

Sørlandsbanen (Egersund) – Stavanger, Sandnes - Nærbø

Refraksjonsseismiske, geoelektriske og radar grunnundersøkelser til nyt banespor for Bane NOR

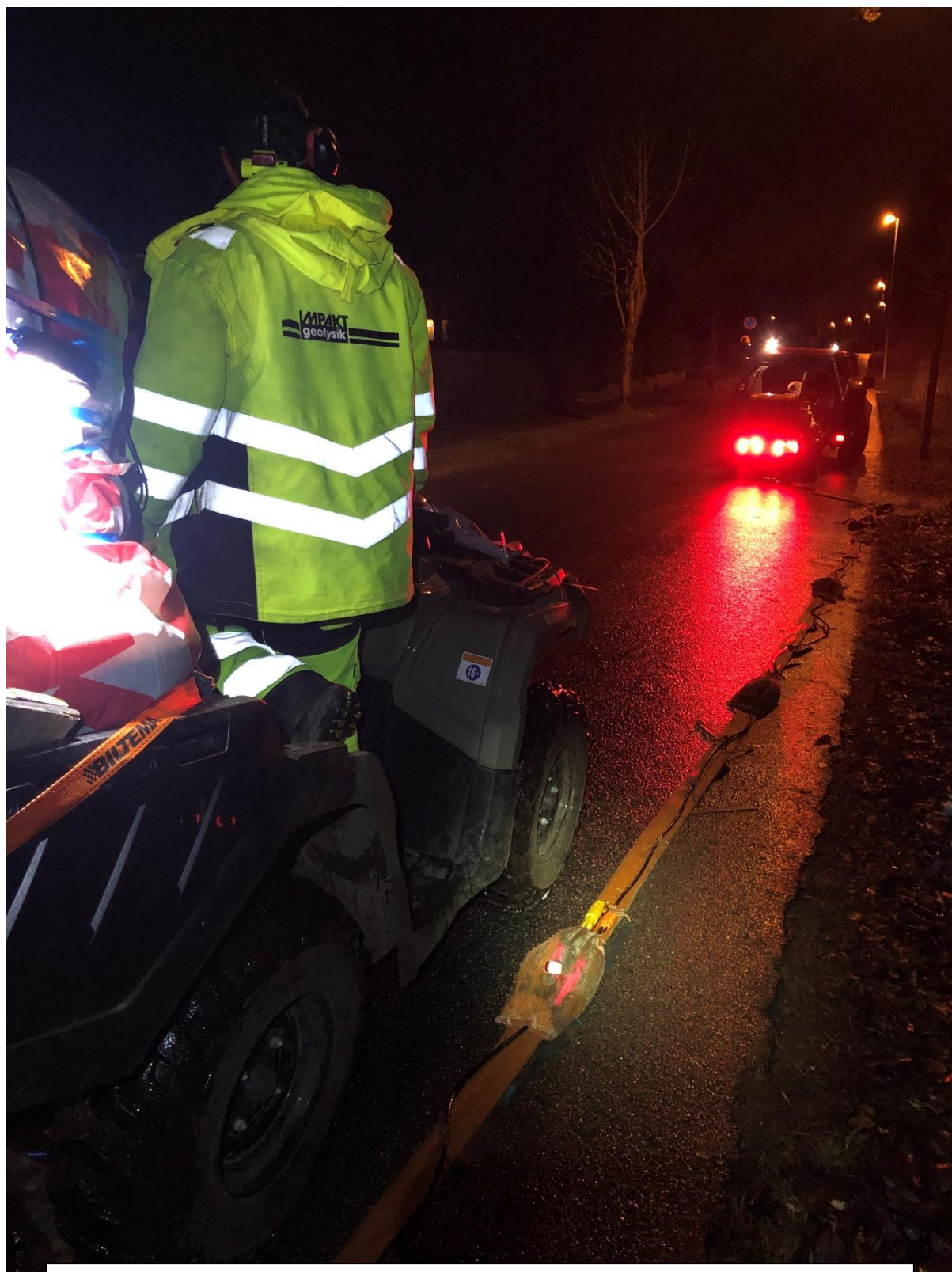
- Akseptert
 Akseptert m/kommentarer
 Ikke Akseptert/kommentert
 Revider og send inn på nytt
 Kun for informasjon

Sign:

00A	00A	19.07.2021	MET/RW	FO	RW
Revisjon	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av
Sørlandsbanen (Egersund) – Stavanger, Sandnes – Nærbø Refraksjonsseismiske, geoelektriske og georadarundersøkelser til nyt banespor for Bane NOR		Sider: 32+bilag og tegninger			
Prosjekt: 965017 Utbygging Sandnes - Nærbø Entreprise: USN 05		Produsert av:	Prod.dok.nr.: _____ Rev: _____		
		Erstatte:	Erstattet av:		
		Dokumentnummer:	Revisjon:		
		USN-00-A-00500	00A		
		Drift dokumentnummer:	Drift rev.:		
		NA	NA		

Datarapport:

Refraksjonsseismiske, geoelektriske og radar grunnundersøkelser til nytt banespor for Bane NOR.



Dato: 2021-07-19
Version: 2
Client: Bane NOR

Utført av: ME/RW
Kontrollert av: FO
Godkjent av: RW

INNHOLDSFORTEGNELSE

1. INTRODUKSJON.....	5
2. OBJEKTETS OMFANG	5
3. INNSAMLING, UTSTYR og METODE.....	7
Refraksjonsseismikk.....	7
ERT.....	7
GPR.....	8
4. DATABASEHANDLING	9
Refraksjonsseismikk.....	9
Lagbasert tolkning.....	9
Tomografisk inversjon.....	9
ERT.....	9
GPR.....	10
5. DATAKVALITET	10
Refraksjonsseismikk.....	10
ERT.....	10
GPR.....	10
6. Tolkning	11
Tolkning av berg	11
Tolkning av torv	11
7. RESULTATER	13
8. OPPSUMMERING OG KONKLUSJON.....	14
Berg og tykkelse av løsmasser	14
Torv.....	17
Anbefalinger for videre undersøkelser	18
9. LEVERANSEOVERSIKT	19
10. B-1: A Forslag til videre undersøkelser etter feltkampagne 2020.....	25
11. B-1: B Forslag til videre undersøkelser etter endelig rapport i 2021, komplement til B-1: A. ...	30

BANE NOR BN Utbygging Sandnes Nærbø	Refraksjonsseismiske, geoelektriske og radar grunnundersøkelser til nyt banespor for Bane NOR	Side: 3 av 32 Dok.n: USN-00-A-00500 Rev.: 00A Dato [19.07.2021]
--	---	--

TEGNINGER

Oversikt over område

- 1-01_Oversigtskort_P01_P02_P11_v1.pdf
- 1-02_Oversigtskort_P03_P10_v1.pdf
- 1-03_Oversigtskort_P04_P09_v1.pdf
- 1-04_Oversigtskort_P06_P08_v1.pdf
- 1-05_Oversigtskort_P07_v1.pdf
- 1-06_Oversigtskort_P20_P20b_P21_v1.pdf
- 1-07_Oversigtskort_P23_v1.pdf
- 1-08_Oversigtskort_P24_P25_v1.pdf
- 1-09_Oversigtskort_P26_v1.pdf
- 1-10_Oversigtskort_P27a_P27sør_v1.pdf
- 1-11_Oversigtskort_P27nord_P27b_v1.pdf

Resultater: seismikk

- 2-01_P01_P02_v0.pdf
- 2-02_P11_v1.pdf
- 2-03_P03_P10_v1.pdf
- 2-04_P04_v1.pdf
- 2-05_P09_v1.pdf
- 2-06_P08_v1.pdf
- 2-07_P06_v1.pdf
- 2-08_P07_v1.pdf
- 2-09_P20_P20b_P21_v1.pdf
- 2-10_P23_v1.pdf
- 2-11_P24_P25_v1.pdf
- 2-12_P26_P26b_v1.pdf
- 2-13_P27_P27a_P27b_v1.pdf

Resultater og tolkninger

- 3-01_P01_P02_v0.pdf
- 3-02_P11_v1.pdf
- 3-03_P03_P10_v1.pdf
- 3-05_P09_v1.pdf
- 3-06_P08_v1.pdf
- 3-07_P06_v1.pdf
- 3-08_P07_v1.pdf
- 3-09_P20_P20b_P21_v1.pdf
- 3-10_P23_v1.pdf
- 3-11_P24_P25_v1.pdf
- 3-12_P26_P26b_v1.pdf
- 3-13_P27_P27a_P27b_v1.pdf

BANE NOR BN Utbygging Sandnes Nærbø	Refraksjonsseismiske, geoelektriske og radar grunnundersøkelser til nytt banespor for Bane NOR	Side: 4 av 32 Dok.n: USN-00-A-00500 Rev.: 00A Dato [19.07.2021]
--	--	--

Kombinerte tolkninger: torv og berg

4-01_P01_P02_v0.pdf
4-02_P11_v0.pdf
4-03_P03_P10_v1.pdf
4-05_P09_v0.pdf
4-06_P08_v0.pdf
4-07_P06_v1.pdf
4-08_P07_v0.pdf
4-09_P20_P20b_P21_v1.pdf
4-10_P23_v0.pdf
4-11_P24_P25_v1.pdf
4-12_P26_P26b_v1.pdf
4-13_P27_P27a_P27b_v1.pdf

Kombinert tolkningsoversikt: torv

5-01_P01_P02_P11_v2.pdf
5-02_P03_P09_P10_v2.pdf
5-03_P04_P06_P08_v2.pdf
5-04_P07_v2.pdf
5-05_P20_P20b_P21_v2.pdf
5-06_P24_P25_v2.pdf
5-07_P27a_P27_v2.pdf
5-08_P27_P27b_v2.pdf

BANE NOR BN Utbygging Sandnes Nærbø	Refraksjonsseismiske, geoelektriske og radar grunnundersøkelser til nytt banespor for Bane NOR	Side: 5 av 32 Dok.n: USN-00-A-00500 Rev.: 00A Dato [19.07.2021]
--	--	--

1. INTRODUKSJON

Bane NOR ønsker at utvide sporet på strekningen fra Sandnes til Nærbø (USN prosjektet). I den forbindelse ønskes en innledende kartlegging av grunnforholdene med geofysiske undersøkelser. Her er det særlig viktig at avbildede de øverste 20 m og påvise områder med torv og myr samt dybde til fast morene.

IMPAKT Geofysik AB har utført refraksjonsseismikk, ERT (Elektrisk ResistivitetsTomografi) og GPR (GrunnPenetrerende Radar) i overensstemmelse med Bane NOR's ønske om at innhente opplysninger omkring bergoverflatens beliggenhet, løsmassetyper, svakhetssoner og torv/myr-moreneflatens beliggenhet.

Prosjektet omfattet 12.164 m seismikk, 6.096 m GPR og 2.042 m ERT. Resultatene fra det som utført blir presentert i denne rapport.

Hovedparten av innsamling og databehandling er utført som seismikk. 48 geofoner, der registrerer vertikale vibrasjoner i grunnen, settes ut i en linje. I det her prosjektet er der anvendt 2.5m avstand mellom geofonene. En trykkbølge utsendes på en kjent posisjon (et skudd) og tiden fra utsendelsen av bølgen til registrering på geofoner måles. Der er anvendt forskjellige kilder til skuddene, for eksempel sprengstoff eller en hammer. Da forskjellige geologiske materialer har forskjellig hastighet for den seismiske signal kan den anvendes til lokalisering av forskjellige lag og soner mellom hvilke der er en kontrast i hastighet.

For at få meste mulige ut av data og minske usikkerheten benyttes der to uavhengige metoder til at tolke seismikken, dels tradisjonell lagbasert tolking og seismisk tomografi. Disse har begge sine styrker og svakheter.

Utover seismikk er der som sagt utført GPR og ERT på noen av linjene. Etter prosessering og separat tolking av hver metode bliver der etterfølgende utført en kombinert tolkning sammen med de geotekniske boringer som har vært tilgjengelig.

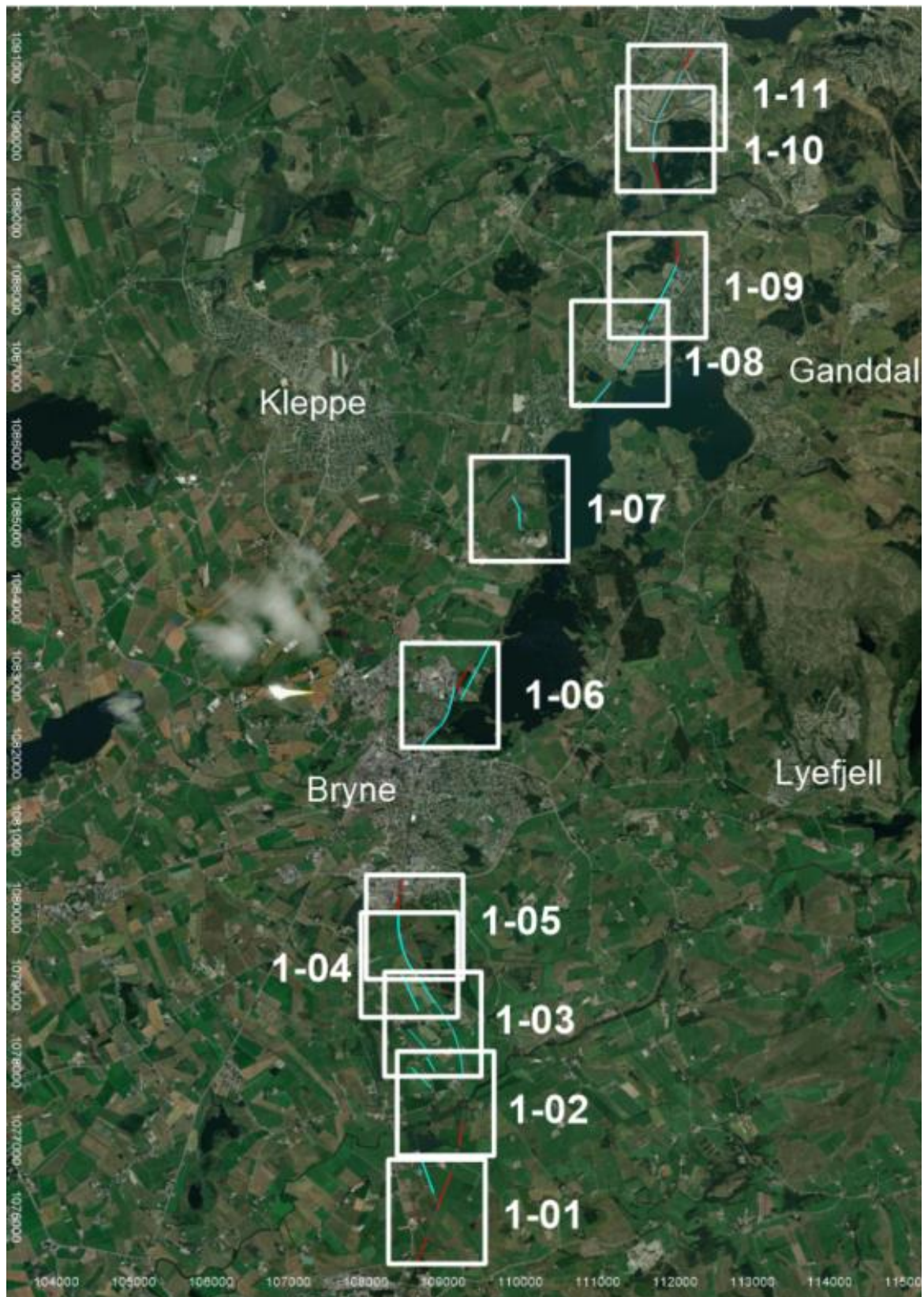
I det etterfølgende er utstyr, metode, resultater og dataleveranser beskrevet.

2. OBJEKTETS OMFANG

Oppgaven omfattede innsamling av refraksjonsseismikk, ERT og GPR langs banespor Sandnes til Nærbø og omkringliggende markområder og by.

I 2020 ble det innsamlet 7.701 m seismikk. Utover dette ble det utført 2.042 m ERT og 1.750 m GPR. I 2021 ble det innsamlet 4.463 m seismikk og 4.346m GPR. All seismikk er innsamlet med 2.5 m geofonavstand og er prosessert som lagbasert tolking og som seismisk tomografi.

De utførte linjene ses på oversiktstegningene Tegning 1-01 til 1-11. Plassering av tegningene og linjene ses i Figur 1. De utførte seismikklinjene fra 2020 er markert med blå og de utførte linjene i 2021 er markert med rød. Alle linjer er presentert langs baneretningen eller vest mod øst og sør mod nord.



Figur 1 - Oversikt over oversiktstegninger 1-01 til 1-11 (hvite firkanter), utført seismikk 2020 (cyan linje) og utført seismikk 2021 (rød linje).

BANE NOR BN Utbygging Sandnes Nærbø	Refraksjonsseismiske, geoelektriske og radar grunnundersøkelser til nytt banespor for Bane NOR	Side: 7 av 32
		Dok.n: USN-00-A-00500
		Rev.: 00A
		Dato [19.07.2021]

3. INNSAMLING, UTSTYR og METODE

Refraksjonsseismikk

Datainnsamling fant sted over to omganger i periodene 28-11-2020 til 20-12-2020 og 14-05-2021 til 27-05-2021.

Målingene ble utført med en 48-kanals seismograf av typen ABEM Terraloc Pro og 10Hz vertikalgeofoner med geofonavstand på 2.5 m. Som pulskilde ble der anvendt dels akselerert hammer av typen Gisco ESS100 TURBO og eksplosiver, med trådløs triggering via akselerometer montert direkte på hammeren eller triggerkabel ved hjelp av kortslutning. Hvor disse kilder ikke kunne anvendes ble en 8 kg håndholdt hammer brukt.

Målingene ble utført med 2-4 fjernskudd utenfor hvert utlegg for sikring av full refraktordekning på alle geofoner. Hvis berg er vurdert til at ligge på mer enn 30 m dybde er det vurdert til at ikke være nødvendig at kartlegge og der er ikke lagt vekt ved ytterligere fjernskudd. For beregningen av løsmassehastigheter ble det utført ca. 6-15 skudd inne i hvert 117.5m utlegg alt etter avtalt skudgeometri og aktuelle forhold. Til hvert utlegg ble der utført en detaljert protokoll med notering av sammenheng mellom naboutlegg, notering av detaljer der hatt betydning for tolkning, samt dato og linjeID. De seismiske data ble lagret med parametere vist i Tabell 1.

Parameter	Innstilling
Record length	819.2 ms
Sample interval	0.1 ms
Pre-trig/Delay time	30 ms/12.1ms
Format	*.Sg2

Tabell 1 Seismiske innsamlingsparametere


Ved hvert seismikkutlegg ble knekkpunkter og/eller endepunkter notert og målt in med et RTK GNSS system av typen SatLAB SL300 med korreksjon fra CPOS. Alle data ble lagret med geofonID eller fjernskuddsdistanse og med viktig informasjon omkring satellittkvalitet. Linjene ble løpende lagt in i CAD, vurdert og alle koordinater transformert til Euref 89 NTM05. Alle høyder er hentet fra norgeskart.no i *.tiff-format fra henholdsvis «NDH Jæren-Randaberg-Sola 5pkt 2017», «NDH Rogaland 5pkt 2016», «E39 Jærlinje 2015» og «E39 Livold-Ålgård 2015» hvor relevant. Dette gjelder også for koordinatdata innsamlet med ERT og GPR.

Alle datasett ble under feltarbeidet gjennomgått og kvalitet ble vurdert. Evaluering foregår ved vurdering av data etter hvert enkelt seismikkskudd og en løpende finjustering av eksempelvis tids- og kanalvinduet. Dessuten vurderes løpende nivået for bakgrunnsvibrasjoner og annen støy for den enkelte geofon, noe som sikrer de best mulige forutsetninger for å samle inn data under optimale forhold. Etter datainnsamling evalueres hvert datasett, og ved eventuelle utilfredsstillende data blir innsamlingen repetert.

ERT

Resistivetsmålingene ble utført som CVES (Continuous Vertical Electrical Sounding) med en roll-along teknikk, hvor det anvendes fire multilederkabler med 2 meters innbyrdes avstand mellom elektroder/jordspyd. På multilederkablene er det forbundet ca. 40 centimeter lange stålelektroder, som blir satt ned i jorden.

Metoden resulterer i et 2D resistivetsprofil langs den oppmålte linjen. Resistivitet er et materiales evne til å lede elektrisk strøm og man kan blant annet skjelne mellom materialer med lav resistivitet slik som leire, materialer med middelresistivitet som vannmettet jord, materialer med høyere resistivitet som umettet sand/grus og materialer med høy resistivitet som meget tørr grovkornet jord/sand eller krystallinsk grunnfjell.

 BN Utbygging Sandnes Nærbø	Refraksjonsseismiske, geoelektriske og radar grunnundersøkelser til nyt banespor for Bane NOR	Side: 8 av 32
		Dok.n: USN-00-A-00500
		Rev.: 00A
		Dato [19.07.2021]

Resistivetsmålingen er utført med et Terrameter LS2 med 12 kanaler. Protokollfiler med en blanding av gradient- og dipol-dipolkonfigurasjon har blitt brukt for at få mest mulig ut av multikanalinstrumentet.

Kvaliteten av de innsamlede data evalueres kontinuerlig i felt. Først utføres en test av overgangsmotstanden for hver enkelt elektrode. Hvis en elektrode har dårlig kontakt, blir denne forbedret. Under målingene blir det hele tiden kontrollert at strømstyrken holder seg over et på forhånd definert nivå på 60mA. Såfremt data virker urimelige, blir det varslet og notert i Terrameterloggen. Ut over dette viser Terrameter LS en pseudoseksjon av data i realtid. Det gir en løpende oversikt over resistivetsforholdene langs profilet.

Parameter	Innstilling
Antall samples	12085
Sample intervall	0.5 ms
Cykler og typ	3 st «full duty cycles» á 3 sekunder
Format	Terrameter LS full waveform data

Tabell 2 ERT innsamlingsparametere

GPR

Målingene i 2020 ble utført med en ImpulseRadar CO1760. Det er en to-frekvent georadar med 170 og 600 MHz antenner. I 2021 ble en ImpulseRadar CO730 anvendt. Den er en to-frekvent georadar med 70 og 300 MHz antenner. Den senere har lavere frekvens og bedre mulighet at penetrere dypere.

Alle radardata fra 2020 er innsamlet med innsamlingsparametere omtalt i Tabell 3. Mens alle radardata fra 2021 er innsamlet med innsamlingsparametere omtalt i Tabell 4.

Parameter	Innstilling
Antall samples	1985
Sample intervall	0.5 ns
Avstands intervall	0.10 m
Format	*.iprb

Tabell 3 GPR innsamlingsparametere for 2020, med CO1760

Parameter	Innstilling
Antall samples (300MHz/70MHz)	402/1958
Avstands intervall	0.09 m
Format	*.iprb

Tabell 4 GPR innsamlingsparametere for 2021, med CO730

GNSS system av typen SatLAB SLC med korleksjon fra CPOS sent i realtid posisjoner til radarsystemet og disse ble gemt sammen med radardata.

GPR måler tiden fra det sendes ut elektromagnetiske bølger til de reflekteres tilbake til radaren. Overgangen mellom to materialer skaper en kraftig reflektor som kan sees tydelig i dataene. All data blir sett og kontrollert i sanntid mens innsamlingen pågår.

BANE NOR BN Utbygging Sandnes Nærbø	Refraksjonsseismiske, geoelektriske og radar grunnundersøkelser til nyt banespor for Bane NOR	Side: 9 av 32 Dok.n: USN-00-A-00500 Rev.: 00A Dato [19.07.2021]
--	---	--

4. DATABEHANDLING

Refraksjonsseismikk

Lagbasert tolkning

Tolkning av refraksjonsseismiske profiler er utført med pluss/minus metoden, heretter forkortet +/-.
 Ved denne del av prosesseringen er intern utviklet software benyttet.

Fra skuddene inne i utlegget analyseres fordelingen av hastigheter i løsmassene, som videre benyttes til å beregne gjennomsnittshastigheter. Deretter beregnes dybde til berg under hver geofon.

Tolkningene er utført enkeltvis for hvert kabelutlegg. Ved linjer lengre enn et utlegg er tolkningene for kabelutleggene satt sammen, men det er ikke foretatt noen interpolering av tolkninger for å få bergoverflaten jevn. Derfor kan det forekomme områder, hvor bergoverflaten er forskjøvet.

For den lagbaserte tolking er der ikke prøvet å kompensere for skjulte lag eller andre begrensninger som metoden ikke i sig selv kan takle.

Der er valgt at ikke interpolere mellom utlegg eller kompensere for feil der er skjulte for seismikken. Dette er bevisst og gir viktig informasjon omkring usikkerheter når det sammenlignes med referanseinformasjon som boringer. For å kompensere for feil som den lagbaserte tolkning ikke kan takle er der anvendt seismisk tomografi.

Tomografisk inversjon

Tomografisk inversjon av data er utført med DWTOMO (Seismic Pro 9.15) fra Geogiga Technology Corp. Softwaren er anvendt til både plukking av første ankomster, samt tomografisk invers modellering. Metoden gir en gradvis hastighetsvariasjon både horisontalt og vertikalt. For beskrivelse henvises der til manual for Geogiga som kan fås fra Geogiga Inc. eller Impakt Geofysik AB. Startmodell er en 1D gradientmodell som følger de lave hastighetene i første ankomstkurvene. Antallet av iterasjoner er primært vurdert ut fra tilpasning av modellen til de målte første ankomster. Når tilpasningen ikke lenger forbedres stoppes inversjonen, typisk er dette omkring 20-30 iterasjoner med ett minste kvadrat feil under 1ms. Til en viss grad er det også tatt hensyn til et geologisk perspektiv ved valget av antall iterasjoner. I tilfelle av geologiske urimelige modeller med mange artefakter er inversjonen stoppet manuelt. Den horisontale og vertikale smoothing som blir anvendt er slik at risken for små artefakter med ekstreme hastigheter er liten. Tomografien har både fungert som et sluttprodukt, men er underveis også anvendt som et effektivt verktøy til kvalitetskontroll av plukkede første ankomster. Dette har vært til gagn for både den seismiske tomografi så vel som for den lagbaserte tolkning.

For de linjer der består av flere utlegg er den tomografiske modellering utført på sammenlagte profiler. Dette er nødvendig for at fjernskudd med lang avstand til profilen skal kunne modelleres korrekt. Sammenlignet med den lagbaserte tolking så tar den tomografiske inversjon høyde for forskjell mellom de enkelte utlegg og leverer ett samlet resultat for alle utlegg. Et unntak er P06 der den store forskjell i datakvalitet og geologiske strukturer langs profilen har betydd at den har blitt behandlet som 4 forskjellige deler.

Tomografien er et sterkt verktøy i kombinasjon med lagbasert tolkning. Avvikelse mellom tomografi og lagbasert tolkning synliggjør kompleks geologi og lag/strukturer der er skjult i den lagbaserte modell. Den lagbaserte tolkning kan anvendes til kalibrering av en eventuell oppdatert kombinert tolkning mellom lagbasert og tomografisk tolkning.

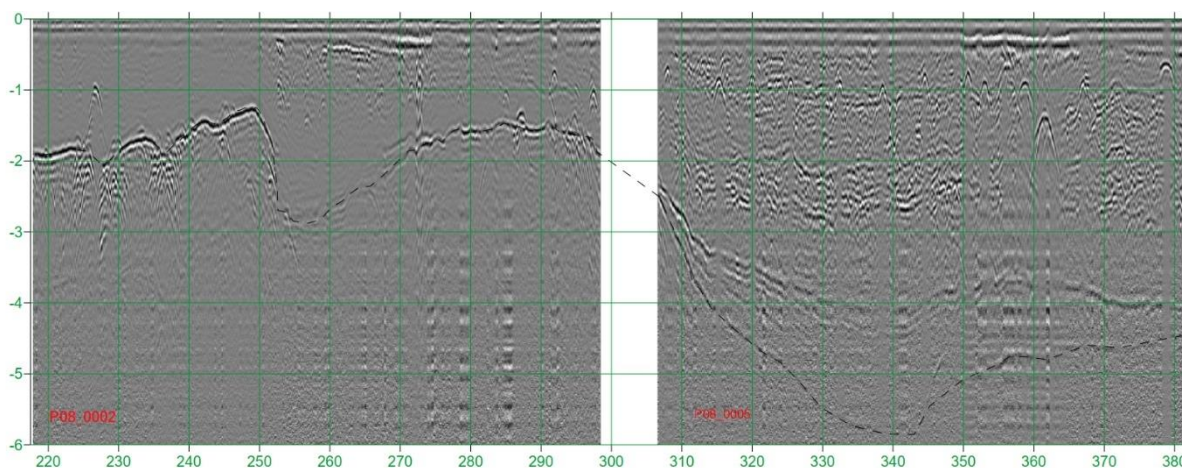
ERT

Resistivetsdata er forhåndsbehandlet med egen programvare. Dette inkluderer frekvensfiltrering av Full Waveform-data og fjerning av avvikende datapunkter. Deretter har data blitt modellert i Res2dinvx64 (vers 4.10.8) som resultert i seksjoner med resistivetsfordeling langs mållinjene.

GPR

Radargrammene er prosessert med en sekvens bestående av:
Move Start Time – flytter tiden for første ankomst til '0';
Time Varying Gain – justerer signalenes amplitude;

Fra radargrammer er der tolket dybde av torv. Torv ble håndplukket grafisk, da denne grensen er tydelig i nesten alle profiler. Det er bare der det er veldig tynt, at det kan være vanskelig å se. Eksempel fra et område med litt større dyp er vist i Figur 2.



Figur 2 Eksempler på radardata der torven er litt dypere, i dette tilfellet ned til 6m på linje P08. X-skalaen er meter langs profil for linje P08 og Y-skalaen er dybde under terrengoverflaten.

5. DATAKVALITET

Refraksjonsseismikk

Ved innsamling av seismikk er en av de viktigste kvalitetskrav oppmerksomhet på datakvalitet og hvilke emner og materialer der kan påvirke det avbildede seismogram. Vi har løpende fokus i felt og ved prosessering, på om kvaliteten er av et tolkbart nivå. De ytre forhold spiller en rolle for datakvalitet og dermed presisjonen av de første ankomster fra data der bliver innsamlet på de enkelte skudd, samt utlegg.

Generelt er resultatene av høy kvalitet. En liten del av seismikken har dårligere kvalitet, hovedsakelig på grunn av at været på innsamlingstidspunktet var dårlig, i kombinasjon med at det var områder med mye torv. Dette er hovedsakelig på P06 i 0-70m og 600-700m. På P25 ble det samlet inn seismikk med veldig dårlig kvalitet, dette skyldtes et kraftig lag med jord / flis lagt på toppen av gamle jernbaneskinner. Disse dataene er forkastet og ny seismikk er innsamlet på den andre siden av sporene. Resultat fra denne linje var av betydelig bedre kvalitet.

ERT

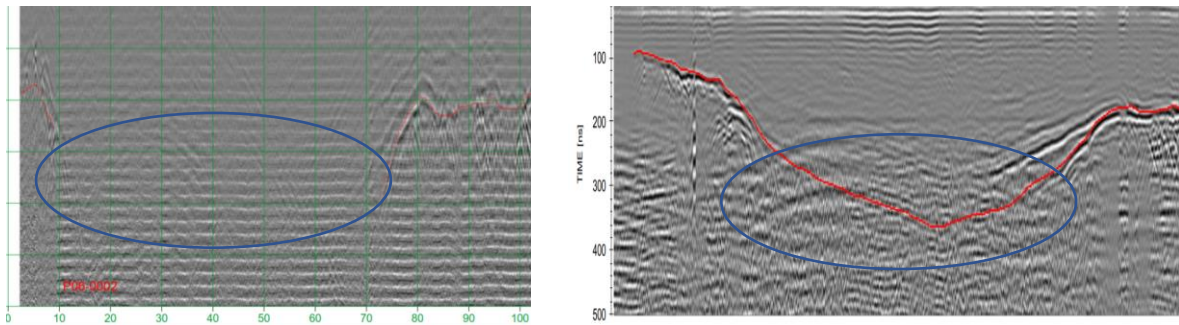
ERT-profilene er innsamlet på P06 og P08 er av høy kvalitet.

I kontrast er profilene samlet på P04 og P07 sterkt påvirket av ledende gjenstander i bakken, for eksempel gjerder eller ledninger. Det er ikke mulig å si spesifikt hva som forårsaket dette, men kvaliteten er slik at det ikke er mulig å tolke noe i disse to profilene.

GPR

GPR-data er generelt av høy kvalitet, og det har vært mulig å tolke torv på de fleste av de samlede profilene. Ved starten av P06 var dybdepenetrasjonen fra GPR-antennen en begrensning ved første

felttur. Derfor ble en mer lavfrekvent antenne benyttet i anden omgang. Som det ses fra Figur 3 fik vi mye bedre penetrasjon med den nye antenne. Manglende penetrasjonsevne skyldes sannsynligvis noe materiale i veikroppen. Her kan ikke tolkes torv i GPR, selv om vi i seismikk og ERT kan se at det er torv.



Figur 3 Eksempel på bedre gjennomtrengning på den samme strekning på P06, med CO1760 (venstre) og CO730 (høyre). Skalaen er ikke helt den samme, men det er den samme struktur som ses i begge bilder.

På P07 er det meste av dataene av god kvalitet, og hvis det skulle være en ønske kan det forventes at det vil være mulig å samle kvalitetsdata i sporområdet langs de fleste jernbanesporene. På tidspunktet for datainnsamlingen i 2020 var det imidlertid vanskelig å gå langs linjen, noe som medførte at datasettet besto av flere små fragmenter. Dette er ikke et omfattende kvalitetsproblem for metoden, selv om det skaper litt ekstra arbeid og noe økt usikkerhet i tolkningen, kan det med bedre planlegging lett unngås i eventuelle videre undersøkelser i sporområdet. I 2021 ble P07 samlet in igjen i med bedre kontinuitet med CO730.

6. Tolkning

En endelig tolkning av bunnen av torv og toppen av berg er laget basert på alle tilgjengelige resultater.

Tolkning av berg

For berg er tolkningen utelukkende basert på seismikk med støtte fra noe boring. Den lagbaserte tolkningen og tomografien stemmer relativt godt sammen. I gjennomsnitt har tomografien en hastighet på 2750m/s sammenlignet med lagbasert tolkning. På noen seksjoner kan det ses at metodene stemmer bra, men at det må justeres til en lavere eller høyere hastighet i tomografien for å få den til å passe. På noen strekninger er geologien tilsynelatende komplisert, og det er dårlig overensstemmelse. Se eksempler på dette i figur 3. Kommentarer til tolkningen fra undersøkelsene i 2020 finnes i vedlegg B-1, sammen med en anbefaling for supplerende undersøkelser. En ny tolkning bør utføres etter verifiserings- og kalibreringsboringer og eventuell ytterligere geofysikk er utført.

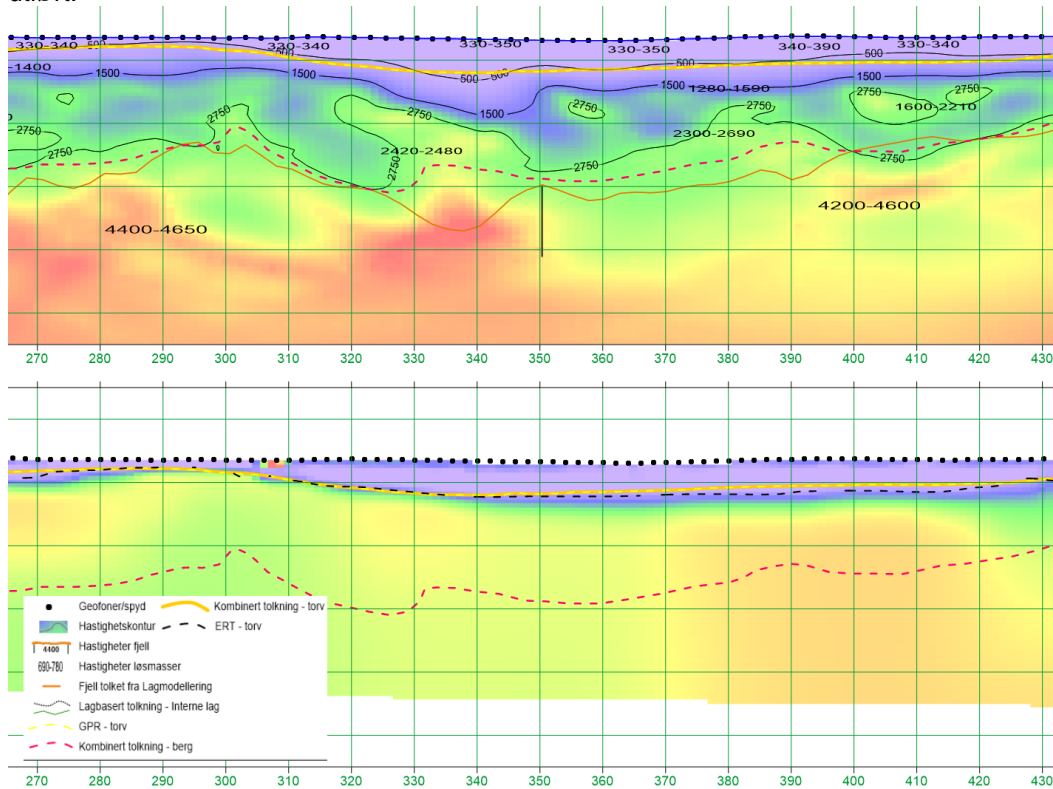
ERT viser generelt dårlig samsvar for dybde til berg og er ikke brukt til denne tolkningen. På nederste profil på figur 3, ses det at der ikke er noen kontrast mellom løsmasser og berg for ERT.

Tolkning av torv

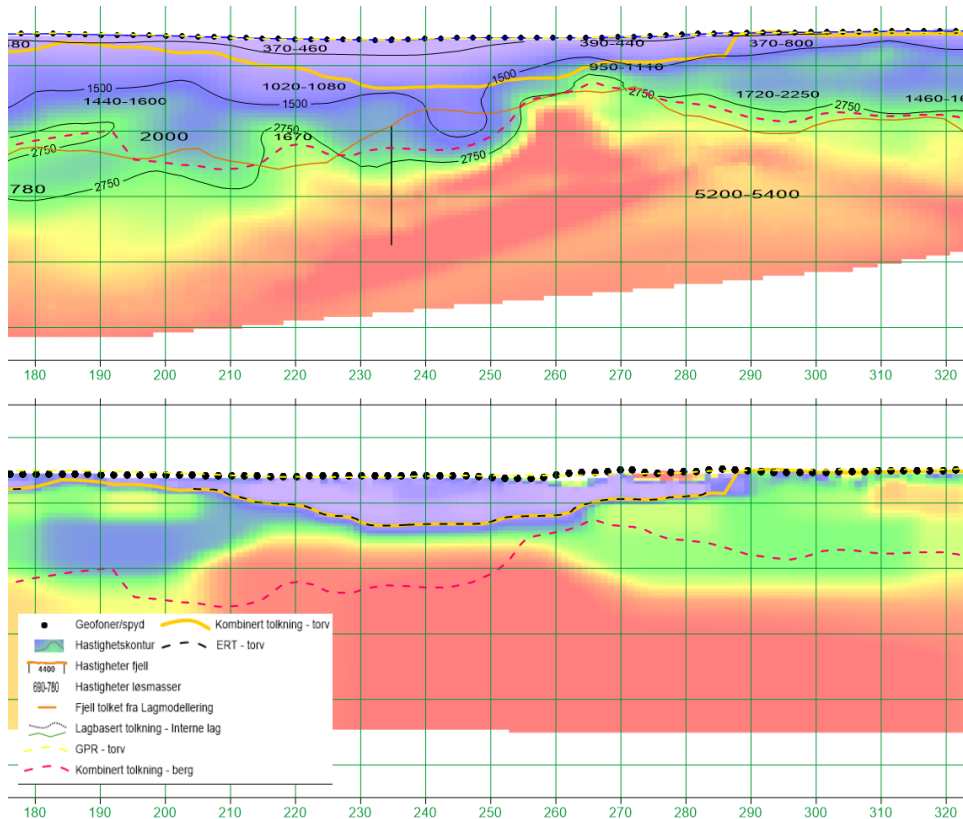
For torv er tolkningen basert på alle tre metodene. På seksjoner der vi har flere metoder, kan vi se en god overensstemmelse. Der det ikke er overensstemmelse, blir GPR gitt høyeste prioritet, da disse dataene tydelig viser om det er torv og hvilken dybde det skal tolkes til. Tolkningen fra GPR er i samsvar med en hastighet tett på 500m/s i seismisk tomografi, og denne hastigheten har derfor blitt brukt til å tolke torv på linjer der vi ikke har GPR. ERT har vært et fint supplement til P06 og P08 hvor torvdybden er stor. Den eneste delen der det er dårlig overensstemmelse mellom ERT og seismikk er

P06 120-290 meter langs profil (heretter MLP) der seismikk ikke viser torv men ERT viser opptil 8m torv (se figur 4). I et lignende område på P08, ved MLP 340m, er det veldig god enighet (se figur 3). Det er egentlig ingen grunn til å mistro noen av metodene her, og den mest konservative tolkningen med størst torvdybde er valgt som den endelige tolkningen.

Når det gjelder interne grenser mellom jordlag, finnes det i tillegg til torv en del informasjon i resultatene fra alle metodene. Imidlertid er det relativt mange forskjellige lagringsgrenser/geologiske enheter med dårlig kontinuitet, og det er vanskelig å bestemme hva slags materiale det er og hvor sikker informasjonen fra de geofysiske resultatene er. Ingen tolkning av disse grensene er gjort i denne runden. Det anbefales at tolkning av disse venter til videre undersøkelser med borerer er utført.



Figur 4 Eksempler på resultater og tolkning fra P08. Her kan det ses eksempler på både god og dårlig overensstemmelse mellom tomografi og lagbasert tolkning. Øverste eksempel er seismikk og nederste er ERT. Bilden er tatt fra tegning 3-06. X-skalaen er meter langs profil for linje P08 og Y-skalaen er nivå i NN2000 fra -20m til 30m.



Figur 5 Eksempler på resultater og tolkning fra P06. Her kan det ses eksempler på dårlig overensstemmelse mellom tolkning av torv fra seismikk og ERT. Bilden er tatt fra tegning 3-07. X-skalaen er meter langs profil for linje P06 og Y-skalaen er nivå i NN2000 fra -20m til 30m.

7. RESULTATER

Resultatene blir presentert i:

- Tegn. 1.XX - presentasjon av all type innsamlet data på oversiktskort
- Tegn. 2.XX - presentasjon i profil av seismikk- og ERT-resultater uten tolkninger
- Tegn. 3.XX - presentasjon i profil av seismikk- og ERT-resultater med tolkninger fra alle metoder inkl. GPR
- Tegn. 4.XX - presentasjon i profil av endelig tolkning fra alle metoder for bunn av torv og berg.
- Tegn. 5.XX - presentasjon i plan av endelig tolkning fra alle metoder for dybde til bunn av torv
- Vedlegg B-2 - presentasjon i profil av GPR-resultater med tolkning av bunn av torv

Tabellen i vedlegg B-1 presenterer områder med en eller annen form for avvikende eller bemerkelsesverdige resultater sammen med forslag til posisjoner der vi mener at referanseboring og ytterligere geofysikk kan være hensiktsmessig, i tillegg til det som allerede er planlagt. Totalt 18 borehull er foreslått. Dette bør ses på som et forslag. Det kan også være slik at BaneNor trenger flere borehull enn de som er beskrevet her. Sammen med kommentarer til strukturene sett i seismikken, blir det gitt argumenter for hvorfor boringen skal utføres.

Nomenklatur på datafiler:

Alle datafiler er presenterte med årstal + metode + linjenummer + revisjon. Eksempel:
20IR_500ms_v0 = innsamlet 2020, Impakt, refleksjonsseismikk ved 500 m/s, første revisjon.

BANE NOR BN Utbygging Sandnes Nærbø	Refraksjonsseismiske, geoelektriske og radar grunnundersøkelser til nyt banespor for Bane NOR	Side: 14 av 32
		Dok.n: USN-00-A-00500
		Rev.: 00A
		Dato [19.07.2021]

IR	Geofonposistioner
IR_500ms	Tomografisk konturlinje ved 500 m/s
IR_2750ms	Tomografisk konturlinje ved 2750 m/s
IR_Lagbasert	Lagbasert tolkning av berg
IE	ERT konturlinje ved 1.9 omh/m
IG	GPR skudposistioner og torvdybder
IT	Kombinert torvdybder
IB	Kombinert bergdybder

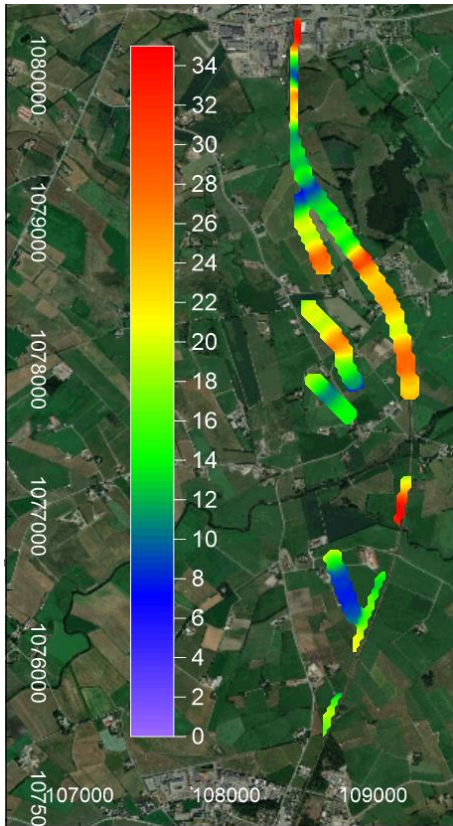
Tabell 5 Forklaring på datafil navn

8. OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

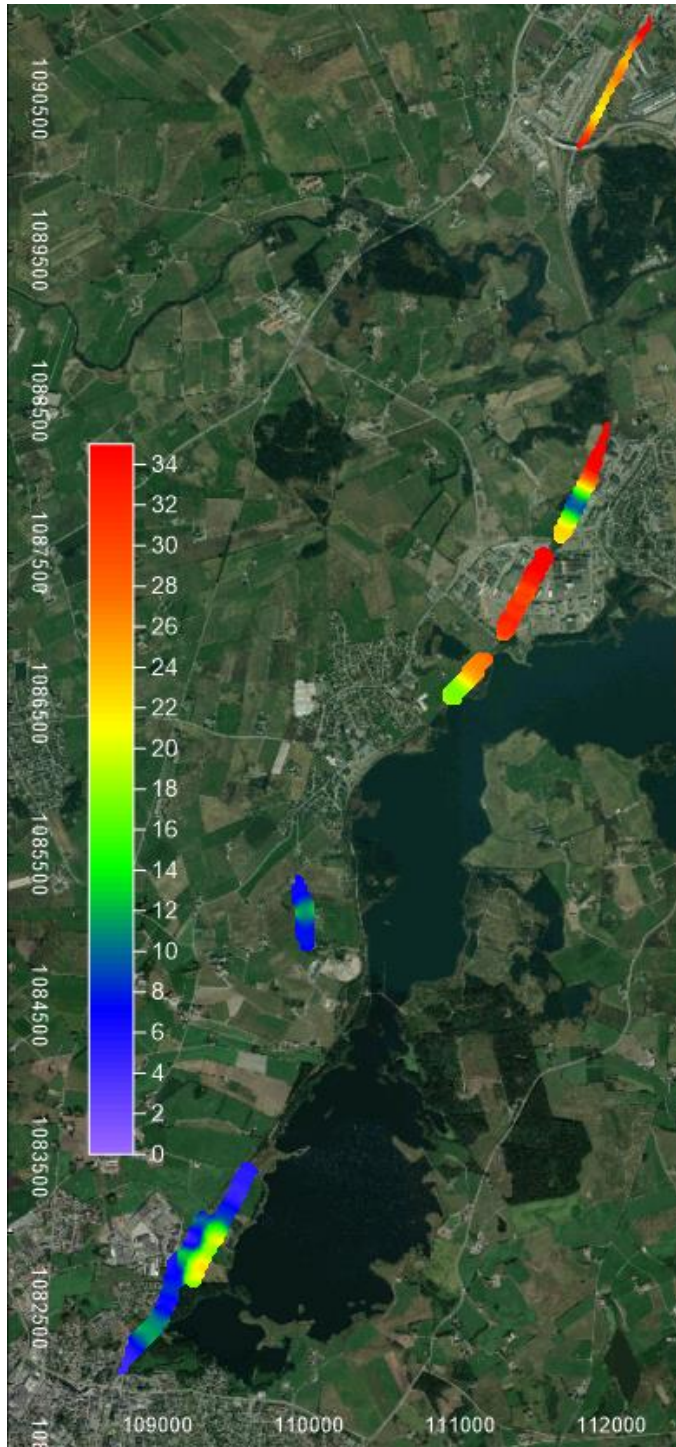
Det har i prosjektet vært særlig viktig at avbildede de øverste 20m og påvise områder med torv og myr samt dybde til fast morene eller berg. I det materiale som anvendts til tolkingen til dags dato, spesielt i de få tilgjengelige geotekniske sonderinger, er der ikke nok informasjon til en tolkning av morene. Det endelige resultat fra den kombinerte tolking er i denne omgang begrenset til en tolkning av bunnen av torv og toppen av berg. Etter att Bane NOR fått utført fler geotekniske sonderinger i strategisk viktige punkter kan den kombinerte tolkning sannsynligvis kompletteres med en tolking av morene. Det der kan siges er at

Berg og tykkelse av løsmasser

Dybde til berg er vist i Figur 6 og Figur 7. For den største delen av linjene er der mer enn 10m til berg og for en stor del mer enn 20m. På noen seksjoner er der så stor dybde til berg at der ikke går at tolke. Straks nor for Bryne er der ett større område langs P20 og P21 der det i store deler er mindre enn 10m, ofte mindre enn 5m og på enkelt sted helt ned til en meter, eksempelvis i P21 i MLP 630m og P20b i MLP 190m. Utover dette er der 6 mindre områder der det er mindre enn 10m.



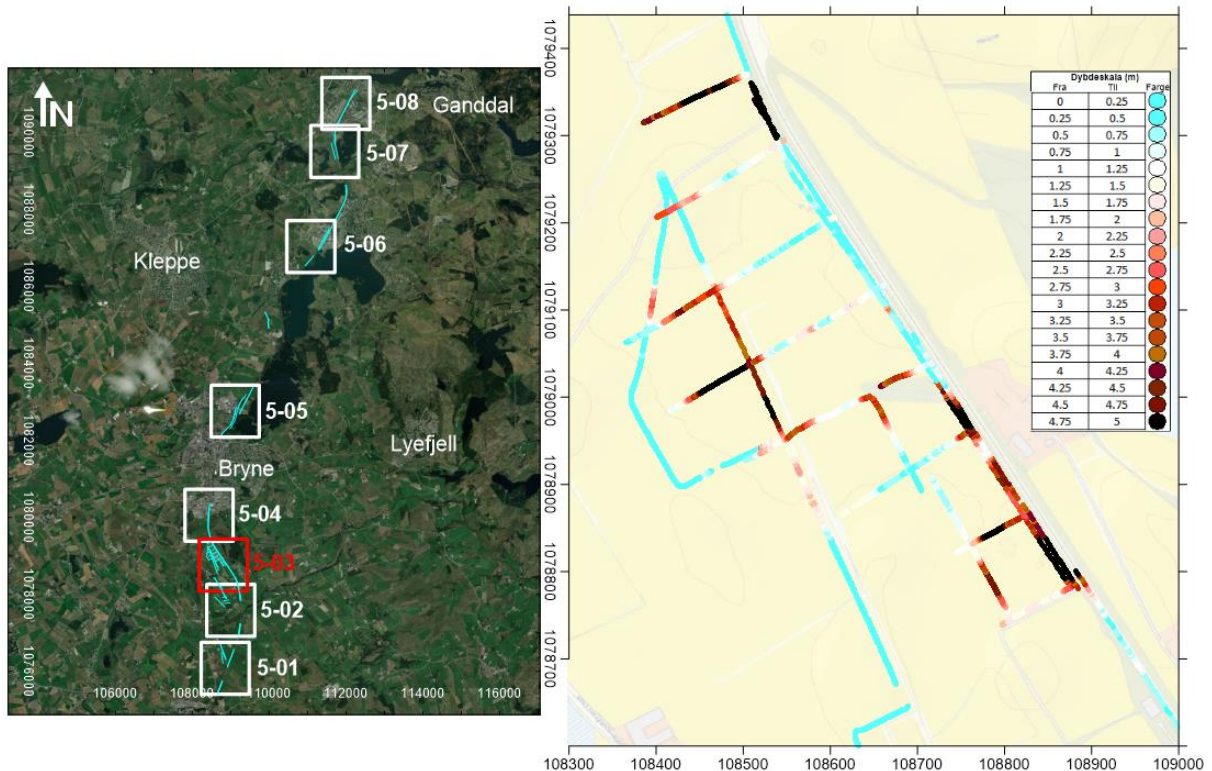
Figur 6 Dybde til berg/tykkelse av løsmasser syd for Bryne.



Figur 7 Dybde til berg/tykkelse av løsmasser nord for Bryne.

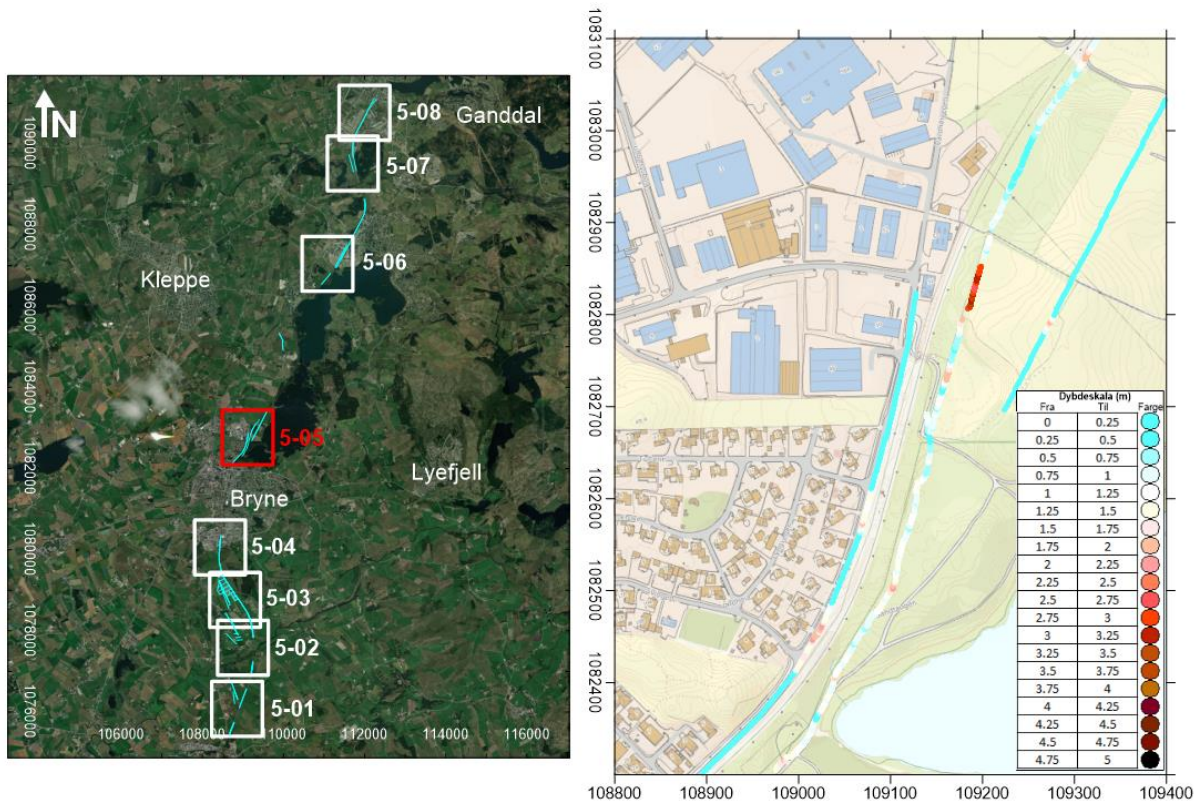
Torv

Tilstedeværelse og tykkelse av torv er meget lokalt varierende sør om Bryne. Dette ses på eksemplet i Figur 8 hvor torvtykkelser kan variere mer enn 5m i dybden på få meter langs overflaten. Dette er en general trend for områdene 5-01 – 5-04 (sør om Bryne). Datakvaliteten i disse områdene er veldig fin og tolkning av torv er relativ sikker.



Figur 8 Tykkelse av torv, utklipp fra tegning 5-03.

I områdene 5-05 – 5-08 (nord om Bryne) ses ikke meget torv. De få steder hvor der kan ses nogen dybder er målingene usikre og kan ikke med sikkerhet siges at være torv. Nord for Bryne ses den dypeste myr på P20b, men det er veldig usikkert om det er tale om torv her (Figur 9) eller annen form for organisk jord. For resten av den nordlige delen ses ikke myr med verken georadar eller seismikk. Dette gjelder også de linjer, der ikke er på en 5-xx tegning for (P23 og P25b).



Anbefalinger for videre undersøkelser

For å verifisere og kalibrere resultatene fra de geofysiske undersøkelsene er det nødvendig med referanseinformasjon, for eksempel fra geotekniske sonderinger eller prøvegroper. I Bilag 1 gjennomgås områder i resultatene i denne rapport der er avvikende eller på annet sett passende for å undersøkes videre. Bilag 1-A ble skrevet etter den første feltkampagne i 2020 og basert delvis på dette har BaneNOR planlagt og startet en geoteknisk grunnundersøkelse. I Bilag 1-A er der også forslag om videre geofysiske undersøkelser, blant annet mer GPR som er utført i 2021 og rapportert her. Resultatene fra BaneNORs geotekniske undersøkelse er imidlertid ikke tilgjengelige ennå. Bilag 1-B omhandler de geofysiske undersøkelsene der er utført i 2021 og hvis der er tid så bør disse tas i betraktning i den pågående geotekniske undersøkelsen.

Når resultatene fra den geotekniske undersøkelsen er rapportert er det fornuftig at først verifisere de resultatene der er rapportert her og deretter kalibrere og omtolke de geofysiske resultatene. Meget av den tolkning der er utført her er basert på et resultat fra en kombinasjon av flere metoder: Lagbasert tolkning av refraksjonsseismikk, refraksjonstomografi, GPR og ERT, med støtte av noen få geotekniske sonderinger. Med resultatene fra det forslaget til undersøkelsesprogram der er vist i Bilag 1 kan det sannsynligvis utføres en oppdatering der minsker usikkerheten i den kombinerte tolkning.

9. LEVERANSEOVERSIKT

Dato avlevert	Versjon	Dokument	Filtype	Beskrivelse	Ændring
19-07-2021	2	2020032 Datarapport-USN_v2	*.pdf	Beskrivelse af data og utført geofysik	Tilføyet ny data og oppdatert tekst med relevant ny info.
08-03-2021	0	20IE_04_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for spydposisjon i ERT	
08-03-2021	1	20IE_06_v1.txt	*.txt	Koordinatfil for spydposisjon i ERT	Endret "linje" kolonne
08-03-2021	1	20IE_07_v1.txt	*.txt	Koordinatfil for spydposisjon i ERT	Endret "linje" kollone
08-03-2021	1	20IE_08_v1.txt	*.txt	Koordinatfil for spydposisjon i ERT	Endret "linje" kolonne og vendt "Sensor" nummerering da den talte ned.
08-03-2021	0	20IE_1p9ohmm_06_v0.txt	*.txt	ERT konturlinje ved 1.9 ohm/m. Bundet op på koordinater fra 20IE_06_v1	
08-03-2021	0	20IE_1p9ohmm_08_v0.txt	*.txt	ERT konturlinje ved 1.9 ohm/m. Bundet op på koordinater fra 20IE_08_v1	
08-03-2021	0	20IG_P06_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for skudposisjon af georadar, meter langs seismikkprofil og tolkede dybder til torv	
08-03-2021	0	20IG_P07_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for skudposisjon af georadar, meter langs seismikkprofil og tolkede dybder til torv	
08-03-2021	0	20IG_P08ekstra_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for skudposisjon af georadar, meter langs seismikkprofil og tolkede dybder til torv	
08-03-2021	0	20IG_P08_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for skudposisjon af georadar, meter langs seismikkprofil og tolkede dybder til torv	
08-03-2021	0	20IG_P09_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for skudposisjon af georadar, meter langs seismikkprofil og tolkede dybder til torv	
08-03-2021	0	20IG_P11_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for skudposisjon af georadar, meter langs seismikkprofil og tolkede dybder til torv	
08-03-2021	0	20IR_06_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for geofonposisjon ved utført seismikk	
08-03-2021	0	20IR_08_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for geofonposisjon ved utført seismikk	
08-03-2021	0	20IR_09_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for geofonposisjon ved utført seismikk	
08-03-2021	0	20IR_10_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for geofonposisjon ved utført seismikk	
08-03-2021	0	20IR_11_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for geofonposisjon ved utført seismikk	
08-03-2021	0	20IR_20_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for geofonposisjon ved utført seismikk	
08-03-2021	0	20IR_21_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for geofonposisjon ved utført seismikk	
08-03-2021	0	20IR_23_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for geofonposisjon ved utført seismikk	
08-03-2021	0	20IR_24_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for geofonposisjon ved utført seismikk	

08-03-2021	0	20IR_25_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for geofonposisjon ved utført seismikk
08-03-2021	0	20IR_26_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for geofonposisjon ved utført seismikk
08-03-2021	0	20IR_27_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for geofonposisjon ved utført seismikk
08-03-2021	0	20IR_500ms_06_v0.txt	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 500 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk
08-03-2021	0	20IR_500ms_08_v0.txt	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 500 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk
08-03-2021	0	20IR_500ms_09_v0.txt	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 500 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk
08-03-2021	0	20IR_500ms_10_v0.txt	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 500 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk
08-03-2021	0	20IR_500ms_11_v0.txt	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 500 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk
08-03-2021	0	20IR_500ms_20_v0.txt	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 500 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk
08-03-2021	0	20IR_500ms_21_v0.txt	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 500 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk
08-03-2021	0	20IR_500ms_24_v0.txt	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 500 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk
08-03-2021	0	20IR_500ms_27_v0.txt	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 500 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk
09-03-2021	0	20IR_2750ms_06_v0	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 2750 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk
09-03-2021	0	20IR_2750ms_08_v0	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 2750 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk
09-03-2021	0	20IR_2750ms_09_v0	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 2750 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk
09-03-2021	0	20IR_2750ms_10_v0	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 2750 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk
09-03-2021	0	20IR_2750ms_11_v0	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 2750 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk
09-03-2021	0	20IR_2750ms_20_v0	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 2750 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk
09-03-2021	0	20IR_2750ms_21_v0	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 2750 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk
09-03-2021	0	20IR_2750ms_23_v0	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 2750 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk
09-03-2021	0	20IR_2750ms_24_v0	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 2750 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk

09-03-2021	0	20IR_2750ms_27_v0	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 2750 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk
09-03-2021	0	20IR_LagBas_06_v0	*.txt	Koordinatfil fra seismisk lagbasert tolkning. Inneholder dybder, koter og hastigheter på berg.
09-03-2021	0	20IR_LagBas_08_v0	*.txt	Koordinatfil fra seismisk lagbasert tolkning. Inneholder dybder, koter og hastigheter på berg.
09-03-2021	0	20IR_LagBas_09_v0	*.txt	Koordinatfil fra seismisk lagbasert tolkning. Inneholder dybder, koter og hastigheter på berg.
09-03-2021	0	20IR_LagBas_10_v0	*.txt	Koordinatfil fra seismisk lagbasert tolkning. Inneholder dybder, koter og hastigheter på berg.
09-03-2021	0	20IR_LagBas_11_v0	*.txt	Koordinatfil fra seismisk lagbasert tolkning. Inneholder dybder, koter og hastigheter på berg.
09-03-2021	0	20IR_LagBas_20_v0	*.txt	Koordinatfil fra seismisk lagbasert tolkning. Inneholder dybder, koter og hastigheter på berg.
09-03-2021	0	20IR_LagBas_21_v0	*.txt	Koordinatfil fra seismisk lagbasert tolkning. Inneholder dybder, koter og hastigheter på berg.
09-03-2021	0	20IR_LagBas_23_v0	*.txt	Koordinatfil fra seismisk lagbasert tolkning. Inneholder dybder, koter og hastigheter på berg.
09-03-2021	0	20IR_LagBas_24_v0	*.txt	Koordinatfil fra seismisk lagbasert tolkning. Inneholder dybder, koter og hastigheter på berg.
09-03-2021	0	20IR_LagBas_26_v0	*.txt	Koordinatfil fra seismisk lagbasert tolkning. Inneholder dybder, koter og hastigheter på berg.
09-03-2021	0	20IR_LagBas_27_v0	*.txt	Koordinatfil fra seismisk lagbasert tolkning. Inneholder dybder, koter og hastigheter på berg.
08-03-2021	0	20IT_06_68-1263m_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av torv. Bundet opp på seismikk
08-03-2021	0	20IT_06_ERT_0-65m_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av torv. Bundet opp på seismikk
08-03-2021	0	20IT_06_SEIS_0-64m_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av torv. Bundet opp på seismikk
08-03-2021	0	20IT_07_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av torv. Bundet opp på ERT, da der ikke er utført seismikk
08-03-2021	0	20IT_08_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av torv. Bundet opp på seismikk
08-03-2021	0	20IT_09_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av torv. Bundet opp på seismikk
08-03-2021	0	20IT_10_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av torv. Bundet opp på seismikk
08-03-2021	0	20IT_11_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av torv. Bundet opp på seismikk
08-03-2021	0	20IT_20_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av torv. Bundet opp på seismikk
08-03-2021	0	20IT_21_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av torv. Bundet opp på seismikk

08-03-2021	0	20IT_24_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av torv. Bundet opp på seismikk	
08-03-2021	0	20IT_27_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av torv. Bundet opp på seismikk	
08-03-2021	0	20IB_06_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av bergdybde. Bundet opp på seismikkgeofoner	
08-03-2021	0	20IB_08_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av bergdybde. Bundet opp på seismikkgeofoner	
08-03-2021	0	20IB_09_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av bergdybde. Bundet opp på seismikkgeofoner	
08-03-2021	0	20IB_10_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av bergdybde. Bundet opp på seismikkgeofoner	
08-03-2021	0	20IB_11_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av bergdybde. Bundet opp på seismikkgeofoner	
08-03-2021	0	20IB_20_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av bergdybde. Bundet opp på seismikkgeofoner	
08-03-2021	0	20IB_21_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av bergdybde. Bundet opp på seismikkgeofoner	
08-03-2021	0	20IB_23_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av bergdybde. Bundet opp på seismikkgeofoner	
08-03-2021	0	20IB_24_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av bergdybde. Bundet opp på seismikkgeofoner	
08-03-2021	0	20IB_26_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av bergdybde. Bundet opp på seismikkgeofoner	
08-03-2021	0	20IB_27_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av bergdybde. Bundet opp på seismikkgeofoner	
12-07-2021	1	1-xx_samlet_v0.pdf	*.pdf	Samlede 1-tegninger med redusert filstørrelse	Nye linjer for 2021
12-07-2021	1	2-xx_samlet_v0.pdf	*.pdf	Samlede 2-tegninger med redusert filstørrelse	Nye linjer for 2021. Forbedrede legender.
12-07-2021	1	3-xx_samlet_v0.pdf	*.pdf	Samlede 3-tegninger med redusert filstørrelse	Nye linjer for 2021. Oppdatert kombinert tolkning hvor ny GPR data er innsamlet.
12-07-2021	1	4-xx_samlet_v0.pdf	*.pdf	Samlede 4-tegninger med redusert filstørrelse	Nye linjer for 2021. Oppdatert kombinert tolkning hvor ny GPR data er innsamlet.
12-07-2021	2	5-xx_samlet_v1.pdf	*.pdf	Samlede 5-tegninger med redusert filstørrelse	Nye linjer for 2021. Oppdatert kombinert tolkning hvor ny GPR data er innsamlet.
12-07-2021	0	21IG_P04_GPR01_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for skuddposisjon av georadar, meter langs seismikkprofil og tolkede dybder til torv	
12-07-2021	0	21IG_P06_GPR01_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for skuddposisjon av georadar, meter langs seismikkprofil og tolkede dybder til torv	
12-07-2021	0	21IG_P06_GPR02a_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for skuddposisjon av georadar, meter langs seismikkprofil og tolkede dybder til torv	
12-07-2021	0	21IG_P06_GPR02b_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for skuddposisjon av georadar, meter langs seismikkprofil og tolkede dybder til torv	

12-07-2021	0	21IG_P06_GPR03_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for skuddposisjon av georadar, meter langs seismikkprofil og tolkede dybder til torv	
12-07-2021	0	21IG_P06_GPR04_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for skuddposisjon av georadar, meter langs seismikkprofil og tolkede dybder til torv	
12-07-2021	0	21IG_P06_GPR05_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for skuddposisjon av georadar, meter langs seismikkprofil og tolkede dybder til torv	
12-07-2021	0	21IG_P06_GPR06_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for skuddposisjon av georadar, meter langs seismikkprofil og tolkede dybder til torv	
12-07-2021	0	21IG_P06_GPR07_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for skuddposisjon av georadar, meter langs seismikkprofil og tolkede dybder til torv	
12-07-2021	0	21IG_P06_GPR08_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for skuddposisjon av georadar, meter langs seismikkprofil og tolkede dybder til torv	
12-07-2021	0	21IG_P06_GPR09_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for skuddposisjon av georadar, meter langs seismikkprofil og tolkede dybder til torv	
12-07-2021	0	21IG_P06_GPR10_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for skuddposisjon av georadar, meter langs seismikkprofil og tolkede dybder til torv	
12-07-2021	0	21IG_P07_GPR01_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for skuddposisjon av georadar, meter langs seismikkprofil og tolkede dybder til torv	
12-07-2021	0	21IG_P09_GPR01_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for skuddposisjon av georadar, meter langs seismikkprofil og tolkede dybder til torv	
12-07-2021	0	21IG_P09_GPR02_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for skuddposisjon av georadar, meter langs seismikkprofil og tolkede dybder til torv	
12-07-2021	0	21IG_P09_GPR03_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for skuddposisjon av georadar, meter langs seismikkprofil og tolkede dybder til torv	
12-07-2021	0	21IG_P11_GPR01_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for skuddposisjon av georadar, meter langs seismikkprofil og tolkede dybder til torv	
12-07-2021	0	21IG_P20b_GPR01_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for skuddposisjon av georadar, meter langs seismikkprofil og tolkede dybder til torv	
12-07-2021	0	21IR_500ms_01_v0.txt	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 500 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk	
12-07-2021	0	21IR_500ms_02_v0.txt	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 500 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk	
12-07-2021	0	21IR_500ms_03_v0.txt	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 500 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk	
12-07-2021	0	21IR_500ms_04_v0.txt	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 500 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk	
12-07-2021	0	21IR_500ms_25_v0.txt	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 500 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk	
12-07-2021	0	21IR_500ms_26b_v0.txt	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 500 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk	
12-07-2021	0	21IR_500ms_27a_v0.txt	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 500 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk	

12-07-2021	0	21IR_500ms_27b_v0.txt	*.txt	Topografisk konturlinje for seismikk ved 500 m/s. Bundet opp på koordinatfiler fra seismikk
12-07-2021	0	21IT_01_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av torv. Bundet opp på seismikk
12-07-2021	0	21IT_02_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av torv. Bundet opp på seismikk
12-07-2021	0	21IT_03_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av torv. Bundet opp på seismikk
12-07-2021	0	21IT_04_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av torv. Bundet opp på seismikk
12-07-2021	0	21IT_06_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av torv. Bundet opp på seismikk
12-07-2021	0	21IT_07_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av torv. Bundet opp på seismikk
12-07-2021	0	21IT_20b_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av torv. Bundet opp på seismikk
12-07-2021	0	21IT_25_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av torv. Bundet opp på seismikk
12-07-2021	0	21IT_26b_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av torv. Bundet opp på seismikk
12-07-2021	0	21IT_27a_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av torv. Bundet opp på seismikk
12-07-2021	0	21IT_27b_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av torv. Bundet opp på seismikk
12-07-2021	0	21IB_01_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av bergdybde. Bundet opp på seismikkgeofoner
12-07-2021	0	21IB_02_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av bergdybde. Bundet opp på seismikkgeofoner
12-07-2021	0	21IB_03_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av bergdybde. Bundet opp på seismikkgeofoner
12-07-2021	0	21IB_04_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av bergdybde. Bundet opp på seismikkgeofoner
12-07-2021	0	21IB_07_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av bergdybde. Bundet opp på seismikkgeofoner
12-07-2021	0	21IB_20b_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av bergdybde. Bundet opp på seismikkgeofoner
12-07-2021	0	21IB_25_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av bergdybde. Bundet opp på seismikkgeofoner
12-07-2021	0	21IB_27b_v0.txt	*.txt	Koordinatfil for kombinert tolkning av bergdybde. Bundet opp på seismikkgeofoner

BANE NOR BN Utbygging Sandnes Nærbø	Refraksjonsseismiske, geoelektriske og radar grunnundersøkelser til nyt banespor for Bane NOR	Side: 25 av 32
		Dok.n: USN-00-A-00500 Rev.: 00A Dato [19.07.2021]

10. B-1: A Forslag til videre undersøkelser etter feltkampagne 2020

Linje	MLP	MLP_til	MLP, undersøkelser	Kommentarer	Boring nr.	Koordinater
P06	0	115		Område med svært høy usikkerhet grunnet dårlig datakvalitet. Generelt ligger berg i +/- betydelig høyere enn i tomografi.		
P06	12	255	255	Område med tilsynelatende uregelmessig bergoverflate der det generelt er dårlig samsvar mellom +/- og tomografi. En boring i MLP 255m vil undersøke dette og samtidig gi et svar på om det er torv her, dette er det eneste området der det er et stort avvik mellom metodene angående tolkning av torv.	1	
P06			35	250m lang kryssende seismisk linje som går fra P08 MLP 35m via boring 2-6 til P06 MLP 35m. P06 har veldig dårlig kvalitet i MLP 35m. Denne seismiske profilen vil gi en sjekk på tolkningen ved denne posisjonen i P06, den vil også gi en sjanse til å kalibrere seismikken her med boring 2-6.		108865.17, 1078809.79
P06			265	235m lang kryssende seismisk linje som går fra P08 MLP 370m via boring 2-5 til P06 MLP 265m. Denne profilen vil binde sammen et punkt på P06 hvor det er små dybder til hardere lag i løsmassene og en liten dybde til berg med boring 2-4 og profil P08.		108738.83, 1079001.96
P06			530	175m lang seismisk kryssende linje som går fra P08 MLP 460m via boring 2-4 til P06 MLP 530m. Denne profilen vil forbinde to punkter på P06 / P08 hvor det er små dybder til hardere lag i de løse massene og små dybder til berg, med boring 2-4.		108583.23, 108583.23
P08			35	250m lang kryssende seismisk linje som går fra P08 MLP 35m via boring 2-6 til P06 MLP 35m. P06 har veldig dårlig kvalitet i MLP 35m. Denne seismiske profilen vil gi en sjekk på tolkningen ved denne posisjonen i P06, den vil også gi en sjanse til å kalibrere seismikken her med boring 2-6.		108657.15, 1078712.31
P08			370	235m lang kryssende seismisk linje som går fra P08 MLP 370m via boring 2-5 til P06 MLP 265m.		108517.27, 1079017.17
P08			460	175m lang seismisk kryssende linje som går fra P08 MLP 460m via boring 2-4 til P06 MLP 530m. Denne profilen vil forbinde to punkter på P06 / P08 hvor det er små dybder til hardere lag i de løse massene og små dybder til berg, med boring 2-4.		108479.56, 1079098.37
P09	50	155	85	Område med tilsynelatende uregelmessig bergoverflate der +/- er dypere enn tomografi. Boring kan være bra for å sjekke hva som er riktig.	2	108837.89, 1077971.72

Linje	MLP	MLP_til	MLP, undersøkelser	Kommentarer	Boring nr.	Koordinater
P09	335	380		Område med tilsynelatende uregelmessig bergoverflate der +/- er dypere enn tomografi.		
P09	380	605	510-600	Område med delvis tilsynelatende uregelmessig bergoverflate der +/- er dypere enn tomografi. Boring kan være bra for kalibrering.	3	108587.43, 1078388.84
P10	0	20	12	Område med en tilsynelatende uregelmessig og overfladisk bergoverflate der +/- er dypere enn tomografi. Et borehull kan være bra for verifisering av det mest overfladiske punktet.	4	108827.76, 1077687.9
P10	60		60	En struktur i tomografi med veldig høy hastighet på 1 meters dybde i et område der berg ellers er på 12-13 meters dybde. Et borehull kan fortelle hva dette er. Alternativt kan en GPR-profil gi svar.	5	108794.36, 1077721.47
P10	65	125		Område med en tilsynelatende uregelmessig og overfladisk bergoverflate der +/- er dypere enn tomografi.		
P10	215	250	220	Område med overfladisk berg der +/- er dypere enn tomografi. Et borehull kan være bra for verifisering av det mest overfladiske punktet.	6	108682.52, 1077835.82
P10	260	335		Område med tilsynelatende uregelmessig bergoverflate der +/- er dypere enn tomografi.		
P10	340	350		Område med tilsynelatende uregelmessig bergoverflate der +/- er mer overfladisk enn tomografi.		
P11	0	60		Område med tilsynelatende uregelmessig og overfladisk bergoverflate der +/- er mer overfladisk enn tomografi.		
P11	210	240	233	Område med tilsynelatende uregelmessig og overfladisk bergoverflate der +/- er mer overfladisk enn tomografi.	7	108794.04, 1076528.35
P11	350	380		Område med tilsynelatende uregelmessig bergoverflate der +/- er dypere enn tomografi.		
P11	405	445		Område med tilsynelatende uregelmessig og overfladisk bergoverflate der +/- er mer overfladisk enn tomografi.		
P20	155	220	175	Område med jevn bergoverflate og kontinuerlige forhold, men der +/- er betydelig mer overfladisk enn tomografi. Egnet sted for kalibrering.	8	108831.17, 1082236.33
P20	260	290		Område med tilsynelatende uregelmessig og overfladisk bergoverflate der +/- er mer overfladisk enn tomografi.		
P20	310	325		Område med tilsynelatende uregelmessig og overfladisk bergoverflate der +/- er mer overfladisk enn tomografi.		

Linje	MLP	MLP_til	MLP, undersøkelser	Kommentarer	Boring nr.	Koordinater
P20	325	340	330	Område med tilsynelatende uregelmessig bergoverflate der +/- er betydelig dypere enn tomografi. Tomografi tolker bergarten bare fem meter dypt. På 330m viser tomografien at laget over fjellet har høy hastighet. Et borehull kan være på plass for å sikre at det ikke er stein / blokk og generelt for å undersøke hva laget over berg består av.	9	108950, 1082355.47
P20	385	465		Område med tilsynelatende uregelmessig og overfladisk bergoverflate der +/- er mer overfladisk enn tomografi.		
P20	565	580		Område med tilsynelatende uregelmessig og overfladisk bergoverflate der +/- er mer overfladisk enn tomografi.		
P20	625	640		Område med tilsynelatende uregelmessig og overfladisk bergoverflate der +/- er mer overfladisk enn tomografi.		
P20	820	840		Område med tilsynelatende uregelmessig og overfladisk bergoverflate der +/- er mer overfladisk enn tomografi.		
P21	0	18		Område med tilsynelatende uregelmessig og overfladisk bergoverflate der +/- er mer overfladisk enn tomografi.		
P21	18	38		Område med tilsynelatende uregelmessig bergoverflate der +/- er dypere enn tomografi.		
P21	50	95		Område med tilsynelatende uregelmessig og overfladisk bergoverflate der +/- er mer overfladisk enn tomografi.		
P21	110	150		Område med tilsynelatende uregelmessig og overfladisk bergoverflate der +/- er mer overfladisk enn tomografi.		
P21	320	365		Område med tilsynelatende uregelmessig og overfladisk bergoverflate der +/- er mer overfladisk enn tomografi.		
P21	380	390		Område med tilsynelatende uregelmessig og overfladisk bergoverflate der +/- er mer overfladisk enn tomografi.		
P21	390	530	455	Område med en tilsynelatende uregelmessig og overfladisk bergoverflate der +/- delvis er mer overfladisk enn tomografi. Ville være bra med en boring for å forstå hvorfor vi har større usikkerhet i seismikken her. Den må da plasseres med presisjon i 455m (eller i 435 hvis det skulle være hindringer i 455).	10	109433.58, 1083100.12

Linje	MLP	MLP_til	MLP, undersøkelser	Kommentarer	Boring nr.	Koordinater
P21	565	600		Område med en tilsynelatende uregelmessig og overfladisk bergoverflate der +/- delvis er mer overfladisk enn tomografi.		
P21	750	812	795	Område med en tilsynelatende uregelmessig og overfladisk bergoverflate der +/- delvis er mer overfladisk enn tomografi. Ville være bra med en boring for å forstå hvorfor vi har større usikkerhet i seismikken her. Den skal plasseres i et område der det er kontinuerlige forhold, som i 785-805m.	11	109590.47, 1083402.43
P23			230	Stor spredning mellom tomografi og +/-	12	109986.62, 1085148.07
P23			80-150	Område med jevn bergoverflate og god konsistens mellom tomografi og +/- . Godt område for kalibreringsboring.	13	109978.45, 1085041.18
P24	110	130	120	Område med tilsynelatende uregelmessig bergoverflate der +/- er betydelig mer overfladisk enn tomografi. Muligens interessant med en boring for å undersøke hvorfor seismikk har en økt usikkerhet her.	14	111023.34, 1086641.78
P26	680	795		Berg er for dyp til å bli bestemt. Det er minst 30 meter til berg, sannsynligvis betydelig mer.		
P26			240	Overfladisk berg	15	111769, 1087828.3
P27	0	570		Berg er for dyp til å bli bestemt. Det er minst 30 meter til berg.		
P27	605		605	Struktur med høy hastighet i 3m dybde. Det er sannsynligvis ikke berg. Det kan være en struktur i jordlaget som er mye fastere enn den omkringliggende jorda, det kan også være en konstruksjon/gjenstand eller artefakt på grunn av at det er vanskelig å tolke data i dette området eller en kombinasjon. Hvis det er viktig å ha fri fra berg / blokk i disse dybdene, foreslås her en kontrollboring.	16	111791.1, 1090261.01
P27			1100	God beliggenhet for en kalibreringsboring. Midt i et utbredt område med et kraftig og tilsynelatende homogent lag med en hastighet på 2000-2500m / s ned til ca 30m dybde og et omtrent 3m kraftig overliggende lag med lavere hastighet. Du kan se en tendens til lagdeling i det nedre laget med 2500m / s i toppen, ca 2000m / s i midten og igjen litt høyere hastighet i nedre del.	17	112022.54, 1090699.17

Linje	MLP	MLP_til	MLP, undersøkelser	Kommentarer	Boring nr.	Koordinater
P27			910	God beliggenhet for en kalibreringsboring. Midt i et utbredt område med et kraftig og tilsynelatende homogent lag med lav hastighet, <1300m / s, ned til 10-15m dybde. Under dette et lag med ca 2000 m / s ned til ca 30m dybde.	18	111934.63, 1090532.6
P27			489	God beliggenhet for en kalibreringsboring. Midt i et utbredt område med et kraftig lag med en hastighet på 2000-2500m / s. Dette er en klar lageroppdeling med høyere hastigheter i dybdeområdet 3-7m og under igjen lavere hastigheter. Det ville være interessant for tolkningen til den underliggende lag å vite om denne lagdeling er riktig og hva den avhenger av.	19	111749.84, 1090155.09

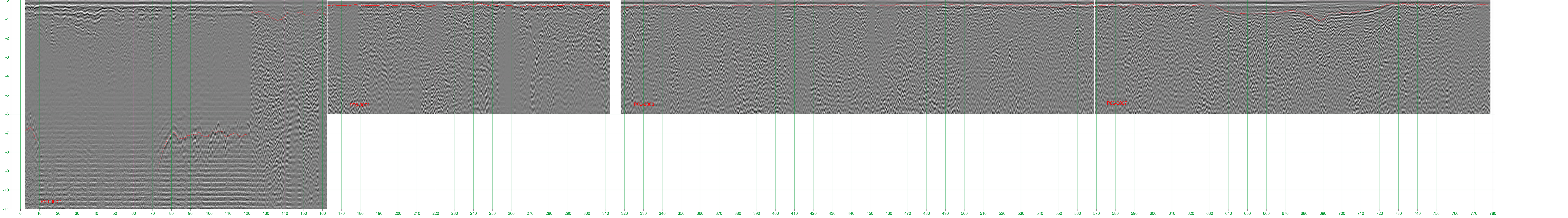
11. B-1: B Forslag til videre undersøkelser etter endelig rapport i 2021, komplement til B-1: A.

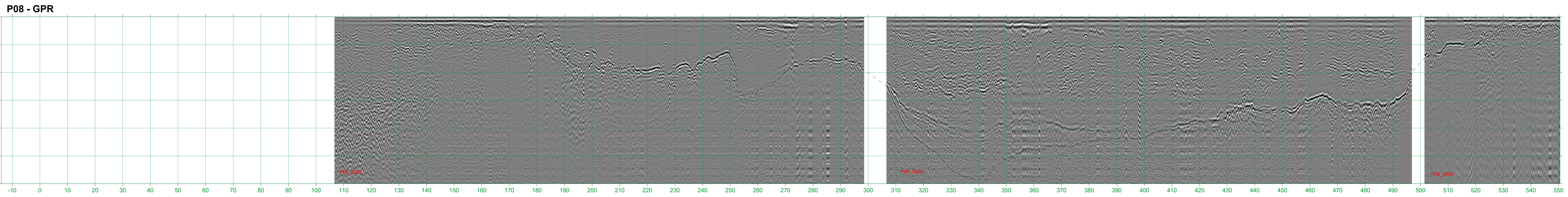
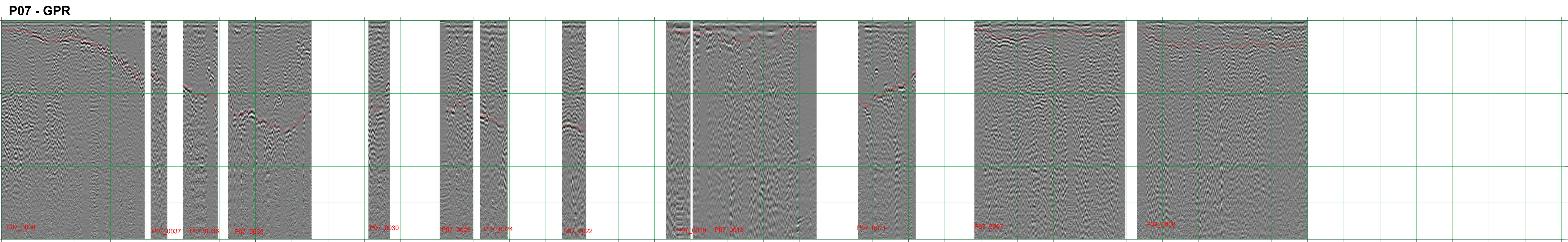
Linje	MLP	MLP_til	MLP, undersøkelser	Kommentarer	Boring nr.	Koordinater
P01	0	115	75	God beliggenhet for en kalibreringsboring. Midt i et utbredt område med et kraftig lag med en hastighet på 2000-2500m / s. Dette er en klar lageroppdeling med høyere hastigheter i dybdeområdet 3-7m og under igjen lavere hastigheter. Det ville være interessant for tolkningen til den underliggende lag å vite om denne lagdeling er riktig og hva den avhenger av.	20	108678.46 1075493.98
P02	55	425	98	Område med tilsynelatende uregelmessig bergoverflate der det noen ganger er dårlig samsvar mellom +/- og tomografi. En boring i MLP 98m vil undersøke en av de mest ekstreme punkter.	21	108944.66 1076200.22
P04	73	83	79	Struktur med høy hastighet i 2m dybde. Det er sannsynligvis ikke berg. Det kan være en struktur i jordlaget som er mye fastere enn den omkringliggende jorda, det kan også være en konstruksjon/gjenstand eller artefakt grunnet av at det er vanskelig å tolke data i dette området eller en kombinasjon. Hvis det er viktig å ha fri fra berg / blokk i disse dybdene, foreslås her en kontrollboring.	22	109242.91 1077917.05
P04	55	425	455	Område med tilsynelatende uregelmessig bergoverflate der det noen ganger er dårlig samsvar mellom +/- og tomografi. En boring i MLP 98m vil undersøke en av de mest ekstreme punkter.	23	109171.27 1078286.42
P07	25	125	80	Område med tilsynelatende uregelmessig og overfladisk bergoverflate med dårlig samsvar mellom +/- og tomografi. En boring i MLP 80m vil undersøke en av de mest ekstreme punkter.	24	108420.26 1079992.66
P07	240	280	260	Område det tolking av torv fra GPR viser 4m større dybde enn vad seismikken viser.	25	108431.66 1080173.94
P20B	0	348		Hele profilen har en lidt større usikkerhet.		
P20B	5	80	60	Tydlig lag i georadar men troligvis ikke torv, hastighetene i radarsignalet er lidt høye, muligvis er det ett lag med sand.	25	109199.96 1082853.69
P20B	145	235	181	Område med tilsynelatende uregelmessig bergoverflate. En boring i MLP 181m vil undersøke en av de ekstreme punkter.	26	109236.11 1082947.69
P25	200	400	292	Område med tilsynelatende uregelmessig bergoverflate og/eller mindre strukturer i løsmasserne der er mer faste. En boring i MLP 292m vil undersøke en av de ekstreme punkter.	27	111417.62 1087212 .37
P26B	790	1119		Berg ligger meget dypt og er meget usikkert og er ikke tolket i hele denne profil.		

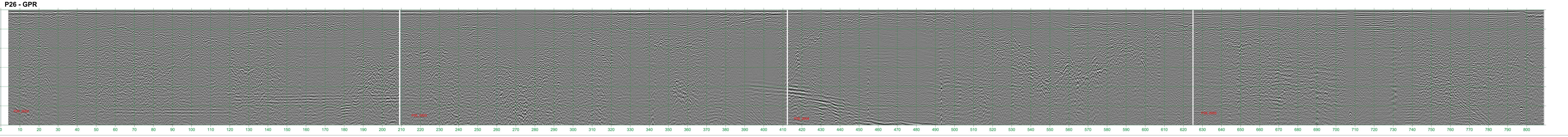
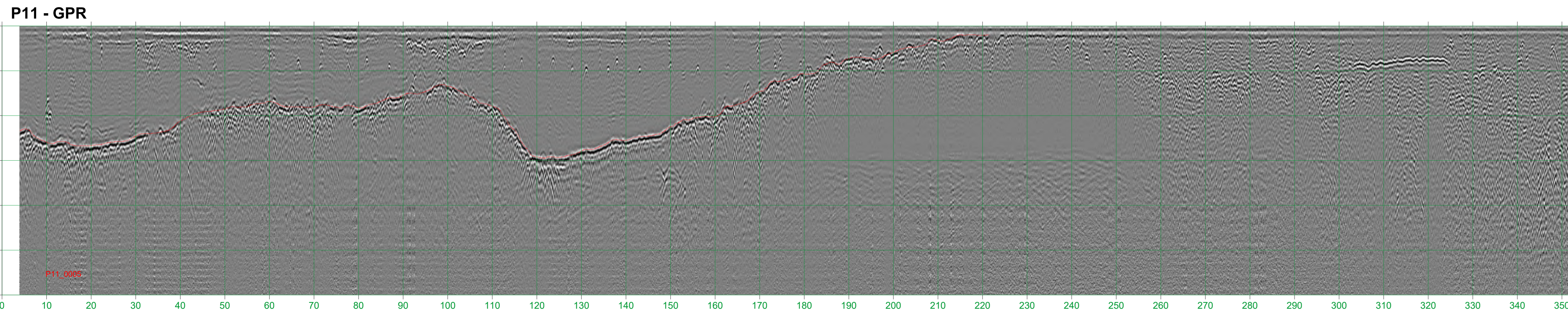
Linje	MLP	MLP_til	MLP, undersøkelser	Kommentarer	Boring nr.	Koordinater
P26B	790	1119	980	God beliggenhet for en kalibreringsboring. Midt i et utbredt område med et kraftig lag med en hastighet på 2000-2750m/s. Dette er en klar lageroppdeling med høyere hastigheter i dybdeområdet 5-10m og under igjen lavere hastigheter. Det ville være interessant for tolkningen til den underliggende lag å vite om denne lagdeling er riktig og hva den avhenger av.	28	112013.35 1088510.71
P27A	0	432		Berg er for dyp til å bli bestemt. Det er minst 30 meter til berg.		
P27A	0	432	95	God beliggenhet for en kalibreringsboring. Midt i et utbredt område med et kraftig lag med en hastighet på 2000-2750m/s. Dette er en klar lageroppdeling med høyere hastigheter i dybdeområdet 5-10m og under igjen lavere hastigheter. Det ville være interessant for tolkningen til den underliggende lag å vite om denne lagdeling er riktig og hva den avhenger av.	29	111702.06 1089402.32
P27B	305	325	315	Soner med lavere hastighet, <1500m/s, ned gjennom et lag med hastighet omkring 2000-2500m/s.	30	112281.16 1091084.38
P27B	158	173				

B-2: Prosesserte data med tolkning fra GPR

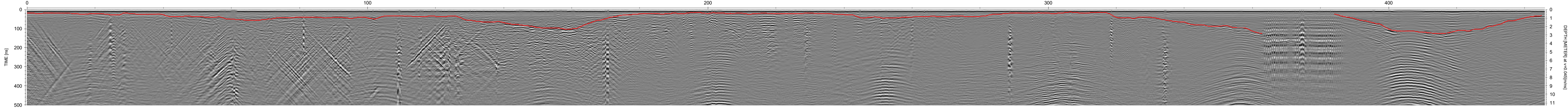
P06 - GPR

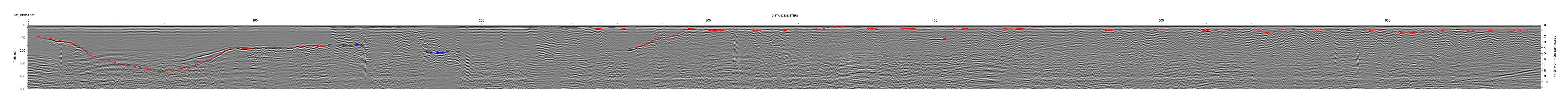




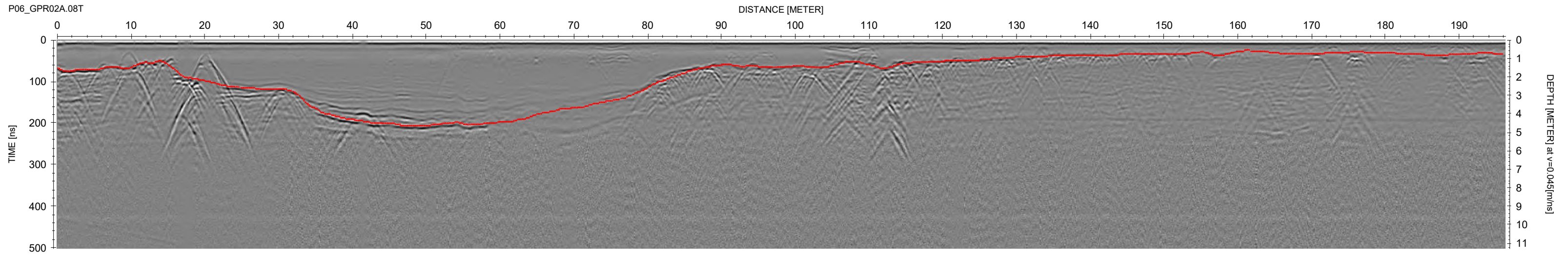


P04_GPR01.08T

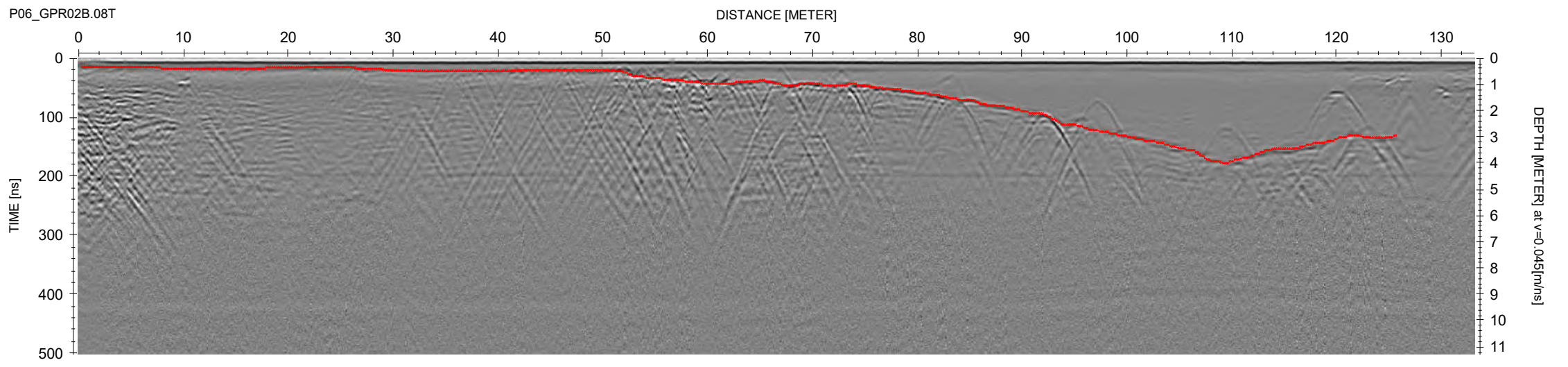




P06_GPR02A.08T

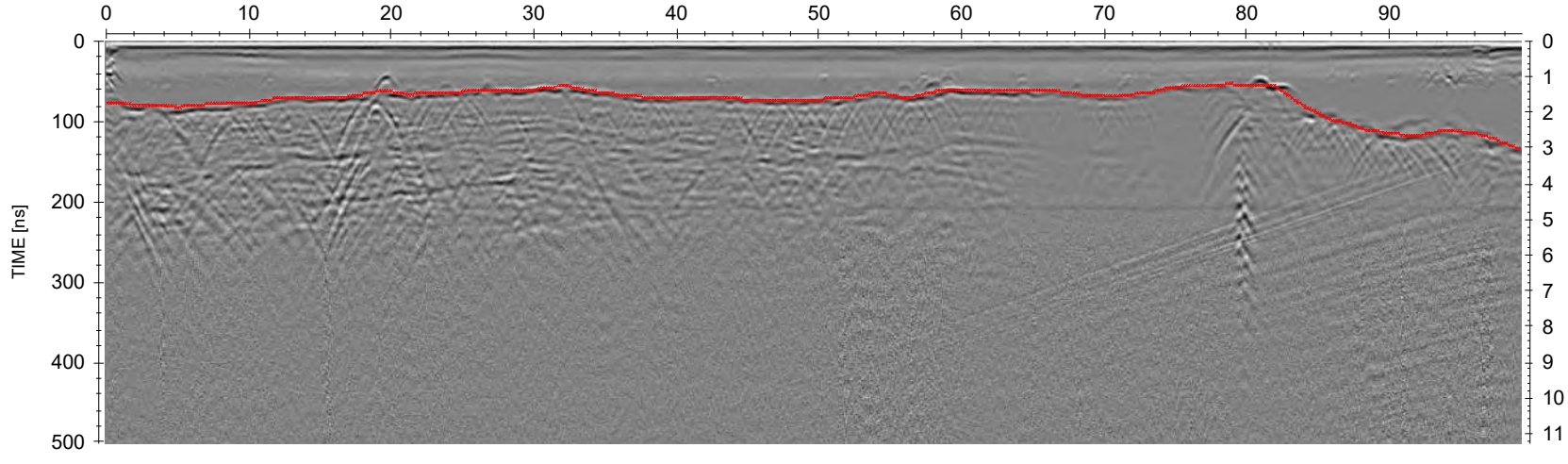


P06_GPR02B.08T



P06_GPR03.08T

DISTANCE [METER]

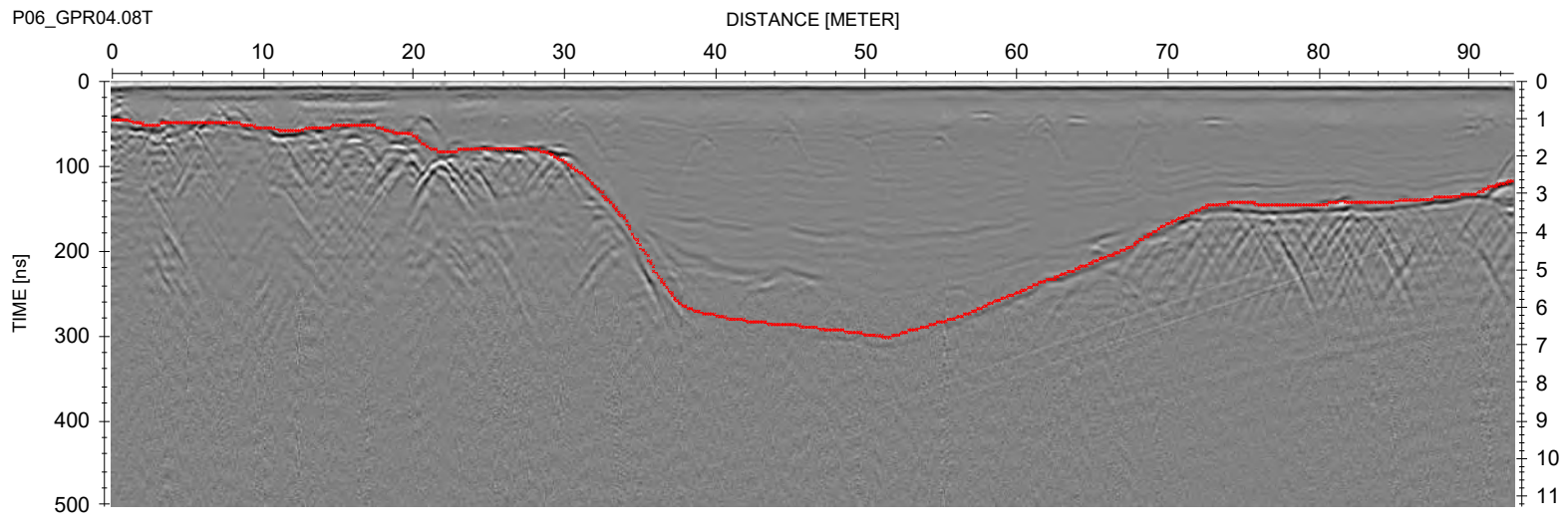


TIME [ns]

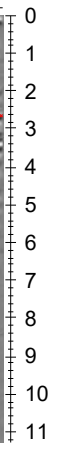
DEPTH [METER] at v=0.045[m/ns]

0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

P06_GPR04.08T

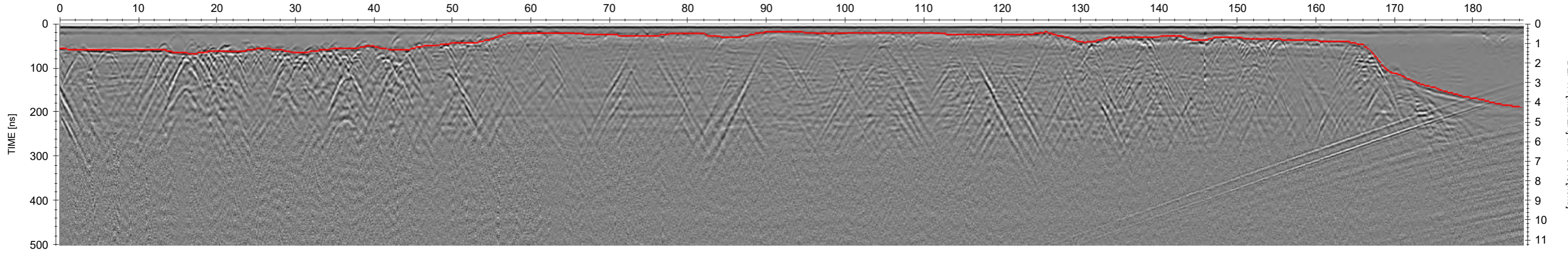


DEPTH [METER] at v=0.045[m/ns]



P06_GPR05.08T

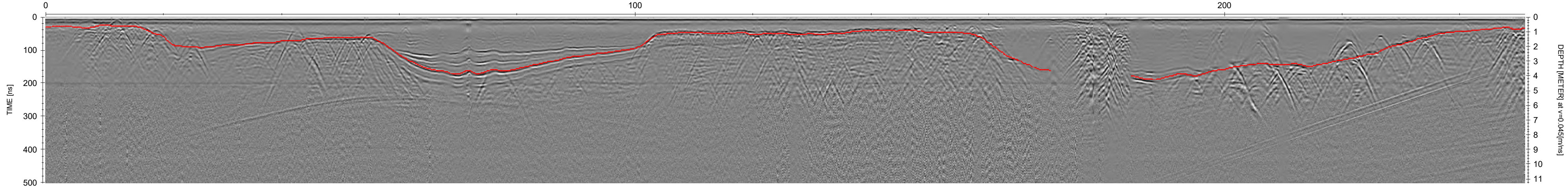
DISTANCE [METER]



DEPTH [METER] at v=0.045[m/ns]

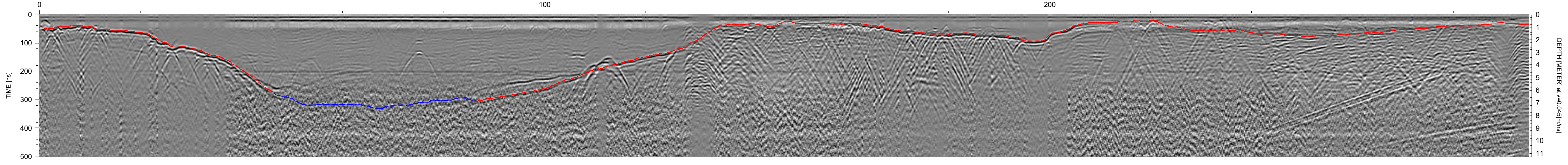
P06_GPR06.08T

DISTANCE [METER]

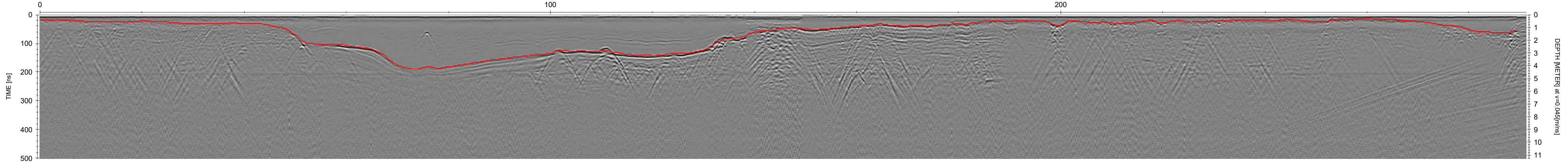


P06_GPR07.08T

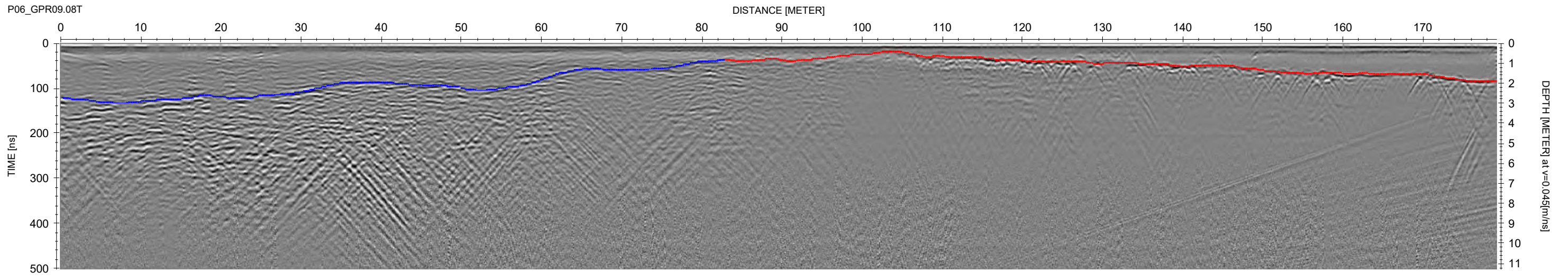
DISTANCE [METER]



P06_GPR08.08T

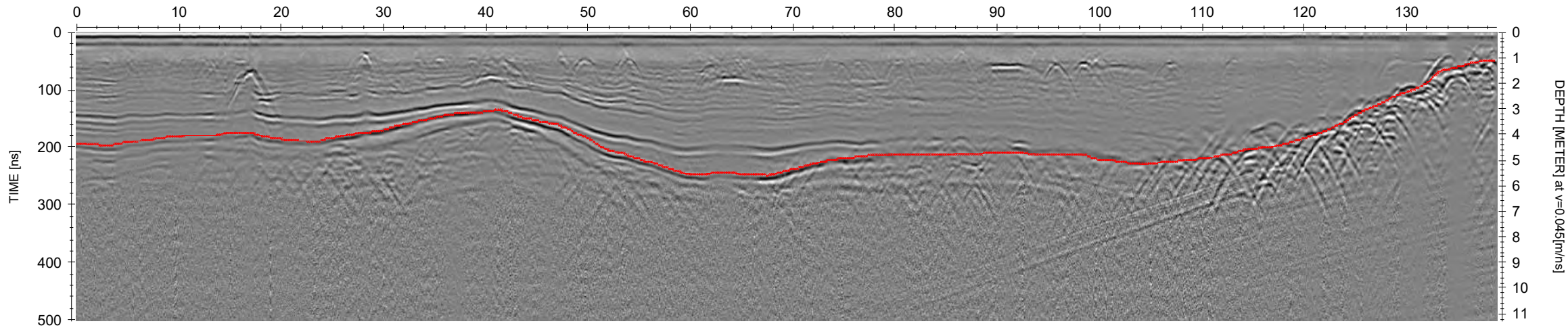


P06_GPR09.08T



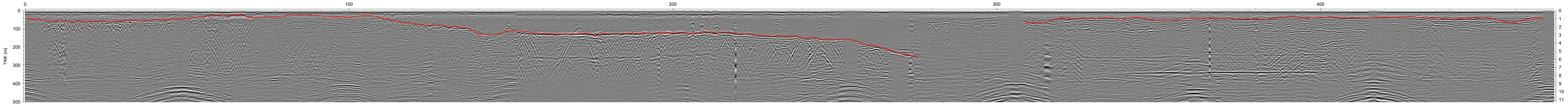
P06_GPR10.08T

DISTANCE [METER]

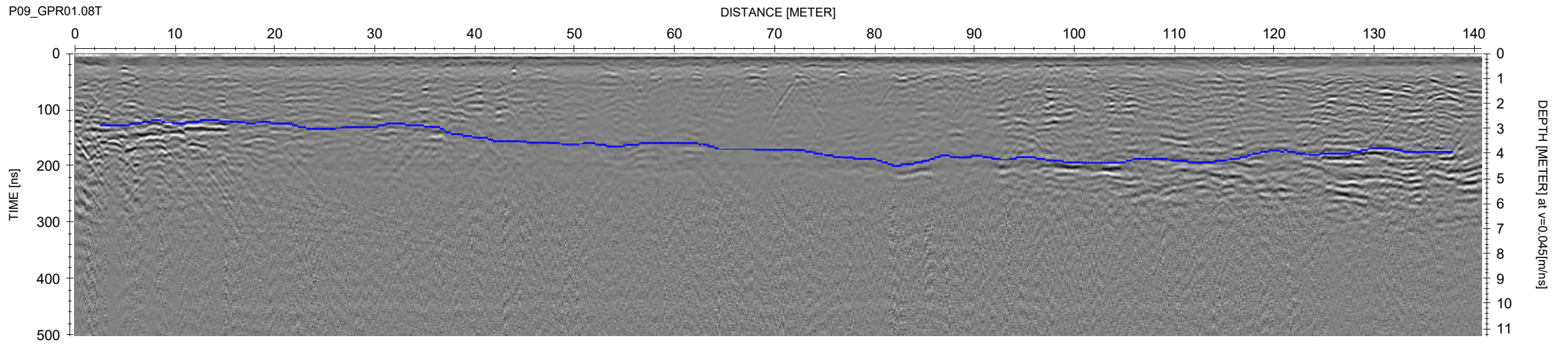


DEPTH [METER] at v=0.045[m/s]

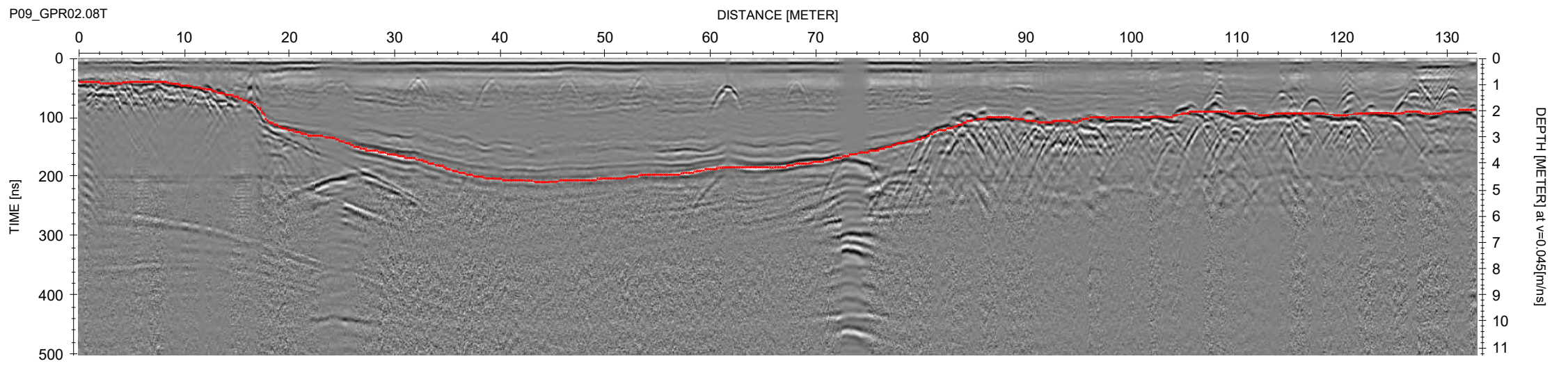
P07_GPR01.08T



P09_GPR01.08T

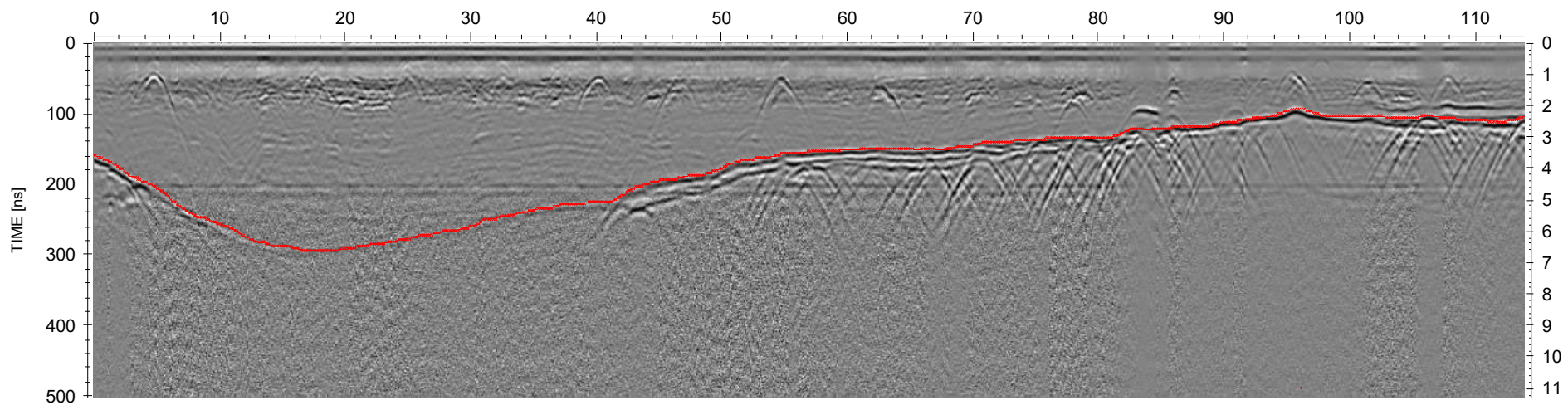


P09_GPR02.08T

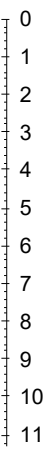


P09_GPR03.08T

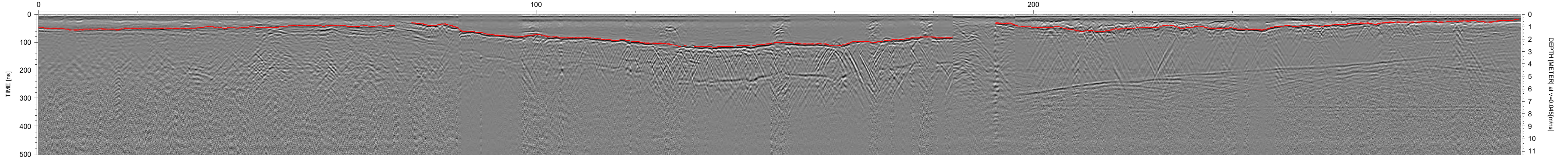
DISTANCE [METER]



DEPTH [METER] at v=0.045[m/ns]



P11_GPR01.09T



DISTANCE [METER]

TIME [ns]

DEPTH [METER] at v=0.045[m/s]

