr og resten klassifiseres som produktiv barskog.

Planområdet er delt inn i 5 utbyggingstrinn, navngitt fra HN-1 til HN-5. Tiltaksareal HN-1 er relativt flatt i midten med forhøyninger i nord-vest og sør-øst. Tiltaksareal HN-2 er også relativt flatt på midten, med en lang forhøyet rygg i sør øst og en liten høyde i nord-vest. Det er to små dammer vest for ryggen. Tiltaksareal HN-3 har et høydedrag om lag på midten av arealet samt noen små forhøyninger spredt rundt omkring på arealet. Ellers er området flatt. Tiltaksareal HN-4 har en større forhøyning som dekker store deler av arealet og strekker seg fra øst til nærmere nord på arealet. Areal HN-5 er delt i tre deler. Dette arealet har et større parti med myr samt et høydedrag øst for myra. Arealet vest for myra er noe forhøyet, men relativt flatt.

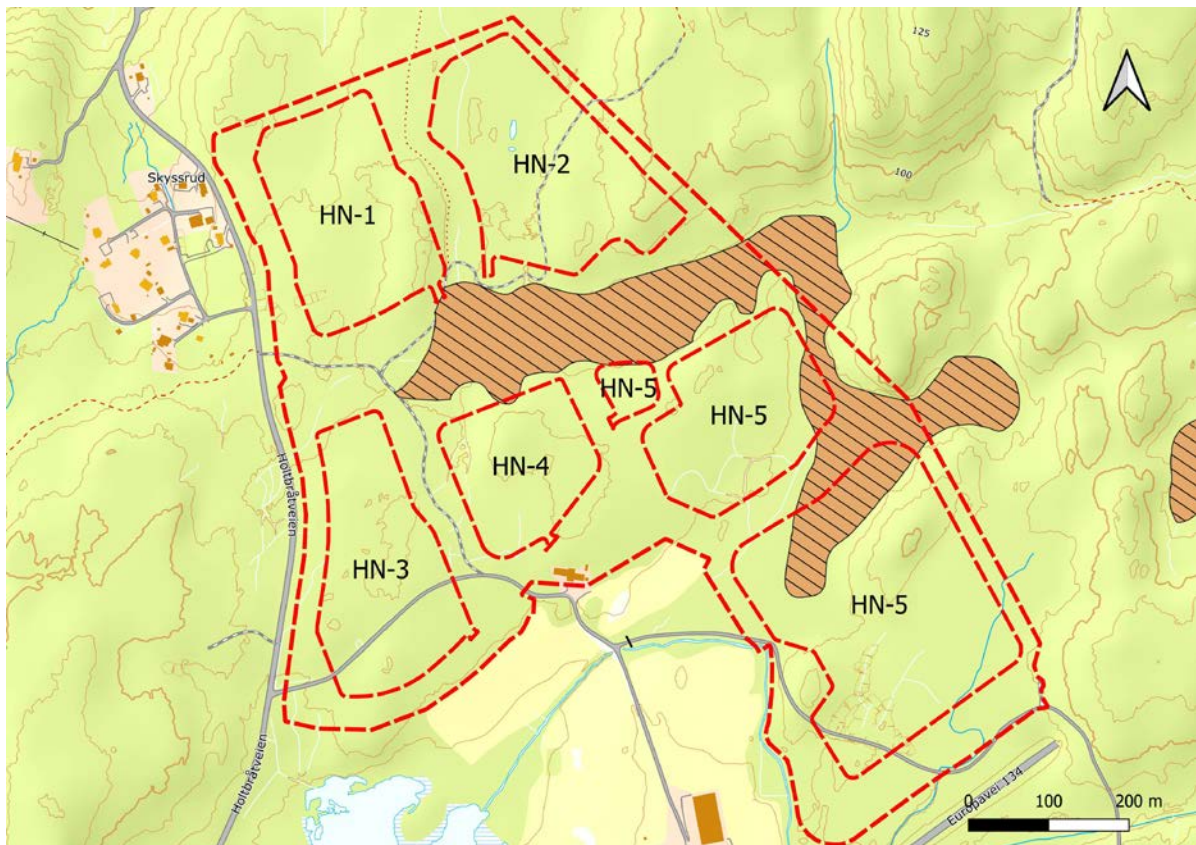
Avsetningstype på området er marine strandavsetninger, tykk havavsetning og myr og torv. Det er og noe bart fjell (NGU kart løsmasser, 2016).

Det er ikke foretatt jordsmonnsskartlegging i området da det er et skogsområde. Bonitetskart for skog (gjennomsnittlig for alle treslag) finnes i NIBIOs database for området (Kilden, 2021). Det meste av tiltaksområdet er kartlagt som skog av høy og særs høy bonitet. Dette dekker alle de områdene som har litt tykkere løsmasseavsetning. Områder med torvdannelser er klassifisert til middels bonitet og de områdene med fjell i dagen eller svært tynt løsmassedekke er tatt ut som områder med lav bonitet (Figur 4). Lav bonitet dekker totalt sett et lite areal.

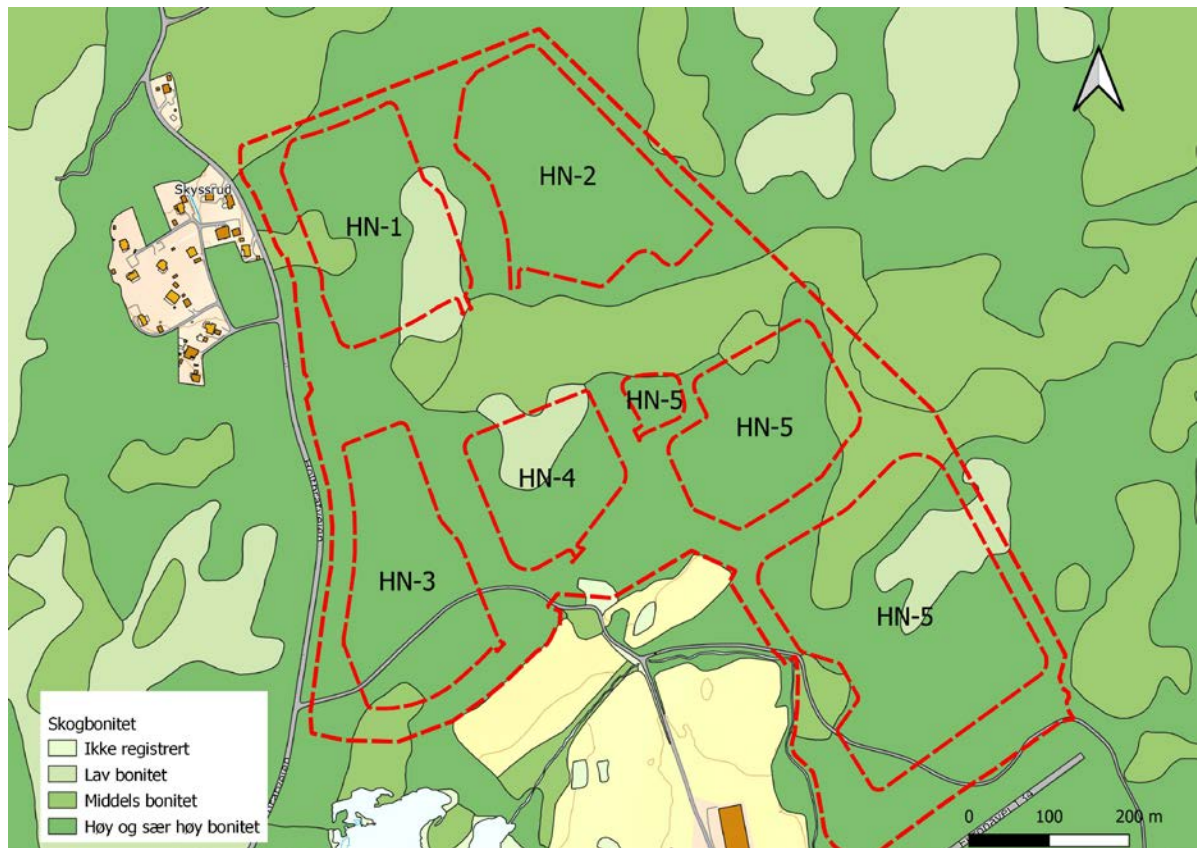
Området med dyp myr har middels omdanningsgrad i øvre og nedre del. Det er høy og særs høy bonitet for gran på store deler av området (Kilden, 2021). Gran er et mer næringskrevende treslag sammenlignet med furu, og svært høy og høy bonitet for gran indikerer at jorda er av god kvalitet. Fra kartene i Figur 3 og Figur 4 ser man at myrområdet og områdene hvor det er forhøyninger i terrenget har middels og lav bonitet.



Figur 2. Lokalisering av tiltaksarealet. Landskapsplan (Grindaker landskapsarkitekter).



Figur 3. Kart som viser områdene med myr som blir påvirket av tiltaket.



Figur 4. Kart over området med skogbonitetsklasser.

3 Metode

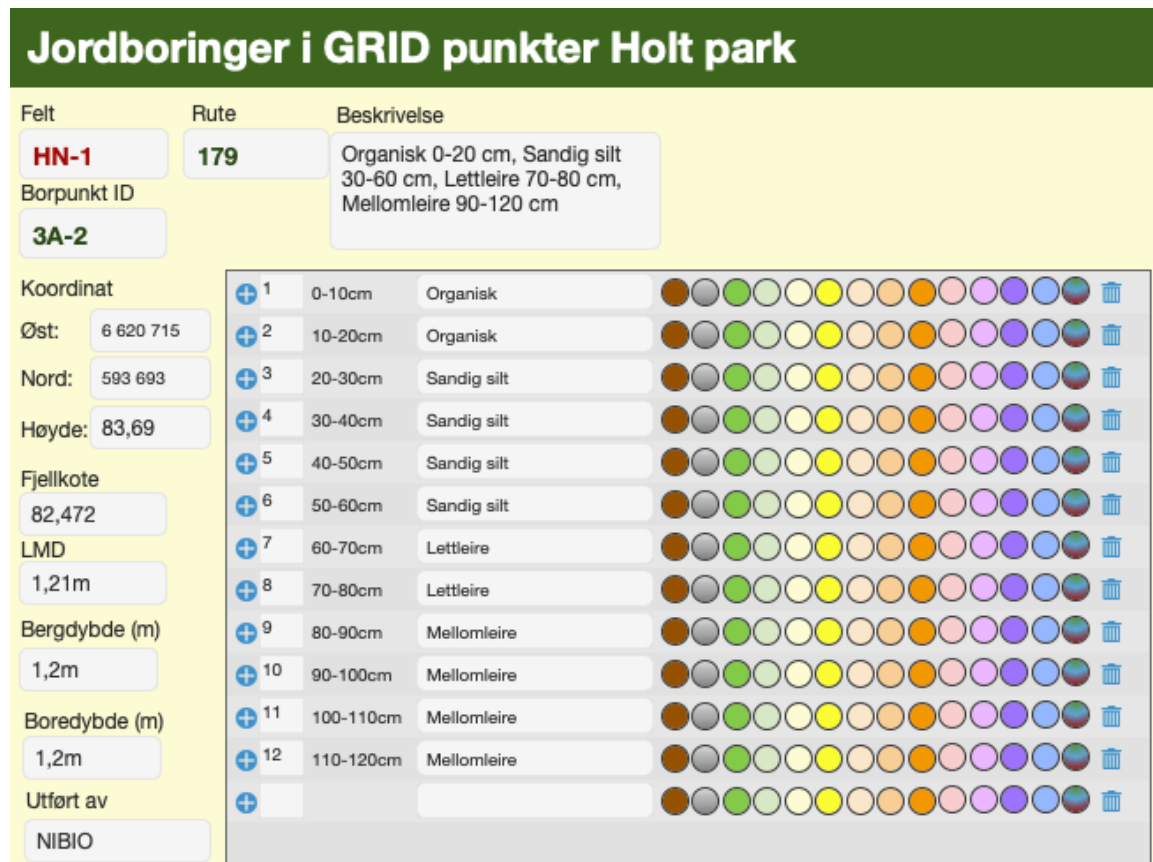
3.1 Feltarbeid

Feltarbeidet ble gjennomført i perioden september 2020 til mars 2021. Undersøkelsene av området ble gjort på to forskjellige måter; jordprøvetaking og elektroresistivitets-tomografimålinger (Electrical resistivity tomography, ERT).

3.1.1 Jordkartlegging med jordbor

Jordprøvene ble tatt systematisk ved å lage et grid på 25x25 m på kartet og deretter utføre et stikk med jordbor i hver rute, ca. på midten av ruten. Det ble boret ned til fjell eller så langt det lot seg gjøre med jordbor. Jordas tekstur ble bestemt i felt. Observasjon av fargeflekker, grus og andre relevante faktorer ble notert. Det ble tatt et GPS-punkt for hvert jordborepunkt som ble gjennomført. Områder med større partier med fjell i dagen ble ikke stukket systematisk. Dette gjaldt også områder med vanskelig tilgang, for eksempel svært våte sumpete partier.

Jorddataene ble lagt inn i en database (FileMakerPro 19) hvor hvert målepunkt ble delt opp i 10 cm enheter nedover i undergrunnen. Totalt ble det samlet inn 368 borepunkter med 2176 informasjonspunkter med 10 cm vertikal oppløsning. Dette gir ikke et detaljert kart av hvor de ulike massene er, men gir et godt grunnlag for å si noe om fordeling av massekvalitetene innen hvert utbyggingsfelt (HN-2 – HN5) ned til ca. 1,5 meter. Dypere lag er mindre viktig å kartlegge detaljert da det er mer homogent, dominert av mellomleirer og stiv leire. I tillegg er det registrert inn 1124 punkter med fjell i dagen.



Figur 5. Skjermbilde fra databasen med jordboringsdata. Eksempelet viser data for en jordboring hvor teksturkvalitet er beskrevet i 10 cm enheter nedover i dypet. Fargeprikker i tabellen er brukt til innlegging av data.

3.1.2 Jordkartlegging med Elektroresistivitets tomografi (ERT)

ERT-linjenes beliggenhet ble bestemt delvis på forhånd før befaring og delvis etter befaring. Traseen der linjene skulle gå ble først ryddet med ryddesag, og målebånd ble lagt ut i en så rett linje som mulig. Videre ble kabler trukket ut og riktig avstand mellom elektrokoblingene ble plassert ved hjelp av utlagt målebånd. Denne avstanden variert fra 1 til 3 m, avhengig av hva forventet løsmassedybde var. Ved liten løsmassedybde, mellom 1-5 m, ble 1 m avstand mellom elektrodene brukt. Ved forventet løsmassedybde på 5-10 m ble 2 m avstand brukt. Ved forventet løsmassedybde over 10 m ble 3 m avstand brukt. Videre ble stålelektroder slått/dyttet ned i bakken ved det allerede bestemte mellomrommet ved elektrokoblingene på kabelen. Elektrodene ble koblet til hovedkabelen med mindre elektrokabler. Lengden på linjene varierte også. Hver kabelrull har 16 elektrodefester, og det ble brukt til sammen 6 kabelruller. Maksimalt antall elektroder som kan inngå i en måling er 98 elektroder. Lengden på målingene blir da henholdsvis 96 m (ved 1 m avstand), 192 m (ved 2 m elektrodeavstand) eller 288 m (ved 3 m elektrodeavstand). Lengre elektrodeavstand kan benyttes, men da blir oppløsningen svært dårlig i de øvre lagene, så det var ikke hensiktsmessig i dette terrenget.

Når kabel og elektroder var lagt ut ble tomografen, (Syscal Pro Switch) koblet til, slik at elektrode 1-48 kom på en side og 48-96 kom på den andre. Programmering av måleprogrammene ble gjort på forhånd, slik at Syscal-maskinen står og måler i 2-6 timer. Måletiden for hver kvadropol var 1 sekund og hadde en voltinjeksjon på 200V. Konfigurasjonen som ble brukt var dipol-dipol. Ved bruk av denne konfigurasjonen ble måletiden redusert noe. For å sikre god data kvalitet ble både normal og gjensidig (bytting av strømelektroder og potensielle elektroder) dipol-dipol målinger innhentet. Det ble tatt GPS-punkter for hver elektrode. GPS-en fikk ikke nøyaktig signal i områder med trær, og derfor måtte noen av punktene interpoleres i ettertid.

3.2 Tolkning av ERT målinger

Dataene fra ERT-målingene ble analysert ved hjelp av Res2DInv (Loke, 2000) program og videreprosessert i en database (FileMakerPro 19). I programmet Res2DInv ble målingene fra felt analysert for feil ved å sammenligne de normale og de gjensidige datasettene. Alle målinger med avvik større enn 20 % ble fjernet fra datasettet. Alle data med et repeterbarhetsavvik større enn 10 % ble også fjernet. Dataene brukt i inversjonene for å få resistivetsmodellene var et gjennomsnitt mellom de normale og de gjensidige verdiene. Topografi ble inkludert i inversjonene. Programmet kalkulerer fra tilsynelatende resistivetsverdier til ekte resistivetsverdier og dybder. I databasen ble hver post i databasen satt lik en virtuell jordblokk nedover i dypet mellom elektrodene. For hver virtuell blokk ble det beregnet en resistivetsverdi. Blokkstørrelsen varierte mellom 0,42 og 3,91 m i ulike dybder med et snitt på 1,25 m. Blokkstørrelsen økte i dybden nedover i dypet. Elektrodeavstand bestemmer hvor ERT scannets beste oppløsning skal være. 1 meter avstand mellom elektrodene gir god oppløsning i overflaten og 3 m avstand lenger ned i dybden. De fleste linjene ble satt opp med 2 m elektrodeavstand, som ble vurdert til å gi mest nyttig informasjon med oppløsning i de dybdene vi var interessert i, samt gi mulighet til å avdekke berggrunnsnivået ned til et antatt bergnivå. I Tabell 1 er det satt opp forhold mellom elektrodeavstand og blokkstørrelser nedover i dybden. Tabellen viser hvor dypt man måler og oppløsningen nedover i dypet ved de tre brukte elektrodeavstandene.

Tabell 1. Tabellen viser forhold mellom elektrodeavstand og blokkstørrelser nedover i dypet. Tallene gir et bilde av hvor dypt man måler og oppløsningen nedover i dypet.

Elektrodeavstand 1 m			Elektrodeavstand 2 m			Elektrodeavstand 3 m		
Blokknr	Blokkhøyde	Dybde	Blokknr	Blokkhøyde	Dybde	Blokknr	Blokkhøyde	Dybde
1	0,42	0,42	1	0,83	0,83	1	1,25	1,25
2	0,45	0,87	2	0,92	1,75	2	1,37	2,62
3	0,51	1,38	3	1	2,75	3	1,51	4,13
4	0,55	1,93	4	1,11	3,86	4	1,66	5,79
5	0,61	2,54	5	1,22	5,08	5	1,83	7,62
6	0,67	3,21	6	1,34	6,42	6	2,01	9,63
7	0,74	3,95	7	1,47	7,89	7	2,21	11,84
8	0,81	4,76	8	1,62	9,51	8	2,43	14,27
9	0,89	5,65				9	2,68	16,95
10	0,98	6,63				10	2,94	19,89
11	1,08	7,71				11	3,24	23,13
12	1,19	8,9				12	3,56	26,69
13	1,3	10,2				13	3,91	30,6

Elektrode	23 m	Øst:	594285,8	Nord:	6620523,5	M		
	Høyde	Variasjon	Blokkagsnr	Blokkhøyde	Resistivitet	Endring	Konduktivitet	Kommentar
Linje 15	15_11	88,46	88,7 - 88	1	0,83	173		0,00579100
Linje 15	15_11	87,68	87,9 - 87,2	2	0,92	23	-149	0,04300000
Linje 15	15_11	86,81	87,1 - 86,3	3	1,00	17	-6	0,05730000
Linje 15	15_11	85,86	86,1 - 85,3	4	1,11	133	116	0,00749200
Linje 15	15_11	84,80	85,1 - 84,2	5	1,22	3917	3784	0,00025500 LMD
Linje 15	15_11	83,63	84 - 83	6	1,34	67893	63976	0,00001473 Fjell
Linje 15	15_11	82,37	82,7 - 81,6	7	1,47	369364	301471	0,00000271 Fjell
Linje 15	15_11	80,94	81,3 - 80,1	8	1,62	624311	254947	0,00000160 Fjell

Figur 6. Skjermbilde fra databasen med resistivitetsdata. Eksempelet viser data for avstanden mellom to elektroder. Hver linje representerer en blokk mellom elektrodene i ulike dybder. Blokkstørrelsen øker i dybden nedover i dypet. Elektrodeavstand bestemmer hvor beste oppløsningen skal være. I dette tilfellet er elektrodeavstand 2 meter og det er relativt lave resistivitetsverdier i 5 blokklag 1-4 i dybden (terrenghøyde ≈85 meter). Endringen ned til det femte og sjette blokklaget er abrupt og tolkes som overgang fra løsmasser til berggrunn. Ikke alle punktene har så tydelig forskjeller som dette eksemplet.

Det ble gjort noe etterprøving av ERT-dataene ved å grave ned til fjell på noen bestemte punkt på linjene der man var usikker på om dataene ga et riktig bilde av løsmassedybde. For punktene som ikke lå på myr ble det brukt gravemaskin. Gravemaskinen brukte GPS for å finne punktene på linjene. Det ble gravd først ned til 1-1,5 m og en grov kartlegging av jordsjiktningen ble gjort. Det ble videre gravd ned til fjell og jordprøver ble tatt ut hver meter. Punktene på myr ble stukket med myrstang. Det ble stukket så langt myrstanga gikk før det traff fjell. Det ble ikke tatt ut jordprøver, men det ble registrert om det var mineraljord under torvlaget.

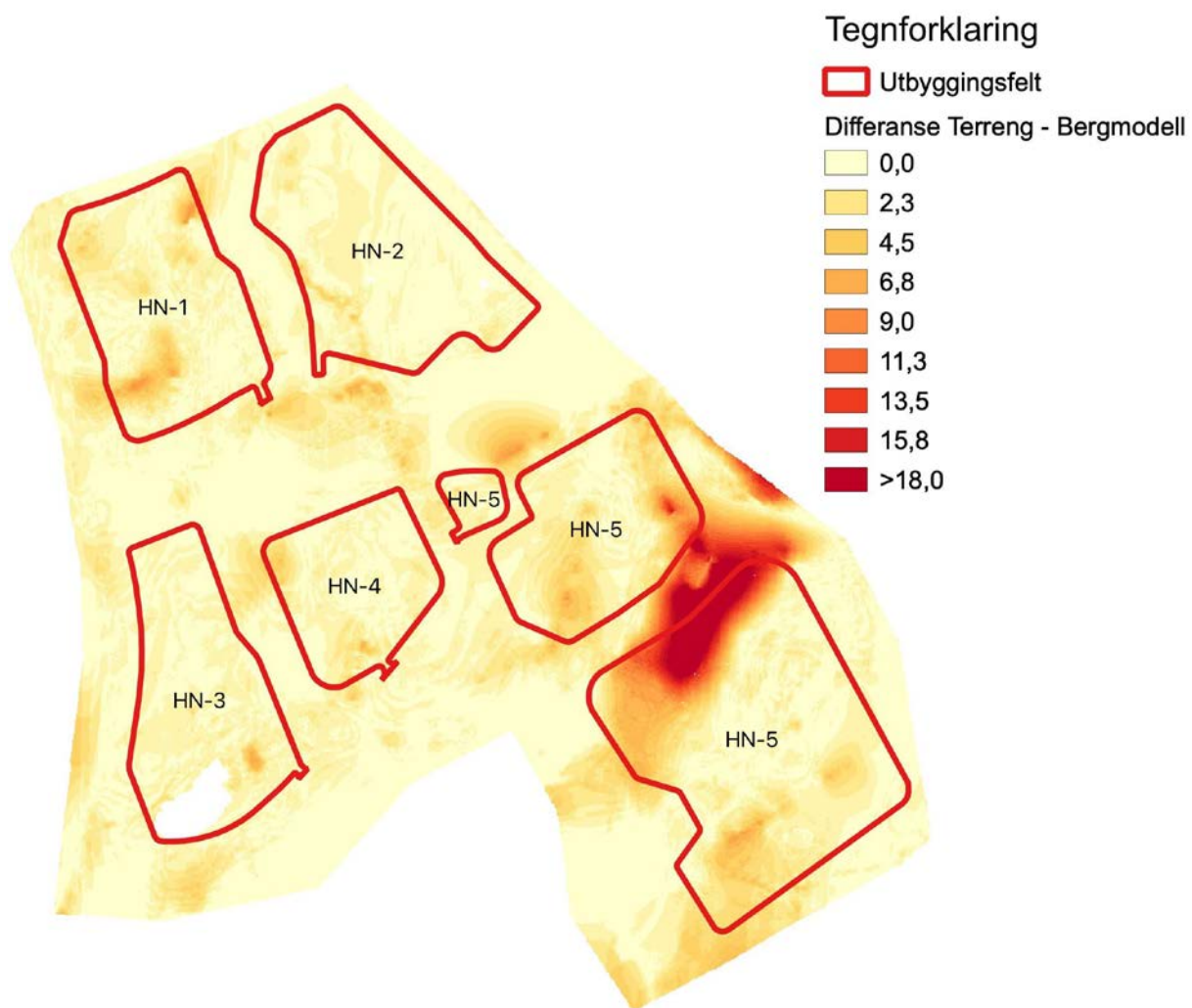


Figur 7. Gravemaskin ble brukt for å grave kontrollpunkter langs ERT-linjene. Her ble tekstur og dybde til fjell målt inn og relatert til ERT målingene.

3.3 Volumberegninger

Multiconsult og Løvlien georåd har utført geotekniske grunnundersøkelser på området med flere borpunkter og kartlegginger av fjell i dagen. Sammen med NIBIOs ERT-målinger og manuelle jordboringer har dette gitt 2440 punkter for bergdybde i området. Disse punktene har gitt grunnlag for en triangulerings 3D-modell for bergnivå. ERT-målinger gir noe større usikkerhet, men er tatt med indikativt i bergmodellen siden de dekker de dypere områdene hvor det var færre borepunkter. Beskrivelse av bergmodellen er gitt i prosjektets dokument «NOTAT RIG 005 REVO1. For volumberegningene ble Trianguleringsmodellen konvertert til en digital høydemodell (DEM).

Volumberegninger er gjort ved å beregne differansen mellom prosjektets terrengmodell og bergmodellen i hvert av feltene HN1 – HN5. Siden kartleggingen med jordbor gir en god fordeling av tekstur i de øvre lagene (ned til $\approx 1,5$ m), ble det skilt mellom volum over og under 2 m. Dette ble gjort ved rasterkalkulasjoner av løsmassevolumene. Kartleggingen av tekstur over 1,5 m er systematisk, og gir et statistisk godt grunnlag for å ekstrapolere teksturfordeling innenfor hvert av feltene. Fordelingsanslagene av de ulike teksturene er vurdert som gode. Kartleggingen av tekstur under 2 meter er mer sparsom, men avsetningshistorikken tilsier at heterogeniteten er mye mindre i de dypere lagene fordi en har observert massive leiravsetninger. Det er ble antatt at fordelingen i de nederste lagene fortsetter i stor grad nedover. Hvorfor er forklart i kap. 4.1.



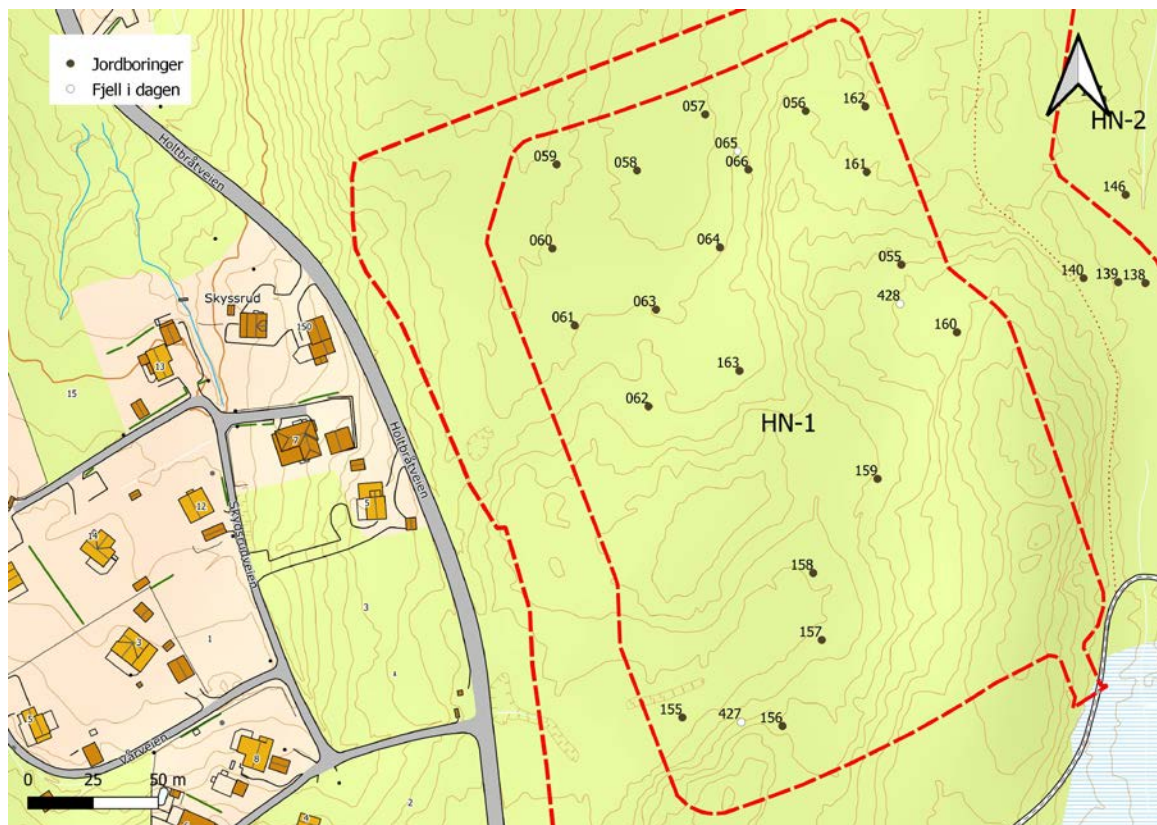
Figur 8. Kartet viser antatt løsmassedybder i utbyggingsområdet.

4 Resultater

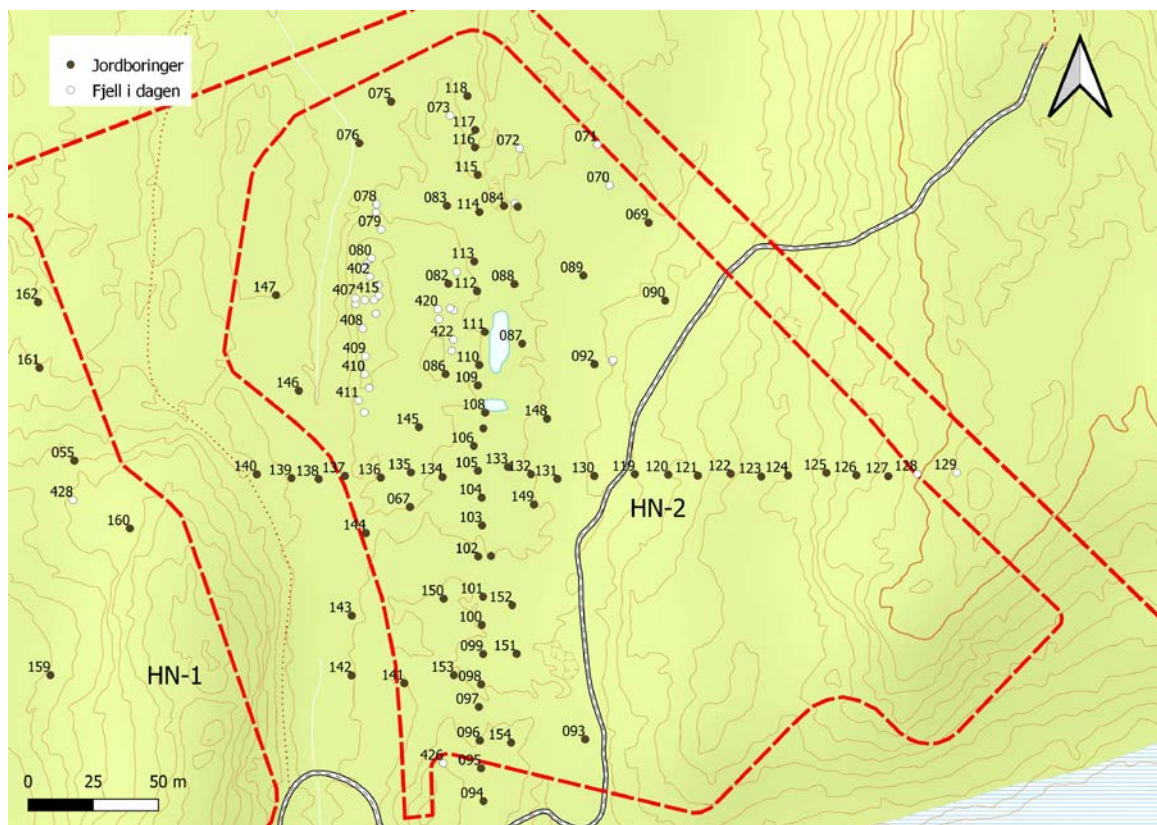
Det ble registrert 140 observasjoner av fjell i dagen (Figur 9 - Figur 13). Totalt ble det utført 327 jordborstikk på hele arealet (Figur 9 - Figur 13). Av disse var det 119 stikk som nådde til fjell, resten endte i løsmasselag, grunnet at jordbor ikke når dypere enn ca. 1,2-1,5 meter. I øvre 150 cm ble det funnet organisk jord/torv, sand, siltig sand, sandig silt, silt, sandig lettleire, siltig lettleire, lettleire, sandig mellomleire, siltig mellomleire og mellomleire (Tabell 3).

Undergrunnsmasser i dybder over 1,5 m ble undersøkt i 13 punkter og skal gi en pekepinn om hva en kan forvente å finne på området i dypere lag. Her ble det funnet organisk jord/torv, sand, siltig sand, sandig lettleire, siltig lettleire, sandig mellomleire, siltig mellomleire, mellomleire og stiv leire (Tabell 3).

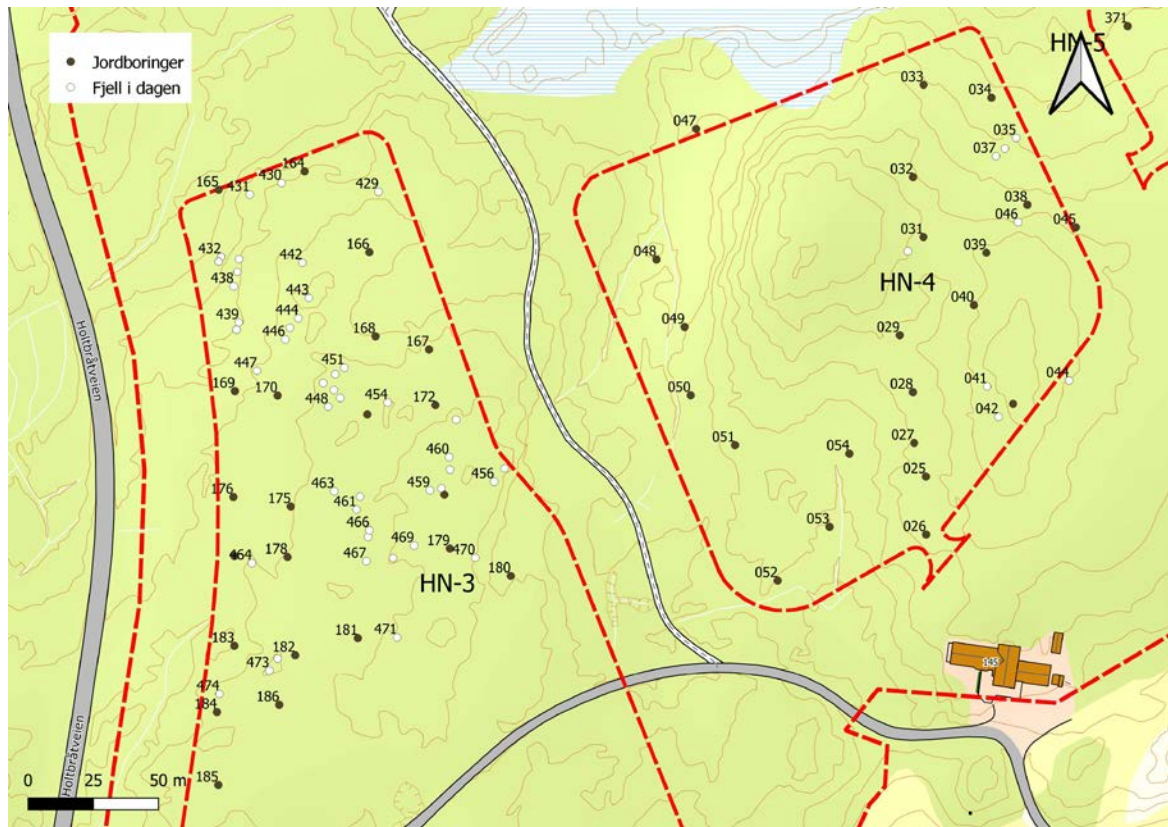
Massene på tiltaksarealet var nærmest steinfrie. Enkelte steder var det observert innslag av grus.



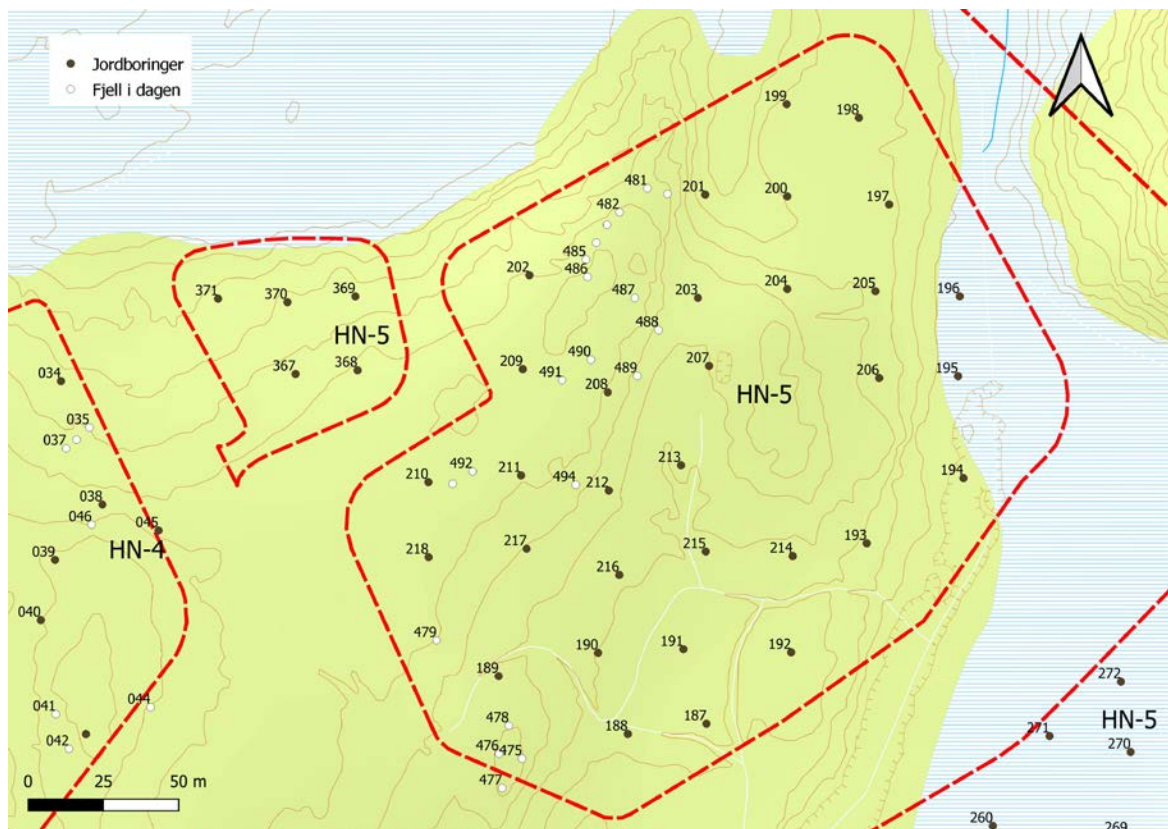
Figur 9. Kartet viser felt HN-1 med oversikt over jordborstikk (brune punkter) og observasjoner av fjell i dagen (hvite punkter) som ble kartlagt av NIBIO som supplerings til undersøkelser utført av Leif Grimsrud AS.



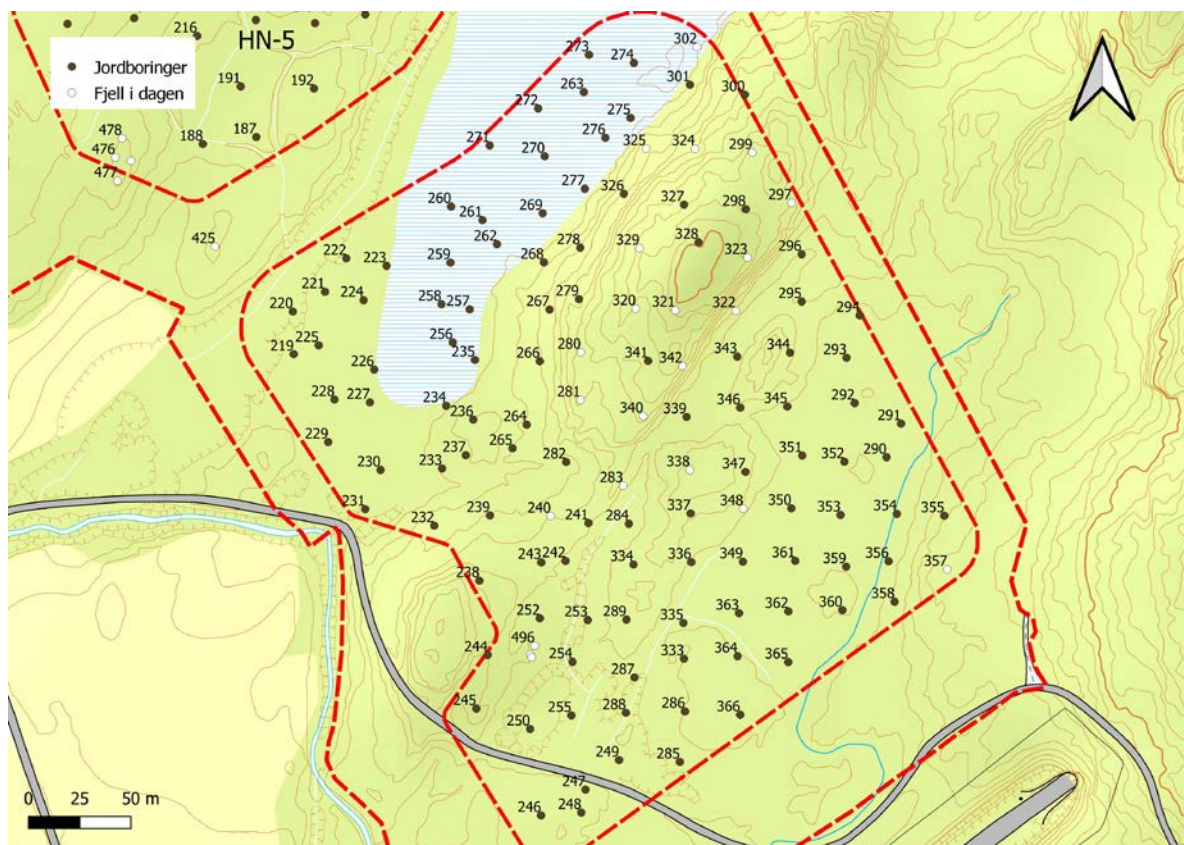
Figur 10. Kartet viser felt HN-2 med oversikt over jordborstikk (brune punkter) og observasjoner av fjell i dagen (hvite punkter) som ble kartlagt av NIBIO som supplerings til undersøkelser utført av Leif Grimsrud AS.



Figur 11. Kartet viser felt HN-3 og HN-4 med oversikt over jordborstikk (brune punkter) og observasjoner av fjell i dagen (hvite punkter) som ble kartlagt av NIBIO som supplerings til undersøkelser utført av Leif Grimsrud AS.



Figur 12. Kartet viser felt HN-5-nord med oversikt over jordborstikk (brune punkter) og observasjoner av fjell i dagen (hvite punkter) som ble kartlagt av NIBIO som supplerings til undersøkelser utført av Leif Grimsrud AS.



Figur 13. Kartet viser felt HN-5-syd med oversikt over jordborstikk (brune punkter) og observasjoner av fjell i dagen (hvite punkter) som ble kartlagt av NIBIO som suppleringsundersøkelser utført av Leif Grimsrud AS.

4.1 Tolkning av avsetningshistorikk

Kartleggingen har vist at området har vannavsatte masser ned til fjell og det ble ikke funnet moreneavsetninger av betydning. Avsetningshistorikken og dannelsesprosessene av jordsmonnet er gjennom dette arbeidet godt forstått. Det ligger i bunn komprimerte relativt tette leirer etter langvarig marin avsetning i en tidlig fase av isavsmeltingen. Teksturene er stiv leire og mellomleirer. Litt høyere opp i avsetningene er det mer blandede teksturer grunnet avsetningsforhold senere under isavsmeltingen. Her dukker det opp mer sand og grus som er fraktet hit gjennom temporære strømninger og bekker. Etter hvert som landhevingen tok til etter istiden har området steget opp av havet og hatt en lang periode med vannsortering av tidevannsstrømmer og strandvasking av de øvre lagene. Disse prosessene har erodert og vasket bort løsmassene som opprinnelig dekket de partiene som en nå finner fjellblotninger. Topplagene 0-1,5 m er derfor mye mer heterogene og spenner fra fin leire til rene sandpartier og blandinger av teksturer. Det finnes noen få partier av grus og sandholdige masser som går lenger ned i dypere lag, noe som antakelig skyldes tidlige utspylingsstrømmer og -bekker i en tidlig fase av isavsmeltingen. Noe blokkstein forekommer og det er droppstein fra isavsmeltingen.

Det er flere dype hull som dannet små dammer og tjern etter landhevingen. Her ble det torvdannelse som startet for ca. 7000 år. Først måtte området komme opp over havnivået, og den første varme klimatiske perioden rett etter istiden ble avløst av en kjøligere og fuktigere periode som ga god torvvekst. Torvdannelsen vokste utover vannflatene på tjernene og dekket etter hvert hele vannflaten. Torvlagene vokser i tykkelse og presser gammel torv ned i vannet. Selv om myrene virker faste og fine i dag er det mest sannsynlig at torvlagene ikke strekker seg så dypt ned. En del partier har dybde ned til 15-20 meter til fast fjell, og de nedre delene (fra 2-4 m) vil være med mindre og mindre torv, og torv uten struktur. Etter hvert har det preg av å være en gytje/vann løsning. Det vil derfor ikke kunne tas av

torv med tunge maskiner ut på flatene med dyp myr. Det vil være stor risiko for at når man har gravet gjennom de øverste to meterne med torv (som er bærelaget), så kan bæreevnen kollapse og maskinen forsvinne ned i dypet.

Tabell 2. Volumberegninger av løsmasser.

Utbyggingsfelt	Volum	Beregnet gjennomsnittlig løsmassedypde (LMD)	Areal
HN-1	47 060 m ³	1,05	44 795 m ²
HN-2	20 825 m ³	0,39 m	53 889 m ²
HN-3	26 568 m ³	0,6 m	44 524 m ²
HN-4	20 605 m ³	0,73 m	28 399 m ²
HN-5 A	294 858 m ³	3,58 m	82 348 m ²
HN-5 B	76 678 m ³	1,98 m	38 673 m ²
HN-5 C	3 227 m ³	0,78 m	4 146 m ²
Samlet for alle felt	≈490 000 m ³		

Tabell 3. Fordeling av de ulike teksturene som ble funnet i øvrige 150 cm og i dypere lag på delarealene HN-1, HN-2, HN-3, HN-4, HN-5-syd, HN-5-nord og NV-1. Volumestimat er beregnet ut i fra berggrunnsmodell utviklet av Multiconsult og volumjustert i henhold til Statens vegvesens håndbok R761. Organisk torv er volumjustert til forventet volum etter avvanning og satt til 30 % av råvolum.

Felt	Lag	Sortering og kvalitet	Andel råvolum	Volumestimat m ³
HN-1	Topplag 0-1,5 m	Organisk	23,4 %	2500
		Sand	0,8 %	356
		Siltig sand	10,3 %	4585
		Sandig silt	17,2 %	7044
		Silt	22,1 %	9051
		Sandig lettleire	4,9 %	2007
		Lettleire	4,5 %	1843
		Sandig mellomleire	4,5 %	1843
		Siltig mellomleire	2,9 %	1188
		Mellomleire	9,4 %	3850
	Undergrunn >1,5 m dybde	Sandig lettleire	≈35%	4609
		Varianter av mellomleirer	≈65%	8560
Oppsummert HN-1		Masser som inngår i jordforedling; 15 900 m³, masser til C-sjikt/deponi 31 500 m³		
HN-2	Topplag 0-1,5 m	Organisk	36,4 %	2162
		Sand	2,6 %	644
		Siltig sand	6,7 %	1658
		Sandig silt	21,9 %	4987
		Silt	17,1 %	3894
		Sandig lettleire	1,5 %	342
		Siltig lettleire	2,0 %	455
		Lettleire	5,8 %	1321
		Sandig mellomleire	1,1 %	250
		Siltig mellomleire	2,0 %	455
		Mellomleire	3,0 %	683
	Undergrunn >1,5 m dybde	Sandig lettleire	≈35%	413
		Varianter av mellomleirer	≈65%	766
Oppsummert HN-2		Masser som inngår i jordforedling; 7000 m³, masser til C-sjikt/deponi 11 000 m³		

Felt	Lag	Sortering og kvalitet	Andel råvolum	Volumestimat m ³	
HN-3	Topplag 0-1,5 m	Organisk	30,1 %	2399	
		Sand	1,6 %	531	
		Siltig sand	47,1 %	15642	
		Sandig silt	20,3 %	6202	
		Siltig lettleire	0,8 %	244	
Oppsummert HN-3		Masser som inngår i jordforedling; 18 800m³, masser til C-sjikt/deponi 6200 m³			
HN-4	Topplag 0-1,5 m	Organisk	34,3 %	1892	
		Sand	1,4 %	322	
		Siltig sand	23,6 %	5424	
		Sandig silt	10,0 %	2114	
		Silt	27,9 %	5899	
		Sandig lettleire	1,4 %	296	
		Siltig mellomleire	1,4 %	296	
	Undergrunn >1,5 m dybde	Organisk	100,0 %	666	
Oppsummert HN-4		Masser som inngår i jordforedling; 8600m³, masser til C-sjikt/deponi 8300 m³			
HN-5-syd	Topplag 0-1,5 m	1 Organisk	56,2 %	22919	
		3 Sand	0,2 %	340	
		4 Siltig sand	3,9 %	6627	
		5 Sandig silt	13,9 %	21729	
		6 Silt	6,1 %	9536	
		7 Sandig lettleire	2,8 %	4377	
		8 Siltig lettleire	4,5 %	7035	
		9 Lettleire	3,1 %	4846	
		10 Sandig mellomleire	1,0 %	1563	
		11 Siltig mellomleire	3,5 %	5471	
		12 Mellomleire	4,8 %	7504	
			Undergrunn >1,5 m dybde	1 Organisk	≈55 %
		Varianter av stiv- og mellomleire		≈45%	85 533
Oppsummert HN-5 Syd		Masser som inngår i jordforedling; 71 500m³, masser til C-sjikt/deponi 131 300 m³			
HN-5-nord	Topplag 0-1,5 m	Organisk	26,4 %	3634	
		Siltig sand	20,4 %	11 702	
		Sandig silt	4,5 %	2375	
		Sandig lettleire	9,5 %	5013	
		Siltig lettleire	7,0 %	3694	
		Lettleire	3,0 %	1583	
		Sandig mellomleire	2,5 %	1319	
		Siltig mellomleire	8,0 %	4222	
		Mellomleire	11,9 %	6280	
		Stiv leire	7,0 %	3694	
			Undergrunn >1,5 m dybde	Organisk	39,1 %
		Siltig sand		7,8 %	3002
	Sandig lettleire	15,6 %		5524	
		Varianter av stiv- og mellomleire	37,5 %	13 278	

Felt	Lag	Sortering og kvalitet	Andel råvolum	Volumestimat m ³
Oppsummert HN-5 Nord		Masser som inngår i jordforedling; 39 000m³, masser til C-sjikt/deponi 31 100 m³		
NV-1	Topplag 0-1,5 m	Organisk	65,5%	634
		4 Siltig sand	10,3 %	415
		5 Sandig silt	10,3 %	386
		8 Siltig lettleire	13,8 %	512
	Undergrunn >1,5 m dybde	3 Sand	45,2 %	36
		4 Siltig sand	12,9 %	10
		8 Siltig lettleire	41,9 %	33
Oppsummert NV-1		Masser som inngår i jordforedling; 1650m³, masser til C-sjikt/deponi 380 m³		
Volum totalt alle felt				
Volumjusterte masser som inngår i jordforedling er ≈ 163 000 m ³ (≈43 %), og masser til C-sjikt/deponi 220 000 m ³ (57 %). Salgbar mineraljordandelen fra feltene til jordproduksjon er ≈ 97 000m ³ . Torv utgjør ≈ 66 000 m ³ etter avvanning. Vi har lagt til grunn at ferdig behandlet og avvannet råtorv vil volumreduseres til ca. 30% av råvolum avhengig av omdanningsgraden av råtorven. I avvanningen blandes torv med steinmel fra nedkusing av fjell eller oppgravd finsand (0-2 mm) i forholdet 1:1. I tillegg kommer løsmassene fra områdene mellom HN-1-HN-5 feltene hvor det også vil tas av en god del løsmasser. Totalt estimeres prosesserbart (salgbart) jordvolum til 200 000 – 350 000 m ³ . Volumvariasjonen relateres til hvor god sortering man får til ved avtak, hvor mye av arealet utenom feltene som blir avtatt løsmasser, samt hvor stort volum steinmel som tilføres til torva. En del av dette vil gå til topplag på Holt gårds landbruksarealer.				

4.2 Usikkerhet i volumberegninger

ERT-undersøkelsene som ble utført, ble brukt til å estimere dybde til fjell på linjestrekningene og inngår i dannelsen av Bergmodellen. Dataene ble tolket og bergnivå ble anslått til å være i overgangen mellom 1350 og 1400 ohm*m (overgang fra oransje til rød i Figur 14 - Figur 33). I etterkant ble det prøvegravd langs ERT-linjene og bergdybden var noe lavere (Tabell 4). Avvik fra tolket løsmassedybde til faktisk bergdybde er i gjennomsnitt -1,2 meter. Det er 4 grove feiltolkninger med avvik på -3,2 til -4,9 m. Det er vanskelig å tolke årsak da det kan skyldes målefeil eller vannledning i løsmasser eller bergsprekker. Tar man bort outlierne er avviket -54 cm. ERT målingenes bidrag til bergmodellen er først og fremst i de partiene der det er dypere lag av løsmasser, noe som utgjør relativt sett små arealer. Volumberegningene er noe overestimert. Dette vil i liten grad påvirke fordeling av teksturer.

Terrengmodellen som er den ene halvdel av det som er grunnlaget for volumberegningene, er utarbeidet av Grimsrud. Modellen baserer seg på dronescan og kartdata. Innmålinger av borepunkter og berg i dagen viser imidlertid at terrengmodellen ligger noe over de innmålte punktene. Dette indikerer at terrengmodellen stedvis ligger kunstig høyt (Multiconsult rapport).

Bergmodellen som ligger til grunn for beregningene er basert på et begrenset antall punkter, og det er stedvis stor spredning mellom sikre bergpunkter. Usikkerheten i bergmodellen er drøftet i prosjektets NOTAT RIG 005 REV01. Der presiseres det videre at usikkerheten i bergmodellen både avhenger av avstandene mellom punktene og type registrering i punktet. Usikkerhet og risiko ved bruk av bergmodellen slik den foreligger til videre vurderinger må vurderes i forhold til nøyaktighetsbehovet i hvert enkelt tilfelle. I dette tilfelle ansees det tilstrekkelig å gi et grovoverslag over prosesserbart jordvolum. Vi vil anslå at de volumtallene som er oppgitt i Tabell 3 bør reduseres med 15-25 % hvis de skal legges til grunn for investeringskalkyler for oppstart av jordprosessering.

Tabell 4. Resultat av prøvegravinger langs ERT linjene. Avvik fra tolket løsmassedybde til faktisk bergdybde er i gjennomsnitt -1,2 meter. Det er 4 grove feiltolkninger med avvik på -3,2 til -4,9 meter. Disse har oppstått ved større løsmassedybde. Det er ellers noe vanskelig å tolke årsak som kan skyldes bl.a. vannledning i løsmasser eller bergsprekker.

Felt	ERT-linje	Meter fra linjestart	ERR - tolket dybde til fjell [m]	Innmålt dybde til fjell [m]	Avvik	Terreng-høyde	X	Y
HN-1	Linje 2	32	3,5	3,3	-0,2	85,8	593 769,7	6 620 568,5
HN-1	Linje 3A	16	2	1,1	-0,9	83,7	593 671,7	6 620 676,0
HN-1	Linje 3A	61	2,2	1,2	-1	83,7	593 693,4	6 620 715,2
HN-1	Linje 4A	11	4,6	1,4	-3,2	87,4	593 801,9	6 620 724,4
HN-1	Linje 4A	78	2,6	2,6	0,00	86,1	593 827,6	6 620 785,2
HN-5	Linje 5	60	4	2,5	-1,5	91	594 228,4	6 620 299,1
HN-5	Linje 5	166	1,9	3,1	1,2	90,9	594 253,0	6 620 401,0
HN-1	Linje 7	38	4,2	4,3	0,1	86	593 788,7	6 620 570,4
HN-5	Linje 10	21	5,6	0,9	-4,7	88,5	594 341,4	6 620 423,7
HN-5	Linje 11	102	2,2	1,6	-0,6	90,5	594 483,5	6 620 080,2
HN-5	Linje 11	52	5,1	0,2	-4,9	91,2	594 441,7	6 620 053,8
NV-1	Linje 12	110	3	1,4	-1,6	88,7	593 915,1	6 620 527,0
NV-1	Linje 13	110	4	4,6	0,6	88,9	594 047,8	6 620 465,0
HN-5	linje 14	56	0,5	0,1	-0,4	91	594 120,0	6 620 442,9
HN-5	Linje 15	54	2,9	1,2	-1,7	90,8	594 319,1	6 620 518,1
HN-5	Linje 15	24	3,2	2,3	-0,9	89,5	594 289,8	6 620 522,7
HN-5	Linje 15	32	2,6	2	-0,6	89,5	594 297,5	6 620 521,4
HN-5	Linje 15	82	2,7	1,4	-1,3	88,6	594 346,3	6 620 513,1
HN-5	Linje 15	94	3	1,2	-1,8	87,5	594 357,8	6 620 510,0
HN-5	Linje 15	108	4,4	1,1	-3,3	88,1	594 371,2	6 620 506,0
HN-5	Linje 17	20	2,1	3,6	1,5	87,4	594 361,4	6 620 178,3
Gjennomsnittsavvik					1,26			

5 Prosessering og bruk av masser fra tiltaksarealet

Det ble utført en kartlegging som skal gi grunnlag for bruk av massene fra tiltaksarealet.

Jordkvalitetene som kan brukes i jordprosessering er: organisk jord/torv, sand, siltig sand, lettleire, sandig lettleire og siltig lettleire. Disse massene må sorteres på stedet i 4 kategorier:

1. organisk jord (O-sjikt)/torv
2. sand og siltig sand
3. lettleire, sandig lettleire og siltig lettleire
4. sandig silt, silt, mellomleire og stiv leire

De tre første kan inngå i **jordprosessering** for å lage salgbar matjord, mens den siste gruppen brukes til **terrengforming** på Holt gård og på Holt Parks grøntanleggsarealer. Gravemaskinførere må få innførende kurs for å kunne skille mellom diverse jordteksturer. Med litt øvelse kan en gravemaskinfører skille alle disse kvalitetene nesten uten å gå ut av førerhuset.

Ferdig blanding av torv og mineralmateriale lettleire, sandig- og siltig lettleire samt eventuelle overskudd av sandmasser skal brukes videre i jordprosessering. Førstnevnte jordkvaliteter må tas av med stor nøyaktighet. Det er viktig å ikke blande massene som egner seg for jordprosessering med andre uegnede masser da dette vil påvirke jordas viktige egenskaper som i sin tur vil føre til dårlige vekstforhold i sluttproduktet. Massene som skal mellomlagres må rankes. Om massene mellomlagres lengre enn 3 måneder i vekstsesongen kan det være aktuelt å så rankene med raigras eller liknende vekster, og slås jevnlig for å unngå oppformering av ugras. Dette gjelder også rene sandmasser. I hauger av steinmel vil det som regel være begrenset etablering av ugras og slike hauger trengs ikke å tilsås.

5.1 Behandling av organiske masser og torv

Slik torva ligger i myra, er den i dypere lag fullstendig vannmettet. Det er bare i det øverste torvlaget der det er røtter av vegetasjon, at ikke hele porevolumet er fylt av vann. Porevolumet av torvmateriale er stort. Ettersom torvmaterialet er angitt å være middels omdannet, kan en ut fra litteraturen anta at porevolumet er mellom 90 og 95 vol. %. Det betyr at i en m³ råtorv i myra er det minst 900 l vann. For å kunne utnytte torvmaterialet, må det avvannes. Det skjer i to trinn. I det første trinnet skal alt fritt vann kunne renne av ved hjelp av gravitasjon. For å få til dette må den vannmettede torva rankelegges på et drenerende underlag, slik at overskuddsvannet frigjøres og trekker ned i underliggende masser (Figur 11). Det er viktig å være klar over at dette vannet er surt, og vannet bør helst dreneres ut til myra igjen for å unngå at surt myrvann påvirker andre resipienter. Det er beregnet at det kan tas opp 200 000 m³ råtorv, men antakelig blir volumet noe lavere. Mesteparten av dette er vann, og allerede det første trinnet av avvanningsprosessen blir det en betydelig volumreduksjon når vannet renner ut av torvmassen. Tørr densitet av råtorv er lav, 0,06-0,07 tonn/m³ (Skaven-Haug 1972). Etter at det første trinnet av avvanningsprosessen er gjennomført, vil densiteten ha omtrent blitt doblet. For å kunne avvanne torvmaterialet ytterligere, og oppnå et blandbart materiale, er det nødvendig å ha tilgang til mineralisk jordmateriale som kan blandes med torva. Torvmassen som først har ligget og rent fra seg, skal blandes med siltig sand og eventuelt steinmel med kornfordeling som siltig sand (0-2 mm eller 0-4 mm med lavt innhold av fingerus 2-4 mm). Massene blandes i forholdet 1:1.

Det er derfor en fordel å ha startet sprengning og steinknusing når en skal i gang med uttak og behandling av torvmateriale, siden steinmel er en viktig for avvanningsprosessen av torva. Når en blander 1 m³ torv med 1 m³ siltig sand/steinmel, vil en få ca. 1,2-1,3 m³ ferdig avvannet jordmasse med

moldinnhold rundt 5-6 % (moldholdig). Det er viktig at det skal litt materiale i siltfraksjon i blandingen for å lykkes med avvanningsprosessen og få gode jordegenskaper i sluttproduktet. Innblanding av grovere sand/steinmelfraksjoner vil ikke gi ønsket resultat. Hvis sanda er for grov, vil ikke vannet bli trukket ut av torvmaterialet, og torv og sand forblir en blaut masse. Dette er spesielt viktig ettersom torvmaterialet er middels omdannet og har vesentlig større finstoffinnhold og kapillært bundet vann enn lite omdannet torv. Ved avvanning av torv i blanding med siltig sand/steinmel, vil det på relativt kort tid kunne frigis store mengder fritt vann på kort tid. En må derfor gjennomføre avvanningsprosessen slik at det ikke oppstår ukontrollert avrenning. En har ikke erfaringstall for hvor stor volumreduksjon som oppstår i det første avvanningstrinnet når en bruker middels omdannet torv, og har derfor ikke helt klarlagt hvor mye siltig sand/steinmel som trengs for trinn 2 av avvanningsprosessen. Vi anbefaler derfor at avvanningsprosessen gjøres under løpende veiledning fra NIBIO.



Figur 11. Avvanning av torv tatt direkte fra dyp myr. Fritt vann trekker ned i drenerende sandmasser (Foto: Trond Knapp Haraldsen).

5.2 Jordproduksjon

Ved utbygging er det mange jordprodusenter som tar imot jordmasser egnet for produksjon av anleggsgjord. Det er vanlig at det kreves betaling for mottak av slike masser ettersom jordmasser som flyttes og må foredles før de blir produkter, er regnet som avfall. På utbyggingsområdet på Holt er det identifisert såpass betydelige volum av torv, sand, siltig sand og lettleiremateriale at det vil kunne etableres jordproduksjon på området i forbindelse med utbyggingsprosessen. Når en skal lage jord, lager en først forblandinger med gravemaskin med et angitt blandingsforhold basert på egenskapene til jorda som er til rådighet for jordproduksjonen (Figur 12). Deretter blandes jord i et jordproduksjonsanlegg, som det finnes mange ulike typer av (Figur 13). Ved jordproduksjonen vil en både kunne lage egnet jord for de nye jordbruksarealene på Holt gård og anleggsgjord for salg. Det er utarbeidet kravspesifikasjoner for anleggsgjord som benyttes av Statens vegvesen (2015) og andre aktører som benytter seg av samme krav som Statens vegvesen. Ut fra den feltmessige vurderingen av massene i utbyggingsområdet, er det sannsynlig at en vil kunne produsere anleggsgjord som tilfredsstiller kravene til tekstur, pH og innhold av organisk materiale i henhold til kravene til Statens vegvesen. For å være sikker på at en vil oppnå de tilskattede egenskaper, må en gjennomføre jordanalyser og lage testblandinger som prøvetas.

Det eneste som det antakelig mangler noe av i området er et næringsrikt organisk materiale som kompost, som trengs for å lage moldholdig anleggsgjord som fullt ut tilfredsstiller kravene til Statens vegvesen. Vi vil derfor anbefale at alle organiske ressurser på tomte blir tatt vare på for å redusere behov for eksterne komponenter. For eksempel røtter, greiner og annet skogsavfall bør knuses/males opp og legges til rankekompostering. Det er også viktig å ta vare på toppjorda 0-10 cm. På denne måten vil man i minst mulig grad ha behov for å hente inn eksterne organiske komponenter. Så lenge

man prosesserer på organisk materiale som er på tomta (torv/skogsavfall og O-sjikt) vil det ikke stilles krav til jordprosesseringen som kan være utfordrende å møte. Det kan det imidlertid bli hvis man må hente inn andre organiske avfallskomponenter som større mengder kompost, husdyrgjødsel eller andre organiske avfallsstrømmer.

For de massene som skal bli jordsmonn på Holt gård kan det imidlertid være aktuelt å ta imot avløpsslam som doseres ut som et siste topplag som pløyes ned. Dette vil ikke utløse krav om tillatelse siden det ikke vil inngå i jordprosesseringsanlegget.

For å kunne omsette jorda er det ikke nødvendig at jorda fullt ut dekker vegvesenets krav, men en må da sikre at varedeklarasjon og bruksanbefaling er utformet slik at kunder vil være i stand til å gjennomføre tilpasset gjødsling og skjøtsel for å oppnå godt tilslag av aktuelle planter. Prisnivået på anleggsgjord i markedet varierer, men er typisk fra kr. 200 pr. tonn og oppover. Jord som tilfredsstiller kravene til Statens vegvesen, omsettes vanligvis til kr. 350-400 pr. tonn. For å oppnå slike priser må det finjusteres sammensetningen i sluttprodukt. Antakelig må man innhente noen tilleggs-komponenter som kan være kompost, aske eller annet som gjør at man kan møte kvalitetskravene etter Prosess 74.44.

Masser som ikke egner seg til jordproduksjon er masser med høyt siltinnhold og/eller høyt leirinnhold. Dette vil være: silt, sandig silt, mellomleire, sandig mellomleire, siltig mellomleire og stiv leire. Slike masser vil som oftest kladde og klumpe seg, og bli sortert ut hvis en forsøker behandling i jordsorteringsverk. Disse massene bør derfor brukes på Holt gård under betegnelse uspesifiserte masser for C-sjikt.

Overskuddsmasser i form av stein kan brukes for å stabiliserende masser i myr på areal HN-5. Dette vil være en bedre løsning enn masseutskifting da unødvendig uttak av myr ikke er ønskelig med tanke på klimagassutslipp. De dypere områdene av myra i HN-5 har også antakelig en slik omdanningsgrad at de er mindre egnet i jordprosesseringen. Antakelig er det svært mye vann og lite fast masse i lagene under 2-3 meter og vanskelig å få tatt ut. Oppfylling med stein etter at man har tatt av topplaget vil være den hensiktsmessige løsningen.



Figur 12. Tillaging av forblandinger for produksjon av anleggsjord basert på naturlige jordmasser av sand, siltig sand, lettleire, steinmel og avvannet torv (Foto: Trond Knapp Haraldsen).



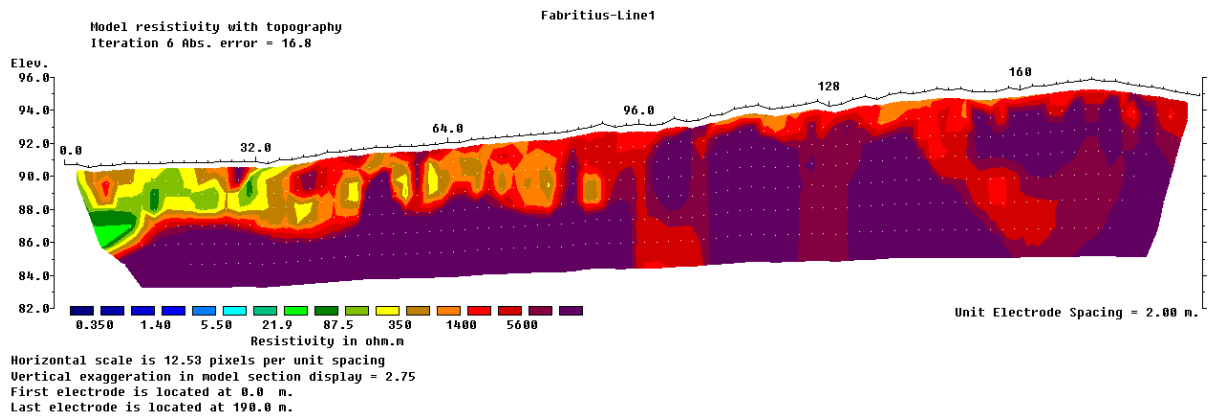
Figur 13. Ulike typer jordsorteringsverk (Foto: Trond Knapp Haraldsen).

6 Litteraturreferanser

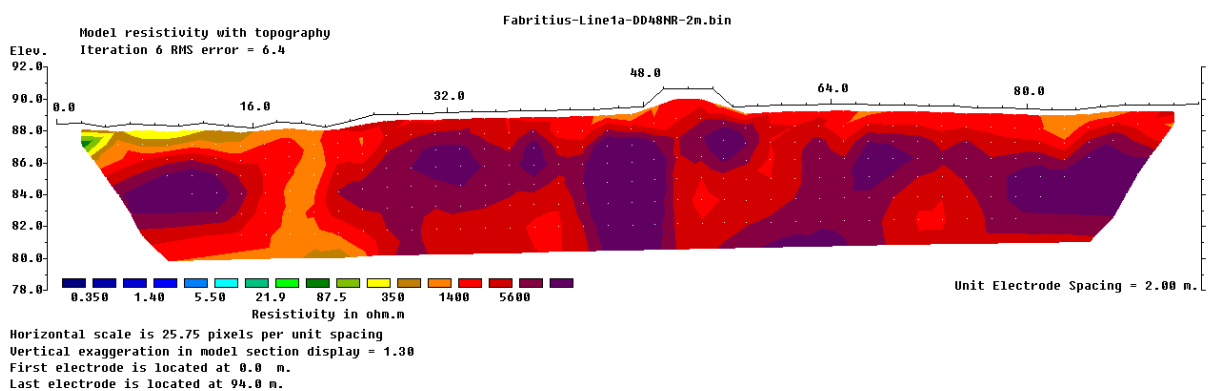
- Hauge, A. & Haraldsen, T. K. (2017). *Planering og jordflytting. Utførelse og vedlikehold*. Rapport fra NIBIO VOL.3 NR 4 2017. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2KDz5K5> (lest 11.01.2021).
- Kilden: Bonitet gran. (2021). NIBIO. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/31jm4vv> (lest 01.02.2021).
- Kilden: Eiendomsgrenser, gårdsnummer og bruksnummer. (2021). NIBIO. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/3smZzSu> (lest 01.02.2021).
- Kilden: Skogbonitet. (2021). NIBIO. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/3da2vvr> (lest 01.02.2021).
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2018). *Reguleringsplanveileder*. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2MwDME5> (lest 04.12.2019)
- Loke, M.H., (2004), *Res2DInv ver. 3.54, Rapid 2-D resistivity and IP inversion using the least-squares method, Geoelectrical imaging 2D & 3-D, Geotomo Software*
- Løsmasser (2019). NGU. Tilgjengelig fra: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/ (lest 01.02.2020).
- Skaven-Haug, S. 1972. Romforhold i jordmaterialer. Medd. fra Det norske myrselskap nr. 4: 3-16.
- Statens vegvesen (2015). *Prosesskode 1. Standard beskrivelse for vegkontrakter. Hovedprosess 1-7*. Håndbok R761. Tilgjengelig fra: https://www.vegvesen.no/attachment/61418/binary/1077236?fast_title=Tidligere+utgave%3A+H%C3%A5ndbok+R761+Prosesskode+1+Standard+beskrivelsestekster+for+vegkontrakter+%282015%29.pdf (lest 28.03.2021)

7 Vedlegg

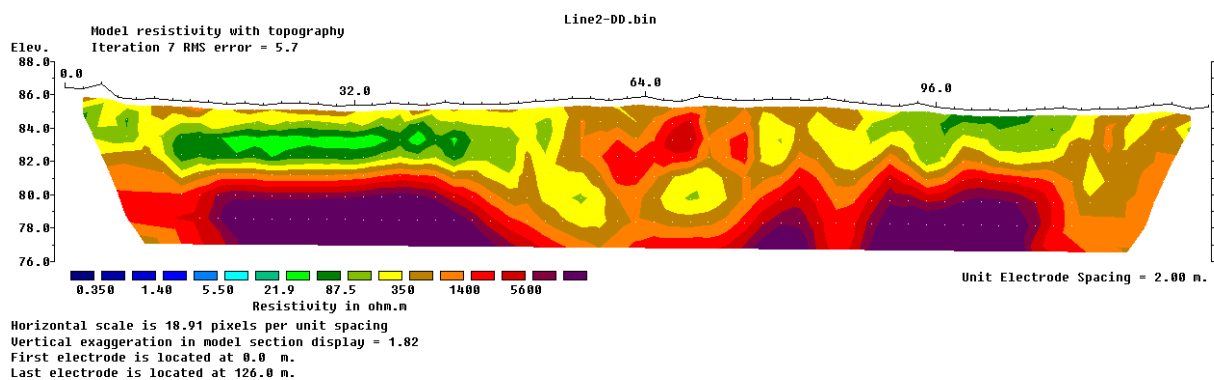
Vedlegg 1. ERT-linjer med høydeskala (Figur 14-33)



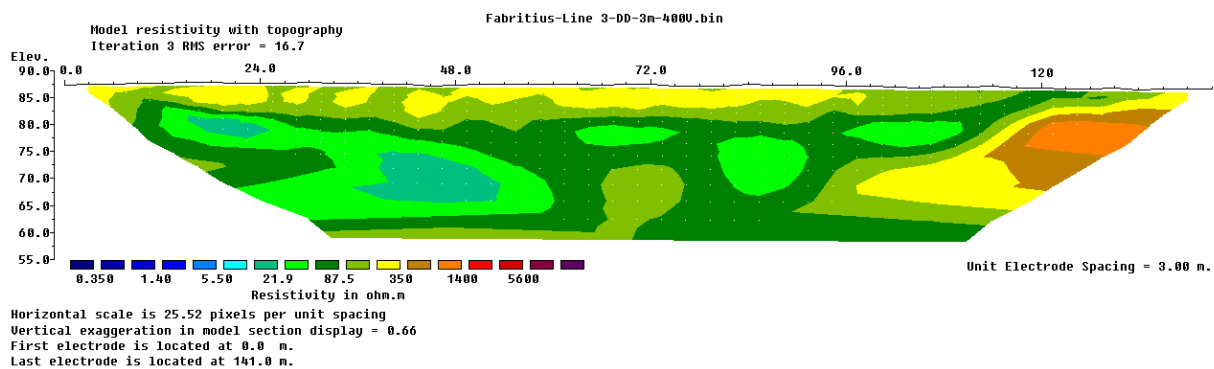
Figur 14. Resisivitetsmodell for linje 1 med topografi.



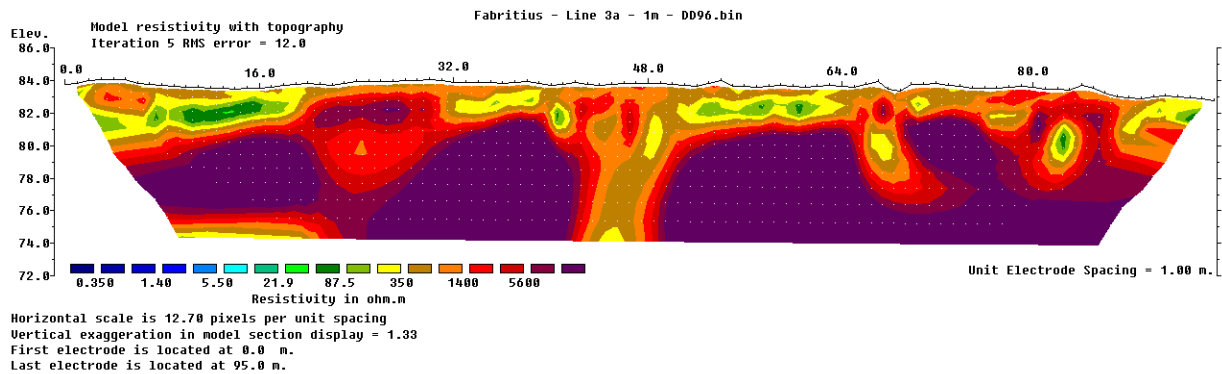
Figur 15. Resisivitetsmodell for linje 1A med topografi.



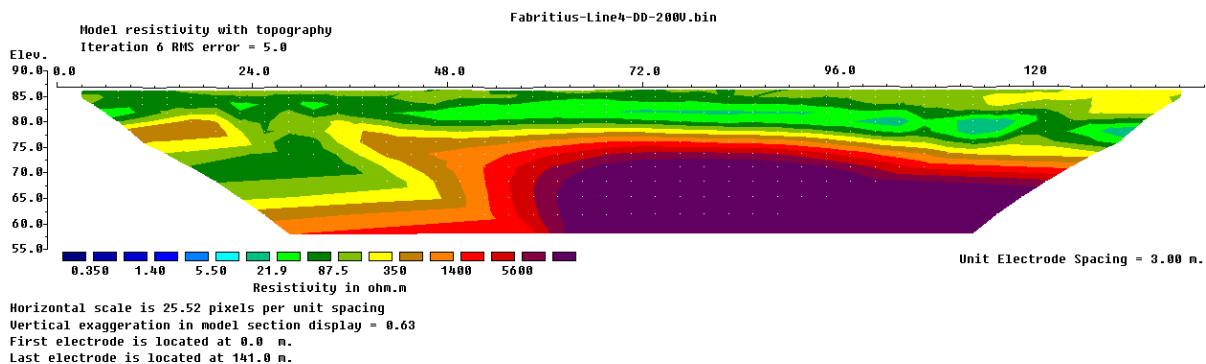
Figur 16. Resisivitetsmodell for linje 2 med topografi.



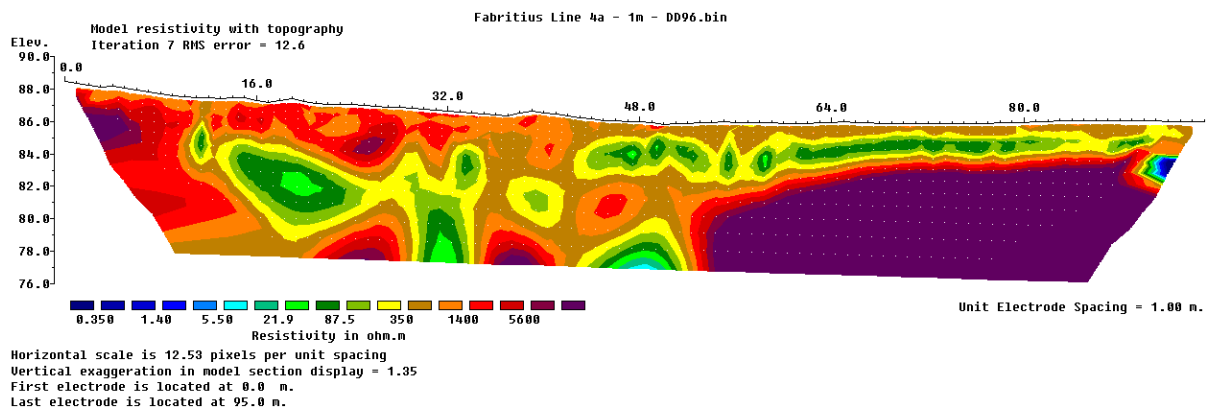
Figur 17. Resisivitetsmodell for linje 3 med topografi.



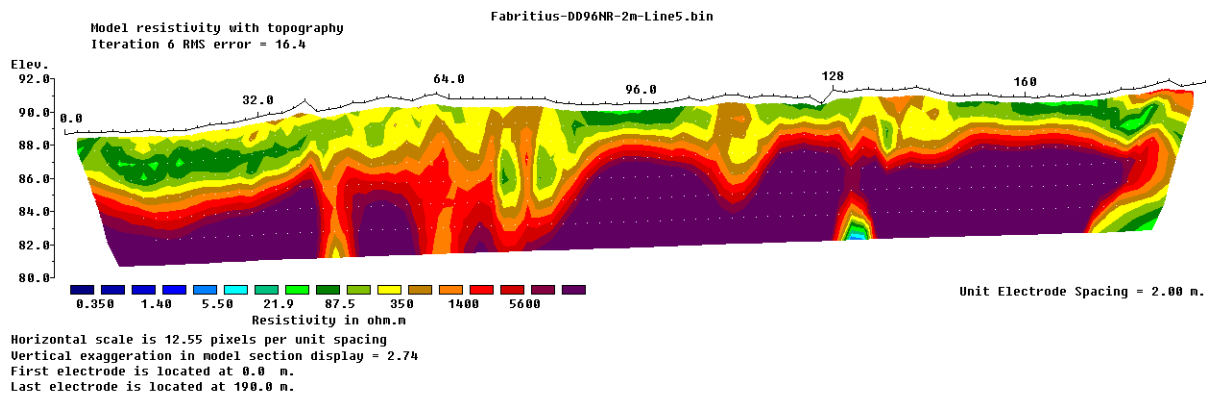
Figur 18. Resisivitetsmodell for linje 3A med topografi.



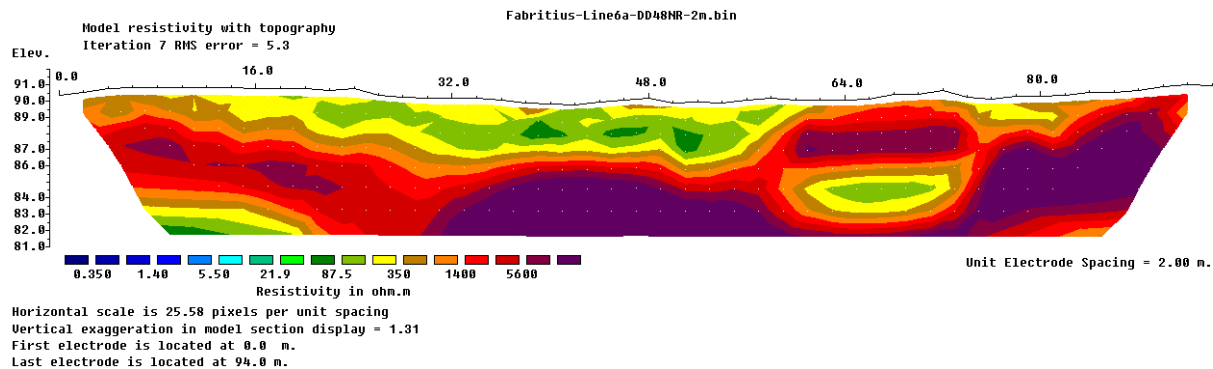
Figur 19. Resisivitetsmodell for linje 4 med topografi.



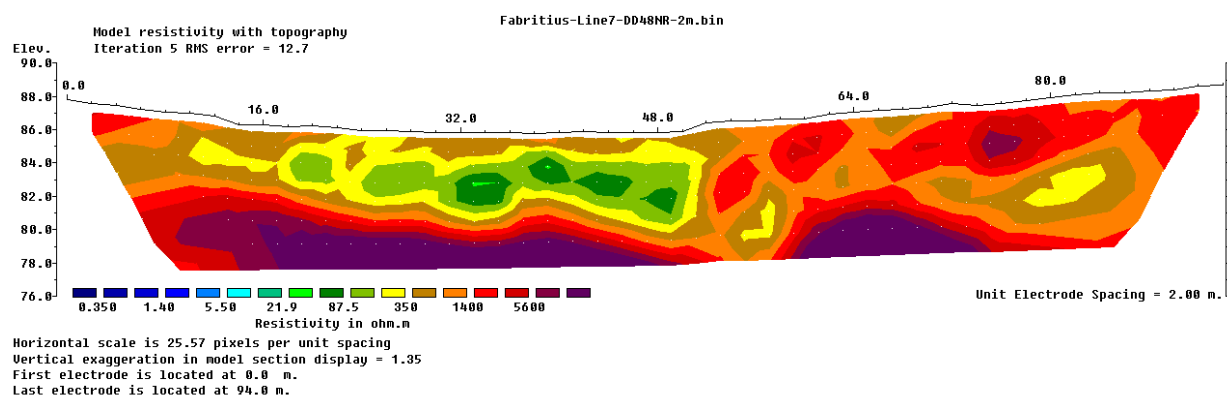
Figur 20. Resisivitetsmodell for linje 4A med topografi.



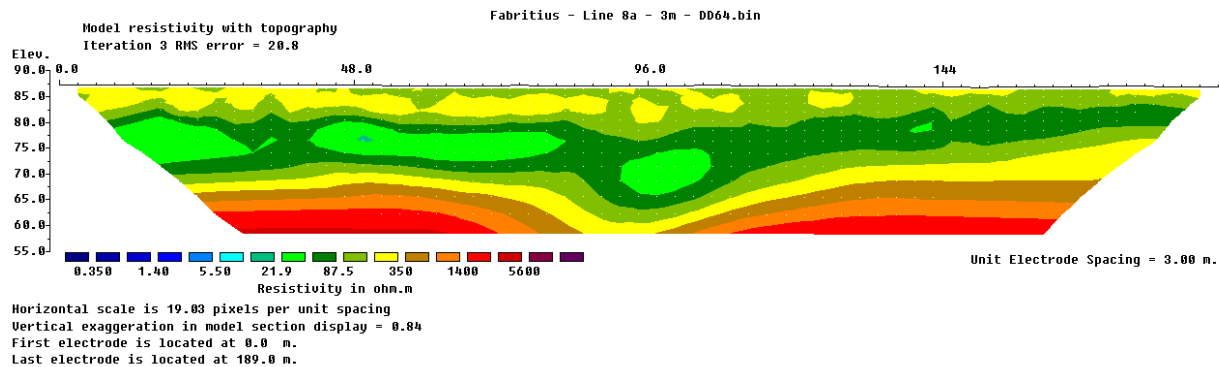
Figur 21. Resisivitetsmodell for linje 5 med topografi.



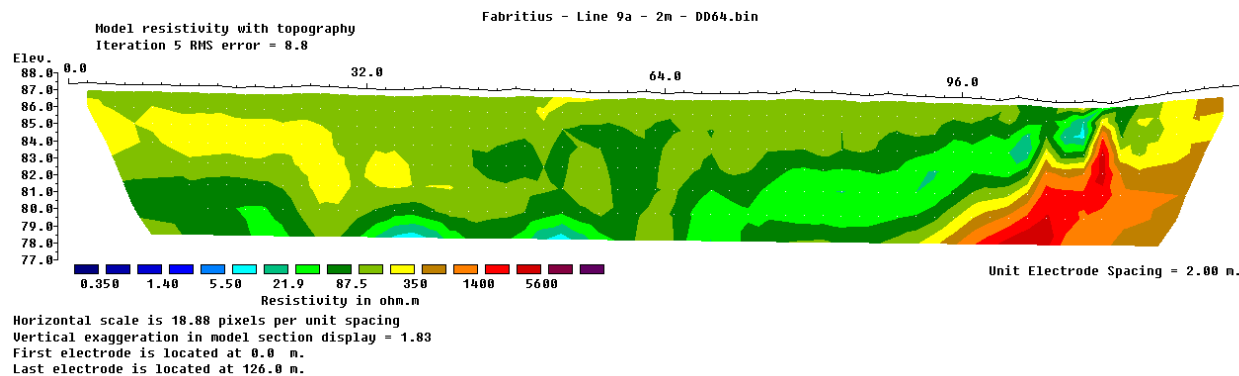
Figur 22. Resisivitetsmodell for linje 6 med topografi.



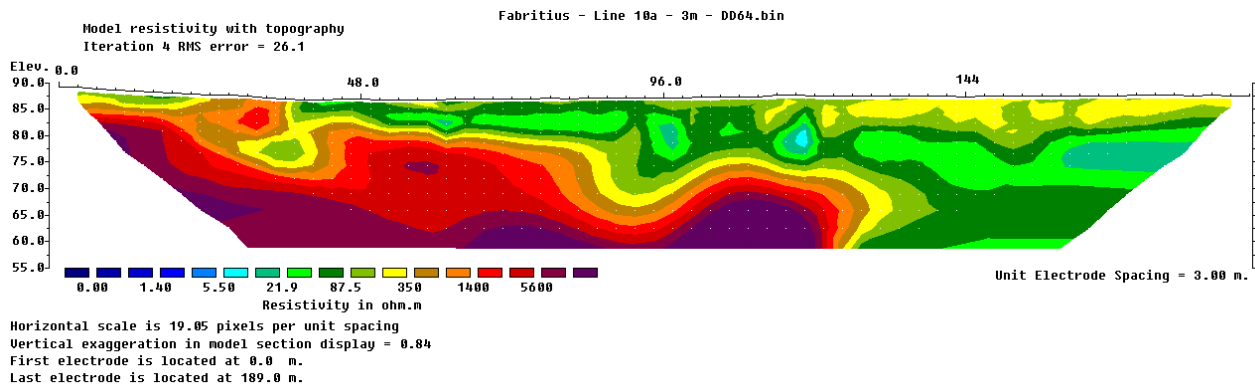
Figur 23. Resisivitetsmodell for linje 7 med topografi.



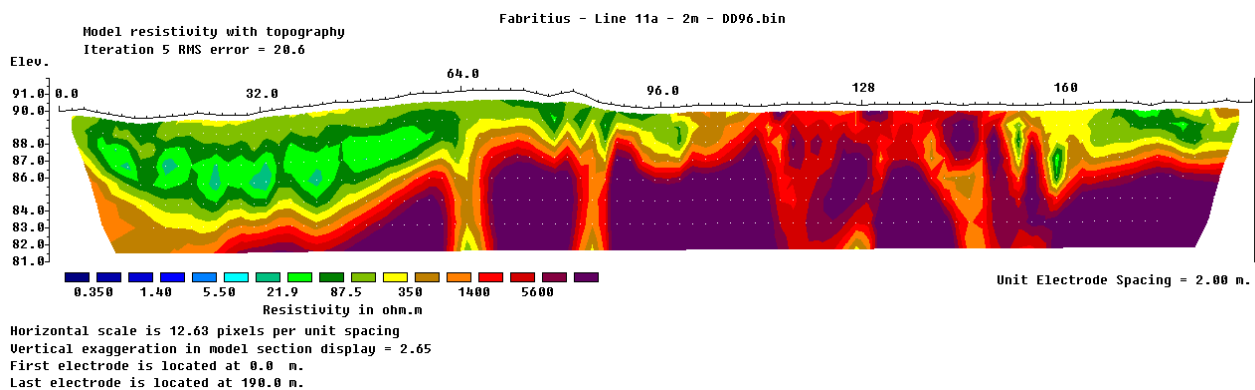
Figur 24. Resisivitetsmodell for linje 8 med topografi.



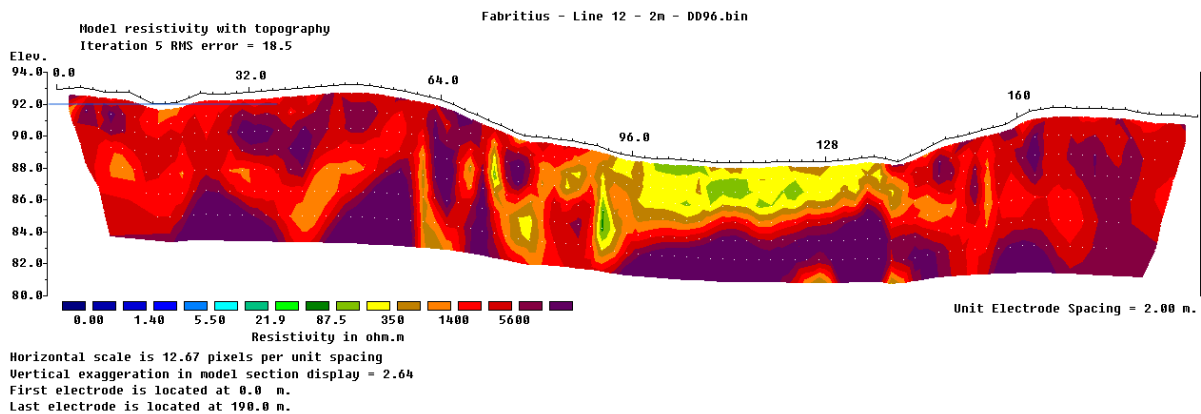
Figur 25. Resisivitetsmodell for linje 9 med topografi.



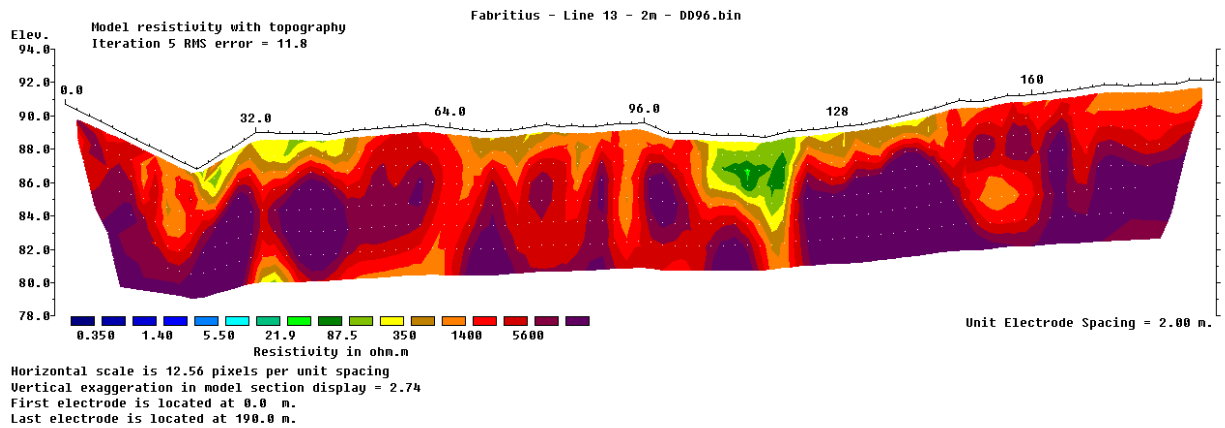
Figur 26. Resisivitetsmodell for linje 10 med topografi.



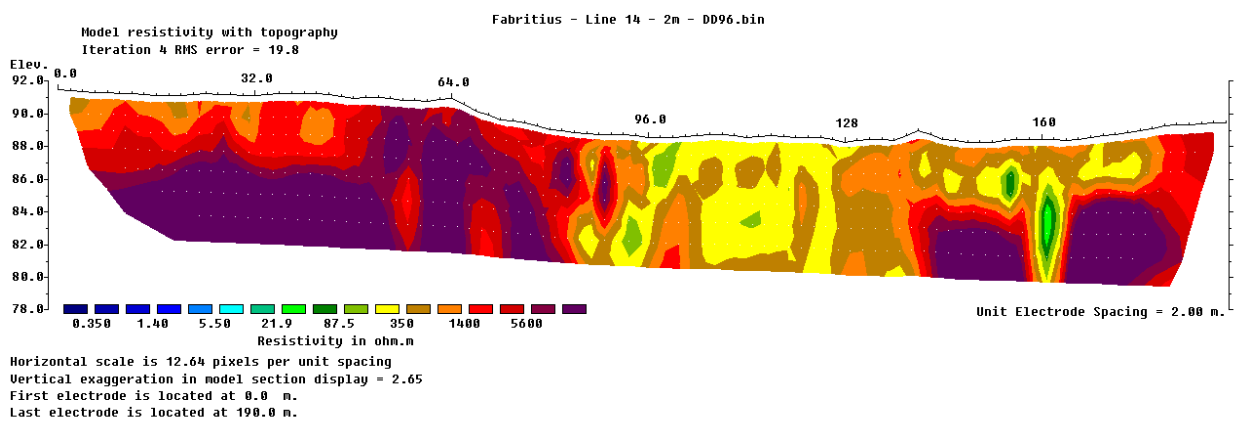
Figur 27. Resisivitetsmodell for linje 11 med topografi.



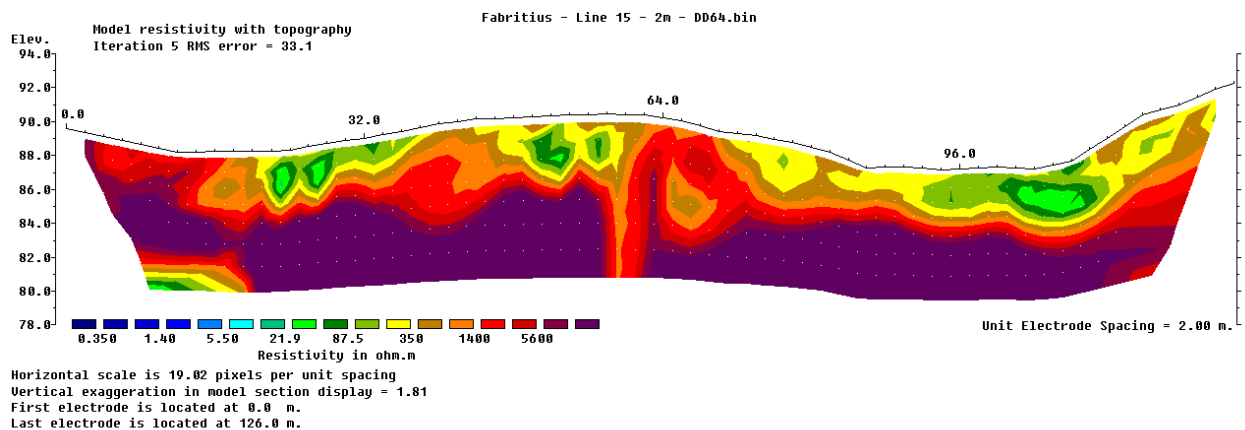
Figur 28. Resisivitetsmodell for linje 12 med topografi.



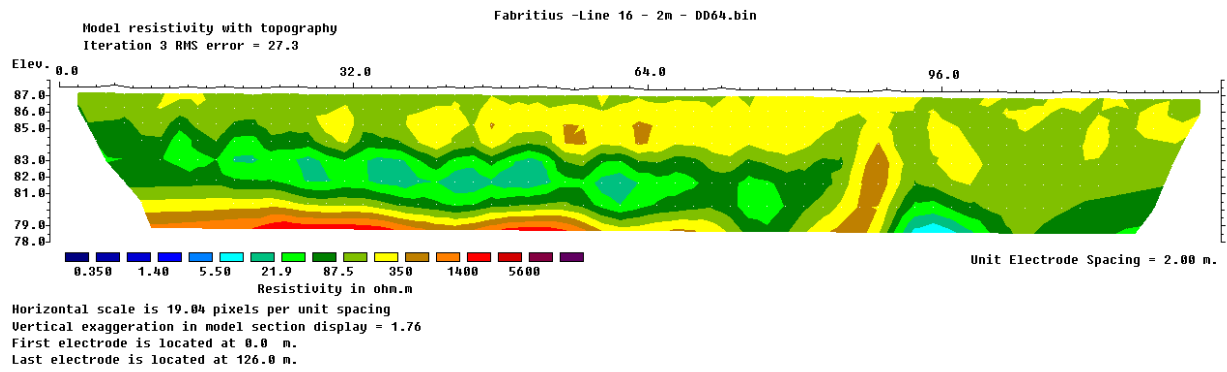
Figur 29. Resisivitetsmodell for linje 13 med topografi.



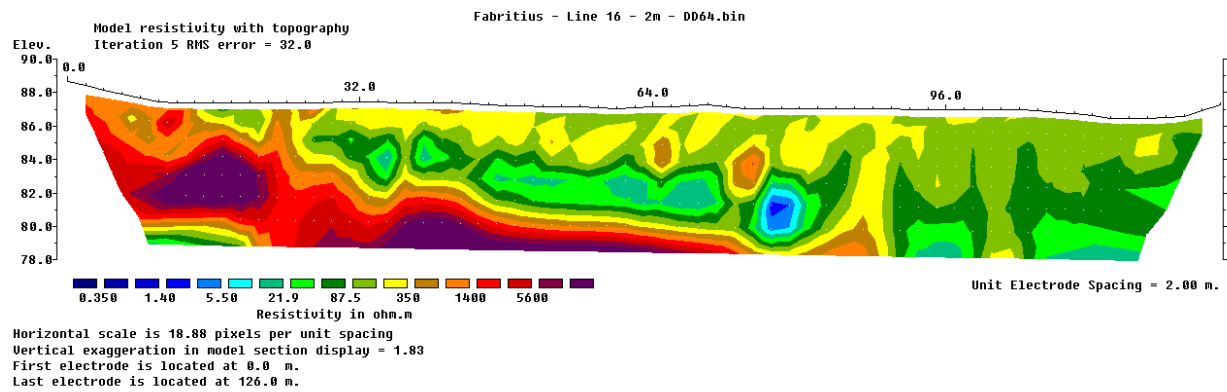
Figur 30. Resisivitetsmodell for linje 14 med topografi.



Figur 31. Resisivitetsmodell for linje 15 med topografi.



Figur 32. Resisivitetsmodell for linje 16 med topografi.



Figur 33. Resisivitetsmodell for linje 17 med topografi.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.