

NGU Rapport 2010.032

Geofysisk logging av 4 borehull langs planlagt
jernbanetunnel Holm-Holmestrand-Nykirke

Rapport nr.: 2010.032		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Geofysisk logging av 4 borehull langs planlagt jernbanetunnel Holm-Holmestrand-Nykirke			
Forfatter: Harald Elvebakk		Oppdragsgiver: Jernbaneverket	
Fylke: Vestfold		Kommune: Holmestrand, Sande	
Kartblad (M=1:250.000) Oslo		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1813-IV Holmestrand og 1814-III Drammen	
Forekomstens navn og koordinater: FB 78,6 N6600820 Ø570520 Sone 32 V FB 79,8 N6599488 Ø571762 FB 81,3-2 N6598768 Ø572235 FB 85,5 N6595153 Ø574300		Sidetall: 42 Pris: kr 280.- Kartbilag:	
Feltarbeid utført: 26.01.10 – 28-01.10	Rapportdato: 25.05.2010	Prosjektnr.: 329501	Ansvarlig: <i>Jan S. Rønning</i>
<p>Sammendrag:</p> <p>I forbindelse med at Jernbaneverket planlegger ny jernbanetunnel mellom Holm og Nykirke i Vestfold, samt ny Holmestrand jernbanestasjon i fjell, har NGU logget fire brønner langs tunneltraséen. Hensikten med loggingen var å kartlegge oppsprekking og geologi for å få informasjon om fjellkvalitet. Det er logget med optisk og akustisk televiwer og målt resistivitet i fjell, seismisk hastighet, temperatur, ledningsevne i vann, og naturlig gammastråling. Opptakene med optisk televiwer ble meget gode i tre av hullene hvor det var klart vann. I det fjerde hullet var vannet svært grumset og det ble derfor logget med akustisk televiwer.</p> <p>Opptakene med optisk televiwer viser at det i FB 78,6 og FB 79,8 er sandstein (Ringerike). I de deler av hullene hvor det ikke var vann ble opptakene for dårlig til å se detaljert geologi. Basalten i FB 81,3-2 har noe varierende sammensetning med hensyn til kornstørrelse og inneslutninger.</p> <p>Målingene har påvist et fåtall soner med noe lav resistivitet og lav seismisk hastighet. Det er også indikert vannførende sprekker. Det forventes ikke at disse sonene vil medføre problemer ved tunneldriving om de skulle krysse tunneltraséen. I FB 81,3-2 er det påvist vanninnslag fra en sprekkesone på 37 m dyp. Dette er ca 35 m over grunnvannsspeilet og langt over tunnelnivå. I det samme hullet er det observert flere soner med konglomerat på forskjellige dyp. I FB 85,5, som er artesisk, er det indikert vanninnstrømning i hullet fra en sprekke på 16,3 m dyp. Vannmengden som strømmet ut av hullet var meget liten. Det er observert tre åpne sprekker i FB 79,8, men det er ingen indikasjon på at de er vannførende.</p>			
Emneord: Geofysikk	Borehullslogging	Elektrisk måling	
Temperaturmåling	Naturlig radioaktivitet	Lydhastighet	
Optisk televiwer	Akustisk televiwer	Fagrapport	

INNHold

1. INNLEDNING	7
2. LOKALITET	7
3. MÅLEMETODER OG UTFØRELSE	8
4. RESULTATER	9
4.1 Målte parametre	9
4.2 Resultater FB 78,6	10
4.2.1 Temperatur, ledningsevne i vann, naturlig gamma og lyd hastighet, FB 78,6.....	11
4.2.2 Optisk televiewer, FB 78,6.....	13
4.3 Resultater FB 79,8	16
4.3.1 Temperatur, ledningsevne i vann, naturlig gamma, resistivitet, porøsitet og lyd hastighet, FB 79,8	16
4.3.2 Optisk Televiewer i FB 79,8	18
4.4 Resultater FB 81,3-2.....	23
4.4.1 Temperatur, ledningsevne i vann, naturlig gamma, resistivitet og lyd hastighet, FB 81,3-2.	23
4.4.2 Optisk Televiewer i FB 81,3-2.....	26
4.5 Resultater FB 85,5	30
4.5.1 Temperatur, ledningsevne i vann, naturlig gamma, resistivitet og lyd hastighet, FB 85,5.....	30
4.5.2 Akustisk televiewer i FB 85,5	32
5. KONKLUSJON	35
6. REFERANSER	35

FIGURER

<i>Figur 1. Oversiktskart med plassering av FB 78,6 , FB 79,8 , FB 81,3-2 og FB 85,5.</i>	<i>8</i>
<i>Figur 2. Bilder fra logging av FB 78,6.</i>	<i>10</i>
<i>Figur 3. FB 78,6. Temperatur, ledningsevne i vann, naturlig gammastråling, og seismisk hastighet.</i>	<i>12</i>
<i>Figur 4. Optisk televiewer opptak, 14 – 15 m FB78,6.</i>	<i>13</i>
<i>Figur 5. FB 78,6. Sprekkestereogram over observerte sprekker.</i>	<i>14</i>
<i>Figur 6. Rosediagram for observerte sprekker i FB 78,6.</i>	<i>14</i>
<i>Figur 7. FB 78,6. Sprekkefrekvenshistogram over indikerte sprekker.....</i>	<i>15</i>
<i>Figur 8. OPTV opptak fra FB 78,6. 14.5 – 15.5 m (venstre) og 21 – 24 m (høyre).....</i>	<i>15</i>
<i>Figur 9. Logging under vinterlige forhold i FB 79,8.</i>	<i>16</i>
<i>Figur 10. FB 79,8. Temperatur, ledningsevne i vann, naturlig gammastråling, resistivitet (SN og LN), beregnet porøsitet og seismisk hastighet (P- og S-bølge).....</i>	<i>17</i>
<i>Figur 11. OPTV logg som viser sandsteinslag med vekslende farge, 30-33 og 39-42 m.</i>	<i>19</i>
<i>Figur 12. FB 79,8. Sprekkestereogram over observerte sprekker.</i>	<i>20</i>
<i>Figur 13. Rosediagram for observerte sprekker i FB 79,8.</i>	<i>20</i>
<i>Figur 14. FB 79,8. Sprekkefrekvenshistogram over indikerte sprekker.....</i>	<i>21</i>
<i>Figur 15. FB 79,8. Indikert åpen sprekke ved 6.2 m (venstre) og 13.3 m (høyre).....</i>	<i>22</i>
<i>Figur 16. FB 79,8. Indikert åpen sprekke ved 31.7 m.....</i>	<i>22</i>
<i>Figur 17. Logging i FB 81,3-2.</i>	<i>23</i>
<i>Figur 18. FB 81,3-2. Temperatur, ledningsevne i vann, naturlig gammastråling, resistivitet (SN og LN) og beregnet porøsitet.</i>	<i>25</i>
<i>Figur 19. Opptak med optisk televiewer i FB 81,3-2. Over vannspeilet 35-39 m, finkornet basalt 77-81 m og basalt med inneslutninger 82-86 m.</i>	<i>26</i>

<i>Figur 20. OPTV bilde av konglomerat ved 120.5 – 123.1 m</i>	27
<i>Figur 21. Sprekestereogram over indikerte sprekker i FB 81,3 – 2</i>	28
<i>Figur 22. Rosediagram for observerte sprekker i FB 81,3-2</i>	28
<i>Figur 23. FB 81,3-2. Sprekefrekvenshistogram over indikerte sprekker.</i>	29
<i>Figur 24. Logging i FB 85,5. Grumset vann (høyre) hindret måling med OPTV</i>	30
<i>Figur 25. FB 85,5. Temperatur, ledningsevne i vann, naturlig gammastråling, resistivitet (SN og LN) og beregnet porøsitet.</i>	31
<i>Figur 26. Opptak med akustisk televiwer i FB85,5. 13-17 m (venstre) og 34-38 m (høyre)</i>	32
<i>Figur 27. Sprekestereogram over indikerte sprekker i FB 85,5</i>	33
<i>Figur 28. Rosediagram for observerte sprekker i FB 81,3-2</i>	33
<i>Figur 29. FB 85,5. Sprekefrekvenshistogram over indikerte sprekker</i>	34

TABELLER

Tabell 1. Borehullsdata for fire undersøkte brønner Holmestrand.....	7
Tabell 2. Målte parametre.....	9
Tabell 3. Indikerte åpne sprekker i FB 79,8.....	23
Tabell 3. Observerte nivåer med konglomerat i FB 81,3-2.....	28

DATABILAG

Databilag 1: Data over indikerte sprekker i FB 78,6.....	36
Databilag 2: Data over indikerte sprekker i FB 79,8.....	37
Databilag 3: Data over indikerte sprekker i FB 81,3-2.....	39
Databilag 4: Data over indikerte sprekker i FB 85,5.....	42

1. INNLEDNING

I forbindelse med at Jernbaneverket planlegger ny jernbanetunnel mellom Holm og Nykirke i Vestfold, samt ny Holmestrand jernbanestasjon i fjell, har NGU logget fire brønner langs tunneltraséen. Brønnene var boret i november/desember 2009 og skal bl.a. benyttes til å overvåke grunnvannsstanden etter hvert som tunnelen blir drevet framover. NGU har tidligere gjort 2D resistivitetsmålinger langs deler av tunneltraséen (Ganerød m.fl. 2009).

Hensikten med loggingen var å kartlegge oppsprekking og geologi for å få informasjon om fjellkvalitet. Det er logget med optisk og akustisk televiwer og målt resistivitet i fjell, seismisk hastighet, temperatur, ledningsevne i vann, og naturlig gammastråling.

Målingene ble utført i tiden 26.01.2010 - 28.01.2010 av Harald Elvebakk.

2. LOKALITET

Figur 1 viser et oversiktskart med tunneltrasé og lokalisering av de fire brønnene. Bergartene i området består av sedimenter som Ringerikesandstein, Askergruppen og vulkanske bergarter som basalt og rombeporfyr (Bøe m.fl., 1999). Borehullene går i sandstein og basalt med lag av konglomerat. NGU har tidligere gjort 2D resistivitetsmålinger langs deler av tunneltraséen (Ganerød m.fl. 2009). Tabell 1 viser borehullsdata.

Mye snø og bratt terreng gjorde adkomsten til et par av brønnene noe problematisk. Ved god hjelp av JBV og lokal entreprenør ble adkomsten raskt og greit ordnet.

Tabell 1. Borehullsdata for fire undersøkte brønner Holmestrand.

Lokalitet	Nord wgs 84	Øst wgs 84	Sone	høyde m.o.h.	Dato logging	Fall	Diam (cm)	Dyp (m)	Boring avsluttet
FB 78,6	6600820	570520	32 V	51.5	26.01.10	Loddrett	13.8	25	19.11.09
FB 79,8	6599488	571762	32 V	71.6	26.01.10	Loddrett	13.8	60	18.11.09
FB 81,3-2	6598768	572235	32 V	153.6	28.01.10	Loddrett	13.8	135	27.11.09
FB 85,5	6595153	574300	32 V	48.2	27.11.10	80 ⁰	13.8	44	03.12.10



Figur 1. Oversiktskart med plassering av FB 78,6 , FB 79,8 , FB 81,3-2 og FB 85,5.

3. MÅLEMETODER OG UTFØRELSE

Det er benyttet loggeutstyr produsert av Robertson Geologging ltd. (<http://www.geologging.com>).

Ved oppstart logging sviktet sonden for strømningsmåling. Ingen av brønnene ble derfor strømningsmålt. Siste dag sviktet sonden for logging av seismisk hastighet med den følge at FB 81,3-2 ikke ble logget med denne sonden. I FB 85,5 var vannet svært grumset og det ble logget akustisk televiwer i stedet for optisk. I de øvrige brønnene var vannet helt klart og en fikk meget gode opptak med optisk televiwer. Bortsett fra i FB 85,5 som var artesisk, sto grunnvannsspeilet lavt. Logging med optisk televiwer i luftfylte hull gir dårligere opptak enn logging i vannfylte. Stor temperaturforskjell mellom uteluft (-5 til -10 °C) og luft i borehullet kan gi duggproblemer på kameraet. Data ble likevel godt tolkbare.

Tabell 2 viser målte parametre, logge- og samplingshastighet for de ulike sondene.

Tabell 2. Målte parametre.

Målt parameter	Loggehastighet	Samplings tetthet
Temperatur	3 m/min	1 cm
Ledningsevne i vann	3 m/min	1 cm
Resistivitet i fjell, porøsitet	5 m/min	1 cm
Lydhastighet, P- og S-bølge	4 m/min	20 cm
Naturlig gammastråling	3 m/min	1 cm
Optisk televiwer	1 m/min	1 mm
Akustisk televiwer	3 m/min	1 mm

Metodebeskrivelser for de ulike målesondene ligger på NGU's hjemmesider på følgende link: <http://www.ngu.no/no/hm/Norges-geologi/Geofysikk/Borehullsgeofysikk/>

4. RESULTATER

4.1 Målte parametre

Rapporten presenterer sammenstilte data som kurveplott for de målte parametre, temperatur, vannets ledningsevne, naturlig gammastråling, resistivitet, porøsitet og lydhastighet. Endringer i temperatur og ledningsevne kan indikere sprekker med vanninnstrømning.

Naturlig gammastråling viser endringer i geologien og er forskjellig for ulike bergarter. Endringer skyldes oftest varierende innhold av kalifeltspat (K^{40}), men innhold av uran og thorium vil også påvirke strålingen. Det er total gammastråling som måles og enheten cps er i API-standard, og data kan sammenlignes med andre data målt med samme standard.

Resistiviteten måles med to forskjellige konfigurasjoner, SN (Short Normal) og LN (Long Normal). SN måler resistiviteten i borehullsveggenes umiddelbare nærhet, mens LN beregner resistiviteten noen desimeter ut fra borehullet. Resistivitetsdata er korrigert for vannets ledningsevne i borehullet, borehullsdiameter og sondens størrelse (diameter) (Thunhead & Olsson 2004). Lav resistivitet kan bety oppsprukket fjell (økt porøsitet og vanninnhold). Leire og ledende mineraler gir også lav resistivitet. Av måletekniske årsaker får en ikke korrekte måleverdier før sonden er 10 m under vannspeilet. Vaieren på vinsjen brukes som returstrømelektrode, og de nederste 10 m er isolerte.

Den beregnede porøsiteten er ikke en eksakt størrelse. Det er en relativ størrelse beregnet med en modifisert versjon av Archie's lov ut fra målt fjellresistivitet og ledningsevne i porevannet (Archie 1942). Porøsiteten Φ kan finnes ut fra følgende sammenheng:

$$\sigma = a \cdot \sigma_w^k \cdot \Phi^m + \sigma_s$$

der

σ = bergartens ledningsevne

σ_w = ledningsevne i porevannet

σ_s = overflatekonduktivitet

Faktorene a, m og k (kornform, sementeringsfaktor) er avhengig av bergartstype og bestemmes ved laboratoriemålinger. Archie's lov er egentlig tilpasset homogene sedimentære bergarter (sandstein) men ved å tilpasse (måle) faktorene kan en relativ porøsitet også beregnes for andre bergarter. En stor feilkilde ved denne tilpassningen vil være tilstedeværelsen av ledende mineraler (grafitt, sulfider, leire).

Lydhastigheten beregnes både for P-bølger og S-bølger. Det er gjort full "wave form" prosessering med programvaren WellCad fra ALT (Advanced Logic Tecnology 2006). En nedgang i lydhastighet kan bety oppsprukket fjell.

Strømningsmåling er gjort for å kartlegge vertikal strømming i borehullet. En kan også se hvor en eventuell vannstrøm kommer inn, eller strømmer ut av hullet.

Optisk televiever filmer innvendig borehullsvegg kontinuerlig nedover med en pixelstørrelse på 1 x 1 mm. Fra opptaket kan en digitalisere sprekker og geologiske strukturer. Data presenteres som sprekkestereogram, frekvenshistogram og rosedigram. Akustisk televiever gjør det samme som optisk televiever, men det er et bilde basert på amplitude og gangtid til en lydimpuls som blir konstruert. Tolkningen forgår på samme måte som for optisk. Pixelstørrelsen er avhengig av valgt oppløsning og borehullsdiameter, men ligger i størrelsesorden 1 x 1 mm ved høyeste oppløsning.

4.2 Resultater FB 78,6

Figur 2 viser bilder fra logging i FB 78,6. Brønnen var boret til 25 m dyp, og vannspeilet sto på 14.3 m.



Figur 2. Bilder fra logging av FB 78,6.

4.2.1 Temperatur, ledningsevne i vann, naturlig gamma og lyd hastighet, FB 78,6

I følge geologisk kart over området (Bøe m.fl., 1999) går hele hullet i sandstein, hvilket en også ser på opptaket fra optisk televiwer, se senere.

Figur 3 viser sammenstilt logg av temperatur, ledningsevne i vann, naturlig gammastråling, og seismisk hastighet. Resistivitet og seismisk hastighet kan bare logges i vann, og grunnvannsspeilet sto på 14.3 m. Da bare 8 m av hullet var vannfylt fikk en ikke korrekte verdier av den målte resistiviteten, og en mangler derfor resistivitetsdata i FB 78,6. Temperaturmålingene i luft er noe usikre med denne målemetoden.

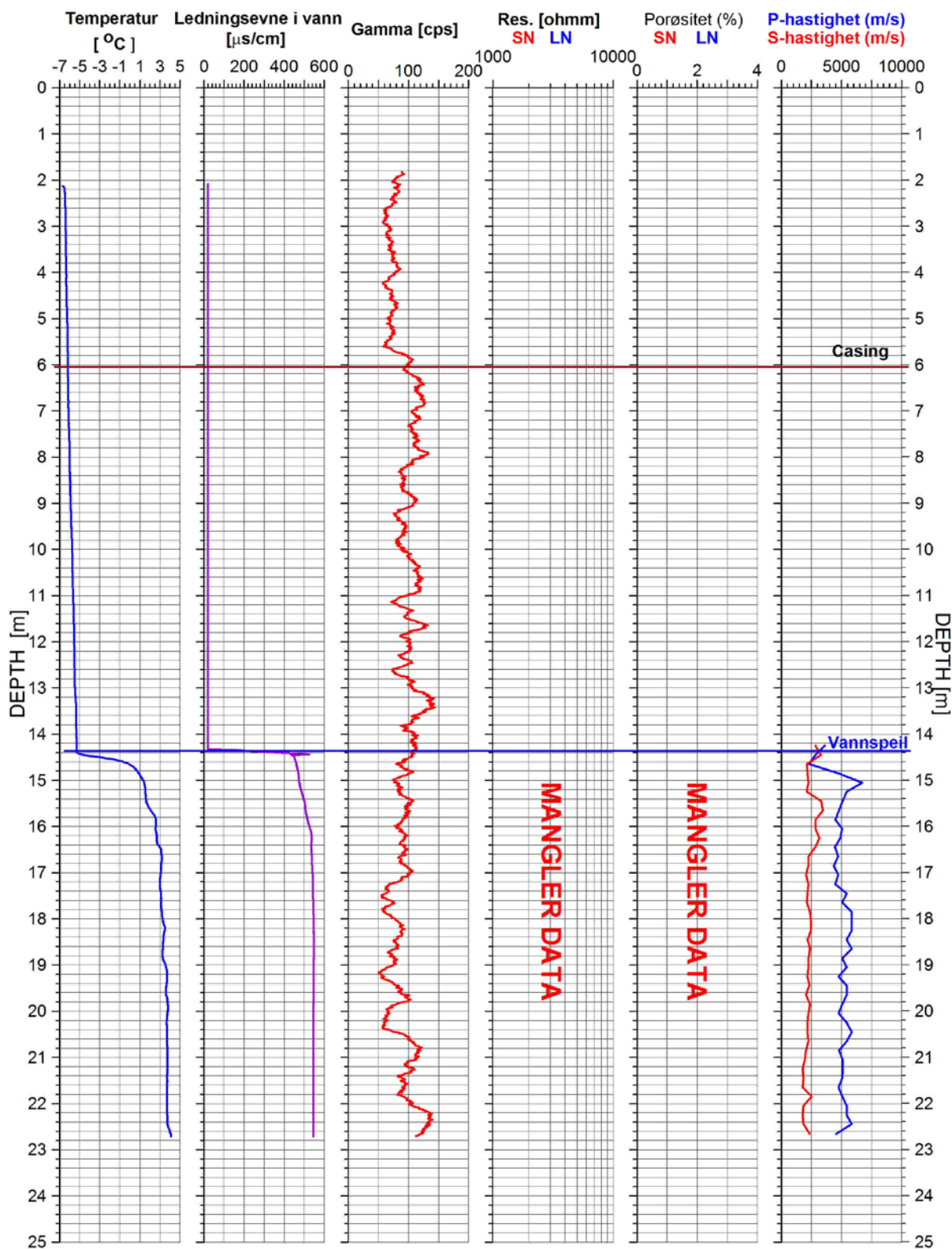
Temperaturen er 4.1 °C i bunnen (22.5 m) av hullet, og temperaturgradienten for de nederste 5 m er beregnet til 14.4 °C/km. På dette dyp kan temperaturen i fjell være påvirket av sesongvariasjoner. Ledningsevnen i vann er litt høy, ca 545 µS/cm. En ser flere lokale små endringer i temperaturen mellom 15 og 20 m dyp som kan skyldes vanninnstrømning. En økning i ledningsevnen ved 16.2 m dyp kan tyde på det samme.

Gammastrålingen varierer noe rundt et nivå på 100 cps. Steder med forhøyede verdier kan skyldes økt feltspatinnhold. Et noe lavere strålingsnivå over 6 m dyp skyldes casingen som demper strålingen litt.

Lyd hastigheten, P-bølge, varierer rundt 5000 m/s. Den er ca 4500 m/s ved 16 – 17 m dyp, mens den er nesten 5800 m/s ved 18 m dyp. Dette kan ha sammenheng med oppsprekking og porøsitet.

FB 78.6 Holmestrand

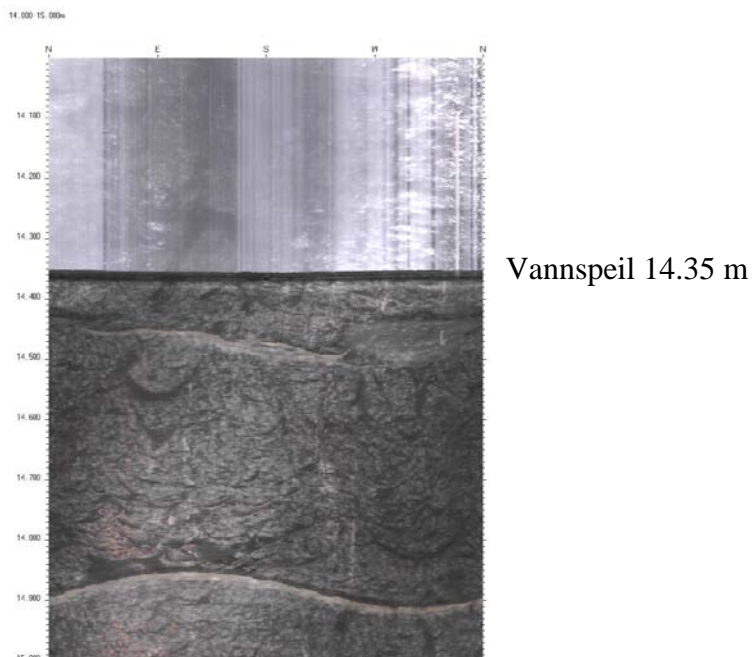
UTM 570520 E
32V 6600820 N
51.5 moh.



Figur 3. FB 78,6. Temperatur, ledningsevne i vann, naturlig gammastråling, og seismisk hastighet.

4.2.2 Optisk televiewer, FB 78,6

Det ble logget med optisk televiewer i hele FB 78,6. Den optiske televieweren er ikke avhengig av vannfylte hull, men bildene blir mye bedre om det er vann i hullet. Over vannspeilet på 14.3 m er bildekvaliteten noe redusert, men data er fullt tolkbare. Figur 4 viser et utsnitt fra bildeloggen, 14 – 15 m, som viser forskjellen over og under vann. Det er vanskelig å se bergartstype over vann, men sprekker vises tydelig.

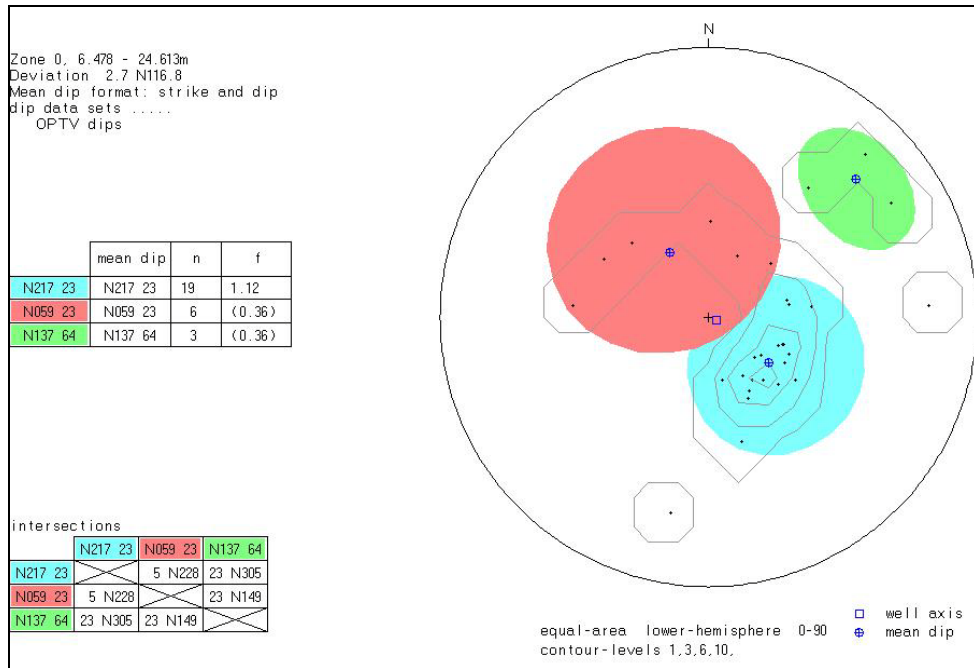


Figur 4. Optisk televiewer opptak, 14 – 15 m FB78,6.

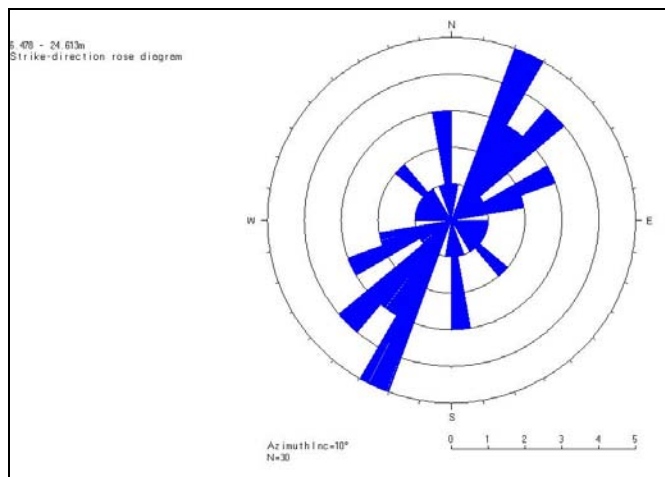
Opptakene i FB 78,6 viser en lagdelt sandstein (Ringerikesandstein). Dagnært har en muligens innslag av leir-siltstein. Hullet er generelt lite oppsprukket og de fleste sprekker er parallelle med lagdelingen i sandsteinen. Figur 5 viser sprekkestereogram over observerte sprekker. Det er definert tre sprekkegrupper, og tabellen i figur 5 viser gjennomsnittlig strøk og fall, sprekkefrekvens og antall sprekker. Gjennomsnittlig strøk/fall for største gruppe (blå) er N217 23 med fall mot VNV. Figur 6 viser rosedigram (strøkretning) for observerte sprekker som viser en hovedstrøkretning SSV-NNØ. Databilag 1 viser detaljerte data for alle digitaliserte sprekker. Forklaring til tabellen i databilag 1 er gitt i brukerbeskrivelsen på NGUs hjemmeside, se link foran.

Figur 7 viser sprekkefrekvenshistogram for FB 78,6. Størst sprekkefrekvens indikeres ved 15-16 m og 19-20 m. På figuren vises også VJC (Volume Joint Count) som er summen av frekvensene i alle grupper, og borehullets forløp (vinkel og fallretning). Hullet er delt inn i 3 soner og data fra hver sone er vist i databilag 1. Ingen av sprekkenes ser ut til å være åpne men noen er mineraliserte. Sprekkenes har trolig liten betydning for fjellstabiliteten ved tunneldrift. Figuren viser også hullretning, SØ og fallvinkel, ca 2 °.

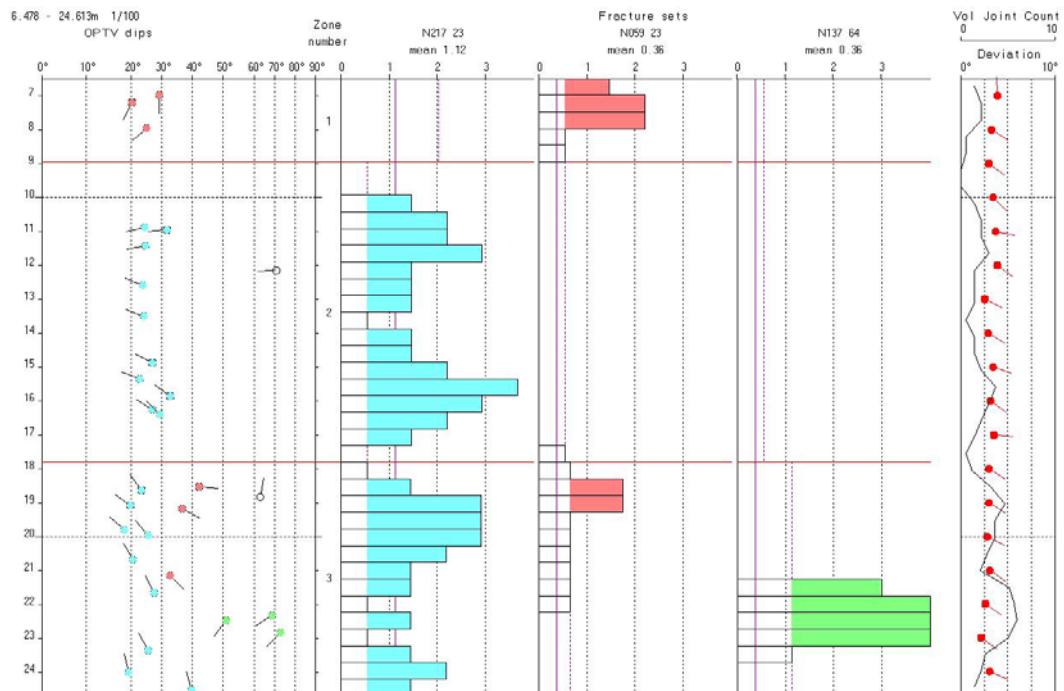
Figur 8 viser utdrag av OPTV opptak i FB 78,6. Ved 14.5 – 17.5 vises lagdelt sandstein med foliasjonsparallele sprekker. Ved 22.5 m dyp ser det ut som en har noe utfelling fra en sprekke (rust ?) samtidig med at sandsteinen endrer noe karakter.



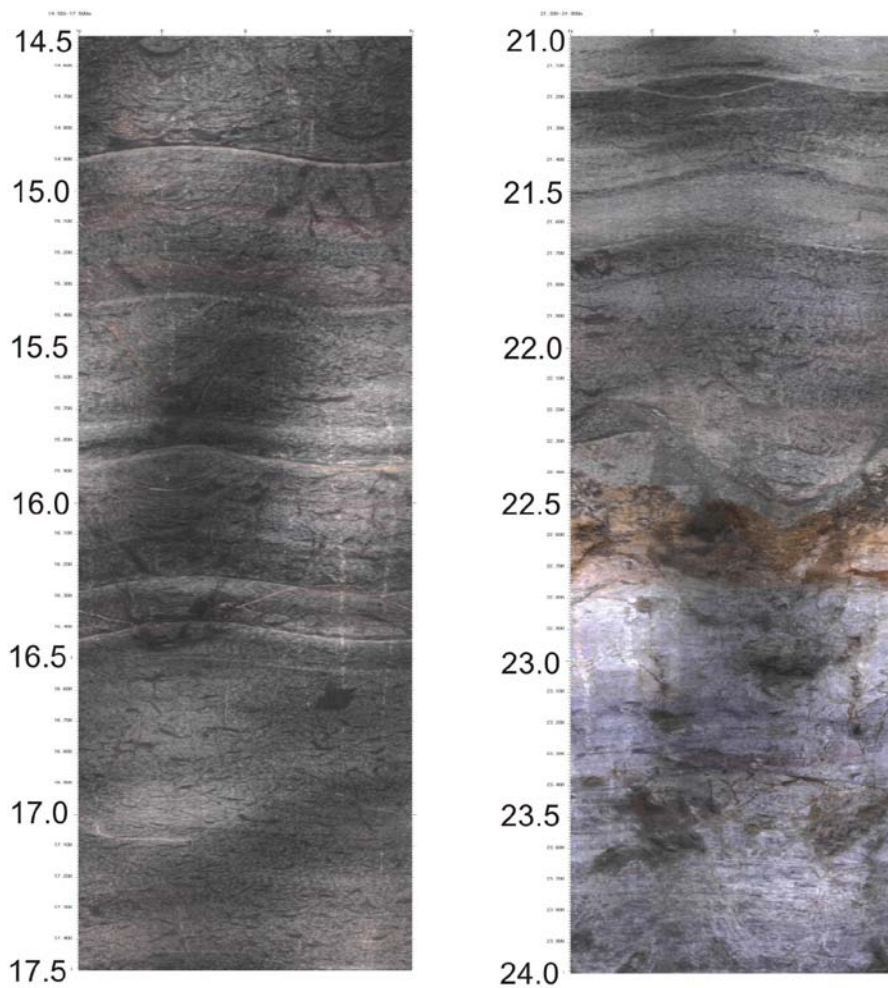
Figur 5. FB 78,6. Sprekkestereogram over observerte sprekker.



Figur 6. Rosediagram for observerte sprekker i FB 78,6.



Figur 7. FB 78,6. Sprekkefrekvenshistogram over indikerte sprekker. Soneinndeling er markert med rød horisontal linje.



Figur 8. OPTV opptak fra FB 78,6. 14.5 – 15.5 m (venstre) og 21 – 24 m (høyre).

4.3 Resultater FB 79,8

Figur 9 viser bilder fra logging i FB 79,8. Brønnen var boret til 60 m og vannspeilet sto på 13.85 m. Det var mye snø ved lokaliteten, men adkomsten var grei etter god brøyting.



Figur 9. Logging under vinterlige forhold i FB 79,8.

4.3.1 Temperatur, ledningsevne i vann, naturlig gamma, resistivitet, porøsitet og lydshastighet, FB 79,8

Hele hullet er boret i Ringerikesandstein. Vannspeilet var på 13.85 m dyp. Stabil vannstand etter boring er oppgitt til 7.2 m (ca 2 mnd. før logging).

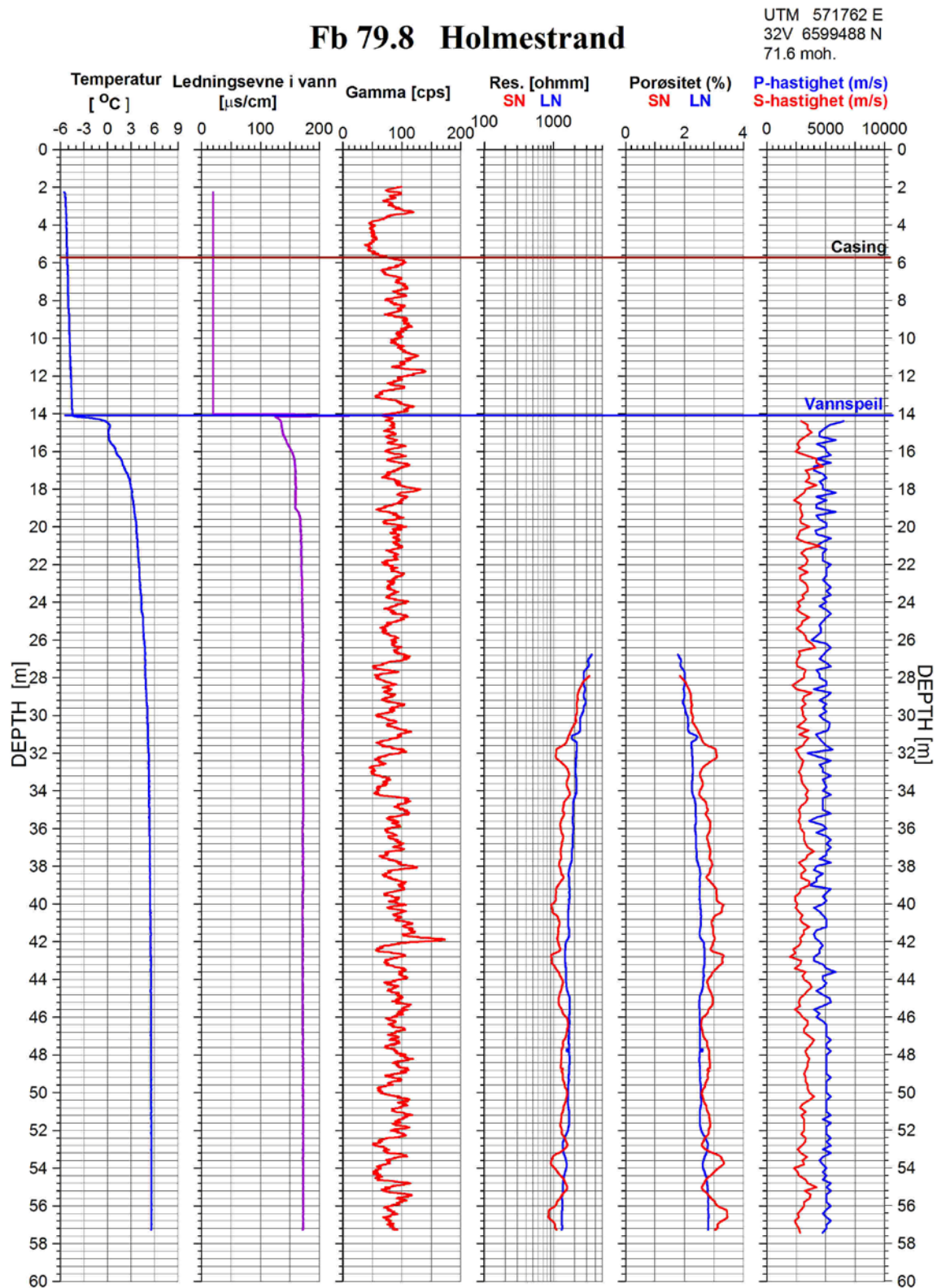
Figur 10 viser sammenstilt logg av temperatur, ledningsevne i vann, naturlig gammastråling, resistivitet, porøsitet og seismisk hastighet. Resistivitet og seismisk hastighet kan bare logges i vann, og grunnvannsspeilet sto på 13.85 m.

Temperaturen er 5,6 °C i bunnen (57.3 m) av hullet. Temperaturgradienten er lav i nederste del av hullet og temperaturen er nesten konstant. En medvirkende årsak til lav gradient kan være sandsteinen som har høy varmeledningsevne (mye kvarts). Ledningsevnen i vann er normal, ca 170 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En ser lokale små endringer i både temperatur og ledningsevne ved 15 og 19 m dyp som kan skyldes vanninnstrømming.

Gammastrålingen varierer noe rundt et nivå på i underkant av 100 cps. Steder med forhøyede verdier kan skyldes økt feltspatinnhold. Selv om gammastrålingen varierer litt langs hele hullet, er nivået det samme og tyder på samme bergart (sandstein). Et noe lavere strålingsnivå over 6 m dyp skyldes casingen som demper strålingen litt.

Resistiviteten viser ingen tydelige svakhetssoner med lav resistivitet. Både ShortNormal (SN) og LongNormal (LN) viser synkende verdier mot bunnen av hullet, fra 3500 ohmm til ca 1300 ohmm. SN er mest følsom for sprekker i borehullsveggenes umiddelbare nærhet og noe lavere resistivitet kan observeres ved 32, 43, 53-54 og 57 m dyp. Her kan resistiviteten gå ned i ca 900 ohmm. Disse sonene vises ikke på LN noe som tyder på at sprekken ikke er særlig utholdende.

Lydhastigheten, P-bølge, varierer rundt 5000 m/s. Den varier mest ned til ca 46 m og noen lave P-bølgehastigheter faller sammen med lave resistivitetsverdier som er nevnt foran, f.eks. ved 32 og 43 m. S-bølgehastigheten ligger på ca 2600 m/s og viser ingen spesielle soner med lave verdier.



Figur 10. FB 79,8. Temperatur, ledningsevne i vann, naturlig gammastråling, resistivitet (SN og LN), beregnet porøsitet og seismisk hastighet (P- og S-bølge).

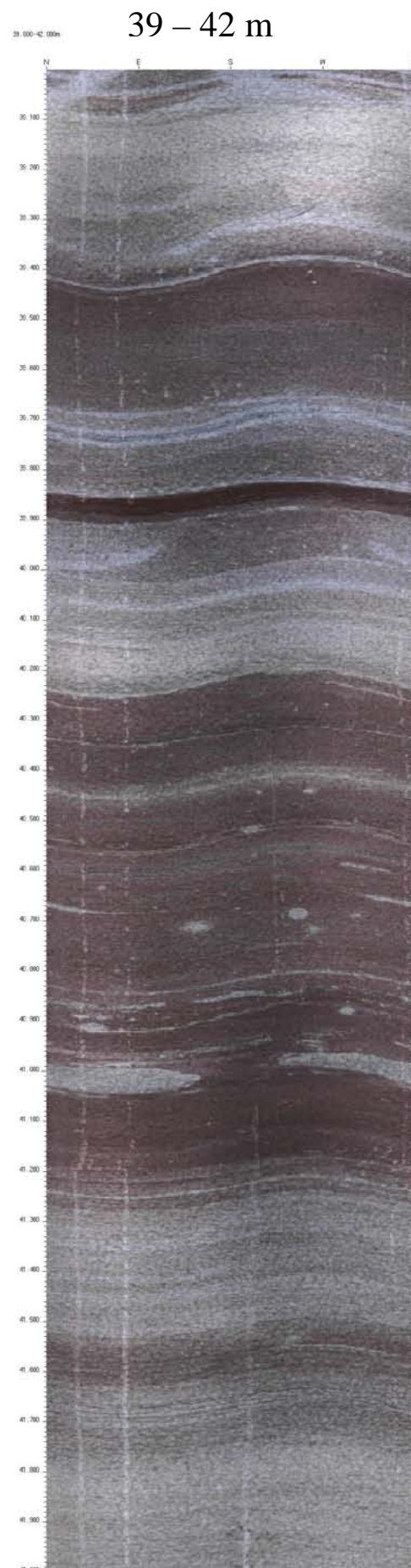
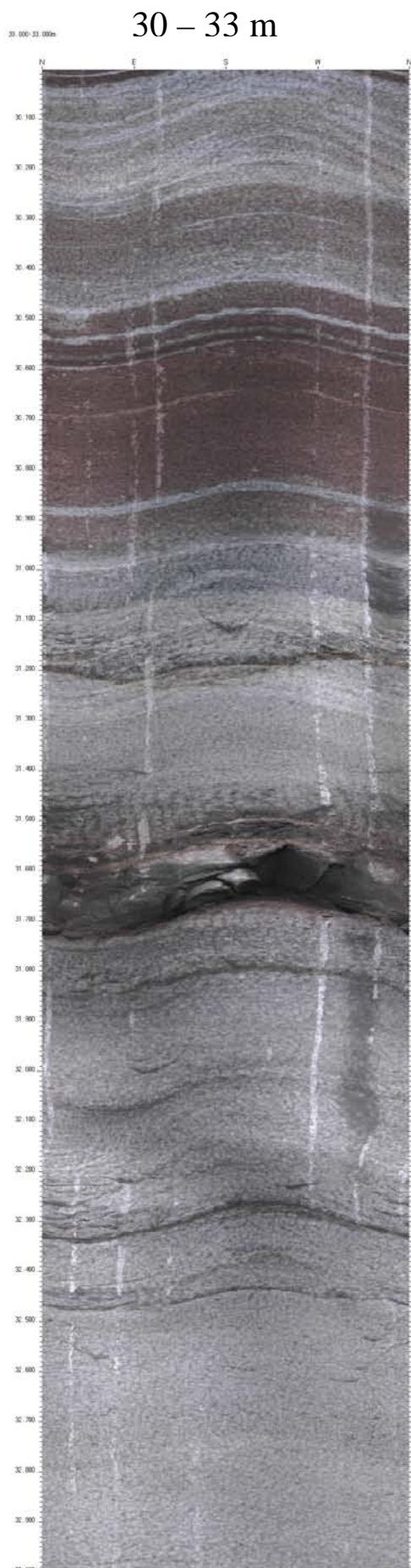
4.3.2 Optisk Televiewer i FB 79,8

Hele FB 79,8 er logget med optisk televiewer. Under vann ble opptakene meget gode og viser tydelig vekslende lag av Ringerikesandstein. En ser også tydelig variasjoner i fargen med hyppige vekslinger mellom rød og grå sandstein. Trolig skyldes rødfargen jernutfellinger. Figur 11 viser utsnitt av OPTV bildelogg fra FB 79,8, 30-33 m og 39-42 m. Ved 31.7 m dyp vises en åpen sprekk.

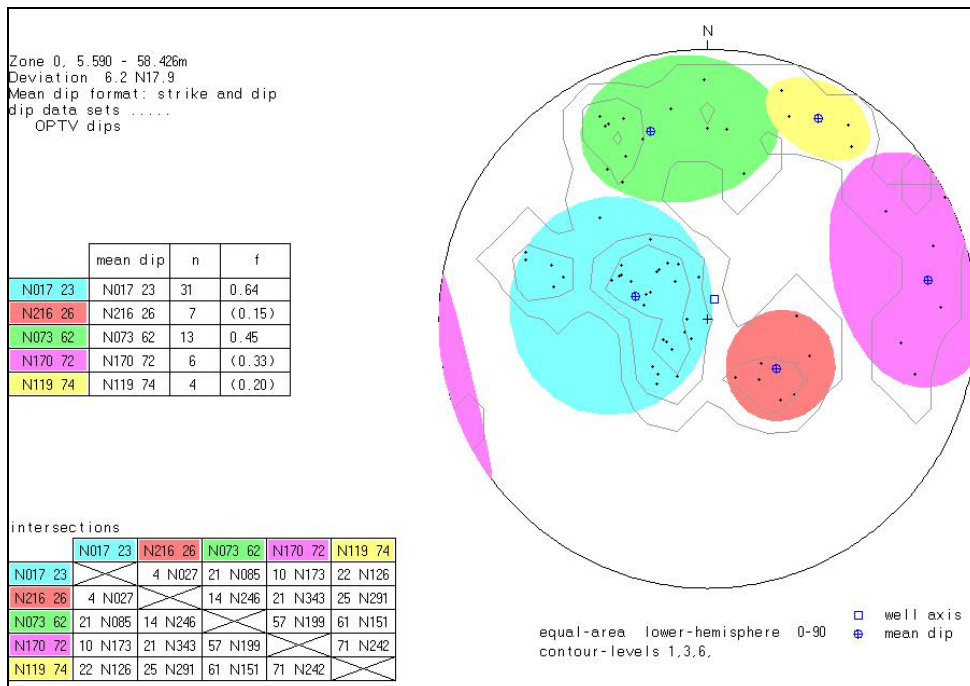
Figur 12 viser sprekkestereogram over observerte sprekker. Det er definert fem sprekkegrupper, og tabellen i figur 11 viser gjennomsnittlig strøk og fall, sprekkefrekvens og antall sprekker for hver gruppe. For største gruppe er gjennomsnittlig strøk/fall N017 23 med fall mot ØSØ. Figur 13 viser rosedigram (strøkkretning) for observerte sprekker som viser en hovedstrøkkretning SV-NØ. Databilag 2 viser detaljerte data for alle digitaliserte sprekker. Forklaring til tabellen i databilag 2 er gitt i brukerbeskrivelsen på NGUs hjemmeside, se link foran.

Figur 14 viser sprekkefrekvenshistogram for FB 79,8. Størst sprekkefrekvens (antall sprekker/meter) indikeres ved 7-9, 18-19, 31-34 og 53 m. På figuren vises også VJC (Volume Joint Count) som er summen av frekvensene i alle grupper, og borehullets forløp (vinkel og fallretning). Hullet er delt inn i 5 soner og data fra hver sone er vist i databilag 2. Borehullsforløpet er vist til høyre på figur 14 (røde pilplott) og viser en fallretning mot NNØ og med økende avvik mot bunnen hvor fallvinkelen er ca 12 ° fra lodd.

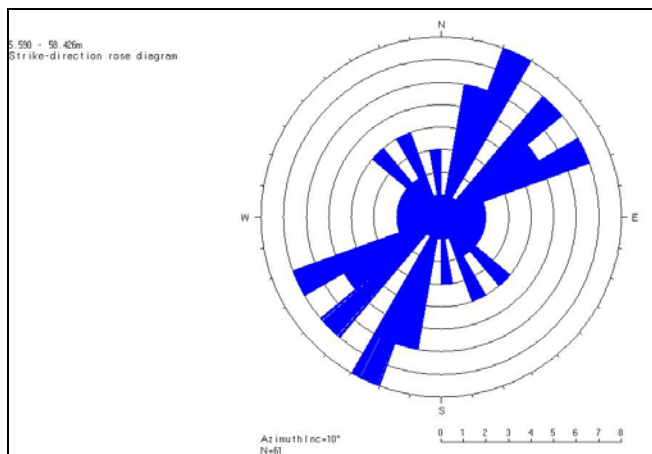
Bare OPTV kan i dette hullet indikere sprekker over vannspeilet. Verken resistivitet, seismisk hastighet eller ledningsevne gir data i luft. Åpne sprekker observeres over vannspeilet ved 6.2 m og 13.3 m, og under vannspeilet ved 31.7 m. Figur 15 og 16 viser tolket bildelogg av disse sprekker. Tabell 2 viser sprekkedata, strøk, fall og beregnet åpning. Disse sprekkene ser ikke ut til å være vannførende. Det er ingen indikasjon på de andre loggene (temperatur og ledningsevne) at det er innstrømning i brønnen ved 31.7 m som er den åpne sprekkene som ligger under vannspeilet. Denne sprekkene indikeres også på resistivitet (bare SN) og P-bølgehastighet. De øvrige indikerte sprekker med OPTV ser ikke ut til å ha noen betydning for fjellkvaliteten. Det er også usikkert om de nevnte tre åpne sprekkene har det.



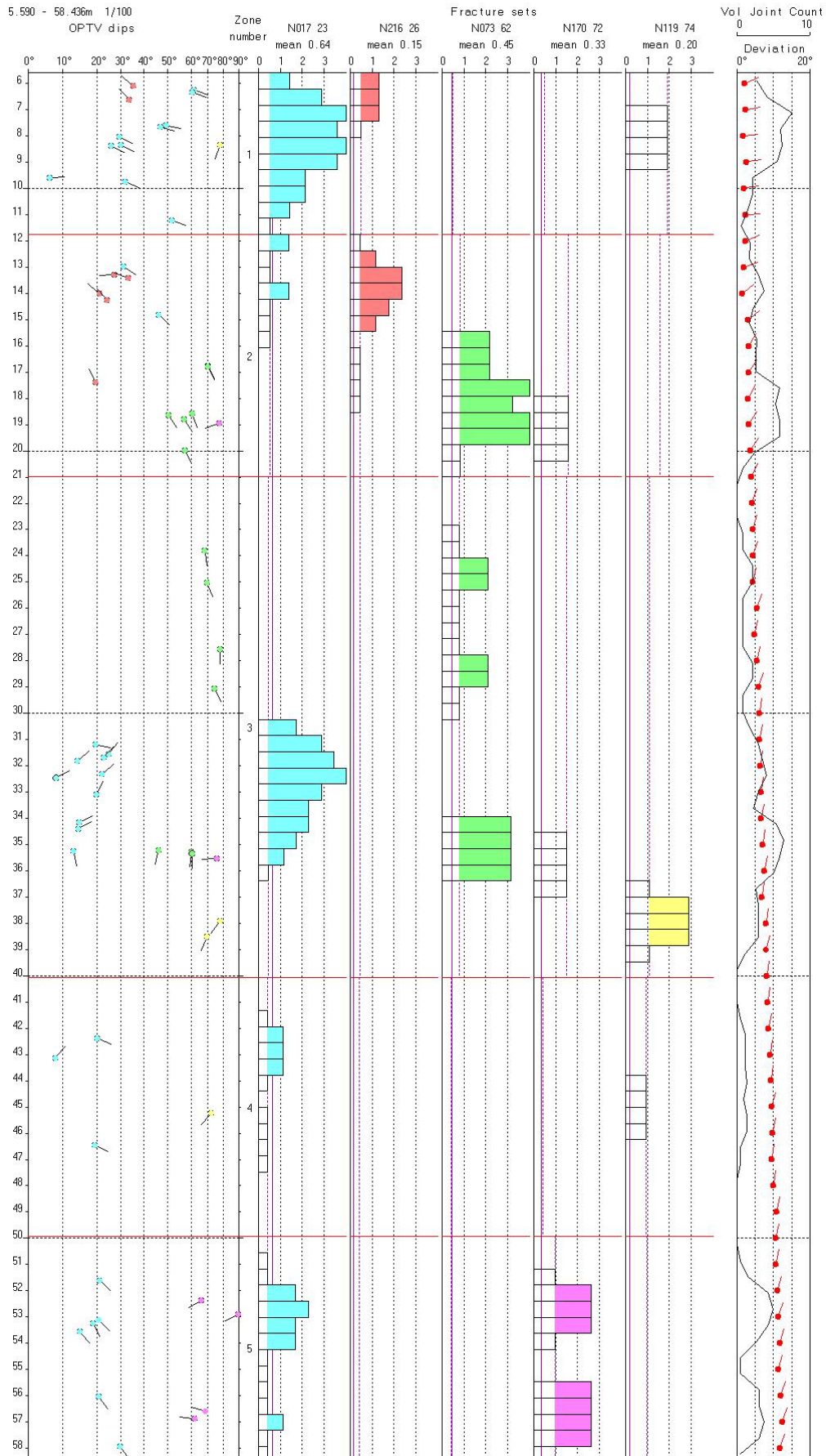
Figur 11. OPTV logg som viser sandsteinslag med vekslende farge, 30-33 og 39-42 m.



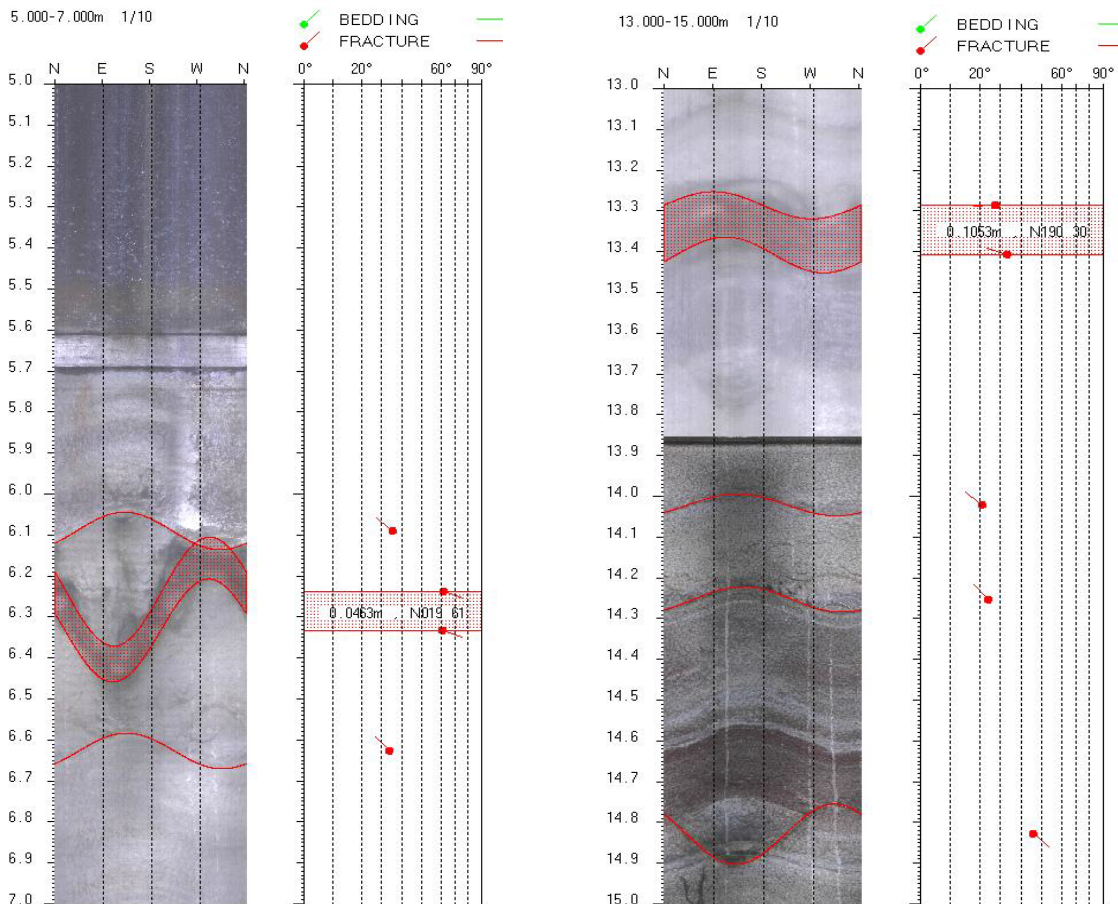
Figur 12. FB 79,8. Sprekkestereogram over observerte sprekker.



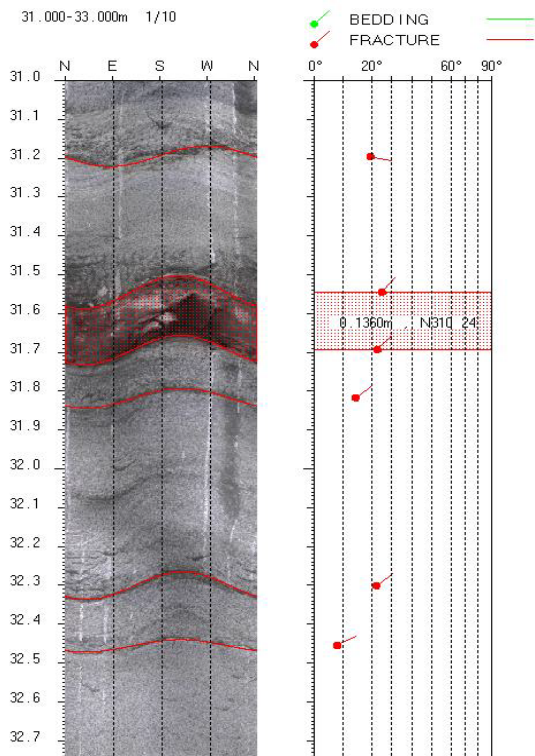
Figur 13. Rosediagram for observerte sprekker i FB 79,8.



Figur 14. FB 79,8. Sprekkefrekvenshistogram over indikerte sprekker. Soneinndeling er markert med rød horisontal linje.



Figur 15. FB 79,8. Indikert åpen sprekk ved 6.2 m (venstre) og 13.3 m (høyre). Åpning er beregnet til henholdsvis 4.6 cm og 10.5 cm.



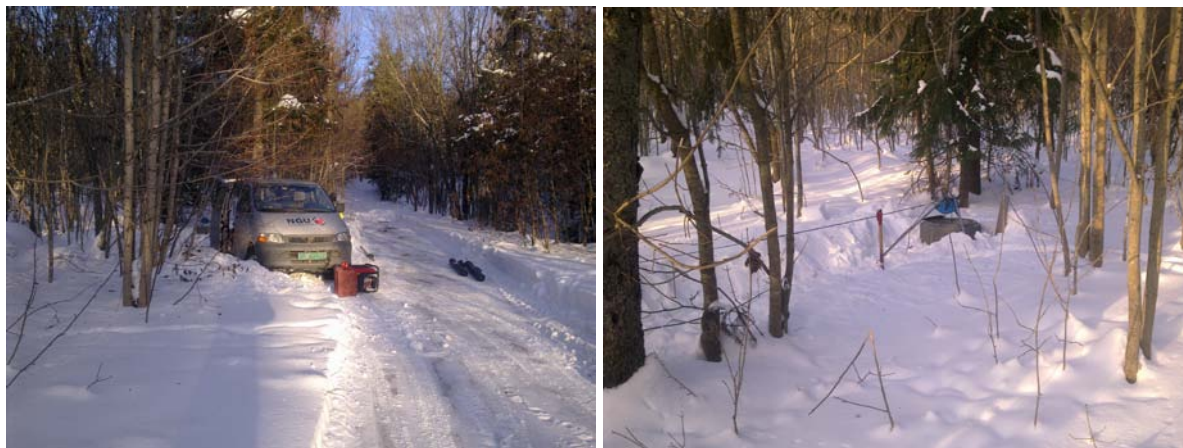
Figur 16. FB 79,8. Indikert åpen sprekk ved 31.7 m. Åpning er 13.6 cm.

Tabell 3. Indikerte åpne sprekker i FB 79,8

Dyp (m)	Strøk	Fall (°)	Åpning (cm)
6.2	N019	61	4.6
13.3	N190	30	10.5
31.7	N310	24	13.6

4.4 Resultater FB 81,3-2

Figur 17 viser bilder fra logging i FB 81,3-2. Brønnen var boret til 135 m og vannspeilet sto på 71.5 m. Over halve hullet kunne dermed ikke logges med resistivitet. I tillegg sviktet seismikksonden ved oppstart logging slik at P- og S-bølgehastighet mangler i dette hullet. Fra overflaten kunne en tydelig høre innstrømning av vann nede i hullet



Figur 17. Logging i FB 81,3-2.

4.4.1 Temperatur, ledningsevne i vann, naturlig gamma, resistivitet og lydshastighet, FB81,3-2.

Hele hullet er boret i basalt. Vannspeilet var på 71.5 m dyp. Stabil vannstand etter boring er oppgitt til 83.5 m (ca 2 mnd. før logging) slik at vannspeilet har steget 12 m etter boring. En hører tydelig vanninnstrømning i hullet som tyder på at hullet skjærer gjennom en vannførende sprekk. Muligens kan dette ha ført til noe ”oppfylling” av hullet.

Figur 18 viser sammenstilt logg av temperatur, ledningsevne i vann, naturlig gammastråling, resistivitet og porøsitet. Resistivitet kan bare logges i vann slik en har data fra 71.5 m.

Temperaturen er 6.9 °C i bunnen (132.5 m) av hullet. Temperaturgradienten er 21.1 °C/km under vannspeilet. Dette er tydelig høyere enn i sandstein og skyldes at basalt har dårligere varmeledningsevne enn sandstein. Temperaturen er under null ned til ca 38 m (luft i borehullet). Dette avspeiler ikke fjellets temperatur. Fra 38 m dyp stiger temperaturen flere grader og stabiliserer seg på ca 5.5 °C ved 50 m dyp. Fra 50 m stiger temperaturen jevnt og det antas at det er fjellets temperatur som måles. Årsaken til dette er kraftig vanninnstrømning på ca 38 m dyp. En ser også at en får data for ledningsevne i vann fra dette dyp selv om en langt over vannspeilet. En svak temperaturøkning ved 99.2 m kan skyldes vanninnstrømning.

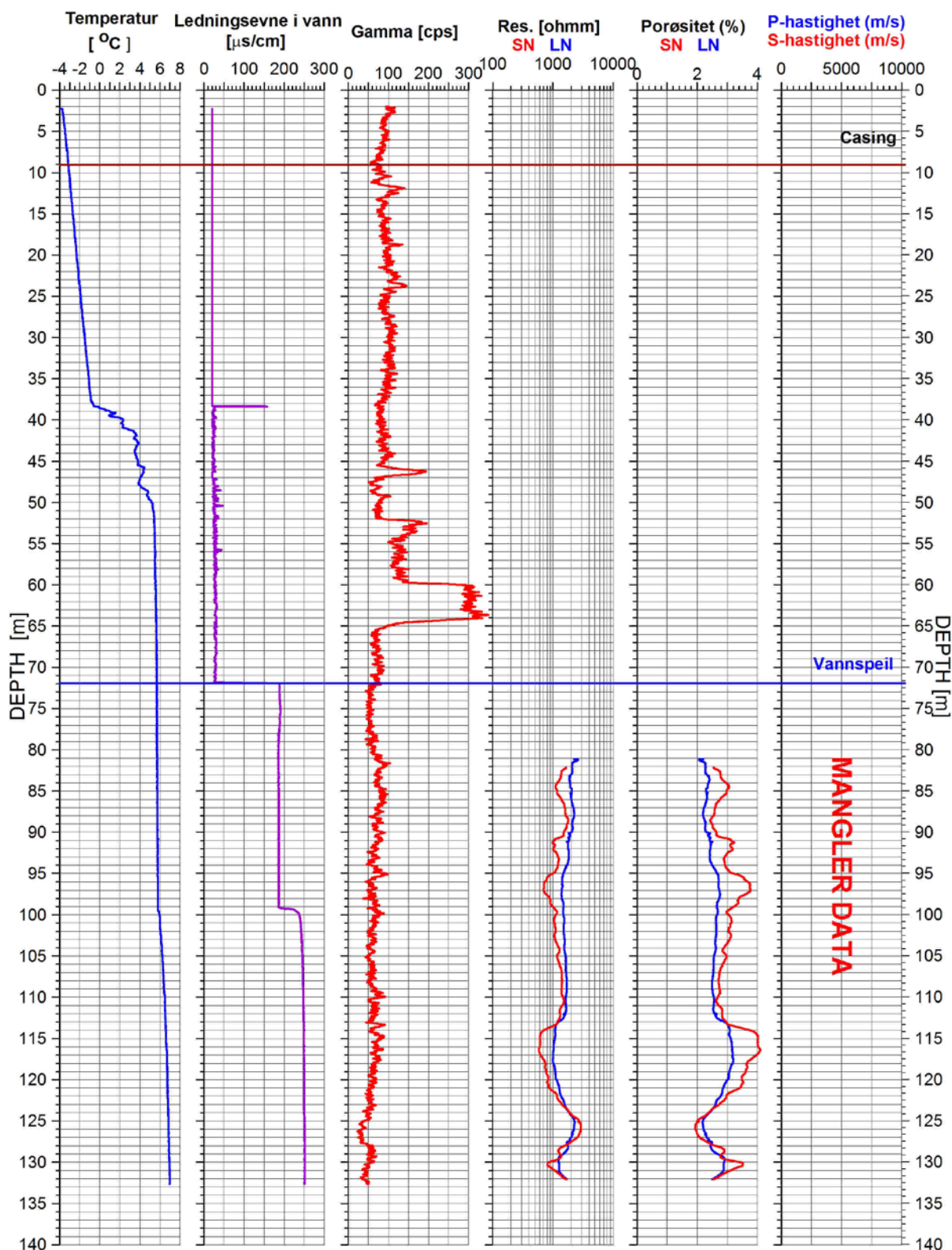
Ledningsevnen i vann er normal, ca 180 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Tydelig økning i ledningsevnen til 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ved 99.2 m skyldes trolig vanninnstrømning.

Hele hullet er boret i basalt, men gammastrålingen viser at sammensetningen varierer noe. Over 45 m dyp er gammastrålingen noenlunde konstant på ca 100 cps. En peak ved 46 m skyldes en tynn mørk gang (fra OPTV-logg). Kraftig økning (300 cps) mellom 60 og 64 m må skyldes endringer i basaltens mineralske sammensetning. Det er vanskelig å se dette på OPTV-loggen da dette er opptak i luft, men det ser ut som om basalten er mer grovkornet ved 60 - 64 m. Både ved 60 og 64 m er det en tydelig sprekk. Under 64 m er strålingen noe mindre (50 – 75 cps) med en svak avtagende tendens mot bunnen. Under vannspeilet ser tydelig endringer i basaltens sammensetning på OPTV-loggen med hensyn til kornstørrelse og inneslutninger (hvite korn).

Resistiviteten er generelt lav, 1000 – 2000 ohmm. Stedvis viser SN verdier ned til 600 -700 ohmm som ved 95-96 m og 114-117 m. Det ser ikke ut som om disse lave verdiene skyldes oppsprekking, se senere om sprekkehistogram. Basalten er mer porøs enn sandstein og vil på grunn av dette generelt ha lavere resistivitet, og endringer i porøsiteten vil gi endringer i resistiviteten. 2D resistivitetsmålinger viste også lav resistivitet i basalten.

Fb 81.3-2 Holmestrand

UTM 572235 E
32V 6598768 N
153.6 moh.

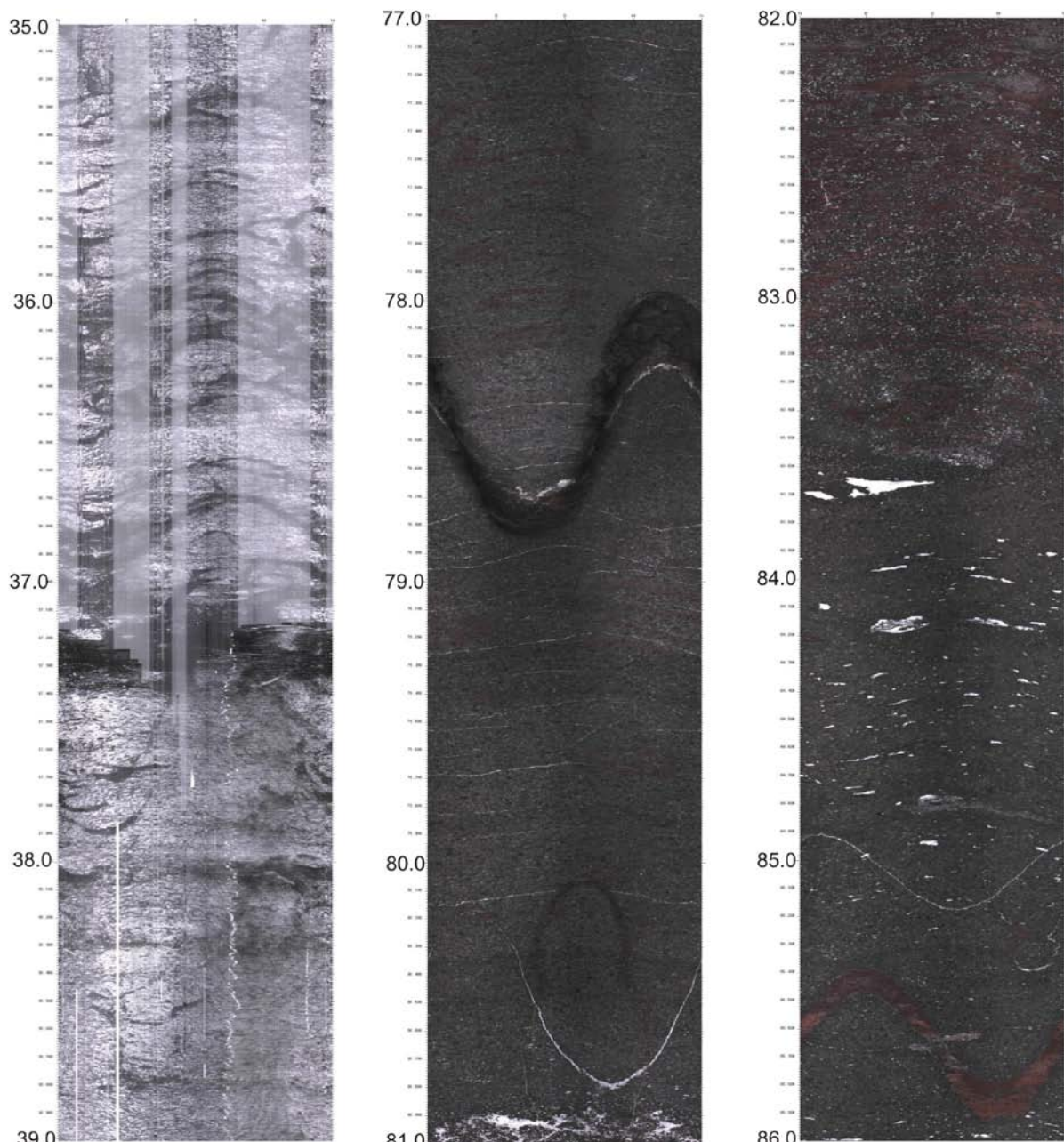


Figur 18. FB 81,3-2. Temperatur, ledningsevne i vann, naturlig gammastråling, resistivitet (SN og LN) og beregnet porøsitet.

4.4.2 Optisk Televiewer i FB 81,3-2

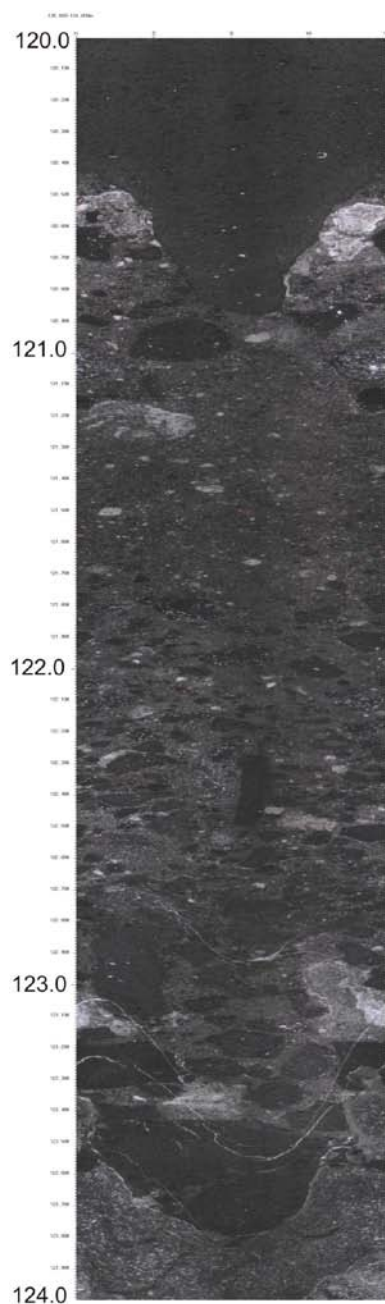
Hele FB 81,3-2 er logget med optisk televiewer. Under vann ble opptakene meget gode og viser tydelig variasjoner i basalten. I luft er opptaket noe dårligere, men ved 37.3 m kommer vann inn i hullet og bildet blir betydelig bedre enn over hvor det tydelig er dugg på kameraglasset på grunn av flere kuldegrader i lufta. En ser også kraftig oppsprekking ved dette dyp.

Figur 19 viser OPTV opptak fra tre steder i FB 81,3-2. Ved 35–39 m ser en bilde i luft med kraftig oppsprekking ved 36-37 m og åpen sprekk ved 37.3. Ved 77-81 m ser en finkornig basalt med en åpen sprekk ved 78.5 m. Ved 82-86 m ser en rødfarget basalt (øverst) basalt med hvite inneslutninger (kalk?) nederst.



Figur 19. Opptak med optisk televiewer i FB 81,3-2. Over vannspeilet 35-39 m, finkornet basalt 77-81 m og basalt med inneslutninger 82-86 m.

Fra den optiske loggen ser en at det på flere nivåer opptrer konglomerat av ulik tykkelse. Tabell 1 viser en oversikt over de nivåer konglomerat opptrer. Det er beregnet strøk/fall og tykkelse til disse konglomeratene. Fallretning (asimuth) = strøk + 90 °. Spørsmålsteget angir at det er en viss usikkerhet. Figur 20 viser konglomerat fra 120.5 – 123.1 m



Tabell 4. Observerte nivåer med konglomerat i FB 81,3-2

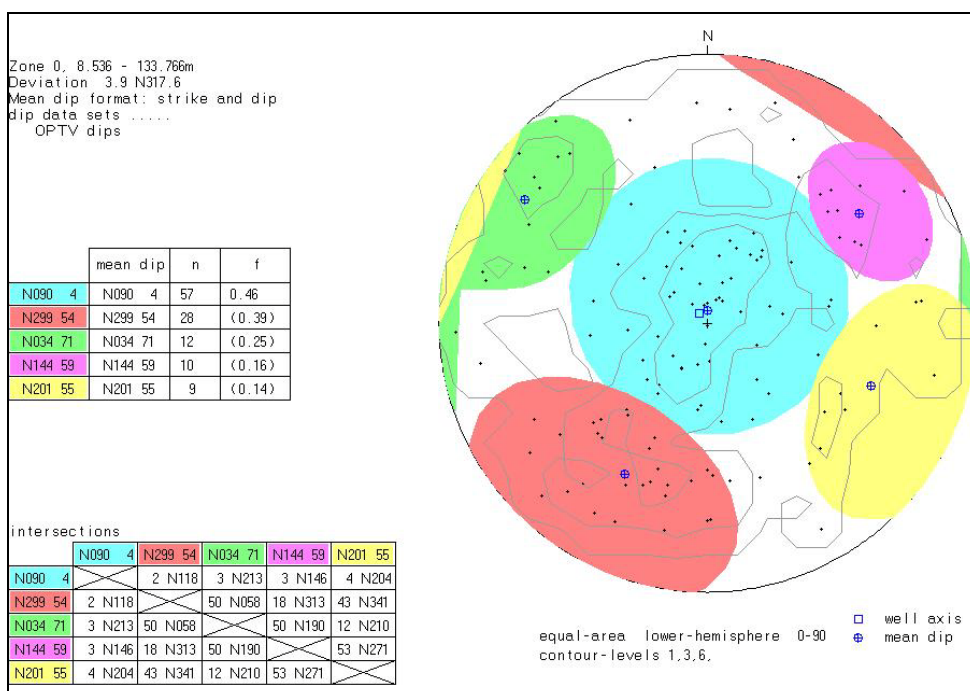
Dyp (m)	Strøk	Fall (°)	Tykkelse (m)
98.6 – 103.9	N114 ?	31	4.6
113.2 – 113.9	N150	5	0.64
118.9 – 120.0	N266	20	1.07
120.5 – 123.1	N098	75	0.66
126.6 – 127.7	N117 ?	49	0.53
128.7 – 129.7	N073	22	0.86

Figur 20. OPTV bilde av konglomerat ved 120.5 – 123.1 m

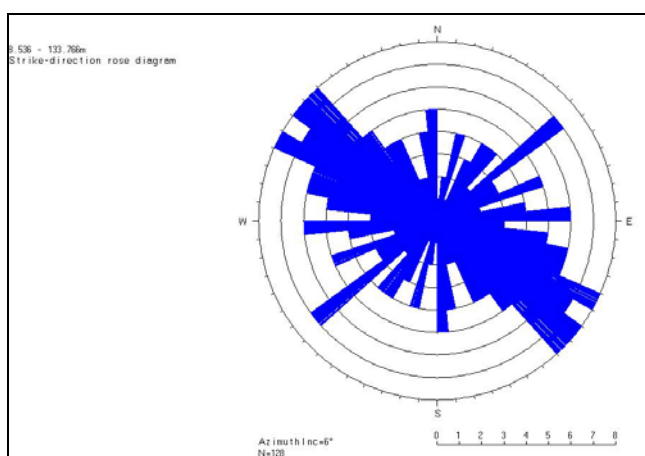
Figur 21 viser sprekestereogram over observerte sprekker i FB 81,3-2. Det er definert fem sprekegrupper, og tabellen i figur 21 viser gjennomsnittlig strøk og fall, sprekefrekvens og antall sprekker for hver gruppe. For største gruppe (blå) er gjennomsnittlig strøk/fall N090 04. Fra stereogrammet (og histogrammene) ser en at fallretningen varierer mye og den beregnede gjennomsnittlige strøkretning kan bli misvisende. Rosediagrammet på figur 22 viser en mer korrekt strøkretning som er SØ – NV. Databilag 3 viser detaljerte data for alle digitaliserte sprekker. Forklaring til tabellen i databilag 3 er gitt i brukerbeskrivelsen på NGUs hjemmeside, se link foran.

Figur 23 viser sprekkefrekvenshistogram for FB 81,3-2. Størst sprekkefrekvens (antall sprekker/meter) indikeres ved 35 – 38 m dyp hvor det er observert vanninnstrømming. Området fra 75 – 108 m dyp er moderat oppsprukket, mens det er liten oppsprekking under 108 m. På figuren vises også VJC (Volume Joint Count) som er summen av frekvensene i alle grupper, og borehullets forløp med fall mot NV og og et avvik på ca 6° i bunn. Hullet er delt inn i 8 soner og data fra hver sone er vist i databilag 3.

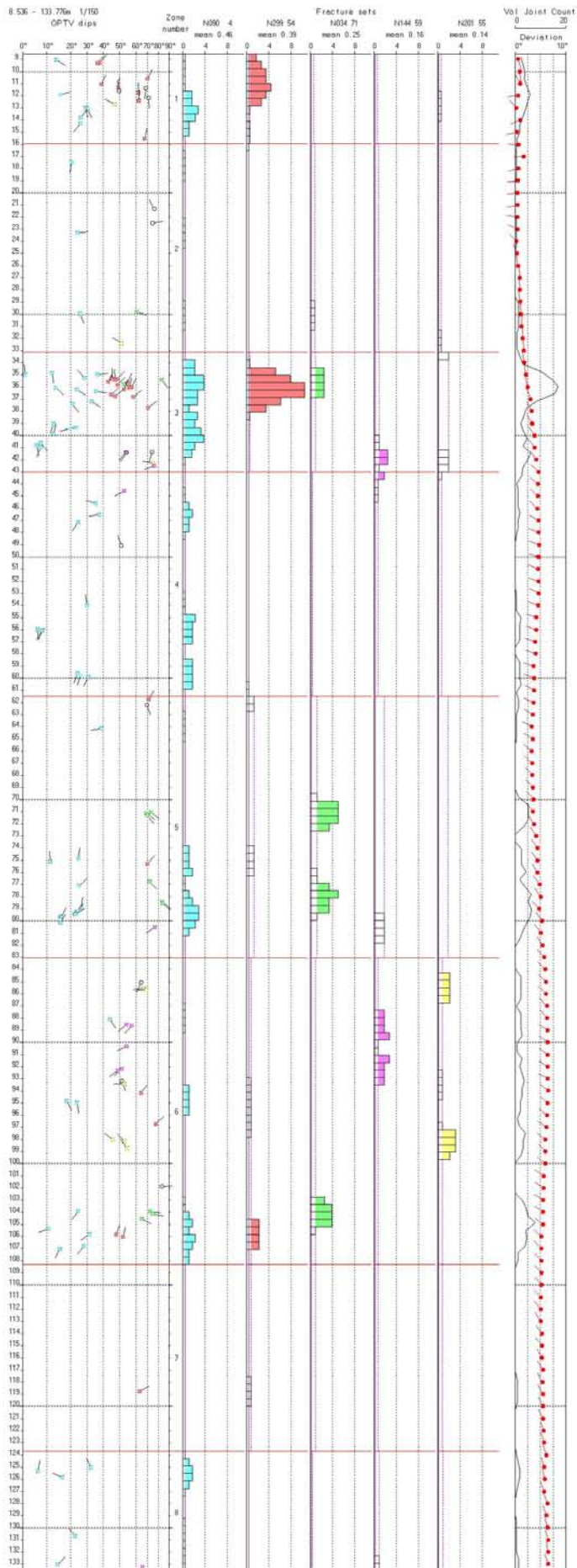
Bare OPTV kan i dette hullet indikere sprekker over vannspeilet på 71.6 m. En har derfor ingen resistivitetsdata eller seismisk hastighet over det mest oppsprukne partiet ved 35 – 38 m dyp. Men som omtalt tidligere er det åpne sprekker her hvor mye vann strømmer inn. Det ser ikke ut som om noe lavere resistivitet ved 95-96 m og 114–117 m dyp skyldes oppsprekking.



Figur 21. Sprekestereogram over indikerte sprekker i FB 81,3 – 2.



Figur 22. Rosediagram for observerte sprekker i FB 81,3-2.



Figur 23. FB 81,3-2. Sprekkefrekvenshistogram over indikerte sprekker. Soneinndeling er markert med rød horisontal linje.

4.5 Resultater FB 85,5

Figur 24 viser bilder fra logging i FB 85,5. Brønnen var boret til 44 m. Brønnen var artesisk og var lukket med et lokk med ekspanderende gummipakning som hindret vann å strømme ut. Vannet i hullet var svært grumset, se figur 24, og det var ikke mulig å logge med optisk televiever. Akustisk televiever ble derfor benyttet til sprekkekartlegging. Sprekker kan kartlegges på samme måte som ved optisk, men en ser ikke geologien på samme måte.



Figur 24. Logging i FB 85,5. Grumset vann (høyre) hindret måling med OPTV.

4.5.1 Temperatur, ledningsevne i vann, naturlig gamma, resistivitet og lydshastighet, FB-85,5

Hele hullet er boret i basalt. Vannspeilet sto i dagen og brønnen var artesisk..

Figur 25 viser sammenstilt logg av temperatur, ledningsevne i vann, naturlig gammastråling, resistivitet, porøsitet og seismisk hastighet.

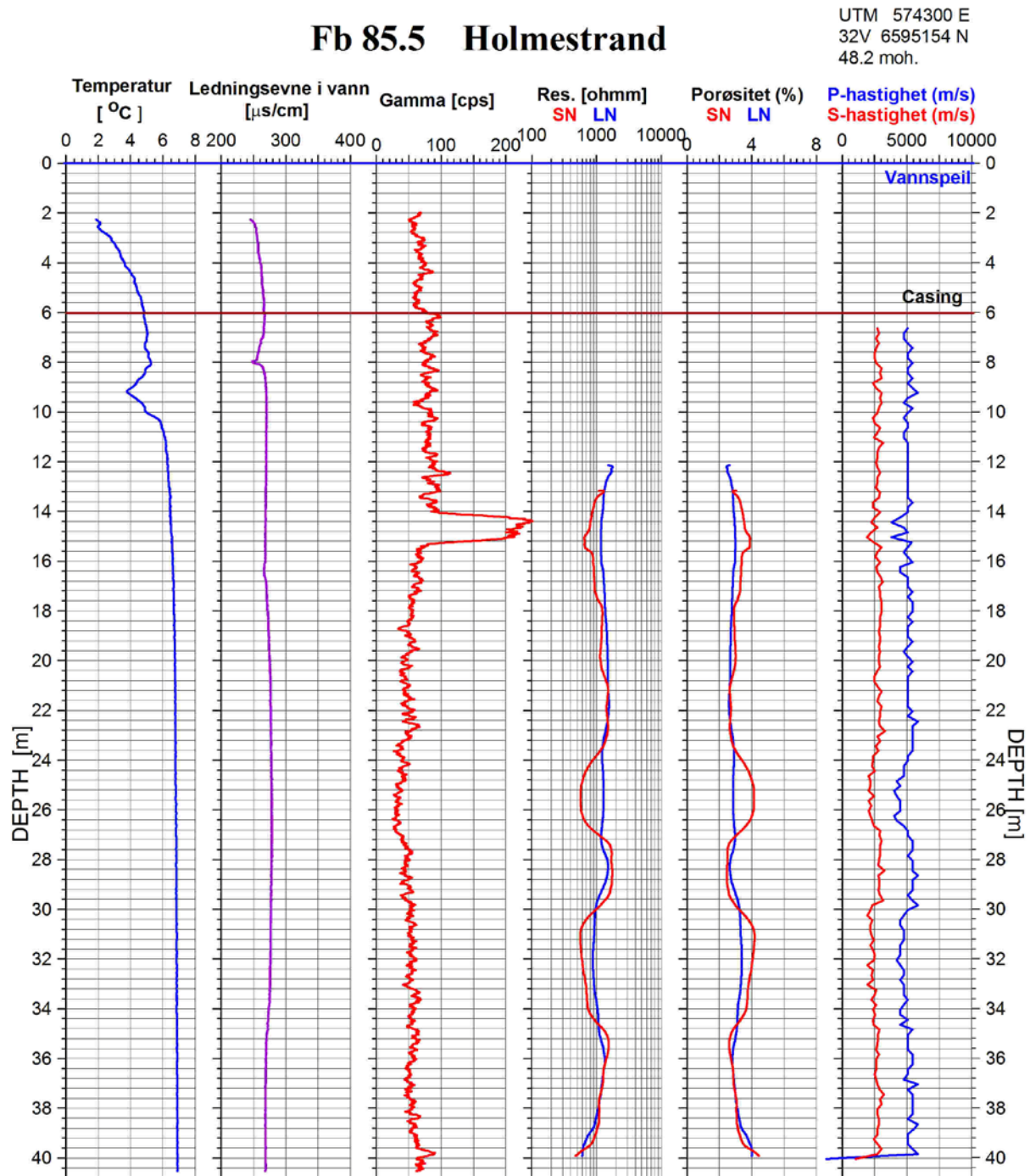
Bortsett fra en endring ved ca 9 m dyp er temperaturen tilnærmet konstant på ca 6.9 °C i nedre halvdel av hullet. Trolig er det vertikal vannstrømning i hullet og denne kan jevne ut temperaturen. De øverste 10-15 m er nok påvirket av den lave vintertemperaturen.

Ledningsevnen i vann er normal, 260 - 270 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Svak endring ved 8 og 16.3 m kan skyldes sprekke med vanninnstrømning i hullet.

Hele hullet er boret i basalt, men gammastrålingen viser at sammensetningen varierer noe. Over 14 m dyp er gammastrålingen noenlunde konstant på ca 80 cps. Casingen demper strålingen noe over 6 m. En peak ved 14-15 m skyldes trolig en gang med økt feltspatinnhold. Det er ikke mulig å identifisere denne med akustisk televiever. Under 15 m er gammastrålingen noe lavere, ca 50 cps,

Resistiviteten er generelt lav, 1000 – 1500 ohmm. Stedvis viser SN verdier ned til 550 - 600 ohmm som ved 15 m, 25-26 m og 31-34 m. Sprekker er observert både ved 15 m og 26 m på den akustiske loggen, se senere, og kan forklare den noe lavere resistiviteten. Ikke data de øverste 12 m grunnet teknisk utførelse av målingen, forklart tidligere.

P-bølgehastigheten ligger på ca 5000 m/s. Noe lavere hastighet registreres i de samme sonene som nevnt foran (lav resistivitet) og bekrefter at det er noe oppsprekking i disse sonene.

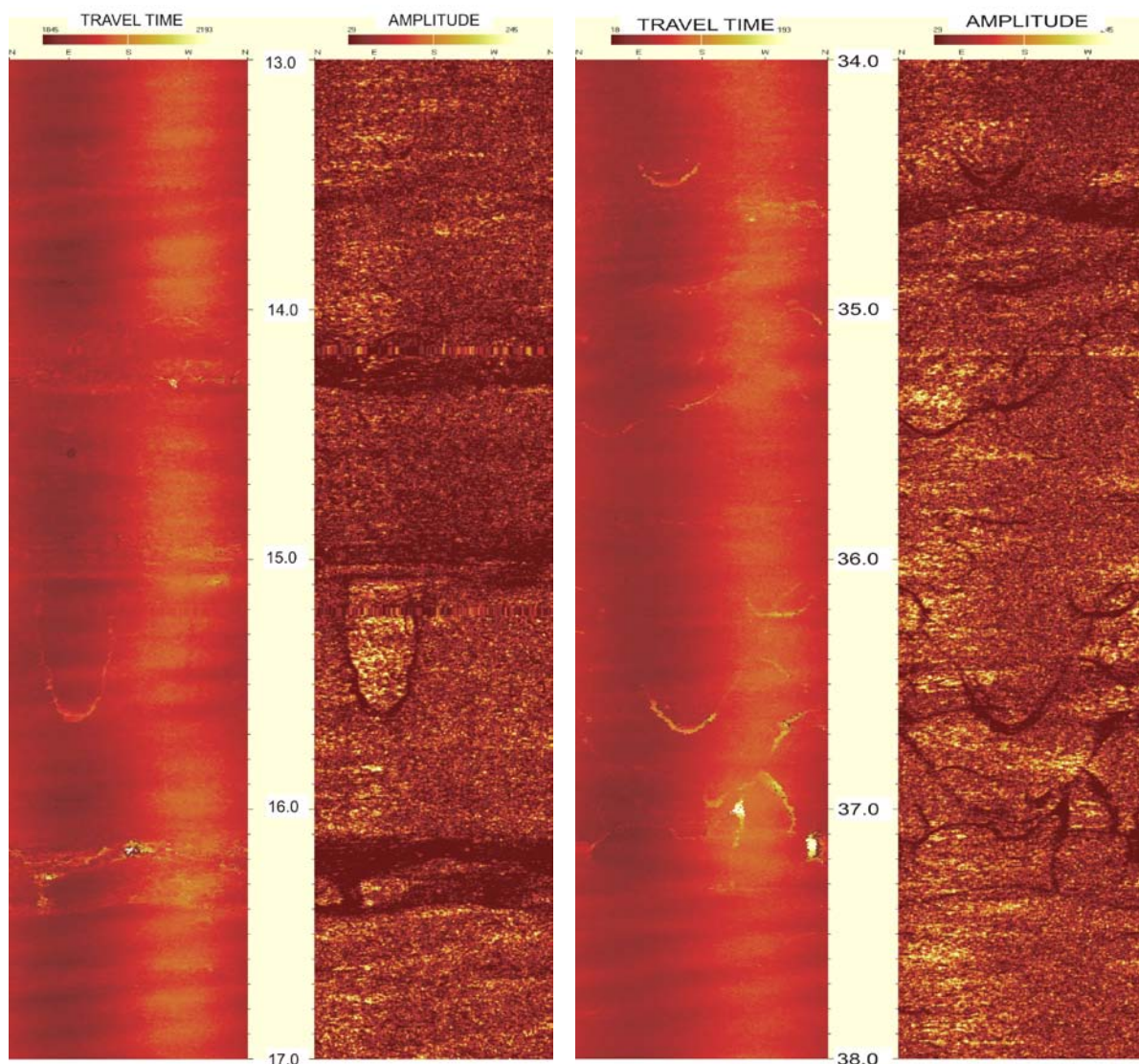


Figur 25. FB 85,5. Temperatur, ledningsevne i vann, naturlig gammastråling, resistivitet (SN og LN) og beregnet porøsitet.

4.5.2 Akustisk televiverer i FB 85,5

På grunn av svært grumset vann og i FB 85,5 ble det gjort akustisk televiverer i stedet for optisk. Opptaket er et akustisk bilde av borehullsveggen hvor sprekker kan identifiseres. Det konstrueres et optisk bilde med amplitude og gangtid til et akustisk signal. Mineraliserte fylte sprekker med liten forskjell i gangtid, kan identifiseres ved amplituden da signalet ofte dempes mer i fyllmaterialet.

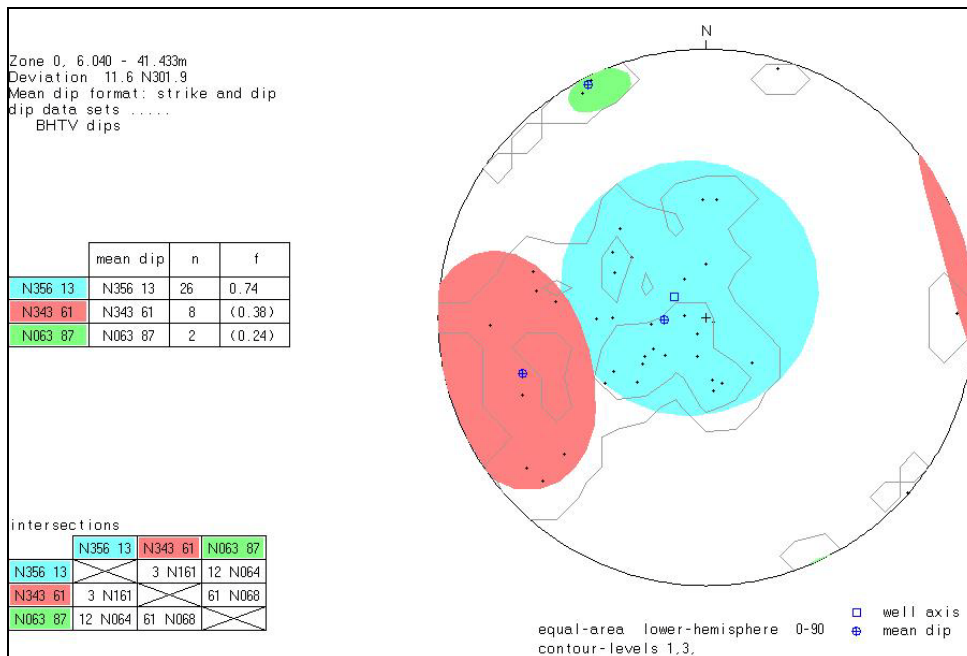
Figur 26 viser akustiske opptak fra to områder i FB 85,5 , 13-17 m og 34-38 m. Sprekker vises tydelig på begge bildene og det er amplitudebildene som gir mest informasjon. Tydelige åpne (?) sprekker observeres ved 14.4 m, 16.3 m og 34.7 m. Sprekken ved 16.3 m er trolig vannførende da det er observert en endring i vannets ledningsevne på dette dyp.



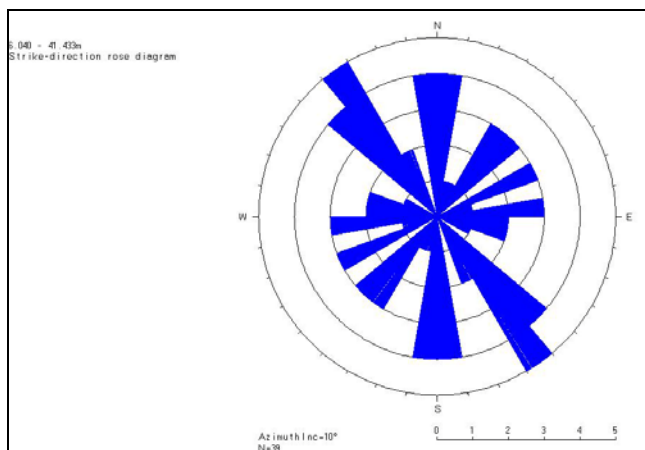
Figur 26. Opptak med akustisk televiverer (gangtid og reflektert amplitude) i FB85,5. 13-17 m (venstre) og 34-38 m (høyre).

Figur 27 viser sprekkestereogram over observerte sprekker i FB 85,5. Det er definert tre sprekkegrupper, og tabellen i figur 27 viser gjennomsnittlig strøk og fall, sprekkefrekvens og antall sprekker for hver gruppe. For største gruppe (blå) er gjennomsnittlig strøk/fall N356 13. Rosediagrammet på figur 28 viser en noe varierende strøkretning men hovedstrøkretning er N-NV. Databilag 4 viser detaljerte data for alle digitaliserte sprekker. Forklaring til tabellen i databilag 4 er gitt i brukerbeskrivelsen på NGUs hjemmeside, se link foran.

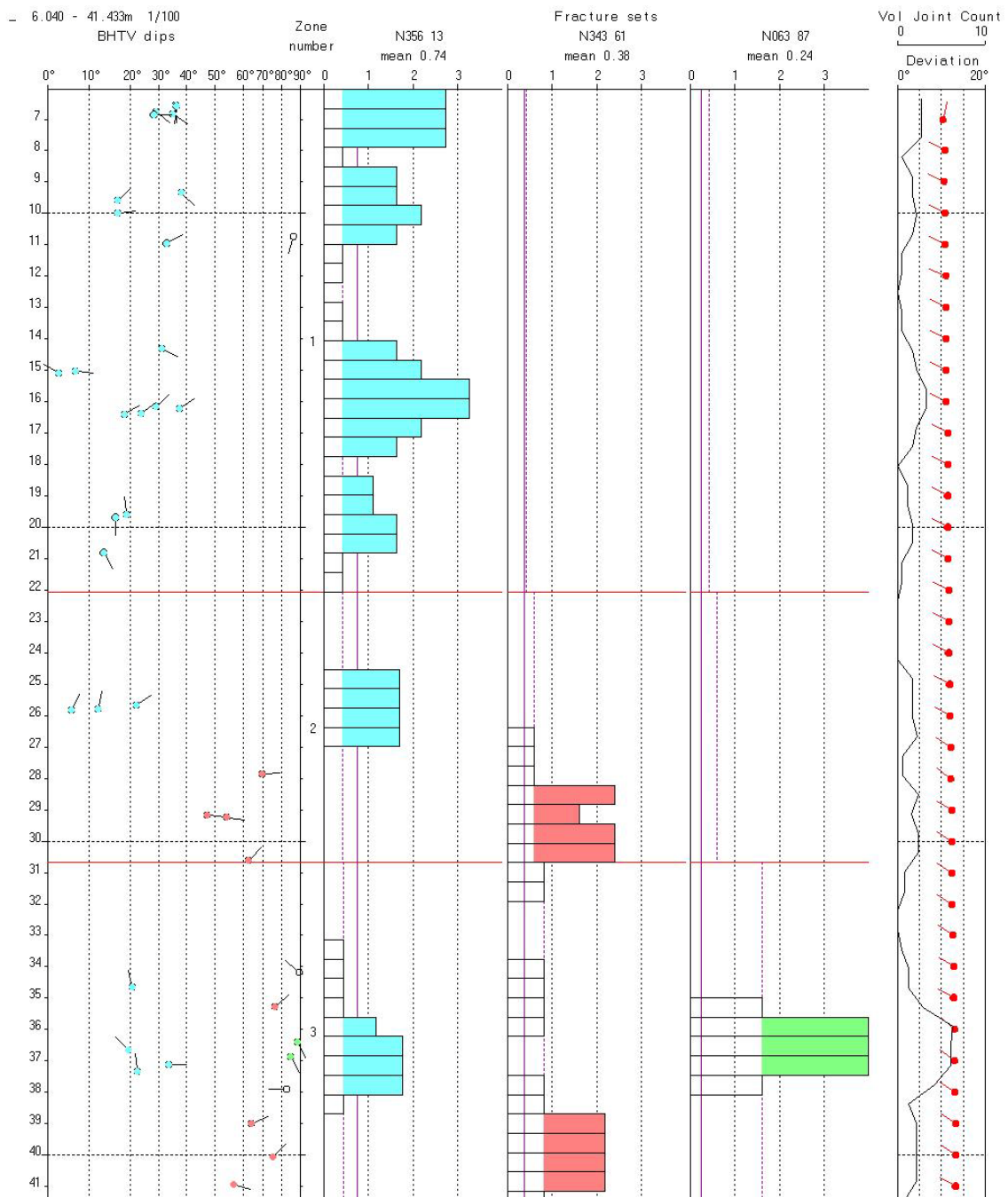
Figur 29 viser sprekkefrekvenshistogram for FB 85,5. Størst total sprekkefrekvens (antall sprekker/meter) indikeres ved 36 – 37 m dyp, se også figur 26 som viser bilde av sprekken. Disse sprekken ser ikke ut til å påvirke verken resistivitet eller P-bølgehastighet. Det er også høy sprekkefrekvens ved 15-16 m, se figur 26, og både resistivitet og P-bølgehastighet viser noe lavere verdier her som kan tyde på vannførende sprekker. Borehullsforløpet, figur 29, viser et fall mot NV og fallvinkel på 10 – 13 ° fra lodd.



Figur 27. Sprekkestereogram over indikerte sprekker i FB 85,5.



Figur 28. Rosediagram for observerte sprekker i FB 81,3-2.



Figur 29. FB 85,5. Sprekkefrekvenshistogram over indikerte sprekker. Soneinndeling er markert med rød horisontal linje.

5. KONKLUSJON

I forbindelse med at Jernbaneverket planlegger ny jernbanetunnel mellom Holm og Nykirke i Vestfold, samt ny Holmestrand jernbanestasjon i fjell, har NGU logget fire brønner langs tunneltraséen. Hensikten med loggingen var å kartlegge oppsprekking og geologi for å få informasjon om fjellkvalitet. Det er logget med optisk og akustisk televiwer og målt resistivitet i fjell, seismisk hastighet, temperatur, ledningsevne i vann, og naturlig gammastråling. Opptakene med optisk televiwer ble meget gode i tre av hullene hvor det var klart vann. I det fjerde hullet var vannet svært grumset og det ble derfor logget med akustisk televiwer.

Opptakene med optisk televiwer viser at det i FB 78,6 og FB 79,8 er sandstein (Ringerike). I de deler av hullene hvor det ikke var vann ble opptakene for dårlig til å se detaljert geologi. Basalten i FB 81,3-2 har noe varierende sammensetning med hensyn til kornstørrelse og inneslutninger.

Målingene har påvist et fåtall soner med noe lav resistivitet og lav seismisk hastighet. Det er også indikert vannførende sprekker. Det forventes ikke at disse sonene vil medføre problemer ved tunneldriving om de skulle krysse tunneltraséen. I FB 81,3-2 er det påvist vanninnslag fra en sprekkesone på 37 m dyp. Dette er ca 35 m over grunnvannsspeilet og langt over tunnelnivå. I det samme hullet er det observert flere soner med konglomerat på forskjellige dyp. I FB 85,5, som er artesisk, er det indikert vanninnstrømning i hullet fra en sprekk på 16,3 m dyp. Vannmengden som strømmet ut av hullet var meget liten. Det er observert tre åpne sprekker i FB 79,8, men det er ingen indikasjon på at de er vannførende.

6. REFERANSER

Advanced Logic Technology, 2006: WellCAD, FWS processing, version 4.1.

Archie, G.E., 1942: The electrical resistivity log as an aid in determining some reservoir characteristics. *Petroleum Technology*, 5, 1422 – 1430.

Bøe, R., Lutro O. & Nordgulen Ø., 1999: Geologisk forhold langs jernbanetrasé Holm-Holmestrand-Nykirke. *NGU Rapport 99.037*.

Ganerød G.V., Dalsegg E. & Rønning J.S., 2009: 2D resistivitetsmålinger langs den planlagte Holm-Holmestrand-Nykirke jernbanetunnel. *NGU rapport 2009.068*.

Thunhead, H. & Olsson, O. 2004: Borehole corrections for a thick resistivity probe. *JEEG*, December 2004, Volume 9, Issue 4, pp. 217

RGLDIPv6.2 OPTV results

K = 0: BEDDING
K = 2: FRACTURE

borehole **FB 78,6**

zone from 1.851 to 24.613 m
North ref is magnetic
Dip format: Strike and Dip

	Depth	Strike	Dip	1-P0/100	n	Q	K	Upper Depth	Lower Depth	Well Diam	Well deviation Azimuth	Dev	Thickness
1	24.526	N255	39.6	0.901	4	C	2	24.472	24.580	0.140	121.59	2.63	1.8533
2	24.005	N257	19.4	1.000	3	A	2	23.982	24.027	0.140	112.83	3.03	0.0000
3	23.368	N241	25.5	0.970	4	B	2	23.338	23.398	0.140	118.00	2.92	0.0000
4	22.832	N134	72.8	0.938	4	C	2	22.607	22.858	0.140	132.82	2.09	0.0000
5	22.486	N128	50.8	0.978	4	A	2	22.400	22.572	0.140	128.80	2.38	0.0000
6	22.337	N148	68.9	0.929	7	C	2	22.166	22.509	0.140	118.47	2.39	0.0000
7	21.657	N244	27.6	1.000	3	A	2	21.624	21.690	0.140	120.44	2.75	0.0000
8	21.146	N044	32.8	1.000	3	A	2	21.096	21.197	0.140	123.97	2.91	0.0000
9	20.691	N240	20.5	1.000	3	A	2	20.669	20.714	0.140	118.18	3.03	0.0000
10	19.947	N229	25.5	0.979	5	A	2	19.917	19.976	0.140	116.98	2.73	0.0000
11	19.795	N221	18.4	0.973	5	A	2	19.775	19.814	0.140	117.08	2.76	0.0000
12	19.193	N029	36.7	0.982	4	A	2	19.135	19.251	0.140	123.06	2.80	0.0000
13	19.084	N216	19.9	1.000	3	A	2	19.063	19.105	0.140	124.04	2.83	0.0000
14	18.827	N281	63.2	1.000	3	A	2	18.695	18.958	0.140	123.61	3.17	0.0000
15	18.631	N235	23.3	1.000	3	A	2	18.605	18.657	0.140	121.12	3.25	0.0000
16	18.525	N005	42.2	0.984	4	A	2	18.454	18.595	0.140	115.85	3.22	0.0000
17	16.410	N224	29.5	0.997	4	A	2	16.376	16.445	0.140	114.00	3.61	0.0000
18	16.260	N211	27.0	1.000	3	A	2	16.229	16.290	0.140	108.09	3.62	0.0000
19	15.858	N216	32.8	1.000	3	A	2	15.818	15.898	0.140	125.00	3.03	0.0000
20	15.358	N202	22.9	0.973	4	A	2	15.332	15.384	0.140	118.00	2.77	0.0000
21	14.882	N205	27.1	0.957	4	B	2	14.852	14.913	0.140	109.00	3.46	0.0000
22	13.507	N200	24.2	0.988	4	A	2	13.479	13.535	0.140	131.12	2.79	0.0000
23	12.574	N200	24.0	0.951	4	B	2	12.547	12.601	0.140	112.33	3.10	0.0000
24	12.154	N177	70.9	1.000	3	A	2	11.983	12.158	0.140	116.85	3.69	0.0000
25	11.411	N171	24.7	1.000	3	A	2	11.382	11.440	0.140	122.60	3.18	0.0000
26	10.958	N174	31.6	0.957	4	B	2	10.921	10.995	0.140	101.00	3.65	0.0000
27	10.874	N168	24.5	1.000	3	A	2	10.847	10.901	0.140	101.55	3.56	0.0000
28	7.944	N139	25.1	0.977	4	A	2	7.912	7.975	0.140	117.96	3.19	0.0000
29	7.182	N115	20.5	0.986	4	A	2	7.160	7.204	0.140	349.05	4.09	0.0000
30	6.978	N091	29.1	0.950	4	B	2	6.944	7.011	0.140	346.25	3.91	0.0000

RGLDIPv6.2 DIP DATA INTERPRETATION: FRACTURE ANALYSIS

borehole **FB 78,6**

zone from 6.000 to 24.000 m
North ref is magnetic
21 Apr 2010

Data is classed into 1 types
5 OPTV_dips

Quality cut-off level: *

Mean well deviation: 2.7°deg to N116.8°

3 small-circles defined

	SEARCH AREA			MEAN DIP		n	f
	azim	pl	cone	strike	dip		
1	125.4°	64.1°	27.2°	217°	23°	19	1.12
2	329.7°	61.6°	35.3°	59°	23°	6	0.37
3	49.1°	27.0°	17.6°	137°	64°	3	0.37

Total number of data = 28
Number of data unaccounted for = 2

ZONE No.	DEVIATION		DEPTHS m		No. DATA	MEAN DIPS and FREQUENCIES											
	Dev	Azim	TOP	BASE		Str	Dip	n	f	Str	Dip	n	f	Str	Dip	n	f
1	1.1	89.2	6.48	8.94	3	0	0	0	0.00	114	24	3	1.32	0	0	0	0.00
2	3.2	117.4	8.94	17.81	11	198	26	10	1.22	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
3	2.8	119.7	17.81	24.61	16	239	24	9	1.42	25	36	3	0.57	137	64	3	0.98

RGLDIPv6.2 OPTV results

K = 0: BEDDING
K = 2: FRACTURE

borehole **FB 79,8**

zone from 1.851 to 58.968 m

North ref is magnetic

Dip format: Strike and Dip

	Depth	Strike	Dip	1-P0/100	n	Q	K	Upper Depth	Lower Depth	Well Diam	Well deviation Azimuth	Dev	Thickness
1	57.936	N054	30.0	0.920	4	C	2	57.903	57.969	0.140	19.41	11.70	0.0000
2	56.870	N187	61.7	1.000	3	A	2	56.748	56.992	0.140	17.97	12.53	0.0000
3	56.596	N195	68.7	1.000	3	A	2	56.416	56.775	0.140	17.00	12.31	0.0000
4	56.016	N054	21.0	0.984	4	A	2	55.995	56.038	0.140	17.59	11.85	0.0000
5	53.570	N049	15.0	0.984	4	A	2	53.554	53.587	0.140	18.51	11.56	0.0000
6	53.231	N062	18.8	0.994	4	A	2	53.215	53.248	0.140	17.71	11.40	0.0000
7	53.113	N045	21.0	0.980	5	A	2	53.089	53.136	0.140	17.34	11.47	0.0000
8	52.899	N153	89.3	0.984	5	A	2	53.215	53.366	0.140	17.11	11.27	0.0000
9	52.371	N149	66.3	0.944	5	C	2	52.257	52.486	0.140	15.00	10.99	0.0000
10	51.607	N043	21.2	0.970	4	B	2	51.583	51.630	0.140	14.00	10.89	0.0000
11	46.458	N025	19.3	0.984	4	A	2	46.433	46.484	0.140	13.00	9.61	0.0000
12	45.244	N130	72.5	0.979	7	A	2	45.100	45.388	0.140	16.04	9.15	0.0000
13	43.126	N311	7.9	0.996	4	A	2	43.105	43.146	0.140	9.00	9.00	0.0000
14	42.384	N022	20.3	0.974	4	A	2	42.357	42.410	0.140	13.25	8.48	0.0000
15	38.499	N112	69.8	0.998	4	A	2	38.543	38.633	0.140	13.07	7.59	0.0000
16	37.897	N126	77.8	0.923	4	C	2	37.811	38.098	0.140	10.97	7.83	0.0000
17	35.528	N177	76.0	0.974	4	A	2	35.279	35.778	0.140	12.65	6.78	0.0000
18	35.354	N090	60.1	0.896	5	D	2	35.260	35.449	0.140	11.00	6.81	0.0000
19	35.288	N096	59.9	0.953	5	B	2	35.195	35.382	0.140	10.16	6.82	0.0000
20	35.247	N078	13.1	0.984	6	A	2	35.238	35.255	0.140	10.99	6.88	0.0000
21	35.218	N104	46.2	1.000	3	A	2	35.163	35.275	0.140	11.00	6.91	0.0000
22	34.413	N331	14.5	0.997	4	A	2	34.388	34.438	0.140	10.00	6.95	0.0000
23	34.141	N335	14.8	0.983	5	A	2	34.116	34.166	0.140	13.00	6.73	0.0000
24	33.105	N298	19.8	1.000	3	A	2	33.071	33.140	0.140	8.56	6.53	0.0000
25	32.456	N330	8.1	0.979	4	A	2	32.441	32.472	0.140	6.00	6.19	0.0000
26	32.301	N319	22.1	0.979	4	A	2	32.265	32.337	0.140	5.10	6.28	0.0000
27	31.818	N320	14.4	1.000	3	A	2	31.792	31.843	0.140	13.00	6.45	0.0000
28	31.694	N312	22.8	0.971	5	B	2	31.656	31.732	0.140	13.00	6.33	0.1360
29	31.545	N308	25.1	0.960	6	B	2	31.503	31.588	0.140	13.99	6.55	0.0000
30	31.195	N012	19.7	0.944	4	C	2	31.168	31.221	0.140	13.04	6.23	0.0000
31	29.062	N062	74.2	0.932	4	C	2	28.913	29.256	0.140	17.05	5.70	0.0000
32	27.566	N089	77.9	0.957	5	B	2	27.343	27.789	0.140	12.60	5.48	0.0000
33	25.035	N067	69.5	0.982	5	A	2	24.877	25.192	0.140	14.77	4.44	0.0000
34	23.786	N080	68.0	0.940	4	C	2	23.641	23.932	0.140	19.81	4.27	0.0000
35	19.976	N063	57.3	0.983	5	A	2	19.874	20.078	0.140	31.81	3.59	0.0000
36	18.945	N162	77.3	0.923	7	C	2	18.684	19.207	0.140	32.09	3.00	0.0000
37	18.807	N056	56.7	0.985	5	A	2	18.704	18.910	0.140	40.22	3.08	0.0000
38	18.626	N058	50.2	1.000	3	A	2	18.557	18.708	0.140	42.61	2.99	0.0000
39	18.563	N070	60.4	0.963	4	B	2	18.446	18.679	0.140	40.67	2.90	0.0000
40	17.372	N245	19.7	0.979	4	A	2	17.346	17.399	0.140	42.11	2.92	0.0000
41	16.788	N062	70.1	0.952	6	B	2	16.607	16.968	0.140	38.99	3.41	0.0119
42	16.753	N063	70.2	0.969	5	B	2	16.573	16.932	0.140	34.79	3.34	0.0000
43	14.829	N043	46.0	0.984	4	A	2	14.755	14.903	0.140	59.22	2.29	0.0000
44	14.253	N230	24.1	0.998	4	A	2	14.222	14.284	0.140	56.00	1.78	0.0000
45	14.021	N220	21.1	0.982	4	A	2	13.994	14.047	0.140	51.98	1.37	0.0000
46	13.408	N200	33.3	0.869	4	D	2	13.364	13.452	0.140	57.30	1.87	0.1053
47	13.286	N178	27.3	0.998	4	A	2	13.253	13.320	0.140	61.00	2.02	0.0000
48	12.974	N032	31.1	0.962	4	B	2	12.929	13.018	0.140	69.00	1.84	0.0000
49	11.234	N019	51.5	0.995	4	A	2	11.140	11.329	0.140	81.39	2.31	0.0000
50	9.735	N022	31.8	1.000	3	A	2	9.688	9.781	0.140	84.54	1.96	0.0000
51	9.588	N358	6.2	1.000	3	A	2	9.578	9.598	0.140	91.00	1.81	0.0000
52	8.378	N026	26.1	1.000	3	A	2	8.341	8.415	0.140	78.27	2.04	0.0000
53	8.346	N026	30.2	0.998	4	A	2	8.302	8.389	0.140	77.00	2.06	0.0000
54	8.330	N108	78.3	0.987	4	A	2	8.410	8.638	0.140	77.32	2.08	0.0000
55	8.039	N027	29.4	1.000	3	A	2	7.998	8.081	0.140	84.00	1.49	0.0000
56	7.652	N016	46.8	0.990	4	A	2	7.630	7.731	0.140	73.36	1.93	0.0423
57	7.589	N012	49.0	0.930	4	C	2	7.573	7.674	0.140	78.56	1.78	0.0000
58	6.627	N228	33.5	0.927	4	C	2	6.584	6.671	0.140	183.82	2.40	0.0000
59	6.333	N018	60.5	0.938	5	C	2	6.208	6.459	0.140	187.62	1.97	0.0463
60	6.238	N020	61.3	0.872	5	D	2	6.105	6.371	0.140	174.19	2.14	0.0000
61	6.090	N221	35.5	0.985	5	A	2	6.045	6.136	0.140	126.63	2.46	0.0000

RGLDIPv6.2 DIP DATA INTERPRETATION: FRACTURE ANALYSIS

borehole **FB 79,8**

zone from 5.000 to 58.000 m

North ref is magnetic

21 Apr 2010

Data is classed into 1 types

5 OPTV_dips

Quality cut-off level: *

Mean well deviation: 6.2°deg to N 17.9°

5 small-circles defined

SEARCH AREA				MEAN DIP			
	azim	pl	cone	strike	dip	n	f
1	277.6°	59.0°	32.2°	17°	23°	31	0.64
2	122.5°	63.3°	16.7°	216°	26°	7	0.15
3	351.5°	27.6°	26.0°	73°	62°	13	0.46
4	76.4°	19.7°	30.0°	170°	72°	6	0.33
5	29.1°	15.3°	13.6°	119°	74°	4	0.20

Total number of data = 61

Number of data unaccounted for = 0

ZONE No.	DEVIATION		DEPTHS m		No. DATA	MEAN DIPS and FREQUENCIES																			
	Dev	Azim	TOP	BASE		Str	Dip	n	f	Str	Dip	n	f	Str	Dip	n	f	Str	Dip	n	f				
1	1.7	88.7	5.60	11.76	13	19	39	10	2.15	224	34	2	0.39	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	108	78	1	0.77
2	2.7	41.8	11.76	21.00	14	38	38	2	0.28	212	23	5	0.59	62	61	6	1.29	162	77	1	0.42	0	0	0	0.00
3	6.0	13.9	21.00	40.08	20	328	15	10	0.56	0	0	0	0.00	83	64	7	0.71	177	76	1	0.19	119	74	2	0.28
4	9.3	11.6	40.08	49.94	4	13	14	3	0.32	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	130	72	1	0.23
5	11.4	16.7	49.94	58.43	10	51	21	6	0.74	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	171	70	4	1.14	0	0	0	0.00

RGLDIPv6.2 OPTV results

K = 0: BEDDING
 K = 2: FRACTURE

borehole **FB 81,3-2**

zone from 1.851 to 135.176 m

North ref is magnetic

Dip format: Strike and Dip

	Depth	Strike	Dip	1-P0/100	n	Q	K	Upper Depth	Lower Depth	Well Diam	Well deviation Azimuth	Dev	Thickness
1	133.276	N138	65.7	0.941	4	C	2	133.141	133.411	0.140	347.60	6.59	0.0000
2	133.018	N316	14.5	1.000	3	A	2	132.995	133.040	0.140	337.70	6.52	0.0000
3	130.674	N229	22.8	1.000	3	A	2	130.636	130.713	0.140	344.43	6.41	0.0000
4	129.706	N172	16.0	1.000	3	A	0	129.684	129.728	0.140	346.20	6.24	0.8751
5	128.762	N052	48.6	1.000	3	A	0	128.697	128.827	0.140	347.64	6.31	0.0000
6	127.744	N182	39.5	1.000	3	A	0	127.681	127.808	0.140	338.97	6.27	0.5112
7	126.954	N081	82.4	0.942	5	C	0	126.660	127.249	0.140	343.67	5.83	0.0000
8	125.866	N204	16.5	1.000	3	A	2	125.839	125.892	0.140	347.39	5.78	0.0000
9	125.337	N278	6.4	1.000	3	A	2	125.322	125.351	0.140	342.19	5.66	0.0000
10	125.045	N245	32.5	1.000	3	A	2	124.990	125.100	0.140	343.00	5.78	0.0000
11	124.504	N061	81.8	0.786	4	D	0	124.227	124.781	0.140	340.68	6.03	0.7429
12	120.649	N092	76.8	0.991	5	A	0	120.436	120.862	0.140	337.00	5.50	0.0000
13	119.957	N302	33.2	0.941	4	C	0	119.906	120.008	0.140	332.22	5.55	0.8210
14	118.749	N331	62.9	0.977	4	A	2	118.609	118.889	0.140	334.18	5.54	0.0000
15	114.628	N125	10.5	1.000	3	A	0	114.615	114.640	0.140	325.00	5.21	1.5748
16	112.994	N060	24.8	1.000	3	A	0	112.969	113.019	0.140	325.00	5.11	0.0000
17	107.002	N118	15.6	1.000	3	A	2	106.984	107.021	0.140	315.00	5.16	0.0000
18	106.792	N127	28.0	0.995	4	A	2	106.755	106.829	0.140	312.92	5.10	0.0000
19	106.021	N284	52.1	0.996	4	A	2	105.922	106.120	0.140	313.49	5.16	0.0000
20	105.861	N289	47.9	0.990	4	A	2	105.777	105.944	0.140	310.00	5.20	0.0000
21	105.786	N144	31.7	0.999	4	A	2	105.740	105.832	0.140	311.00	5.24	0.0000
22	105.385	N161	10.7	1.000	3	A	2	105.367	105.402	0.140	309.00	5.32	0.0000
23	104.533	N029	65.0	1.000	3	A	2	104.415	104.652	0.140	306.00	5.65	0.0000
24	104.101	N013	74.9	0.953	4	B	2	103.911	104.291	0.140	304.90	5.49	0.0000
25	103.927	N011	73.1	0.934	4	C	2	103.752	104.102	0.140	304.62	5.40	0.0000
26	103.904	N128	24.6	0.995	4	A	2	103.871	103.938	0.140	304.16	5.39	0.0000
27	101.872	N358	83.1	0.892	5	D	2	101.521	102.223	0.140	306.00	5.58	0.0000
28	98.734	N234	54.5	0.956	5	B	2	98.611	98.857	0.140	316.35	5.92	0.0000
29	98.134	N228	52.5	0.940	5	C	2	98.020	98.248	0.140	312.23	6.00	0.0000
30	98.021	N217	45.6	0.945	4	C	2	97.932	98.109	0.140	308.49	6.00	0.0000
31	96.744	N314	78.2	0.983	6	A	2	96.404	97.084	0.140	315.11	6.25	0.0000
32	94.975	N079	24.0	0.927	4	C	2	94.950	95.000	0.140	309.89	6.43	0.1340
33	94.831	N064	18.4	0.976	4	A	2	94.815	94.848	0.140	303.12	6.39	0.0000
34	94.165	N308	64.7	0.970	4	B	2	94.022	94.307	0.140	299.00	6.47	0.0000
35	93.407	N181	52.8	0.988	5	A	2	93.293	93.521	0.140	302.00	6.44	0.0000
36	93.167	N071	51.2	1.000	3	A	2	93.094	93.241	0.140	303.57	6.37	0.0000
37	92.340	N147	48.8	1.000	3	A	2	92.258	92.422	0.140	323.25	6.38	0.0000
38	92.216	N137	51.3	1.000	3	A	2	92.127	92.305	0.140	313.97	6.32	0.0000
39	90.299	N153	54.0	1.000	3	A	2	90.192	90.407	0.140	308.07	6.34	0.0000
40	88.630	N133	57.1	0.997	4	A	2	88.520	88.740	0.140	310.64	6.39	0.0000
41	88.517	N139	53.9	1.000	3	A	2	88.418	88.617	0.140	312.42	6.37	0.0000
42	88.116	N057	43.9	1.000	3	A	2	88.062	88.170	0.140	312.21	6.32	0.0000
43	85.688	N174	69.1	0.953	6	B	2	85.461	85.915	0.140	317.00	6.08	0.0389
44	85.583	N174	67.1	0.988	5	A	2	85.381	85.786	0.140	316.51	6.13	0.0000
45	85.042	N115	64.3	0.974	4	A	2	84.908	85.175	0.140	315.00	6.10	0.0000
46	80.501	N146	77.0	0.913	6	C	2	80.185	80.818	0.140	320.89	5.14	0.0000
47	80.116	N301	15.7	1.000	3	A	2	80.093	80.140	0.140	324.97	5.31	0.0000
48	79.670	N300	15.9	1.000	3	A	2	79.646	79.693	0.140	323.00	5.14	0.0000
49	79.441	N330	22.8	1.000	3	A	2	79.412	79.470	0.140	320.00	4.95	0.0000
50	79.217	N308	23.9	0.924	4	C	2	79.184	79.250	0.140	317.54	4.78	0.0000
51	78.916	N277	26.6	0.945	4	C	2	78.876	78.955	0.140	317.22	4.63	0.0000
52	78.547	N042	83.7	0.937	7	C	2	78.193	78.901	0.140	327.90	5.04	0.0137
53	78.421	N037	83.8	0.945	6	C	2	78.059	78.784	0.140	328.52	5.08	0.0000
54	77.098	N317	25.2	1.000	3	A	2	77.063	77.133	0.140	325.82	4.85	0.0000
55	76.773	N048	72.2	0.930	5	C	2	76.604	76.942	0.140	326.69	4.78	0.0000
56	75.294	N310	70.4	0.996	4	A	2	75.082	75.507	0.140	327.77	4.39	0.0000
57	75.089	N267	11.5	1.000	3	A	2	75.070	75.108	0.140	322.01	4.40	0.0000
58	74.805	N275	24.9	0.967	4	B	2	74.767	74.843	0.140	325.44	4.45	0.0000
59	71.297	N051	70.3	0.970	6	B	2	71.134	71.459	0.140	315.13	3.64	0.0000
60	71.120	N039	69.2	0.969	8	B	2	70.964	71.276	0.140	320.92	3.54	0.0343
61	71.013	N040	73.3	0.938	8	C	2	70.822	71.204	0.140	321.68	3.48	0.0000
62	64.140	N169	38.8	0.986	5	A	2	64.078	64.201	0.140	300.87	3.29	0.0000
63	62.222	N069	70.0	0.968	4	B	2	62.055	62.389	0.140	295.00	3.67	0.0000
64	61.754	N301	71.1	0.973	5	B	2	61.553	61.955	0.140	297.00	3.53	0.0000
65	59.887	N117	30.8	0.998	4	A	2	59.844	59.929	0.140	293.00	3.75	0.0000
66	59.766	N105	26.0	0.973	5	A	2	59.733	59.800	0.140	293.41	3.69	0.1565
67	59.594	N111	24.4	0.970	4	B	2	59.562	59.625	0.140	293.95	3.73	0.0000
68	56.060	N124	8.2	1.000	3	A	2	56.048	56.073	0.140	288.43	4.11	0.0000
69	56.022	N114	8.4	0.966	4	B	2	56.010	56.034	0.140	288.53	4.14	0.0000
70	55.983	N088	6.2	0.956	4	B	2	55.976	55.991	0.140	288.00	4.17	0.0000
71	53.972	N262	30.3	0.994	4	A	2	53.927	54.017	0.140	289.48	4.45	0.0000

72	49.071	N251	50.9	0.961	5 B	2	48.975	49.167	0.140	289.00	4.77	0.0000
73	47.130	N122	24.6	0.912	4 C	2	47.096	47.164	0.140	289.65	4.60	0.0000
74	46.531	N172	37.6	0.934	5 C	2	46.471	46.591	0.140	313.00	4.64	0.0000
75	46.009	N021	50.5	0.957	5 B	0	45.936	46.083	0.140	314.00	4.46	0.0854
76	45.870	N023	54.0	0.952	5 B	0	45.787	45.953	0.140	313.83	4.44	0.0000
77	45.581	N196	35.3	0.991	4 A	2	45.523	45.638	0.140	313.61	4.52	0.0000
78	44.553	N151	52.6	0.995	4 A	2	44.457	44.649	0.140	314.29	4.41	0.0000
79	42.474	N159	76.3	0.960	4 B	2	42.507	42.795	0.140	321.45	4.37	0.0000
80	42.301	N193	75.7	0.984	5 A	2	41.937	42.537	0.140	323.53	4.48	0.0000
81	41.427	N122	53.9	1.000	3 A	2	41.411	41.517	0.140	328.78	3.90	0.0000
82	41.374	N107	74.6	0.962	5 B	2	41.158	41.589	0.140	329.55	3.85	0.0000
83	41.341	N131	53.6	0.993	4 A	2	41.259	41.432	0.140	329.00	3.84	0.0000
84	40.925	N110	7.5	0.975	4 A	2	40.918	40.932	0.140	326.26	3.87	0.0000
85	40.778	N077	5.8	1.000	3 A	2	40.775	40.781	0.140	324.64	3.85	0.0000
86	40.635	N052	7.6	1.000	3 A	2	40.630	40.639	0.140	328.46	3.83	0.0000
87	39.869	N284	12.9	0.976	4 A	2	39.849	39.889	0.140	328.47	3.89	0.0000
88	39.454	N165	19.7	0.982	4 A	2	39.427	39.481	0.140	326.00	3.58	0.0000
89	39.351	N173	23.1	1.000	3 A	2	39.318	39.383	0.140	328.00	3.57	0.0000
90	39.036	N110	13.0	0.987	4 A	2	39.022	39.050	0.140	330.00	3.36	0.0000
91	37.689	N324	70.8	0.991	4 A	2	37.774	37.894	0.140	330.54	3.21	0.0000
92	37.358	N054	21.3	0.967	5 B	2	37.335	37.380	0.140	327.23	3.25	0.1563
93	37.183	N033	32.9	0.981	5 A	2	37.142	37.224	0.140	337.53	3.08	0.0000
94	36.811	N323	58.3	0.957	6 B	2	36.693	36.930	0.140	346.00	2.95	0.0000
95	36.765	N319	47.0	0.888	7 D	2	36.687	36.844	0.140	344.77	2.92	0.0000
96	36.625	N318	44.5	0.965	4 B	2	36.553	36.697	0.140	342.00	2.75	0.0000
97	36.355	N011	35.6	0.984	4 A	2	36.323	36.403	0.140	345.37	2.56	0.0000
98	36.223	N035	23.8	0.966	4 B	2	36.195	36.252	0.140	347.00	2.47	0.0000
99	36.214	N290	52.7	0.964	4 B	2	36.115	36.299	0.140	347.00	2.46	0.0000
100	36.069	N284	55.6	0.956	5 B	2	35.958	36.181	0.140	351.00	2.44	0.0000
101	36.066	N043	13.9	0.999	4 A	2	36.051	36.081	0.140	351.00	2.44	0.0000
102	36.002	N297	57.0	0.934	5 C	2	35.885	36.091	0.140	348.34	2.45	0.0000
103	35.822	N315	48.5	0.934	5 C	2	35.739	35.905	0.140	348.05	2.37	0.0000
104	35.782	N018	52.4	1.000	3 A	2	35.695	35.749	0.140	345.46	2.38	0.0000
105	35.663	N292	54.7	1.000	3 A	2	35.557	35.769	0.140	345.65	2.34	0.0000
106	35.594	N295	42.8	1.000	3 A	2	35.525	35.663	0.140	347.96	2.31	0.0000
107	35.391	N268	47.2	0.882	4 D	2	35.309	35.374	0.140	349.71	2.27	0.0000
108	35.383	N053	83.4	1.000	3 A	2	34.925	35.101	0.140	349.20	2.28	0.0000
109	35.338	N313	48.5	0.994	5 A	2	35.256	35.421	0.140	346.40	2.29	0.0000
110	35.287	N270	45.3	0.993	4 A	2	35.210	35.363	0.140	343.74	2.27	0.0000
111	35.245	N229	28.6	1.000	3 A	2	35.204	35.275	0.140	347.09	2.21	0.0000
112	34.999	N264	0.9	1.000	3 A	2	34.995	35.003	0.140	349.76	2.19	0.0000
113	34.998	N354	36.4	1.000	3 A	2	34.947	34.994	0.140	349.83	2.19	0.0000
114	34.841	N079	12.2	1.000	4 A	2	34.829	34.854	0.140	349.91	2.17	0.0000
115	32.418	N212	50.7	0.945	4 C	2	32.329	32.506	0.140	1.86	1.69	0.0000
116	29.968	N071	26.0	0.953	8 B	2	29.936	30.001	0.140	356.00	1.09	0.0000
117	29.816	N017	60.5	0.959	4 B	2	29.694	29.938	0.140	357.37	1.00	0.0000
118	23.275	N355	24.3	0.979	4 A	2	23.244	23.306	0.140	279.50	0.32	0.0000
119	22.473	N350	74.9	1.000	3 A	2	22.221	22.725	0.140	296.38	0.47	0.0000
120	21.326	N241	76.4	0.923	5 C	2	21.033	21.619	0.140	258.40	0.49	0.0000
121	17.484	N100	20.7	1.000	3 A	2	17.457	17.511	0.140	265.48	1.12	0.0000
122	15.531	N282	67.7	0.967	6 B	2	15.361	15.702	0.140	275.00	0.56	0.0000
123	14.261	N129	26.2	0.981	4 A	2	14.225	14.297	0.140	239.09	0.97	0.0000
124	13.792	N305	26.3	0.969	4 B	2	13.758	13.825	0.140	253.45	0.86	0.0000
125	13.042	N066	30.5	0.935	5 C	2	13.001	13.082	0.140	312.62	0.22	0.0805
126	12.949	N076	29.1	0.962	4 B	2	12.910	12.988	0.140	313.35	0.22	0.0000
127	12.667	N208	46.7	0.997	4 A	2	12.593	12.742	0.140	318.45	0.23	0.0000
128	12.427	N270	62.4	0.973	5 B	2	12.293	12.562	0.140	291.14	0.38	0.0000
129	12.161	N087	71.1	0.857	5 D	2	11.957	12.365	0.140	276.88	0.51	0.0000
130	11.956	N345	15.5	0.921	4 C	2	11.937	11.975	0.140	267.21	0.54	0.0000
131	11.755	N269	62.0	1.000	3 A	2	11.624	11.887	0.140	265.06	0.60	0.0000
132	11.607	N262	49.5	0.961	4 B	2	11.524	11.689	0.140	280.22	0.52	0.0000
133	11.350	N096	68.8	0.945	4 C	2	11.214	11.528	0.140	303.33	0.51	0.0000
134	11.349	N276	49.2	0.957	4 B	2	11.268	11.431	0.140	303.46	0.51	0.0000
135	11.031	N295	38.8	0.926	4 C	2	10.974	11.088	0.140	332.81	0.82	0.0000
136	10.619	N295	70.5	0.997	4 A	2	10.421	10.817	0.140	313.81	0.21	0.0000
137	9.330	N313	36.3	0.983	5 A	2	9.279	9.381	0.140	154.07	0.82	0.0316
138	9.290	N311	37.6	1.000	3 A	2	9.237	9.344	0.140	147.65	0.70	0.0000
139	9.036	N035	14.1	1.000	3 A	2	9.018	9.054	0.140	168.21	0.61	0.0000

RGLDIPv6.2 DIP DATA INTERPRETATION: FRACTURE ANALYSIS

borehole **FB 81,3-2**

zone from 8.000 to 133.000 m

North ref is magnetic

26 Apr 2010

Data is classed into 1 types

5 OPTV_dips

Quality cut-off level: *

Mean well deviation: 3.9°deg to N317.6°

5 small-circles defined

	SEARCH AREA			MEAN DIP		n	f
	azim	pl	cone	strike	dip		
1	4.4°	81.2°	43.0°	90°	4°	57	0.46
2	212.0°	22.5°	37.0°	299°	54°	28	0.39
3	305.7°	21.1°	24.1°	34°	71°	12	0.25
4	55.4°	26.0°	19.6°	144°	59°	10	0.16
5	112.8°	21.5°	31.1°	201°	55°	9	0.14

Total number of data = 116

Number of data unaccounted for = 12

ZONE No.	DEVIATION		DEPTHS m		No. DATA	MEAN DIPS and FREQUENCIES																			
	Dev	Azim	TOP	BASE		Str	Dip	n	f	Str	Dip	n	f	Str	Dip	n	f	Str	Dip	n	f				
1	0.3	246.0	8.54	15.93	18	52	13	6	0.83	287	52	8	1.75	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	208	47	1	0.20
2	0.6	326.2	15.93	33.17	7	56	18	3	0.18	0	0	0	0.00	17	60	1	0.12	0	0	0	0.00	212	51	1	0.09
3	3.1	333.1	33.17	43.02	36	44	7	16	1.63	301	50	13	2.14	38	67	2	0.47	146	64	2	0.46	193	76	1	0.48
4	4.3	296.0	43.02	61.49	12	146	16	10	0.57	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	151	53	1	0.09	0	0	0	0.00
5	4.1	319.0	61.49	83.04	19	286	16	9	0.44	305	71	2	0.30	43	75	6	0.87	146	77	1	0.21	0	0	0	0.00
6	5.9	308.9	83.04	108.29	29	105	20	8	0.33	300	60	4	0.33	17	71	3	0.28	142	53	5	0.34	200	54	6	0.47
7	5.3	328.5	108.29	123.68	1	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
8	6.2	342.5	123.68	133.77	6	245	15	5	0.53	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	138	66	1	0.22	0	0	0	0.00

RGLDIPv6.2 BHTV results

K = 0: BEDDING
K = 2: FRACTURE

borehole **FB 85,5**

zone from 1.441 to 42.486 m
North ref is magnetic
Dip format: Strike and Dip
15 Apr 2010

	Depth	Strike	Dip	1-P0/100	n	Q	K	Upper Depth	Lower Depth	Well Diam	Well deviation Azimuth	Dev	Thickness
1	40.933	N015	56.6	0.988	4	A	2	40.866	41.000	0.140	300.00	13.33	0.0000
2	40.041	N315	75.3	0.963	6	B	2	39.809	40.273	0.140	304.00	13.15	0.0000
3	38.983	N337	63.8	0.981	5	A	2	38.874	39.092	0.140	304.17	13.21	0.0000
4	37.906	N179	82.9	0.999	4	A	2	38.588	38.990	0.140	304.00	13.16	0.0000
5	37.350	N264	22.5	0.971	4	B	2	37.305	37.394	0.140	304.00	13.22	0.0000
6	37.113	N359	33.7	0.971	4	B	2	37.082	37.145	0.140	307.00	13.16	0.0000
7	36.870	N061	85.0	0.855	7	D	2	36.635	37.105	0.140	304.00	13.09	0.0000
8	36.631	N225	19.7	0.932	4	C	2	36.586	36.675	0.140	305.00	13.02	0.0000
9	36.388	N064	88.3	0.969	6	B	2	36.092	36.685	0.140	307.07	12.95	0.0000
10	35.279	N320	76.6	1.000	3	A	2	35.407	35.502	0.140	300.00	12.87	0.0000
11	34.632	N256	20.8	0.993	4	A	2	34.590	34.674	0.140	301.00	12.80	0.0000
12	34.184	N221	89.4	0.975	4	A	2	33.853	34.039	0.140	301.00	12.76	0.0000
13	30.596	N316	62.6	0.947	5	B	2	30.471	30.721	0.140	304.08	12.32	0.0000
14	29.240	N009	54.2	0.928	5	C	2	29.175	29.305	0.140	302.00	12.27	0.0498
15	29.162	N006	47.0	0.908	5	C	2	29.110	29.213	0.140	303.00	12.30	0.0000
16	27.857	N358	69.7	0.970	5	B	2	27.735	27.980	0.140	304.30	12.05	0.0000
17	25.818	N297	5.8	0.887	4	D	2	25.801	25.835	0.140	300.00	11.91	0.0000
18	25.781	N283	12.1	1.000	3	A	2	25.756	25.805	0.140	300.00	11.82	0.0000
19	25.674	N328	22.2	0.996	4	A	2	25.649	25.698	0.140	299.56	11.82	0.0000
20	20.806	N060	13.6	0.995	4	A	2	20.797	20.814	0.140	299.00	11.40	0.0000
21	19.702	N090	16.4	0.951	5	B	2	19.684	19.720	0.140	300.00	11.41	0.0000
22	19.585	N264	19.2	1.000	3	A	2	19.548	19.621	0.140	300.00	11.39	0.0000
23	16.394	N329	18.7	0.958	4	B	2	16.374	16.414	0.140	297.50	11.15	0.0206
24	16.372	N324	24.0	0.938	5	C	2	16.345	16.399	0.140	297.00	11.13	0.0000
25	16.223	N327	37.3	0.990	4	A	2	16.178	16.269	0.140	296.87	11.19	0.0632
26	16.148	N317	29.1	0.835	4	D	2	16.112	16.184	0.140	297.00	11.15	0.0000
27	15.073	N211	2.6	0.927	4	C	2	15.056	15.090	0.140	298.00	11.07	0.0000
28	15.018	N005	6.6	1.000	3	A	2	15.011	15.024	0.140	297.60	11.08	0.0000
29	14.302	N026	31.1	0.952	4	B	2	14.277	14.328	0.140	298.00	11.08	0.0000
30	10.960	N330	33.0	1.000	3	A	2	10.922	10.997	0.140	295.00	10.74	0.0000
31	10.738	N106	86.1	0.932	6	C	2	10.041	11.435	0.140	296.00	10.88	0.0000
32	9.986	N353	17.0	0.967	4	B	2	9.973	9.998	0.140	297.00	10.73	0.0000
33	9.567	N317	16.9	0.922	4	C	2	9.547	9.587	0.140	295.00	10.66	0.0000
34	9.327	N046	38.2	1.000	3	A	2	9.289	9.365	0.140	295.24	10.68	0.0000
35	6.867	N000	28.6	0.926	4	C	2	6.825	6.908	0.140	1.65	10.30	0.0000
36	6.822	N035	35.1	1.000	3	A	2	6.778	6.866	0.140	11.00	10.35	0.0000
37	6.776	N039	29.1	0.946	5	C	2	6.741	6.812	0.140	16.00	10.46	0.0000
38	6.562	N095	36.4	0.980	5	A	2	6.528	6.597	0.140	351.46	10.57	0.0182
39	6.540	N088	36.1	0.899	5	D	2	6.506	6.573	0.140	348.91	10.64	0.0000

RGLDIPv6.2 DIP DATA INTERPRETATION: FRACTURE ANALYSIS

borehole **FB 85,5**

zone from 6.000 to 41.000 m
North ref is magnetic
21 May 2010

Data is classed into 1 types
3 BHTV_dips

Quality cut-off level: *

Mean well deviation: 11.6°deg to N301.9°

3 small-circles defined

	SEARCH AREA			MEAN DIP		n	f
	azim	pl	cone	strike	dip		
1	330.3°	79.1°	39.7°	356°	13°	26	0.74
2	254.8°	21.6°	31.0°	343°	61°	8	0.38
3	334.8°	6.7°	7.5°	63°	87°	2	0.25

Total number of data = 36
Number of data unaccounted for = 3

ZONE No.	DEVIATION		DEPTHS m		No. DATA	MEAN DIPS and FREQUENCIES											
	Dev	Azim	TOP	BASE		Str	Dip	n	f	Str	Dip	n	f	Str	Dip	n	f
1	10.6	301.6	6.05	22.06	20	12	16	19	1.20	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
2	12.0	300.9	22.06	30.68	7	310	13	3	0.36	352	57	4	0.69	0	0	0	0.00
3	12.9	303.0	30.68	41.43	12	281	15	4	0.41	335	66	4	0.75	63	87	2	0.74