

MILJØ- OG SAMFUNNSTJENLIGE TUNNELER

Rapport nr: **10**

Borehullslogging og strukturgeologiske studier Gualia, Lunner kommune



A



Intern rapport nr. 2259



Statens vegvesen

Rapport nr.: 2001.117		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen																																				
Tittel: Tunnelprosjektet. Borehullslogging og strukturgeologiske studier Gualia, Lunner kommune.																																							
Forfatter: Harald Elvebakk, Alvar Braathen, Jan S. Rønning og Øystein Nordgulen		Oppdragsgiver: Statens Vegvesen																																					
Fylke: Oppland		Kommune: Lunner																																					
Kartblad (M=1:250.000) Hamar		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1815 I Gran og 1915 IV Hurdal																																					
Forekomstens navn og koordinater: Se sammendrag		Sidetall: 70		Pris: kr 400																																			
Feltarbeid utført: 06.11 - 13.11. 2001		Rapportdato: 16.01.02	Prosjektnr.: 282702	Ansvarlig:																																			
<p>Sammendrag:</p> <p>I forbindelse med prosjektet "Miljø- og samfunnstjenlige tunneler" har NGU gjort geologiske og geofysiske undersøkelser langs deler av tunneltraseen ved Gualia i Lunner kommune. Hensikten med de geologiske undersøkelsene var å kartlegge og undersøke svakhetssoner i berggrunnen. Med de geofysiske undersøkelsene ville en prøve ut teknikker som har vært lite benyttet i forundersøkelser for tunneldrift. Benyttede metoder har vært optisk inspeksjon i borehull, måling av temperatur og ledningsevne i vannet og måling av naturlig gammastråling i borehullene. Det er også målt resistivitet i borehullene og foretatt testpumping med strømningsmåling for å beregne brønnenes vanngiverevne. Alle disse metodene kan si noe om fjellets beskaffenhet (oppsprekking, vanninnslag). Tidligere har NGU gjort 2D resistivitetsmålinger på bakken langs tunneltraseen for å kartlegge svakhetssoner.</p> <p>Resultatene fra målinger i 6 brønner viser store variasjoner i fjellkvaliteten. Brønnene er boret mot indikerte svakhetssoner. Åpne vannførende sprekker og partier med sterkt oppsprukket fjell er påvist i eller like i nærheten av tunneltraseen. Svakhetssonen mellom hornfels og syenitt vest for Langvatnet er sterkt oppsprukket, har stor vanngiverevne, og det er påvist ustabile masser. Lenger øst er det i syenitten påvist flere åpne, vannførende sprekker. Lengst øst i traseen er det påvist oppsprukket og ustabil fjell. Flere av hullene var blokkert av ras, noe som bekrefter den dårlige fjellkvaliteten. I de nevnte områdene må en forvente problemer under drivingen med hensyn til vanninnslag og stabilitet.</p> <p>Metodisk har borehullsundersøkelsene vist seg å ha stor verdi for oppfølging av 2D resistivitetsmålinger på bakken. Indikerte svakhetssoner ved 2D er blitt bekreftet og karakterisert. Utprøving av de geofysiske teknikkene har så langt vist lovende resultater. 2D resistivitetsmålinger på bakken med oppfølgende boring, borehullslogging, pumping og strømningsmåling vil sammen gi en god karakterisering av undergrunnen der fjellanlegg planlegges. Med et godt geologisk grunnlag (strukturkartlegging) vil de nevnte teknikker kunne bidra med verdifulle opplysninger om hva en kan forvente seg foran stoffen ved tunneldriving.</p>																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Bh</th> <th>UTM-øst</th> <th>UTM-nord</th> <th>UTM.sone</th> <th>Geoide</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>594572</td> <td>6682645</td> <td>32 V</td> <td>WGS84</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>594584</td> <td>6682795</td> <td>32 V</td> <td>WGS84</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>594570</td> <td>6682836</td> <td>32 V</td> <td>WGS84</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>595728</td> <td>6683129</td> <td>32 V</td> <td>WGS84</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>596048</td> <td>6683112</td> <td>32 V</td> <td>WGS84</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>594579</td> <td>6682794</td> <td>32 V</td> <td>WGS84</td> </tr> </tbody> </table>					Bh	UTM-øst	UTM-nord	UTM.sone	Geoide	3	594572	6682645	32 V	WGS84	4	594584	6682795	32 V	WGS84	5	594570	6682836	32 V	WGS84	6	595728	6683129	32 V	WGS84	7	596048	6683112	32 V	WGS84	8	594579	6682794	32 V	WGS84
Bh	UTM-øst	UTM-nord	UTM.sone	Geoide																																			
3	594572	6682645	32 V	WGS84																																			
4	594584	6682795	32 V	WGS84																																			
5	594570	6682836	32 V	WGS84																																			
6	595728	6683129	32 V	WGS84																																			
7	596048	6683112	32 V	WGS84																																			
8	594579	6682794	32 V	WGS84																																			
Emneord: Geofysikk		Strukturgeologi		Borehullslogging																																			
Optisk televiwer		Elektrisk måling		Temperaturmåling																																			
Ledningsevne		Naturlig radioaktivitet		Fagrapport																																			

INNHold

1.	INNLEDNING	5
2.	BERGGRUNN OG BRUDD/SPREKKE-SYSTEMER OVER TUNNELTRASEEN	5
2.1	Bergarter i undersøkelsesområdet	5
2.2	Brudd/sprekkesystemer	6
3.	GEOFYSISKE MÅLEMETODER OG UTFØRELSE	9
3.1	Optisk televierer	9
3.2	Temperatur, ledningsevne og naturlig gamma	10
3.3	Avviksmåling	11
3.4	Resistivitet i borehull	11
4.	RESULTATER	11
4.1	Data fra undersøkte brønner	11
4.2	Optisk televierer	13
4.2.1	Sprekkeanalyse. Stereografisk projeksjon med definerte grupper	14
4.2.2	Sprekkeanalyse. Frekvenshistogrammer for definerte soner	20
4.2.3	Sprekkeanalyse. Åpne sprekker	29
4.3	Temperatur, elektrisk ledningsevne og gammalogg	31
4.4	Resistivitet i borehull	39
4.5	Avviksmåling	42
5.	DISKUSJON	44
6.	KONKLUSJON	52
7.	REFERANSER	53

TEKSTBILAG

Tekstbilag 1 : Brukerveiledning for OPTV.exe. Bruk av replay-program for avspilling av bildelogg.

FIGURER

- Figur 1 : Geologisk kart over området mellom Gualia og Slettmoen.
- Figur 2 : Sprekkemålinger i dagen. Rosediagram og stereonett.
- Figur 3 : OPTV sonde klar for logging i Bh 6.
- Figur 4 : Logging under vinterlige forhold, Bh 7.
- Figur 5 : Kart over undersøkt område. Gualia – Slettmoen. Plassering av undersøkte borehull.
- Figur 6 – 9 : Stereografisk projeksjon av indikerte sprekker i Bh 3, 4, 5, 6, 7, og 8.
- Figur 10 : Rosediagram og stereoplott av indikerte sprekker i borehull i Gualia.
- Figur 11 – 16 : OPTV. Frekvenshistogram over indikerte sprekker i Bh 3, 4, 5, 6, 7, og 8.
- Figur 17 : Bh 6. Åpne sprekker ved 41.8 m og 46.7.
- Figur 18 : Bh 6. Åpne sprekker ved 79.1 og 111.1 m.
- Figur 19 – 24 : Logg av temperatur, ledningsevne og naturlig gamma i Bh 3, 4, 5, 6, 7, og 8.
- Figur 25 – 30 : Resistivitet i borehull, Bh 3, 4, 5, 6, 7 og 8.
- Figur 31 – 36 : Borehullsforløp. Vertikal- og horisontalprojeksjon for Bh, 3, 4, 5, 6, 7 og 8.
- Figur 37 : Bildelogg Bh 3 med massiv syenitt, og Bh 4 med noe oppsprukket syenitt.
- Figur 38 : Bildelogg Bh 5, hornfels og Bh 8, oppsprukket syenitt.
- Figur 39 : 2D resistivitetsmodell med Bh 6 og Bh 7 og tunneltrase inntegnet. Indikerte åpne sprekker fra optisk logg i Bh 7 er også tegnet inn.
- Figur 40 : Bildelogg Bh 6 som viser åpne sprekker ved 42, 47, 79 og 111 m dyp.
: Mellom sprekken er det massiv syenitt.
- Figur 41 : Bildelogg Bh 7. Loggen viser dårlig fjell med åpent hull ved 38 m dyp.

DATABILAG

Databilag 1 – 8 : Data for gjennomsnittlig retning, fall og sprekkefrekvens for definerte soner i borehullet.

Databilag 5 – 10 : Data for borehullsforløp. Dyp, retning, fall, nord- og østkomponent (avvik).

KARTBILAG

2001.117-01 : Oversiktskart, Gualia – Slettmoen. M 1: 50 000.

1. INNLEDNING

I forbindelse med prosjektet "Miljø- og samfunnstjenlige tunneler" her kalt Tunnelprosjektet, har NGU utført feltarbeid i området over tunnelen, og borehullsinspeksjon med optisk televiwer i 6 brønner ved Langvatnet, Lunner kommune (se kartbilag -01). I tillegg er det i brønnene gjort måling av vannets temperatur og ledningsevne, naturlig gammastråling og resistivitet. Brønnene er boret i forbindelse med den nye tverrforbindelsen mellom RV 4 i vest (Lunner) og RV 174 i øst (Gardermoen). I den forbindelse skal det drives en 3.8 km lang tunnel.

Hensikten med Tunnelprosjektet er prøve ut teknikker som har vært lite benyttet ved forundersøkelser for tunneldrift. NGU har tidligere gjort 2D resistivitetsmålinger langs deler av tunneltraseen og logging av resistivitet i 4 brønner (Rønning & Dalsegg 2001).

NGU har også utført geofysiske målinger fra helikopter over det aktuelle området (Beard 1998, Beard og Mogaard 2001). Som en første fase av Tunnelprosjektet har NGU foretatt en tolkning av disse data med vektlegging på lineamenter (strukturer) som kan ha betydning for tunnelbyggingen (Beard 2001).

Geologiske og ingeniørgeologiske forhold er beskrevet i rapport fra forundersøkelser av Kirkeby og Iversen (1996). Basert på NGUs feltarbeid utdypes disse dataene med feltobservasjoner rundt svakhetssoner i berggrunnen. På grunnlag av de nevnte, tidligere rapporterte, undersøkelsene er det utført refraksjonsseismiske målinger over Langvatnet (Geomap 1997) og foretatt en kjerneboring under Langvatnet (Iversen 1998). Hydrologiske konsekvenser av tunnelen er beskrevet av Jordforsk (Kløve m.fl. 1999).

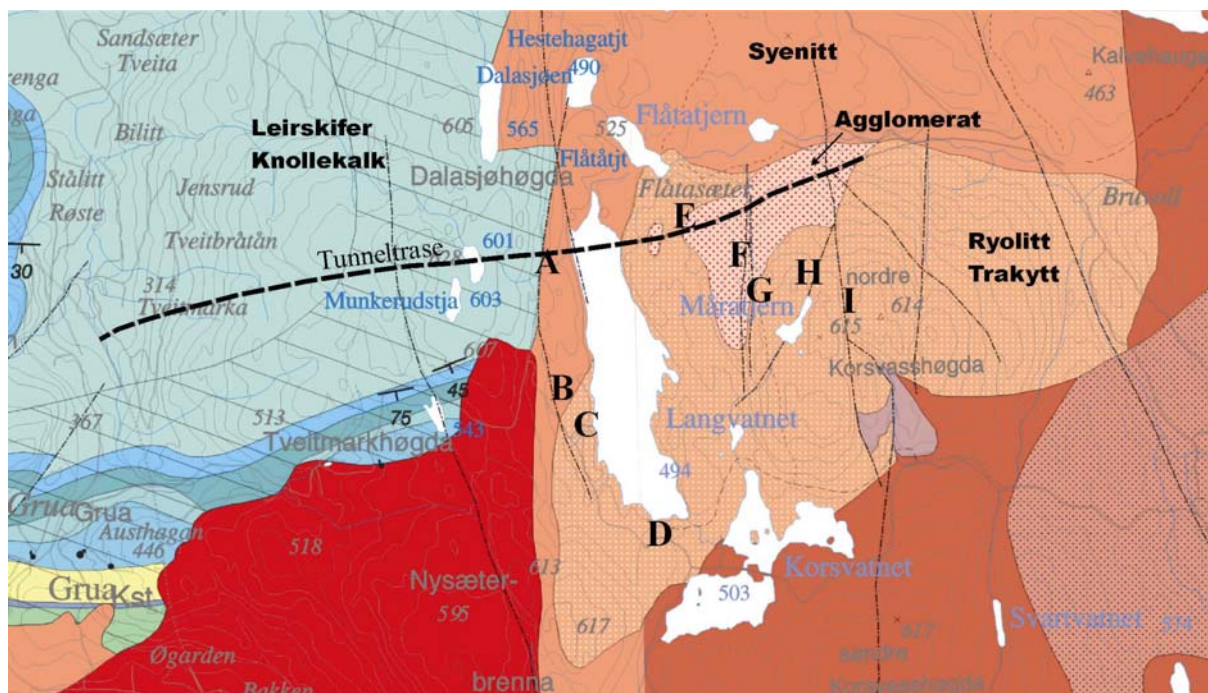
Parallelt med borehullsloggingen ble det gjort pumpetester i 4 av brønnene for å beregne vanngiverevnen. Dette blir beskrevet i egen NGU-rapport.

Geologisk feltarbeid har vært utført av Øystein Norgulen og Alvar Braathen, begge NGU, i perioden 09-11.10.01. Geofysiske målinger i brønnene ble utført 04.07.01 og 06.11 – 13.11.01 av Harald Elvebakk, NGU. Det undersøkte området er vist i oversiktskart, kartbilag -01.

2. BERGGRUNN OG BRUDD/SPREKKE-SYSTEMER OVER TUNNELTRASEEN

2.1 Bergarter i undersøkelsesområdet

Den vestlige delen av området utgjøres av ordovicisk leirskifer og knollekalk som er kontaktomvandlet til hornfels (se figur 1). Rundt Langvatnet opptrer hovedsaklig syenitt (kvartsfattig dypbergart), og videre mot øst ryolitt-trakytt (dagbergart) med porfyriske partier, og med lag av vulkanske breksjer og agglomerat (konglomerat).



Figur 1. Geologisk kart over området mellom Grealia og Slettmoen. Noen viktige forkastninger er vist på kartet. Tunneltraseen er vist som en svakt stiplet linje. Lokaltiteter der det er utført strukturgeologiske undersøkelser på overflaten er merket med bokstavene A – I (se figur 3).

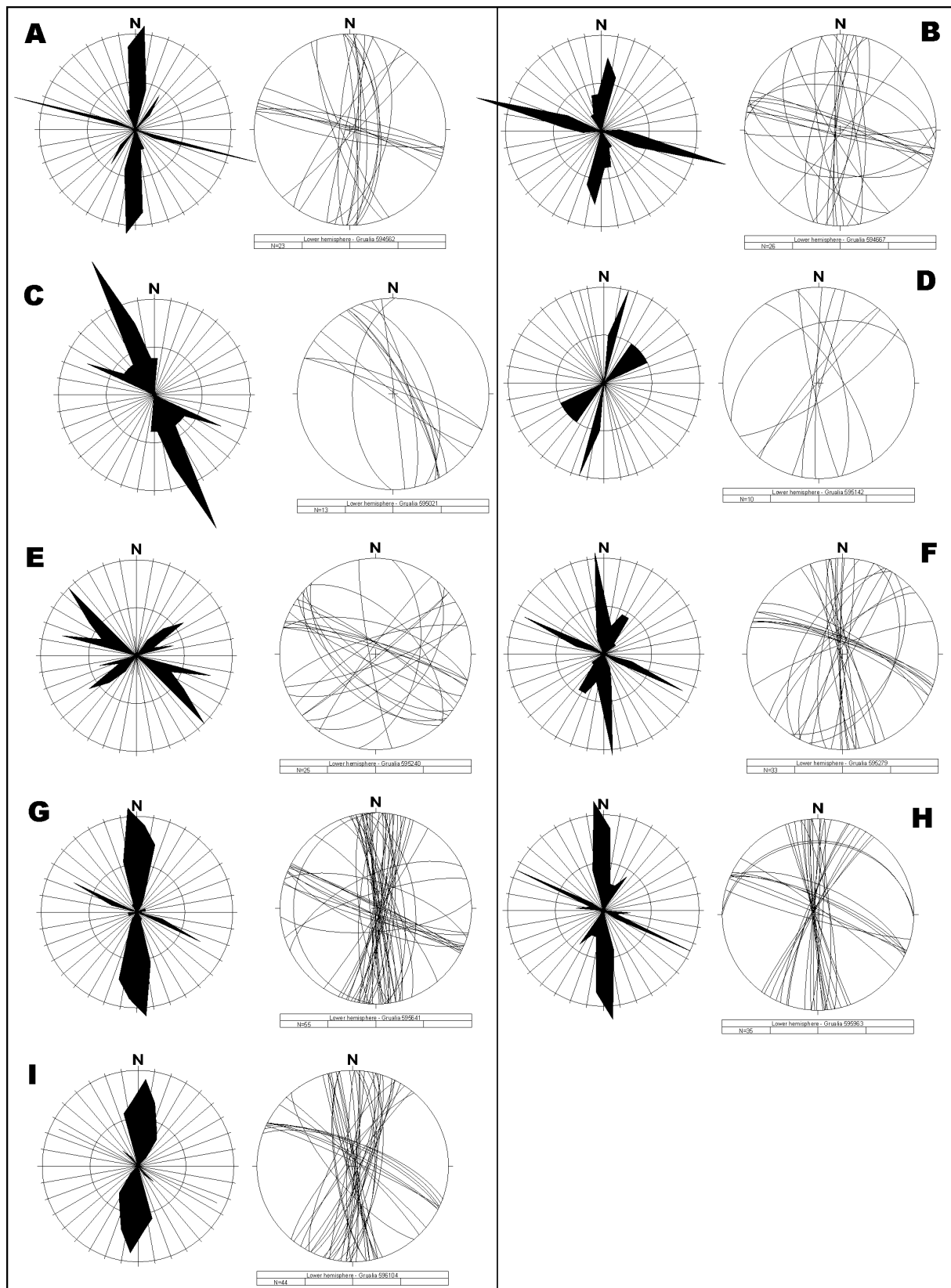
2.2 Brudd/sprekkesystemer

Tidligere undersøkelser (se over) viser at området er gjennomgått av steile til vertikale svakhetssoner, hvor hovedtrenden er omtrent N-S. Disse ses som langstrakte, lineære, topografiske forsenninger (lineamenter) på åsene både vest (Dalasjøhøgda) og øst (Korsvasshøgda) for Langvatnet. I tillegg forekommer mindre markante lineamenter med NV-SØ retning, og klart underordnet, med en NØ-SV retning.

Den mest markante N-S strukturen følger kontakten mellom hornfels og syenitt (figur 1). Her er det en ca. 20 m bred sone med intens oppsprekning karakterisert ved både tensjons og skjærbrudd (slickensides); den er klassifisert som en steil forkastning (for definisjoner, se Braathen og Gabrielsen 2000). Sonens mest sentrale del (kjerne) er ikke blottet, men distaldelen viser typiske frekvenser på 3-10 brudd/meter (b/m) (C-sone), som lokalt kan følges over i høyfrekvente bruddsett (B-sone). Det er også en rekke NV-SØ til V-Ø-brudd langs forkastningen (figur 2a). Denne bruddpopulasjonen opptrer lokalt i intenst oppsprukne, 50-cm brede B-soner med lommer og bånd av protobrekse. Disse sonene er ikke litifisert, dvs. at de er løse, noe som antyder at de er dannet ved en yngre tektonisk hendelse enn de andre bruddpopulasjonene i området.

Øst for denne sonen, langs veien nedover mot Langvatnet, viser berggrunnen moderat oppsprekning (1-5 brudd/meter), med brudd orientert hovedsakelig N-S til NNV-SSØ, og VNV-ØSØ (figur 2c). Et NØ-SV lineament ved sydenden av Langevannet vises klart som en bruddpopulasjon i veiskjæringen her (figur 2d).

Fire soner på østsiden av Langvannet har vært nærmere studert. Alle er subvertikale, mellom 10-20 meter brede, og karakterisert ved moderat til høy oppsprekningsgrad. Det er ikke funnet blotninger i den sentrale delen (forkastningskjernen). Ved Flåtasæter opptrer et VNV-ØSØ lineament med forholdsvis høye, C-sone bruddfrekvenser på ca. 5 b/m, som lokalt går over i en B-sone med frekvenser som overstiger 50 b/m. De fleste brudd er subparallele med lineamentet (figur 2e). De tre studerte N-S sonene oppe på Korsvasshøgda er alle karakterisert ved dominerende C-sone oppsprekning (3-10 b/m) som lokalt går over i 20-50 cm brede B-soner (>20 b/m). Den mest markante bruddpopulasjoner stryker N-S (figur 2 f,g,h,i), subparallelt med lineamentene, men en NV-SØ bruddpopulasjon ser ut til å opptre i hele området.



Figur 2. Sprekkemålinger utført på lokalitet A – I (se figur 1). For hver lokalitet er målingene vist i rosedigram og stereonett (nedre halvkule).

3. GEOFYSISKE MÅLEMETODER OG UTFØRELSE

Under følger en kort beskrivelse av de målemetoder som er benyttet, optisk televiewer (OPTV), temperatur-, ledningsevne- og naturlig gammalogg og resistivitetmåling (fjellresistivitet). I tillegg måles borehullsforløp (avvik) langs hele hullet.

3.1 Optisk televiewer

Optisk televiewer er en geofysisk metode som brukes ved inspeksjon av borehull. Instrumentet består av et videokamera som kan senkes ned i borehull med en diameter på 70 – 160 mm. Instrumentet senkes med en konstant hastighet på 1m/min og gjør et kontinuerlig opptak av den innvendige borehullsveggen. Det blir tatt et bilde for hver mm nedover i hullet (hele omkretsen, 360°) og bildet deles i 360 eller 720 pixler rundt hele omkretsen. Dette gir meget høy oppløsning og en kan se sprekker med en tykkelse ned til 0.5 mm. Bildet som presenteres er borehullsveggen brettet ut 360°. Sprekker som skjærer hullet i en vinkel større enn null, vil observeres som en sinusfunksjon på det utbrettede bildet. Innbygde magnetometre og akselerometre orienterer bildet. Dette gjør at en kan bestemme retning og fall til sprekker som skjærer borehullet. Alle indikerte sprekker og geologiske strukturer kan presenteres i stereogram (stereografisk projeksjon), histogram som viser sprekkefrekvenser langs et borehull og logger med retning og fall til hver sprekke som er indikert i hullet. I tillegg beregnes borehullsforløpet som kan presenteres som horisontal- og vertikalprojeksjon samt som et 3D-plott.

Optisk Televiewer kan benyttes til inspeksjon av grunnvannsbrønner, grunnvarmebrønner, forundersøkelser for fjellanlegg (tunneler, fjellrom) og er i mange tilfeller bedre enn tradisjonell kjerneboring da en får orientert sprekker og strukturer. Figur 3 viser OPTV sonde klar for logging i Bh 6, Gualia.



Figur 3. OPTV sonde klar for logging i Bh 6.



Figur 4. Logging under vinterlige forhold, Bh 7.

3.2 Temperatur, ledningsevne og naturlig gamma

Forut for OPTV gjøre en vanligvis en temperatur-, ledningsevne- og gammalogg for hele hullet. Disse parametrene logges med en og samme sonde med en loggehastighet på 3 m/min.

Temperatursensoren produserer en elektrisk strøm som er proporsjonal med temperaturen og kan måle temperaturer i området 0 – 70 °C. Ledningsevnen i vannet måles ved å måle strømmen i en vannfylt celle. Strømstyrken er avhengig av ledningsevnen og det kan måles i området 50 – 50,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Naturlig gammastråling måles i counts per second (cps), API standard. API er en felles internasjonal standard som sonden er kalibrert etter, slik at målinger med ulike typer og størrelser kan sammenlignes. Krystallen som brukes er NaI, 50 x 25 mm.

Forandring i vanntemperatur og elektrisk ledningsevne indikerer innstrømning av vann i hullet med andre egenskaper enn i brønnen forøvrig. Dette kan igjen tyde på åpne sprekker. Økt ledningsevne betyr økt ioneinnhold i vannet. Lavere ledningsevne kan tyde på innstrømning av overflatevann, da slikt vann vanligvis har noe lavere ioneinnhold enn vann som har oppholdt seg lenge i fjellet. Kravet til drikkevann er en ledningsevne mindre enn 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Med gammalogg kartlegges den naturlige gammastrålingen (totalstråling) langs borehullet. Forandringer i gammastråling er knyttet til endringer i geologien og den mineralogiske sammensetningen i bergartene. Det er i hovedsak elementene kalium, uran og thorium som gir gammastråling. Mest vanlig er kalium som finnes i feltspat. Feltspat (kalifeltspat) er et mineral som finnes i de vanligste bergartene. Sandstein, f. eks., har liten gammastråling (mye kvarts), mens noen granitter har sterkere stråling da de inneholder feltspat og i enkelte tilfeller uran og thorium. Alunskifer har høy stråling da den inneholder noe uran.

3.3 Avviksmåling

I OPTV-sonden er det også sensorer for måling av borehullsforløp. Borehullsvinkel og retning måles ved hjelp av 3-aksielt magnetometer og 3 akselerometre. Borehullsvinkel kan måles i området $0 - 180^\circ$ med en nøyaktighet på $\pm 0.25^\circ$. Retningen kan måles fra 0 til 360° med en nøyaktighet på $\pm 2.5^\circ$. Avviket måles kontinuerlig langs hele borehullet. Data kan plottes ut grafisk og i tabellform. Vertikalsnitt (tre retninger), horisontalprojeksjon og 3D-plott kan plottes ut. I tillegg til at det er viktig å vite hvor hullet går, må en vite fall og retning på hullet for å bestemme strøkretning og fallvinkel til sprekkene som observeres.

Da retningen måles med magnetometre, kan det oppstå feil når det er magnetisk materiale tilstede i borehullet. Det er derfor umulig å måle retningen der det er foringsrør av jern. Et annet tilfelle er innhold av magnetitt i bergartene som også kan medføre retningsfeil. Vanligvis ser en av data når målingene er påvirket av magnetisk materialet under foringsrør, da en ofte får en urealistisk og brå endring i retningen.

3.4 Resistivitet i borehull

Med resistivitetsmålinger i borehull måles den tilsynelatende elektriske motstand i berggrunnen. Bergartenes tilsynelatende motstand er bl.a. avhengig av vanninnhold og en kan på denne måten registrere sprekker og svakhetssoner i fjellet. Leirmineraler og ertsmineraler (f.eks svovelkis) vil også påvirke motstanden. Loggingen ble foretatt med ABEMs Terrameter SAS 300A og SAS Log 200 (ABEM 1979). Målekonfigurasjonen Long Normal Logging (LN) ble benyttet, og denne konfigurasjonen har en avstand mellom strøm- og potensialelektrode i borehullet på 160 cm. Fjernelektrodene ble plassert ca. 100 m fra borehullene. Målepunktavstanden langs borehullet var 1 meter. Da dette er en elektrisk målemetode, kan målingene foretas kun i den delen av borehullet som er vannfylt.

4. RESULTATER

4.1 Data fra undersøkte brønner

Figur 5 viser et kartutsnitt (fra Rønning & Dalsegg 2001) med de undersøkte borehullene inntegnet. Kartet viser også indikerte sprekkesoner (fra Kirkeby og Iversen 1996). Tabell 1 og 2 viser tekniske data, borelogg og kommentarer for hullene.

Tabell 1. Data for borehullene i Gualia.

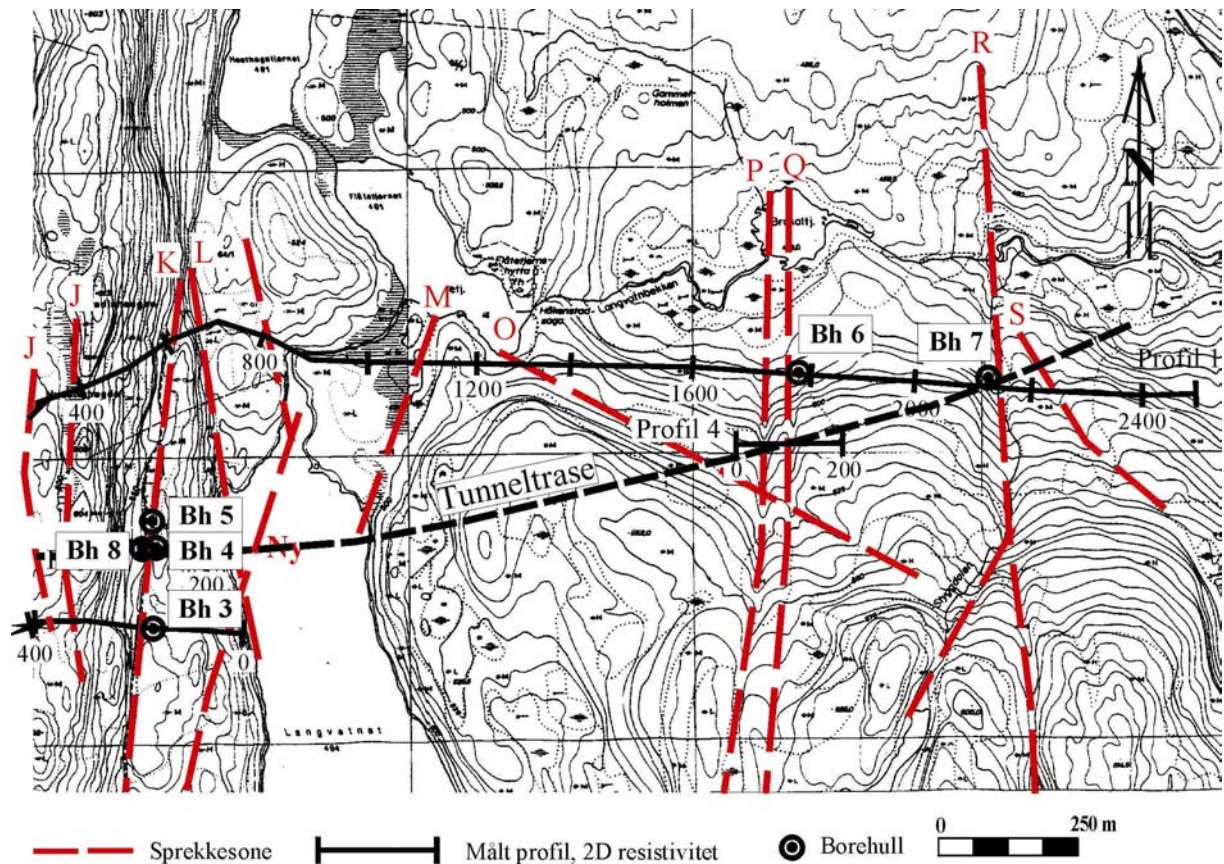
Bh	UTM-øst	UTM-nord	Høyde (moh)	UTM.sone	Boret lengde (m)	Retning Fall	Geoide
3	594572	6682645	536	32 V	106	lodd	WGS84
4	594584	6682795	537	32 V	89	lodd	WGS84
5	594570	6682836	538	32 V	180	N130 80	WGS84
6	595728	6683129	480	32 V	120	N260 65	WGS84
7	596048	6683112	475	32 V	81	N130 65	WGS84
8	594579	6682794	537	32 V	140	N130 85	WGS84

Tabell 2. Borelogger og kommentarer for noen av hullene.

Bh	Borelogg fra brønnborer	Kommentarer
3	Mangler borelogg	
4	Mangler borelogg	
5	0-4m: Løsmasse 4-6 m: Fjell, grålig 6-32 m: Fjell, grått 32-45 m: Vanninnslag 32m, lyse partier 45-60 m: Løse partier, små vanninnslag 60-80 m: Løse partier, grålig fjell 80-105 m: Løse partier, vanninnslag 105-108 m: Fastere (hardt), litt rødlig 108-120 m: Rødlig kaks, løse partier 120-129 m: Rødlig kaks, noe grått 129-135 m: Grått kaks, noe løse partier 135-137 m: Rødlig kaks 137-138 m: Brunt/grønnlig kaks 138-141 m: Brunt/rødlig kaks, løse partier 141-144 m: Brunt/rødlig kaks, stort vanninnslag 144-156 m: Grått kaks, løse partier 156-160 m: Ikke tatt prøver pga. veldig mye vann	Ved logging var hullet tett ved 72m. Oppboring mislyktes på grunn av ras i hullet. Vann strømmet inn i hullet under casing på 6m dyp.
6	3-8 m: Lys grått borekaks, sleppe 7-8 m 43-45 m: Sleppe, veldig løst, noe vann 48-50 m: Masse vann, brunt vann 80-81 m: Stor sleppe, løst 113-116 m: Veldig løst fjell, mer vann	Brønnen ga store vannmengder ved pumping. 7100 l/time.
7	6-28 m: Lys grått kaks, raskt å bore 28-29 m: Sleppe, litt vann, raskt å bore 38-42 m: Stor sleppe, veldig løst fjell, noe vann 42-74 m: Grått fjell, løst. Raskt å bore, litt mer vann på 74 m. 74-81 m: Grått fjell	Ved logging var hullet tett ved 67m. Pumping ga moderate vannmengder, 1000 l/time.
8	Mangler borelogg. Ekstrahull som ble boret da Bh 5 var tett ved 72 m dyp. Hensikten var å skjære gjennom svakhetssonen som Bh 5 krysset.	Hullet ble boret til 140m. Måtte stoppe ved dette dyp pga. ras i hullet. Ved logging var hullet tett ved 88 m, trolig på grunn av ras. Brønnen ga store vannmengder ved pumping.

Bh 5 var tett ved 72 m og vannivået stod like under overflaten. Ved pumping av brønnen viste det seg at vann strømmet inn i hullet under foringsrør på ca 6 m dyp. Forsøk på oppboring mislyktes da det gikk nye ras i hullet. Nytt hull, Bh 8, ble boret ca 5 m vest for Bh 4 med 5° fall fra lodd mot SØ. Hullet ble boret til 140 m med stopp i ras. Ved etterfølgende pumping var hullet tett ved 88 m. Begge hullene skjærer gjennom en markert svakhetsone på grensen mellom hornfels og syenitt.

Bh 7 er satt på mot en svakhetszone indikert ved 2D resistivitetsmålinger, Det var tett ved 67 m og det antas at et ras har blokkert hullet. Dette ble ikke forsøkt boret opp.



Figur 5. Grualia – Slettmoen. Plassering av undersøkte borehull.

4.2 Optisk televierer

Resultatene fra optisk televierer er presentert som stereogram av sprekkeorienteringer, frekvenshistogram og bildelogg fra utvalgte deler av borehullene. Data finnes også i tabellform. Temperatur, ledningsevne, gammastråling og resistivitet er vist som borehullslogger. Borehullsforløp er beregnet og plottet som vertikal- og horisontalprojeksjon.

Bildelogg for alle hullene (hele hullets lengde) kan skaffes på CD. Loggen kan kjøres på PC ved å starte programmet OPTV.exe som ligger på CD'en. Utførlig bruksanvisning er vist i tekstbilag 1.

Loggen viser borehullsveggen brettet ut og orientert fra nord til nord. Det er benyttet en oppløsning på 720 pixler, dvs. hele sirkelen rundt borehullet er delt inn i 720 deler. Dette gir en pixelstørrelse på ca 1 x 1 mm. Sprekker og geologiske bånd som skjærer borehullet i en vinkel større enn null vil vises som en sinuskurve.

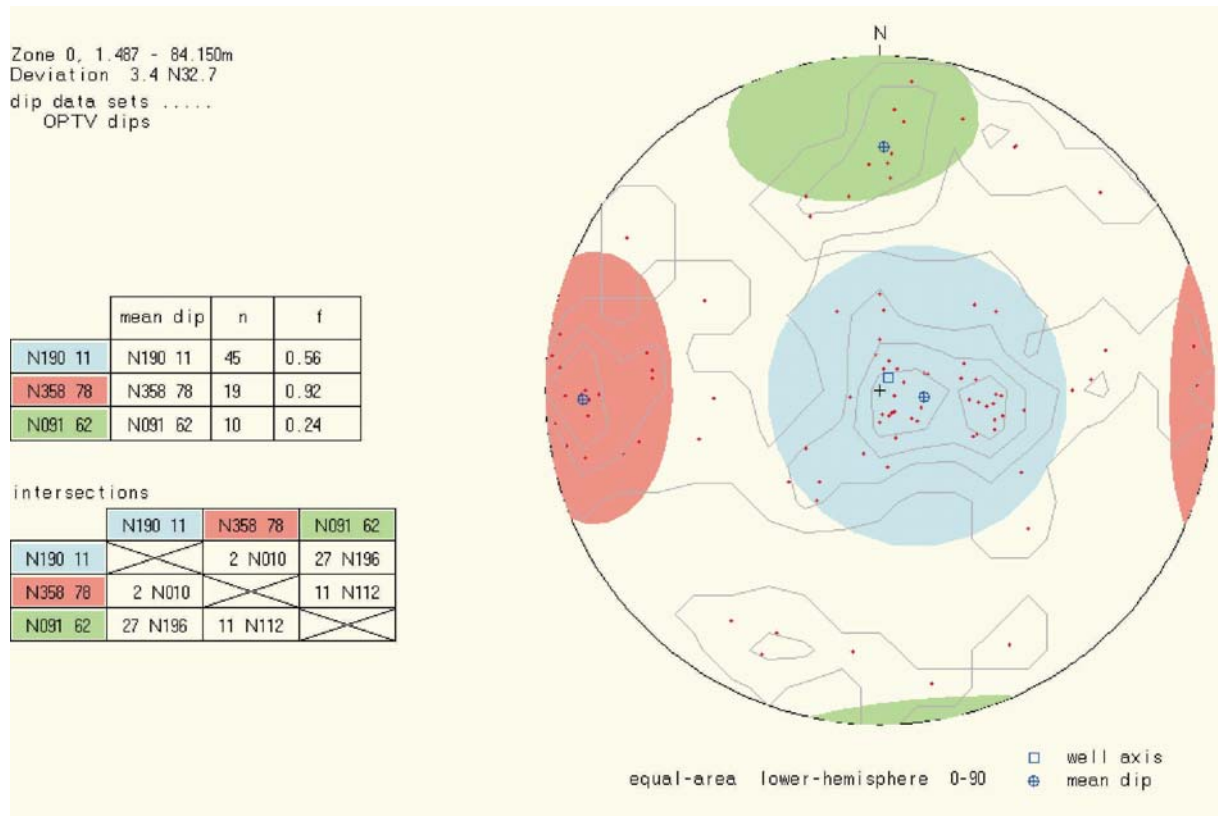
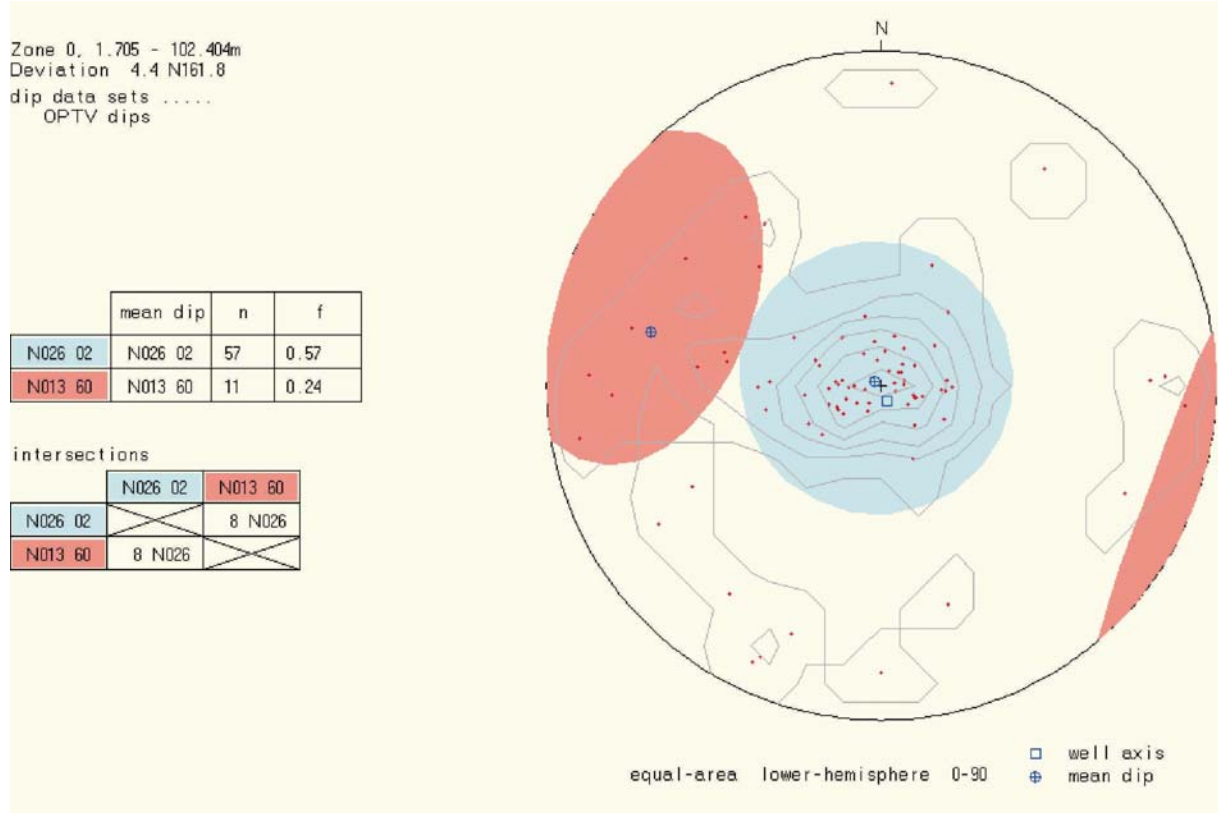
Data fra de optiske loggene er prosessert med programvare fra Robertson Geologging. (Robertson Geologging 2000). Opptaksforholdene varierte fra meget gode til svært dårlig. Noen av hullene er derfor målt på nytt. Bh 7 ble målt igjen etter pumping. Digitalisering av observerte sprekker er gjort fra det utbrettede bildet av borehullsveggen. Etter at alle hendelser er digitalisert og plottet i et stereografisk nett, er utvalgte sprekkegrupperinger (hovedretninger) markert med hver sin farge (sirkel) i stereogrammene. Disse fargene og grupperinger går igjen i frekvenshistogrammene. I tillegg presenteres bildelogg av utvalgte deler av borehullet som er representative for de bergarter og strukturer som er tilstede. Eksempler på tolket logg vises også.

4.2.1 Sprekkeanalyse. Stereografisk projeksjon med definerte grupper.

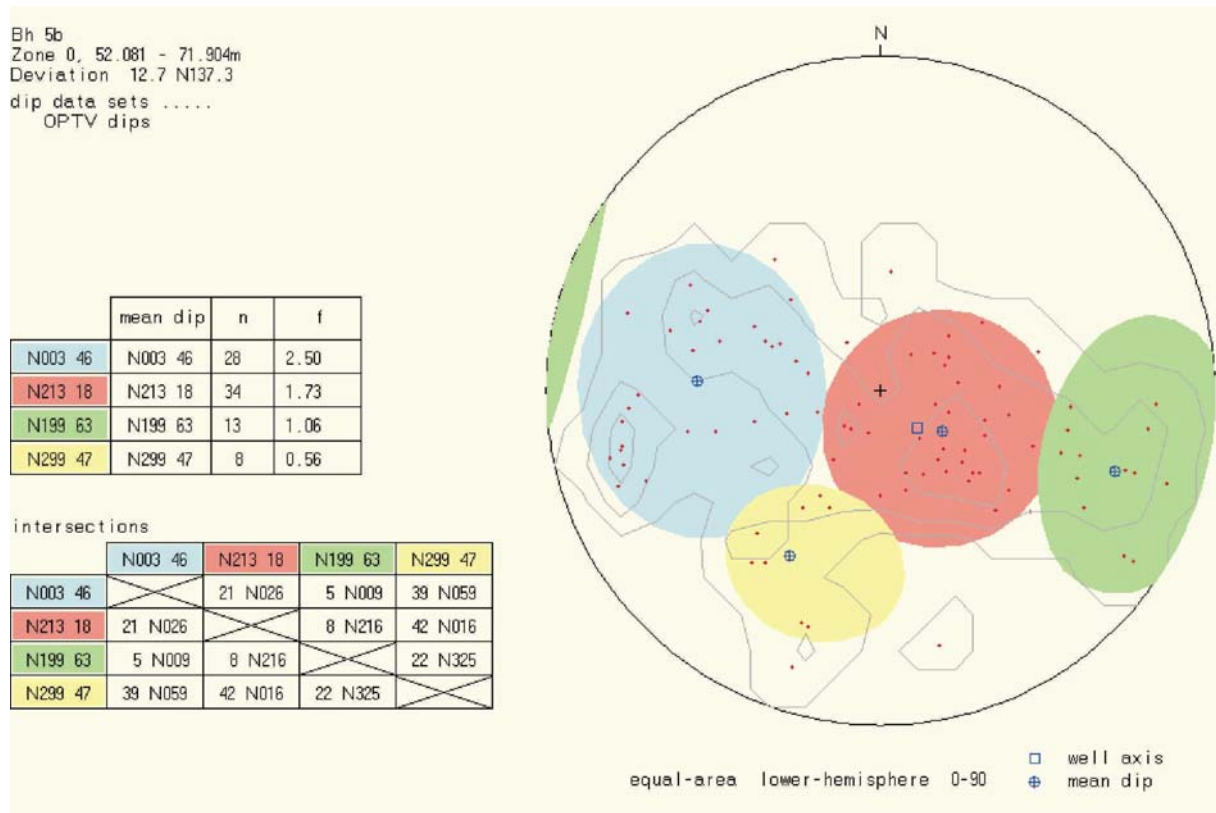
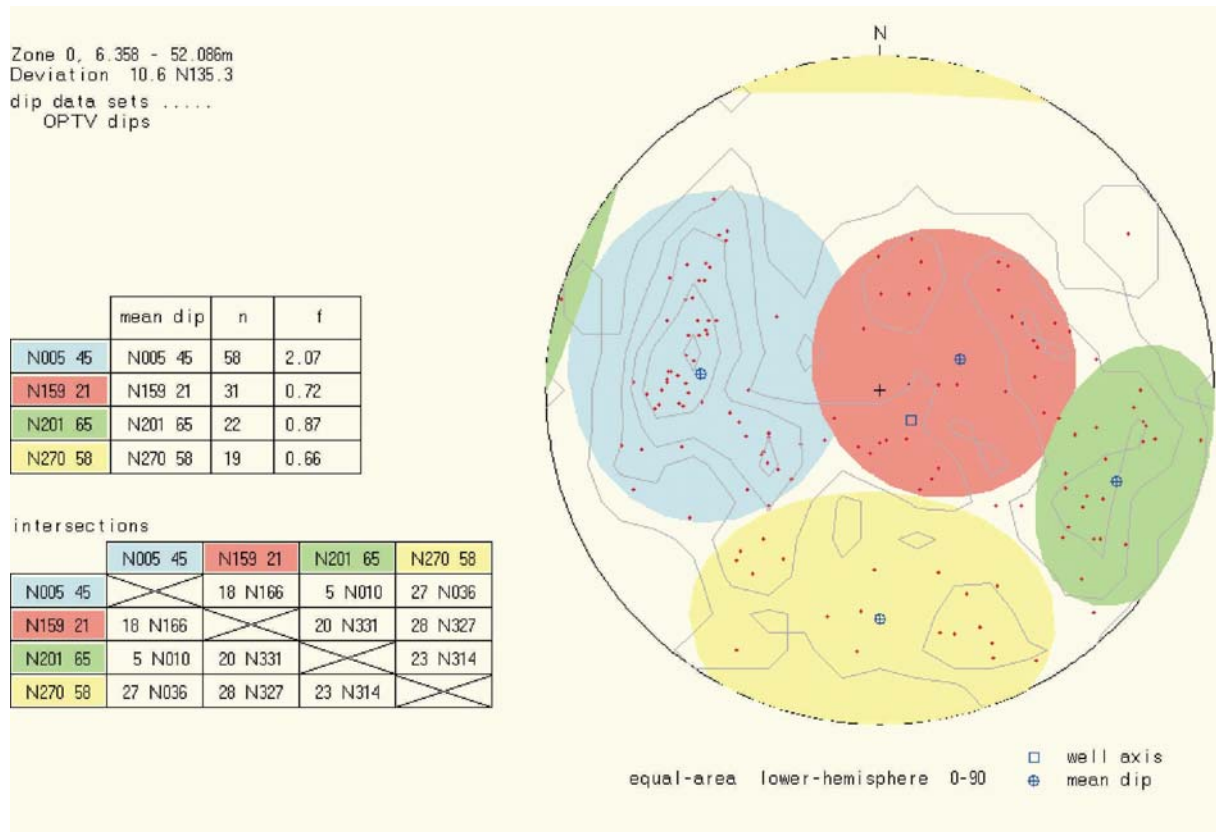
Figur 6, 7, 8 og 9 viser stereografisk projeksjon av indikerte sprekker for Bh 3, Bh 4, Bh 5, Bh 6, Bh 7 og Bh 8 indikert ved OPTV. Bh 5 er logget i to deler a (0 – 52 m) og b (52 – 72 m), og prosessert hver for seg. Sprekkegrupper er definert med fargede sirkler for hvert borehull. Strøkretning og fallvinkel (gjennomsnitt) er beregnet for hver gruppe. Tabellene på figurene viser strøk og fall til hver sprekkegruppe, antall sprekker i hver gruppe (n) og sprekkefrekvensen (f) for hver gruppe. Nederste tabell viser fallretning og fallvinkel for skjæringslinjen (intersection) mellom middelplanene til to og to definerte grupper.

Strøk og fall til et plan er entydig bestemt i et stereografisk plott (her plottet som plan-normalens skjæringspunkt, pol, med nedre kuleskall, lower hemisphere). Planets strøk er en horisontal linje i planet, mens fallet er vinkelen mellom planet og horisontalen målt 90° på strøket.

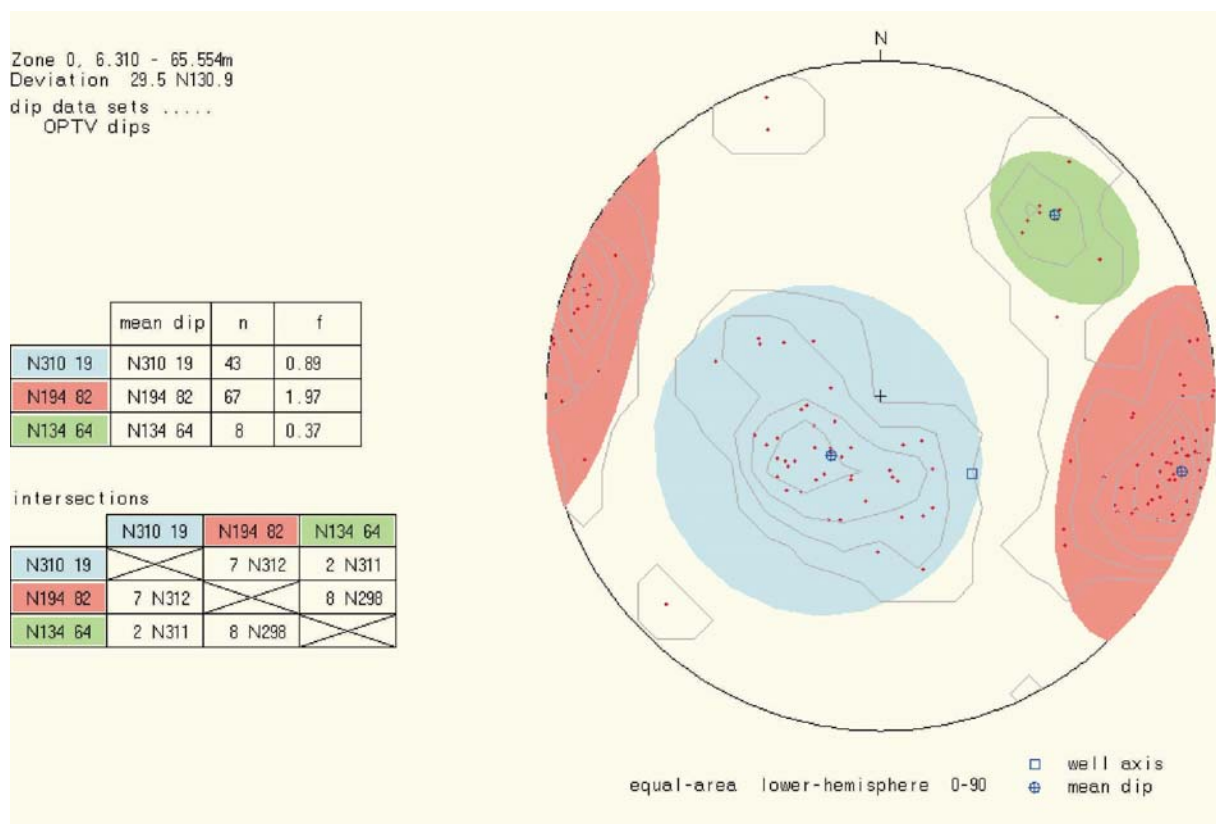
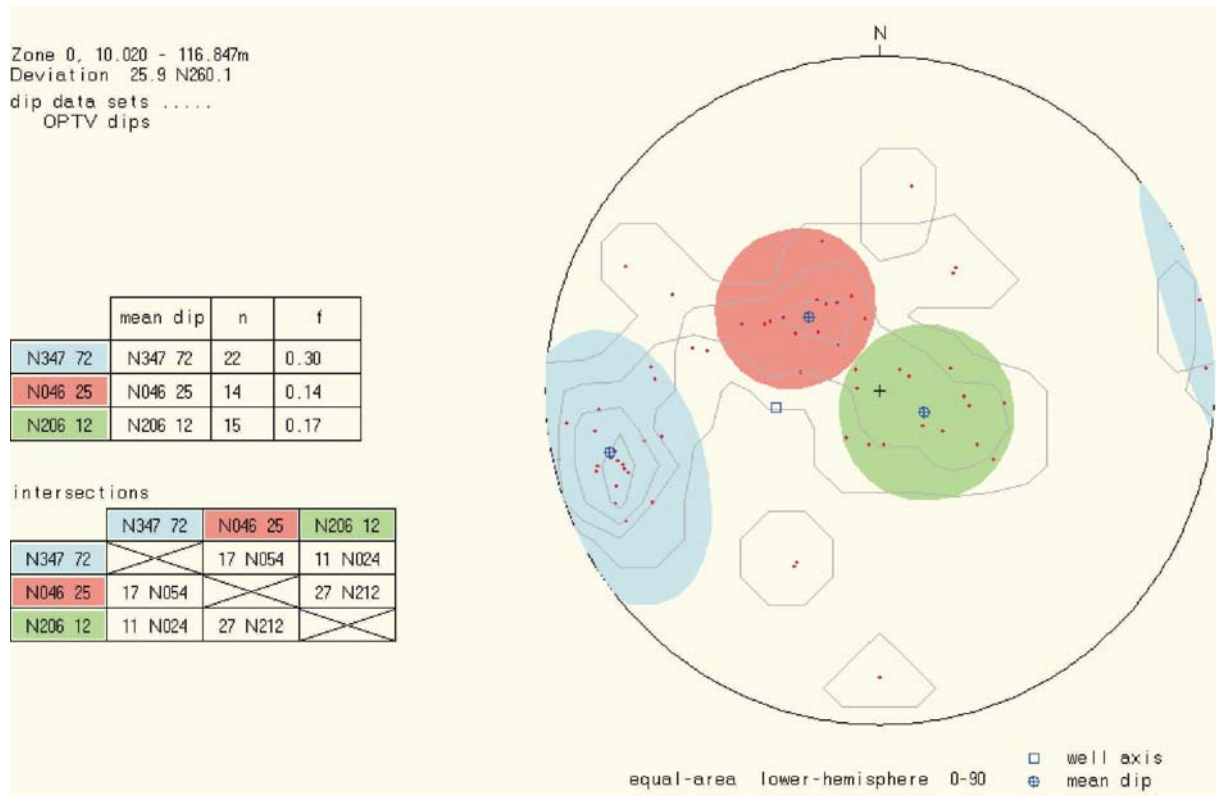
Planets fallretning der strøkretningen er den samme (f.eks. N180 og N0), bestemmes av retningen til planets normal, og vil være normalens retning pluss 180° . Planets strøkretning er fallretning minus 90 grader. Dermed er også strøkretningen entydig bestemt. Strøkretning beregnes som vinkel fra nord. Hvis for eksempel strøkretning og fall er N180 45, er strøkretningen 180° fra nord (NS) og fallet er 45° mot vest (fallretning N270), mens N0 45 faller mot øst (N90).



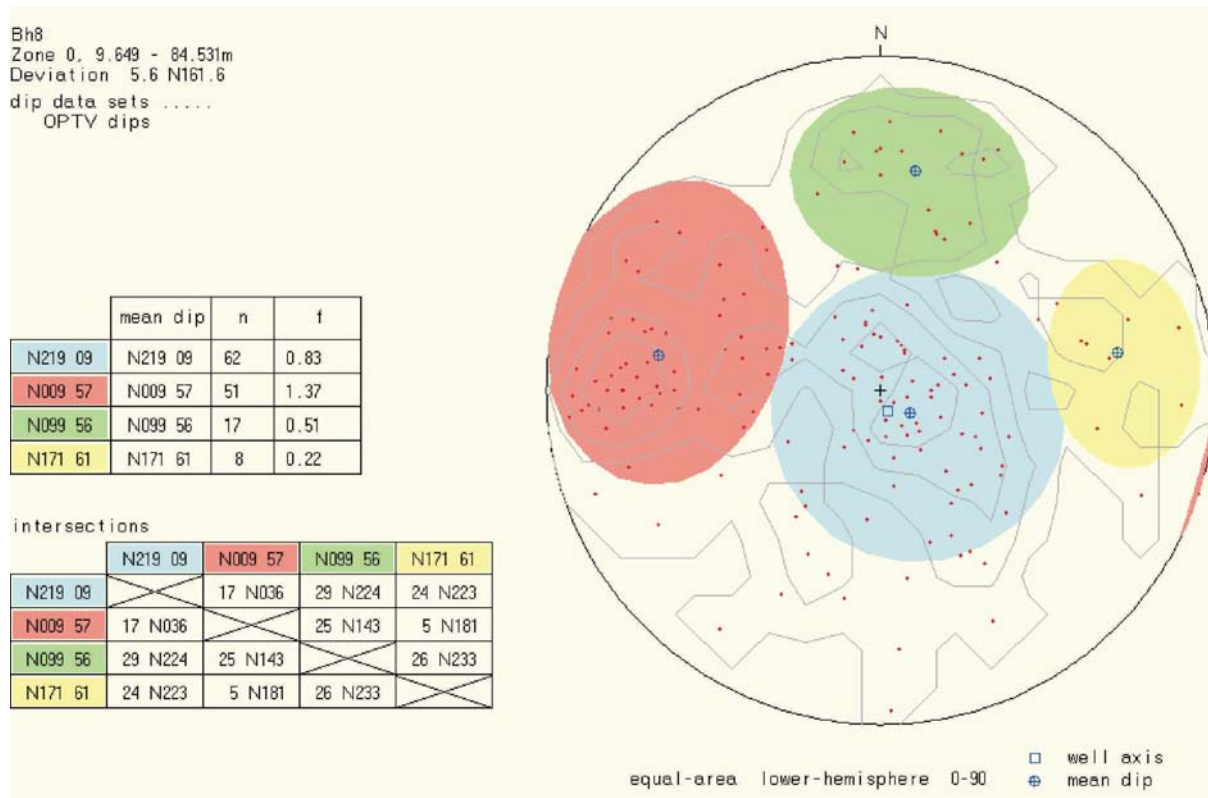
Figur 6. Stereografisk projeksjon av pol til indikerte sprekker i Bh 3 (øverst) og Bh 4 (nederst).



Figur 7. Stereografisk projeksjon av pol til indikerte sprekker i Bh 5a, (0 – 52 m, øverst) og Bh 5b (52 – 72 m, nederst).



Figur 8. Stereografisk projeksjon av pol til indikerte sprekker i Bh 6 (øverst) og Bh 7 (nederst).



Figur 9. Stereografisk projeksjon av pol til indikerte sprekker i Bh 8.

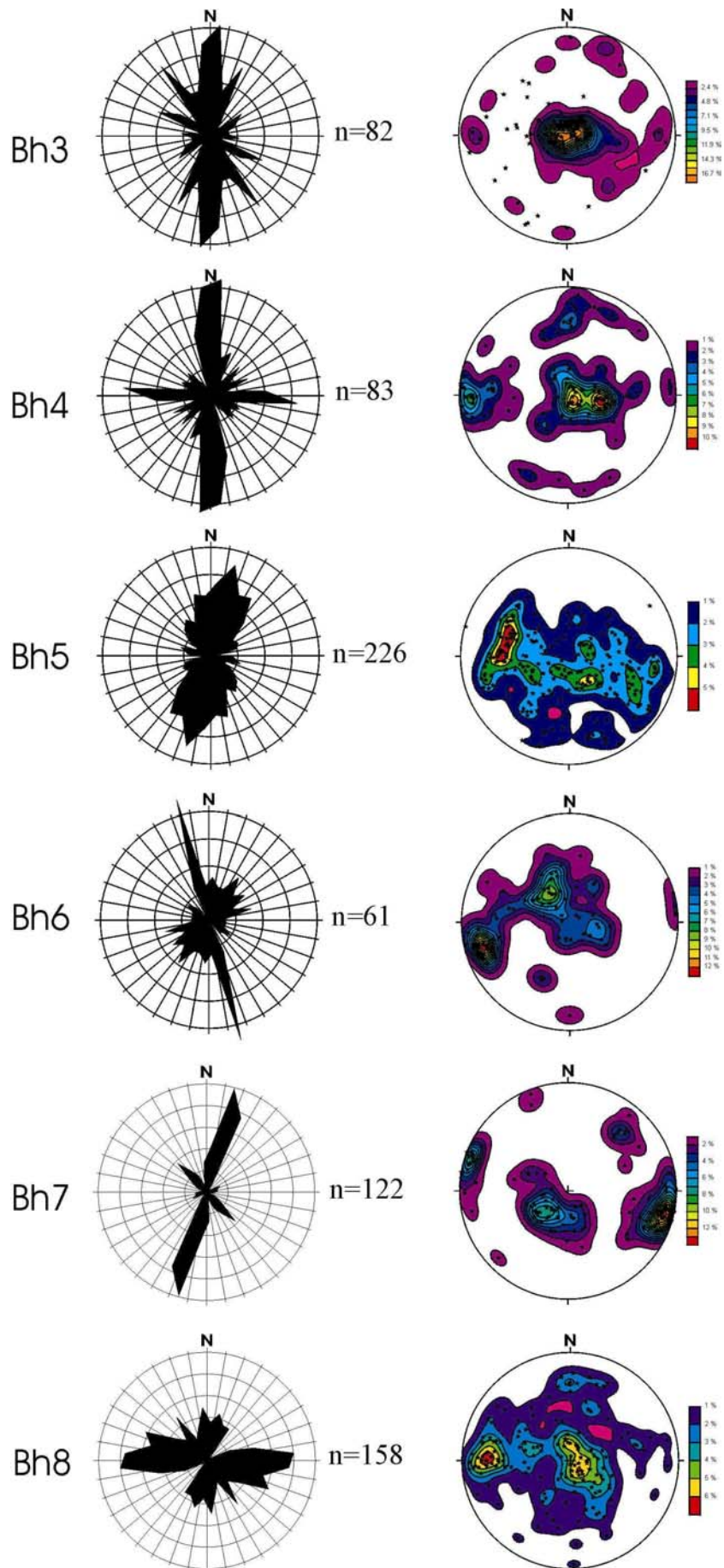
Tabell 3 viser en samlet oversikt over alle definerte sprekkegrupper for Bh 3, Bh 4, Bh 5, Bh 6, Bh 7 og Bh 8 ved OPTV. Tabellen viser gjennomsnittlig sprekkeretning, fall og antall sprekker for hver gruppe.

Tabell 3. OPTV. Indikerte sprekkeansamlinger med retning, fall og antall.

Bh	Retn. 1	n	Retn. 2	n	Retn. 3	n	Retn. 4	n	Andre (n)	Totalt (n)
Bh 3	N026 02	57	N013 60	11					17	85
Bh 4	N190 11	45	N358 78	19	N09162	10			26	100
Bh 5a	N005 45	58	N159 21	31	N201 65	22	N207 58	19	12	142
Bh 5b	N003 46	28	N213 18	34	N199 63	13	N299 47	8	9	92
Bh 6	N347 72	22	N046 25	14	N206 12	15			20	71
Bh 7	N194 82	67	N310 19	43	N134 64	8			4	122
Bh 8	N009 57	51	N219 09	62	N099 56	17	N171 61	8	28	166

Ca halvparten av de indikerte sprekkene har strøkretning ca N-S +/- 15°. Fallet er forholdsvis steilt, 45 – 82 °, men også nær horisontale sprekker er indikert, spesielt i Bh 3 og 4.

Figur 10 viser rosedigram og stereoplott for alle indikerte sprekker. Alle hull, bortsett fra Bh 8, viser hovedsprekkeretning tilnærmet nord-sør. Bh 4 og 8 står nær hverandre og begge viser sprekkeretninger NS eller ØV. I Bh 8 er ØV den dominerende retningen.



Figur 10. Rosediagram og stereoplott av indikerte sprekker i borehull i Gualia.

4.2.2 Sprekkeanalyse. Frekvenshistogrammer for definerte soner

Sprekkefrekvensen er presentert som frekvenshistogrammer langs et borehull. Det beregnes en gjennomsnittsfrekvens for hele hullet (antall sprekker pr. meter) og en gjennomsnittsfrekvens for definerte soner av et borehull. Sonene defineres vanligvis der en har en viss ansamling av sprekker. Sonen kan også defineres i et bestemt dyp der en vet at f.eks. en tunnel er planlagt.

Figurene 11 - 16 viser frekvenshistogrammer for hullene som er undersøkt med optisk televiewer. Frekvenshistogrammene (rød, blå, grønn og gul) viser beregnet sprekefrekvens i definerte soner av hullet, og viser dermed detaljert hvordan oppsprekningen er i hullet. Alle sprekker er angitt i "pilplott" der pilens hode angir fallet, mens halen angir fallretning. Nord er opp på arket. Hvert pilhode er fylt med den gruppefarge tilsvarende sprekk tilhører. Piler uten farge er sprekker utenfor noen av de definerte gruppene. Databilag 1 - 4 viser sprekkedata for hver av de definerte sonene. Her vises dyp (top-base), gjennomsnittlig strøkretning og fallvinkel, antall sprekker i hver sone og gjennomsnittlig sprekefrekvens i sonen for hver definerte gruppe (sirkel). Borehullets fallretning (asimuth) og fallvinkel (dev) er også angitt for hver sone. Nedenfor gis en kort beskrivelse av oppsprekningen i hvert borehull.

Bh 3

Data for hullet er vist i tabell 1 og 2. Frekvenshistogrammene, figur 11, viser en betydelig oppsprekking mellom 30 og 50 m. Sprekkene har slakt fall, 5 – 15 °. Sprekkene faller i hovedsak vestover i sone 5 (31 – 41 m) og østover i sone 7 (43 – 52 m). Strøkretningen (vinkelrett på fallretningen) er NNW-SSØ. Gjennomsnittlig sprekefrekvens er 2.9 (sone 5) og 2.37 (sone 7). Histogrammene viser en maksimal sprekefrekvens på ca 4 sprekker pr. meter i de to sonene. Det slake fallet gjør at denne sprekesonen ikke når ned til tunnelnivået. Sprekkene er tynne, lukkede sprekker i syenitten. Under 52 m består borehullet av massive syenitt nesten fri for sprekker, og fjellkvaliteten må betegnes som meget god. Hullet er noe oppsprukket nær overflaten.

Bh 4

Data for hullet er vist i tabell 1 og 2. I Bh 4 er sprekkene mer fordelt langs hele hullet enn hva som er tilfellet i Bh 3, se figur 12. Årsaken til den høye sprekefrekvensen i sone 3 er det steile fallet (80 – 85 °). Sprekefrekvensen blir beregnet vinkelrett på lagdelingen slik at observert lengde i borehullet multipliseres med cosinus til fallvinkelen. Stor vinkel gir liten avstand mellom sprekkene beregnet vinkelrett på lagdelingen. Antall sprekker pr. meter blir derfor mye større enn antall observerte sprekker pr. meter langs borehullet. For øvrig er dette hullet også mest oppsprukket mellom 35 og 55 m dyp (sone 5). To sprekeretninger observeres, en med strøkretning nesten NS med slakt fall vestover og en ØV med steilt fall sørover. Maksimum sprekefrekvens er henholdsvis 2.5 og 4.5 sprekker pr. meter. Enkeltsprekker forekommer fra 55 m og nedover. Den gjennomsnittlige sprekefrekvensen ligger under 1 sprekk pr. meter, men lokalt i sonene, for eksempel sone 8, er det beregnet sprekefrekvenser på ca 3 og 6 (steilt fall).

Bh 5

Bh 5 er boret ca 40 m nord for Bh 4 og skjærer gjennom en forkastningssone på grensen mellom hornfels og syenitt, se ellers tabell 1 og 2. På grunn av tekniske problemer under logging er hullet logget i to seksjoner, Bh 5a og Bh 5b, se figur 13. Den delen av hullet som er logget er sterkt oppsprukket hele veien (ned til 72 m). Hovedsprekeretning for øvre seksjon er NS (N005) med fall 45 ° mot øst og for nedre N003 med 46 ° fall mot øst (gjennomsnittlige verdier). 37 % av alle sprekkene i hullet tilhører denne gruppen og gjennomsnittlig

sprekkefrekvens langs hele hullet for denne gruppen er 2.07 for Bh 5 og 2.5 for Bh 5b. I sonene ligger frekvensen mellom 3 og 4 sprekker pr. meter. Også de andre definerte gruppene har tilsvarende verdier, se figur 12 og databilag 2 for detaljer.

Borehull 5 (0 – 72 m) går hovedsakelig i hornfels med innsalg av lysere syenittganger. Borehullsinspeksjonen indikerer generelt svært dårlig fjell med hensyn til stabilitet. Oppsprekningen synes spesielt stor fra ca 60 m og nedover.

Bh 6

Bh 6 er boret mot en lavmotstandssone indikert med 2D-resistivitetsmålinger (Rønning & Dalsegg 2001). Hullet står ca 500 fra østre tunnelpåhugg og er boret med 25° fall (fra lodd) mot vest.

Figur 14 viser frekvenshistogrammer og sprekkedata for hver sone er vist i databilag 10. Flere åpne sprekker er indikert i dette hullet. Høyest sprekefrekvens er beregnet i sone 5 mellom 40 og 48 m (2.34 sprekker pr. meter). Ved 41.8 og 46.7 m er det påvist to sprekker med åpning mellom 5 og 10 cm. Sprekkene har retning NNW-SSØ med et fall på ca 75°. Bh 6 ga store vannmengder ved pumping (Storrø 2002) og halvparten av vannmengden kom fra disse to sprekkene. Denne sprekesonen har utgående 40 – 50 m vest for borehullet og kan sees som et lite dalsøkk. Det er også påvist åpne sprekker ved 79 og 99 og 111 m. Mellom sprekkene er det god fjellkvalitet, massiv syenitt. Sprekkefrekvensen vil ha liten betydning i dette hullet. Det er de åpne, vannførende enkeltsprekkene som kan gi problemer for tunneldrivingen. Det er stor mulighet for at sprekkene er utholdende og vil nå ned til tunnelnivå.

Bh 7

Bh 7 er boret ca 200 m vest for østre tunnelpåhugg. Også dette hullet er boret mot en lavmotstandssone indikert ved 2D resistivitetsmålinger og satt på med 25° fall (fra lodd) mot øst. Hullet ble boret til 81 m, men ras blokkerte hullet ved 67 m.

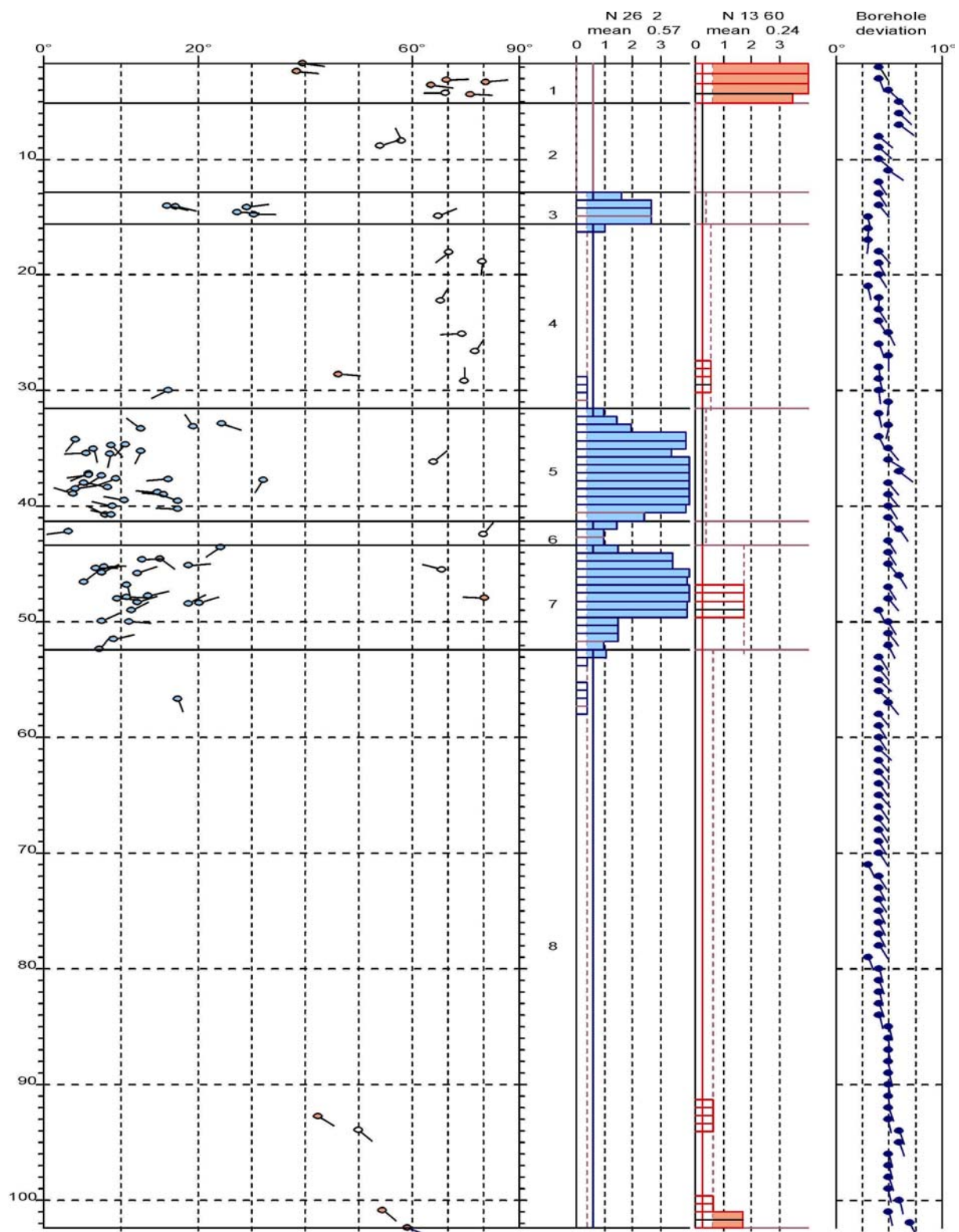
Frekvenshistogrammer er vist i figur 15, og sprekkedata for definerte soner i databilag 3. Bergarten i hullet er et ryolitt-traktytt og konglomerat. Inspeksjonen viser generelt dårlig fjell og det er vanskelig å digitalisere all oppsprekking. Den dominerende sprekeretning er NNØ-SSV, N194 82, med en gjennomsnittlig sprekefrekvens på 1.98 sprekker pr. meter langs hele hullet. Hele hullet er sterkt oppsprukket, men sonene 5, 6 og 9 (figur 15) viser lokalt den sterkeste oppsprekking med sprekefrekvenser på ca 4 sprekker pr. meter. Spesielt synes nedre del av hullet fra 55 – 65 m å være sterkt oppsprukket. Dårlig fjell på dette dyp har da også ført til ras i hullet. Resistivitetsloggen, se senere, figur 29, underbygger dette ved sterkt avtagende motstand mot bunnen av hullet.

Mellom 37.8 og 38.5 er det observert et stort åpent hull i store deler av borehullsveggen. Temperatur- og ledningsevnelogg, figur 22, gir ingen indikasjon på vanninnstrømning, men pumpe-test viste innstrømning i dette området (Storrø 2002).

Bh 8

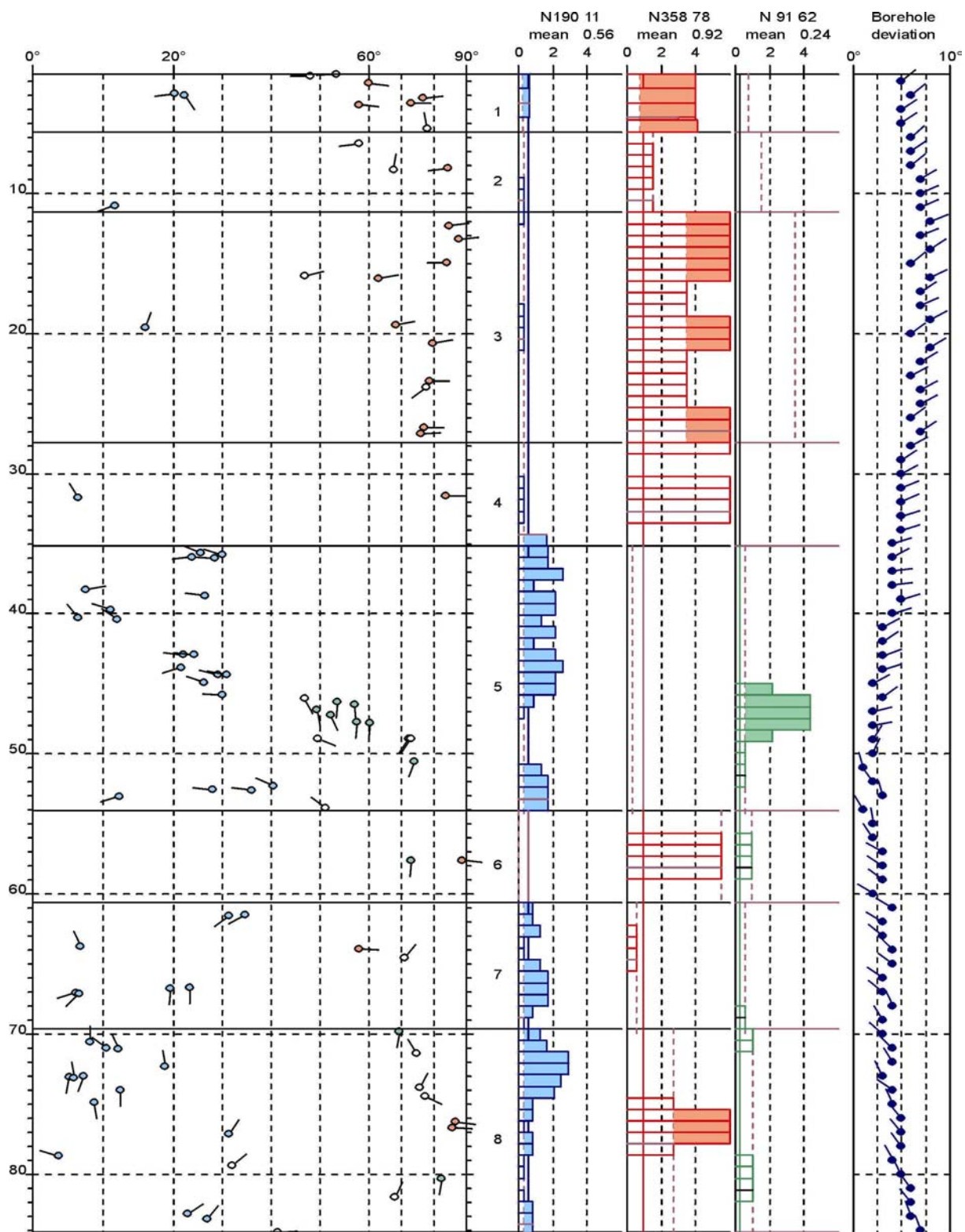
Bh 8 ble boret som et ekstrahull på grunn av raset i Bh 5. Hullet ble satt ut like ved Bh 4 med 5° fall mot øst og var ment å skjære gjennom forkastningssonen som går øst for Langvatnet. Hullet ble boret til 140 m, men ved logging var hullet blokkert ved 88 m trolig også her på grunn av ras.

Figur 16 viser frekvenshistogrammer, mens sprekkedata for hver sone er vist i databilag 11. Hullet er logget kort tid etter boring (3 dager), og sikten fra 75 m dyp og nedover var meget dårlig. Bh 8 er generelt mye oppsprukket med mye dårlig fjell. Hullet står på grensen mellom hornfels og syenitt, men mesteparten av hullet går i syenitten. Som i Bh 4 er de to dominerende sprekkeretningen N-S og Ø-V (tilnærmet). I Bh 8 er det, i motsetning til i Bh 4, Ø-V som er den dominerende strøkretning. De fleste N-S sprekkene er registrert i de øverste 30 m av hullet samt i sone 5, mellom 48 og 60 m dyp, med sprekkfrekvenser på opptil 4 sprekker pr. meter. I sone 7, mellom 62 og 77 m, har hoveddelen av sprekkene liten fallvinkel, 5 – 20°. Sprekkeloggen, figur 16, viser at sprekkene her faller i "alle retninger" noe som kan tyde på at de ikke representerer noen bestemt oppsprekningsretning (knusningsone).



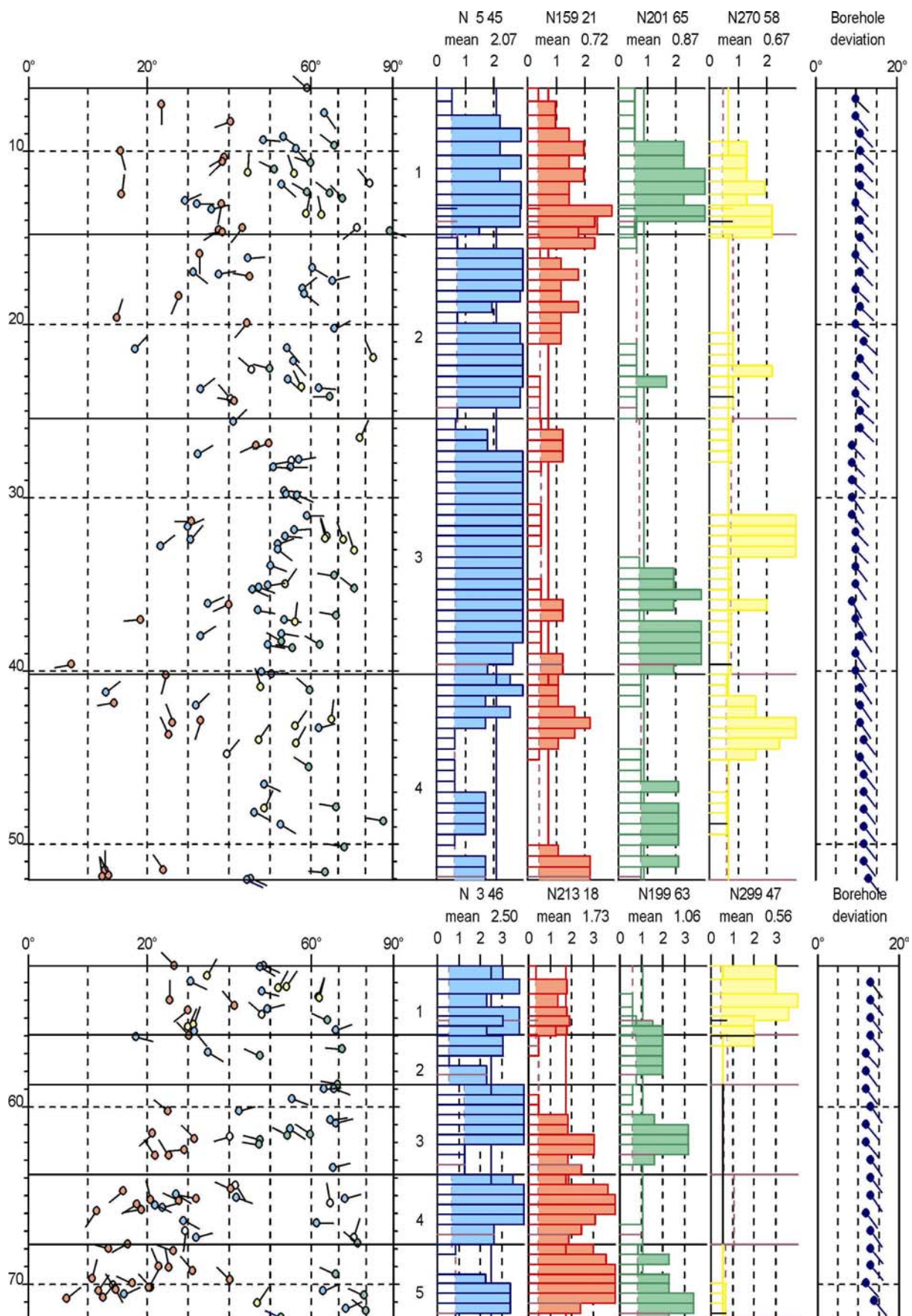
Figur 11. Bh 3, OPTV. Frekvenshistogram over indikerte sprekker.

Pilhodene angir individuelle sprekkers fall mens halen viser fallretning (nord opp). Piler uten farge er sprekker utenfor noen definert gruppe. Heltrukken horisontal inndeling angir definerte sonegrenser (nummerert). Borehullsavviket (høyre kolonne) indikeres med vinkel fra lodd og retning.



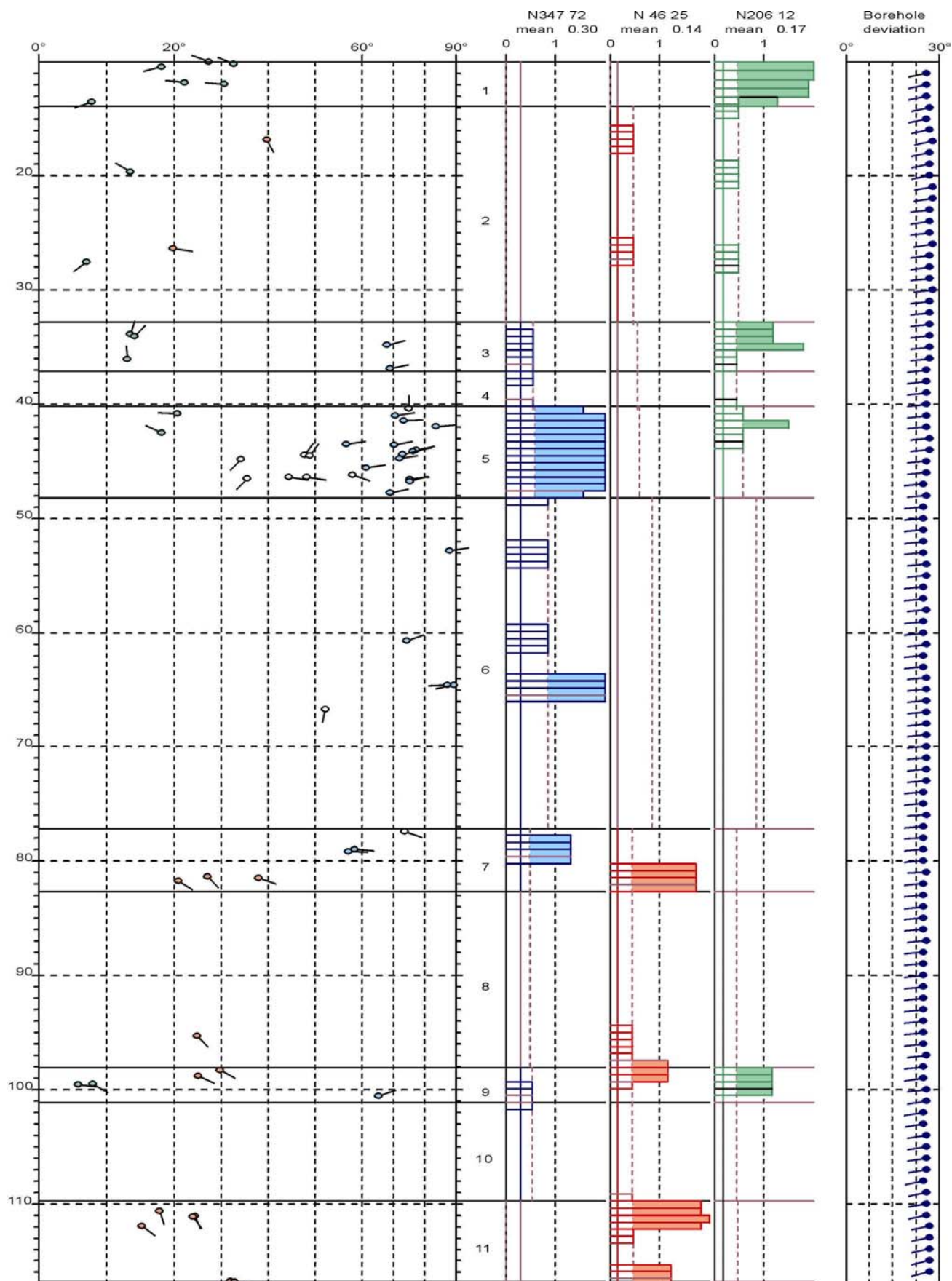
Figur 12. Bh 4, OPTV. Frekvenshistogram over indikerte sprekker.

Pilhodene angir individuelle sprekkers fall mens halen viser fallretning (nord opp). Piler uten farge er sprekker utenfor noen definert gruppe. Heltrukken horisontal inndeling angir definerte sonegrenser (nummerert). Borehullsavviket (høyre kolonne) indikeres med vinkel fra lodd og retning.



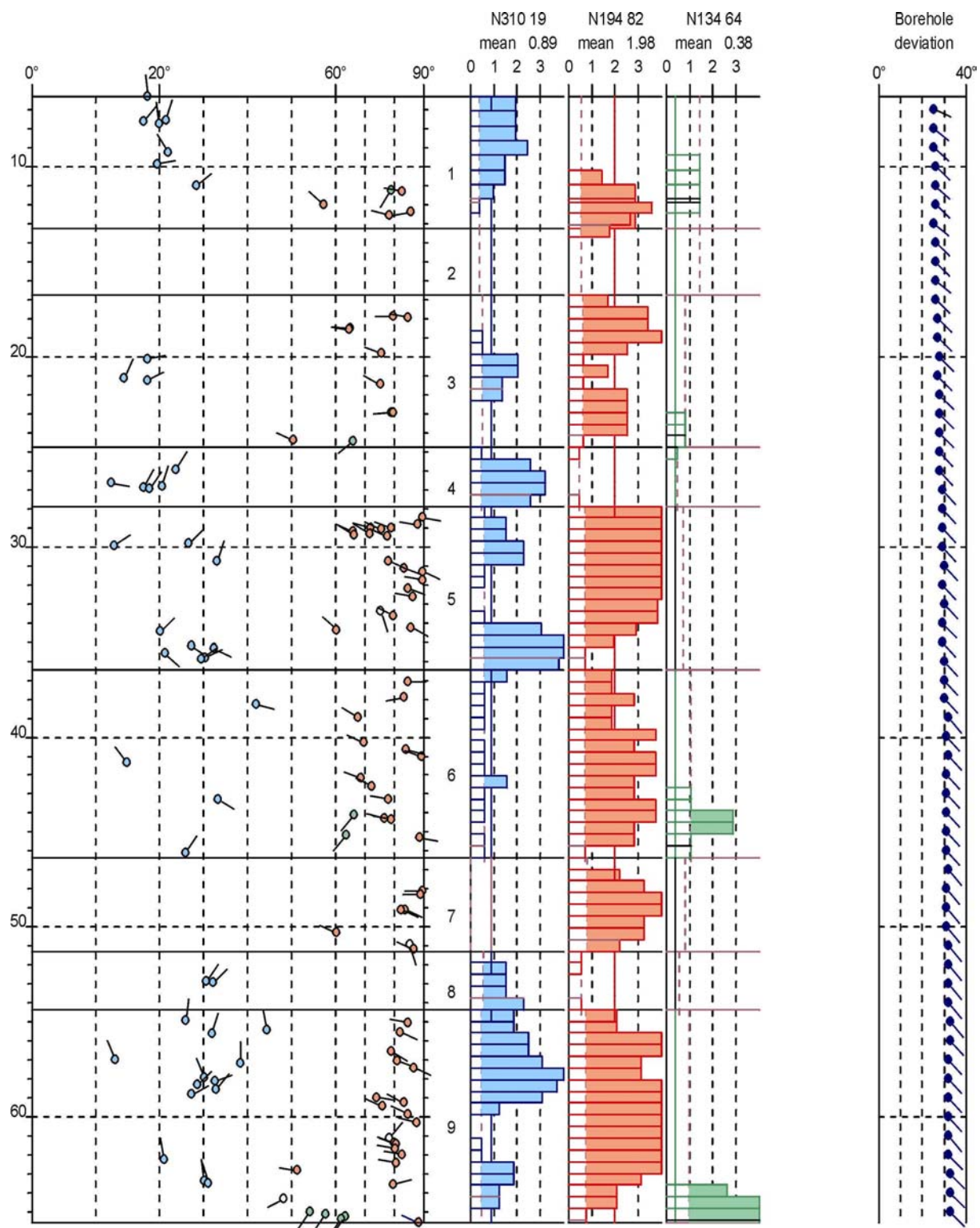
Figur 13. Bh 5, OPTV. Frekvenshistogram over indikerte sprekker.

Pilhodene angir individuelle sprekkers fall mens halen viser fallretning (nord opp). Piler uten farge er sprekker utenfor noen definert gruppe. Heltrukken horisontal inndeling angir definerte sonegrenser (nummerert). Borehullsavviket (høyre kolonne) indikeres med vinkel fra lodd og retning



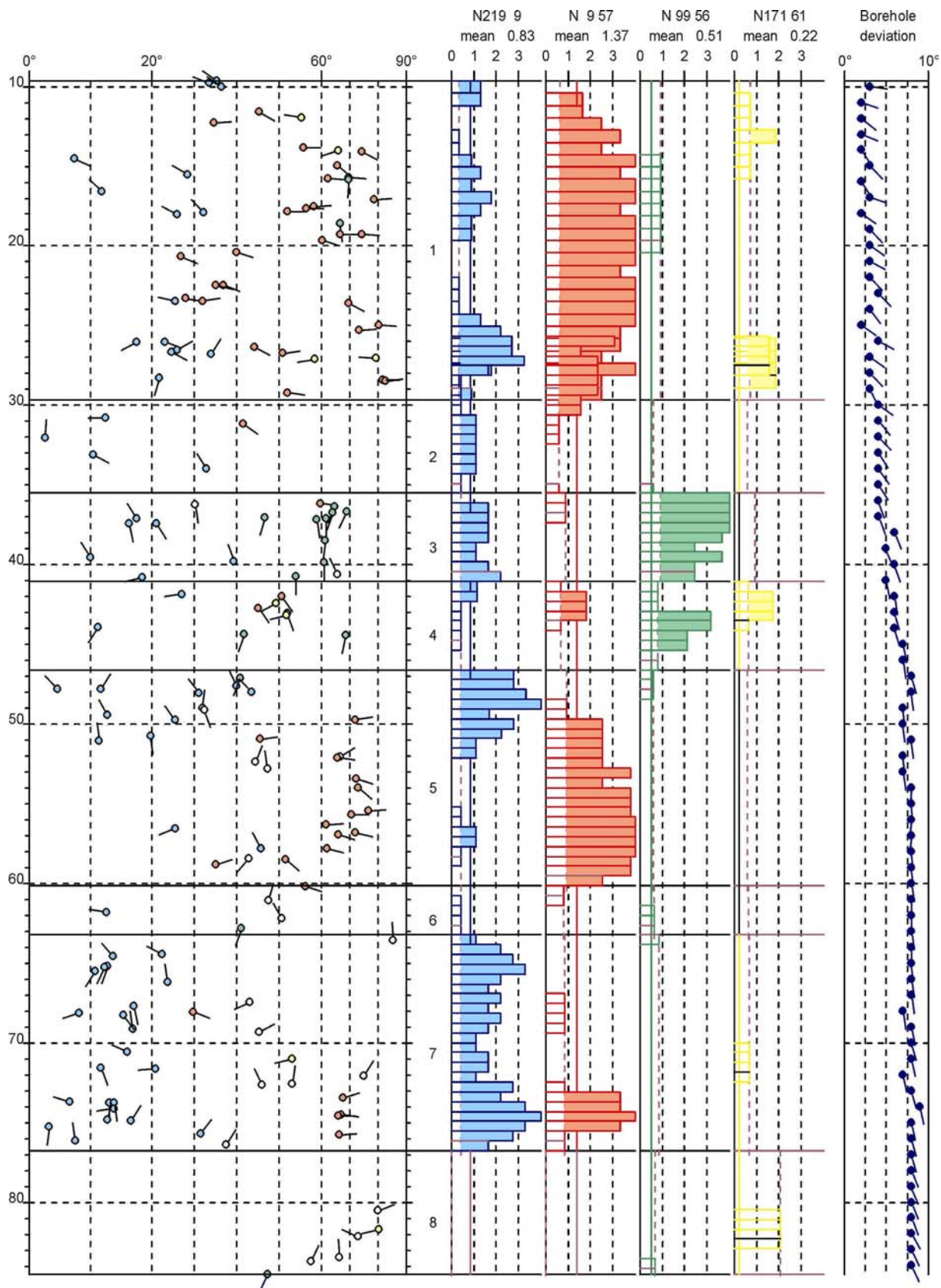
Figur 14. Bh 6, OPTV. Frekvenshistogram over indikerte sprekker.

Pilhodene angir individuelle sprekkers fall mens halen viser fallretning (nord opp). Piler uten farge er sprekker utenfor noen definert gruppe. Heltrukken horisontal inndeling angir definerte sonegrenser (nummerert). Borehullsavviket (høyre kolonne) indikeres med vinkel fra lodd og retning.



Figur 15. Bh 7, OPTV. Frekvenshistogram over indikerte sprekker.

Pilhodene angir individuelle sprekkers fall mens halen viser fallretning (nord opp). Piler uten farge er sprekker utenfor noen definert gruppe. Heltrukken horisontal inndeling angir definerte sonogrenser (nummerert). Borehullsavviket (høyre kolonne) indikeres med vinkel fra lodd og retning.



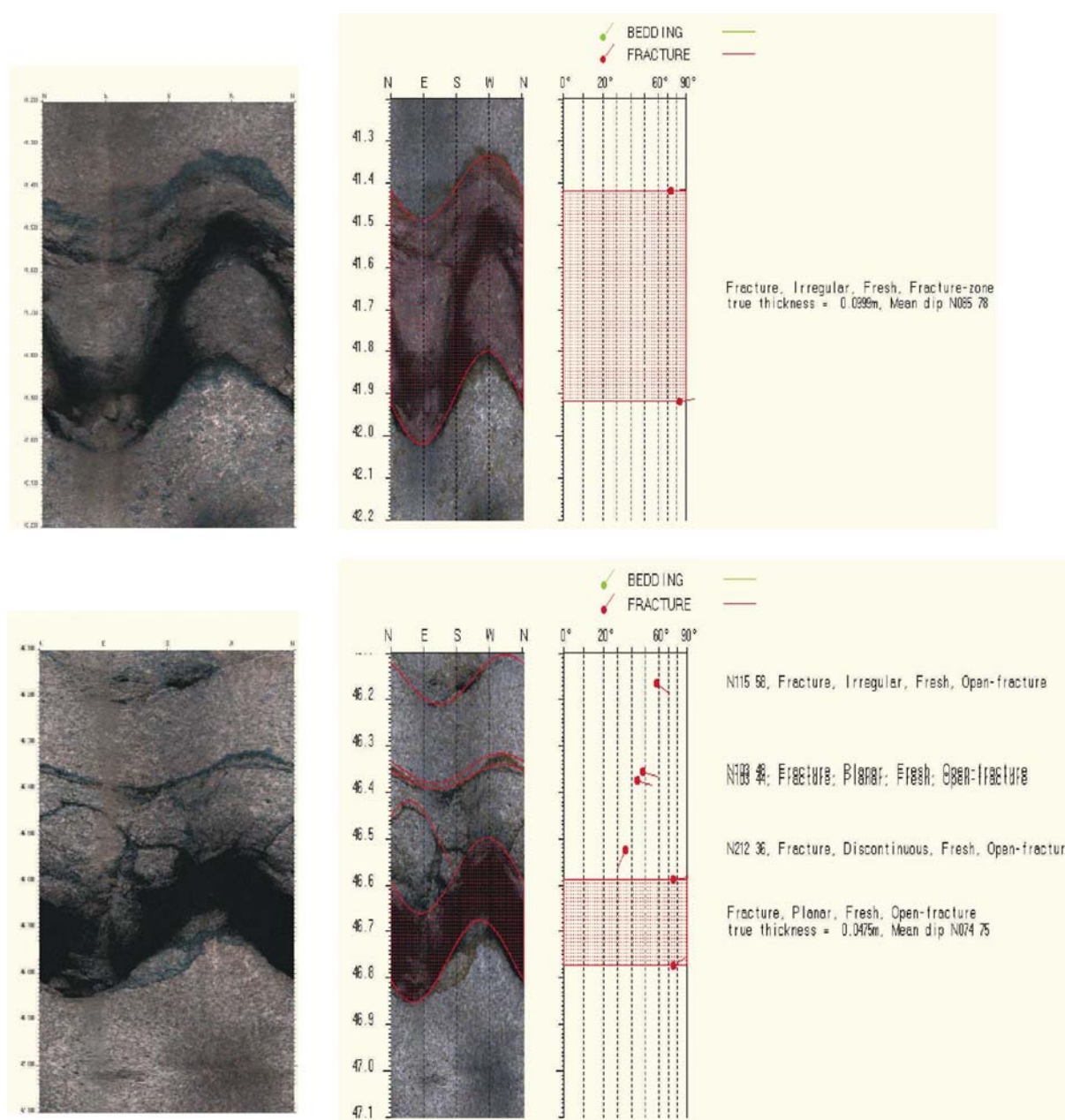
Figur 16. Bh 8, OPTV. Frekvenshistogram over indikerte sprekker.

Pilhodene angir individuelle sprekkers fall mens halen viser fallretning (nord opp). Piler uten farge er sprekker utenfor noen definert gruppe. Heltrukken horisontal inndeling angir definerte sonegrenser (nummerert). Borehullsavviket (høyre kolonne) indikeres med vinkel fra lodd og retning.

4.2.3 Sprekkeanalyse. Åpne sprekker

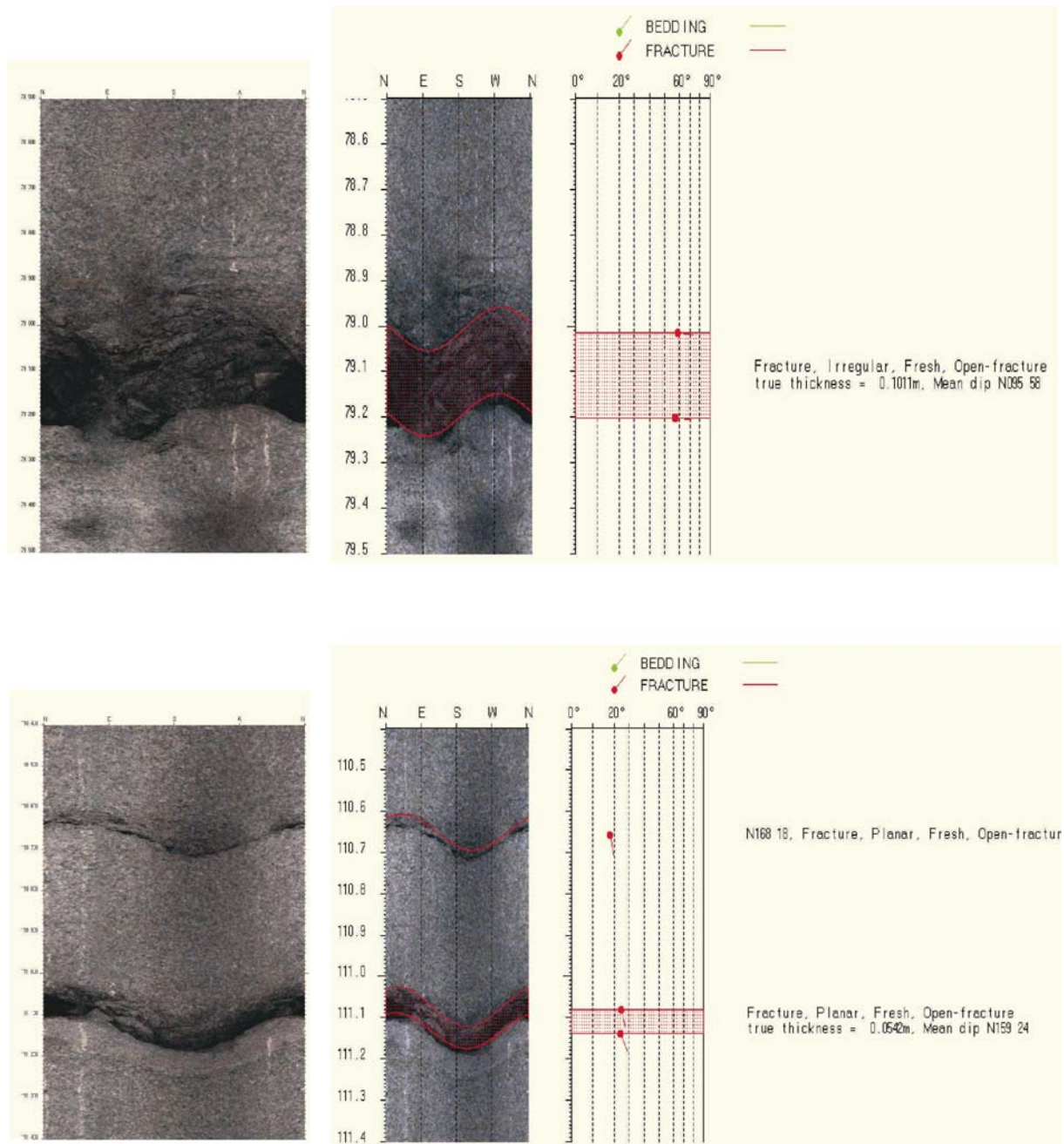
Tydelige åpne sprekker ble registrert i bare Bh 6. Dette hullet ga også mye vann. Det må likevel nevnes at både BH 5 og 8 ga store vannmengder. Problemet var at ras blokkerte begge disse hullene og bare deler av hullene ble inspisert med OPTV. Det er ikke mulig å si om vannet kommer fra stedet der rasene blokkerte hullene (sterkt oppknust fjell), eller om det var fra soner på større dyp. Borerapporten rapporterer om store vanninnslag i Bh 5 ved 141-144 m og 156 – 160 m, se tabell 2.

Figur 17 og 18 viser bilde av de åpne sprekke ved 41.8 og 46.7 m i Bh 6. Tolket logg er vist ved siden av som angir fallretning og fallvinkel. Strøketretning er vinkelrett på fallretning slik at strøketretningen for sprekken ved 41.8 m blir N355 78, og N 344 75 for sprekken ved 46.7 m dyp. Tabell 4 viser registrerte åpne sprekker i Bh 6.



Figur 17. Bh 6, åpen sprekke ved 41.8 m med fallretning og fallvinkel N085 78 (øverst), og ved 46.7 m dyp, N074 75 (nederst).

I figur 18 er vist åpen sprekk ved 79.1 m i Bh 6 med retning og fall N005 58, og ved 111.1 m dyp N069 24. Mens de tre øverste sprekkene går noenlunde N-S har den dypeste ved 111 m en retning VNV – ØSØ og har et mye mindre fall, 24 °.



Figur 18. Bh 6, åpen sprekk ved 79.1 m med fallretning og fallvinkel N095 58 (øverst), og ved 111.1 m dyp, N159 24 (nederst).

Tabell 4. Åpne sprekker registrert i Bh 6

Dyp [m]	Fallretning	Strøketretning	Fallvinkel	Åpning [cm]
41.8	N085	N355	78°	5 - 10
46.7	N074	N344	75°	5
79.1	N095	N005	58°	10
111.1	N159	N069	24°	5

4.3 Temperatur, elektrisk ledningsevne og gammalogg

Figurene 19 - 24 viser temperatur, ledningsevne og naturlig gammastråling (TCN-logg) for hullene Bh 3, Bh 4, Bh 5, Bh 6, Bh 7 og Bh 8. Bh 3 og Bh 4 ble målt sommeren 2001 og temperaturen over grunnvannsspeilet er sterkt påvirket av lufttemperaturen i dagen som var ca 25°C.

Bh 3

TCN-logg for Bh 3 er vist i figur 19. Vannspeilet ligger på 38 m noe som går tydelig frem av ledningsevneloggen. Ledningsevnen er tilnærmet konstant med en liten økning ved ca 50 m dyp. Den optiske inspeksjonen viser størst oppsprekking mellom 32 og 52 m. Ved ca 49 m observeres sprekker som lekker en mørk substans (forurenset vann ?) inn i hullet. Dette kan være en årsak til økning i ledningsevnen.

Temperaturen i vannet har en konstant temperaturgradient, 1.53 °C/100 m. Over vannspeilet observeres en synkende lufttemperatur.

Gammaloggen viser store variasjoner ned til ca 50 m. Øvre del av hullet går i kontakten mellom hornfels og syenitt. I nedre del er det massiv syenitt hele veien og liten variasjon i gammastrålingen, ca 100 cps.

Bh 4

TCN-logg for Bh 4 er vist i figur 20. Vannspeilet ligger også her på ca 38 m. En svak økning i ledningsevnen ved ca 40 m kan skyldes en sprekke ved 40.3 m (se optisk logg). En økning fra 83 m kan også skyldes observerte sprekker (innstrømning av vann).

Temperaturgradienten er konstant under vannspeilet, 1.18 °C/100 m. Over vannspeilet indikeres en dagtemperatur opp mot 30 °C.

Gammaloggen viser liten variasjon i geologien. Som i Bh 3 ligger strålingen på ca 100 cps som trolig indikerer syenitt. Lyse lag med økende feltspatinnhold (kalifeltspat) gir stedvis økt naturlig gammastråling.

Bh 5

Bh 5, figur 21, var tett ved ca 70 m. Vannspeilet lå på ca 1 m. Dette var unormalt da vannspeilet i Bh 4 og Bh 8, 30 – 40 m unna, lå mellom 35 og 40 m. Ledningsevnen i vannet er svært lav de øverste 40 m, ca 30 µS/cm, noe som kan bety overflatevann. Ved pumping av brønnen viste det seg at vann strømmet inn i hullet like under foringsrøret på 6 m dyp. Ved 40 m øker ledningsevnen noe, til ca 45 µS/cm. Dette skyldes trolig at en her kommer ned til det naturlige grunnvannsspeilet der vannet har noe høyere ledningsevne. En svak økning i ledningsevnen fra ca 55 m kan skyldes innstrømning i brønnen. Det er ikke observert klare åpne sprekker i dette området, men fjellet er generelt mye oppsprukket og ser dårlig ut på den optiske loggen.

Temperaturen viser ingen sprang som tyder på innstrømning i hullet. Den jevne, men noe lave gradienten, 0.95 °C/100 m, kan tyde på at temperaturforholdene i brønnen ikke har stabilisert seg etter at den ble fylt med overflatevann.

Gammaloggen avspeiler geologien. Ned til ca 42 m opptrer hornfels med forholdsvis lav gammastråling. Fra 42 – 51 m og 57 – 60 m opptrer en lysere bergart, trolig syenitt. Den gir

litt høyere gammastråling, trolig på grunn av et høyere feltspatinnhold, dvs økende kaliuminnhold. Toppene ved 42, 50 og 61 m skyldes trolig bånd med økende kaliuminnhold.

Bh 6

Figur 22 viser TCN-logg for Bh 6. Vannspeilet er på ca 9 m. Ledningsevnen er tilnærmet konstant langs hele hullet bortsett fra en markert økning ved 12 m. Den øverste delen kan være påvirket av overflatevann. En svært liten økning kan observeres ved 42, 79 og 115 m.

Temperaturen viser derimot tydelige økninger ved de samme dyp bortsett fra ved 115 m. I tillegg observeres en tydelig økning ved 47 m. Dette tyder på innstrømning av vann med annen temperatur. Temperaturgradienten under 50 m er $1.0\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Den optiske loggen indikerte oppsprukket fjell mellom 40 og 50 m med to tydelige åpne sprekker. Ved 47 m er det observert en sprekke med 5 - 10 cm åpning. Også ved 79 og 111 m er det indikert oppsprukket fjell med åpne sprekker. Brønnen ga ved pumpe-test (Storrø 2002) ca $7\text{ m}^3/\text{time}$. Dette er mye for en fjellbrønn. Strømningsmålinger brønnen ved forskjellige dyp viste strømning fra alle tre nivåene med oppsprukket fjell (Storrø 2002).

Gammaloggen viser tydelig geologien. Ned til ca 25 m er gammastrålingen noe høyere enn i nedre del av hullet. Nedre del av hullet består av syenitt. Mellom de indikerte sprekkesonene er den massiv (se optisk logg). De indikerte toppene ved 60, 64, 80 og 110 m dyp indikerer lysere ganger i syenitten, og trolig er dette ganger med økt feltspatinnhold (kalium).

Bh 7

Logg for Bh 7 er vist i figur 23. Bortsett fra en økning like under vannspeilet er ledningsevnen konstant i hele hullet. Den lave ledningsevnen øverst kan skyldes overflatevann.

Temperaturen viser en jevn økning nedover fra ca 15 m dyp. Temperaturgradienten er forholdsvis høy, $1.75\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Minimumspunktet for temperaturen ligger dessuten høyt, ved 15 m. Hullet går for det meste i ryolitt-traktytt og konglomerat. Den høye gradienten kan skyldes at bergarten har lav varmeledningsevne. Verken ledningsevne eller temperaturlogg indikerer vanninnstrømning i brønnen, men pumping indikerte i underkant av $1\text{ m}^3/\text{time}$.

Den naturlige gammastrålingen er jevnt over noe høyere enn i syenitt, 150 – 200 cps, og avspeiler en annen bergart.

Bh 8

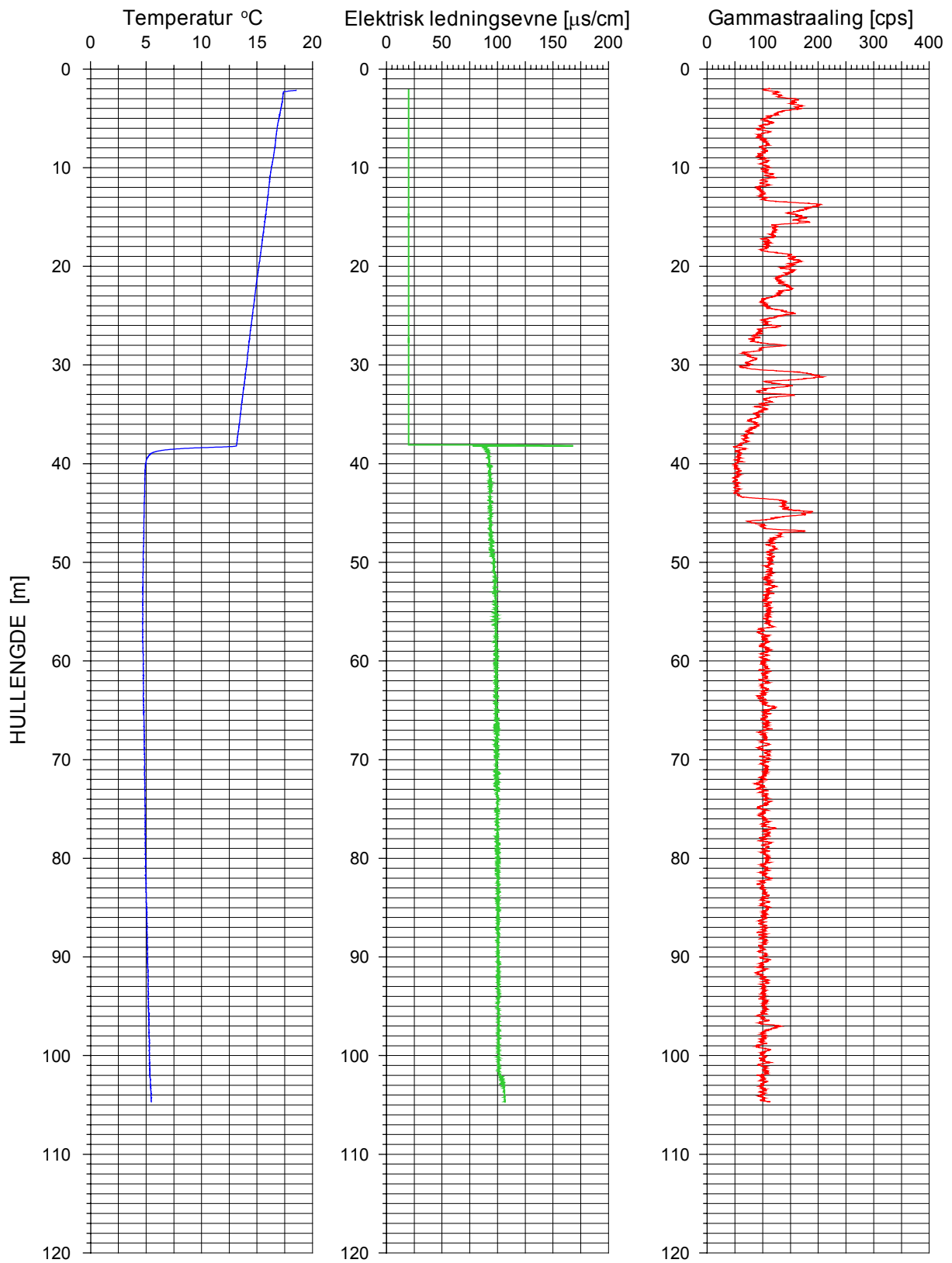
TCN-logg for Bh 8 er vist i figur 24. Hullet er boret ca 5 m vest for Bh 4. Boret lengde var 140 m med stopp i ras. Ved pumping og logging var hullet blokkert ved 89 m trolig på grunn av nytt ras.

Vannspeilet ligger på 36 m og ledningsevnen i vannet er konstant i hele hullet. Hullet ble logget 3 dager etter boring. Dette kan være noe kort tid for å få stabile forhold.

Temperaturen viser en konstant gradient under vannspeilet, $1.65\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Dette er betydelig høyere enn i Bh 4 (1.18) som står like ved og i Bh 5 (0.95) 30 – 40 m unna. Mulig årsak kan være ustabile forhold i Bh 8.

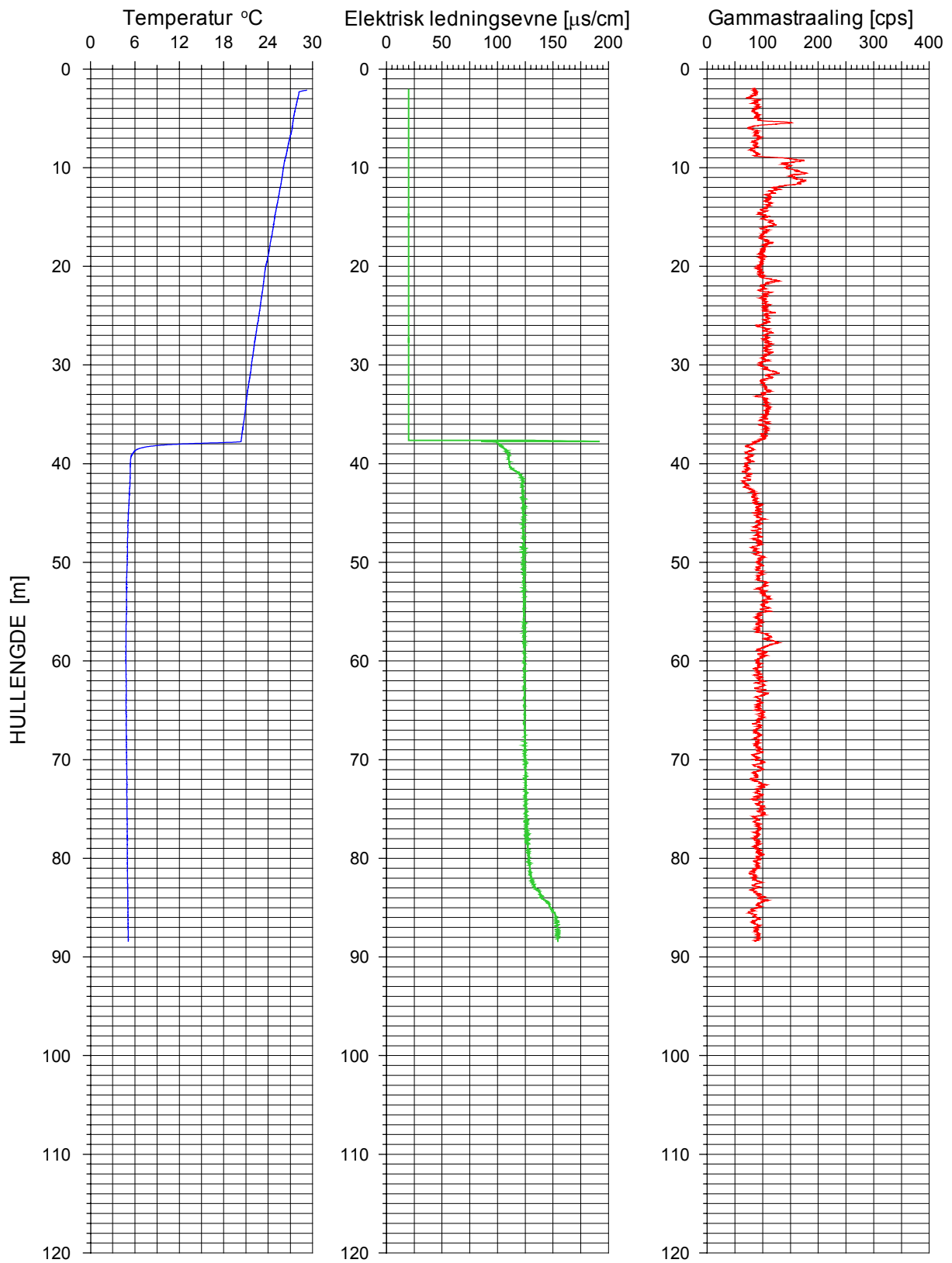
Gammastrålingen ligger på ca 100 cps i mesteparten av hullet. Optisk logg viser for det meste syenitt.

TEMP. COND. GAMMA LOG
Bh 3, Lunner



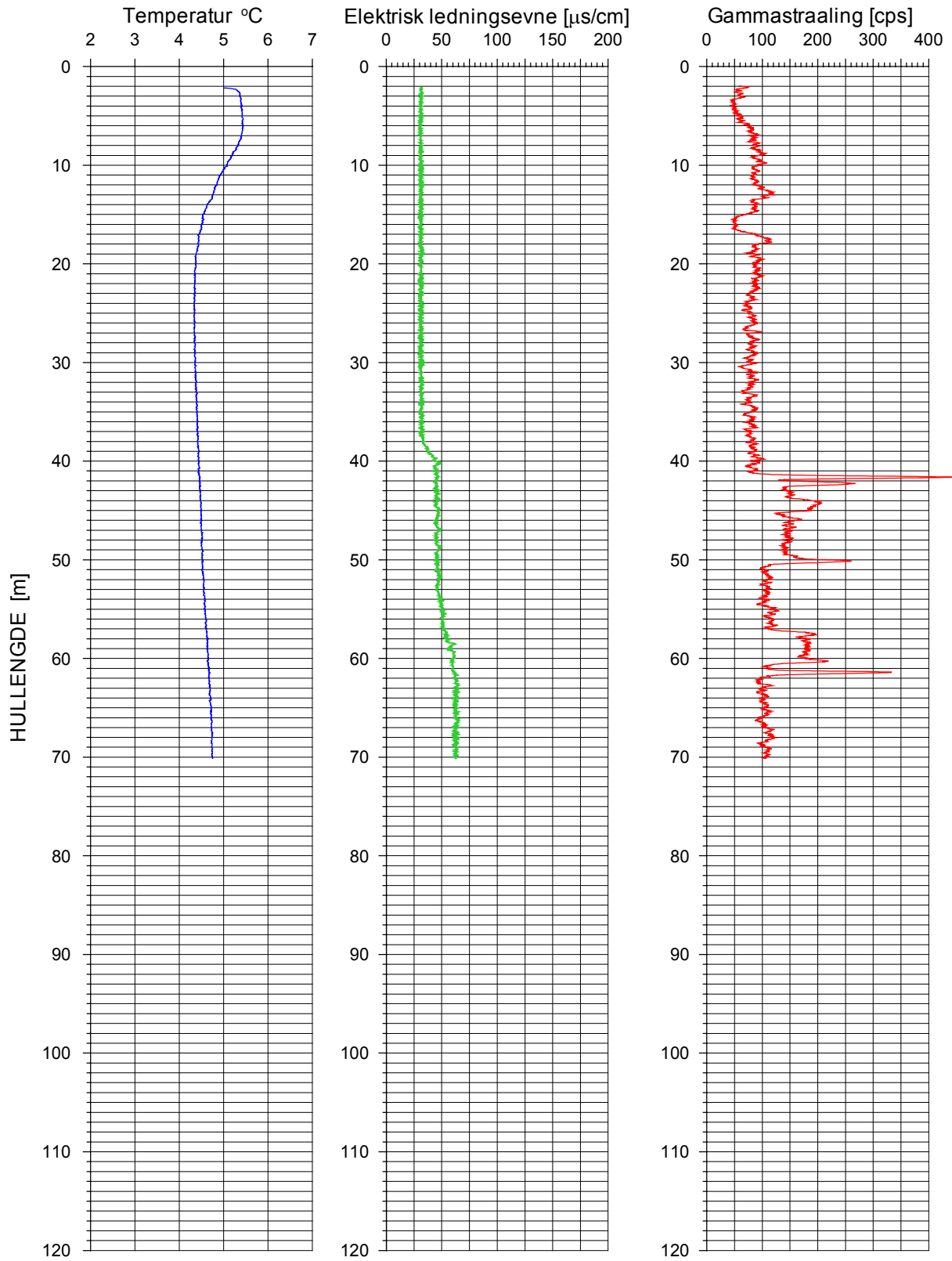
Figur 19. Bh 3, Grualia. Temperatur, elektrisk ledningsevne og naturlig gamma.

TEMP. COND. GAMMA LOG Bh 4, Lunner



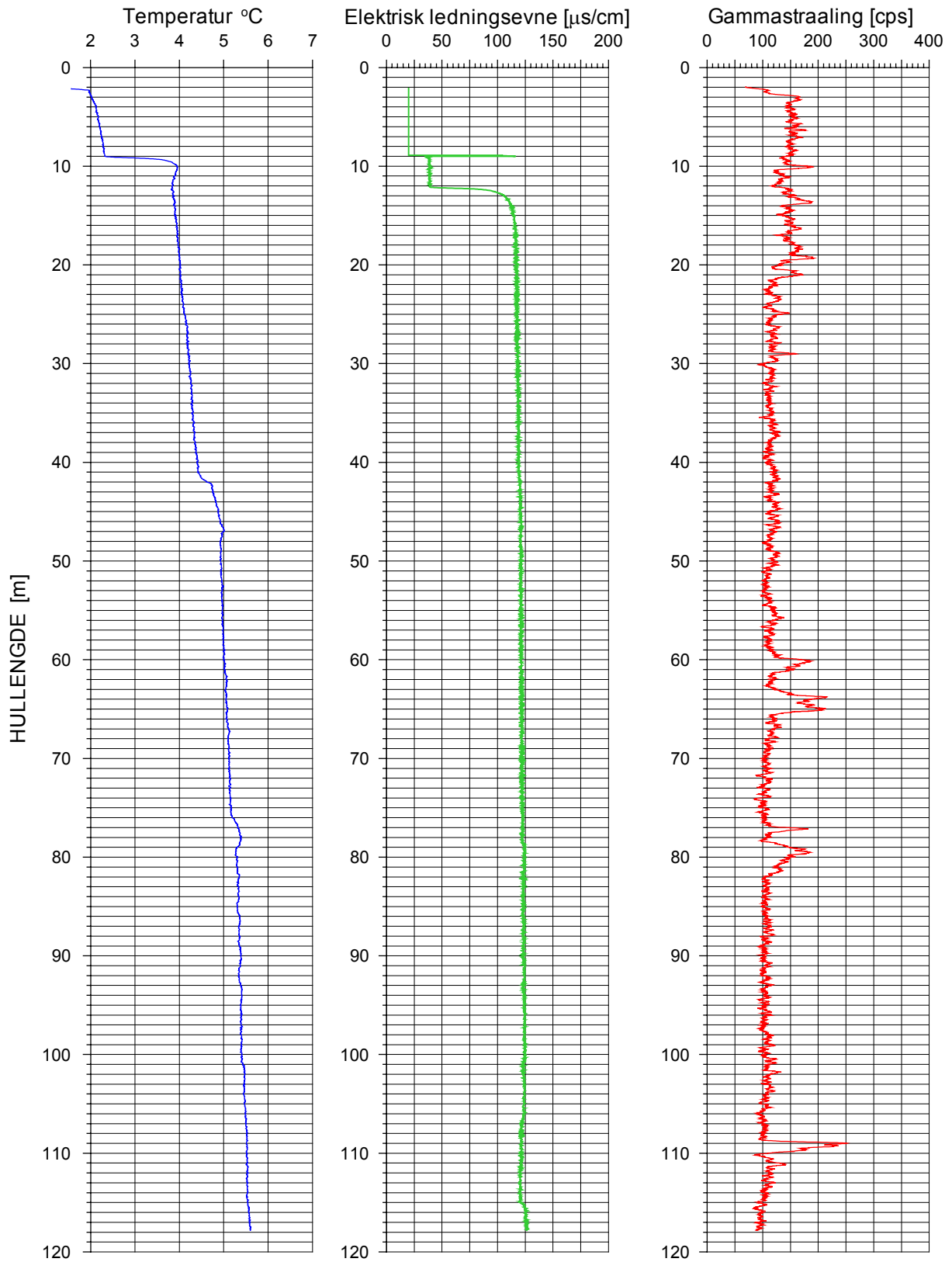
Figur 20. Bh 4, Grualia. Temperatur, elektrisk ledningsevne og naturlig gamma.

TEMP. COND. GAMMA LOG
Bh 5, Lunner



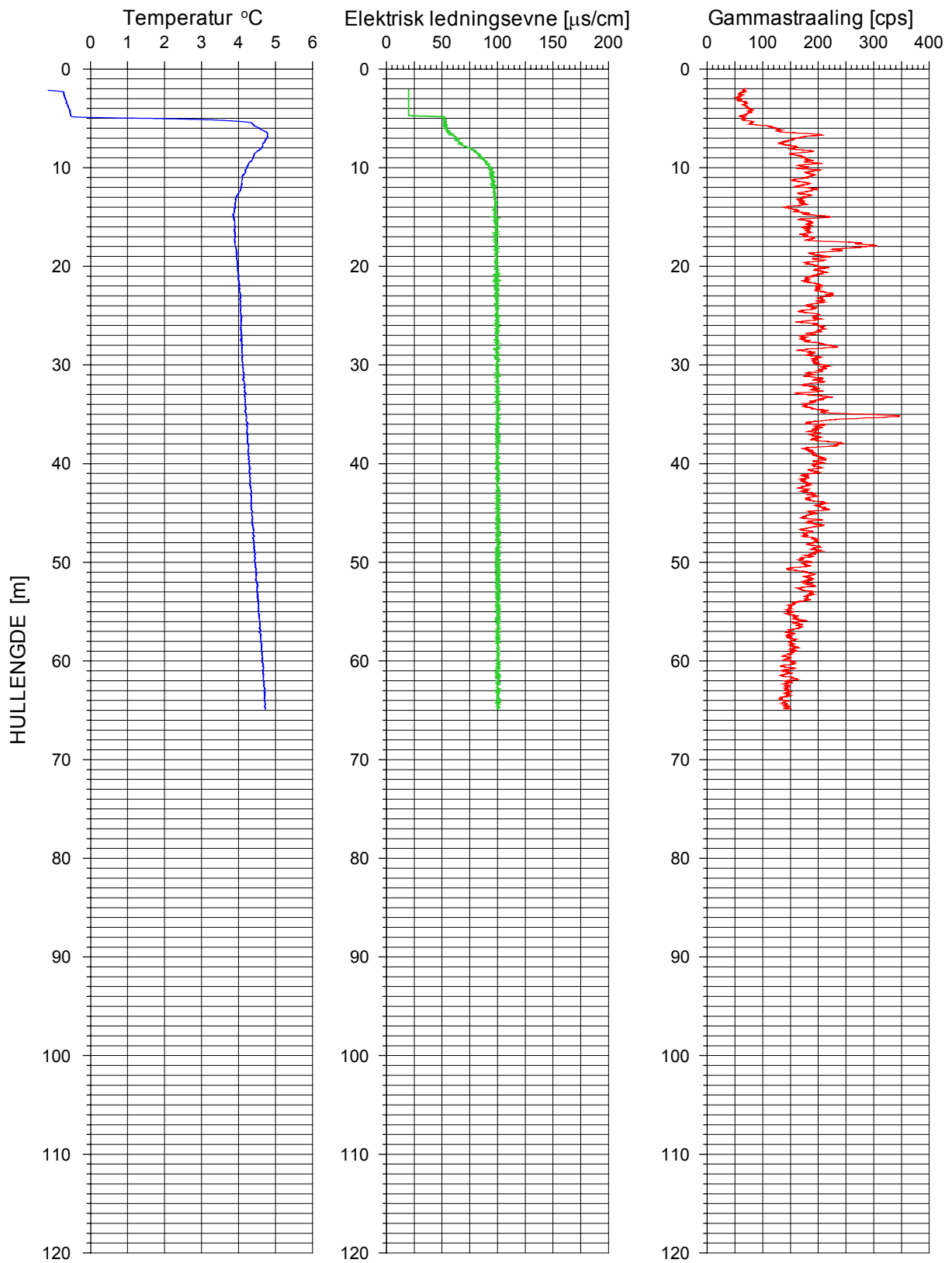
Figur 21. Bh 5, Grualia. Temperatur, elektrisk ledningsevne og naturlig gamma.

TEMP. COND. GAMMA LOG
Bh 6, Lunner



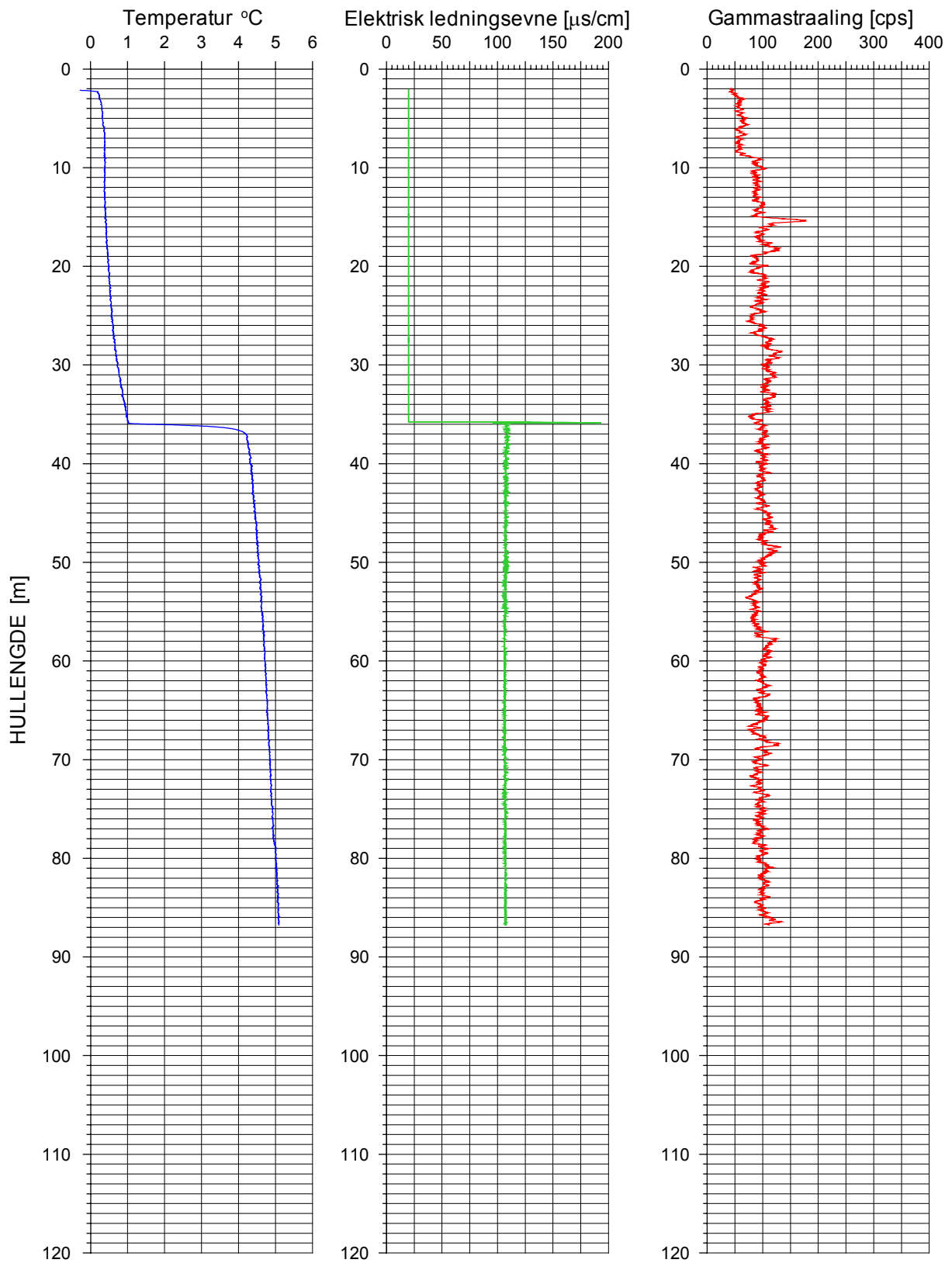
Figur 22. Bh 6, Grualia. Temperatur, elektrisk ledningsevne og naturlig gamma.

TEMP. COND. GAMMA LOG Bh 7, Lunner



Figur 23. Bh 7, Grualia. Temperatur, elektrisk ledningsevne og naturlig gamma.

TEMP. COND. GAMMA LOG
Bh 8, Lunner



Figur 24. Bh 8, Grualia. Temperatur, elektrisk ledningsevne og naturlig gamma.

4.4 Resistivitet i borehull

Resultatene fra Bh 3 og Bh 4 er tidligere rapportert (Rønning & Dalsegg 2001) men blir også tatt med her da de er boret på (eller i nærheten av) samme svakhetszone som Bh 5 og Bh 8. Alle disse hullene er boret på svakhetssonen i grensen mellom hornfels og syenitt langs vegen på vestsiden av Langvatnet.

Bh 3

Figur 25 viser resistivitetslogg for Bh 3. Den tilsynelatende motstand er generelt meget høy i den delen av hullet som ble målt (i vann fra 43 m). Fra 50 m er motstanden større enn 20 000 ohmm. Dette tyder på massivt fjell som er lite oppsprukket. Dette stemmer også med den optiske loggen som viser massiv syenitt i samme område. Betydelig oppsprekking mellom 30 og 50 m forklarer den noe lavere motstanden (laveste verdi er ca 5000 ohmm) over 50 m. Noen enkeltsprekker nederst i hullet kan forklare synkende motstand mot bunnen. Varierende porøsitet i syenitten kan også bidra til variasjon i den tilsynelatende motstand.

Bh 4

Figur 26 viser resistivitetslogg for Bh 4. Den tilsynelatende motstand er generelt lavere i dette borehullet selv om mesteparten av hullet går i syenitt. Den optiske loggen viser imidlertid at hullet generelt er mer oppsprukket enn Bh 3. Motstanden er lavest, 700 – 1000 ohmm, mellom 45 og 55 m hvor også oppsprekkingen er størst. Motstanden synker mot bunnen av hullet (90 m). Dette ser en i alle tre hullene (4, 5 og 8) som er boret mot samme svakhetszone, og kan tyde på dårlig fjell på dette dyp. I Bh 5 og 8 var hullene blokkert på henholdsvis 72 og 88 m dyp.

Bh5

I Bh 5, figur 27, fikk en målt motstand i hele hullet da vannspeilet var like under bakkenivå. Hullet var blokkert ved 72 m og overflatevann strømmet inn i hullet like under foringsrøret og fylte opp hullet. Motstanden er lav, 500 – 600 ohmm, de øverste 33 m. Her går hullet i hornfels som er oppsprukket. Et parti med høyere motstand, opp til 10 000 ohmm, ned til ca 50 m, tyder på mer massivt fjell. Herfra synker motstanden mot bunnen og er ca 275 ohm m i bunn (72 m). Det er grunn til å tro at det her er svært dårlig fjell da hullet var blokkert av ras. Forsøk på oppboring mislyktes da det gikk nye ras i hullet.

Bh 6

Bh 6 var boret langs østre del av og 150 – 200 m nord for tunneltraseen. Figur 28 viser resistivitetslogg. Flere markerte lavmotstandssoner er indikert. Spesielt lav motstand er målt mellom 40 og 50 m dyp. Videre observeres markerte soner ved 80 m, 100 m og 112 m. Den optiske loggen viser sterkt oppsprukket fjell mellom 40 og 50 m. Flere åpne sprekker vises tydelig, spesielt ved 42 og 47 m hvor en sprekk med 5 - 10 cm åpning er indikert. Pumping indikerte ca 7 m³/time, og strømningsmåling på 40 m indikerte strømning under pumping. Lavmotstandssone ved ca 80 m bekreftes av en observert åpen sprekk ved 79 m (10 cm åpning). Ved 100 m dyp er flere tynne åpne soner observert med optisk inspeksjon. Det samme kan sies om lavmotstandssonen ved 112 m dyp. Ved 111 m vises en sprekk med 3 – 4 cm åpning. Mellom sprekkesonene er motstanden høy, 15000-19000 ohmm, noe som stemmer godt med observert massiv syenitt på den optiske loggen.

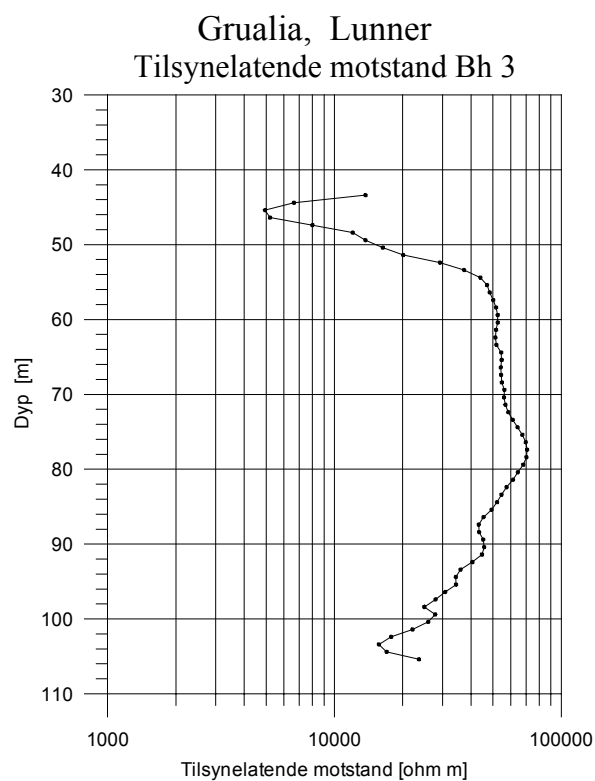
Bh7

Figur 29 viser resistivitetslogg for Bh 7. Hullet var boret til 81 m, men var blokkert ved 66 m. Bergarten i dagen er ryolitt-trakytt og agglomerat (konglomerat). Etter en lavmotstandssone ved 14 m dyp øker motstanden ned mot 27 m hvor den er ca 3700 ohmm. Deretter avtar

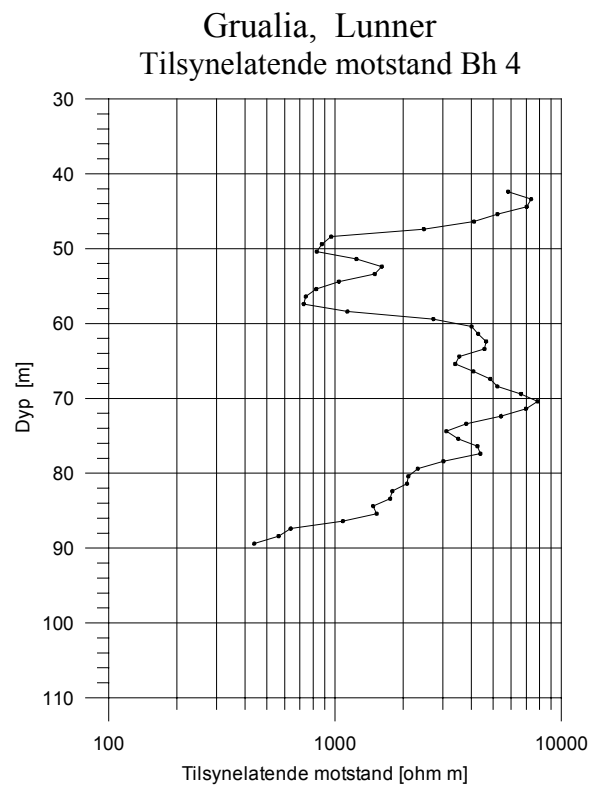
motstanden hele veien mot bunnen av hullet med en motstand på ca 300 ohmm i bunnen. Motstanden er lavest i rasområdet. Dette tyder på meget dårlig fjell i dypet ikke langt fra tunneltraseen. Pumpetest viste i underkant av 1 m³/time, så det var ikke spesielt store vannmengder i dette hullet.

Bh8

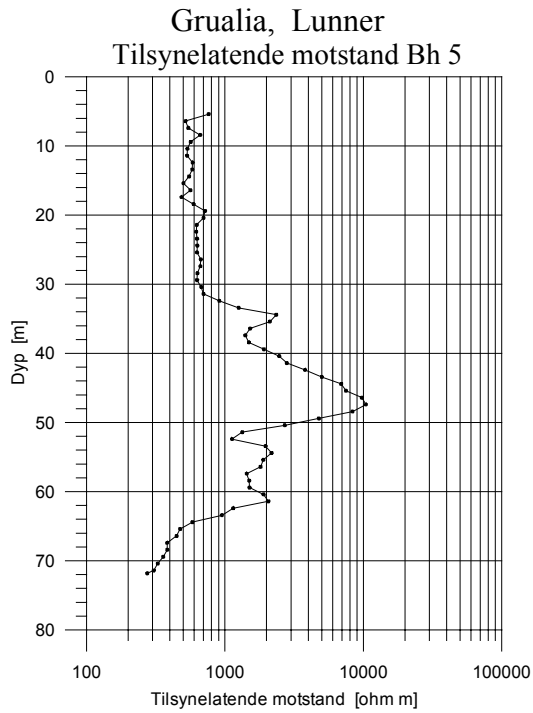
Bh 8, figur 30, ble boret ca 5 m vest for Bh 4. Hullet ble boret til 140 m (stoppet i ras), men ved logging var det blokkert ved 89 m, trolig på grunn av nytt ras. Logging startet ved ca 40 m (under vannspeil) med en tilsynelatende motstand på ca 4000 ohmm. Fra 40 m avtar motstanden kraftig og hele resten av hullet, bortsett fra et par punkter ved 60 m, har lav motstand, 200 – 400 ohmm. Dette tyder på oppsprukket og dårlig fjell, noe som bekreftes av den optiske loggen. Det er tydelig at svakhetssonen det her er boret på har fjell med svært dårlig stabilitet som det er vanskelig å bore gjennom.



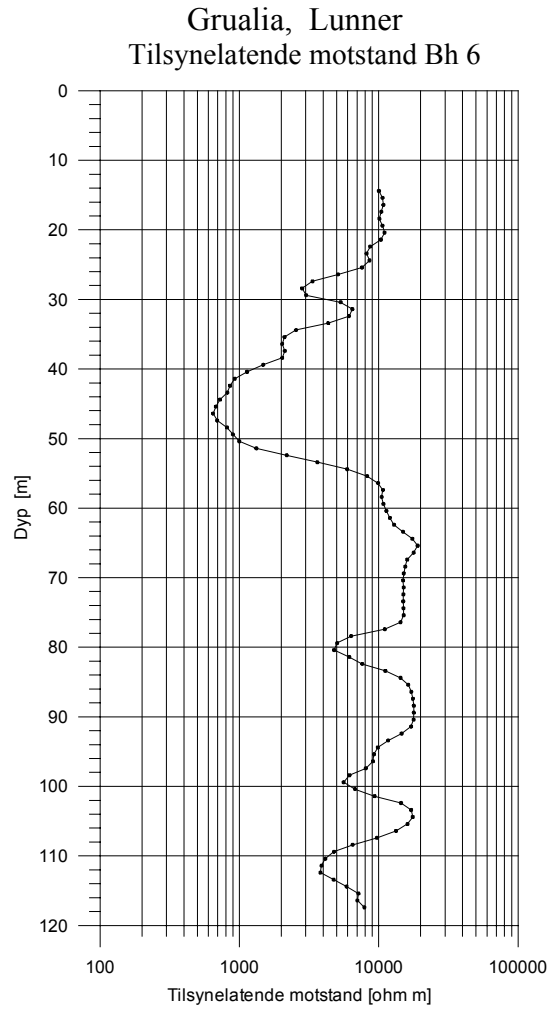
Figur 25. Grualia. Tilsynelatende motstand Bh 3



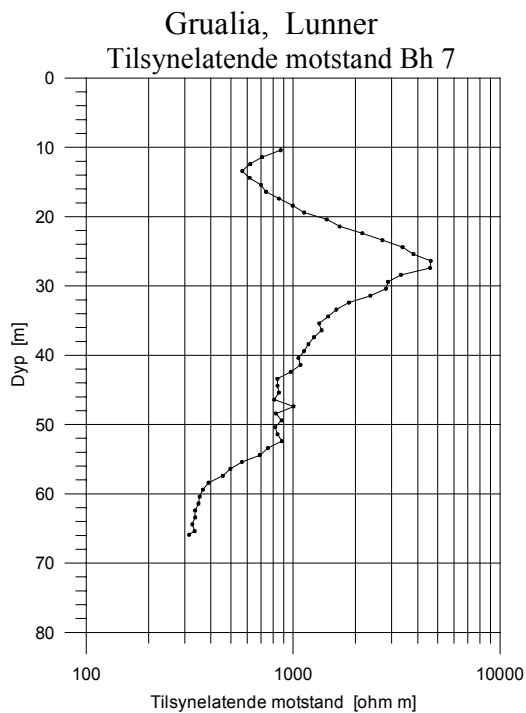
Figur 26. Grualia. Tilsynelatende motstand Bh 4.



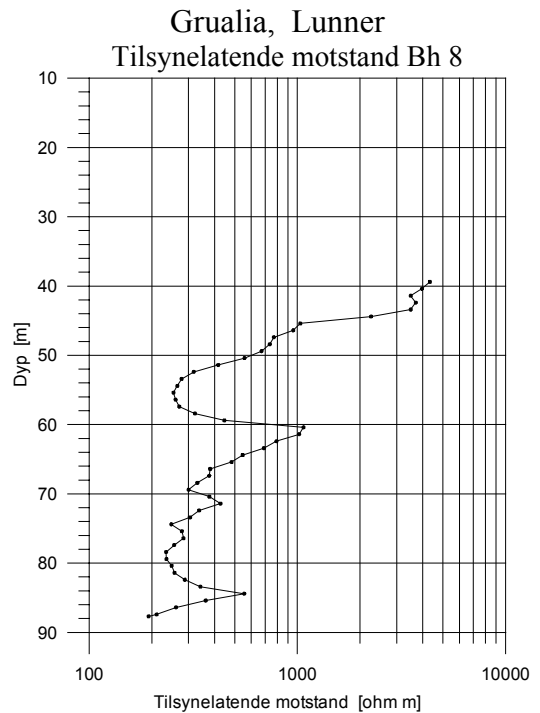
Figur 27. Grualia. Tilsynelatende motstand Bh 5



Figur 28. Grualia. Tilsynelatende motstand Bh 6.



Figur 29. Grualia. Tilsynelatende motstand Bh 7.

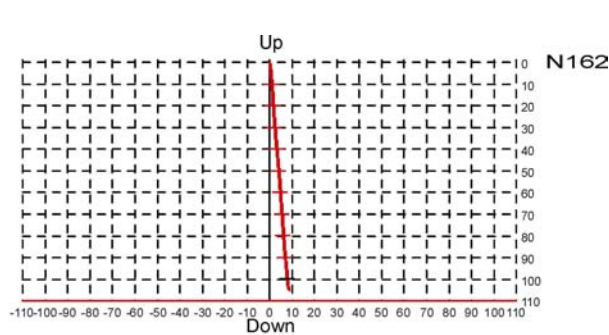


Figur 30. Grualia. Tilsynelatende motstand Bh 8.

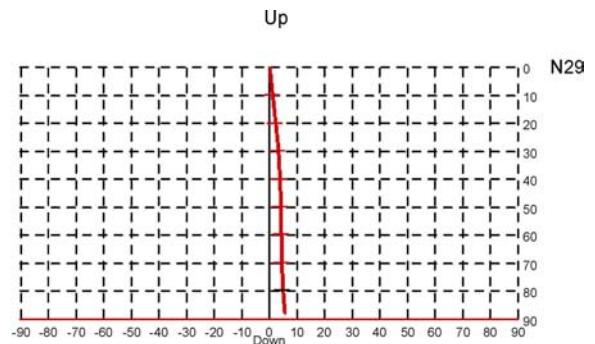
4.5 Avviksmåling

Avviksmåling blir gjort kontinuerlig med OPTV-sonden. Ettersom magnetometre brukes til å bestemme retningen til hullbanen vil unøyaktigheter oppstå med magnetisk materiale i borehullet, for eksempel foringsrør eller magnetittholdige bergarter. Vanligvis ser en dette som brå endringer i retningen over kort avstand.

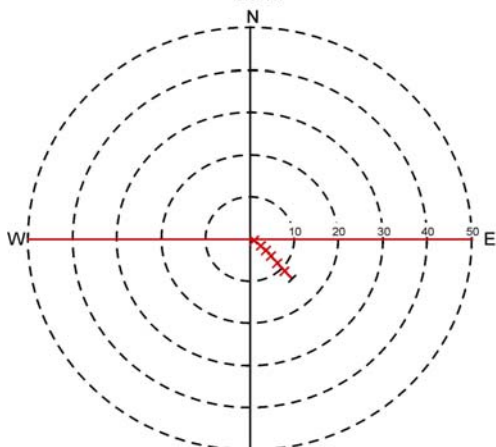
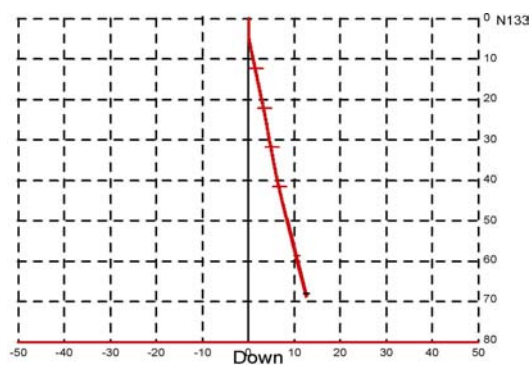
Resultatene fra avviksmålingene er presentert som vertikalprojeksjon, langs borehullets retning, og som horisontalprojeksjon i figurene 31, 32, 33, 34, 35 og 36.



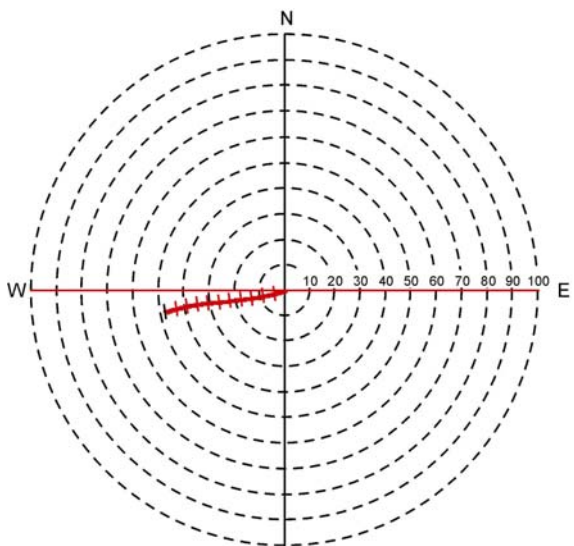
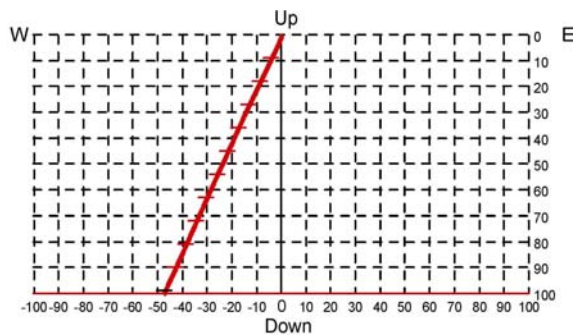
Figur 31. Borehullsforløp Bh 3.
Vertikalprojeksjon langs hullretning (øverst)
og horisontalprojeksjon (nederst).



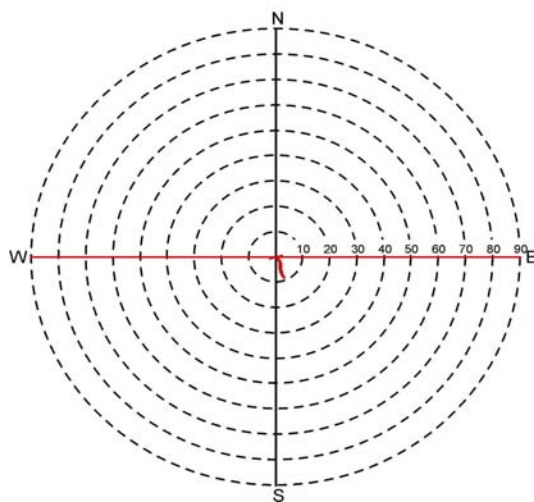
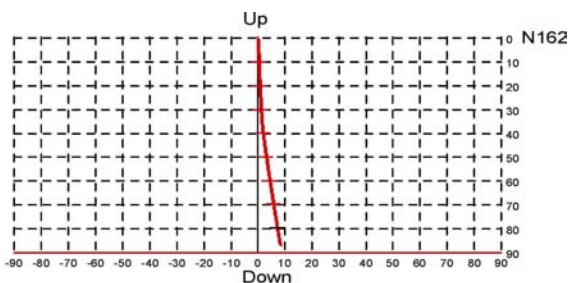
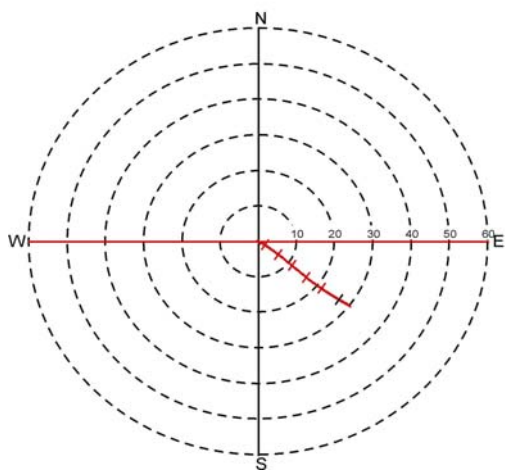
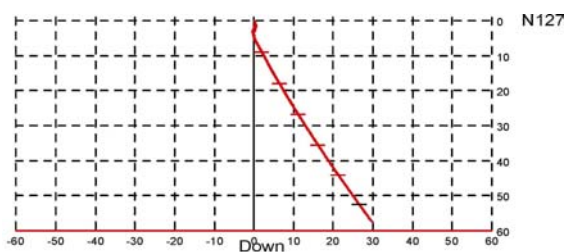
Figur 32. Borehullsforløp Bh 4.
Vertikalprojeksjon langs hullretning (øverst)
og horisontalprojeksjon (nederst).



Figur 33. Borehullsforløp Bh 5.
Vertikalprojeksjon langs hullretning (øverst)
og horisontalprojeksjon (nederst).



Figur 34. Borehullsforløp Bh 6.
Vertikalprojeksjon øst - vest (øverst)
og horisontalprojeksjon (nederst).



Figur 36. Borehullsforløp Bh 8.
Vertikalprojeksjon langs hullretning (øverst)
og horisontalprojeksjon (nederst).

5. DISKUSJON

NGU har tidligere gjort 2D resistivitetsmålinger på bakken langs store deler av tunneltraseen (Rønning & Dalsegg 2001). Resultatene fra disse har indikert flere lavmotstandssoner. Lav tilsynelatende motsand kan bety oppsprukket fjell med høyt vanninnhold med eller uten leirmineraler. Ut fra disse resultatene ble det boret tre nye brønner. To av disse ble boret mot indikerte soner som krysser østre del av tunneltraseen, mens det tredje ble boret mot forkastningssonen som går på vestsiden av Langvatnet. På grunn av ras i hullet ved Langvatnet ble det boret et nytt hull her, men også det ble blokkert av ras. Alle hullene, pluss to som var boret tidligere ved Langvatnet, ble logget med optisk televiewer. I tillegg er det målt vanntemperatur, elektrisk ledningsevne i vannet, naturlig gammastråling og resistivitet i fjellet i borehullene.

Forkastningssone vest for Langvatnet

Forkastningssonen like vest for Langvatnet, som også følger en bergartsgrense, er undersøkt med flere borehull., Bh 3, 4, 5 og 8. Bh 5 og 8 var blokkert med ras ved hhv. 72 og 89 m. Bh 3, ca 150 m sør for tunneltraseen, viser massivt og lite oppsprukket fjell under 50 m. Hullet går for det meste i syenitt. Også Bh 4 går for det meste i syenitt, men er noe mer oppsprukket enn Bh 3. Bh 3 og 4 går ikke helt ned til tunnelnivå, men syenitten i det undersøkte området synes ikke spesielt risikofylt med hensyn til stabilitet og vanninnslag. Figur 37 viser bildelogg med utsnitt av syenitten i Bh 3 og 4.

Bh 5 og 8 er boret noe lenger vest med steilt fall mot sørøst for å skjære gjennom svakhetssonen. Det har borehullene også gjort, noe som resulterte i ras i begge hull. Bh 5 var boret ned til tunnelnivået for å få en indikasjon på hvordan fjellkvaliteten var der. I borerapporten rapporteres det om veldig mye vann mellom 156 og 160 m, se tabell 1. Den inspiserte delen av Bh 5 (ned til 72 m) viser for det meste hornfels som er til dels sterkt oppsprukket. Både sprekkefrekvens og rasene som gikk i hullene, tyder på at svakhetssonen består av ustabil fjell. I tillegg ga hullene store vannmengder ved pumping. Dersom svakhetssonen fortsetter ned til tunnelnivå vil den trolig skape problemer for tunneldrivingen, både med hensyn til stabilitet og vanninnslag. Figur 38 viser bildelogg med utsnitt av Bh 5 og Bh 8.

Resistivitetsmålingene i borehull samsvarer godt med de optiske loggene. I Bh 3, som for det meste består av massiv syenitt, viser meget høye motstandsverdier. Tilsvarende viser de oppsprukkede områdene i Bh 4, 5 og 8 lave motstandsverdier. Lavest verdi i Bh 5 og 8 er målt helt i bunnen der hullene er blokkert av ras. I dette tilfellet har resistiviteten i borehullene vist seg å være en god indikator på fjellets oppsprekningsgrad. I Bh 5 og 8 ser ras ut til å opptre når motstanden kommer under 200 – 300 ohmm. Ved en så lav motstand er det trolig også ledende mineraler tilstede, f.eks. leirmineraler.

2D resistivitetsmålinger, profil 1 (Rønning & Dalsegg 2001), indikerer svakhetssonen ved Langvatnet meget godt. Profil 1 går ca 300 m nord for Bh 5 og resultatene fra borehullsmålingene kan ikke direkte sammenliknes. 2D-modellen indikerer en vertikal lavmotstandssone fra 40 – 50 m dyp. Dette stemmer bra med resistivitetsmålingene i Bh 5 og Bh 8, og det er god grunn til å tro at svakhetssonen er sammenhengende fra profil 1 til Bh 5 og Bh 8. Den vil dermed krysse tunneltraseen.

2D resistivitetsmålinger, profil 2, går ca 150 m sør for Bh 8. Bh 3 er boret på profil 2. 2D-målingene indikerer ikke svakhetssonen på samme måte som på profil 1. Lav motstand, 500 –

2000 ohmm, indikeres fra 60 – 70 m dyp. Resistivitetsmålingene i Bh 3 indikerer ikke den sonen som indikeres litt vest for borehullet. I Bh 3 er det målt svært høye motstandsverdier fra 10000 – 60000 ohmm. Motstandsverdiene i 2D-modellen er noe lavere, 5000 – 20000 ohmm, noe som også er høye verdier og tyder på massivt fjell. Det er svært lite som skal til (endring i porøsitet, vanninnhold) for å øke motstanden i dette verdiområdet slik at det i virkeligheten er god korrelasjon mellom bakke- og borehullsmålinger.

Borehull 6 og 7

Bh 6 og Bh 7 ble begge boret mot indikerte lavmotstandssoner ved 2D-resistivitetsmålingene. Et meget interessant spørsmål var om de indikerte svakhetssonene ved 2D resistivitetsmålingene kunne verifiseres med borehullsmålingene. Dette var viktig rent metodisk og viktig for tunneldrivingen. Bh 6 og Bh 7 var begge boret på 2D-profilet så her kan resultatene direkte sammenlignes. Figur 39 viser Bh 6 og Bh 7 plottet inn på 2D resistivitetsmodellen. De indikerte åpne sprekkene i Bh 6 er også tegnet inn. Utgående av disse sprekkene faller sammen med to dalsøkk i terrenget. Mot dypet går sprekkene sammen mot en lavmotstandssone i 2D-modellen. Sprekkene vil, dersom de er utholdende i strøkretningen mot sør, alle skjære tunneltraseen. Den vestligste sprekkene (111 m i Bh 6) er indikert i tunnelnivået. De to andre sprekkene (42 og 47 m) er påtruffet 20 – 25 m over tunnelnivå. Etersom sprekkene er vannførende med til dels store vannmengder må en forvente vanninnslag i tunnelen.

Ser en nærmere på de målte motstandsverdiene i Bh 6 korrelerer de bra med bakkemålingene. Borehullsmålingene indikerer hver enkelt sprekkesoner tydelig ved 46, 80, 100 og 112 m, se figur 28. Sprekkesoner på noen få cm lar seg ikke detektere med 2D-målinger på samme måte som høyoppløselige borehullsmålinger, men 2D-modellen viser store motstandskontraster mellom massivt fjell (syenitt) og de områdene hvor sprekkene er indikert. Modellen viser dessuten minkende motstand mot dypet, spesielt under tunneltraseen. Den tilsynelatende motstand i syenitten målt i borehull er 10000 – 20000 ohmm. 2D-modellen viser de samme verdier (oransje og rød på figur 39).

Bh 7, ca 300 m øst for Bh 6, skjærer inn i en lavmotstandssone like over tunnelnivå, se figur 38. Som nevnt tidligere var dette hullet blokkert av ras ved 67 m. Dette er ca 15 m under tunnelnivået. Den optiske loggen viser stor oppsprekning fra ca 50 m. Resistivitetsloggen, figur 29, viser synkende motstand fra 28 m med særlig lav motstand (ca 350 ohmm) fra 58 m. En høymotstandssone er registrert ved ca 25 m. 2D-modellen viser meget god korrelasjon med borehullsmålingene. Etter noe lav motstand overflatenært skjærer borehullet gjennom en høymotstandssone (oransje), og deretter inn i en vertikal lavmotstandssone (grønn) like over tunnelnivå. Lav motstand både ved 2D resistivitet og i borehull, stor oppsprekning (OPTV) og ras i borehull tilsier at dette er en svakhetssone som kan gi stabilitetsproblemer ved tunneldrivingen. Motstanden i rasområdet er ca 300 ohmm, det samme som i BH 5 og 8 ved Langvatnet. Hullet ga forholdsvis lite vann, ca 1000 l/time, noe som stemmer godt overens med at det ikke er observert åpne sprekker på OPTV-loggen.

Figur 40 og 41 viser bildelogg av utsnitt fra Bh 6 og Bh 7. I Bh 6 vises påviste åpne sprekker i syenitten. Brønnen ga 7100 l/time vann ved pumping. Strømningsmåling under pumping viste at sonene ved 42 og 47 m ga omtrent halvparten, 3400 l/time, sonen ved 79 m ca 700 l/time og sonene under 79 m 3000 l/time (Storrø & Elvebakk 2002). Mellom sprekkene er syenitten massiv uten sprekker. Bh 7 er generelt mer oppsprukket. Hullet er boret i en ryolitt-traktytt og konglomerat, og når ikke ned i syenitten slik at tunnelen på dette stedet vil gå i den noe oppknuste ryolitten/konglomeratet. Ved 38 m dyp er det et "sort hull" i borehullsveggen.

Dette må være en del av en åpen sleppe, og det ble ved pumpetesten registrert noe innstrømning fra dette stedet.

Sammendrag, bakke- og borehullsmålinger

Sammenstilling av resultatene fra 2D resistivitetsmålinger og borehullslogging har vist meget interessante resultater både rent metodisk og som en forundersøkelse for tunneldriften. Metodisk har de geofysiske undersøkelsene vist at 2D resistivitetsmålinger gir verdifulle og sikre opplysninger om lavmotstandssoner selv på store dyp (120 m). Resultater fra slike undersøkelser gir et meget godt grunnlag for å planlegge oppfølgende undersøkelser under bakkenivå. Boringer vil en aldri komme utenom, men det er meget viktig at borehullene plasseres der en kan få mest mulig opplysninger om fjellets beskaffenhet i en planlagt tunneltrase. Optisk inspeksjon, temperatur-, ledningsevne- og gammalogg samt resistivitetsmålinger i borehull, vil gi detaljerte tilleggsopplysninger. Slike målinger kan utføres i grove borehull som er mye rimeligere å bore enn kjerneborehull. For å få sikre opplysninger om brønnenes vanngiverevne må det utføres testpumping. Dersom flere soner (åpne sprekker) er indikert som mulig vannførende ved borehullslogging, kan strømningsmåling utført under pumping, gi opplysninger om strømningsvolum fra de forskjellige sonene. Med optisk inspeksjon er disse sonene kartlagt med strøk og fall slik at en kan beregne om de vil krysse en eventuell tunneltrase.

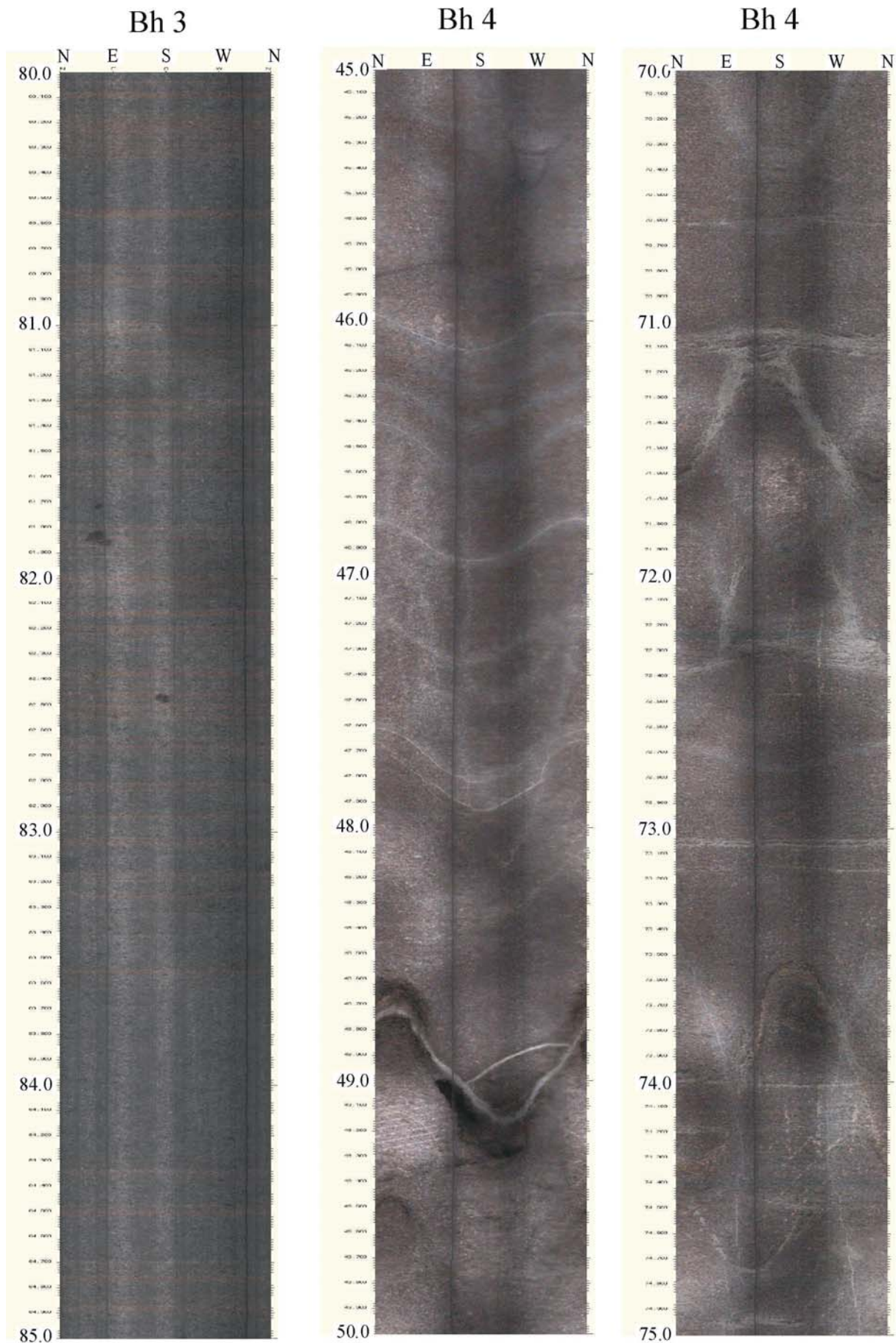
Som en forundersøkelse for tunneldringen mellom Gualia og Slettmoen har de geofysiske undersøkelsene gitt verdifulle opplysninger om svakhetssoner som kan forventes å bli påtruffet langs tunneltraseen. Forkastningssonen på vestsiden av Langvatnet er sterkt oppsprukket og vannførende. Ras i to borehull gjennom sonen bekrefter dette. Dersom sonen fortsetter mot dypet ned til tunnelnivået vil den trolig skape problemer med hensyn til både stabilitet og vannlekkasje. Indikasjonen på 2D resistivitetsmålingene tyder på at sonen fortsetter mot dypet, men denne indikasjonen ligger på et profil 300 m nord for tunneltraseen.

Ved østre del av tunneltraseen er det i Bh 6 påvist flere åpne sprekker som gir til dels store vannmengder. Sprekkene har tilnærmet NS retning, er steile og vil krysse tunneltraseen dersom de fortsetter sørover fra borehullet. Lengst mot øst, i Bh 7, indikerer både optisk inspeksjon og resistivitetsmålinger i borehull dårlig fjell. Resistiviteten ligger på samme lave nivå som i forkastningssonen ved Langvatnet. Også i Bh 7 var det gått ras som blokkerte borehullet.

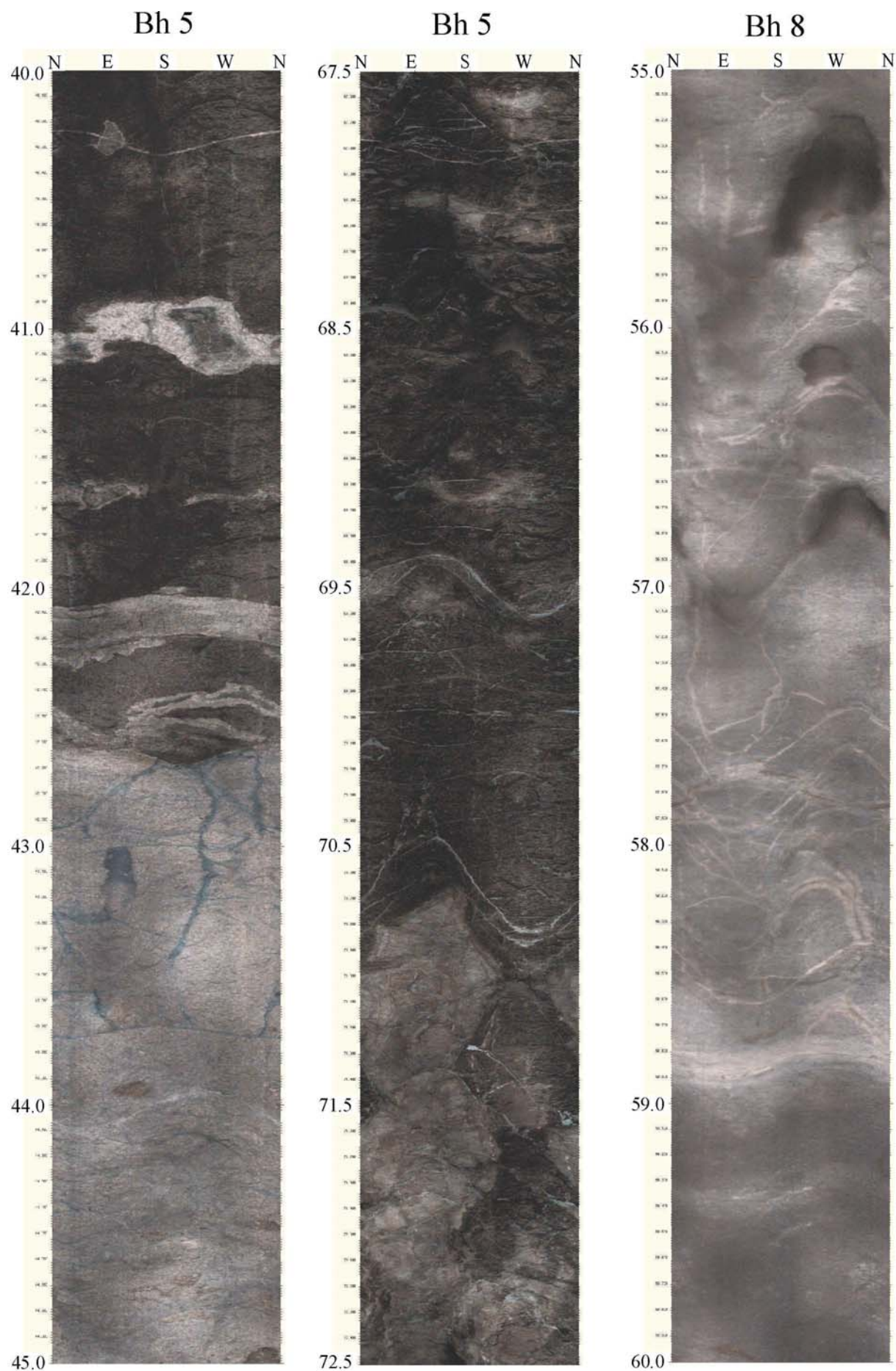
Sammendrag, sprekkesoner i felt og med televiwer

Det er gjennomgående godt samsvar mellom orienteringene på sprekker kartlagt i felt og de som er kartlag med televiwer. Steile sprekker fordeler seg relativt likt (figurene 2 og 10), mens lavvinklede sprekker er langt tydeligere i televiwer datasettet. Dette har sammenheng med retningen av profileringen (horisontal versus vertikal). Som konklusjon kan en derfor si ;

1. God oversikt over dominerende steile sprekkesett fremskaffes ved feltarbeid.
2. Televiwer analyse gir bedre oppløsning på lavvinklede sprekkesystemer.
3. Felt + televiwer gir et komplementært bilde.

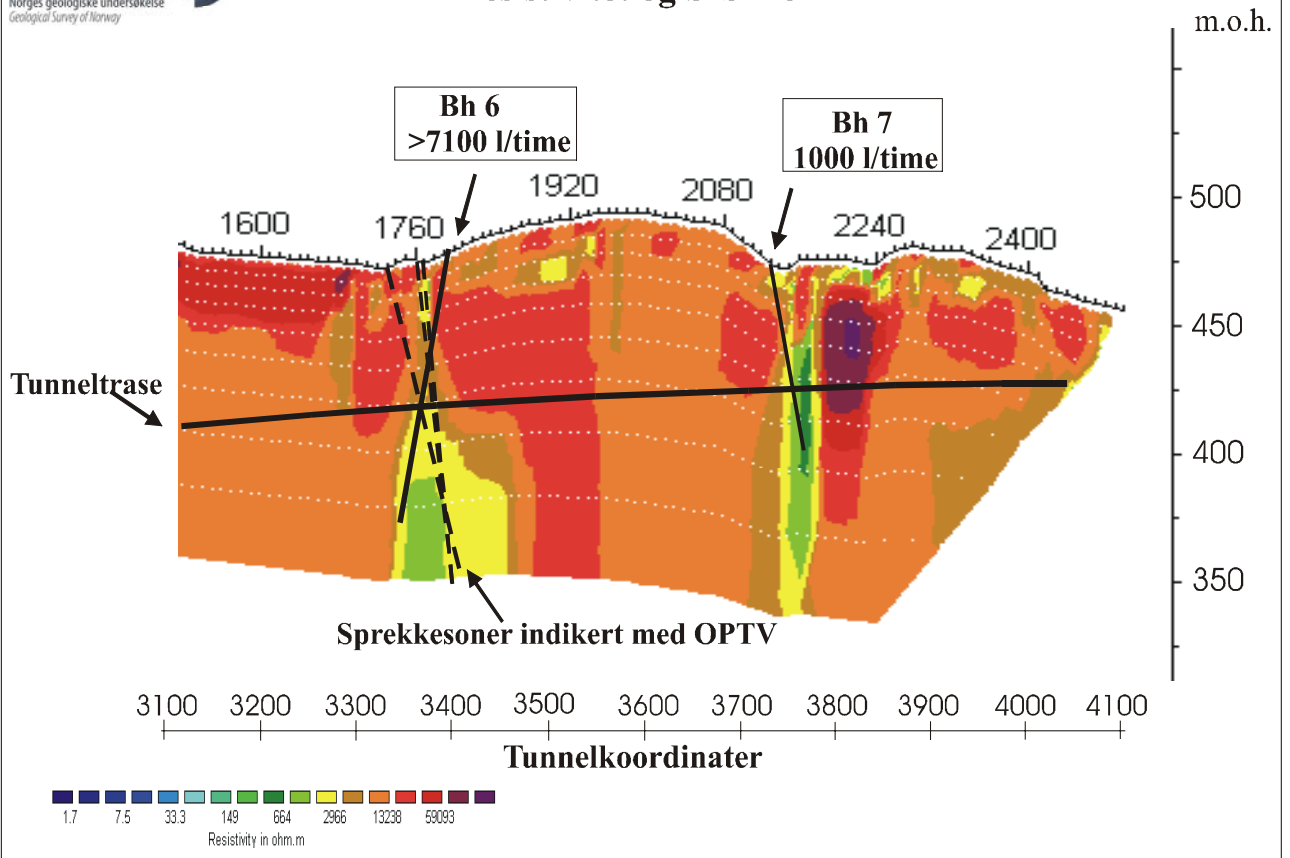


Figur 37. Bildelogg Bh 3 med massiv syenitt (til venstre) og Bh 4 med noe oppsprukket syenitt (i midten og til høyre).



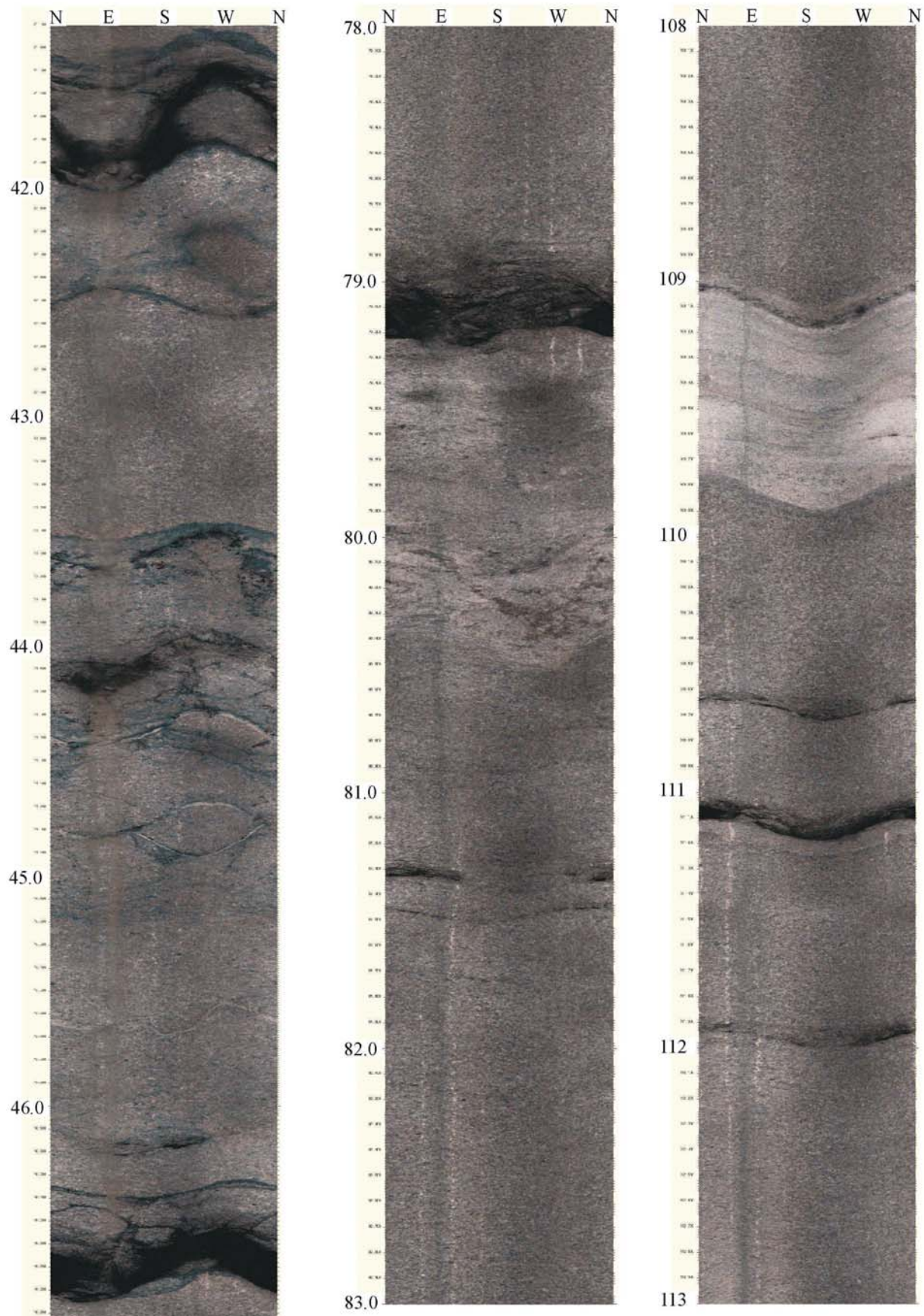
Figur 38. Bildelogg Bh 5, hornfels (venstre og midten) og Bh 8, oppsprukket syenitt (høyre).

Rv. 35 GRUALIA - SLETTMOEN
2D Resistivitet og brønner



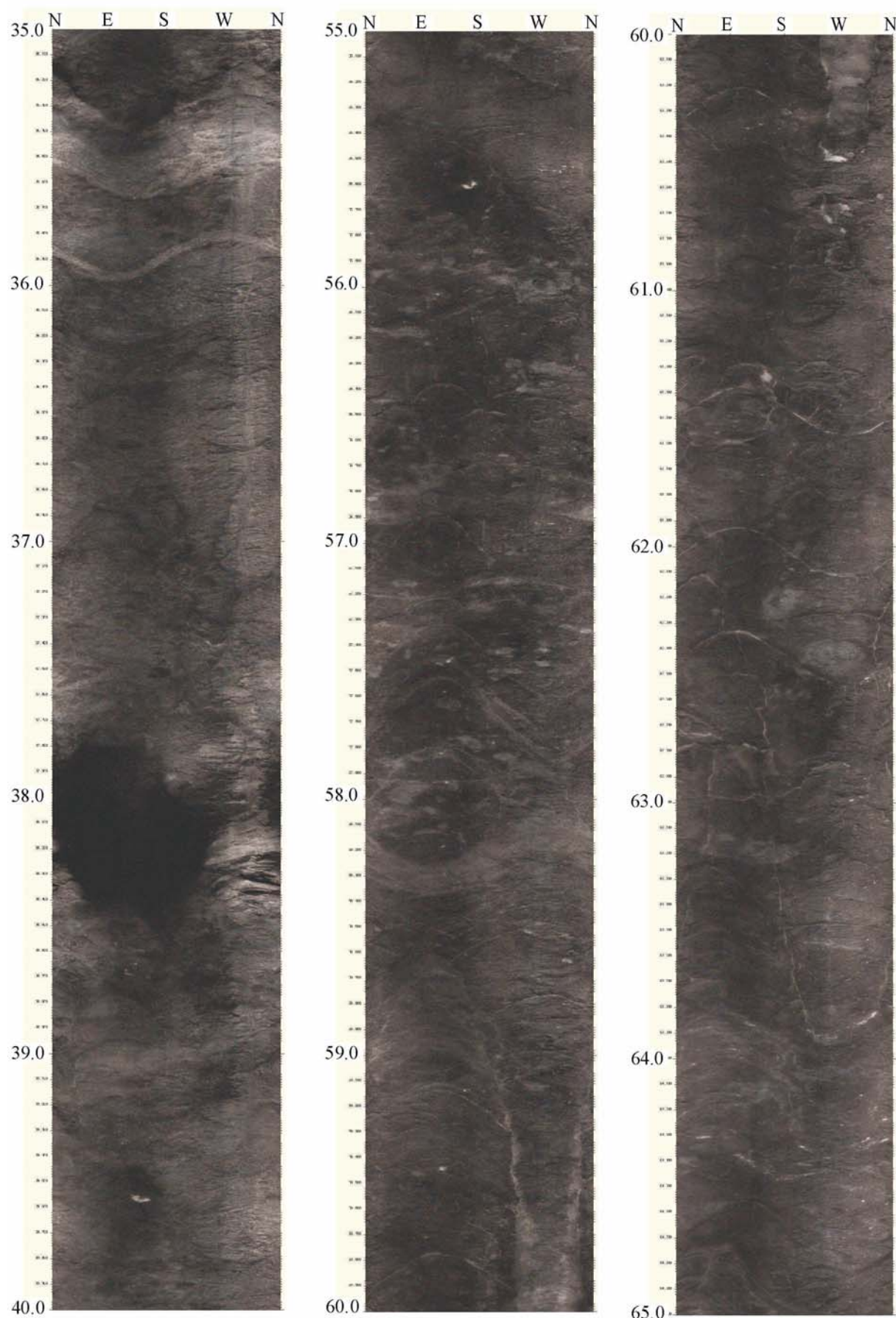
Figur 39. 2D resistivitetsmodell med Bh 6 og Bh 7 og tunneltrase inntegnet. Indikerte åpne sprekker fra optisk logg i Bh 7 er også tegnet inn.

Bh 6



Figur 40. Bildelogg Bh 6 som viser åpne sprekker ved 42, 47, 79 og 111 m dyp. Mellom sprekkenene er det massiv syenitt.

Bh 7



Figur 41. Bildelogg Bh 7. Loggen viser dårlig fjell med åpent hull ved 38 m dyp.

6. KONKLUSJON

I forbindelse med prosjektet "Miljø- og samfunnstjenlige tunneler" har NGU gjort geologiske og geofysiske undersøkelser langs deler av tunneltraseen ved Gualia i Lunner kommune. Hensikten med de geologiske undersøkelsene var å kartlegge og undersøke svakhetssoner i berggrunnen. Med de geofysiske undersøkelsene ville en prøve ut teknikker som har vært lite benyttet i forundersøkelser for tunneldrift. Benyttede metoder har vært optisk inspeksjon i borehull, måling temperatur og ledningsevne i vannet og måling av naturlig gammastråling i borehullene. Det er også målt resistivitet i borehullene og foretatt testpumping med strømningsmåling for å beregne brønnenes vanngiversevne. Alle disse metodene kan si noe om fjellets beskaffenhet (oppsprekking, vanninnslag). Tidligere har NGU gjort 2D resistivitetsmålinger på bakken langs tunneltraseen for å kartlegge svakhetssoner.

Resultatene fra målinger i 6 brønner viser store variasjoner i fjellkvaliteten. Brønnene er boret mot indikerte svakhetssoner. Åpne vannførende sprekker og partier med sterkt oppsprukket fjell er påvist i eller like i nærheten av tunneltraseen. Svakhetssonen mellom hornfels og syenitt vest for Langvatnet er sterkt oppsprukket, har stor vanngiversevne og det er påvist ustabile masser. Lenger øst er det i syenitten påvist flere åpne vannførende sprekker. Lengst øst i traseen er det påvist oppsprukket og ustabil fjell. Flere av hullene var blokkert av ras, noe som bekrefter den dårlige fjellkvaliteten. I de nevnte områdene må en forvente problemer under drivingen med hensyn til vanninnslag og stabilitet.

Metodisk har borehullsundersøkelsene vist seg å ha stor verdi for oppfølging av 2D resistivitetsmålinger på bakken. Indikerte svakhetssoner ved 2D er blitt bekreftet og karakterisert. Utprøving av de geofysiske teknikkene har så langt vist lovende resultater. 2D resistivitetsmålinger på bakken med oppfølgende boring, borehullslogging, pumping og strømningsmåling vil sammen gi en god karakterisering av undergrunnen der fjellanlegg planlegges. Med et godt geologisk grunnlag (strukturkartlegging) vil de nevnte teknikker kunne bidra med verdifulle opplysninger om hva en kan forvente seg foran stoffen ved tunneldriving.

7. REFERANSER

- ABEM 1979: ABEM Terrameter SAS System. Instruction Manual. ABEM Printed Matter 93041. ABEM, Bromma Sverige.
- Beard, L.P. 1998: Data Acquisition and Processing-Helicopter Geophysical Survey, Oppkuven and Gran. *NGU Rapport 98.079*.
- Beard, L.P. 2001: Assessment of Geophysical Anomalies near Langvannet, Lunner, Oppland fylke. *NGU Rapport 2001.046*.
- Beard, L.P. og Mogaard J.O. 2001: Data Acquisition and Processing-Helicopter Geophysical Survey, Hurdal. *NGU Rapport 2001.018*.
- Braathen, A. og Gabrielsen, R.H. 2000 : Bruddsoner i fjell – oppbygning og definisjoner. *NGU Gråsteinen 7, 20s*.
- Båsum Boring 2001: Borerapport Gualia, Lunner.
- Geomap 1997: Refraksjonsseismiske målinger over Langevatn, Lunner. *Geomap Rapport 97.943 nr.1*.
- Iversen, E. 1998: Rv. 35 Gualia – Slettmoen, Kjerneboring for tunnel under Langvann. Veglaboratoriet, *Oppdrag E-218 A, rapport nr 3*.
- Kirkeby, T. og Iversen, E. 1996: Rv. 35 Gualia – Slettmoen, tunnel gjennom Tveitmarktoppen. Geologiske undersøkelser for detaljplan. Veglaboratoriet, *Oppdrag E-218 A, rapport nr 2*.
- Kløve, B., Gaut, A. og Kværner, J. 1999: Hydrologiske konsekvenser av vegtunnel Gualia-Bruvoll; Sårbarhet, vannbalanse og lekkasjekriterier. *Jordforsk Rapport nr. 9/99*.
- Robertson Geologging Ltd. 2000: Interpretation manual. RGLDIP Version 5.2 og 5.3.
- Rønning, J.S. og Dalsegg, E. 2001: Tunnelprosjektet. Geofysiske målinger ved Langvatnet, Lunner, Oppland. *NGU Rapport 2001.090*.
- Storrø, G. og Elvebakk, H. 2002: Tunnelprosjektet. Hydraulisk testing av fjellbrønner ved Gualia, Lunner kommune. NGU Rapport under utarbeidelse.

VEILEDNING FOR KJØRING AV OPTISK LOGG VED BRUK AV PROGRAMMET "OPTV.exe"

Ved å kjøre **Replay** i dette programmet kan en se en kontinuerlig logg (bilde) av borehullsveggen fra topp til bunn. Programmet kan kjøres direkte fra CD eller det kan kopieres inn på hard disken og kjøres derfra. Datafilene må kopieres over på hard disk (se senere).

Gå inn i **Utforsker** og klikk på symbolet for CD-rom. Klikk på katalogen **Lunner**. En får da opp en liste over alle filer pluss katalogen **directx6**.

Hvis operativsystemet er Windows NT, får en problemer med å lukke programmet. Derfor må Windows NT brukere opprette en katalog som heter **Windows** direkte på C-disken (eller der operativsystemet ligger, vanligvis C). Windows 95-, 98-brukere trenger ikke tenke på dette.

Før oppstart kontroller at **directx6** er installert på PC. Ved å åpne katalogen **directx6** som ligger på CD'en får en opp en fil som heter **dx6core.exe**. Dobbeltklikk på denne filen og installering skjer automatisk, følg veiledningen og svar "yes".

Kontroller også at . (punktum) er satt opp som desimaltegn. Dette gjøres ved å klikke på **START – Innstillinger – kontrollpanel**. Klikk på **Regionale innstillinger** (settings) og deretter på **Tall** (number). I den øverste kolonnen – desimaltegn – må det stå . (punktum). Ofte kan det stå , (komma) her.

Både programfiler og datafil(er) ligger på CD'en. Datafilene har ending **.otv** og **.hed** (headerfil). Det går ikke an å lese en datafil direkte fra CD. Datafilene må derfor kopieres over på hard-disk og fjerning av skrivebeskyttelse. Dette gjøres på følgende måte. Kopier datafila (.otv og .hed) til egnet katalog på hard-disken. Kopier gjerne alt innhold på CD (program-filer) over på harddisk. Klikk deretter med høyre musknapp på .otv fila. Klikk på **Egenskaper** (properties) nederst på listen som kommer opp. Klikk deretter på **Generelt** . Nederst på det bilde som kommer opp står **Attributter**. Fjern haken som står i ruten ut for **skrivebeskytter** (read only) og deretter **ok**.

Nå er det klart for å kjøre programmet **OPTV.exe**. Dette gjøres på følgende måte. Dobbeltklikk på filen **OPTV.exe** som ligger på CD. Programmet starter (Optical Televiewer-viewer mode). Klikk på **Fil** i menyen øverst til venstre og deretter på **Replay**. Det kommer da opp en boks for åpning av filer. Bla gjennom til den filen som skal åpnes (**NB!** .otv- fil som ble kopiert fra CD). Klikk på denne filen og åpne. Det kommer da opp en boks som viser Start depth og End depth. Disse tallene viser mellom hvilke dyp det er logget. Som oftest er det topp og bunn av borehullet. Disse tallene kan endres hvis en vil se bare et utsnitt av loggen innenfor det området som er logget. Klikk på **OK**. Nå kan avspilling av loggen starte ved å klikke på startsymbolet ▶ nederst til høyre . Bildet begynner da å rulle over skjermen. Bildet stoppes ved å klikke på pausesymbolet II . Start ved å klikke ▶ igjen. Loggen stoppes ved å klikke stoppsymbolet ■ . Nå kan en enten ta inn en ny fil ved å klikke på **replay** eller gå ut av programmet ved å klikke på **Exit**.

DATABILAG:

Databilag 1 – 4 : Data for sprekkenes gjennomsnittlig retning, fall og sprekkfrekvens i definerte soner i borehullet. Tabellen viser også sonenes fall og fallretning (dev, azimut), topp og bunn.

Databilag 5 – 10: Data for borehullsforløp. Dyp, retning, fall, nord- og østkomponent (avvik)

RGLDIPv5.2 DIP DATA INTERPRETATION: FRACTURE ANALYSIS

borehole 3
zone from 1.000 to 103.000 m
21 Aug 2001

Data is classed into 1 types
5 OPTV_dips

Quality cut-off level: *

Mean well deviation: 4.4deg to N161.8

2 small-circles defined

	SEARCH AREA			MEAN DIP		n	f
	azim	pl	cone	strike	dip		
1	326.3	87.6	33.6	26	2	57	0.57
2	290.3	19.4	35.0	13	60	11	0.24

Total number of data = 68
Number of data unaccounted for = 14

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	4.3	154.6	1.71	5.18	7	0	0	0	0.00	3	62	6	3.89	0	0	0	0.00
2	4.6	146.7	5.18	12.82	2	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
3	3.6	164.9	12.82	15.60	6	3	24	5	1.98	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
4	4.0	171.4	15.60	31.57	8	143	16	1	0.07	6	46	1	0.09	0	0	0	0.00
5	5.0	157.2	31.57	41.29	29	163	6	28	2.90	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
6	5.2	156.1	41.29	43.38	2	168	3	1	0.48	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
7	4.9	156.8	43.38	52.41	23	351	9	21	2.37	184	80	1	0.54	0	0	0	0.00
8	4.4	164.0	52.41	102.40	5	76	17	1	0.02	42	52	3	0.11	0	0	0	0.00

RGLDIPv5.2 DIP DATA INTERPRETATION: FRACTURE ANALYSIS

borehole 4
zone from 1.000 to 85.000 m
22 Aug 2001

Data is classed into 1 types
5 OPTV_dips

Quality cut-off level: *

Mean well deviation: 3.4deg to N 32.7

3 small-circles defined

	SEARCH AREA			MEAN DIP		n	f
	azim	pl	cone	strike	dip		
1	98.1	80.4	37.1	190	11	45	0.56
2	270.5	11.8	26.0	358	78	19	0.92
3	354.3	17.4	24.9	91	62	10	0.24

Total number of data = 74
Number of data unaccounted for = 19

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	5.6	47.3	1.49	5.59	9	113	12	2	0.49	2	67	4	2.97	0	0	0	0.00
2	6.4	53.8	5.59	11.34	4	158	12	1	0.17	172	84	1	0.88	0	0	0	0.00
3	6.9	55.6	11.34	27.76	12	285	16	1	0.07	354	79	9	6.24	0	0	0	0.00
4	5.2	64.2	27.76	35.15	2	243	7	1	0.14	359	83	1	4.37	0	0	0	0.00
5	2.4	55.5	35.15	54.03	32	192	22	20	1.13	0	0	0	0.00	90	57	7	0.66
6	2.4	319.7	54.03	60.60	2	0	0	0	0.00	6	89	1	2.76	93	73	1	0.47
7	3.2	319.2	60.60	69.63	9	128	15	7	0.80	3	58	1	0.20	0	0	0	0.00
8	4.6	333.3	69.63	84.15	23	289	7	13	0.91	7	86	2	1.23	96	76	2	0.44

RGLDIPv5.2 DIP DATA INTERPRETATION: FRACTURE ANALYSIS

borehole 5
zone from 6.000 to 53.000 m
03 Dec 2001

Data is classed into 1 types
5 OPTV_dips

Quality cut-off level: *

Mean well deviation: 10.6deg to N135.3

4 small-circles defined

	SEARCH AREA			MEAN DIP		n	f
	azim	pl	cone	strike	dip		
1	281.5	44.7	38.2	5	45	58	2.07
2	67.4	72.4	32.9	159	21	31	0.72
3	109.0	19.2	26.9	201	65	22	0.87
4	181.9	26.7	38.5	270	58	19	0.67

Total number of data = 130
Number of data unaccounted for = 6

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	10.5	131.7	6.36	14.82	32	21	44	8	1.60	141	27	10	1.33	209	66	8	1.66	264	55	4	0.70
2	10.7	131.3	14.82	25.45	26	7	47	14	2.35	153	24	6	0.61	186	58	2	0.29	240	70	2	0.38
3	9.6	138.0	25.45	40.22	48	359	46	28	3.11	166	32	6	0.46	199	64	6	0.72	267	65	7	0.88
4	11.8	138.3	40.22	52.09	30	8	41	8	1.06	212	10	9	0.76	196	68	6	0.97	292	52	6	0.75

RGLDIPv5.2 DIP DATA INTERPRETATION: FRACTURE ANALYSIS

borehole Bh 5b
zone from 52.000 to 72.000 m
03 Dec 2001

Data is classed into 1 types
5 OPTV_dips

Quality cut-off level: *

Mean well deviation: 12.7deg to N137.3

4 small-circles defined

	SEARCH AREA			MEAN DIP		n	f
	azim	pl	cone	strike	dip		
1	270.0	43.5	33.3	3	46	28	2.50
2	122.5	72.3	29.1	213	18	34	1.73
3	104.2	19.5	28.4	199	63	13	1.06
4	200.9	43.2	20.5	299	47	8	0.56

Total number of data = 83
Number of data unaccounted for = 7

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	12.7	138.4	52.08	55.93	20	11	45	7	3.18	217	24	4	1.06	198	66	1	0.46	297	47	7	2.50
2	12.3	136.7	55.93	58.80	6	22	26	2	0.88	222	30	1	0.37	189	63	3	1.75	0	0	0	0.00
3	12.5	137.9	58.80	63.84	19	1	60	8	4.49	205	23	6	1.22	198	52	4	1.06	0	0	0	0.00
4	12.8	138.3	63.84	67.75	21	3	37	8	3.00	188	20	8	2.10	214	77	1	0.60	0	0	0	0.00
5	12.9	135.0	67.75	71.90	24	340	52	3	1.36	234	15	15	3.62	202	70	4	1.84	311	47	1	0.36

RGLDIPv5.2 DIP DATA INTERPRETATION: FRACTURE ANALYSIS

borehole 6
zone from 10.000 to 117.000 m
21 Nov 2001

Data is classed into 1 types
5 OPTV_dips

Quality cut-off level: *

Mean well deviation: 25.9deg to N260.1

3 small-circles defined

SEARCH AREA				MEAN DIP			
	azim	pl	cone	strike	dip	n	f
1	253.5	15.9	27.7	347	72	22	0.30
2	314.1	60.5	19.6	46	25	14	0.14
3	115.2	77.3	21.6	206	12	15	0.17

Total number of data = 51
Number of data unaccounted for = 10

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	26.0	253.8	10.02	13.87	6	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	192	22	6	2.27
2	27.1	256.9	13.87	32.80	4	0	0	0	0.00	50	27	2	0.12	193	8	2	0.13
3	26.8	260.0	32.80	37.11	5	343	68	2	0.62	0	0	0	0.00	285	13	3	0.76
4	26.4	261.6	37.11	40.19	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
5	26.0	263.6	40.19	48.20	23	347	72	13	2.34	0	0	0	0.00	198	19	2	0.35
6	25.5	263.5	48.20	77.14	5	345	86	4	0.29	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
7	24.9	264.4	77.14	82.68	6	5	58	2	0.43	39	28	3	0.58	0	0	0	0.00
8	25.1	261.5	82.68	98.07	1	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
9	25.5	258.1	98.07	101.15	5	334	65	1	0.43	36	27	2	0.69	27	7	2	0.69
10	25.8	256.7	101.15	109.78	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
11	26.6	253.4	109.78	116.85	6	0	0	0	0.00	51	23	6	0.95	0	0	0	0.00

RGLDIPv5.2 DIP DATA INTERPRETATION: FRACTURE ANALYSIS

borehole 7
zone from 6.000 to 66.000 m
03 Dec 2001

Data is classed into 1 types
5 OPTV_dips

Quality cut-off level: *

Mean well deviation: 29.5deg to N130.9

3 small-circles defined

SEARCH AREA				MEAN DIP			
	azim	pl	cone	strike	dip	n	f
1	228.8	68.3	40.8	310	19	43	0.89
2	104.0	8.0	34.1	194	82	67	1.98
3	47.7	25.5	18.0	134	64	8	0.38

Total number of data = 118
Number of data unaccounted for = 4

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	24.9	121.7	6.31	13.24	12	292	17	7	1.14	192	76	4	0.95	129	79	1	0.64
2	26.0	127.6	13.24	16.78	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
3	27.3	129.1	16.78	24.78	13	332	16	3	0.46	187	73	9	1.76	148	66	1	0.25
4	28.4	131.6	24.78	27.86	5	310	17	5	1.93	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
5	29.5	132.2	27.86	36.48	28	344	22	9	1.47	198	82	18	3.71	0	0	0	0.00
6	31.0	132.5	36.48	46.33	18	353	20	4	0.59	192	80	12	2.10	134	65	2	0.54
7	31.6	133.9	46.33	51.26	7	0	0	0	0.00	193	87	6	2.45	0	0	0	0.00
8	32.3	135.0	51.26	54.34	2	316	31	2	0.91	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
9	32.6	132.4	54.34	65.55	37	282	26	13	1.32	194	87	18	3.07	130	59	4	0.86

RGLDIPv5.2 DIP DATA INTERPRETATION: FRACTURE ANALYSIS

borehole Bh 8
zone from 9.000 to 85.000 m
03 Dec 2001

Data is classed into 1 types
5 OPTV_dips

Quality cut-off level: *

Mean well deviation: 5.6deg to N161.6

4 small-circles defined

	SEARCH AREA			MEAN DIP		n	f
	azim	pl	cone	strike	dip		
1	122.7	78.7	36.4	219	9	62	0.83
2	285.4	31.5	33.2	9	57	51	1.37
3	8.1	35.4	26.0	99	56	17	0.51
4	83.6	26.3	21.8	171	61	8	0.22

Total number of data = 138
Number of data unaccounted for = 20

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	2.7	125.2	9.65	29.66	49	219	11	15	0.76	7	56	28	2.67	88	68	2	0.29	177	64	4	0.43
2	3.8	136.2	29.66	35.51	5	232	8	4	0.69	35	41	1	0.24	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
3	4.8	158.3	35.51	41.05	18	215	6	6	1.08	7	60	1	0.39	99	59	9	3.66	0	0	0	0.00
4	6.5	168.0	41.05	46.60	9	159	18	2	0.38	53	48	2	0.61	95	53	3	1.06	160	50	2	0.58
5	7.6	175.8	46.60	60.14	31	236	19	12	0.91	8	63	13	2.23	113	41	1	0.11	0	0	0	0.00
6	8.2	177.7	60.14	63.22	5	188	13	1	0.33	15	56	1	0.63	110	41	1	0.49	0	0	0	0.00
7	8.0	168.4	63.22	76.77	35	196	3	22	1.64	359	59	5	0.76	0	0	0	0.00	167	53	1	0.12
8	8.0	156.1	76.77	84.53	6	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	118	47	1	0.21	168	80	1	0.66

Borehole: 3_
 Depth range: 1.396 - 106.146m

Deviation components					
Depth	North	East	Down	Devaz	Dev
2.046	-0.033	0.022	0.649	155.00	4.00
3.046	-0.098	0.044	1.646	163.00	4.00
4.046	-0.167	0.079	2.643	152.00	4.00
5.046	-0.239	0.115	3.640	151.00	6.00
6.046	-0.322	0.169	4.635	148.00	6.00
7.046	-0.409	0.219	5.630	136.00	5.00
8.046	-0.471	0.266	6.627	146.00	4.00
9.046	-0.539	0.314	7.623	148.00	4.00
10.046	-0.616	0.359	8.619	141.00	4.00
11.046	-0.668	0.411	9.616	137.00	4.00
12.046	-0.721	0.450	10.614	163.00	4.00
13.046	-0.781	0.464	11.612	163.00	4.00
14.046	-0.846	0.485	12.610	151.00	4.00
15.046	-0.907	0.500	13.608	173.00	3.00
16.046	-0.959	0.506	14.607	184.00	3.00
17.046	-1.011	0.493	15.605	181.00	3.00
18.046	-1.066	0.524	16.603	153.00	3.00
19.046	-1.120	0.531	17.601	163.00	4.00
20.046	-1.193	0.546	18.599	156.00	4.00
21.046	-1.247	0.567	19.597	176.00	3.00
22.046	-1.316	0.567	20.594	182.00	4.00
23.046	-1.384	0.576	21.592	155.00	4.00
24.046	-1.460	0.607	22.589	161.00	4.00
25.046	-1.529	0.619	23.586	164.00	5.00
26.046	-1.601	0.636	24.583	163.00	4.00
27.046	-1.675	0.645	25.580	176.00	5.00
28.046	-1.745	0.656	26.578	178.00	4.00
29.046	-1.824	0.662	27.575	172.00	4.00
30.046	-1.903	0.671	28.571	176.00	4.00
31.046	-1.986	0.669	29.568	183.00	5.00
32.046	-2.065	0.673	30.565	181.00	4.00
33.046	-2.146	0.669	31.561	181.00	5.00
34.046	-2.227	0.684	32.558	165.00	4.00
35.046	-2.304	0.714	33.554	151.00	5.00
36.046	-2.370	0.766	34.551	145.00	5.00
37.046	-2.455	0.826	35.545	152.00	6.00
38.046	-2.536	0.868	36.541	155.00	6.00
39.046	-2.622	0.911	37.536	149.00	5.00
40.046	-2.711	0.957	38.531	155.00	5.00
41.046	-2.792	0.990	39.528	153.00	6.00
42.046	-2.874	1.026	40.523	154.00	6.00
43.046	-2.960	1.062	41.519	158.00	5.00
44.046	-3.037	1.103	42.515	160.00	5.00
45.046	-3.116	1.138	43.511	149.00	5.00
46.046	-3.202	1.175	44.507	157.00	6.00
47.046	-3.280	1.213	45.503	160.00	5.00
48.046	-3.354	1.250	46.500	158.00	4.00
49.046	-3.432	1.273	47.497	163.00	4.00
50.046	-3.508	1.300	48.493	159.00	5.00
51.046	-3.582	1.330	49.490	149.00	5.00
52.046	-3.660	1.367	50.486	162.00	5.00
53.046	-3.730	1.399	51.483	155.00	5.00
54.046	-3.794	1.429	52.481	155.00	4.00
55.046	-3.859	1.462	53.478	151.00	4.00
56.046	-3.923	1.491	54.475	151.00	4.00
57.046	-3.989	1.528	55.473	152.00	5.00
58.046	-4.060	1.557	56.470	152.00	5.00
59.046	-4.134	1.593	57.466	157.00	5.00
60.046	-4.210	1.622	58.463	159.00	4.00
61.046	-4.274	1.650	59.460	151.00	4.00
62.046	-4.337	1.683	60.458	158.00	4.00
63.046	-4.400	1.715	61.455	153.00	4.00
64.046	-4.462	1.746	62.453	154.00	4.00
65.046	-4.521	1.782	63.450	147.00	4.00
66.046	-4.583	1.814	64.448	153.00	4.00
67.046	-4.647	1.841	65.446	162.00	4.00
68.046	-4.717	1.871	66.443	159.00	4.00
69.046	-4.782	1.900	67.440	155.00	4.00
70.046	-4.846	1.924	68.438	154.00	3.00
71.046	-4.901	1.944	69.436	163.00	3.00
72.046	-4.962	1.965	70.434	164.00	3.00
73.046	-5.022	1.985	71.432	163.00	4.00
74.046	-5.079	2.003	72.430	157.00	4.00

75.046	-5.145	2.028	73.428	165.00	4.00
76.046	-5.210	2.046	74.425	158.00	3.00
77.046	-5.276	2.068	75.423	159.00	4.00
78.046	-5.341	2.090	76.420	162.00	4.00
79.046	-5.406	2.108	77.418	168.00	4.00
80.046	-5.474	2.123	78.416	170.00	4.00
81.046	-5.542	2.138	79.413	168.00	4.00
82.046	-5.611	2.147	80.411	167.00	4.00
83.046	-5.680	2.155	81.408	169.00	4.00
84.046	-5.749	2.165	82.406	173.00	4.00
85.046	-5.827	2.177	83.403	175.00	5.00
86.046	-5.904	2.185	84.400	177.00	5.00
87.046	-5.988	2.195	85.396	173.00	5.00
88.046	-6.074	2.202	86.392	175.00	5.00
89.046	-6.159	2.211	87.389	173.00	5.00
90.046	-6.246	2.222	88.385	172.00	5.00
91.046	-6.332	2.236	89.381	171.00	5.00
92.046	-6.418	2.250	90.377	167.00	5.00
93.046	-6.504	2.262	91.373	174.00	5.00
94.046	-6.603	2.287	92.368	164.00	5.00
95.046	-6.706	2.310	93.363	170.00	6.00
96.046	-6.794	2.324	94.359	170.00	6.00
97.046	-6.880	2.338	95.355	172.00	5.00
98.046	-6.973	2.354	96.350	172.00	5.00
99.046	-7.065	2.369	97.346	171.00	5.00
100.046	-7.155	2.384	98.342	165.00	6.00
101.046	-7.246	2.403	99.337	168.00	5.00
102.046	-7.348	2.431	100.332	166.00	6.00
103.046	-7.454	2.458	101.326	159.00	7.00
104.046	-7.555	2.489	102.320	162.00	6.00
105.046	-7.663	2.523	103.313	165.00	6.00
106.046	-7.765	2.548	104.308	170.00	6.00

Borehole: 4_
 Depth range: 1.400 - 89.246m

Deviation components					
Depth	North	East	Down	Devaz	Dev
2.046	0.031	0.042	0.648	42.00	5.00
3.046	0.101	0.115	1.643	45.00	6.00
4.046	0.177	0.186	2.637	51.00	6.00
5.046	0.237	0.260	3.633	47.00	5.00
6.046	0.310	0.332	4.627	40.00	5.00
7.046	0.373	0.416	5.622	53.00	6.00
8.046	0.439	0.504	6.616	45.00	6.00
9.046	0.507	0.593	7.609	51.00	7.00
10.046	0.574	0.685	8.603	60.00	7.00
11.046	0.637	0.787	9.595	58.00	7.00
12.046	0.703	0.908	10.586	61.00	8.00
13.046	0.767	1.026	11.577	63.00	7.00
14.046	0.838	1.135	12.568	49.00	8.00
15.046	0.916	1.217	13.562	46.00	6.00
16.046	0.987	1.316	14.554	58.00	8.00
17.046	1.056	1.427	15.545	54.00	7.00
18.046	1.120	1.528	16.538	63.00	7.00
19.046	1.182	1.650	17.529	56.00	8.00
20.046	1.259	1.736	18.522	47.00	7.00
21.046	1.343	1.819	19.515	51.00	8.00
22.046	1.408	1.925	20.507	55.00	7.00
23.046	1.476	2.016	21.501	57.00	6.00
24.046	1.533	2.108	22.495	55.00	7.00
25.046	1.596	2.196	23.489	56.00	6.00
26.046	1.665	2.290	24.482	48.00	6.00
27.046	1.728	2.377	25.476	51.00	7.00
28.046	1.787	2.478	26.469	56.00	6.00
29.046	1.840	2.553	27.465	54.00	5.00
30.046	1.889	2.625	28.461	59.00	5.00
31.046	1.928	2.710	29.457	66.00	5.00
32.046	1.974	2.784	30.453	65.00	5.00
33.046	2.012	2.876	31.448	71.00	5.00
34.046	2.037	2.974	32.443	69.00	5.00
35.046	2.061	3.047	33.440	68.00	4.00
36.046	2.092	3.111	34.437	54.00	4.00
37.046	2.124	3.171	35.435	79.00	4.00
38.046	2.140	3.229	36.433	80.00	4.00
39.046	2.157	3.299	37.430	71.00	5.00
40.046	2.166	3.374	38.427	67.00	3.00
41.046	2.190	3.411	39.426	57.00	3.00
42.046	2.221	3.464	40.424	51.00	3.00
43.046	2.247	3.503	41.423	71.00	3.00
44.046	2.274	3.547	42.422	67.00	3.00
45.046	2.281	3.591	43.421	57.00	2.00
46.046	2.317	3.623	44.419	51.00	3.00
47.046	2.338	3.650	45.419	75.00	2.00
48.046	2.345	3.684	46.418	65.00	2.00
49.046	2.361	3.709	47.418	27.00	3.00
50.046	2.390	3.727	48.417	29.00	2.00
51.046	2.407	3.745	49.417	340.00	1.00
52.046	2.448	3.727	50.415	326.00	2.00
53.046	2.487	3.711	51.415	336.00	3.00
54.046	2.509	3.699	52.414	334.00	2.00
55.046	2.547	3.684	53.413	355.00	2.00
56.046	2.580	3.689	54.413	326.00	2.00
57.046	2.612	3.656	55.411	304.00	3.00
58.046	2.654	3.617	56.410	302.00	3.00
59.046	2.673	3.572	57.408	309.00	3.00
60.046	2.709	3.539	58.407	301.00	2.00
61.046	2.738	3.496	59.406	310.00	4.00
62.046	2.779	3.458	60.404	305.00	3.00
63.046	2.818	3.419	61.403	309.00	3.00
64.046	2.858	3.383	62.401	322.00	3.00
65.046	2.895	3.343	63.400	319.00	3.00
66.046	2.939	3.308	64.398	319.00	3.00
67.046	2.976	3.270	65.397	314.00	3.00
68.046	3.030	3.236	66.394	343.00	3.00
69.046	3.074	3.206	67.393	333.00	3.00
70.046	3.125	3.170	68.391	324.00	3.00
71.046	3.171	3.137	69.389	318.00	3.00
72.046	3.220	3.104	70.388	331.00	4.00
73.046	3.278	3.078	71.386	341.00	3.00
74.046	3.323	3.041	72.384	310.00	4.00

75.046	3.381	3.010	73.381	341.00	3.00
76.046	3.444	2.979	74.379	329.00	5.00
77.046	3.520	2.933	75.375	329.00	5.00
78.046	3.594	2.887	76.371	333.00	5.00
79.046	3.678	2.861	77.367	342.00	4.00
80.046	3.751	2.834	78.364	337.00	5.00
81.046	3.841	2.791	79.359	327.00	6.00
82.046	3.929	2.729	80.353	328.00	7.00
83.046	4.040	2.687	81.346	348.00	6.00
84.046	4.139	2.666	82.341	345.00	7.00
85.046	4.252	2.645	83.334	355.00	7.00
86.046	4.366	2.626	84.327	350.00	6.00
87.046	4.470	2.620	85.322	0.00	6.00
88.046	4.563	2.621	86.317	357.00	6.00
89.046	4.664	2.620	87.312	0.00	6.00

Borehole: 5_
Depth range: 1.400 - 52.146m

Deviation components					
Depth	North	East	Down	Devaz	Dev
2.046	0.038	0.024	0.641	91.00	9.00
3.046	0.091	0.160	1.629	65.00	9.00
4.046	0.233	0.223	2.615	16.00	10.00
5.046	0.383	0.251	3.601	9.00	9.00
6.046	0.302	0.259	4.587	39.00	10.00
7.046	0.175	0.374	5.571	130.00	11.00
8.046	0.059	0.501	6.556	136.00	10.00
9.046	-0.067	0.640	7.539	132.00	11.00
10.046	-0.186	0.782	8.521	133.00	11.00
11.046	-0.308	0.918	9.504	135.00	10.00
12.046	-0.428	1.058	10.487	129.00	10.00
13.046	-0.550	1.197	11.470	133.00	10.00
14.046	-0.677	1.324	12.453	133.00	11.00
15.046	-0.804	1.465	13.435	133.00	11.00
16.046	-0.927	1.598	14.419	133.00	9.00
17.046	-1.051	1.734	15.401	132.00	11.00
18.046	-1.177	1.877	16.383	128.00	10.00
19.046	-1.300	2.018	17.365	131.00	12.00
20.046	-1.430	2.167	18.345	130.00	10.00
21.046	-1.552	2.305	19.328	130.00	12.00
22.046	-1.676	2.453	20.309	131.00	11.00
23.046	-1.796	2.587	21.293	130.00	10.00
24.046	-1.914	2.717	22.277	131.00	10.00
25.046	-2.028	2.863	23.260	128.00	11.00
26.046	-2.150	2.998	24.243	130.00	11.00
27.046	-2.262	3.126	25.228	134.00	9.00
28.046	-2.378	3.235	26.216	135.00	9.00
29.046	-2.487	3.347	27.203	132.00	9.00
30.046	-2.597	3.452	28.192	140.00	9.00
31.046	-2.716	3.573	29.177	135.00	8.00
32.046	-2.833	3.687	30.164	137.00	10.00
33.046	-2.958	3.810	31.148	133.00	10.00
34.046	-3.087	3.924	32.133	138.00	10.00
35.046	-3.222	4.034	33.118	141.00	10.00
36.046	-3.356	4.135	34.104	142.00	9.00
37.046	-3.492	4.241	35.089	143.00	10.00
38.046	-3.624	4.341	36.075	141.00	10.00
39.046	-3.761	4.438	37.060	141.00	9.00
40.046	-3.889	4.551	38.046	143.00	10.00
41.046	-4.026	4.677	39.028	138.00	11.00
42.046	-4.167	4.805	40.010	139.00	11.00
43.046	-4.321	4.932	40.990	143.00	11.00
44.046	-4.470	5.059	41.970	138.00	12.00
45.046	-4.622	5.186	42.950	138.00	11.00
46.046	-4.776	5.326	43.928	138.00	12.00
47.046	-4.928	5.469	44.906	136.00	12.00
48.046	-5.086	5.612	45.883	139.00	13.00
49.046	-5.245	5.750	46.861	138.00	12.00
50.046	-5.406	5.893	47.837	137.00	12.00
51.046	-5.564	6.030	48.815	136.00	12.00
52.046	-5.718	6.181	49.792	139.00	13.00

Borehole: 5b_
Depth range: 52.000 - 72.646m

Deviation components					
Depth	North	East	Down	Devaz	Dev
53.046	-0.183	0.157	1.021	140.00	13.00
54.046	-0.349	0.308	1.995	136.00	13.00
55.046	-0.503	0.454	2.972	136.00	12.00
56.046	-0.667	0.594	3.949	136.00	13.00
57.046	-0.825	0.741	4.925	135.00	12.00
58.046	-0.977	0.891	5.902	137.00	12.00
59.046	-1.130	1.028	6.881	138.00	12.00
60.046	-1.290	1.172	7.857	138.00	13.00
61.046	-1.448	1.318	8.834	136.00	12.00
62.046	-1.600	1.468	9.811	137.00	12.00
63.046	-1.767	1.609	10.786	140.00	13.00
64.046	-1.937	1.759	11.760	137.00	13.00
65.046	-2.101	1.906	12.736	139.00	13.00
66.046	-2.268	2.053	13.710	137.00	12.00
67.046	-2.435	2.198	14.686	140.00	13.00
68.046	-2.596	2.348	15.661	137.00	13.00
69.046	-2.760	2.507	16.635	138.00	13.00
70.046	-2.915	2.664	17.610	134.00	12.00
71.046	-3.068	2.815	18.586	133.00	13.00
72.046	-3.226	2.981	19.560	132.00	13.00

Borehole: 6_
 Depth range: 9.100 - 120.346m

Deviation components					
Depth	North	East	Down	Devaz	Dev
10.046	-0.116	-0.390	0.858	254.00	25.00
11.046	-0.237	-0.810	1.758	255.00	26.00
12.046	-0.360	-1.231	2.656	255.00	26.00
13.046	-0.481	-1.655	3.554	254.00	26.00
14.046	-0.608	-2.078	4.451	254.00	27.00
15.046	-0.729	-2.502	5.348	254.00	26.00
16.046	-0.850	-2.931	6.244	254.00	27.00
17.046	-0.964	-3.371	7.134	254.00	27.00
18.046	-1.087	-3.807	8.026	255.00	27.00
19.046	-1.213	-4.246	8.916	256.00	27.00
20.046	-1.338	-4.691	9.802	255.00	27.00
21.046	-1.448	-5.134	10.692	257.00	28.00
22.046	-1.543	-5.583	11.580	257.00	28.00
23.046	-1.643	-6.032	12.468	258.00	27.00
24.046	-1.741	-6.479	13.357	258.00	28.00
25.046	-1.843	-6.932	14.243	257.00	27.00
26.046	-1.939	-7.383	15.130	258.00	28.00
27.046	-2.033	-7.831	16.019	258.00	27.00
28.046	-2.130	-8.275	16.910	258.00	27.00
29.046	-2.214	-8.726	17.798	260.00	27.00
30.046	-2.304	-9.175	18.687	258.00	27.00
31.046	-2.391	-9.625	19.576	259.00	27.00
32.046	-2.478	-10.073	20.466	259.00	27.00
33.046	-2.561	-10.519	21.357	259.00	27.00
34.046	-2.647	-10.965	22.248	259.00	27.00
35.046	-2.726	-11.412	23.139	260.00	27.00
36.046	-2.799	-11.855	24.032	260.00	27.00
37.046	-2.873	-12.298	24.926	261.00	26.00
38.046	-2.942	-12.741	25.820	261.00	27.00
39.046	-3.008	-13.184	26.714	260.00	26.00
40.046	-3.071	-13.618	27.612	262.00	26.00
41.046	-3.133	-14.052	28.511	263.00	26.00
42.046	-3.184	-14.489	29.409	264.00	26.00
43.046	-3.237	-14.926	30.307	263.00	27.00
44.046	-3.291	-15.364	31.204	265.00	26.00
45.046	-3.330	-15.799	32.104	266.00	26.00
46.046	-3.373	-16.236	33.002	264.00	26.00
47.046	-3.416	-16.666	33.904	265.00	25.00
48.046	-3.461	-17.099	34.804	265.00	26.00
49.046	-3.509	-17.525	35.707	265.00	26.00
50.046	-3.558	-17.947	36.613	264.00	25.00
51.046	-3.606	-18.367	37.519	263.00	25.00
52.046	-3.665	-18.792	38.422	262.00	25.00
53.046	-3.720	-19.215	39.327	262.00	25.00
54.046	-3.772	-19.638	40.231	263.00	25.00
55.046	-3.823	-20.058	41.137	262.00	25.00
56.046	-3.880	-20.480	42.042	263.00	25.00
57.046	-3.933	-20.902	42.947	263.00	25.00
58.046	-3.985	-21.328	43.850	263.00	26.00
59.046	-4.037	-21.755	44.753	263.00	25.00
60.046	-4.095	-22.174	45.659	262.00	26.00
61.046	-4.156	-22.603	46.560	263.00	26.00
62.046	-4.206	-23.033	47.461	263.00	25.00
63.046	-4.260	-23.465	48.362	264.00	25.00
64.046	-4.309	-23.899	49.261	263.00	26.00
65.046	-4.350	-24.332	50.162	265.00	25.00
66.046	-4.383	-24.769	51.061	265.00	26.00
67.046	-4.430	-25.205	51.960	264.00	26.00
68.046	-4.480	-25.638	52.859	264.00	26.00
69.046	-4.531	-26.073	53.758	263.00	26.00
70.046	-4.579	-26.505	54.659	264.00	26.00
71.046	-4.627	-26.940	55.558	264.00	26.00
72.046	-4.668	-27.370	56.460	263.00	25.00
73.046	-4.712	-27.800	57.361	265.00	26.00
74.046	-4.753	-28.234	58.262	265.00	25.00
75.046	-4.791	-28.662	59.164	264.00	25.00
76.046	-4.828	-29.087	60.069	265.00	25.00
77.046	-4.868	-29.508	60.975	264.00	25.00
78.046	-4.904	-29.929	61.881	265.00	25.00
79.046	-4.942	-30.350	62.788	265.00	25.00
80.046	-4.984	-30.759	63.699	263.00	25.00
81.046	-5.029	-31.180	64.605	265.00	25.00

82.046	-5.071	-31.601	65.511	263.00	25.00
83.046	-5.114	-32.020	66.418	264.00	25.00
84.046	-5.162	-32.440	67.324	262.00	25.00
85.046	-5.219	-32.859	68.230	263.00	25.00
86.046	-5.272	-33.278	69.137	262.00	25.00
87.046	-5.326	-33.699	70.042	262.00	26.00
88.046	-5.385	-34.126	70.944	263.00	25.00
89.046	-5.438	-34.546	71.850	263.00	26.00
90.046	-5.497	-34.970	72.754	262.00	26.00
91.046	-5.556	-35.395	73.657	261.00	25.00
92.046	-5.620	-35.813	74.564	262.00	25.00
93.046	-5.684	-36.231	75.470	261.00	25.00
94.046	-5.759	-36.648	76.376	260.00	25.00
95.046	-5.829	-37.065	77.282	260.00	25.00
96.046	-5.905	-37.483	78.187	259.00	25.00
97.046	-5.981	-37.899	79.093	258.00	25.00
98.046	-6.067	-38.314	79.999	259.00	25.00
99.046	-6.158	-38.727	80.905	257.00	25.00
100.046	-6.248	-39.146	81.808	259.00	26.00
101.046	-6.332	-39.576	82.707	258.00	26.00
102.046	-6.423	-39.997	83.610	258.00	25.00
103.046	-6.515	-40.412	84.515	256.00	26.00
104.046	-6.613	-40.840	85.413	258.00	26.00
105.046	-6.705	-41.259	86.316	256.00	26.00
106.046	-6.809	-41.685	87.215	256.00	26.00
107.046	-6.906	-42.112	88.114	256.00	26.00
108.046	-7.013	-42.536	89.014	255.00	26.00
109.046	-7.126	-42.960	89.912	257.00	26.00
110.046	-7.232	-43.385	90.811	257.00	26.00
111.046	-7.345	-43.808	91.710	254.00	26.00
112.046	-7.472	-44.242	92.602	253.00	27.00
113.046	-7.592	-44.679	93.493	254.00	26.00
114.046	-7.716	-45.103	94.390	254.00	27.00
115.046	-7.852	-45.536	95.282	251.00	26.00
116.046	-7.993	-45.967	96.173	251.00	27.00
117.046	-8.137	-46.395	97.065	251.00	27.00
118.046	-8.283	-46.825	97.956	253.00	27.00
119.046	-8.426	-47.256	98.847	251.00	27.00
120.046	-8.572	-47.687	99.738	252.00	27.00

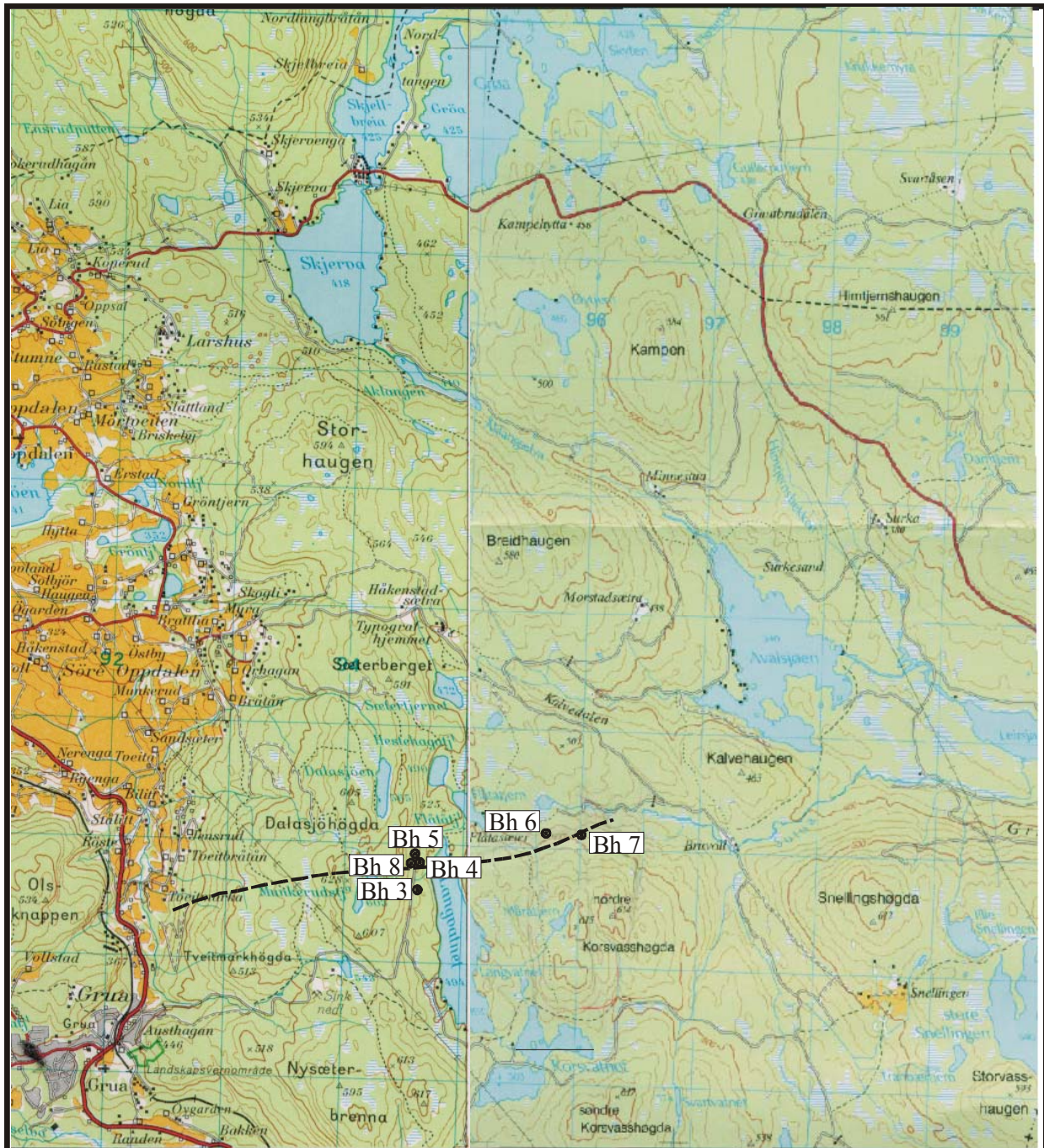
Borehole: 7_
Depth range: 1.400 - 66.996m

Depth	Deviation components				
	North	East	Down	Devaz	Dev
2.046	-0.201	0.014	0.590	136.00	25.00
3.046	-0.320	-0.117	1.496	354.00	25.00
4.046	0.052	-0.217	2.401	309.00	25.00
5.046	0.298	-0.428	3.303	134.00	26.00
6.046	0.024	-0.320	4.202	5.00	27.00
7.046	0.104	0.059	5.099	114.00	26.00
8.046	-0.119	0.431	6.000	121.00	26.00
9.046	-0.364	0.795	6.898	122.00	26.00
10.046	-0.621	1.159	7.793	126.00	27.00
11.046	-0.878	1.517	8.691	127.00	27.00
12.046	-1.139	1.886	9.583	126.00	26.00
13.046	-1.396	2.243	10.481	125.00	26.00
14.046	-1.661	2.594	11.379	130.00	26.00
15.046	-1.935	2.933	12.279	129.00	25.00
16.046	-2.197	3.274	13.181	126.00	25.00
17.046	-2.461	3.624	14.080	126.00	26.00
18.046	-2.731	3.978	14.975	126.00	27.00
19.046	-3.011	4.336	15.866	130.00	27.00
20.046	-3.303	4.691	16.754	128.00	28.00
21.046	-3.585	5.047	17.645	129.00	27.00
22.046	-3.880	5.403	18.532	129.00	27.00
23.046	-4.170	5.761	19.419	129.00	28.00
24.046	-4.469	6.122	20.302	131.00	28.00
25.046	-4.781	6.473	21.185	132.00	28.00
26.046	-5.086	6.826	22.070	132.00	28.00
27.046	-5.406	7.182	22.948	132.00	28.00
28.046	-5.721	7.541	23.826	132.00	29.00
29.046	-6.043	7.904	24.701	131.00	29.00
30.046	-6.365	8.262	25.577	133.00	29.00
31.046	-6.694	8.627	26.448	132.00	30.00
32.046	-7.024	8.993	27.318	132.00	29.00
33.046	-7.346	9.358	28.192	131.00	29.00
34.046	-7.675	9.721	29.063	133.00	29.00
35.046	-8.002	10.091	29.933	131.00	29.00
36.046	-8.333	10.460	30.801	133.00	31.00
37.046	-8.660	10.839	31.667	131.00	30.00
38.046	-8.977	11.213	32.538	131.00	30.00
39.046	-9.305	11.597	33.400	134.00	31.00
40.046	-9.645	11.966	34.266	131.00	30.00
41.046	-9.982	12.344	35.128	132.00	30.00
42.046	-10.314	12.722	35.992	131.00	31.00
43.046	-10.650	13.108	36.851	131.00	30.00
44.046	-10.977	13.497	37.712	131.00	30.00
45.046	-11.293	13.888	38.577	131.00	30.00
46.046	-11.609	14.286	39.438	129.00	30.00
47.046	-11.924	14.697	40.293	126.00	31.00
48.046	-12.235	15.103	41.153	127.00	31.00
49.046	-12.538	15.520	42.010	126.00	31.00
50.046	-12.841	15.942	42.864	127.00	31.00
51.046	-13.147	16.374	43.712	125.00	32.00
52.046	-13.457	16.796	44.564	127.00	32.00
53.046	-13.776	17.220	45.411	125.00	32.00
54.046	-14.091	17.647	46.259	125.00	32.00
55.046	-14.394	18.086	47.105	125.00	32.00
56.046	-14.694	18.525	47.952	125.00	32.00
57.046	-14.991	18.965	48.799	124.00	32.00
58.046	-15.284	19.407	49.647	122.00	32.00
59.046	-15.574	19.853	50.494	123.00	33.00
60.046	-15.864	20.297	51.341	123.00	32.00
61.046	-16.158	20.738	52.189	123.00	33.00
62.046	-16.445	21.199	53.029	122.00	32.00
63.046	-16.724	21.660	53.871	122.00	33.00
64.046	-17.010	22.123	54.710	122.00	33.00
65.046	-17.294	22.584	55.551	122.00	33.00
66.046	-17.575	23.049	56.390	122.00	33.00

Borehole: 8_
 Depth range: 1.400 - 88.346m

Deviation components					
Depth	North	East	Down	Devaz	Dev
2.046	-0.010	0.032	0.649	97.00	3.00
3.046	-0.049	0.048	1.648	203.00	3.00
4.046	-0.089	0.018	2.646	189.00	3.00
5.046	-0.111	-0.029	3.645	203.00	3.00
6.046	-0.161	-0.039	4.643	204.00	3.00
7.046	-0.178	-0.071	5.641	231.00	3.00
8.046	-0.224	-0.098	6.639	204.00	3.00
9.046	-0.248	-0.126	7.638	110.00	4.00
10.046	-0.262	-0.086	8.637	99.00	3.00
11.046	-0.274	-0.031	9.635	102.00	2.00
12.046	-0.295	0.004	10.634	118.00	2.00
13.046	-0.316	0.033	11.633	109.00	2.00
14.046	-0.340	0.058	12.633	144.00	1.00
15.046	-0.367	0.090	13.632	140.00	3.00
16.046	-0.397	0.125	14.631	136.00	2.00
17.046	-0.420	0.152	15.630	106.00	2.00
18.046	-0.438	0.197	16.629	124.00	2.00
19.046	-0.464	0.232	17.628	135.00	3.00
20.046	-0.497	0.262	18.627	125.00	3.00
21.046	-0.526	0.308	19.625	123.00	4.00
22.046	-0.557	0.356	20.624	132.00	3.00
23.046	-0.597	0.391	21.622	134.00	3.00
24.046	-0.634	0.432	22.621	140.00	3.00
25.046	-0.658	0.469	23.620	119.00	3.00
26.046	-0.682	0.513	24.618	118.00	4.00
27.046	-0.715	0.565	25.616	119.00	4.00
28.046	-0.747	0.615	26.614	131.00	3.00
29.046	-0.779	0.642	27.613	153.00	3.00
30.046	-0.817	0.689	28.612	117.00	4.00
31.046	-0.852	0.742	29.609	150.00	4.00
32.046	-0.897	0.784	30.607	135.00	4.00
33.046	-0.952	0.826	31.605	147.00	4.00
34.046	-1.001	0.873	32.603	140.00	4.00
35.046	-1.055	0.918	33.600	146.00	4.00
36.046	-1.120	0.951	34.598	162.00	4.00
37.046	-1.185	0.976	35.595	154.00	4.00
38.046	-1.259	1.005	36.592	156.00	5.00
39.046	-1.338	1.047	37.588	159.00	5.00
40.046	-1.427	1.074	38.583	159.00	6.00
41.046	-1.514	1.105	39.579	164.00	5.00
42.046	-1.612	1.129	40.574	170.00	6.00
43.046	-1.721	1.152	41.568	167.00	7.00
44.046	-1.833	1.182	42.561	167.00	6.00
45.046	-1.946	1.214	43.554	168.00	7.00
46.046	-2.063	1.226	44.547	171.00	7.00
47.046	-2.181	1.248	45.540	164.00	7.00
48.046	-2.303	1.274	46.532	173.00	8.00
49.046	-2.430	1.290	47.524	175.00	7.00
50.046	-2.560	1.303	48.515	176.00	7.00
51.046	-2.697	1.315	49.505	177.00	8.00
52.046	-2.829	1.322	50.497	176.00	8.00
53.046	-2.961	1.331	51.488	168.00	7.00
54.046	-3.090	1.325	52.479	183.00	7.00
55.046	-3.223	1.344	53.470	177.00	8.00
56.046	-3.360	1.334	54.460	180.00	8.00
57.046	-3.494	1.341	55.451	186.00	8.00
58.046	-3.633	1.347	56.442	175.00	8.00
59.046	-3.763	1.356	57.433	172.00	8.00
60.046	-3.903	1.366	58.423	175.00	8.00
61.046	-4.051	1.370	59.412	178.00	8.00
62.046	-4.190	1.371	60.402	179.00	8.00
63.046	-4.329	1.380	61.392	169.00	8.00
64.046	-4.467	1.389	62.383	184.00	7.00
65.046	-4.610	1.401	63.372	172.00	8.00
66.046	-4.747	1.422	64.363	173.00	8.00
67.046	-4.888	1.428	65.352	172.00	8.00
68.046	-5.024	1.445	66.343	171.00	7.00
69.046	-5.155	1.471	67.334	170.00	8.00
70.046	-5.295	1.502	68.324	164.00	8.00
71.046	-5.430	1.534	69.314	167.00	8.00

72.046	-5.560	1.571	70.305	161.00	8.00
73.046	-5.695	1.613	71.295	165.00	9.00
74.046	-5.843	1.645	72.283	165.00	8.00
75.046	-5.971	1.686	73.274	162.00	8.00
76.046	-6.099	1.733	74.265	164.00	8.00
77.046	-6.232	1.773	75.255	163.00	8.00
78.046	-6.355	1.812	76.246	160.00	8.00
79.046	-6.490	1.861	77.236	158.00	8.00
80.046	-6.621	1.916	78.226	155.00	8.00
81.046	-6.751	1.967	79.216	156.00	8.00
82.046	-6.873	2.034	80.206	149.00	8.00
83.046	-6.995	2.091	81.197	149.00	8.00
84.046	-7.115	2.161	82.187	150.00	8.00
85.046	-7.244	2.245	83.175	148.00	9.00
86.046	-7.372	2.317	84.165	151.00	9.00
87.046	-7.498	2.403	85.153	141.00	8.00
88.046	-7.616	2.493	86.142	148.00	9.00



----- Tunneltrase
 • Borehull



STATENS VEGVESEN
 OVERSIKTSKART
GRUALIA-SLETTMOEN
 LUNNER, OPPLAND

MÅLESTOKK 1:50 000	MÅLT HE	Nov 2001
	TEGN HE	Des 2001
	TRAC	
	KFR	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

KARTBILAG NR 2001.117-01	KARTBLAD NR 1815 I - 1915 IV
-----------------------------	---------------------------------