



Statens vegvesen

Sotrasambandet - Seismiske undersøkelser

Akustiske og refraksjonsseismiske målinger i alternative områder for undersjøisk tunnel.



RAPPORT

PROSJEKT NR. 07161



INNHold:

	<u>Side</u>
1. Innledning	3
2. Sammenfatning	3
3. Måleprogram	3
4. Feltarbeid	4
5. Utstyr	5
6. Prosessering/Tolkning	5
7. Nøyaktighet/Feilkilder	5
8. Resultat	8

TEGNINGER: Akkustikk

	<u>Målestokk</u>	<u>Tegning nr.</u>
Oversiktskart	1: ~335 000	07161 -0
Plankart	1: 50 000	-200
Bunnkotecart Område D8 (2004)	1: 5000	-201:1
Fjellkotecart Område D8 (2004)	1: 5000	-201:2
Sedimentkart Område D8 (2004)	1: 5000	-201:3
Bunnkotecart Område D1-øst (2004)	1: 5000	-202:1
Fjellkotecart Område D1-øst (2004)	1: 5000	-202:2
Sedimentkart Område D1-øst (2004)	1: 5000	-202:3
Bunnkotecart Område D7	1: 5000	-203:1
Fjellkotecart Område D7	1: 5000	-203:2
Sedimentkart Område D7	1: 5000	-203:3
Bunnkotecart Område D1-vest	1: 5000	-204:1
Fjellkotecart Område D1-vest	1: 5000	-204:2
Sedimentkart Område D1-vest	1: 5000	-204:3
Bunnkotecart Område E1-vest	1: 5000	-205:1
Fjellkotecart Område E1-vest	1: 5000	-205:2
Sedimentkart Område E1-vest	1: 5000	-205:3
Bunnkotecart Område E1-øst	1: 5000	-206:1
Fjellkotecart Område E1-øst	1: 5000	-206:2
Sedimentkart Område E1-øst	1: 5000	-206:3

TEGNINGER: Refraksjonsseismikk

		<u>Målestokk</u>	<u>Tegning nr.</u>
Profil D8-1	Område D8	1:500	07161-301
Profil D8-2	Område D8	1:500	-302
Profil D8-3	Område D8	1:500	-303
Profil D1-1	Område D1-øst	1:500	-304
Profil D1-2	Område D1-øst	1:500	-305
Profil D7-1	Område D7	1:500	-306
Profil D7-2	Område D7	1:500	-307
Profil D7-3	Område D7	1:500	-309
Profil D7-3	Område D7	1:500	-309
Profil D1-3	Område D1-vest	1:500	-310
Profil E1-1	Område E1-vest	1:500	-311
Profil E1-3	Område E1-øst	1:500	-312
Profil E1-4	Område E1-øst	1:500	-313
Profil E1-5	Område E1-øst	1:500	-314

VEDLEGG:

- Vedlegg 1, Akustisk metodebeskrivelse
- Vedlegg 2, Utstyr
- Vedlegg 3, Refraksjonsseismisk metodebeskrivelse
- Vedlegg 4, Tegnforklaring refraksjonsseismikk

1. INNLEDNING

På oppdrag fra Statens vegvesen Region vest, har GeoPhysix AS utført akustiske- og refraksjonsseismiske undersøkelser for Sotrasambandet-Seismiske undersøkelser, (akustiske fra overflaten og refraksjonsseismiske på sjøbunnen). Formålet med undersøkelsen var å kartlegge sjøbunnen og fjelloverflaten i utvalgte områder i forbindelse med planlegging av undersjøisk tunnel.

2. SAMMENFATNING

2.1 AKUSTISKE MÅLINGER

De akustiske målingene viser en sjøbunn med sediment konsentrert til fordypninger i fjellet omvekslende med tilnærmet bart fjell i høyere liggende områder. Minstedybde til fjell for traseområdene er beregnet til henholdsvis ca. 85, 85, 120 og 40 meter for områdene D8, D1, D7 og D1vest. Det ble registrert løsmassetykkelse opp til tretti meter i de undersøkte områdene. Løsmassenedelingen er beregnet utfra terrengmodellene for bunn og for fjell i hvert område. Bunnkotekartene er beregnet utfra en vannhastighet på 1500 m/s. Løsmassekartene er omregnet basert på en løsmassehastighet på 2000 m/s. Fjellkotekartene er en kombinasjon av bunn- og løsmassekart.

2.2 REFRAKSJONSSEISMIKK

En mest mulig korrekt bunnprofil er nødvendig da den danner referansenivå for videre opptegning av fjellprofil ut fra registrerte løsmassemektheter. Bunnprofilen er derfor tegnet opp fra sjøbunnskart konstruert ut fra et større datagrunnlag e. Løsmassetykkelsen er forholdsvis beskjeden, 0-10 meter, i område D8 lengst nord og også sørover i områdene D1 og D7 på vestsiden mot LilleSotra. Løsmassentykkelsen øker i mektighet sørover på østsiden av "Sotrasundet". Bunnprofilen er også betydelig brattere på østsiden.

3. MÅLEPROGRAM

3.1 AKUSTIKK

Måleprogrammet omfattet en oversiktlig kartlegging av bunn- og fjelloverflaten i fire områder.
Område D7, fra Brattholmen - Bergenslandet ved Håkonshella.
Område D1-vest over Straumsundet fra Bildeøy - Lille-Sotra.
Område E1-vest fra Sotra - Tyssøya.
Område E1-øst fra Alvøya (øst for Tyssøya) - Bergenslandet ved Flesland.
Alle områdene ble undersøkt systematisk med en linjeavstand på 50 meter. Til sammen ble det kjørt ca. 141 km profilering innenfor begrensningene for områdene.

Beliggenheten av områdene er vist i målestokk 1:50 000 på tegning 074161-200. Resultatene er tegnet opp i målestokk 1:5000 på tegningene 07161-203:1-3 til -206:1-3.

3.2 REFRAKSJONSSEISMIKK

Måleprogrammet omfattet en detaljert kartlegging av løsmasser og fjellkvalitet lang utvalgte profiler i seks områder.

Område D8, Lille-Sotra ved Torskaberga -Bergenslandet ved Storhaugen.

Tre bunnkabelutlegg á 235 meter ble målt i D8. Akustikk i området ble målt i 2004.

Resultatene er tegnet opp i målestokk 1:500 på tegningene 07161-301 til -303.

- Område D1-øst**, LilleSotra ved Langholmen - Bergenslandet ved Kongshamnsholmen.
To bunnkabelutlegg á 235 meter ble målt i D1øst. Akustikk i området ble målt i 2004.
Resultatene er tegnet opp i målestokk 1:500 på tegningene 07161-304 til -305.
- Område D7**, fra Brattholmen - Bergenslandet ved Håkonshella.
Fire bunnkabelutlegg á 235 meter ble målt i D7.
Resultatene er tegnet opp i målestokk 1:500 på tegningene 07161-306 til -309.
- Område D1-vest** over Straumsundet fra Bildeøy - Lille-Sotra.
Ett bunnkabelutlegg á 235 meter ble målt i D1vest.
Resultatet er tegnet opp i målestokk 1:500 på tegningene 07161-310.
- Område E1-vest** fra Sotra - Tyssøya.
Ett bunnkabelutlegg á 235 meter ble målt i E1vest.
Resultatet er tegnet opp i målestokk 1:500 på tegningene 07161-311.
- Område E1-øst** fra Alvøya (øst for Tyssøya) - Bergenslandet ved Flesland.
Tre bunnkabelutlegg á 235 meter ble målt i E1øst.
Resultatene er tegnet opp i målestokk 1:500 på tegningene 07161-312 til -314.

Beliggenheten av områdene og profilene er vist i målestokk 1:50 000 på tegning 07161-200 og i målestokk 1:5000 på tegningene 07161-201 til -206.
Resultatene er tegnet opp i målestokk 1:500 på tegningene 07161-301 til -306.

4. FELTARBEID

Forberedelse av feltarbeidet

Oppdragsgiver søket i forkant av feltarbeidet om tillatelse fra Kystverket om å foreta undersøkelser i det aktuelle området.

4.1 AKUSTIKK

Arbeidet med de akustiske målinger ble foretatt 26. til 29. juni 2007.

SV Geocat ble brukt som målefartøy for de akustiske målingene.
Det ble registrert posisjon og akustiske signaler for hvert sekund ved datainnsamlingen.
Det var et mannskap på fire om bord gjennom måleperioden. Det ble kjørt langs linjer med 50 meters avstand i område D7, D1vest og område E1vest og øst. Til sammen ble det kjørt 141 km innenfor spesifiserte områdesbegrensninger.

4.2 REFRAKSJONSSEISMIKK

De refraksjonsseismiske undersøkelsene ble foretatt 6. til 24. august 2007.

SV Geocat ble brukt for kabellegging og opptak mens en Pioner Multi lettboat ble brukt for kabelposisjonering. Tilstede for arbeidet med undersøkelsene var fem mann.

Hvert bunnkabelutlegg ble forberett ut fra planlagt posisjon med landfeste/dreggposisjon og taulengde til kabelen. Kabelen ble ladet med 13 skudd og lagt ut i valgt målelinje på beregnet tidspunkt.

I områdene D8, D1 og D7, de nordlige og trangeste områdene mellom Lillesotra og Bergenslandet, var tidevannsskifte uventet vanskelig å beregne. Dette førte til redusert fremdrift i en periode.

Med kabelen på bunnen ble de 13 skuddene detonert et om gangen, kontrollert og lagret. Heretter ble bunnkabelen posisjonert ved å skyte 12 skudd i på forhånd beregnede posisjoner. Det ble avfyrt et skudd om gangen nær vannoverflaten fra en posisjonert lettboat. Skuddøyeblikket ble overført via radio til instrumentbåten mens posisjonen for skuddet ble lagret på navigasjonsverktøyet i skuddbåten.

Etter fullført posisjonering ble bunnkabelen tatt om bord i kabelbåten.

5. UTSTYR

Utstyr benyttet for undersøkelsene er beskrevet i Vedlegg 2.

6. PROSESSERING OG TOLKING

6.1 AKUSTIKK

Registreringene ble fortløpende kontrollert under datainnsamlingen og kontinuerlig tolket.

De akustiske registreringene ble etterprosessert. Sjøbunnen og fjelloverflaten ble digitalisert. Det er generert separate terrengmodeller for sjøbunnen og for fjelloverflaten basert på digitaliserte data og på data for strandlinjen. Terrengmodeller for sedimentfordeling er beregnet som differansen mellom sjøbunn og fjelloverflaten.

Sjøbunnen og fjelloverflaten er i utgangspunktet beregnet med en hastighet på 1500 m/s.

Terrengmodellen for sediment er omregnet til en hastighet på 2000 m/s. Endelige fjellkotekart er deretter satt sammen av bunnkotekart og omregnet sedimentkart.

6.2 REFRAKSJONSSEISMIKK

Registreringene ble fortløpende kontrollert under feltarbeidet og kontinuerlig prosessert etter utførte målinger.

Seismikkregistreringene ble digitalisert, etterprosessert, utskrevet på papir og manuelt tolket. Fjelloverflaten og laggrenser ble senere digitalisert og profilene maskintegnet.

Bunnprofilen ble tatt ut fra eksisterende sjøbunnskart.

Ankomsttider for hydrofonposisjonering ble tatt ut automatisk eller manuelt på skjerm i programverktøy.

Til sammen med skuddposisjoner ble disse overført til programvare for beregning av hydrofonposisjoner. Etter prosessering ble hydrofonposisjonene brukt til kartfremstilling av profilbeliggenhet.

7. NØYAKTIGHET/FEILKIDER/FEIL

7.1 AKUSTIKK

Nøyaktigheten for kartene produsert med data fra akustiske målinger vil nedenfor være angitt med de **refraksjonsseismiske profilene som referanse**. Grunnen for dette er at bunnprofilen til de refraksjonsseismiske profilene er tatt ut fra bunnkart med større datagrunnlag enn bunnkartene som blitt lagd ut i fra data de akustiske målingene.

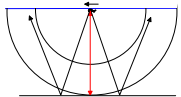
Løsmassemektiligheten/fjellnivået fra de refraksjonsseismiske målingene er målt fra sjøbunnen og er mer nøyaktige enn de akustiske målingene målt fra vannoverflaten, til tider 100 meter over fjellnivået. I tillegg er kotekartene fra akustikken basert på interpolerte data mellom linjer med 50 meter linjeavstand mens refraksjonsseismikken er målt på bunnen med 5 meter hydrofonavstand.

Akustiske målinger med høyenergilydkilde, som brukt for denne undersøkelse, har fordeler og bakdeler.

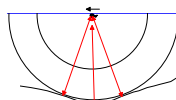
Fordelen er stor penetrasjonsevne.

Bakdelen er at lydbølgene ikke er fokusert mot et mindre område på bunnen rett under lyd-kilden men brer seg fritt utover fra lyd-kilden i form av en halvkule.

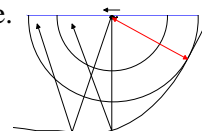
- Fra en flatt bunn-/fjelloverflate vil dette ikke ha negative effekter fordi kun underliggende bunn/fjell vil bli reflektert tilbake opp til måleskipet og bli registrert. Bølger med annen innfallsvinkel mot bunnen/fjellet til siden, foran og bak for måleskipet vil bli reflektert vekk fra måleskipet.



- Fra en normalt ujevn bunn-/fjelloverflate vil dette ha negative effekter ved at ujevnheter får en tendens til viskes ut fordi forutfor liggende ”oppoverbakke” og bakover liggende ”nedoverbakke” vil ligge nærmere målebåten enn en fordypning mellom disse. Resultatet blir at fordypningen skjules i registreringene. Større avstand (vanddyb) til bunn-/fjelloverflate gir større utjevne effekt.



- Fra en sterkt kupert bunn-/fjelloverflate vil lokale høyder til siden, foran og bak kunne komme inn på registreringene enten som falsk bunn/fjell eller falske lag i registreringene.



- Ekstremt ugunstige måleforhold inntreffer nær steile fjellsider og i sær hvis fjellsiden ligger nærmere måleskipet enn dybden til bunn-/fjelloverflaten. Dette vises i sammenstillingen nedenfor spesielt på østsiden der bunnen/fjellet er bratt, særlig i område D7

Område E1 er det område som det er knyttet mest usikkert til i forbindelse med tolking og bestemmelse av fjelloverflatens beliggenhet.

Hovedgrunnen til det er at:

- overgangen fra løsmasser til fjell vises dårlig i registreringene over store deler av område E1. Årsaken til dette kan være egenskaper i fjellgrunnen, svært hard morene over fjell eller mest sannsynlig en kombinasjon disse og andre faktorer som:
- kupert bunntopografien.
- sterkt kupert fjelltopografi.

Det er brukt mye tid på å tolke område E1. Fjellkotekartet gir et godt bilde av områden hvor fjellet ligger dypt og hvor større fjellpartier ligger høyt opp som for eksempel sør for profil E14 og 500 meter nord for den samme.

Fra land og fra øyer faller fjellet generelt brattere av en hva fjellkotekartet viser.

”Avvik” nedenfor er beregnet mellom genererte profiler fra de akustiske kartene og målte refraksjonsseismiske profiler. De refraksjonsseismiske profilene er brukt som referanse.

Område D8

Dette område ble undersøkt med akustikk i 2004 med 100 meter linjeavstand.

Avvik i Vanndybde	< 4 meter	Mesteparten av fjorden
	< 8 meter	De østligste 100 m
Avvik i Fjellnivå	< 10 meter	På vestsiden
	< 5 meter	I den sentrale delen av fjorden
	< 7m meter	De østligste 100 m

Område D1øst

Dette område ble undersøkt med akustikk i 2004 med 50 meter linjeavstand.

Avvik i Vanndybde	< 3 meter	I den sentrale delen av fjorden
	< 6 meter	De østligste 100 m
Avvik i Fjellnivå	< 6 meter	I de sentrale av fjorden
	< 12 meter	De østligste 100 m av fjorden

Område D7

Dette område ble undersøkt med akustikk i 2007 med 50 meter linjeavstand.

Avvik i Vanndybde	< 5 meter	På vestsiden
	< 4 meter	I den sentrale delen av fjorden
	< 33 meter	De østligste 100 m
Avvik i Fjellnivå	< 9 meter	På vestsiden
	< 8 meter	I den sentrale delen av fjorden
	< 38 meter	De østligste 100 m

Område D1vest

Dette område ble undersøkt med akustikk i 2007 med 50 meter linjeavstand.

Avvik i Vanndybde	< 10 meter	På vestsiden
	< 5 meter	I den sentrale delen av fjorden
	< 10 meter	På øst siden
Avvik i Fjellnivå	< 12 meter	På vestsiden
	< 5 meter	I den sentrale delen av fjorden
	< 15 meter	På østsiden

Område E1vest

Dette område ble undersøkt med akustikk i 2007 med 50 meter linjeavstand.

Avvik i Vanndybde	< 3 meter	I den sentrale delen av fjorden
	< 6 meter	I den østlige delen
Avvik i Fjellnivå	< 3 meter	I den sentrale delen av fjorden
	< 9 meter	I den østlige delen

Område E1øst

Dette område ble undersøkt med akustikk i 2007 med 50 meter linjeavstand.

Avvik i Vanndybde	< 3 meter	I den sentrale delen av fjorden
	< 5 meter	I den østlige delen
Avvik i Fjellnivå	< 14 meter	I den sentrale delen av fjorden
	< 11 meter	I den østlige delen

7.2 Refraksjonsseismikk

Nøyaktigheten ved beregning av løsmasstykkelsen er tradisjonelt angitt til 2 meter eller 10% for refraksjonsseismiske målinger.

Avvik fra normal angitt nøyaktighet kan forekomme ved ugunstig geometri, siderefraksjon og i forbindelse med lavhastighetssoner og blindlag i løsmasser (lag med lavere hastighet under lag med høyere hastighet).

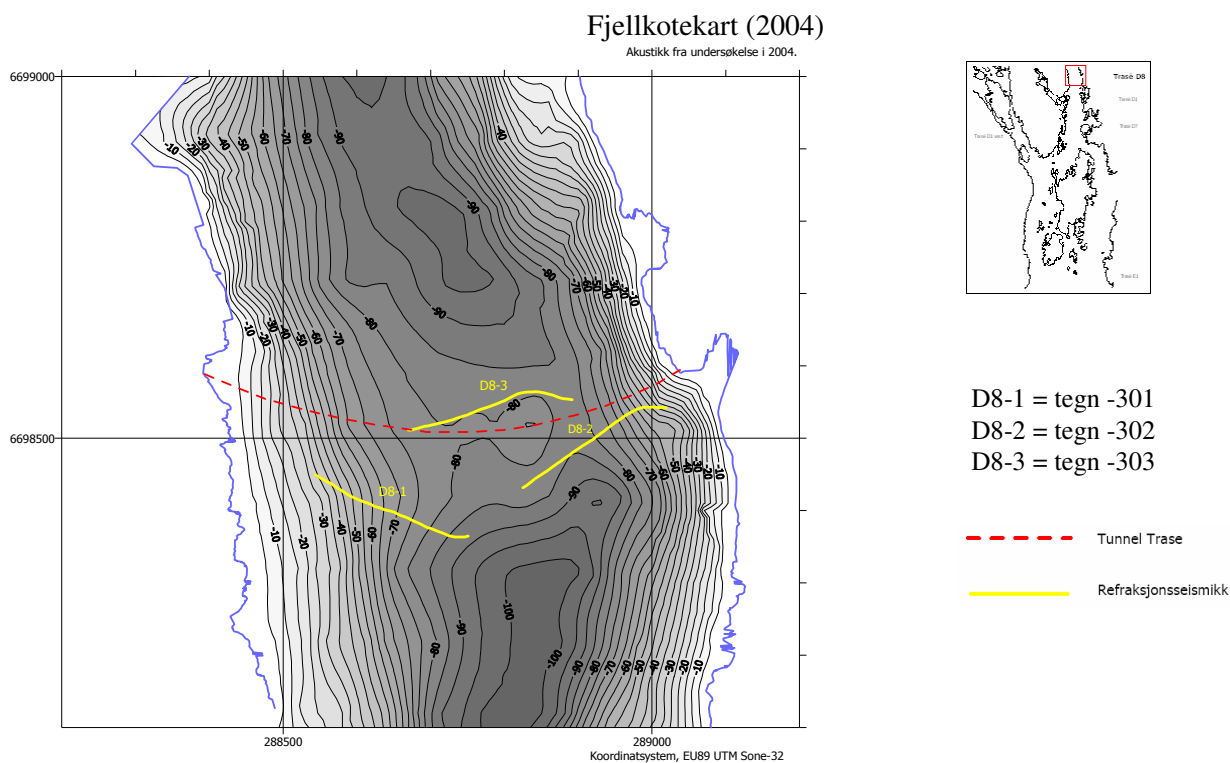
Nøyaktigheten ved beregning av hydrofonposisjoner er bedre i X,Y retning enn i Z , spesielt på grunt vann eller i steile skråninger.

Nøyaktigheten ligger innenfor 2 meter i X,Y plan og innenfor 3 meter i Z nivå.

8. RESULTAT

Område D8

Lille-Sotra ved Torskaberga -Bergenslandet ved Storhaugen



Område D8 ble målt med akustikk i 2004. Refraksjonsseismikken ble målt i 2007. Område D8 er 800 meter langt og ca. 600 meter bredt og er vist i plan på tegning -200. Fjellkotekart er vist på tegningene -201:2.

Vanddyptet i området ble registrert til 0-95 meter.

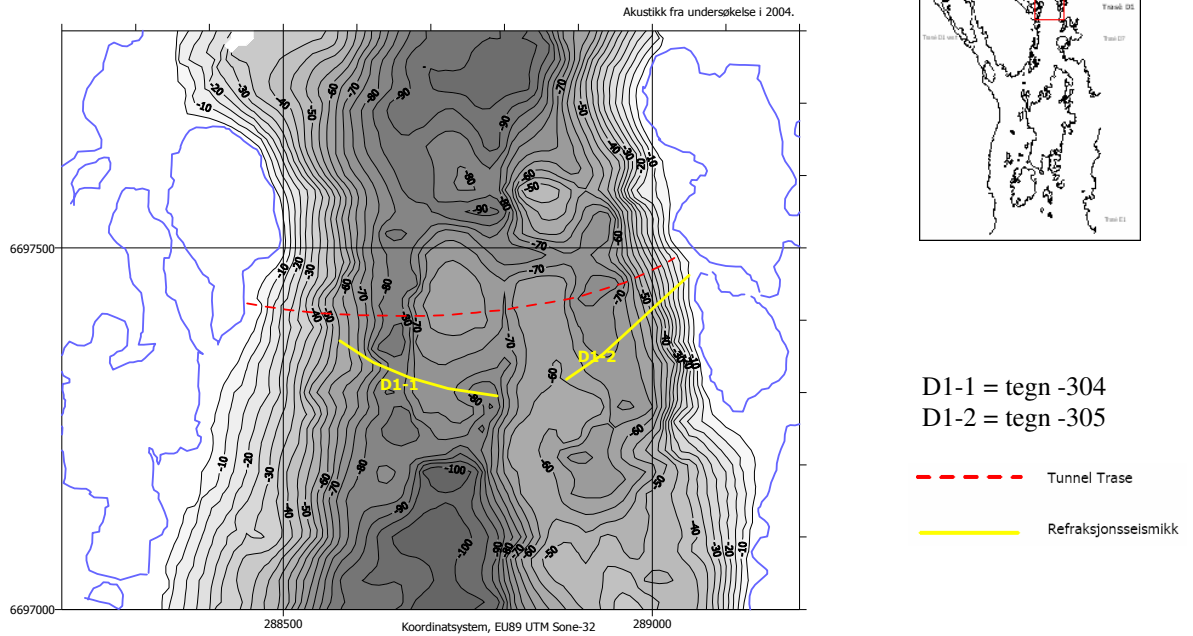
Største fjellnivå ble beregnet til 100-105 meter.

Største fjellnivå langs tegnet trase ble beregnet til 80-85 meter.

Område D1

LilleSotra ved Langholmen - Bergenslandet ved Kongshamnsholmen

Fjellkotekart (2004)



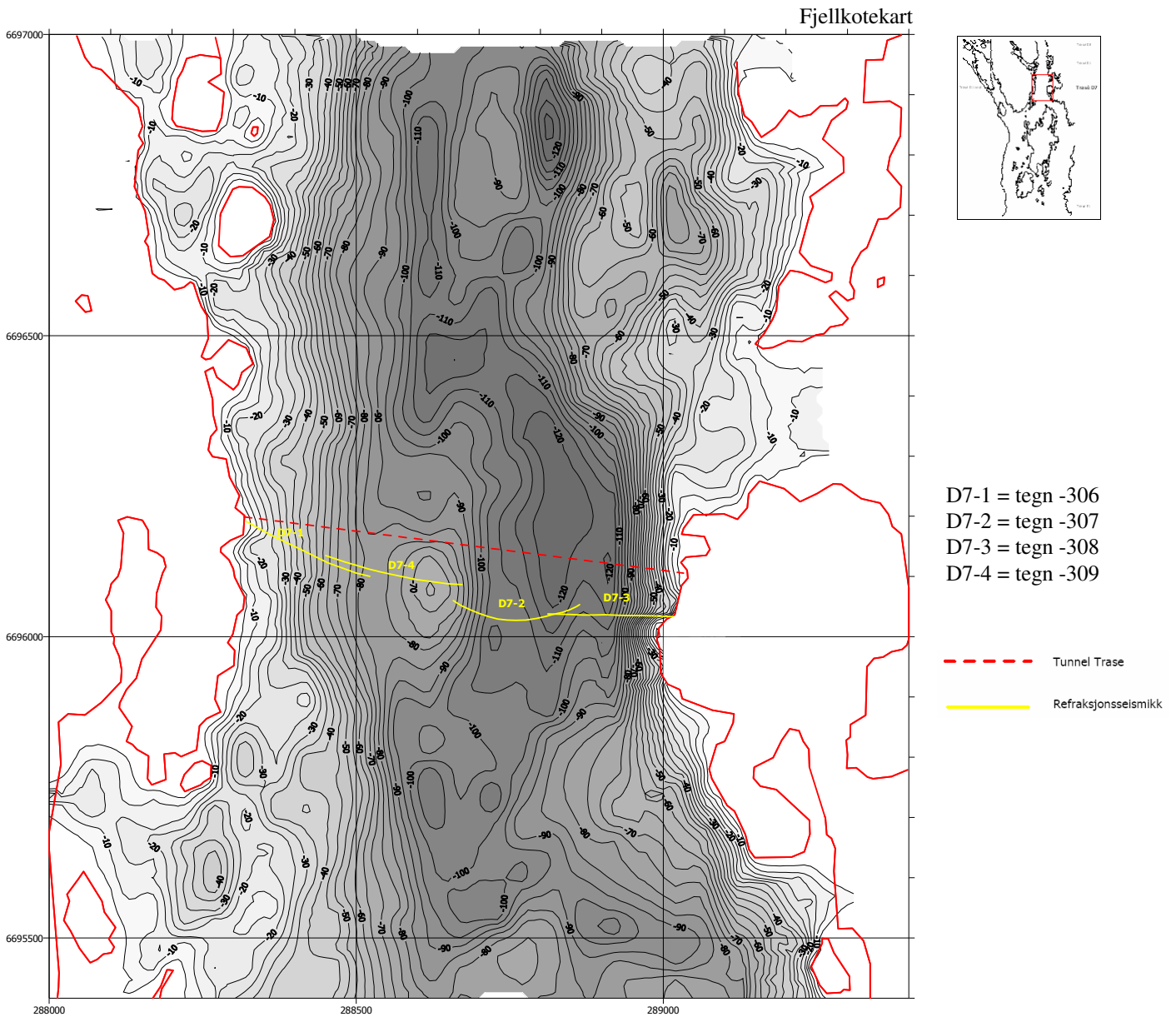
Område D1 ble målt med akustikk i 2004. Refraksjonsseismikken ble målt i 2007.
Område D1 er 900 meter langt og 500-800 meter bredt og er vist i plan på tegning -200.
Fjellkotekart er vist på tegningene -202:2.

Vanddypet i området ble registrert til 0-95 meter.

Største fjellnivå ble beregnet til 105 meter
Største fjellnivå langs tegnet trase ble beregnet til 80-85 meter

Område D7

Brattholmen - Bergenslandet ved Håkonshella

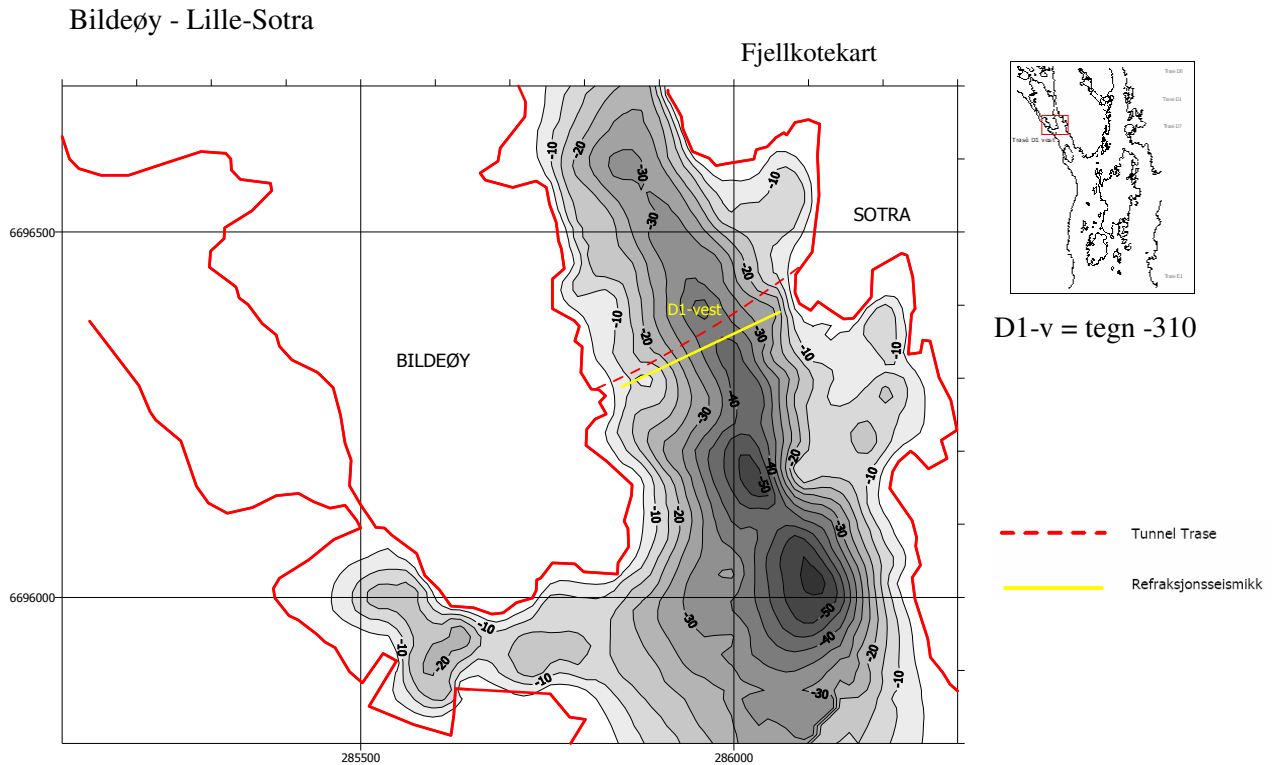


Område D7 er 1700 meter langt og 700-1000 meter bredt og er vist i plan på tegning -200. Bunn-, fjell- og sedimentkart er vist på tegningene -203:1, -203:2 og -203:3.

Vanndyppet i området ble registrert til 0-95 meter.
 Det ble brukt 1500 m/s for å beregne vanndybdene.
 Vanndybdene er ukorrigert for tidevann.

Største fjellnivå ble beregnet til 120 meter.
 Største fjellnivå langs tegnet trase ble beregnet til 120 meter.
 Fjellnivået er beregnet med vannhastighet 1500 m/s og løsmassehastighet 2000 m/s.

Område D1-vest



Område D1-vest er 900 meter langt og 200-500 meter bredt og er vist i plan på tegning -200. Bunn-, fjell- og sedimentkart er vist på tegningene -204:1, -204:2 og -204:3.

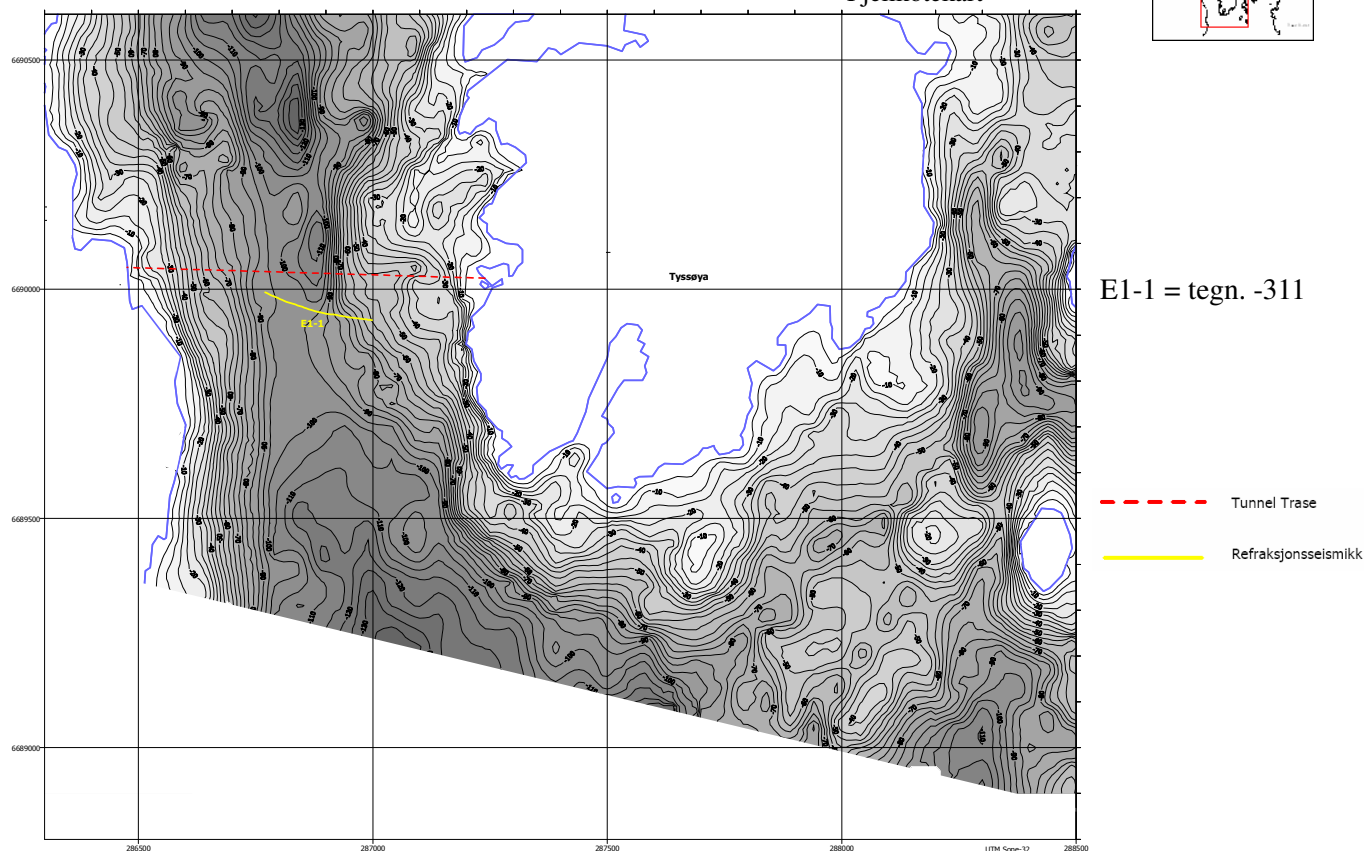
Vanddypet i området ble registrert til 0-45 meter.
Det ble brukt 1500 m/s for å beregne vanddybdene.
Vanddybdene er ukorrigert for tidevann.

Største fjellnivå området ble beregnet til 55 meter.
Største fjellnivå langs tegnet trase ble beregnet til 40 meter.
Fjellnivået er beregnet med vannhastighet 1500 m/s og løsmassehastighet 2000 m/s.

Område E1-vest

Sotra - Tyssøya

Fjellkotekart



Område E1-vest er 1300-1800 meter langt og 2000 meter bredt og er vist i plan på tegning -200. Bunn-, fjell- og sedimentkart er vist på tegningene -205:1, -205:2 og -205:3.

Vanndyppet i området ble registrert til 0-130 meter.
Det ble brukt 1500 m/s for å beregne vanndybdene.
Vanndybdene er ukorrigert for tidevann.

Største fjellnivå ble beregnet til 135 meter.
Største fjellnivå langs tegnet trase ble beregnet til 105 meter.
Fjellnivået er beregnet med vannhastighet 1500 m/s og løsmassehastighet 2000 m/s.

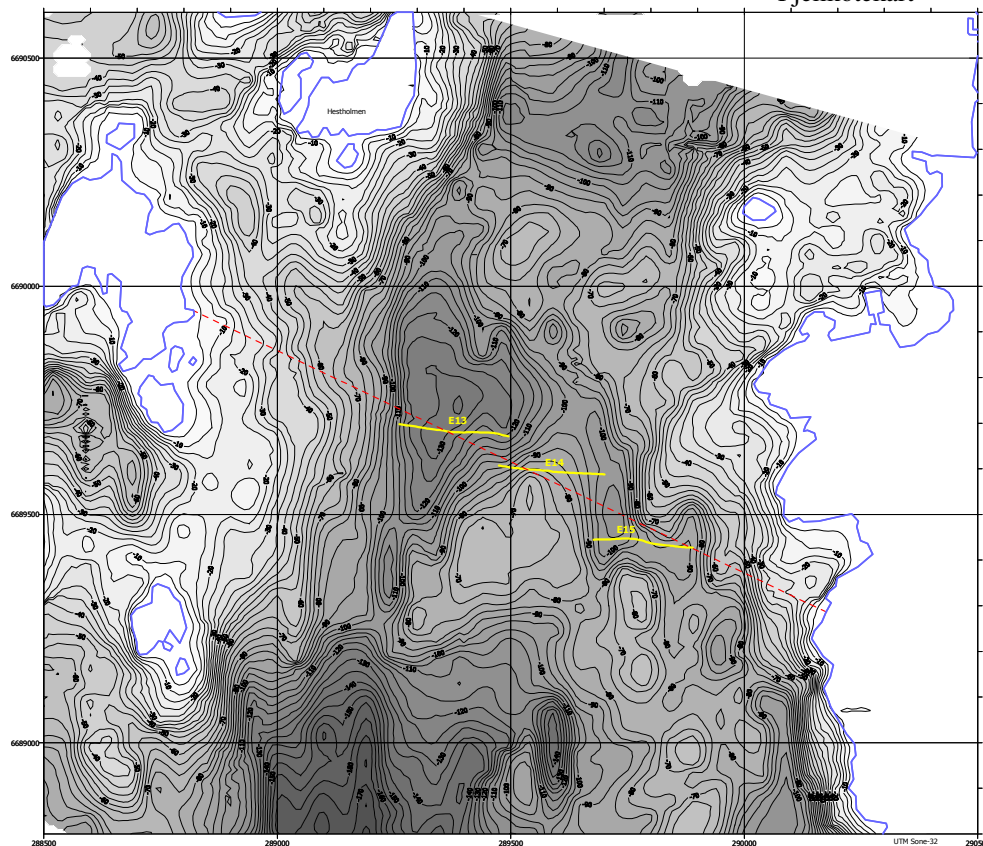
Område E1v er komplekst og det er brukt mye tid på å tolke det. Fjellkotekartet gir et godt bilde av områder hvor fjellet ligger dypt og områder hvor fjellet kommer høyt opp. Nær land og øyer ligger fjellet generelt dypere enn hva fjellkotekartet viser.

Se også side 6 vedrørende feil ved kartet.

Område E1-øst

Alvøya (øst for Tyssøya) - Bergenslandet ved Flesland

Fjellkotekart



E13 = tegn. -312
 E14 = tegn. -313
 E15 = tegn. -314

--- Tunnel Trase
 — Refraksjonssismikk

Område E1-Ø er 1800 meter langt og 1500-1900 meter bredt og er vist i plan på tegning -200. Bunn-, fjell- og sedimentkart er vist på tegningene -206:1, -206:2 og -206:3.

Vanndyppet i området ble registrert til 0-145 meter.
 Det ble brukt 1500 m/s for å beregne vanndybdene.
 Vanndybdene er ukorrigert for tidevann.

Største fjellnivå ble beregnet til 175 meter.
 Største fjellnivå langs tegnet trase ble beregnet til 135 meter.
 Fjellnivået er beregnet med vannhastighet 1500 m/s og løsmassehastighet 2000 m/s.

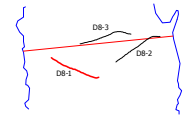
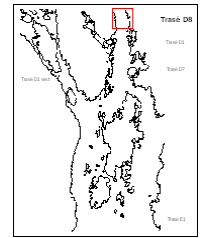
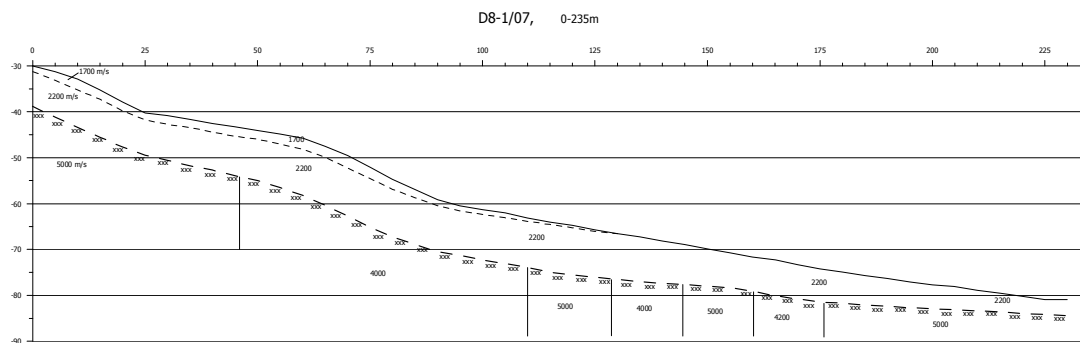
Område E1Ø er komplekst og det er brukt mye tid på å tolke det. Fjellkotekartet gir et godt bilde av områder hvor fjellet ligger dypt og områder hvor fjellet kommer høyt opp som for eksempel sør for profil E14 og 500 meter nordenfor.

Nær land og øyer ligger fjellet generelt dypere enn hva fjellkotekartet viser.

Se også side 6 vedrørende feil ved kartet.

13. Resultat refraksjonsseismikk

Profil D8-1/07



Profilen er vist i plan på tegning -201 og i profil på tegning -301.
Profilen starter i vest. Bunnprofilen er konstruert ut fra bunnkotekart.

Løsmasser

Det ble registrert 4-13 meter løsmasser langs profilen. Løsmassetykkelsen er størst i den vestre delen av profilen og tynner ut mot øst. De ble registrert et tynt lag med løsmasser med en hastighet på 1750 m/s langs den vestre delen av profilen mens det ble registrert et underliggende lag og langs hele profilen med en hastighet på 2300 m/s .

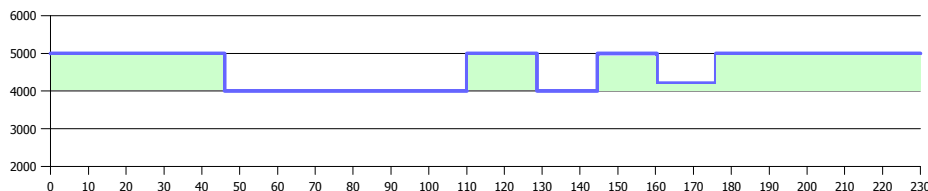
Fjell

Hastigheten i fjellgrunnen ble registrert med en hastighet på omvekslende 4000-4200 m/s og 5000 m/s langs profilen.

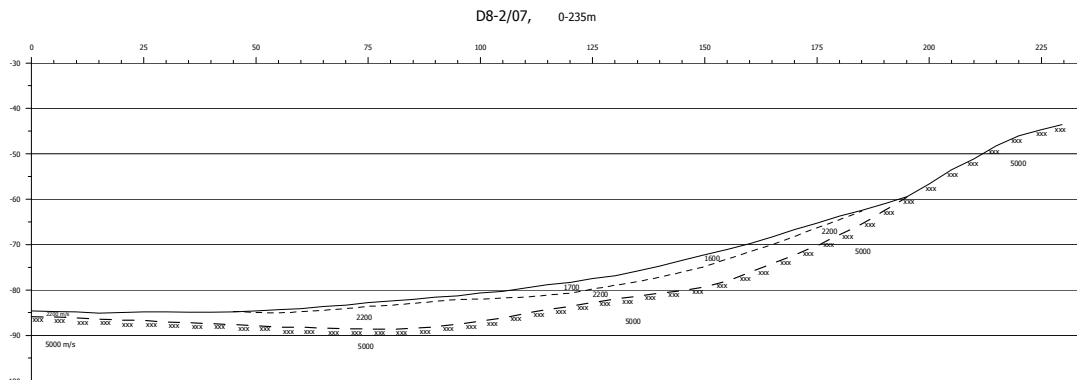
Det ble ikke registrert lavhastighetssoner langs profilen men tre soner på til sammen ca.90 meter med en hastighet på 4000-4200 m/s, en hastighet som er like over grensen til det som normalt blir klassifisert som lavhastighetssone.

Laveste fjellnivå, ca kote -85, ble registrert i lm ca 230.

FjellHastighetsGraf



Profil D8-2/07



Profilen er vist i plan på tegning -201 og i profil på tegning -302.
 Profilen starter i vest. Bunnprofilen er konstruert ut fra bunnkotekart.

Løsmasser

Det ble registrert 0-8 meter løsmasser langs profilen. Løsmassetykkelsen er størst i ca. 1m 100 og tynner ut mot vest til et par meter og mot øst til null. De ble registrert et tynt lag med løsmasser med en hastighet på 1700 m/s langs den sentrale delen av profilen mens det ble registrert et underliggende lag og langs hele profilen med en hastighet på 2200 m/s .

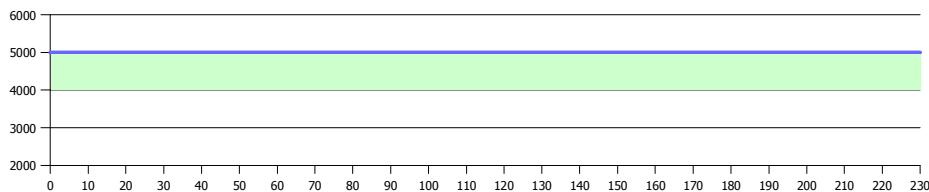
Fjell

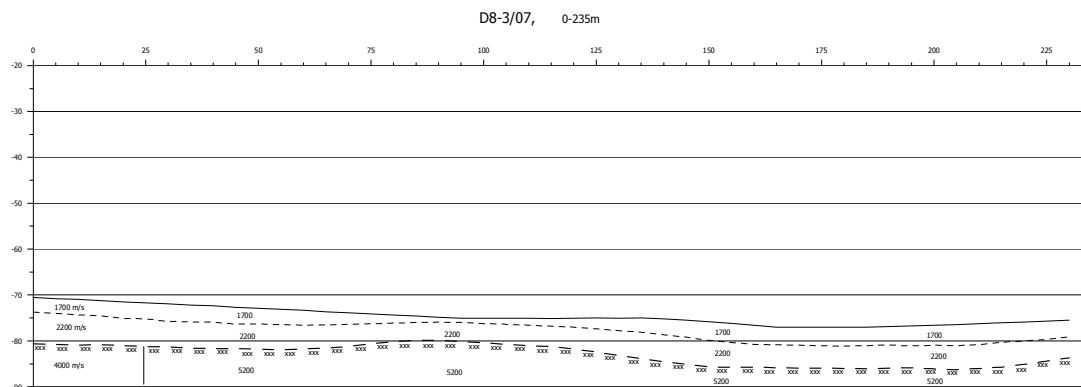
Hastigheten i fjellgrunnen ble registrert med en hastighet på 5000 m/s langs hele profilen.

Det ble ikke registrert lavhastighetssoner langs profilen.

Laveste fjellnivå, ca kote -90, ble registrert i 1m 75.

FjellHastighetsGraf



Profil D8-3/07

Profilen er vist i plan på tegning -201 og i profil på tegning -303.
 Profilen starter i vest. Bunnprofilen er konstruert ut fra bunnkotekart.

Løsmasser

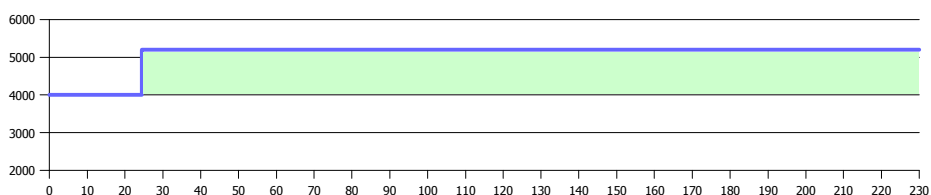
Det ble registrert 5-10 meter løsmasser langs profilen. Løsmassetykkelsen er minst i ca. 1m 90 og øker mot vest til 10 meter og mot øst også til ca. 10 meter. De ble registrert et lag med løsmasser med en hastighet på 1700 m/s langs hele profilen. Det også ble registrert et underliggende lag langs hele profilen med en hastighet på 2200 m/s.

Fjell

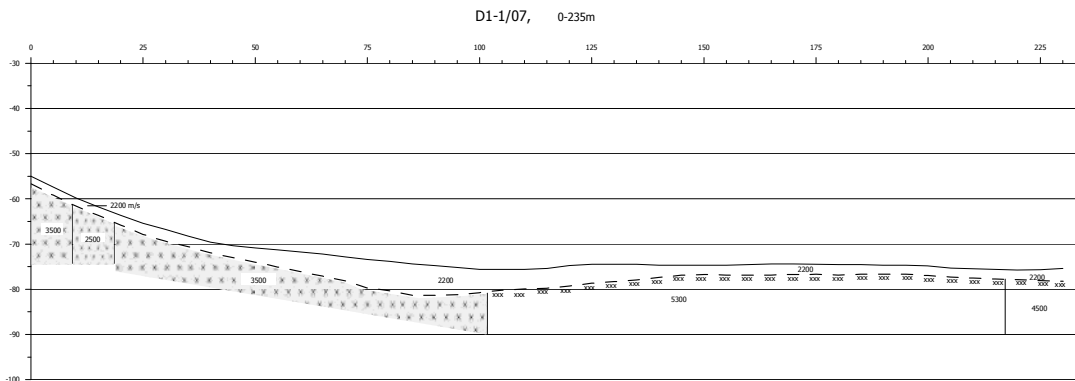
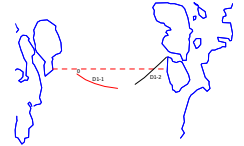
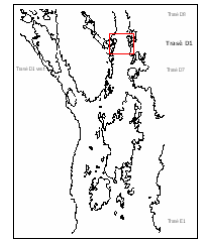
Hastigheten i fjellgrunnen ble registrert med en hastighet på 5000 m/s langs 90 % av profilen. Langs de første 25 meterne ble fjellhastigheten beregnet til 4000 m/s.

Det ble ikke registrert lavhastighetssoner langs profilen men 4000 er en grenseverdi til lavhastighetssone.

Laveste fjellnivå, ca kote -87, ble registrert i 1m 210.

FjellHastighetsGraf

Profil D1-1/07



Profilen er vist i plan på tegning -202 og i profil på tegning -304.
 Profilen starter i vest. Bunnprofilen er konstruert ut fra bunnkotekart.

Løsmasser

Det ble registrert 3-7 meter løsmasser langs profilen. Løsmassetykkelsen er minst i starten og mot slutten av profilen. De ble registrert ett lag med løsmasser med en hastighet på 2200 m/s langs hele profilen

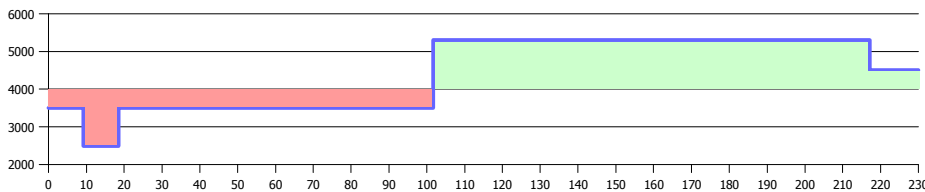
Fjell

Basishastigheten i fjellgrunnen ble registrert med en hastighet på 4500-5300 m/s.

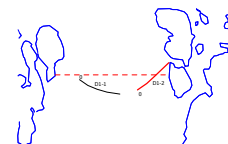
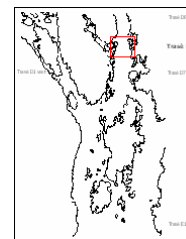
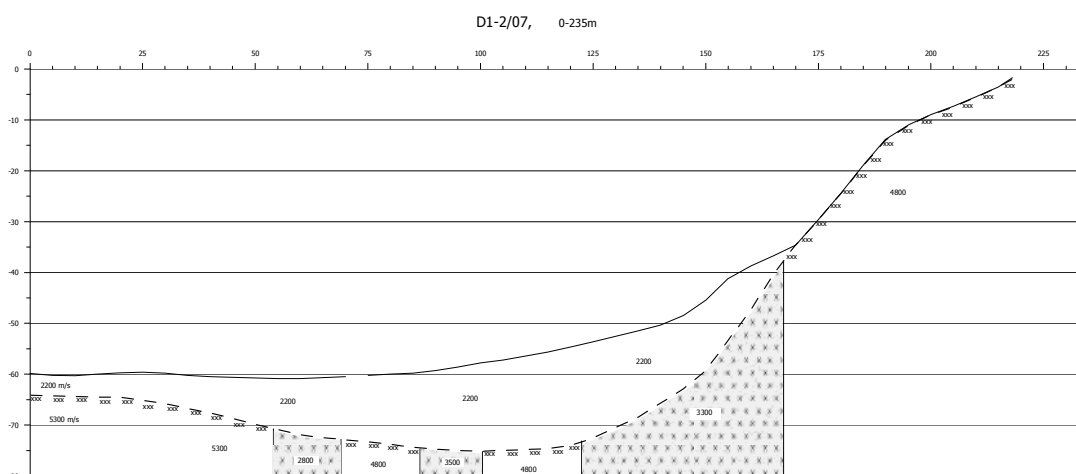
Det ble registrert lavhastighetssoner sammenhengende frem til lm 100 langs profilen.

Laveste fjellnivå, ca kote -82, ble registrert i lm 90.

FjellHastighetsGraf



Profil D1-2/07



Profilen er vist i plan på tegning -202 og i profil på tegning -305.
Profilen starter i vest. Bunnprofilen er konstruert ut fra bunnkotekart.

Løsmasser

Det ble registrert 0-20 meter løsmasser langs profilen. Løsmassetykkelsen er minst, tilnærmet null, fra lm 70 til slutten i lm 220. Løsmassetykkelse ble registrert som størst rundt ca. lm 120 med 20 meter. Tykkelsen avtar mot vest til 4 meter og mot øst til 0 meter. De ble registrert ett lag med løsmasser med en hastighet på 2200 m/s langs hele profilen.

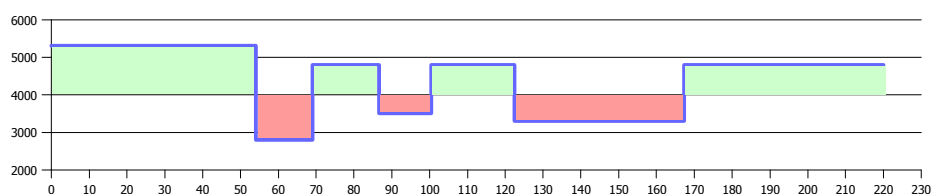
Fjell

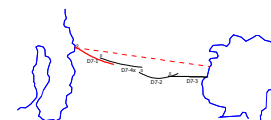
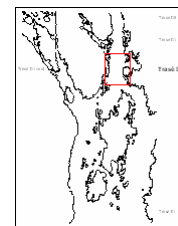
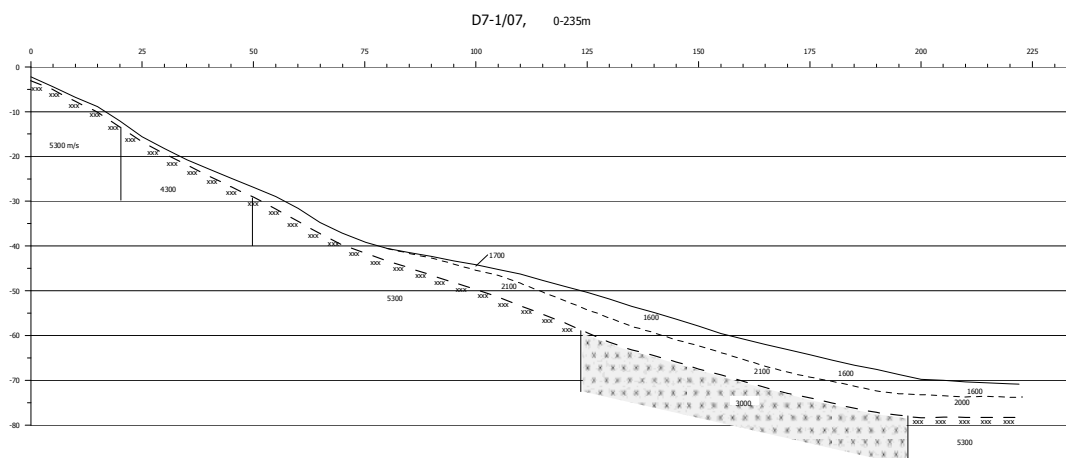
Basishastigheten i fjellgrunnen ble registrert med en hastighet på 4800-5300 m/s.

Det ble registrert 3 lavhastighetssoner langs profilen med bredde fra 20 til 45 meter. Hastigheten i disse ble beregnet til 2800, 3500 og 3300 m/s.

Laveste fjellnivå, ca kote -75, ble registrert i lm 90-110.

FjellHastighetsGraf



Profil D7-1/07

Profilen er vist i plan på tegning -203:1 og i profil på tegning -306.
Profilen starter i vest. Bunnprofilen er konstruert ut fra bunnkotekart.

Løsmasser

Det ble registrert 2-10 meter løsmasser langs profilen. Løsmasstykkelsen er minst i begynnelsen av profilen. Tykkelsen øker jevnt utover i profilen til ca. 10 meter i lm 190. På slutten av profilen av løsmasstykkelsen til 8 meter.

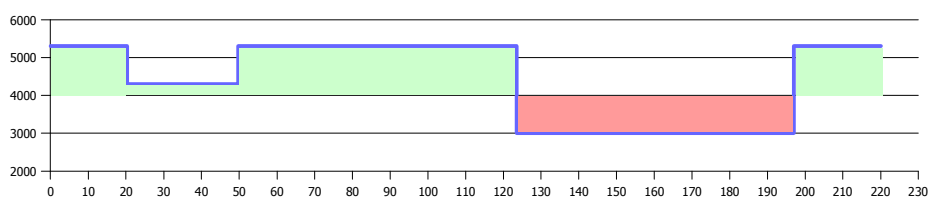
De ble registrert et lag med løsmasser med en hastighet på 1600-1700 m/s fra lm 75 til slutten av profilen. Langs hele profilen ble det registrert et underliggende lag med en hastighet på 2000-2100 m/s.

Fjell

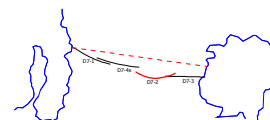
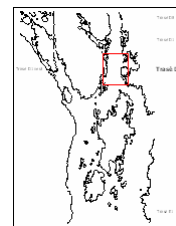
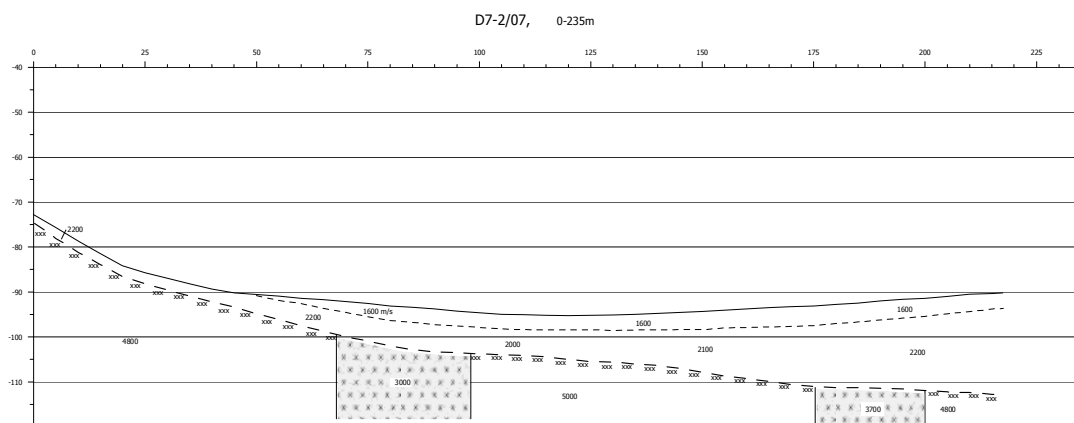
Basishastigheten i fjellgrunnen ble registrert med en hastighet på 5300 m/s. En lavere hastighet på 4300 m/s ble registrert fra lm 20-50.

Det ble registrert en lavhastighetssone i profilen mellom lm 125 og lm 195 med en hastighet på 3000 m/s.

Laveste fjellnivå, ca kote -78, ble registrert i lm 200 til 220.

FjellHastighetsGraf

Profil D7-2/07



Profilen er vist i plan på tegning -203:1 og i profil på tegning -307.
 Profilen starter i vest. Bunnprofilen er konstruert ut fra bunnkotekart.

Løsmasser

Det ble registrert 3-23 meter løsmasser langs profilen. Løsmassetykkelsen er minst i starten av profilen. Løsmassetykkelsen øker jevnt utover langs profilen.

De ble registrert et lag med løsmasser med en hastighet på 1600 m/s fra lm 50 til slutten av profilen mens det ble registrert et underliggende lag langs hele profilen med en hastighet på 2000-2200 m/s .

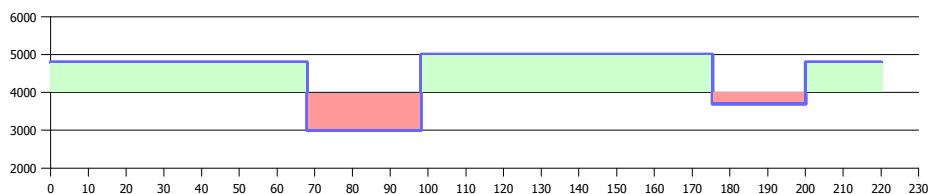
Fjell

Basishastigheten i fjellgrunnen ble registrert med en hastighet på 4800-5000 m/s.

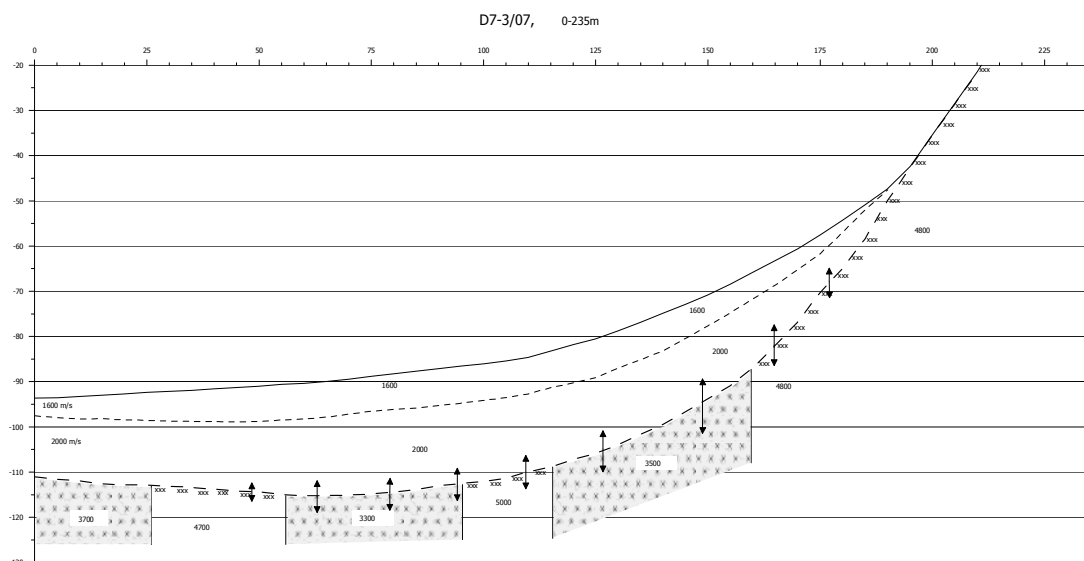
Det ble registrert to lavhastighetssoner langs profilen. En 30 meter bred sone ble registrert i lm ca. 70-100 med en hastighet på 3000 m/s og en 25 meter bred sone ble registrert i lm 175-200 med en hastighet på men 3700 m/s.

Laveste fjellnivå, ca kote -113, ble registrert i lm 215.

FjellHastighetsGraf



Profil D7-3/07



Profilen er vist i plan på tegning -203:1 og i profil på tegning -308.
Profilen starter i vest. Bunnprofilen er konstruert ut fra bunnkotekart.

Løsmasser

Det ble registrert 0-25 meter løsmasser langs profilen. Løsmassetykkelsen er minst, tilnærmet 0 meter, i slutten av profilen fra lm 195 til lm 210. Løsmassetykkelsen er størst i området lm 75-150 med 25 meter. Tykkelsen avtar jevnt mot profilens start til ca. 17 meter og mot lm 195 til 0 meter. Måleforholdene i profilen gir en usikkerhet i beregning av løsmassetykkelsen i tillegg til normal usikkerhet, på i størrelsesorden 5-10 meter mellom lm 50 og lm 175. Usikkerheten er markert med piler over og under inntegnet fjelloverflate.

De ble registrert to løsmasselag langs profilen. Et overliggende lag med en hastighet på 1600 m/s ble registrert fra starten av profilen frem til lm 190. Et underliggende lag ble registrert fra starten av profilen til lm 195 med en hastighet på 2000 m/s.

Fjell

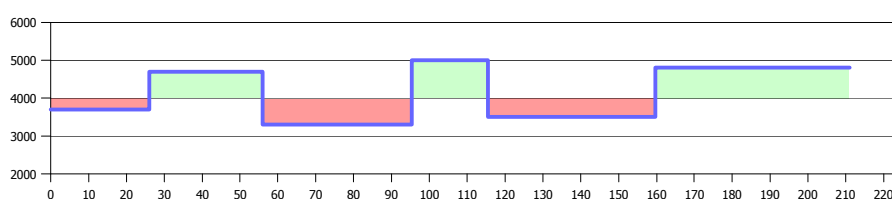
Basishastigheten i fjellgrunnen ble registrert med en hastighet på 4700-5000 m/s langs < 50 % av profilen..

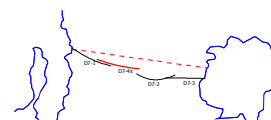
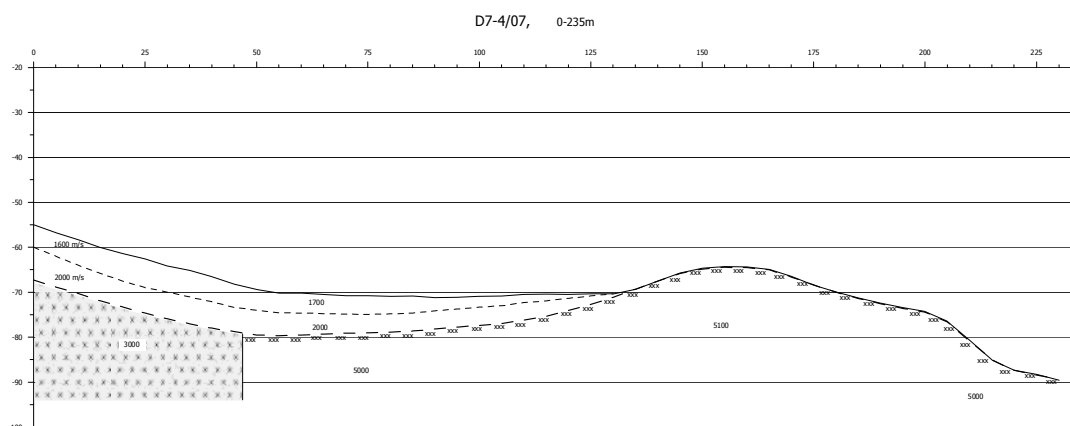
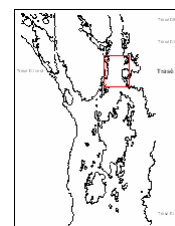
Det ble registrert tre lavhastighetssoner langs til sammen > 50 % av profilen.

Lavhastighetssonene ble registrert fra lm 0-25 med en hastighet på 3700 m/s, fra lm 55-95 med en hastighet på 3300 m/s og fra lm 115-160 med en hastighet på 3500 m/s.

Laveste fjellnivå, ca kote -115, ble beregnet i lm 65.

FjellHastighetsGraf



Profil D7-4/07

Profilen er vist i plan på tegning -203:1 og i profil på tegning -309.
Profilen starter i vest. Bunnprofilen er konstruert ut fra bunnkotekart.

Løsmasser

Det ble registrert 0-13 meter løsmasser langs profilen. Løsmassetykkelsen er minst i slutten av profilen fra lm 130 til slutten av profilen i lm 230. Løsmassetykkelsen er størst fra starten av profilen og frem til lm 40, ca.13 meter. Videre utover i profilen avtar løsmassetykkelsen jevnt til ca. 0 meter i lm 130.

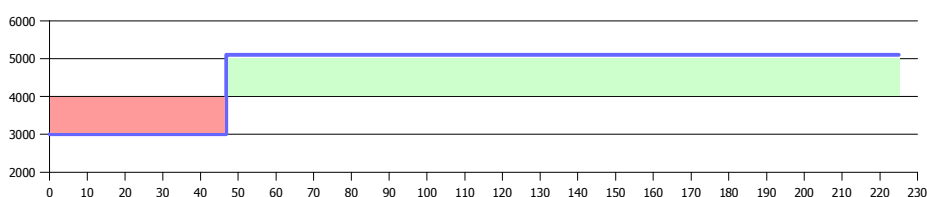
De ble registrert to lag med løsmasser langs profilen. Et øvre lag med en hastighet på 1700 m/s og et underliggende lag med en hastighet på 2000 m/s.

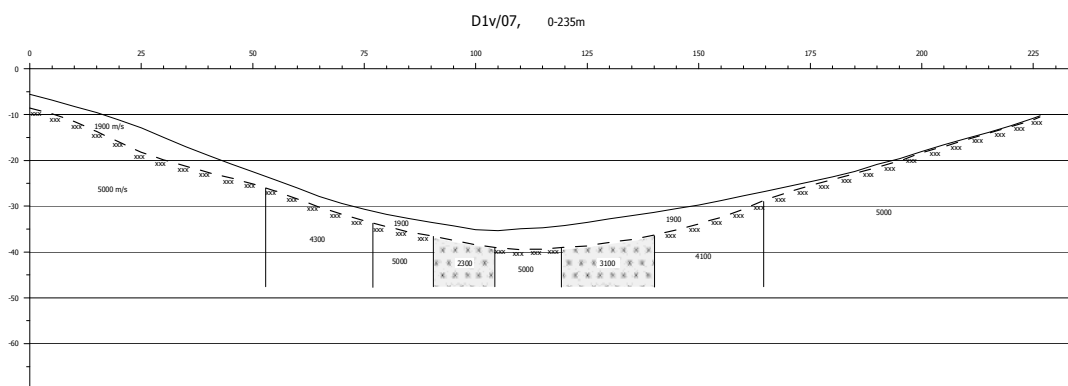
Fjell

Basishastigheten i fjellgrunnen ble registrert med en hastighet på 5000-5100 m/s.

Det ble registrert lavhastighetssone langs de første 45 meterne av profilen med en hastighet på 3000 m/s.

Laveste fjellnivå, ca kote -90, ble registrert i slutten av profilen i lm 230.

FjellHastighetsGraf

Profil D1-vest/07

Profilen er vist i plan på tegning -204 og i profil på tegning -310.
Profilen starter i vest. Bunnprofilen er konstruert ut fra bunnkotekart.

Løsmasser

Det ble registrert 0-5 meter med løsmasser langs profilen. Løsmassetykkelsen er minst i slutten av profilen fra ca. lm 200 med 0 meter. Løsmassetykkelsen er størst med ca. 5 meter i lm 25 og 130. Fra starten av profilen med ca. 3 meter løsmasser øker tykkelsen til 5 meter i lm 25 for å deretter minke til 2-3 meter i lm 65. Tykkelsen øker herfra jevnt til 5 meter i lm 130 for deretter å avta til 0 meter i lm 130.

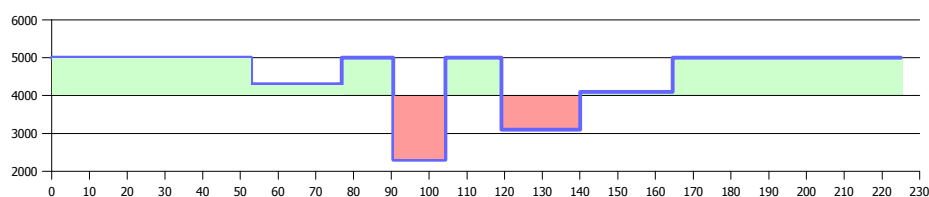
De ble registrert et lag med løsmasser med en hastighet på 1900 m/s langs frem lm 130 i profilen.

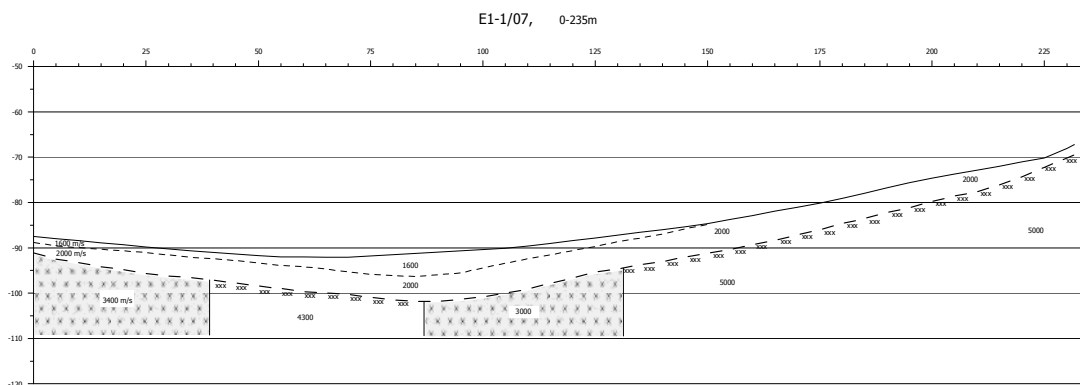
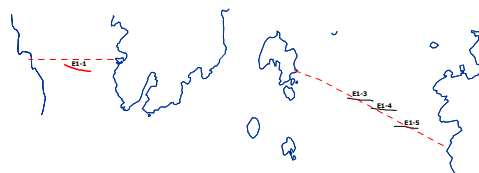
Fjell

Hastigheten i fjellgrunnen ble registrert med en basishastighet på 5000-5100 m/s og med en hastighet på 4100 m/s og 4300 m/s langs to 25 meter partier. .

Det ble registrert to lavhastighetssoner langs profilen. Den ene fra lm 90-105 med en hastighet på 2300 m/s, den andre fra lm 120-140 med en hastighet på 3100 m/s.

Laveste fjellnivå, ca kote -40, ble registrert i lm 110.

FjellHastighetsGraf

Profil E1-1/07 (vest)

Profilen er vist i plan på tegning -204:1 og i profil på tegning -311.
Profilen starter i vest. Bunnprofilen er konstruert ut fra bunnkotekart.

Løsmasser

Det ble registrert 3-10 meter løsmasser langs profilen. Løsmassetykkelsen er minst i slutten av profilen, ca. 3 meter. Største løsmassemekthet ble beregnet i lm 95 med ca. 10 meter. Herfra minker løsmassene jevnt til ca. 4 meter i starten av profilen og til ca. 3 meter i slutten av profilen.

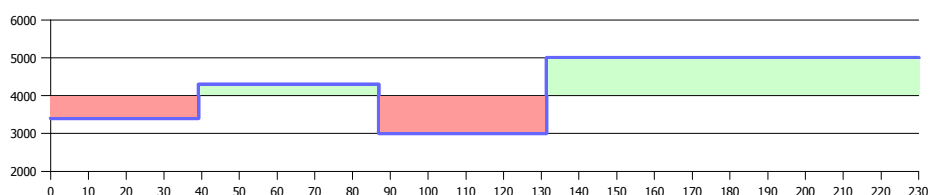
De ble registrert et øvre lag med løsmasser frem til lm 150 med en hastighet på 1600 m/s mens det ble registrert et underliggende lag langs hele profilen med en hastighet på 2000 m/s.

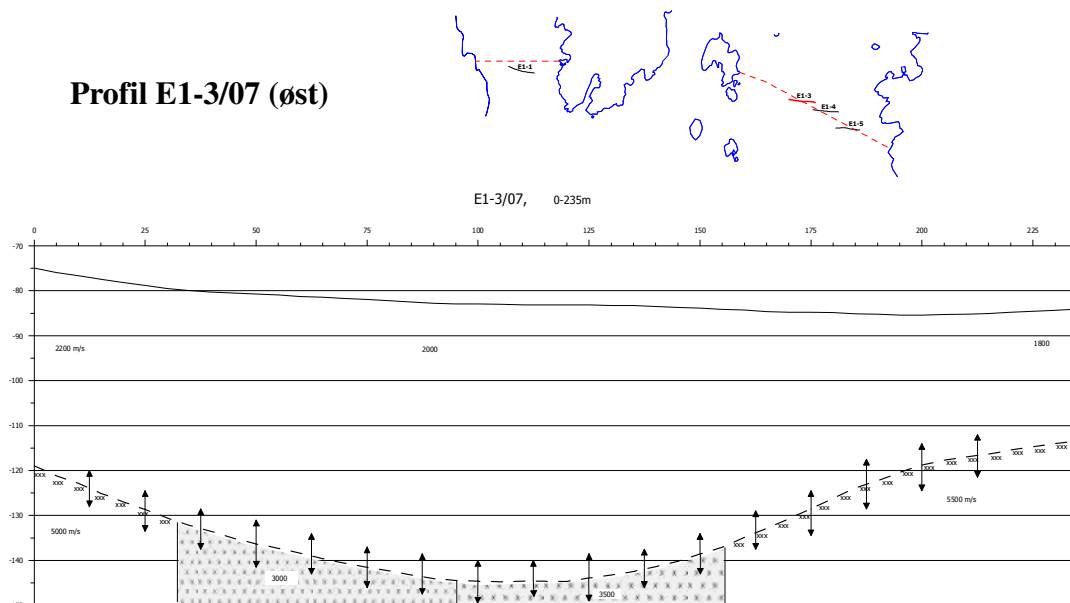
Fjell

Basishastigheten i fjellgrunnen ble registrert med en hastighet på 5000 m/s. Det ble registrert et 45 meter langt parti med en hastighet på 4300 m/s.

Det ble registrert to lavhastighetssoner langs profilen. Et fra starten av profilen til lm ca. 40 med en hastighet på 3400 m/s og et fra lm 85-130 med en hastighet på 3000 m/s.

Laveste fjellnivå, ca kote -103, ble registrert i lm 85.

FjellHastighetsGraf

Profil E1-3/07 (øst)

Profilen er vist i plan på tegning -205:1 og i profil på tegning -312.
Profilen starter i vest. Bunnprofilen er konstruert ut fra bunnkotekart.

Løsmasser

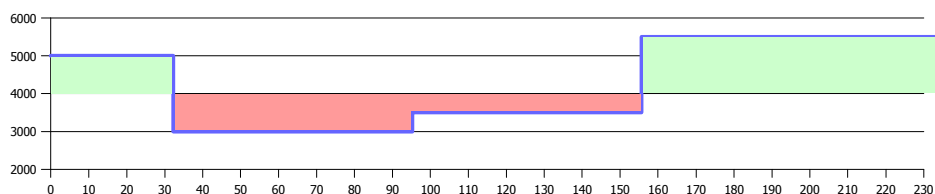
Det ble registrert fra 30 til over 60 meter løsmasser langs profilen. Løsmassetykkelsen er størst i 1m ca. 100. Herfra minker løsmassemektigheten mot starten av profilen til ca. 40 meter og mot slutten av profilen ca. 30 meter. De ble registrert ett lag med løsmasser med en hastighet på 1800-2200 m/s langs hele profilen. Måleforholdene i profilen gir en usikkerhet i beregning av løsmassetykkelsen i tillegg til normal usikkerhet, på i størrelsesorden 10-15 meter mellom 1m 10 og 1m 215. Usikkerheten er markert med piler over og under inntegnet fjelloverflate.

Fjell

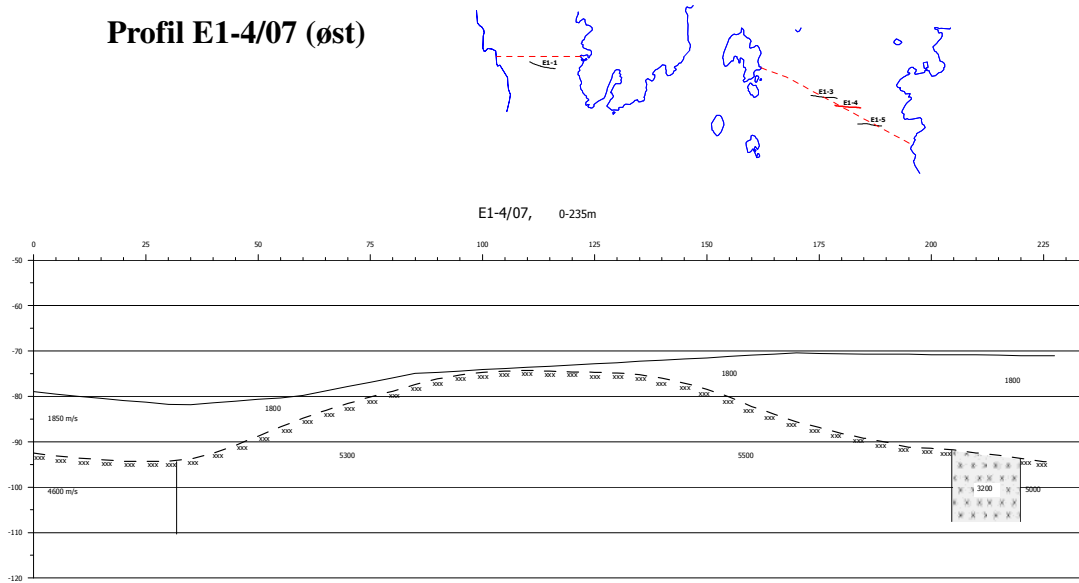
Basishastigheten i fjellgrunnen ble registrert med en hastighet på 5000-5500 m/s langs mindre enn 50 % av profilen. Langs mer enn 50 % ble det registrert hastighet under 4000 m/s.

Det ble registrert en lavhastighetssone fra 1m ca. 30-155 med en hastighet beregnet til 3000-3500 m/s.

Laveste fjellnivå, ca kote -145, ble registrert i 1m 100.

FjellHastighetsGraf

Profil E1-4/07 (øst)



Profilen er vist i plan på tegning -205:1 og i profil på tegning -313. Profilens start er i vest. Bunnprofilen er konstruert ut fra bunnkotekart.

Løsmasser

Det ble registrert ca. 0-25 meter løsmasser langs profilen. Løsmassetykkelsen er minst i lm ca. 100-110. Mektigheten øker mot starten av profilen til 15 meter og mot slutt profilen til ca. 25 meter. De ble registrert ett lag med løsmasser med en hastighet på 1800 m/s langs hele profilen.

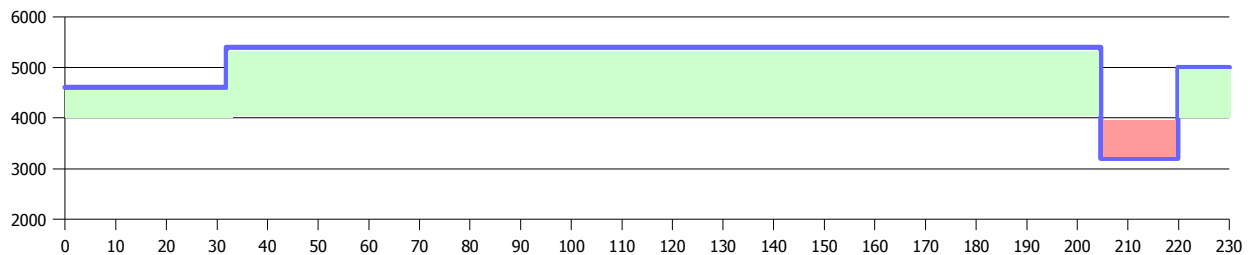
Fjell

Basishastigheten i fjellgrunnen ble registrert med en hastighet på 5300-5500 m/s. Langs de første 30 meterne ble fjellhastigheten beregnet til 4600 m/s.

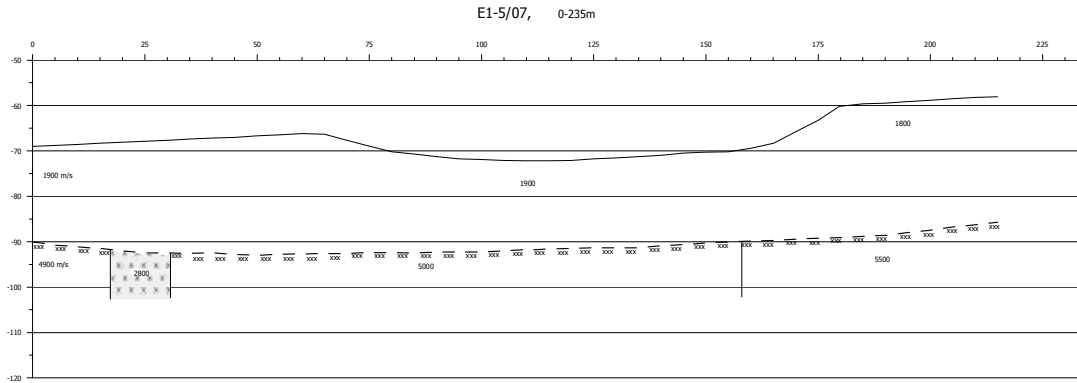
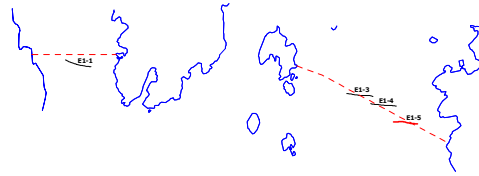
Det ble registrert en 15 meter bred lavhastighetszone langs profilen med en hastighet på 3200 m/s.

Laveste fjellnivå, ca kote -95, ble registrert i lm 25 og 225.

FjellHastighetsGraf



Profil E1-5/07 (øst)



Profilen er vist i plan på tegning -205:1 og i profil på tegning -314.
 Profilen starter i vest. Bunnprofilen er konstruert ut fra bunnkotekart.

Løsmasser

Det ble registrert 20-30 meter løsmasser langs profilen. Løsmassetykkelsen er tilnærmet lik fra starten av profilen og frem til er minst i ca. lm 150, ca. 20 meter. Mot slutten av profilen øker løsmassetykkelsen fra 20 meter til ca. 30 meter. De ble registrert ett lag med løsmasser med en hastighet på 1800-1900 m/s langs hele profilen.

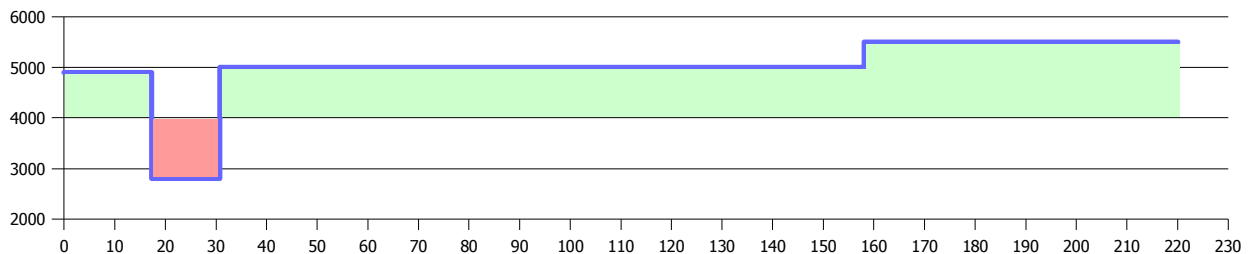
Fjell

Basishastigheten i fjellgrunnen ble registrert med en hastighet på 4900-5500 m/s.

Det ble registrert en ca. 15 meter bred lavhastighetszone i profilen med en hastighet på 2800 m/s.

Laveste fjellnivå, ca kote -93, ble registrert i lm 50.

FjellHastighetsGraf



ASKER 14.12.2007

GeoPhysix AS

Staffan Paulsson