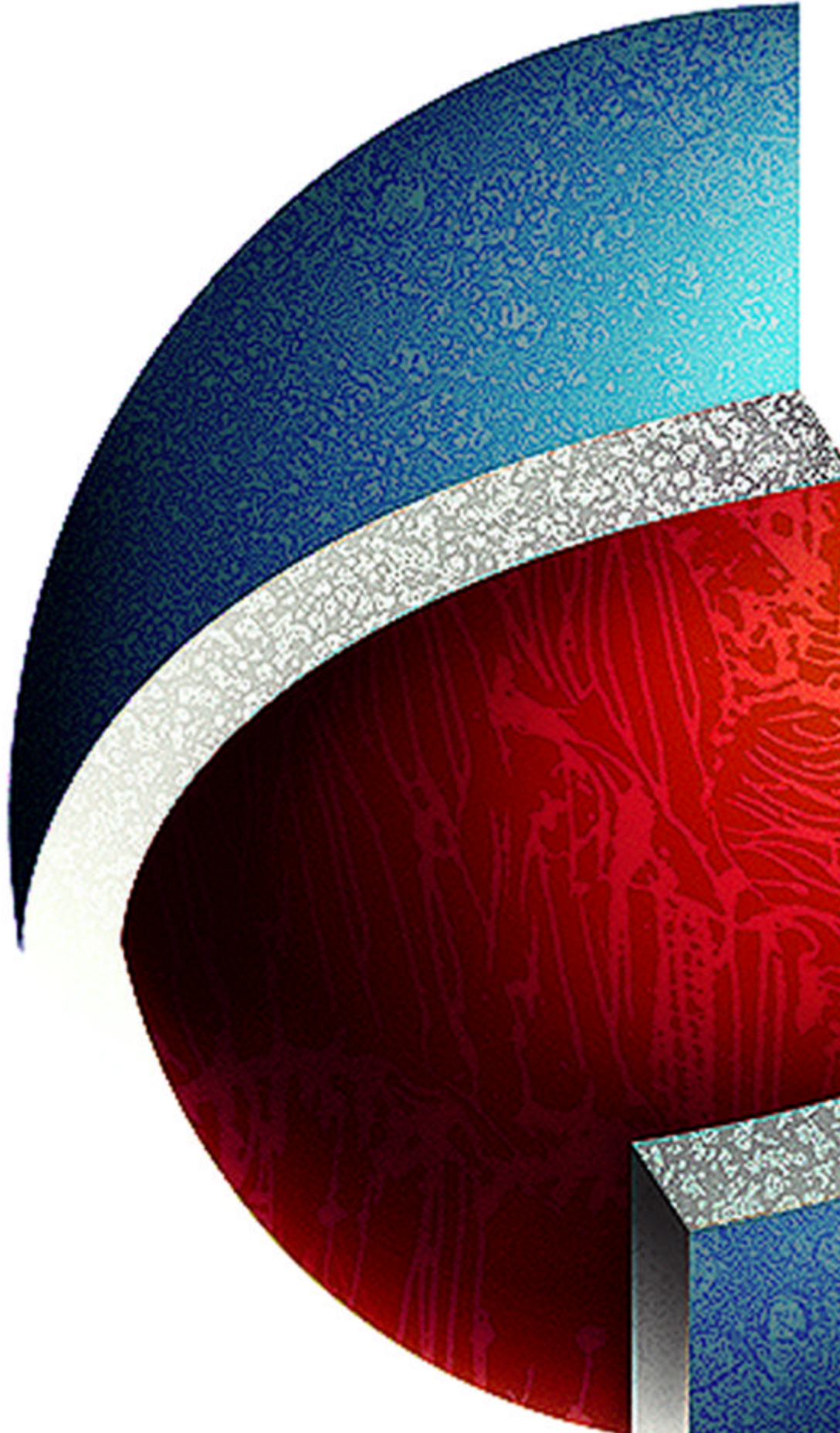
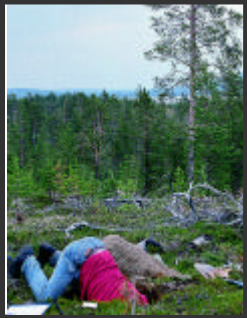


NGU

Norges geologiske undersøkelse



GEOLOGI FOR SAMFUNNET



Rapport nr.: 2002.060		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen				
Tittel: Borehullsinspeksjon med optisk televiewer, Ringveg Vest under Nordås-strømmen, Bergen.							
Forfatter: Harald Elvebakk		Oppdragsgiver: Statens vegvesen Hordaland					
Fylke: Hordaland		Kommune: Bergen					
Kartblad (M=1:250.000) Bergen		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1115 I, Bergen					
Forekomstens navn og koordinater: Se sammendrag Nordås strømmen		Sidetall: 43 Kartbilag: 2	Pris: kr 225				
Feltarbeid utført: 06.05.02 – 07.05.02	Rapportdato: 06.06.02	Prosjektnr.: 2414 00	Ansvarlig: <i>M.A. Sæthund</i>				
Sammendrag:							
<p>Statens vegvesen Hordaland planlegger en undersjøisk tunnel under Nordås-strømmen i Bergen i forbindelse med bygging av Ringveg Vest. Som en del av forundersøkelsene til tunnelen, har NGU gjort borehullsinspeksjon med optisk televiewer i 5 borehull. Hensikten var å kartlegge fjellets oppsprekking over tunneltraseen under sjøbotn. De innsamlede data var av varierende kvalitet grunnet dårlig sikt og slam i borehullene. Dette kan skyldes dårlig rengjøring av borehullene. Data var likevel tolkbare slik at sprekkestatistikk er utarbeidet for alle de undersøkte hull. Ett hull kunne ikke undersøkes på grunn av oljesøl og dårlig sikt.</p> <p>Undersøkelsene viser at fjellet er relativt lite oppsprukket. Det er ikke indikert tydelige åpne sprekker eller knusningssoner. Selve bergarten ser massiv ut mellom sprekkene, stedvis vises tydelig lagdeling med slakt fall mot sør. Hovedsprekkeretningen synes å være tilnærmet nord-sør med steilt fall mot vest eller øst. Denne retningen er parallell eller danner liten vinkel med den planlagte tunnelenes lengderetning. Spørsmålet er om steile sprekker i tunnelens lengderetning (på tvers av strømmen) kan medføre ustabil fjell under tunneldrivingen og fare for vanninntregning. Det kan ikke sies noe om hullenes vanngiverevne ut fra inspeksjonen. For å få et klart svar på det må det utføres testpumping.</p> <p>I et hull ble det logget temperatur, elektrisk ledningsevne og naturlig gammastråling. Disse målingene ga ingen ytterligere informasjon om oppsprekking. Gammaloggene viser variasjon i geologien på grunn av varierende innhold av kalium (kalifeltspat).</p>							
Koordinater:							
Bh	UTM-øst	UTM-nord	Høyde (moh)	UTM.sone	Boret lengde (m)	Retning Fall	Geoide
A1	294042	6693056	1	32 V	47	N194 30	WGS84
A2	294042	6693056	1	32 V	60	N217 27	WGS84
B1	294017	6693049	1	32 V	50	N140 35	WGS84
B3	294017	6693049	1	32 V	50	N207 40	WGS84
C1	293985	6693127	6	32 V	65	N151 30	WGS84
Emneord: Geofysikk		Borehullslogging		Optisk televiewer			
Temperaturmåling		Ledningsevne		Naturlig radioaktivitet			
				Fagrapport			

INNHold

1. INNLEDNING	4
2. MÅLEMETODE OG UTFØRELSE	4
3. RESULTATER	6
3.1 Optisk televiwer	7
3.1.1 Sprekkeanalyse. Stereografisk projeksjon med definerte grupper.	8
3.1.2 Sprekkeanalyse. Frekvenshistogrammer for definerte soner.	13
3.2 Temperatur, ledningsevne og naturlig gamma i bh B3	20
3.3 Avviksmåling	22
4. DISKUSJON	24
5. KONKLUSJON	26
6. REFERANSER	26

FIGURER

Figur 1	: Nordås-strømmen hvor tunnelen skal drives under.
Figur 2	: OPTV loggutstyr.
Figur 3	: Boreplass A og B nede ved sjøen , staking av sonde ned i hull (A1).
Figur 4	: Geologisk kart over området ved Nordås-strømmen.
Figur 5 – 7	: Stereografisk projeksjon av pol til indikerte sprekker i A1, A2, B1, B3, C1.
Figur 8	: Rosediagram og stereoplott av indikerte sprekker ved Nordås-strømmen, Bergen.
Figur 9 – 13	: OPTV. Frekvenshistogram over indikerte sprekker i A1, A2, B1, B3, C1.
Figur 14	: Temperatur, elektrisk ledningsevne og naturlig gammastråling i bh B3.
Figur 15 – 19	: Borehullsforløp, vertikal- og horisontalprojeksjon for A1, A2, B1, B3, C1.
Figur 20	: Sprekkefrekvenser og sprekkeretninger i bh A1, A2, B1 og B3.
Figur 21	: Bildelogg bh A1. De mest oppsprukne deler av borehullet.
Figur 22	: Bildelogg bh A2. Tydelige sprekker ved 26-27m, 30-32m og 35.5-37m.
Figur 23	: Bildelogg bh B1.
Figur 24	: Bildelogg bh B3. Bildet viser tydelig lagdeling med fall mot sør.
Figur 25	: Bildelogg bh C1. Sprekker vises ved 23-25 m og 33-35 m.

TEKSTBILAG

Tekstbilag 1	: Brukerveiledning for OPTV.exe. Bruk av replay-program for avspilling av bildelogg.
Tekstbilag 2	: Forklaring til symboler i databilag 1 og 2.

DATABILAG

Databilag 1	: Data for indikerte sprekker i borehullene.
Databilag 2	: Data for gjennomsnittlig retning, fall og sprekkefrekvens for definerte soner i borehullene.
Databilag 3	: Data for borehullsforløp. Dyp, retning, fall nord- og østkomponent.

KARTBILAG

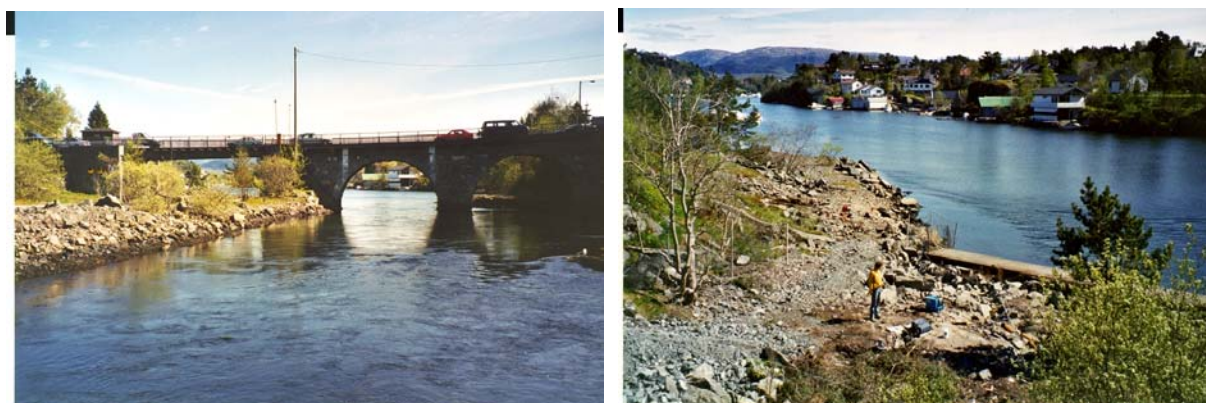
2002.060-01	: Oversiktskart, Nordås, Bergen. M 1: 50 000.
2002.060-02	: Kart med borehullsplassering.

1. INNLEDNING

På oppdrag av Statens vegvesen, Hordaland har NGU utført borehullsinspeksjon med optisk televiwer i 5 borebrønner ved Nordåsstrømmen i Bergen. Undersøkelsen var et ledd i forundersøkelsene for en undersjøisk tunnel på den nye Ringveg Vest fra Flesland til Bergen sentrum. Det ble målt temperatur, ledningsevne og naturlig gammastråling i en av brønnene. Kartbilag –01 viser et oversiktskart over det undersøkte området.

Hensikten med undersøkelsen var å kartlegge fjellets kvalitet (oppsprekking) i tunneltraseen under sjøbunnen. Borehullene har en diameter på 140 mm og lengden var mellom 47 og 65 m. Sikten i hullene var dårlig. Dette skyldes at hullene ikke var tilstrekkelig rengjort av brønnborer. Ett hull var forurenset med olje og en fikk ikke tolkbare data. Det slake fallet på hullene gjorde at sonden måtte staves ned. Dette gjorde at slam på liggsiden i borehullet ble virvlet opp og ga dårlig sikt. Bortsett fra i hullet med olje fikk en tolkbare data.

Målingene ble utført 6. og 7. mai av Harald Elvebakk med assistanse fra Statens vegvesen. Figur 1 viser bilder av det smale sundet hvor tunnelen skal drives under.



Figur 1. Nordås-strømmen hvor tunnelen skal drives under. (Foto, Lars Larsen).

2. MÅLEMETODE OG UTFØRELSE

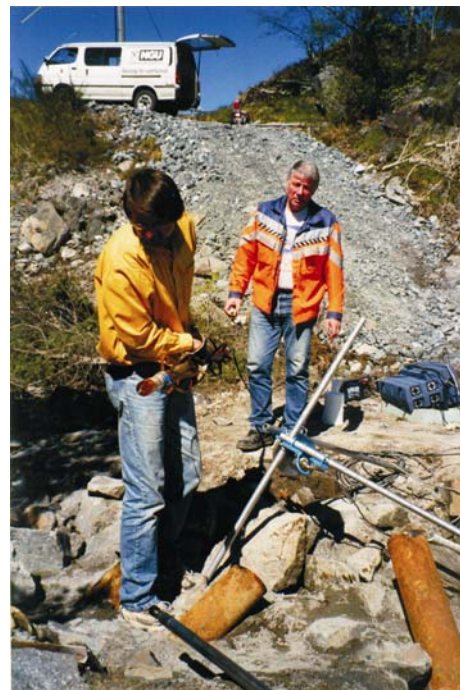
Optisk televiwer er et geofysisk instrument som brukes ved inspeksjon av borehull. Instrumentet består av et videokamera som kan senkes ned i borehull med en diameter på 70 – 160 mm. Instrumentet senkes med en konstant hastighet på 1m/min og gjør et kontinuerlig opptak av den innvendige borehullsveggen. 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°. Innbygde magnetometre 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 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 2 viser bilder av utstyret som ble brukt.

Forut for optisk televiever kan det gjøres en temperatur-, ledningsevne- og gammalogg for hele hullet. Disse parametrene logges med en og samme sonde med en loggehastighet på 3 m/min. Forandring i vanntemperatur og elektrisk ledningsevne kan tyde på innstrømning av vann i hullet med andre egenskaper enn i brønnen forøvrig. 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.

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. Sandstein, f. eks., har liten gammastråling (mye kvarts), mens noen granitter har sterkere stråling da de inneholder kalium i feltspat og i enkelte tilfeller uran. Alunskifer har høy stråling da den kan inneholde noe uran.

Alle hull blir avviksmålt med OPTV-sonden. Innebygde magnetometre og akselerometre orienterer bildet og beregner borehullsforløpet, retning og fall. Retningen har en nøyaktighet på $\pm 2.5^\circ$, og fallvinkelen $\pm 0.25^\circ$. Data kan plottes ut i vertikal- og horisontalprojeksjon. Problemer oppstår når det er magnetisk materiale i borehullet. Dette ser en tydelig ved måling i foringsrør hvor avviket blir helt urealistisk. Magnetitt i bergartene kan også gi problemer.



Figur 2. OPTV loggeutstyr. Loggeenhet (til venstre) og klart for logging (B). (Foto, Lars Larsen)

3. RESULTATER

Kartbilag -02 viser borehullsplassering med planlagt tunneltrase inntegnet. Fra oppstillingsplass A er borehullene A1 og A2 boret på skrå inn under sundet med et fall på henholdsvis 30 og 27°. Fra oppstillingsplass B er B1, B2 og B3 boret med fall på 35, 30 og 40°. Alle disse hullene er boret nede ved sjøkanten, se figur 3 som også viser hvordan sonden ble staket ned i hullet. Måling ble gjort på tur oppover i hullet. Oppe ved veggen, ca 100 m mot nord, er C1 boret. Det slake fallet skapte problemer ved senking av sonden, og sonden måtte stakes ned til bunnen av hullene. Denne operasjonen rotet opp slam i hullet og gjorde sikten i vannet stedvis dårlig. I tillegg til dårlig sikt dekket slam liggsiden av borehullet. Dette problemet er størst i hull med slakt fall. På grunn av oljeforurensning i B2 ble ikke tolkbare data oppnådd fra dette hullet. Tabell 1 viser tekniske data for de undersøkte borehull. Borehull A2 ble logget til 52.3 m (boret til 60 m) da en manglet tilstrekkelig lengde på stakestengene.

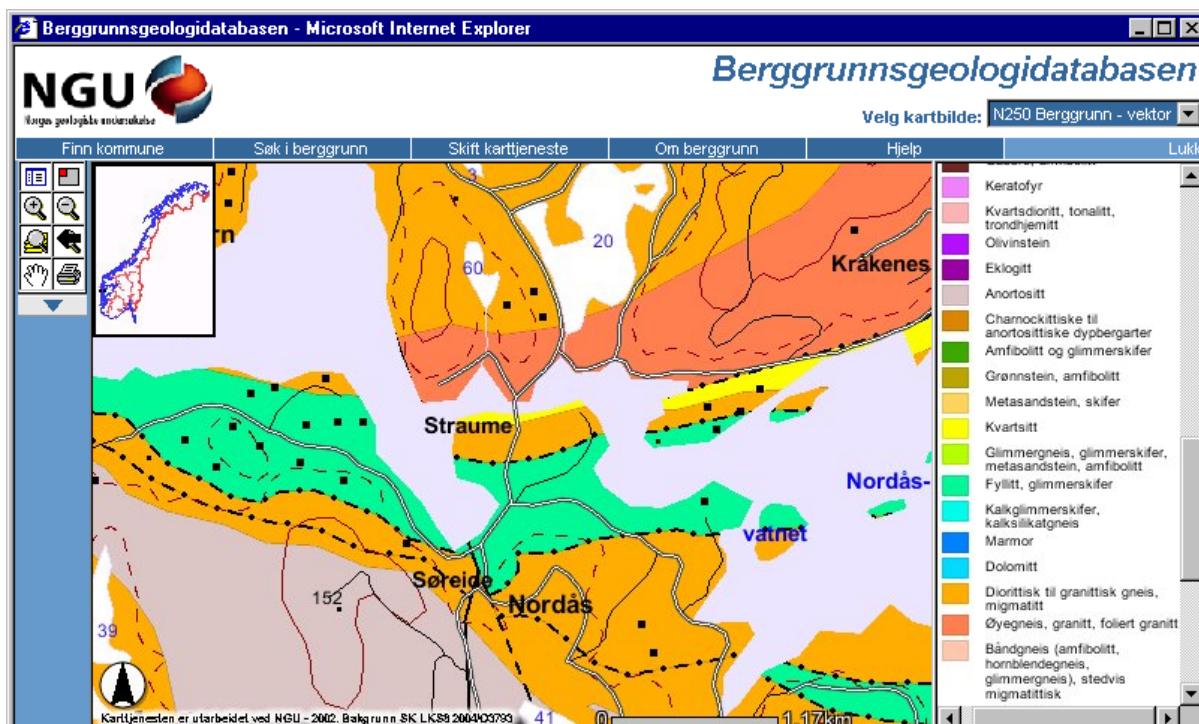
Tabell 1. Data for borehullene ved Nordås-strømmen

Bh	UTM-øst	UTM-nord	Høyde (moh)	UTM.sone	Boret lengde (m)	Retning Fall	Geoide
A1	294042	6693056	1	32 V	47	N194 30	WGS84
A2	294042	6693056	1	32 V	60	N217 27	WGS84
B1	294017	6693049	1	32 V	50	N140 35	WGS84
B3	294017	6693049	1	32 V	50	N207 40	WGS84
C1	293985	6693127	6	32 V	65	N151 30	WGS84



Figur 3. Boreplass A og B nede ved sjøen (venstre), staking av sonde ned i hull (A1). (Foto, Lars Larsen).

Figur 4 viser utsnitt av geologisk kart over området. Borehullene (på nordsiden av strømmen) er satt ut i en grovkornig, for det meste homogen granodiorittisk gneis (også beskrevet som øyegneis). På sørsiden av strømmen ligger en kvartsitt, men det ser ikke ut som om borehullene kommer inn i den. Det geologiske kartet er et utsnitt av kart i målestokk 1 : 250.000, og det kan forekomme avvik i grensene som her er tegnet opp.



Figur 4. Geologisk kart overområdet ved Nordås-strømmen. Geologisk kart fra NGUs Berggrunnsgeologidatabase på Internett. (<http://www.ngu.no>).

3.1 Optisk televiewer

Resultatene fra optisk televiewer er presentert som stereogram av sprekkeorienteringer, frekvenshistogram. Data finnes også i tabellform, databilag 1 og 2.

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. 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. Data fra de optiske loggene er prosessert med programvare fra Robertson Geologging. (Robertson Geologging 2000).

3.1.1 Sprekkeanalyse. Stereografisk projeksjon med definerte grupper.

Figur 5, 6 og 7 viser stereografisk projeksjon av indikerte sprekker for A1, A2, B1, B3 og C1 indikert ved OPTV. 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 sprekegruppe, antall sprekker i hver gruppe (n) og sprekefrekvensen (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).

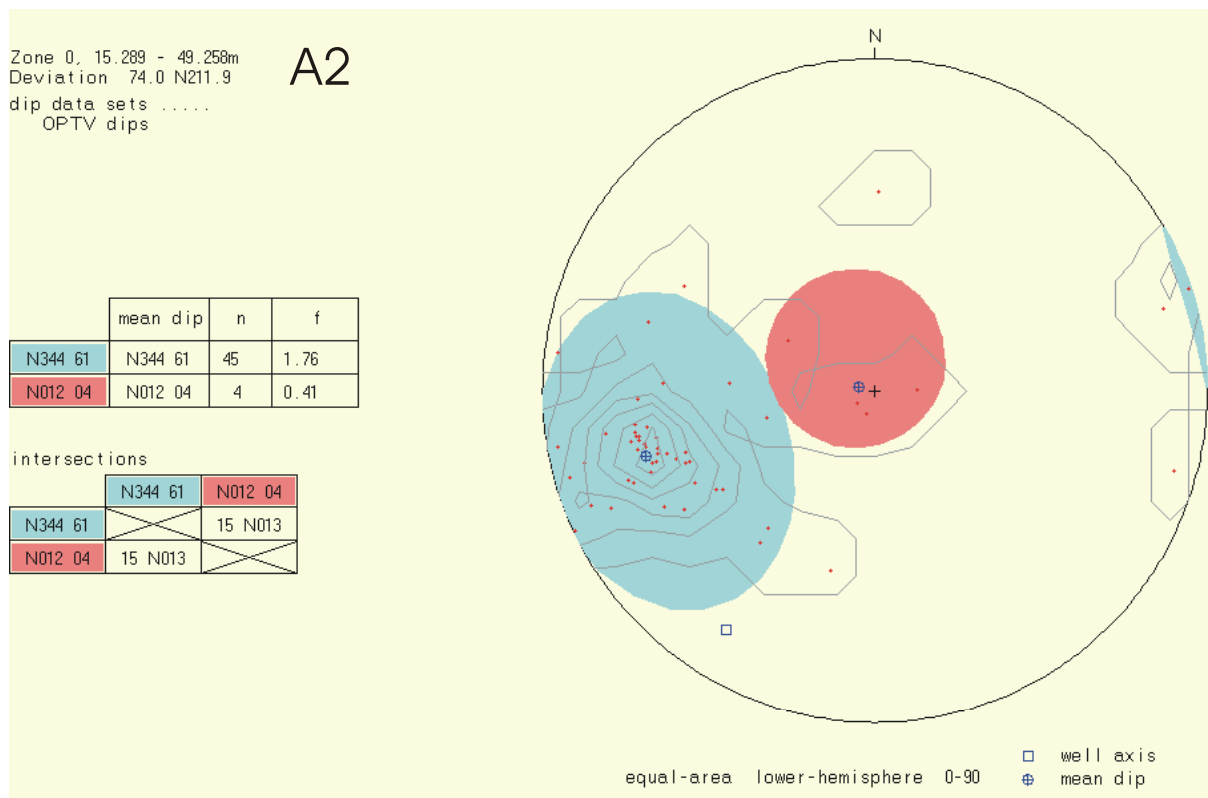
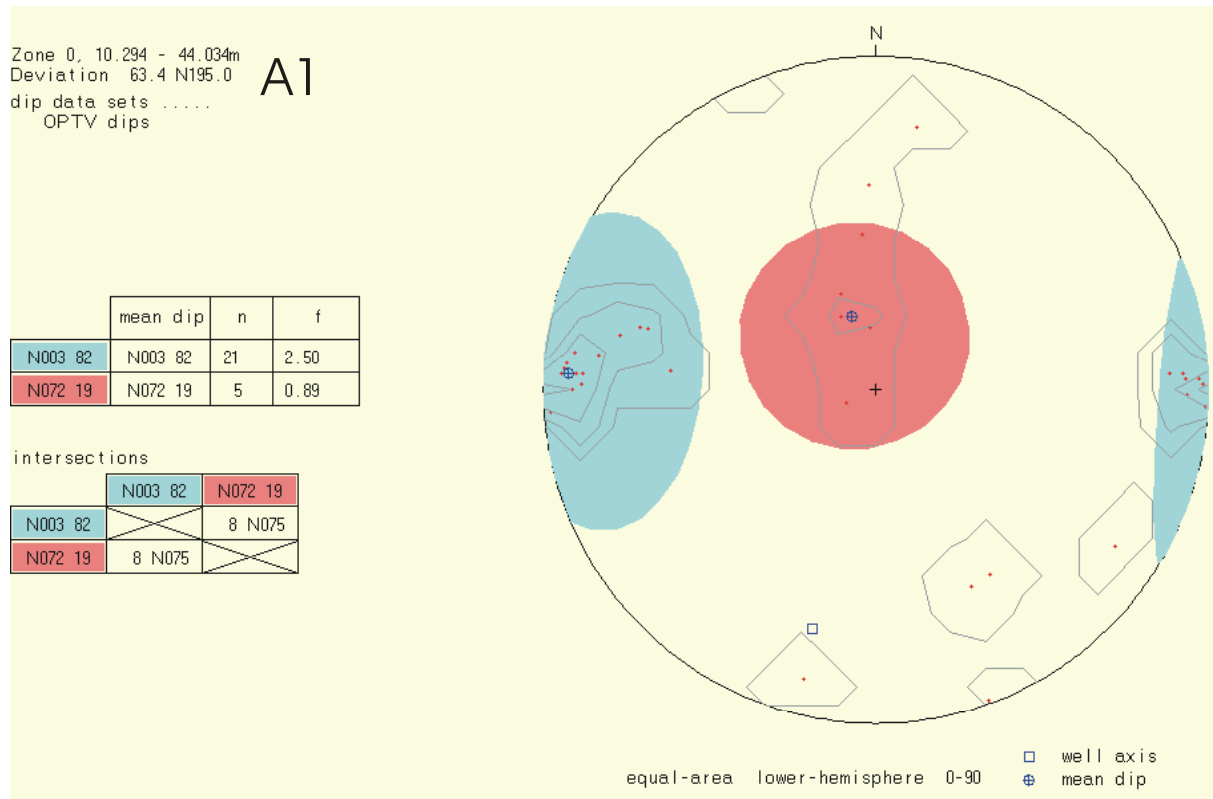
Tabell 2 viser en samlet oversikt over alle definerte sprekegrupper for de undersøkte borehullene. Tabellen viser gjennomsnittlig sprekeretning, fall og antall sprekker for hver gruppe. Databilag 1 – 5 viser tabeller over alle indikerte sprekker for alle hull. Her vises dyp, retning, fall, hull diameter, hullretning og hullvinkel.

Tabell 2. OPTV. Indikerte sprekeansamlinger med retning, fall og antall.

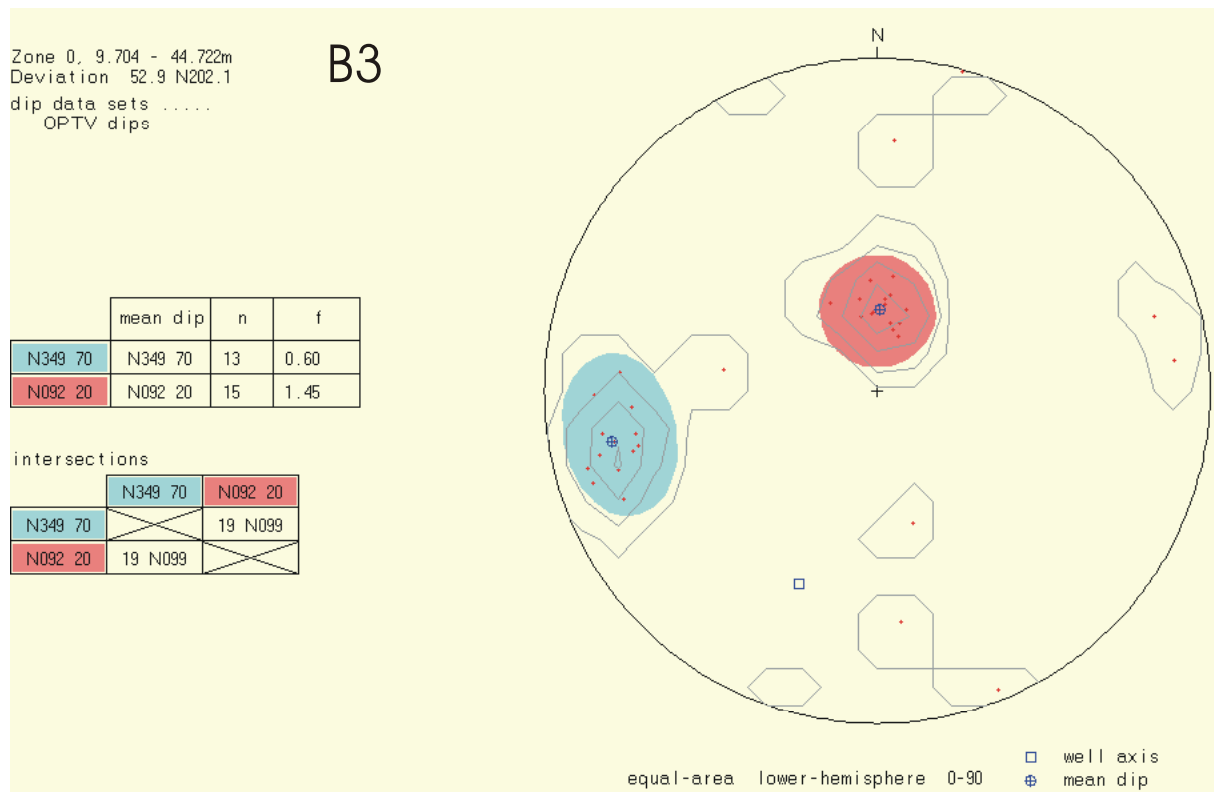
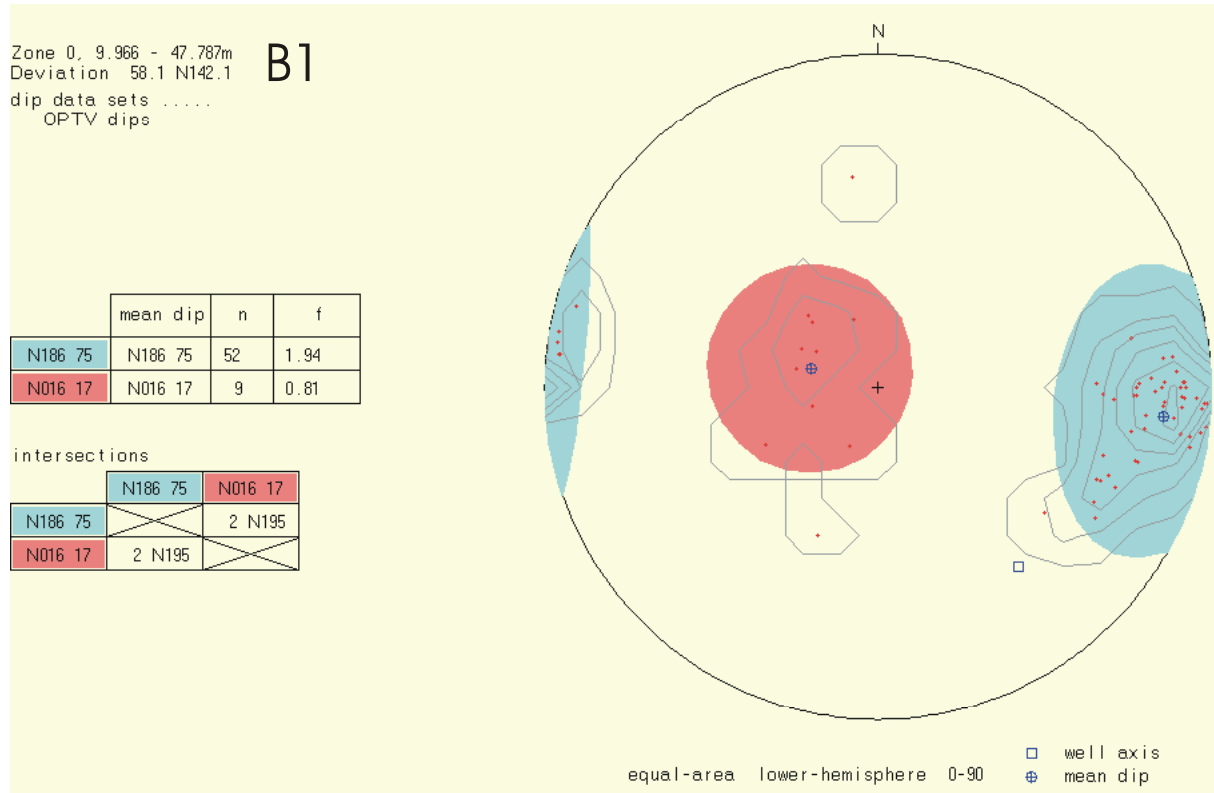
Bh	Retn. 1	n	Retn. 2	n	Retn. 3	n	Andre (n)	Totalt (n)			
A1	N003	82	21	N072	19	5	7	33			
A2	N344	61	45		N012	04	4	3	52		
B1	N186	52	52		N016	17	9	3	62		
B3	N349	70	13	N092	20	15	8	36			
C1	N192	51	6	N072	12	4	N038	73	8	7	25

En tydelig hovedsprekeretning (retning 1) opptrer i alle hull. Retningen er tilnærmet N-S og har et steilt fall, 51 – 83°. Fallretningen er både mot øst og vest. I A1, A2 og B3 er fallet mot øst, mens det i B1 og C1 er mot vest. Dette er gjennomsnittlig fallretning for de definerte sprekegruppene. Ca 65% av de indikerte sprekkene er i denne gruppen. En mer detaljert studie av fallretning til de enkelte sprekkene får en ved å studere spekehistogrammene, se senere. Strøkretningen til bergartene i måleområdet er tilnærmet Ø-V med et slakt fall sørover. Den indikerte sprekeretningen er dermed vinkelrett bergartenes strøkretning, og er i tillegg tilnærmet parallell med lengderetningen til tunnelen. Ingen av de indikerte sprekkene er karakterisert som åpne.

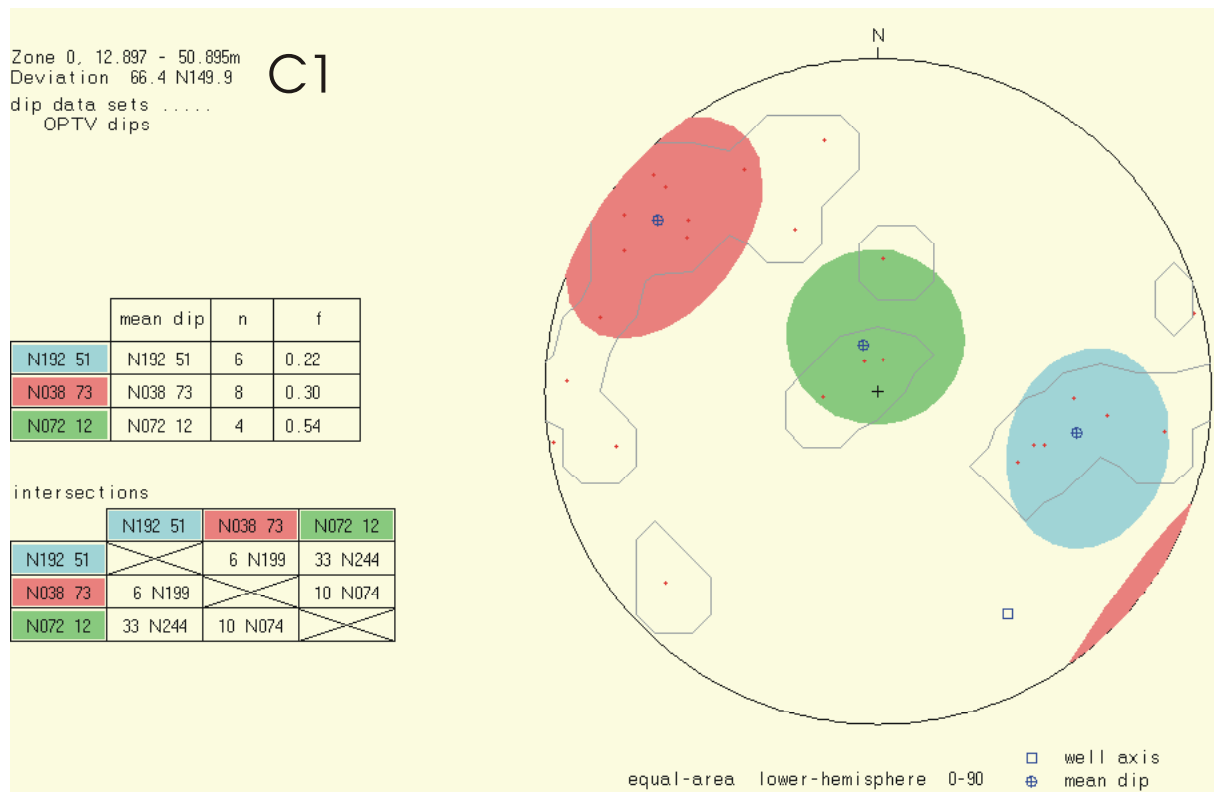
En annen sprekeretning er tilnærmet Ø-V med et slakt fall sørover. Disse sprekkene opptrer konkordant den geologiske lagdeling. Ca 18 % av sprekkene har denne retningen. I tillegg har en sprekker som ikke utgjør noen samlet gruppering.



Figur 5. Stereografisk projeksjon av pol til indikerte sprekker i A1 (øverst) og A2 (nederst).

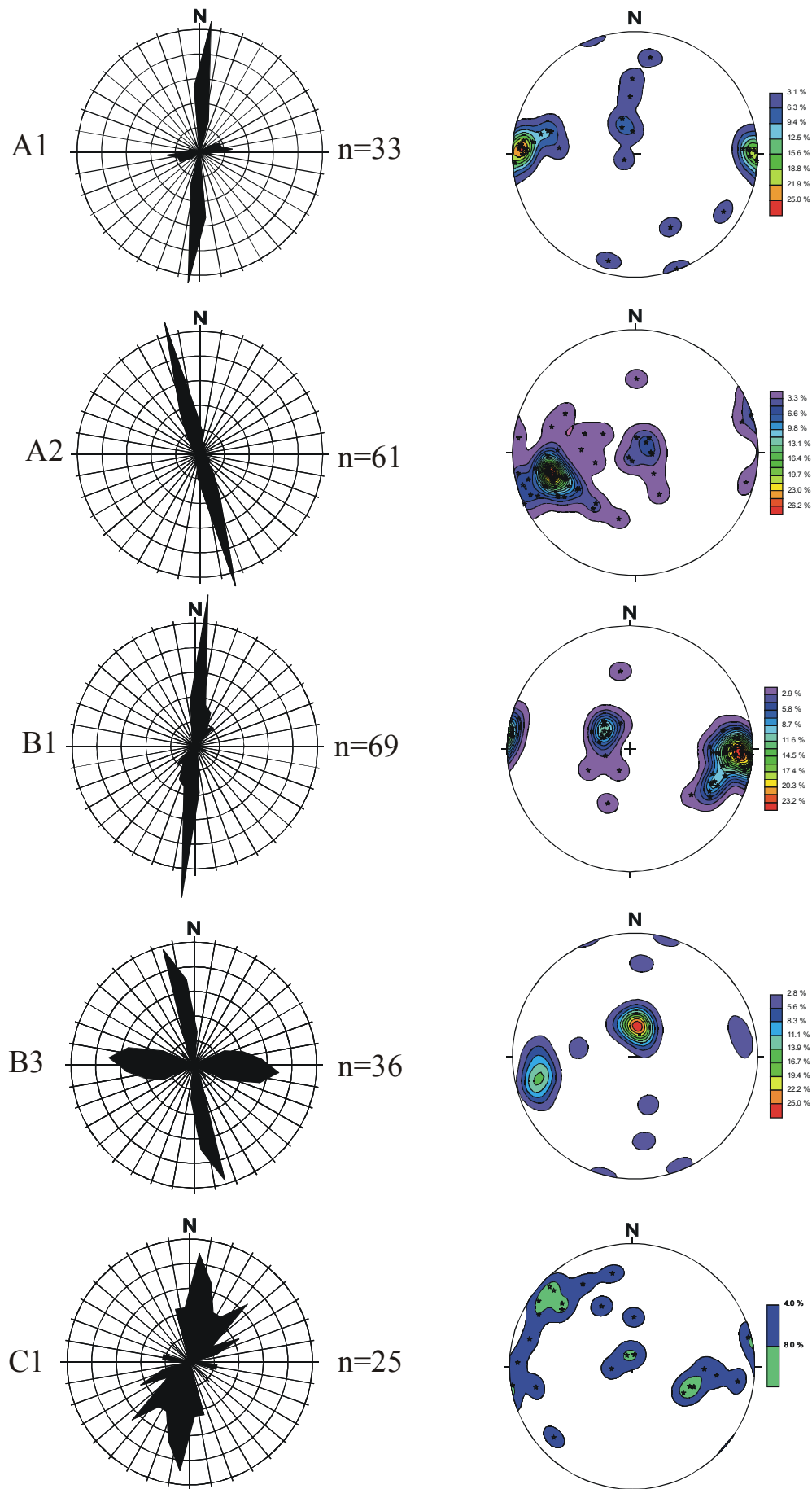


Figur 6. Stereografisk projeksjon av pol til indikerte sprekker i B1 (øverst) og B3 (nederst).



Figur 7. Stereografisk projeksjon av pol til indikerte sprekker i C1.

Figur 8 viser rosedigram og stereografisk projeksjon av alle indikerte sprekker i de forskjellige hullene. Den dominerende sprekkeretningen er tilnærmet N-S. Bare borehull B3 synes å ha en tydelig oppsprekking i Ø-V retning.



Figur 8. Rosediagram og stereoplott av indikerte sprekker ved Nordås-strømmen, Bergen.

3.1.2 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 9 - 13 viser frekvenshistogrammer for hullene som er undersøkt med optisk televiwer. Frekvenshistogrammene (rød, blå) 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, side 1 – 5, viser sprekkedata for hver av de definerte sonene. Forklaring på tabellene er vist i tekstbilag 2. Nedenfor gis en kort beskrivelse av oppsprekningen i hvert borehull.

Bh A1

Frekvenshistogrammene, figur 9, viser moderat oppsprekking mellom 10 og 35 m. De fleste sprekkeene er steile med et fall mot øst (blå gruppe). Av pilplottet ser en imidlertid at noe sprekker "bikker over" og faller mot vest. Strøketningen er nord-sør. Gjennomsnittlig sprekefrekvens langs hele hullet er 2.5 sprekker pr. meter, mens den stedvis i de definerte soner ligger mellom 3.1 og 3.7 sprekker pr. meter. For detaljer, se databilag 1 side 1. Det er ikke observert tydelige åpne sprekker i hullet. Under 30 m er fjellet lite oppsprukket og bergarten ser massiv ut, men i nedre halvdel av hullet er sikten i vannet meget dårlig og det er noe problematisk å identifisere sprekkeene. En del uregelmessige strukturer lar seg ikke digitalisere (ikke sinusform). Det kan derfor være nyttige å studere opptaket ved siden av loggene som er presentert.

Bh A2

Frekvenshistogrammene for bh A2 er vist i figur 10. Hullet viser samme tendens i oppsprekningen som A1 (blå gruppe). Fallet er litt mindre (60 – 70°) og fallretningen ØNØ (N61). Av pilplottet ser en at alle sprekker har østlig fall. Gjennomsnittlig strøketning er N344. Gjennomsnittlig sprekefrekvens i denne sprekegruppen er 1.76 sprekker pr. meter. Oppsprekningen er størst i sone 4 (34 – 39 m) med en sprekefrekvens på 3 sprekker pr. meter, se databilag 1 side 2 som viser detaljer for alle soner. Sprekkeene er ikke åpne, men hvordan oppsprekningen vil påvirke stabiliteten tas ikke stilling til her. Under 40 m er hullet lite oppsprukket. Sikten er brukbar i dette hullet, men slam på borehullsveggen (liggsiden) gir noe redusert bildekvalitet for tolkning.

Bh B1

Figur 11 viser frekvenshistogram for borehull B1. Også her er det sprekegruppen (blå) med vestlig (østlig) steilt fall som dominerer (N186 75). Gjennomsnittlig sprekefrekvens for denne gruppen er 1.95 sprekker pr. meter. Et fåtall sprekker av de med steileste fall, faller mot øst. Oppsprekningen er størst i sone 4 (3.25 sprekker pr. meter) og i sone 6 (2.87 sprekker pr. meter). For detaljer om dyp og utstrekning av sonene se figur 11 og databilag 1 side 3. Det er ikke observert åpne sprekker. Flere av de indikerte sprekkeene danner jevne plan, og skjærer

borehullet i sinusform på det utbrettede bildet. Mellom sprekkene synes bergarten massiv. Sikten i vannet var bra, men slam på borehullsveggen reduserer bildekvaliteten.

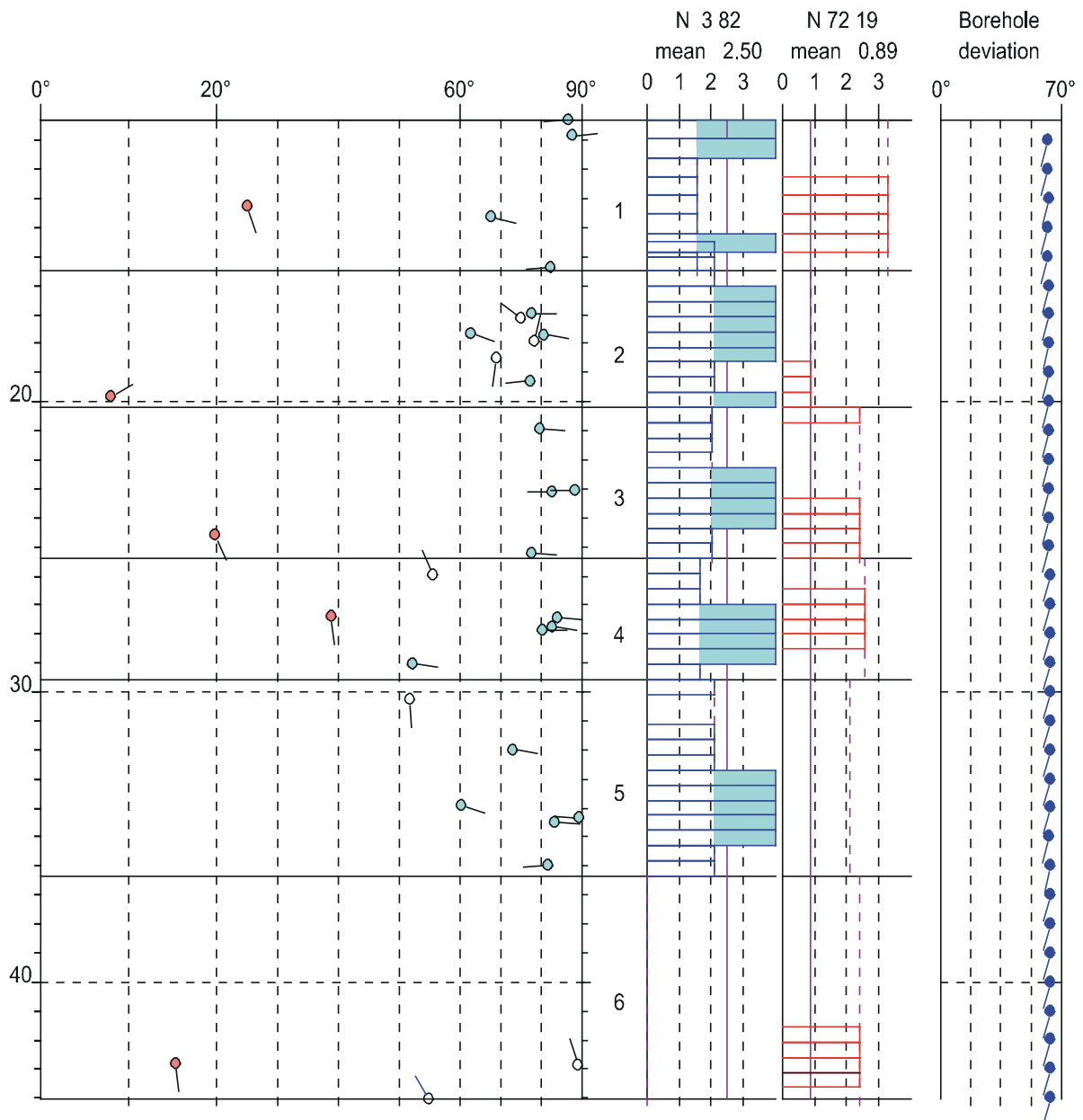
Bh B3

I bh B3 viser frekvenshistogrammene, figur 12, to tydelige sprekkeretninger. Den nord-sør gående opptrer også her i tillegg til en øst-vest gående som faller sammen med den geologiske strøkretning. Noen av disse er mineraliserte sprekker. I tillegg kan en i dette hullet se geologisk lagdeling. Inne i gneisen opptrer lyse bånd. De nord-sør gående sprekkene (N349 70) faller mot øst og den gjennomsnittlige sprekkerefrekvensen er 1.45 sprekker pr. meter. Store deler av hullet er lite oppsprukket. Oppsprekkingen er størst i sone 1 og 3 med maksimumsfrekvenser på 4 sprekker pr. meter i deler av de definerte sonene, se figur 12. Gjennomsnittsfrekvensen i sonene er mindre, se databilag 1 side 4. Hullet har en del slam på borehullsveggen og mot bunnen blir sikten svært dårlig. Ved første forsøk på logging ble bildet helt ubrukelig. Kameraglasset på sonden ikke var rengjort tilstrekkelig etter forsøk på måling i bh B2 der det var sølt olje. Slammet i borehullet ble dermed oppvirvlet ved en ekstra kjøring av sonden i hullet.

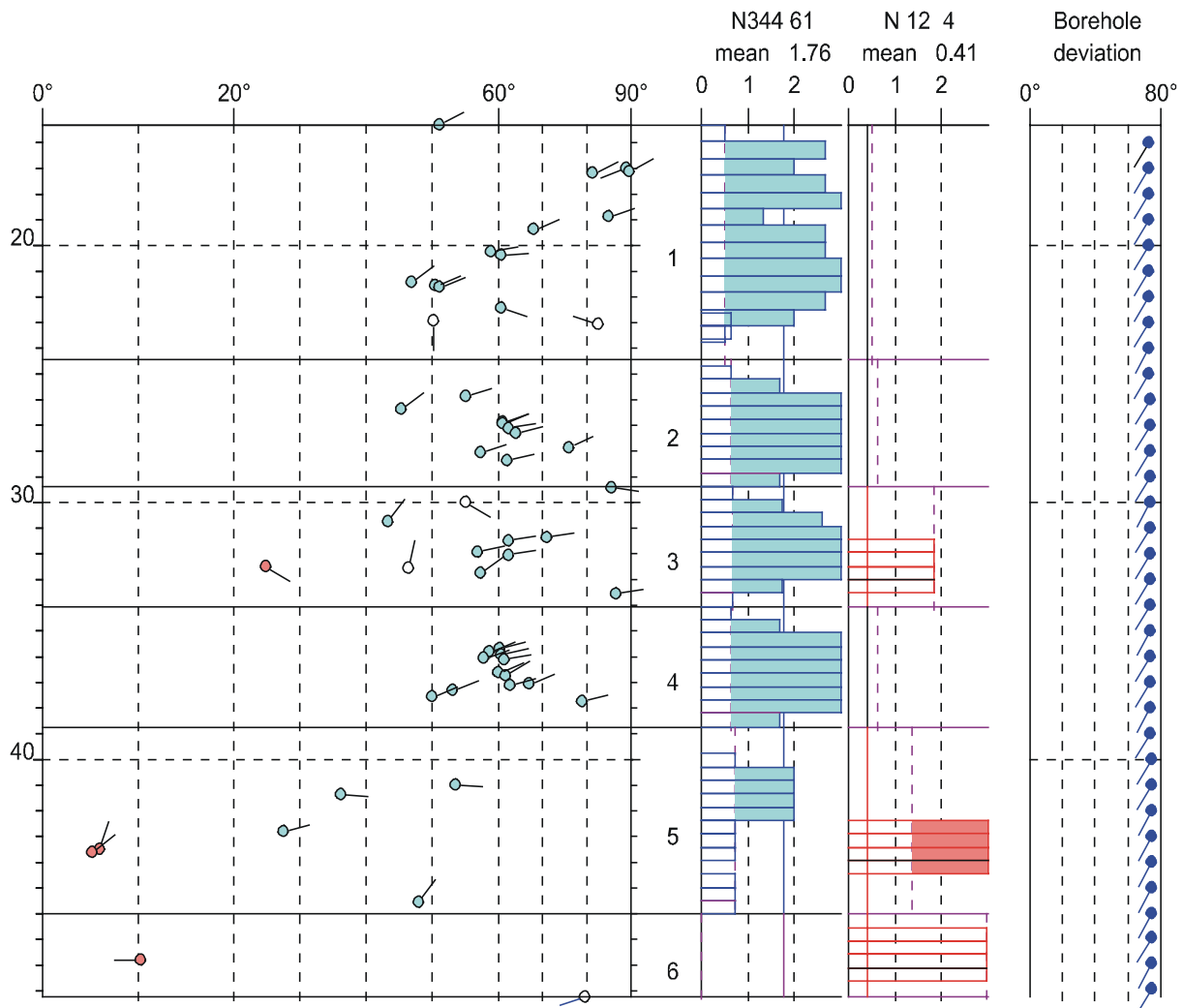
Bh C1

I bh C1 fikk en noen problemer under loggingen. Sonden ble staket ned til bunnen med aluminiumsrør. Da rørene skulle trekkes opp løsnet ikke disse fra sonden (noe de bør gjøre). Sonden ble trukket noen meter opp fra bunnen før en ble klar over problemet. Dermed startet logging ca 6 m over bunnen. Sikten i nederste del av hullet var imidlertid så dårlig at en ikke fikk tolkbare bilder. Tolkbare bilder ble først oppnådd da sonden kom over grunnvannsspeilet. Grunnvannsspeilet ligger mye lavere i dette hullet (ca 53 m huldyp) og mesteparten av hullet går over vannspeilet. Hadde en kunnet logge nedover, ville bildene blitt bedre da måling i luft gir gode måleforhold dersom kameraglasset er rent. Da det ble logget oppover la det seg skitt på kameraglasset (fra vannet) som gir seg utslag i striper på bildet og uklart bilde.

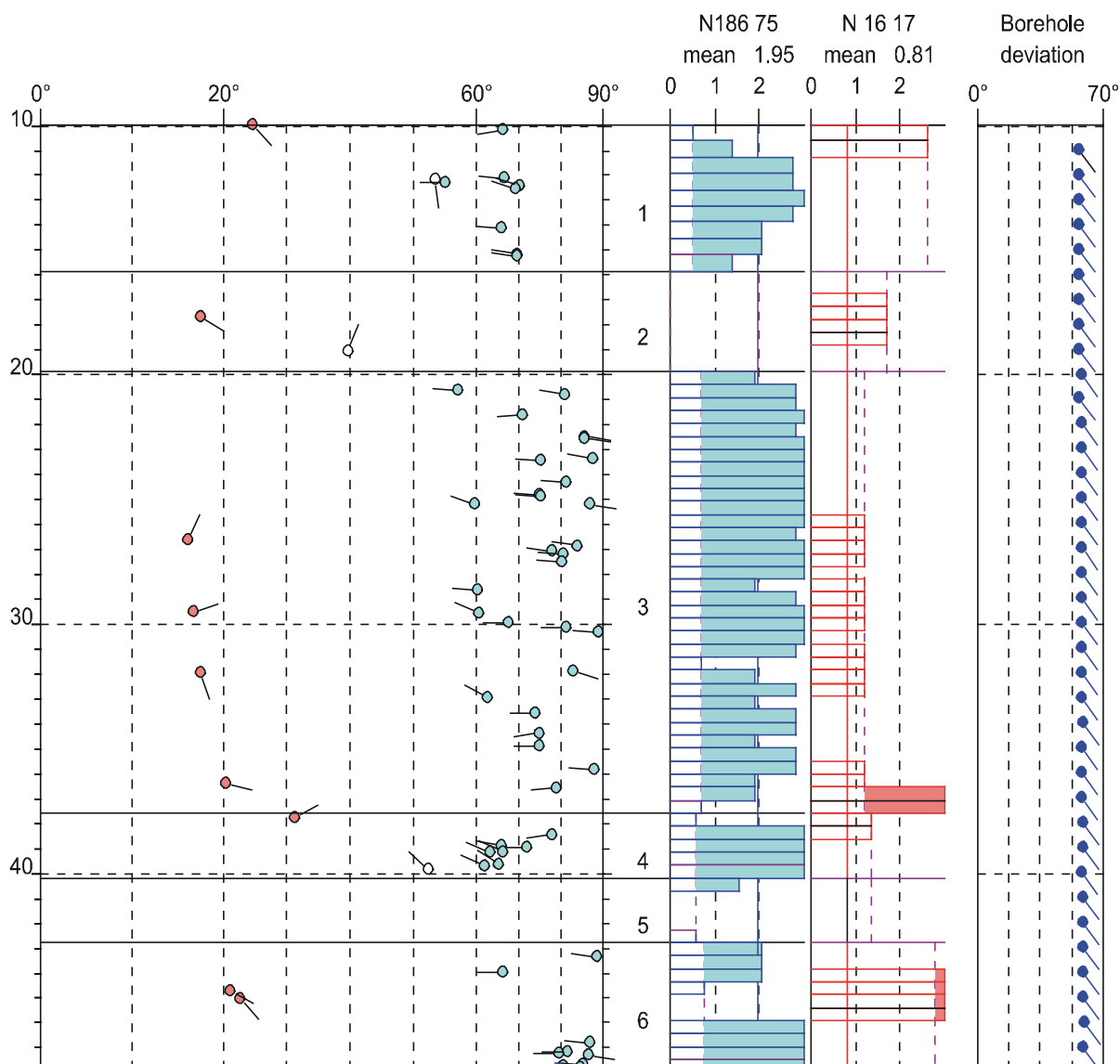
Figur 13 viser frekvenshistogram. Sprekkegrupperingen er ikke så utpreget i dette hullet som ved A og B, se også stereogram figur 6. Hullet ser også ut til å være mindre oppsprukket. Den nord-sør gående sprekkeretningen gjenfinnes (N192 51), men er ikke så markert som nede ved sjøkanten. Gjennomsnittlig sprekkerefrekvens for denne gruppen er 0.22 sprekker pr. meter. En annen sprekkegruppe (N038 73) opptrer i de øverste 25 m av hullet. Disse sprekkene har steilt fall og faller mot sørøst. Det er ikke observert tydelig åpne sprekker. Detaljer er vist i databilag 1 side 5. Den høyeste frekvensen har retningen N072 12. Beregningen av sprekkerefrekvens kan gi urealistiske høye verdier ved svært steile ($85 - 90^\circ$) sprekker da frekvensen beregnes vinkelrett sprekkereplanene. Det er trolig dette som skjer i sone 5 og 6.



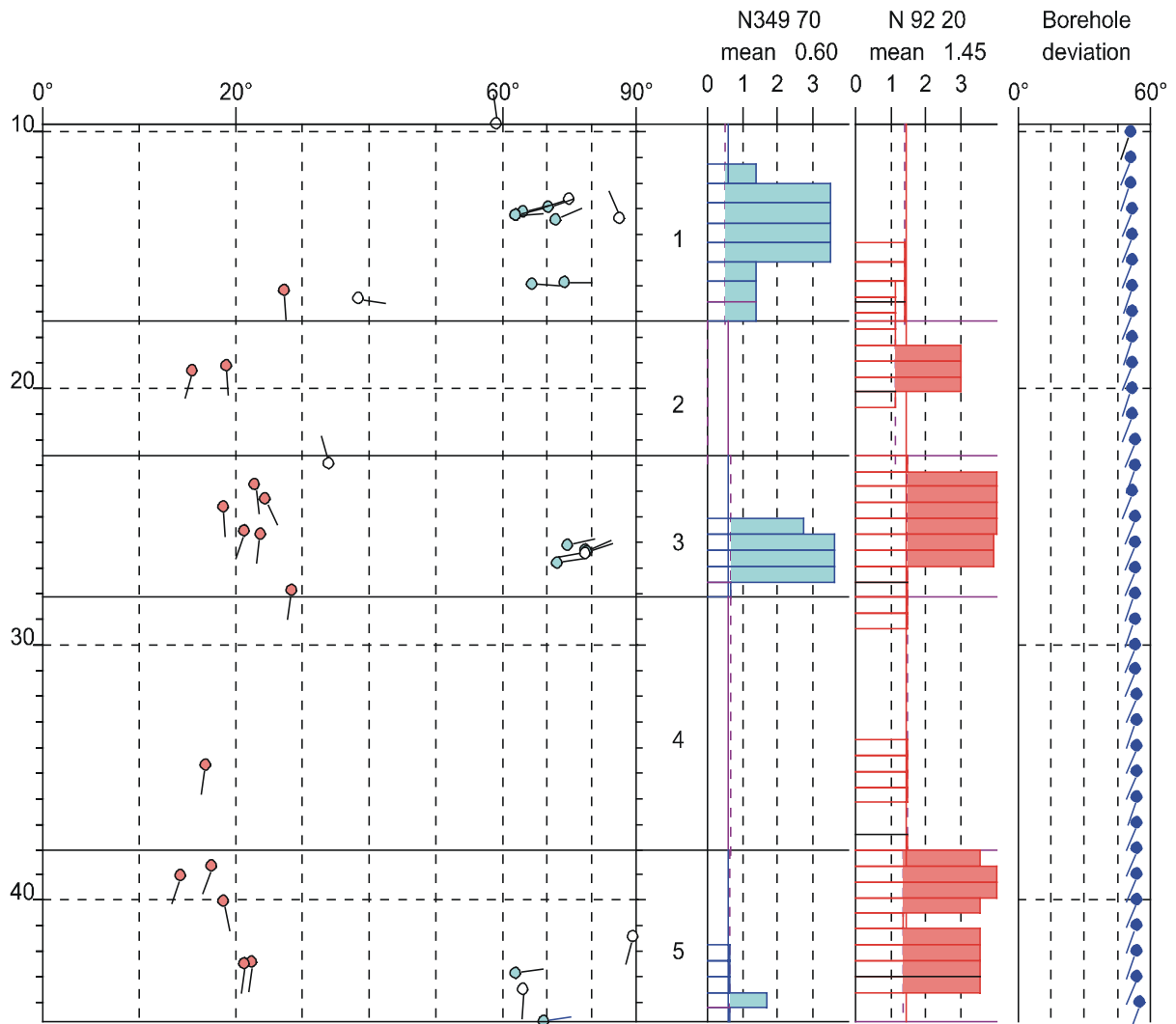
Figur 9. Borehull A1, OPTV. Frekvenshistogram over indikerte sprekker. Pilhodene angir individuelle sprekkers fall mens halen viser fallretning (nord opp). Piler uten farge er sprekker utenfor noen definert gruppe. Heltrukken horisontal inndeling angir definerte sonegrenser (nummerert). Borehullsavviket (høyre kolonne) indikeres med vinkel fra lodd og retning.



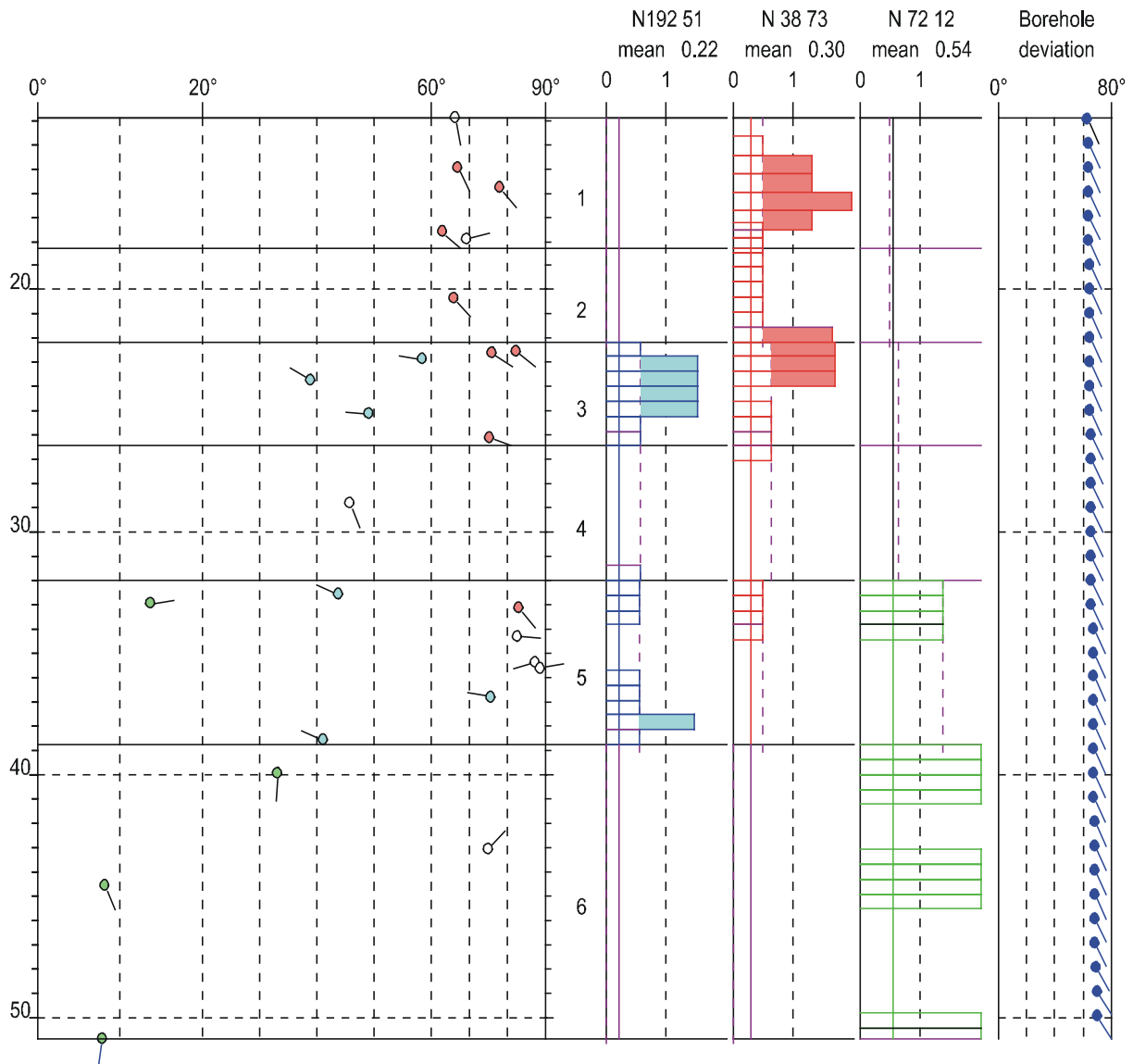
Figur 10. Borehull A2, OPTV. Frekvenshistogram over indikerte sprekker. Pilhodene angir individuelle sprekkers fall mens halen viser fallretning (nord opp). Piler uten farge er sprekker utenfor noen definert gruppe. Heltrukken horisontal inndeling angir definerte sonegrenser (nummerert). Borehullsavviket (høyre kolonne) indikeres med vinkel fra lodd og retning.



Figur 11. Borehull B1, 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. Borehull B3, 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. Borehull C1, 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.

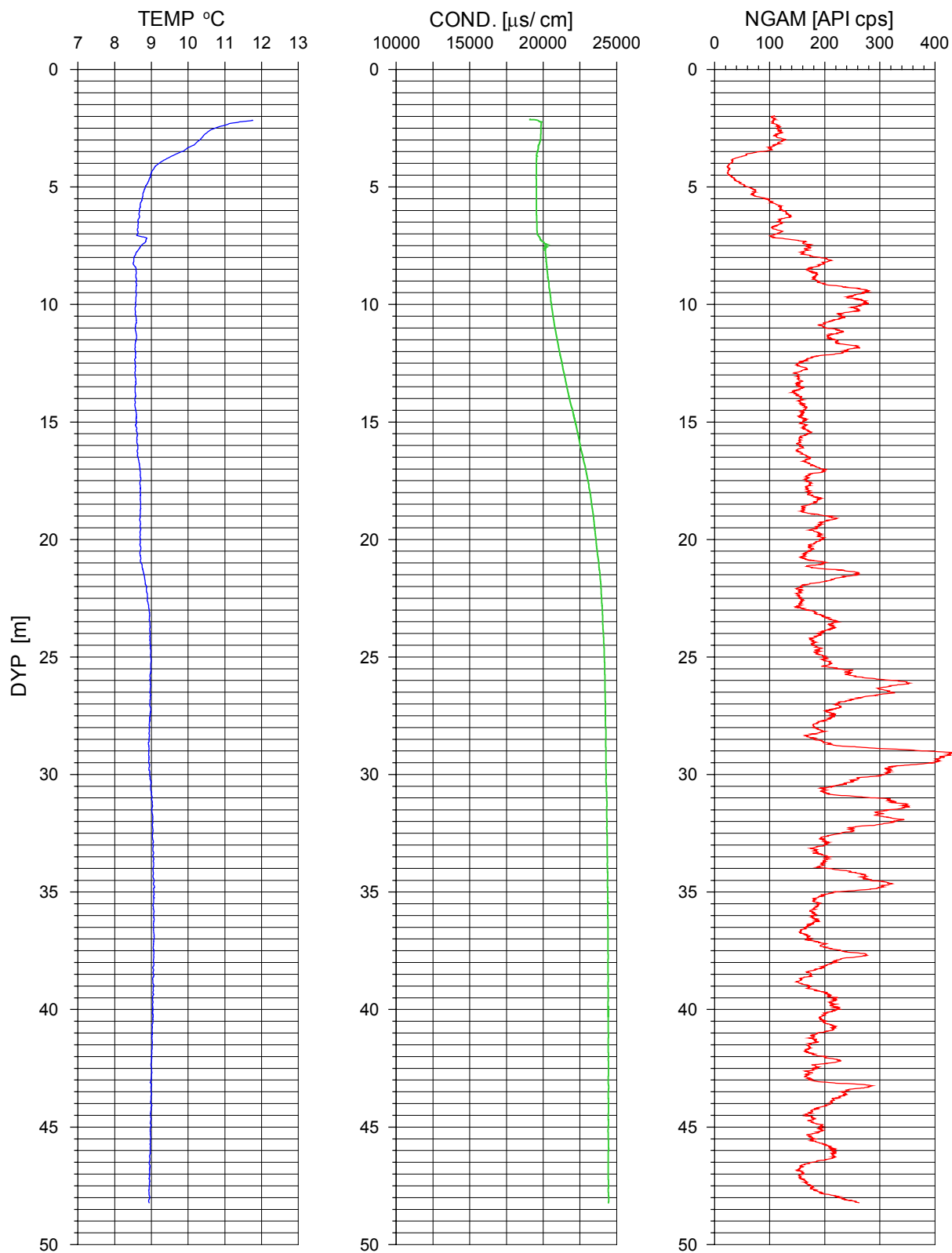
3.2 Temperatur, ledningsevne og naturlig gamma i bh B3

Temperatur, elektrisk ledningsevne i vannet og naturlig gamma ble målt i bh B3. Ledningsevne målinger i salt grunnvann gir veldig høye verdier og vil ha liten verdi for vurdering av oppsprekningen i borehullet. Temperaturen i grunne hull under sjøbotn vil trolig heller ikke variere vesentlig. Dette, sammen med problemer med de slake hullene, gjorde at slike målinger ikke ble prioritert. Det ble likevel målt i bh B3. Dette var så steilt (40°) at sonden gled ned av egen vekt.

Resultatet fra temperatur, ledningsevne og naturlig gamma er vist i figur 14. Temperaturen ligger på ca 9°C. Dette vil trolig tilsvare vanntemperaturen i sjøvannet da dypet bare er maksimum 20-25 m under overflaten. Vanligvis ligger grunnvannstemperaturen 2 – 4°C lavere på tilsvarende dyp. En liten variasjon ved 7.5 m skyldes en stopp i loggingene ved passering av overgangen mellom casing og fjell. En svak temperaturstigning ved 21m og 30 kan tolkes som innstrømning av vann. Ingen sprekker på den optiske loggen er imidlertid observert ved disse dyp.

Ledningsevnen er høy og avspeiler salt grunnvann. En økning i ledningsevnen ned til 25 m er vanskelig å forklare, men har neppe noe med innstrømning i hullet å gjøre.

Gamma-loggen viser et jevnt nivå på ca 200 cps (counts per second). Flere topper observeres og skyldes variasjoner i geologien. OPTV viser at dette er noe lysere bånd som trolig har et høyere kaliuminnhold (kalifeltspat) enn bergarten for øvrig. Opptreden av sprekker gir vanligvis ingen endringer i gammastrålingen.

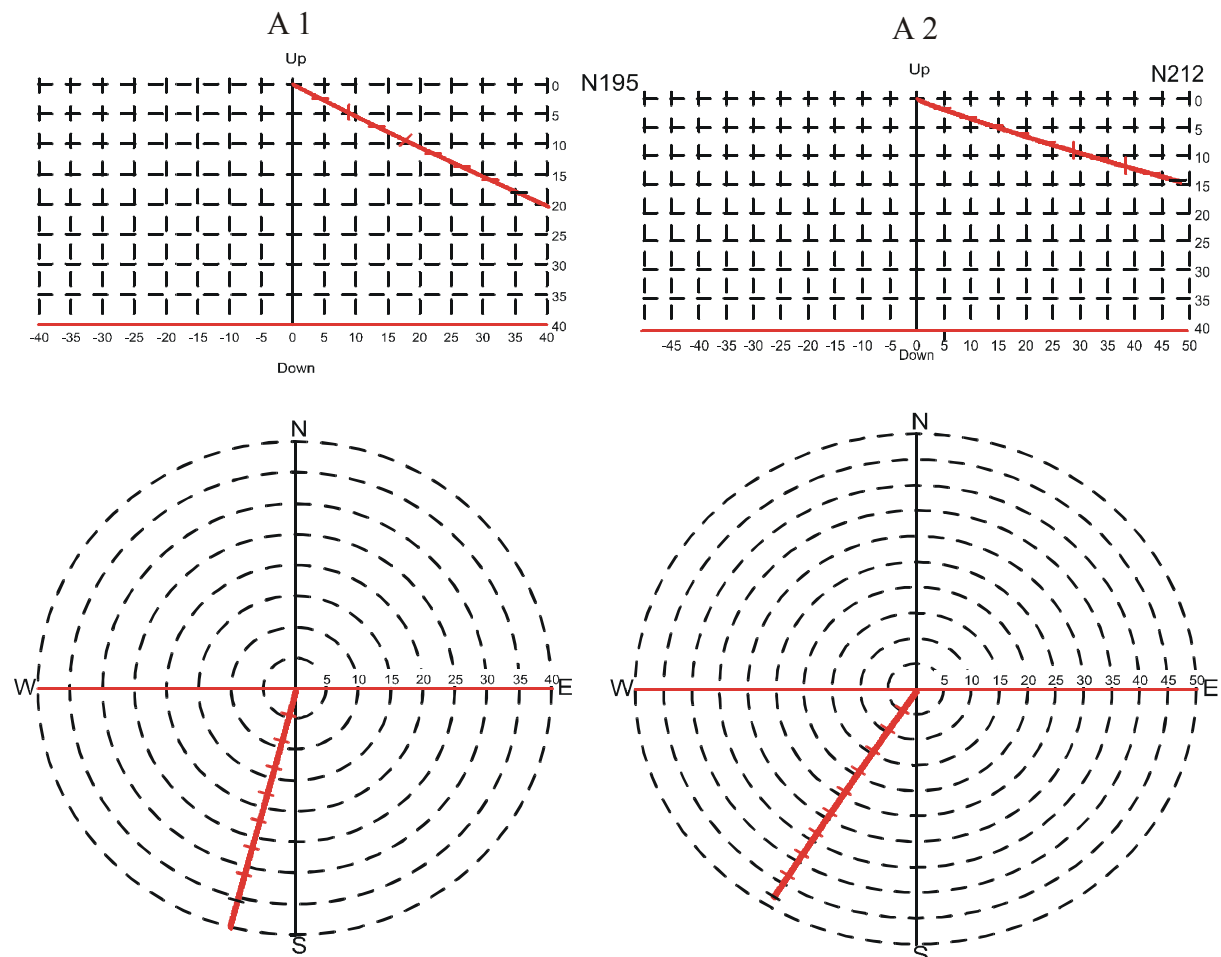


Figur 14. Bh B3, Temperatur, elektrisk ledningsevne og naturlig gammastråling.

3.3 Avviksmåling

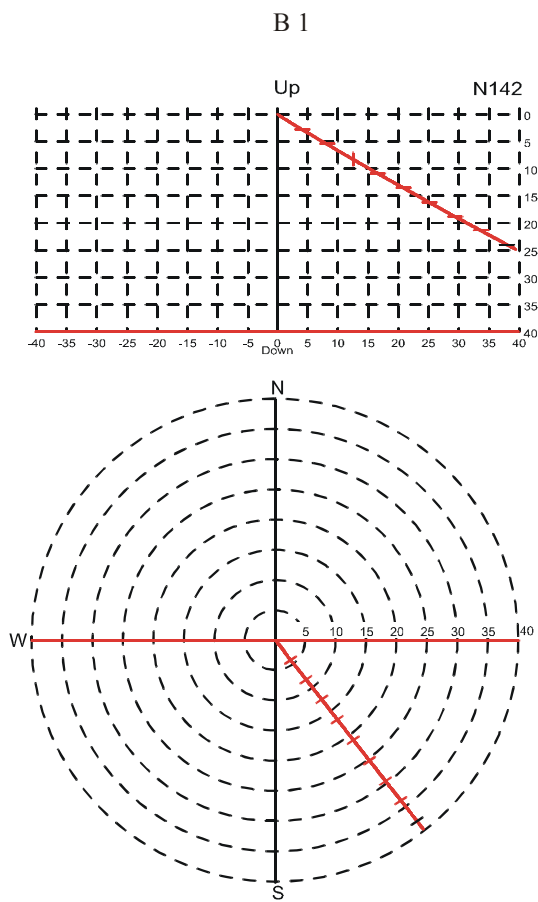
Avviksmåling blir gjort kontinuerlig med OPTV-sonden. Ettersom magnetometre brukes til å bestemme retningen til hullbanen vil unøyaktigheter oppstå med magnetisk materiale i borehullet, for eksempel foringsrør eller magnetittholdige bergarter. Vanligvis ser en dette som brå endringer i retningen over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

Resultatene fra avviksmålingene er presentert som vertikalprojeksjon, langs borehullets retning, og som horisontalprojeksjon i figurene 15, 16, 17, 18 og 19. Foringsrørene påvirket målingene i alle hull, men det er korrigert for dette. For øvrig er avviket lite i alle hull. Databilag 3 side 1 – 5, viser tabeller over borehullsforløpet, dyp (langs borehullet), vertikalt dyp, nord- og østkomponent, retning og fallvinkel (målt fra lodd). Her ser en at alle hull går litt opp mot dypet, 4 – 10°. Bh C1 går mest opp fra 61° til 71°, eller fra 29 – 19° fall fra horisontalen. Retningsvinkelen er stabil med en variasjon på 2 – 4°. Med en hullengde på 60 m blir dette et loddrett avvik (opp) på 10 m i forhold til startvinkelen på 29°.

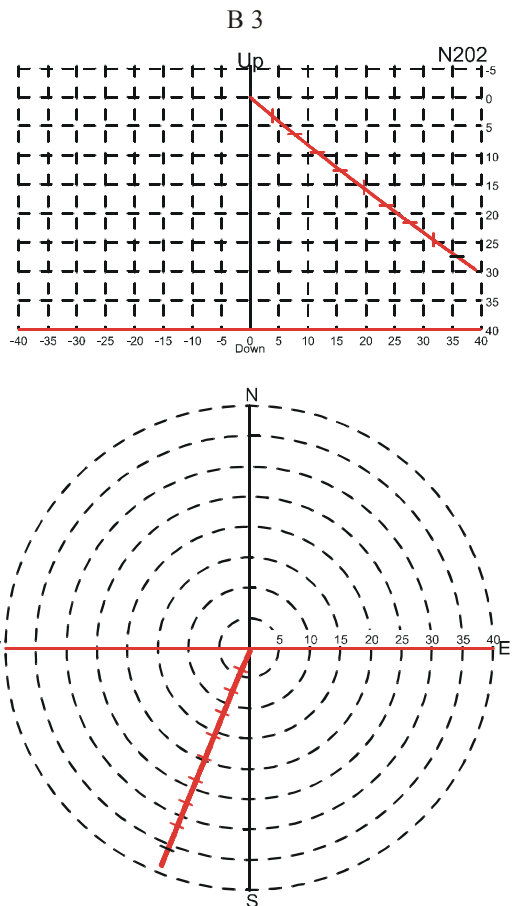


Figur 15. Borehullsforløp bh A1. Vertikalprojeksjon langs hullretning (øverst) og horisontalprojeksjon (nederst).

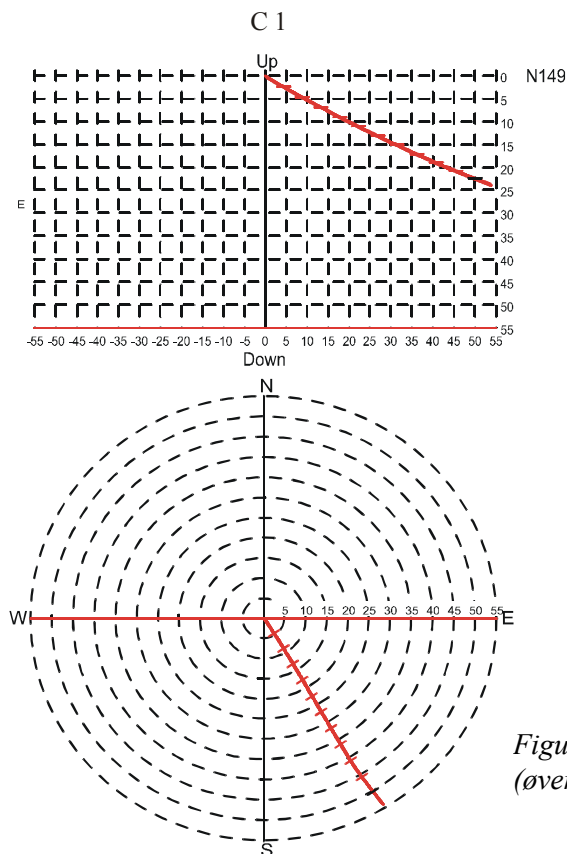
Figur 16. Borehullsforløp bh A2. Vertikalprojeksjon langs hullretning (øverst) og horisontalprojeksjon (nederst).



Figur17. Borehullsforløp bh B1. Vertikalprojeksjon langs hullretning (øverst), og horisontalprojeksjon (nederst)



Figur18. Borehullsforløp bh B3. Vertikalprojeksjon langs hullretning (øverst), og horisontalprojeksjon (nederst)



Figur 19. Borehullsforløp bh A1. Vertikalprojeksjon (øverst) og horisontalprojeksjon (nederst).

4. DISKUSJON

Generelt gjelder visse forutsetninger for å få et godt resultat og sikker tolkning av data fra logging med optisk televiwer. Det en forutsetning at opptaksforholdene i borehullet er gode. Med gode opptaksforhold menes klart vann (god sikt) og ren borehullsvegg. Hull som har stått lenge etter boring (2 – 3 uker) har vanligvis klart vann, selv om det som oftest er noe slam i bunnen av hullet. Litt slam i bunnen er ikke avgjørende for datakvaliteten. Dette gjelder for loddhull eller hull med steilt fall hvor partikler i vannet vil avsettes i bunnen. I slike tilfeller kan manglende spyling av hull oppveies av tiden som er gått etter boring. Det er etter NGUs erfaring ofte syndet med rengjøring av hullene fra boreselskapenes side selv om det på forhånd er gitt beskjed om renspyling. Når en tenker på hvor viktig forundersøkelser er for et godt resultat ved tunneldriving, må rengjøring av undersøkelseshull som skal inspiseres, prioriteres sterkere selv om det skulle medføre en ekstrakostnad.

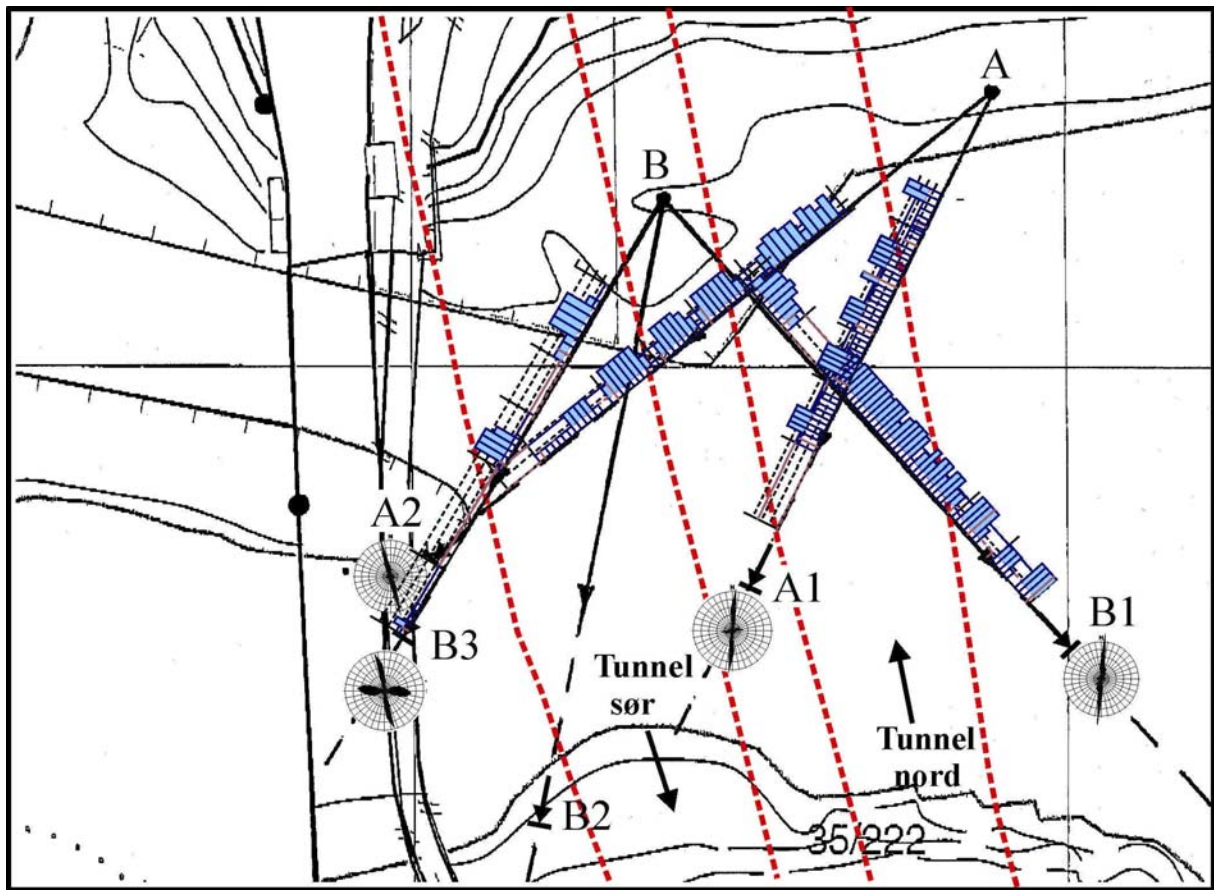
For hull med slakt fall, som for eksempel ved Nordås-strømmen, er det spesielt viktig med god rengjøring da partikler i vannet vil avsettes langs borehullsveggen, liggssiden, og ikke i bunnen av hullet. Når sonden må stokes ned, (måling oppover) virvles slammet (meget fine partikler) opp, og sikten i vannet reduseres. Det synes som om det kreves mer informasjon om viktigheten av dette.

Opptaksforholdene ved Nordås-strømmen var ikke gode, og en må en stille spørsmål om det er foretatt spyling. Opptaksforholdene var likevel av en slik karakter at opptakene lot seg tolke. Et måleteknisk problem ved slake fall er at sonden ikke blir sentrert i hullet på grunn av sondens tyngde som presser sentraliseringsfjærene noe sammen. Belysningen av borehullsveggen vil bli ujevn. En får sterkest belysning på den siden der sonden er nærmest hullveggen. I klart vann er ikke problemet så stort, men i uklart vann dempes lyset raskt med avstanden fra sonden, og bildekvaliteten reduseres på den del av borehullsveggen som er lengst borte fra sonden. Dette ser tydelig på opptakene fra Nordås-strømmen.

Som nevnt i kapittel 3 (resultater) er det ikke indikert åpne sprekker i noen av hullene. Med åpne sprekker menes sprekker med tydelig målbar åpning. Ens for alle hull er samme hovedsprekkeretning. Den er tilnærmet nord-sør og sprekken har steilt fall både mot vest og mot øst. Dette vil si at sprekkeretningen er tilnærmet parallell med den planlagte tunnelens lengderetning. Hvilken betydning dette har for fjellets stabilitet ved drivingen diskuteres ikke her. Figur 20 viser et kart med tunneltrase og borehull inntegnet. Langs borehullene er frekvenshistogrammene for hovedsprekkeretning N-S plassert. Rosediagram for hvert hull viser også hovedsprekkeretning. Dette gir et visuelt bilde av hvor i tunneltraseen en kan forvente størst oppsprekking. Ut fra dette ser en at sprekkefrekvensen er størst totalt sett i nordgående tunnellop. Utstrekningen av sprekken er det vanskelig å kvantifisere. Ved digitaliseringen er alle sprekker tatt med. Ikke alle skjærer gjennom hele hullverrsnittet, men fall og retning er den samme for alle. I tillegg er det sprekker og strukturer med uregelmessige form som ikke lar seg digitalisere med en matematisk funksjon (sinus). Det er derfor viktig å studere bildelaggen sammen med sprekkestatistikken.

Det er overraskende få sprekker med samme retning som den geologiske strøkretning, øst-vest. Sundet går øst-vest, og kan være dannet av en svakhetsone. Hullene kunne med fordel vært noe lengre. B2, som ikke ble logget, når sørsiden av strømmen. Det var derfor uheldig at opptaksforholdene var for dårlige i dette hullet. Utført kjerneboring fra sørsiden (opplysning fra oppdragsgiver) kan trolig gi informasjon om en slik svakhetsone finnes.

Det kan ikke sies noe om hullenes vanngiverevne. Det er som nevnt ikke indikert åpne sprekker, men det er bare testpumping som kan si noe konkret om vanngiverevnen og dermed om faren for vanninnslag i tunnelen basert på de fjellforhold det er på stedet i dag. Disse kan forandres lokalt ved sprengning, og med forholdsvis liten overdekning (min. ca 15 m ?) er det fjellets stabilitet som er viktigst, også for å vurdere faren for vanninnslag .



Figur 20. Sprekkefrekvenser for hovedsprekkeretning og rosedigram for bh A1, A2, B1 og B3.

5. KONKLUSJON

Statens vegvesen Hordaland planlegger en undersjøisk tunnel under Nordås-strømmen i Bergen i forbindelse med bygging av Ringveg Vest. Som en del av forundersøkelsene til tunnelen har NGU gjort borehullsinspeksjon med optisk televiewer i 5 borehull. Hensikten var å kartlegge fjellets oppsprekking over tunneltraseen under sjøbotn. De innsamlede data var av varierende kvalitet grunnet dårlig sikt og slam i borehullene. Dette kan skyldes dårlig rengjøring av hullene. Data var likevel tolkbare slik at sprekkestatistikk er utarbeidet for alle de undersøkte hull. Ett hull ble ikke logget da det var tilsølt med olje.

Undersøkelsene viser at fjellet er relativt lite oppsprukket. Det er ikke indikert tydelige åpne sprekker eller knusningssoner. Selve bergarten ser massiv ut mellom sprekkenes, stedvis vises tydelig lagdeling med slakt fall mot sør. Hovedsprekkeretningen synes å være tilnærmet nord-sør med steilt fall mot vest eller øst. Denne retningen er parallell eller danner liten vinkel med den planlagte tunnelenes lengderetning. Spørsmålet er om steile sprekker i tunnelens lengderetning (på tvers av strømmen) kan medføre ustabil fjell under tunneldrivingen og fare for vanninntregning. Det kan ikke sies noe om hullenes vanngiverevne ut fra inspeksjonen. For å få et klart svar på det må det utføres testpumping.

I et hull ble det logget temperatur, elektrisk ledningsevne og naturlig gammastråling. Disse målingene ga ingen ytterligere informasjon om oppsprekking. Gammaloggen viser variasjon i geologien på grunn av varierende innhold av kalium (kalifeltspat).

6. REFERANSER

Ragnhildstveit, J. & Helliksen, D. 1997: Geologisk kart over Norge, berggrunnskart Bergen-M 1: 250.000. *Norges geologiske undersøkelse*.

Robertson Geologging Ltd. 2000: Interpretation manual. RGLDIP Version 5.2 og 5.3.

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 **Bergen**. 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 || . 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, side 1 – 5, viser data for borehullene og digitaliserte sprekker.

Depth	- Dyp langs borehullet
Azimuth	- Sprekkens fallretning
Dip	- Sprekkeplanets fallvinkel
n	- Antall punkter brukt for å digitalisere en sprekk
K	- Type sprekk (2 = sprekk, 0 = bånding)
Upper depth	- Dyp til sprekkeplanets øvre skjæringspunkt med borehullsveggen
Lower depth	- Dyp til sprekkeplanets nedre skjæringspunkt med borehullsveggen
Well diam.	- Borehulldiameter
Well deviation:	
Azimuth	- Borehullets fallretning
Dev	- Borehullets fallvinkel målt fra loddlinjen

Databilag 2, side 1 – 3, viser data for definerte soner i borehullet for hver sprekkegruppe (search area).

Zone deviation:

Dev og azimuth-	Sonens (borehullets) fallvinkel og fallretning
Top og base	- Sonens topp og bunn langs borehullet
No data	- Antall sprekker i sonen

Mean dips and frequencies:

Str	- Gjennomsnittlig strøkretning for hver av de definerte gruppene (i sonen)
Dip	- Gjennomsnittlig fallvinkel for hver av de definerte gruppene (i sonen)
n	- Antall sprekker i hver av de definerte gruppene (i sonen)
f	- Gjennomsnittlig sprekkfrekvens i hver av de definerte gruppene (i sonen)

Databilag 3, side 1 – 5, viser data for borehullsforløp (avvik).

Depth	- Dyp langs borehullet
North	- Nordkomponent
East	- Østkomponent
Down	- Vertikalt dyp
Devaz	- Hullets fallretning
Dev	- Hullets fallvinkel målt fra lodd.

RGLDIPv5.2 OPTV results

K = 0: BEDDING
K = 2: FRACTURE

Borehole Bergen A1
zone from 46.412 to 1.350 m

	Depth	Azimuth	Dip	1-P0/100	n	Q	K	Upper Depth	Lower Depth	Well Diam	Well deviation Azimuth	Dev
1	44.034	328	54.9	0.000	4		2	43.992	44.076	0.140	195.00	65.00
2	42.875	340	89.0	0.000	4		2	41.117	44.633	0.140	195.00	64.00
3	42.797	174	15.4	0.000	4		2	42.789	42.805	0.140	195.00	64.00
4	35.960	267	81.7	0.000	4		2	36.108	36.440	0.140	194.12	64.00
5	34.495	94	83.2	0.000	4		2	33.908	34.304	0.140	195.82	63.82
6	34.342	273	89.4	0.000	4		2	37.272	41.026	0.140	195.00	63.00
7	33.923	105	60.1	0.000	4		2	33.972	34.045	0.140	195.63	64.00
8	32.002	97	72.8	0.000	4		2	31.998	32.228	0.140	196.00	64.00
9	30.271	178	51.7	0.000	7		2	30.232	30.310	0.140	195.33	64.00
10	29.051	95	52.1	0.000	6		2	29.012	29.090	0.140	195.06	64.00
11	27.889	90	80.4	0.000	4		2	27.475	27.655	0.140	195.00	64.00
12	27.794	95	82.6	0.000	4		2	27.832	28.333	0.140	195.00	64.00
13	27.439	93	83.9	0.000	3		2	26.784	27.485	0.140	195.00	64.00
14	27.394	175	38.9	0.000	4		2	27.421	27.450	0.140	195.00	64.00
15	25.949	334	55.4	0.000	4		2	25.905	25.993	0.140	195.00	64.00
16	25.228	93	77.5	0.000	6		2	25.087	25.369	0.140	195.00	63.53
17	24.606	154	19.8	0.000	4		2	24.595	24.617	0.140	196.00	63.00
18	23.118	271	82.8	0.000	4		2	23.387	23.672	0.140	195.00	63.00
19	23.074	269	88.4	0.000	4		2	23.972	25.580	0.140	195.00	63.00
20	20.921	93	79.5	0.000	6		2	20.750	21.092	0.140	195.00	63.00
21	19.820	64	8.0	0.000	5		2	19.816	19.824	0.140	195.32	63.00
22	19.323	267	77.3	0.000	4		2	19.347	19.634	0.140	195.00	63.00
23	18.514	189	68.8	0.000	4		2	18.432	18.596	0.140	195.00	63.00
24	17.898	14	78.3	0.000	4		2	17.745	18.051	0.140	195.00	63.00
25	17.726	97	80.6	0.000	3		2	17.303	17.799	0.140	194.56	63.00
26	17.669	105	62.5	0.000	4		2	17.636	17.803	0.140	195.00	63.00
27	17.139	303	74.9	0.000	3		2	16.880	17.193	0.140	195.70	63.00
28	16.985	91	77.5	0.000	6		2	16.842	17.128	0.140	195.00	63.00
29	15.369	268	82.3	0.000	4		2	15.468	15.887	0.140	195.00	62.00
30	13.649	102	67.5	0.000	3		2	13.570	13.728	0.140	195.00	62.00
31	13.264	160	25.0	0.000	4		2	13.268	13.297	0.140	195.00	62.00
32	10.815	86	87.8	0.000	4		2	11.393	12.637	0.140	195.00	62.00
33	10.294	268	86.8	0.000	4		2	10.565	11.546	0.140	195.00	62.00

RGLDIPv5.2 OPTV results

K = 0: BEDDING
K = 2: FRACTURE

borehole Bergen A2
zone from 51.770 to 1.357 m

	Depth	Azimuth	Dip	l-P0/100	n	Q	K	Upper Depth	Lower Depth	Well Diam	Well deviation Azimuth	Dev
1	49.522	330	32.0	0.000	6	0		49.511	49.533	0.140	211.97	75.00
2	49.258	254	79.5	0.000	4	2		49.160	49.356	0.140	211.69	75.00
3	48.935	319	18.5	0.000	4	0		48.929	48.941	0.140	212.00	75.00
4	47.823	269	10.3	0.000	5	2		47.820	47.826	0.140	212.00	75.00
5	45.554	37	47.9	0.000	5	2		45.534	45.574	0.140	211.00	75.00
6	43.660	54	5.3	0.000	5	2		43.658	43.662	0.140	211.00	74.28
7	43.503	21	6.0	0.000	5	2		43.501	43.505	0.140	211.00	75.00
8	42.802	76	27.5	0.000	4	2		42.793	42.811	0.140	211.00	75.00
9	41.347	93	36.2	0.000	5	2		41.334	41.360	0.140	212.00	75.00
10	41.004	92	53.5	0.000	5	2		40.980	41.028	0.140	211.40	75.00
11	39.604	276	11.2	0.000	5	0		39.600	39.608	0.140	212.00	74.00
12	38.817	110	36.1	0.000	4	0		38.803	38.831	0.140	212.00	74.00
13	37.719	76	79.0	0.000	3	2		37.824	38.079	0.140	211.00	74.89
14	37.576	69	50.0	0.000	3	2		37.591	37.659	0.140	211.95	74.95
15	37.305	71	53.1	0.000	3	2		37.322	37.398	0.140	211.00	74.00
16	37.149	76	62.6	0.000	5	2		37.112	37.186	0.140	212.00	74.00
17	37.072	69	66.8	0.000	3	2		37.027	37.117	0.140	211.03	74.00
18	36.724	61	61.6	0.000	3	2		36.619	36.853	0.140	211.00	74.00
19	36.624	72	59.9	0.000	3	2		36.522	36.745	0.140	211.99	74.00
20	36.126	79	61.4	0.000	4	2		36.091	36.161	0.140	211.04	74.00
21	36.051	74	57.7	0.000	4	2		36.021	36.081	0.140	212.00	74.46
22	35.948	77	60.6	0.000	6	2		35.914	35.982	0.140	212.00	74.00
23	35.792	72	58.6	0.000	3	2		35.809	35.907	0.140	212.00	74.00
24	35.707	76	60.2	0.000	4	2		35.673	35.741	0.140	211.00	74.00
25	33.587	80	86.6	0.000	5	2		33.262	33.912	0.140	211.26	74.00
26	32.734	58	57.3	0.000	3	2		32.704	32.764	0.140	212.20	74.20
27	32.573	14	46.4	0.000	3	2		32.515	32.647	0.140	212.00	74.00
28	32.494	120	24.8	0.000	6	2		32.485	32.503	0.140	212.00	74.00
29	32.080	82	62.2	0.000	4	2		32.043	32.117	0.140	212.00	74.00
30	31.909	78	56.9	0.000	5	2		31.879	31.939	0.140	212.00	74.00
31	31.471	80	62.3	0.000	5	2		31.434	31.508	0.140	211.94	74.00
32	31.381	81	71.0	0.000	5	2		31.325	31.437	0.140	211.87	74.00
33	30.770	38	43.4	0.000	3	2		30.752	30.788	0.140	212.00	74.00
34	29.973	119	55.1	0.000	4	2		29.969	30.073	0.140	211.02	74.00
35	29.413	97	85.6	0.000	3	2		29.540	30.323	0.140	212.00	74.00
36	28.333	78	61.8	0.000	4	2		28.279	28.464	0.140	212.00	74.00
37	28.041	75	57.3	0.000	3	2		28.014	28.150	0.140	212.00	74.00
38	27.869	66	75.9	0.000	3	2		27.799	28.148	0.140	212.00	73.90
39	27.303	78	63.9	0.000	3	2		27.267	27.446	0.140	212.00	74.00
40	27.141	79	62.4	0.000	3	2		27.104	27.178	0.140	212.00	74.00
41	26.930	70	60.9	0.000	4	2		26.895	26.965	0.140	212.00	74.00
42	26.870	74	60.9	0.000	4	2		26.835	26.905	0.140	212.00	74.00
43	26.387	57	45.3	0.000	3	2		26.317	26.458	0.140	212.00	74.00
44	25.870	73	55.0	0.000	4	2		25.842	25.898	0.140	212.00	74.00
45	23.070	285	82.6	0.000	5	2		22.958	23.609	0.140	212.00	73.00
46	22.943	181	50.2	0.000	4	2		22.912	23.027	0.140	212.00	73.00
47	22.443	107	60.5	0.000	8	2		22.407	22.479	0.140	212.00	73.00
48	21.606	69	51.1	0.000	3	2		21.539	21.693	0.140	212.00	73.00
49	21.516	72	50.3	0.000	4	2		21.448	21.600	0.140	212.00	73.00
50	21.410	58	46.9	0.000	4	2		21.336	21.485	0.140	212.00	73.00
51	20.353	88	60.7	0.000	4	2		20.317	20.389	0.140	213.00	73.00
52	20.227	81	58.8	0.000	3	2		20.193	20.261	0.140	213.00	73.00
53	19.354	70	68.0	0.000	6	2		19.303	19.405	0.140	213.00	73.00
54	18.840	74	84.9	0.000	3	2		18.611	19.069	0.140	213.00	73.00
55	18.632	184	9.7	0.000	3	0		18.629	18.635	0.140	213.00	73.00
56	17.817	226	9.9	0.000	4	0		17.813	17.821	0.140	213.00	73.00
57	17.161	68	81.2	0.000	5	2		17.029	17.293	0.140	212.27	73.00
58	17.081	65	89.6	0.000	5	2		14.150	20.012	0.140	212.14	73.00
59	17.004	252	89.1	0.000	5	2		15.701	18.307	0.140	212.60	73.00
60	15.907	223	13.1	0.000	4	0		15.902	15.912	0.140	212.34	73.00
61	15.290	63	51.0	0.000	3	2		15.225	15.376	0.140	212.00	72.68

RGLDIPv5.2 OPTV results

K = 0: BEDDING
K = 2: FRACTURE

borehole Bergen B1
zone from 49.533 to 2.989 m

	Depth	Azimuth	Dip	1-P0/100	n	Q	K	Upper Depth	Lower Depth	Well Diam	Well deviation Azimuth	Dev
1	47.787	281	84.6	0.000	5	2	47.406	48.168	0.140	142.00	59.00	
2	47.727	269	80.6	0.000	4	2	47.861	48.150	0.140	141.46	59.00	
3	47.687	272	85.2	0.000	6	2	47.258	48.116	0.140	141.34	59.00	
4	47.299	98	86.6	0.000	5	2	46.692	47.906	0.140	142.00	59.00	
5	47.200	270	79.8	0.000	4	2	47.241	47.589	0.140	142.08	59.00	
6	47.130	270	81.6	0.000	7	2	46.889	47.371	0.140	142.52	59.48	
7	46.799	274	87.0	0.000	5	2	46.111	47.487	0.140	142.90	59.00	
8	45.039	135	22.7	0.000	7	2	45.010	45.068	0.140	141.30	59.00	
9	44.713	117	21.0	0.000	4	2	44.699	44.727	0.140	141.20	59.00	
10	43.958	270	66.4	0.000	4	2	43.875	44.041	0.140	142.00	59.00	
11	43.318	277	88.8	0.000	5	2	41.597	45.039	0.140	142.29	59.00	
12	39.821	307	52.5	0.000	3	2	39.774	39.868	0.140	142.00	59.00	
13	39.738	293	61.8	0.000	5	2	39.671	39.805	0.140	142.00	59.00	
14	39.650	301	65.2	0.000	4	2	39.572	39.728	0.140	141.92	59.00	
15	39.168	293	66.4	0.000	4	2	39.085	39.251	0.140	142.00	59.00	
16	39.119	291	63.1	0.000	4	2	39.048	39.190	0.140	142.00	59.00	
17	38.976	271	71.9	0.000	3	2	38.767	39.190	0.140	142.00	59.00	
18	38.877	280	66.0	0.000	4	2	38.720	39.034	0.140	142.00	59.00	
19	38.430	264	78.0	0.000	5	2	38.260	38.600	0.140	142.46	59.00	
20	37.762	63	31.3	0.000	6	2	37.740	37.784	0.140	141.84	59.00	
21	36.571	267	78.9	0.000	6	2	36.385	36.757	0.140	142.00	58.65	
22	36.413	103	20.5	0.000	6	2	36.400	36.426	0.140	142.00	59.00	
23	35.808	273	87.9	0.000	7	2	34.799	36.817	0.140	142.90	58.10	
24	34.904	269	75.0	0.000	4	2	34.766	35.042	0.140	142.00	58.00	
25	34.406	264	75.0	0.000	4	2	34.411	34.667	0.140	142.00	58.00	
26	33.573	270	73.9	0.000	6	2	33.446	33.700	0.140	142.00	58.38	
27	32.918	298	62.7	0.000	5	2	32.846	32.990	0.140	142.00	58.00	
28	31.961	160	17.6	0.000	4	2	31.964	31.983	0.140	142.00	58.15	
29	31.900	105	83.1	0.000	4	2	31.374	32.478	0.140	142.00	58.00	
30	30.333	273	89.0	0.000	7	2	28.208	32.458	0.140	142.00	58.00	
31	30.116	269	81.3	0.000	6	2	29.874	30.358	0.140	142.00	58.00	
32	29.941	269	67.5	0.000	5	2	29.851	30.031	0.140	142.00	58.00	
33	29.549	293	60.7	0.000	4	2	29.483	29.615	0.140	141.91	58.00	
34	29.490	74	16.7	0.000	4	2	29.479	29.501	0.140	141.27	58.00	
35	28.632	273	60.1	0.000	3	2	28.567	28.697	0.140	142.00	58.00	
36	27.499	272	80.3	0.000	4	2	27.282	27.716	0.140	142.10	58.00	
37	27.209	274	80.7	0.000	3	2	26.982	27.436	0.140	142.00	58.00	
38	27.059	276	78.1	0.000	3	2	26.979	27.391	0.140	142.88	58.00	
39	26.853	279	84.0	0.000	6	2	26.500	27.206	0.140	142.00	58.00	
40	26.611	26	16.1	0.000	4	2	26.600	26.622	0.140	143.00	58.00	
41	25.175	287	59.8	0.000	3	2	25.228	25.295	0.140	142.44	58.00	
42	25.173	100	87.1	0.000	5	2	24.441	25.905	0.140	142.40	58.00	
43	24.890	273	75.2	0.000	3	2	24.750	25.030	0.140	142.00	58.00	
44	24.791	274	74.9	0.000	4	2	24.654	24.928	0.140	142.00	58.00	
45	24.322	272	81.2	0.000	4	2	24.082	24.562	0.140	143.00	58.00	
46	23.445	273	75.2	0.000	5	2	23.305	23.585	0.140	142.00	58.00	
47	23.353	278	87.5	0.000	5	2	22.503	24.203	0.140	142.00	58.00	
48	22.529	96	85.5	0.000	5	2	22.058	23.000	0.140	142.50	58.00	
49	22.495	96	85.8	0.000	4	2	21.990	23.000	0.140	142.00	58.00	
50	21.586	268	70.9	0.000	6	2	21.477	21.695	0.140	142.00	57.34	
51	20.779	279	80.9	0.000	3	2	20.903	21.216	0.140	143.00	57.00	
52	20.616	272	57.0	0.000	4	2	20.612	20.724	0.140	142.75	57.00	
53	19.070	22	39.8	0.000	3	2	19.016	19.123	0.140	143.00	57.00	
54	17.642	120	17.5	0.000	7	2	17.630	17.654	0.140	141.76	57.00	
55	16.062	132	23.5	0.000	4	0	16.045	16.079	0.140	142.00	57.00	
56	15.898	137	24.8	0.000	5	0	15.880	15.916	0.140	142.00	57.00	
57	15.201	276	69.6	0.000	3	2	15.098	15.304	0.140	142.00	57.00	
58	15.172	279	69.7	0.000	4	2	15.069	15.275	0.140	142.00	57.00	
59	14.775	125	20.7	0.000	3	0	14.761	14.789	0.140	142.00	57.00	
60	14.331	112	19.6	0.000	4	0	14.317	14.345	0.140	142.45	57.00	
61	14.107	272	66.0	0.000	5	2	14.021	14.193	0.140	142.00	57.00	
62	14.063	130	18.0	0.000	5	0	14.051	14.075	0.140	142.00	57.00	
63	12.546	286	69.4	0.000	3	2	12.360	12.620	0.140	141.86	57.00	
64	12.408	286	70.2	0.000	4	2	12.302	12.514	0.140	142.00	57.00	
65	12.309	269	55.1	0.000	4	2	12.254	12.364	0.140	142.00	57.00	
66	12.183	173	53.4	0.000	4	2	12.132	12.277	0.140	142.00	57.00	
67	12.112	272	66.6	0.000	4	2	11.950	12.104	0.140	142.00	57.00	
68	10.141	259	66.2	0.000	5	2	10.055	10.227	0.140	141.00	57.00	
69	9.966	136	24.7	0.000	5	2	9.948	9.984	0.140	140.75	57.00	

RGLDIPv5.2 OPTV results

K = 0: BEDDING
 K = 2: FRACTURE

borehole Bergen B3
 zone from 1.346 to 50.158 m

	Depth	Azimuth	Dip	1-P0/100	n	Q	K	Upper Depth	Lower Depth	Well Diam	Well deviation Azimuth	Dev
1	44.722	79	69.3	0.000	6	2		44.616	44.828	0.140	201.00	55.00
2	43.893	202	10.9	0.000	5	0		43.885	43.901	0.140	202.00	55.00
3	43.788	224	9.6	0.000	5	0		43.781	43.795	0.140	202.00	55.00
4	43.488	184	64.6	0.000	7	2		43.402	43.574	0.140	202.00	54.14
5	42.871	80	62.9	0.000	6	2		42.793	42.949	0.140	202.00	55.00
6	42.492	185	21.3	0.000	5	2		42.476	42.508	0.140	202.07	54.00
7	42.436	185	22.5	0.000	6	2		42.419	42.453	0.140	203.00	54.00
8	41.379	195	89.3	0.000	8	2		38.011	44.747	0.140	202.00	54.00
9	40.003	167	18.7	0.000	7	2		39.989	40.017	0.140	202.00	54.00
10	39.056	201	14.3	0.000	7	2		39.046	39.066	0.140	202.00	54.00
11	38.655	198	17.6	0.000	5	2		38.642	38.668	0.140	202.20	54.00
12	38.038	175	15.4	0.000	5	0		38.027	38.049	0.140	202.00	54.00
13	37.975	184	16.7	0.000	5	0		37.963	37.987	0.140	202.00	54.00
14	36.604	169	20.1	0.000	5	0		36.589	36.619	0.140	201.83	54.00
15	36.389	176	18.6	0.000	6	0		36.375	36.403	0.140	202.00	54.00
16	34.738	191	16.9	0.000	9	2		34.725	34.750	0.140	202.00	54.00
17	34.696	174	21.2	0.000	8	0		34.680	34.712	0.140	202.00	54.00
18	34.278	180	22.7	0.000	5	0		34.260	34.296	0.140	202.00	53.00
19	33.757	183	10.0	0.000	6	0		33.750	33.764	0.140	202.00	53.00
20	33.630	178	13.1	0.000	6	0		33.620	33.640	0.140	203.00	54.00
21	32.020	181	11.3	0.000	4	0		32.012	32.028	0.140	202.00	53.51
22	31.756	180	19.4	0.000	5	0		31.741	31.771	0.140	202.00	53.00
23	30.295	170	12.9	0.000	6	0		30.285	30.305	0.140	202.00	53.00
24	30.135	156	16.2	0.000	7	0		30.123	30.147	0.140	202.00	53.00
25	30.057	184	16.7	0.000	5	0		30.044	30.070	0.140	201.24	53.00
26	29.873	206	17.6	0.000	5	0		29.860	29.886	0.140	202.45	53.00
27	27.904	188	28.4	0.000	4	2		27.881	27.927	0.140	202.84	53.00
28	26.860	81	72.4	0.000	4	2		26.910	27.081	0.140	201.71	53.00
29	26.476	264	78.7	0.000	4	2		26.602	26.826	0.140	201.61	53.00
30	26.428	75	79.0	0.000	4	2		26.539	26.788	0.140	201.00	53.00
31	26.309	72	78.7	0.000	3	2		26.417	26.659	0.140	202.00	53.00
32	26.163	77	74.7	0.000	3	2		26.225	26.419	0.140	202.00	53.00
33	25.739	188	23.7	0.000	5	2		25.735	25.770	0.140	202.00	53.00
34	25.583	200	21.3	0.000	4	2		25.580	25.610	0.140	202.00	53.00
35	24.632	176	18.8	0.000	3	2		24.618	24.646	0.140	202.00	53.00
36	24.350	152	24.5	0.000	5	2		24.331	24.369	0.140	202.00	53.00
37	23.780	169	22.8	0.000	6	2		23.762	23.798	0.140	202.00	53.00
38	22.988	345	33.9	0.000	5	2		22.960	23.016	0.140	201.16	53.00
39	20.439	143	22.4	0.000	4	0		20.421	20.457	0.140	202.00	52.00
40	20.091	109	15.8	0.000	6	0		20.079	20.103	0.140	202.00	52.00
41	19.320	195	15.5	0.000	5	2		19.308	19.332	0.140	202.00	52.00
42	19.159	177	19.1	0.000	4	2		19.144	19.174	0.140	201.00	52.00
43	18.435	145	13.3	0.000	7	0		18.425	18.445	0.140	201.80	52.00
44	18.241	200	12.5	0.000	7	0		18.231	18.251	0.140	201.00	52.00
45	16.497	98	38.5	0.000	4	2		16.463	16.531	0.140	202.00	51.97
46	16.191	176	27.2	0.000	4	2		16.169	16.213	0.140	201.91	52.00
47	15.932	94	66.7	0.000	4	2		15.832	16.032	0.140	201.73	52.00
48	15.900	89	73.8	0.000	7	2		15.752	16.048	0.140	201.09	52.00
49	13.446	67	71.8	0.000	4	2		13.315	13.577	0.140	202.00	51.99
50	13.368	338	86.4	0.000	5	2		12.255	14.350	0.140	202.44	51.44
51	13.297	77	62.8	0.000	4	2		13.243	13.433	0.140	202.00	51.00
52	13.249	86	63.0	0.000	6	2		13.149	13.386	0.140	202.00	51.00
53	13.139	76	64.6	0.000	4	2		12.999	13.286	0.140	202.00	51.00
54	12.975	73	70.3	0.000	4	2		12.854	13.096	0.140	202.00	51.59
55	12.655	255	75.1	0.000	6	2		12.392	12.918	0.140	202.18	51.18
56	9.704	354	59.0	0.000	3	2		9.631	9.777	0.140	202.00	51.00

RGLDIPv5.2 OPTV results

K = 0: BEDDING
 K = 2: FRACTURE

Borehole Bergen C1
 zone from 60.001 to 1.354 m

	Depth	Azimuth	Dip	1-P0/100	n	Q	K	Upper Depth	Lower Depth	Well Diam	Well deviation	
											Azimuth	Dev
1	50.895	190	7.9	0.000	5	2		50.891	50.899	0.140	150.00	68.00
2	44.549	155	8.1	0.000	9	2		44.545	44.553	0.140	150.00	67.00
3	43.055	48	74.9	0.000	5	2		42.999	43.314	0.140	150.00	67.00
4	42.188	138	12.0	0.000	5	0		42.182	42.194	0.140	150.70	67.00
5	42.114	153	11.9	0.000	7	0		42.108	42.120	0.140	150.00	67.00
6	39.911	182	33.0	0.000	4	2		39.893	39.929	0.140	150.15	67.00
7	38.570	289	41.1	0.000	5	2		38.545	38.595	0.140	151.00	66.33
8	36.839	278	75.7	0.000	6	2		36.727	36.951	0.140	151.00	66.00
9	35.606	81	88.5	0.000	5	2		34.519	36.693	0.140	151.00	66.00
10	35.372	256	87.2	0.000	4	2		33.941	34.966	0.140	151.00	66.00
11	34.304	92	82.7	0.000	6	2		34.082	34.526	0.140	151.00	66.00
12	33.131	134	82.9	0.000	4	2		32.902	33.360	0.140	152.00	66.00
13	32.925	84	13.7	0.000	5	2		32.918	32.932	0.140	151.00	66.00
14	32.524	288	43.8	0.000	6	2		32.497	32.551	0.140	150.59	66.00
15	32.032	115	13.7	0.000	5	0		32.025	32.039	0.140	150.43	66.00
16	31.935	121	12.6	0.000	6	0		31.929	31.941	0.140	151.37	66.00
17	28.795	153	45.7	0.000	7	2		28.765	28.825	0.140	151.00	65.00
18	26.079	105	75.4	0.000	5	2		25.965	26.193	0.140	150.52	65.00
19	25.117	272	49.1	0.000	4	2		25.083	25.151	0.140	150.26	65.00
20	23.757	297	38.8	0.000	7	2		23.732	23.782	0.140	150.07	64.07
21	22.823	276	58.5	0.000	6	2		22.773	22.873	0.140	150.00	64.00
22	22.621	119	76.1	0.000	7	2		22.497	22.745	0.140	150.00	64.00
23	22.568	125	82.2	0.000	3	2		22.057	22.586	0.140	150.72	64.00
24	20.322	132	65.9	0.000	6	2		20.253	20.391	0.140	150.00	64.00
25	17.934	78	69.3	0.000	5	2		17.974	18.119	0.140	150.00	63.39
26	17.619	129	62.8	0.000	5	2		17.559	17.679	0.140	150.00	63.69
27	15.758	134	77.9	0.000	5	2		15.610	15.906	0.140	150.00	63.00
28	14.943	149	67.1	0.000	5	2		14.868	15.018	0.140	150.00	63.00
29	12.897	168	66.4	0.000	4	2		12.824	12.970	0.140	148.00	63.00

RGLDIPv5.2 DIP DATA INTERPRETATION: FRACTURE ANALYSIS

borehole A1
zone from 10.000 to 45.000 m
02 Jun 2002

Data is classed into 1 types
5 OPTV_dips

Quality cut-off level: *

Mean well deviation: 63.4deg to N195.0

2 small-circles defined

SEARCH AREA			MEAN DIP		n	f
azim	pl	cone	strike	dip		
1	273.9	15.1	31.3	3 82	21	2.50
2	338.2	75.4	28.2	72 19	5	0.89

Total number of data = 26
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				
1	62.1	194.9	10.29	15.50	5	1	87	4	3.15	70	25	1	1.64	0	0	0	-0.00
2	62.8	195.0	15.50	20.19	8	5	81	4	3.73	334	8	1	0.40	0	0	0	-0.00
3	63.0	195.1	20.19	25.40	5	1	86	4	3.22	64	20	1	0.96	0	0	0	-0.00
4	63.9	195.1	25.40	29.57	6	3	75	4	3.26	85	39	1	1.28	0	0	0	-0.00
5	63.9	195.2	29.57	36.34	6	5	81	5	3.25	0	0	0	0.00	0	0	0	-0.00
6	64.0	194.8	36.34	44.03	3	0	0	0	0.00	84	15	1	0.65	0	0	0	-0.00

RGLDIPv5.2 DIP DATA INTERPRETATION: FRACTURE ANALYSIS

borehole A2
zone from 15.000 to 50.000 m
29 May 2002

Data is classed into 1 types
5 OPTV_dips

Quality cut-off level: *

Mean well deviation: 74.0deg to N211.9

2 small-circles defined

SEARCH AREA			MEAN DIP		n	f
azim	pl	cone	strike	dip		
1	256.7	24.8	40.1	345 61	47	1.86
2	344.1	80.2	21.1	12 4	4	0.41

Total number of data = 51
Number of data unaccounted for = 3

ZONE No.	DEVIATION		DEPTHS m		No. DATA	MEAN DIPS and FREQUENCIES											
	Dev	Azim	TOP	BASE		Str	Dip	n	f	Str	Dip	n	f				
1	72.9	212.7	15.29	23.10	14	344	66	12	1.98	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
2	73.7	212.0	23.10	29.35	9	342	60	9	1.86	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
3	74.0	211.9	29.35	34.04	11	350	63	9	2.77	30	25	1	0.81	0	0	0	0.00
4	74.2	211.8	34.04	39.25	12	343	61	12	3.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
5	74.9	211.4	39.25	46.02	6	344	39	4	0.91	306	5	2	0.84	0	0	0	0.00
6	75.0	211.5	46.02	49.26	2	164	80	1	0.47	179	10	1	1.91	0	0	0	0.00

RGLDIPv5.2 DIP DATA INTERPRETATION: FRACTURE ANALYSIS

borehole B1
zone from 9.000 to 45.000 m
15 May 2002

Data is classed into 1 types
5 OPTV_dips

Quality cut-off level: *

Mean well deviation: 52.9deg to N202.1

2 small-circles defined

SEARCH AREA			MEAN DIP					
azim	pl	cone	strike	dip	n	f		
1	1.8	68.9	16.9	92	20	15	1.45	
2	258.0	21.0	17.3	349	70	13	0.60	

Total number of data = 28
Number of data unaccounted for = 8

ZONE No.	DEVIATION		DEPTHS m		No. DATA	MEAN DIPS and FREQUENCIES			MEAN DIPS and FREQUENCIES			MEAN DIPS and FREQUENCIES					
	Dev	Azim	TOP	BASE		Str	Dip	n	f	Str	Dip	n	f	Str	Dip	n	f
1	51.5	202.2	9.70	17.52	12	86	27	1	0.55	350	67	7	1.44	0	0	0	0.00
2	52.2	201.8	17.52	22.73	2	95	17	2	1.06	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
3	52.9	202.0	22.73	27.94	12	89	22	6	4.16	346	76	4	1.29	0	0	0	0.00
4	53.5	202.2	27.94	38.35	1	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
5	54.3	202.1	38.35	44.72	9	96	19	5	2.57	349	66	2	0.49	0	0	0	0.00

RGLDIPv5.2 DIP DATA INTERPRETATION: FRACTURE ANALYSIS

borehole B3
zone from 9.000 to 48.000 m
20 May 2002

Data is classed into 1 types
5 OPTV_dips

Quality cut-off level: *

Mean well deviation: 58.1deg to N142.1

2 small-circles defined

SEARCH AREA			MEAN DIP					
azim	pl	cone	strike	dip	n	f		
1	95.1	16.6	29.2	186	75	52	1.95	
2	285.6	72.4	25.5	16	17	9	0.81	

Total number of data = 61
Number of data unaccounted for = 3

ZONE No.	DEVIATION		DEPTHS m		No. DATA	MEAN DIPS and FREQUENCIES			MEAN DIPS and FREQUENCIES			MEAN DIPS and FREQUENCIES					
	Dev	Azim	TOP	BASE		Str	Dip	n	f	Str	Dip	n	f	Str	Dip	n	f
1	57.0	142.0	9.97	15.83	10	185	66	8	1.84	46	25	1	1.17	0	0	0	0.00
2	57.2	142.3	15.83	19.86	2	0	0	0	0.00	30	17	1	0.88	0	0	0	0.00
3	58.1	142.1	19.86	37.57	32	185	78	28	2.32	2	12	4	0.57	0	0	0	0.00
4	59.0	142.0	37.57	40.18	9	194	67	7	3.25	333	31	1	1.08	0	0	0	0.00
5	59.0	142.0	40.18	42.78	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
6	59.2	142.1	42.78	47.79	11	183	83	9	2.87	36	22	2	2.32	0	0	0	0.00

RGLDIPv5.2 DIP DATA INTERPRETATION: FRACTURE ANALYSIS

borehole C1
zone from 12.000 to 51.000 m
04 Jun 2002

Data is classed into 1 types
5 OPTV_dips

Quality cut-off level: *

Mean well deviation: 66.4deg to N149.9

3 small-circles defined

	SEARCH AREA			MEAN DIP		n	f
	azim	pl	cone	strike	dip		
1	105.3	33.9	22.1	192	51	6	0.22
2	307.3	17.3	24.6	38	73	8	0.30
3	357.1	76.4	21.7	72	12	4	0.54

Total number of data = 18
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
1	64.0	150.0	12.90	18.28	5	0	0	0	0.00	47	69	3	0.84	0	0	0	0.00
2	64.8	150.5	18.28	22.13	1	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
3	65.1	150.9	22.13	26.44	6	190	48	3	0.98	26	78	3	1.09	0	0	0	0.00
4	66.0	150.8	26.44	31.99	1	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
5	66.8	150.4	31.99	38.76	8	194	53	3	0.59	44	83	1	0.18	354	14	1	0.50
6	68.3	148.6	38.76	50.90	4	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	89	16	3	1.84

Borehole: A1
 Depth range: 0 - 46.362m

Depth	Deviation components			Devaz	Dev
	North	East	Down		
0	0	0	0	194	62
1.004	-0.849	-0.22	0.469	194	62
2.004	-1.699	-0.44	0.938	194	62
3.004	-2.549	-0.66	1.407	194	62
4.004	-3.399	-0.897	1.876	195	62
5.004	-4.252	-1.127	2.346	195	62
6.004	-5.109	-1.339	2.815	193	62
7.004	-5.965	-1.552	3.286	194	62
8.004	-6.817	-1.783	3.755	195	62
9.004	-7.667	-2.023	4.224	196	62
10.004	-8.523	-2.242	4.692	195	62
11.004	-9.376	-2.47	5.161	195	62
12.004	-10.229	-2.698	5.631	195	62
13.004	-11.084	-2.923	6.099	195	62
14.004	-11.938	-3.151	6.565	195	62
15.004	-12.795	-3.382	7.026	195	62
16.004	-13.651	-3.612	7.489	194	62
17.004	-14.512	-3.841	7.944	195	63
18.004	-15.373	-4.071	8.398	195	63
19.004	-16.233	-4.301	8.852	195	63
20.004	-17.094	-4.532	9.306	195	63
21.004	-17.954	-4.762	9.76	195	63
22.004	-18.814	-4.995	10.214	195	63
23.004	-19.675	-5.228	10.666	195	63
24.004	-20.536	-5.461	11.119	195	63
25.004	-21.396	-5.698	11.57	196	64
26.004	-22.263	-5.931	12.011	195	64
27.004	-23.13	-6.167	12.45	195	64
28.004	-23.998	-6.4	12.889	196	64
29.004	-24.866	-6.635	13.327	196	64
30.004	-25.733	-6.87	13.766	195	64
31.004	-26.6	-7.104	14.205	195	64
32.004	-27.467	-7.341	14.644	196	64
33.004	-28.333	-7.581	15.082	196	64
34.004	-29.198	-7.82	15.523	195	63
35.004	-30.062	-8.051	15.971	194	64
36.004	-30.931	-8.28	16.41	195	64
37.004	-31.8	-8.509	16.848	195	64
38.004	-32.669	-8.738	17.286	195	64
39.004	-33.538	-8.968	17.725	194	64
40.004	-34.407	-9.198	18.163	195	64
41.004	-35.276	-9.427	18.6	194	64
42.004	-36.145	-9.658	19.038	195	64
43.004	-37.013	-9.891	19.476	195	64
44.004	-37.884	-10.124	19.91	195	65
45.004	-38.757	-10.358	20.337	195	65
46.004	-39.633	-10.591	20.759	195	65

Borehole: A2
 Depth range: 1.374 - 51.720m

Deviation components					
Depth	North	East	Down	Devaz	Dev
0.024	0.011	0.01	0.008	213	70
1.024	-0.771	-0.5	0.332	213	70
2.024	-1.559	-1.011	0.672	213	70
3.024	-2.347	-1.521	1.017	213	70
4.024	-3.135	-2.033	1.358	213	71
5.024	-3.932	-2.539	1.686	213	71
6.024	-4.72	-3.062	2.011	214	71
7.024	-5.512	-3.582	2.331	213	71
8.024	-6.309	-4.099	2.643	213	72
9.024	-7.086	-4.64	2.952	213	72
10.024	-7.881	-5.164	3.259	213	72
11.024	-8.678	-5.683	3.568	213	72
12.024	-9.474	-6.205	3.875	214	73
13.024	-10.272	-6.723	4.183	213	72
14.024	-11.077	-7.234	4.482	212	72
15.024	-11.888	-7.74	4.777	212	73
16.024	-12.696	-8.245	5.08	212	73
17.024	-13.504	-8.757	5.372	213	73
18.024	-14.31	-9.272	5.665	213	73
19.024	-15.109	-9.796	5.957	214	73
20.024	-15.91	-10.319	6.249	214	73
21.024	-16.712	-10.84	6.542	213	73
22.024	-17.518	-11.354	6.834	213	73
23.024	-18.326	-11.866	7.126	212	73
24.024	-19.138	-12.373	7.416	212	73
25.024	-19.95	-12.88	7.705	212	73
26.024	-20.763	-13.39	7.985	212	73
27.024	-21.579	-13.898	8.262	211	74
28.024	-22.394	-14.406	8.539	212	74
29.024	-23.209	-14.915	8.815	212	74
30.024	-24.025	-15.424	9.09	212	74
31.024	-24.841	-15.933	9.366	212	74
32.024	-25.658	-16.439	9.641	212	74
33.024	-26.473	-16.95	9.916	212	74
34.024	-27.292	-17.452	10.192	212	74
35.024	-28.11	-17.956	10.468	212	74
36.024	-28.928	-18.463	10.74	212	75
37.024	-29.745	-18.971	11.015	212	74
38.024	-30.565	-19.475	11.285	212	74
39.024	-31.382	-19.983	11.557	212	74
40.024	-32.2	-20.492	11.825	212	75
41.024	-33.022	-20.996	12.089	211	75
42.024	-33.844	-21.504	12.348	212	75
43.024	-34.671	-22.002	12.607	211	75
44.024	-35.496	-22.504	12.868	211	75
45.024	-36.318	-23.01	13.127	212	75
46.024	-37.146	-23.509	13.386	211	75
47.024	-37.971	-24.01	13.645	211	75
48.024	-38.792	-24.519	13.904	211	75
49.024	-39.616	-25.023	14.163	212	75
50.024	-40.441	-25.526	14.419	212	75
51.024	-41.266	-26.033	14.67	211	75

Borehole: B1
 Depth range: 3.004 - 49.500m

Depth	North	East	Down	Devaz	Dev
0.004	0	0	-0.01	142	56
1.004	-0.649	0.511	0.549	142	56
2.004	-1.298	1.022	1.108	142	56
3.004	-1.947	1.533	1.667	142	56
4.004	-2.596	2.044	2.226	142	56
5.004	-3.249	2.555	2.785	141	56
6.004	-3.897	2.964	3.344	142	56
7.004	-4.556	3.475	3.895	142	56
8.004	-5.217	3.99	4.44	142	57
9.004	-5.876	4.503	4.991	142	57
10.004	-6.519	5.041	5.536	140	57
11.004	-7.176	5.562	6.08	143	57
12.004	-7.838	6.076	6.625	142	57
13.004	-8.499	6.593	7.169	142	57
14.004	-9.16	7.109	7.714	142	57
15.004	-9.821	7.625	8.259	142	57
16.004	-10.484	8.139	8.803	142	57
17.004	-11.146	8.653	9.348	142	57
18.004	-11.808	9.169	9.892	142	58
19.004	-12.476	9.684	10.429	143	57
20.004	-13.148	10.195	10.965	143	58
21.004	-13.815	10.708	11.505	142	57
22.004	-14.485	11.226	12.037	143	58
23.004	-15.155	11.746	12.567	142	58
24.004	-15.822	12.269	13.097	141	58
25.004	-16.494	12.786	13.627	143	58
26.004	-17.167	13.303	14.157	142	58
27.004	-17.836	13.824	14.687	142	58
28.004	-18.507	14.342	15.217	142	58
29.004	-19.175	14.864	15.747	142	58
30.004	-19.843	15.387	16.277	142	58
31.004	-20.511	15.909	16.807	142	58
32.004	-21.182	16.43	17.334	142	59
33.004	-21.852	16.953	17.862	142	58
34.004	-22.523	17.476	18.387	142	59
35.004	-23.193	17.999	18.914	142	58
36.004	-23.865	18.522	19.437	142	59
37.004	-24.539	19.048	19.956	143	58
38.004	-25.214	19.576	20.472	142	59
39.004	-25.891	20.101	20.987	142	59
40.004	-26.565	20.63	21.503	141	59
41.004	-27.24	21.159	22.018	142	59
42.004	-27.916	21.685	22.533	143	59
43.004	-28.592	22.213	23.048	142	59
44.004	-29.268	22.74	23.563	142	59
45.004	-29.943	23.268	24.078	142	59
46.004	-30.623	23.798	24.583	143	59
47.004	-31.302	24.324	25.096	143	59
48.004	-31.979	24.851	25.61	142	59
49.004	-32.656	25.38	26.121	141	60

Borehole: B3
 Depth range: 1.35 - 50.146m

Deviation components					
Depth	North	East	Down	Devaz	Dev
0.046	0	0	0	203	50
1.046	-0.704	-0.302	0.642	203	50
2.046	-1.408	-0.604	1.284	203	50
3.046	-2.113	-0.906	1.926	204	50
4.046	-2.817	-1.209	2.569	204	50
5.046	-3.517	-1.52	3.211	205	50
6.046	-4.215	-1.836	3.854	204	50
7.046	-4.919	-2.139	4.496	203	50
8.046	-5.629	-2.44	5.132	204	51
9.046	-6.339	-2.756	5.762	203	51
10.046	-7.058	-3.051	6.391	203	51
11.046	-7.777	-3.347	7.02	202	51
12.046	-8.495	-3.644	7.65	202	51
13.046	-9.216	-3.938	8.277	203	51
14.046	-9.94	-4.234	8.899	202	52
15.046	-10.667	-4.532	9.518	202	52
16.046	-11.399	-4.824	10.133	201	52
17.046	-12.129	-5.117	10.751	202	52
18.046	-12.861	-5.41	11.367	201	52
19.046	-13.592	-5.702	11.982	201	52
20.046	-14.324	-5.995	12.597	202	52
21.046	-15.055	-6.29	13.213	202	52
22.046	-15.792	-6.586	13.82	202	53
23.046	-16.532	-6.884	14.424	202	53
24.046	-17.272	-7.182	15.027	202	52
25.046	-18.01	-7.482	15.631	202	53
26.046	-18.749	-7.78	16.235	202	53
27.046	-19.492	-8.074	16.836	202	53
28.046	-20.23	-8.378	17.439	203	53
29.046	-20.969	-8.683	18.04	202	53
30.046	-21.708	-8.984	18.642	201	53
31.046	-22.449	-9.283	19.244	201	53
32.046	-23.189	-9.583	19.845	202	53
33.046	-23.93	-9.888	20.443	203	53
34.046	-24.673	-10.193	21.039	202	54
35.046	-25.419	-10.497	21.631	203	54
36.046	-26.168	-10.804	22.219	202	54
37.046	-26.918	-11.105	22.807	202	54
38.046	-27.668	-11.409	23.395	202	54
39.046	-28.418	-11.714	23.982	202	54
40.046	-29.166	-12.022	24.57	202	54
41.046	-29.917	-12.327	25.156	202	54
42.046	-30.667	-12.632	25.741	202	54
43.046	-31.42	-12.938	26.325	202	54
44.046	-32.176	-13.243	26.904	202	55
45.046	-32.936	-13.546	27.479	202	55
46.046	-33.696	-13.853	28.052	201	55
47.046	-34.455	-14.161	28.625	202	55
48.046	-35.215	-14.467	29.199	202	55
49.046	-35.975	-14.772	29.772	202	55
50.046	-36.737	-15.078	30.343	202	55

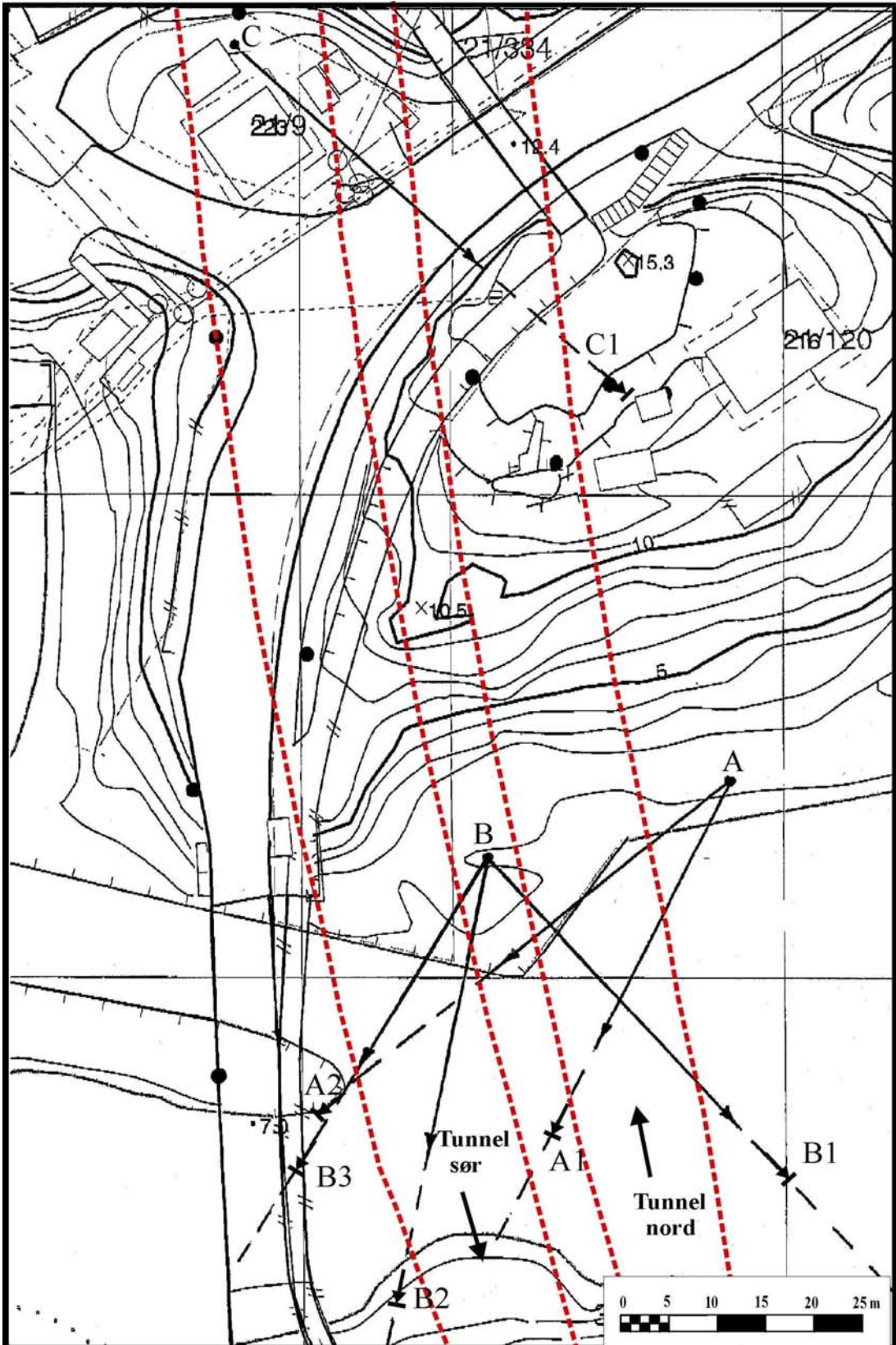
Borehole: C1_
 Depth range: 1.214 - 59.960m

Deviation components

Depth	North	East	Down	Devaz	Dev
0.014	0	0	0	148	61
1.014	-0.748	0.663	0.627	148	61
2.014	-1.496	0.933	0.946	148	61
3.014	-2.243	1.4	1.419	148	62
4.014	-2.992	1.869	1.889	147	62
5.014	-3.739	2.339	2.358	148	62
6.014	-4.494	2.811	2.814	148	63
7.014	-5.246	3.288	3.267	148	62
8.014	-6.005	3.756	3.721	149	63
9.014	-6.769	4.213	4.175	150	63
10.014	-7.538	4.664	4.629	150	63
11.014	-8.312	5.111	5.078	150	63
12.014	-9.087	5.557	5.525	150	63
13.014	-9.864	6.005	5.967	151	64
14.014	-10.642	6.454	6.406	150	64
15.014	-11.421	6.903	6.844	150	64
16.014	-12.199	7.352	7.283	150	64
17.014	-12.977	7.802	7.721	151	64
18.014	-13.756	8.251	8.16	150	64
19.014	-14.543	8.692	8.592	150	65
20.014	-15.329	9.139	9.019	151	65
21.014	-16.117	9.584	9.442	150	65
22.014	-16.905	10.033	9.865	150	65
23.014	-17.697	10.473	10.288	150	65
24.014	-18.489	10.914	10.71	151	65
25.014	-19.281	11.355	11.133	151	65
26.014	-20.075	11.795	11.551	151	65
27.014	-20.87	12.241	11.962	150	66
28.014	-21.671	12.681	12.369	151	66
29.014	-22.468	13.126	12.776	151	66
30.014	-23.264	13.575	13.182	150	66
31.014	-24.061	14.022	13.589	151	66
32.014	-24.858	14.467	13.996	151	66
33.014	-25.658	14.913	14.398	151	66
34.014	-26.462	15.362	14.789	150	67
35.014	-27.259	15.818	15.183	150	67
36.014	-28.056	16.278	15.576	150	67
37.014	-28.855	16.734	15.967	150	67
38.014	-29.652	17.194	16.358	150	67
39.014	-30.451	17.652	16.749	150	67
40.014	-31.248	18.113	17.139	150	67
41.014	-32.048	18.572	17.526	151	67
42.014	-32.852	19.03	17.905	150	68
43.014	-33.654	19.493	18.281	150	68
44.014	-34.457	19.957	18.655	150	68
45.014	-35.26	20.421	19.03	150	68
46.014	-36.062	20.886	19.405	149	68
47.012	-36.856	21.361	19.779	150	68
48.014	-37.642	21.861	20.143	144	70
49.014	-38.411	22.401	20.487	145	70
50.014	-39.179	22.941	20.83	145	70
51.014	-39.951	23.477	21.172	145	70
52.014	-40.717	24.021	21.514	145	70
53.014	-41.483	24.566	21.856	144	70
54.014	-42.243	25.119	22.198	143	70
55.014	-42.993	25.684	22.54	143	70
56.014	-43.746	26.249	22.877	143	70
57.014	-44.502	26.812	23.211	143	71
58.014	-45.263	27.372	23.539	144	71
59.014	-46.026	27.93	23.864	144	71



<p>OVERSIKTSKART</p> <p>BERGEN</p> <p>BERGEN KOMMUNE, HORDALAND</p>	MÅLESTOKK	MÅLT HE	Mai -02
	1:50 000	TEGN EM	Mai -02
		TRAC	
		KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 2002.060-01	KARTBLAD NR 1115 I	



OVERSIKTSKART
NORDÅS-STRØMMEN, BERGEN
 BERGENKOMMUNE, HORDALAND
 NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK	MÅLT HE	Mai -02
	TEGN he	Mai -02
	TRAC	
	KFR	
TEGNING NR	KARTBLAD NR	
2002.060-02	1115 I	