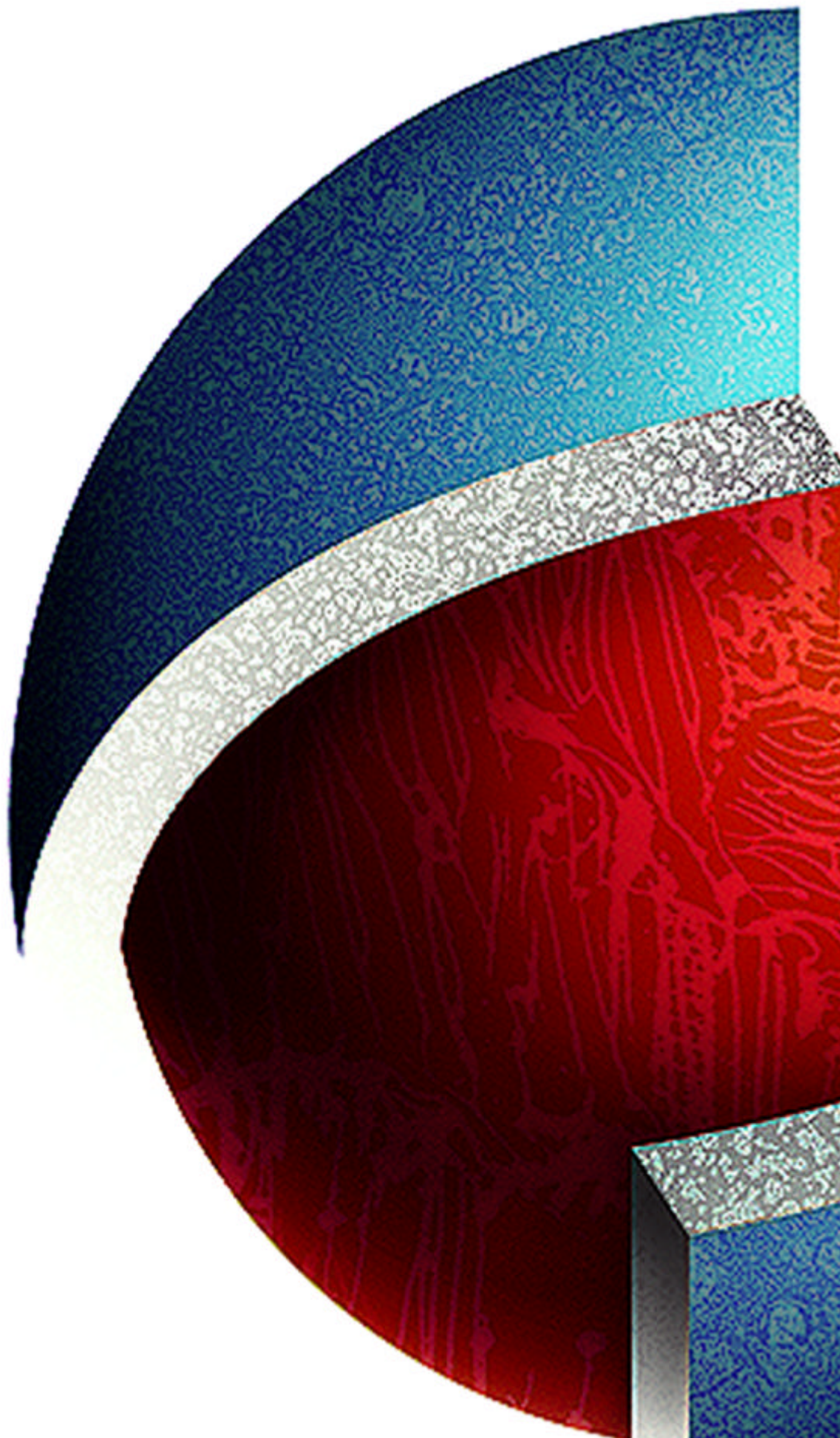
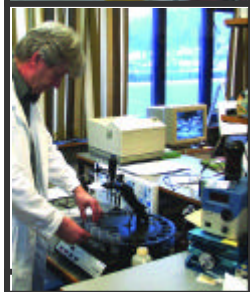


NGU

Norges geologiske undersøkelse



GEOLOGI FOR SAMFUNNET



Rapport nr.: 2002.061		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Geologisk utredning av grunnvarmeanlegg på Hovdejordet, Bodø boligbyggerlag, Bodø			
Forfatter: Harald Elvebakk, Kirsti Midttømme, Helge Skarphagen		Oppdragsgiver: Theorells, Bodø	
Fylke: Nordland		Kommune: Bodø	
Kartblad (M=1:250.000) Bodø		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 2029 IV Bodø	
Forekomstens navn og koordinater: Hovdejrde 33W, 475109 7463193, WGS84		Sidetall: 40 Kartbilag: 1	Pris: kr 140.-
Feltarbeid utført: 5.12.01	Rapportdato: 28.06.02	Prosjektnr.: 296100	Ansvarlig: <i>M.A. Sæthunb.</i>
Sammendrag: <p>NGU har utredet mulighetene for å finne egnet varmekilde for varmepumpebasert oppvarming av Bodø boligbyggerlags nybygg på Hovdejordet sentralt i Bodø. Det ble funnet at energiuttak fra fast fjell var mulig. En 170 m dyp brønn ble boret og undersøkt med optisk televiwer. I tillegg ble temperatur, elektrisk ledningsevne og naturlig gammastråling logget. Det er videre målt varmeledningsevne på bergartsprøver fra området.</p> <p>Varmeledningsevnen i berggrunnen er god, dvs at man kan hente ut relativt mye varme fra hver boremeter brønn. Leiroverdekningen over fjell er mindre enn 10 m, noe som medfører at man slipper store borekostnader ved å bore i mektige løsmasseoverdekninger. Borehullsloggingen med optisk televiwer viste en tydelig hovedsprekkeretning som faller sammen med bergartenes strøk og fall på stedet. Det er mange mineraliserte sprekker, men det er ikke observert sprekker med målbar åpning. Dette kan bety liten grunnvannsstrøm, og det kan derfor ikke påregnes noe særlig energibidrag fra strømmende grunnvann. Temperaturgradienten er lav, det vil derfor ikke være stor energigevinst ved å bore dype brønner. En foreløpig konklusjon viser at det er lønnsomt å kombinere energiuttak fra uteluften og energibrønner. Det er utarbeidet foreløpige forslag til utforming av et borehullsbasert energilager. Disse er tidligere oversendt oppdragsgiver pr. e-post.</p>			
Emneord: Grunnvarme	Borehullslogging	Optisk televiwer	
Geofysikk	Ledningsevne	Temperaturmåling	
Varmeledningsevne	Energibrønn	Fagrapport	

INNHold

1.	INNLEDNING	4
2.	UTFØRTE UNDERSØKELSER, METODER.....	4
2.1	Geologi.....	4
2.2	Varmeledningsevne.....	4
2.3	Modellering, dimensjonering av grunnvarmeanlegg	6
2.4	Borehullslogging	6
2.4.1	Optisk televiwer.....	6
2.4.2	Temperatur, ledningsevne og naturlig gammastråling.....	11
2.4.3	Avviksmåling	11
3.	DISKUSJON.....	14
4.	KONKLUSJON	14
5.	REFERANSER	15

TEKSTBILAG

- Tekstbilag 1 : Metodebeskrivelse for optisk televiwer.
- Tekstbilag 2 : Metodebeskrivelse for måling av temperatur, ledningsevne og gammastråling.
- Tekstbilag 3 : Brukerveiledning for OPTV.exe. Bruk av replay-program for avspilling av bildelogg for hele hullet.

FIGURER

- Figur 1 : Hovdejordet, Bodø. Stereografisk projeksjon av indikerte sprekker.
- Figur 2a, 2b : Hovdejordet, Bodø. Frekvenshistogram over indikerte sprekker.
- Figur 3 : Bildeligger fra forskjellige seksjoner i borehullet som viser sprekker, mineraliserte sprekker og bergartens lagdeling.
- Figur 4 : Hovdejordet, Bodø. Temperatur, elektrisk ledningsevne og naturlig gammastråling.
- Figur 5 : Hovdejordet, Bodø. Borehullsforløp, vertikalprojeksjon langs hullretning og horisontalprojeksjon.

DATABILAG

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

VEDLEGG

- Vedlegg 1 : Simulering av borehullslager, Hovdejordet Bodø. E-post fra H. Skarphagen.
- Vedlegg 2 : Simulering av borehullslager, endret modell. E-post fra H.Skarphagen.
- Vedlegg 3 : BBL brønner/luft. E-post fra H. Skarphagen. Temp.forløp uten lading.

KARTBILAG

- Kartbilag 1 : Oversiktskart Hovdejordet, Bodø.

1. INNLEDNING

NGU mottok en henvendelse fra Theorells i Bodø, om å uttale seg om mulighetene for å benytte grunnvarme som varmekilde til varmepumpe til Bodø boligbyggelags nybygg på Hovdejordet sentralt i Bodø. NGU sendte 16.05.2001 et "forslag til geologisk utredning grunnvarme". Arbeidet ble bestilt av Theorells ved Bjørnar Strømsnes i en faks datert 12.11.2001. Siden denne typen anlegg er lite kjent og benyttet i Nordland ble det bestemt å lage et samarbeidsprosjekt for å kunne lage et større demonstrasjonsanlegg som kan bidra til at flere tilsvarene grunnvarmeanlegg blir realisert i regionen. Det ble boret et prøvehull på 170 m.

NGU har målt varmeledningsevne på bergartsprøver samlet inn fra det aktuelle området. Videre har NGU gjort borehullslogging med optisk televiewer samt logget vannets temperatur, elektrisk ledningsevne og målt naturlig gammastråling i hullet. Borehullsloggingen ble utført 5.12.01 av Harald Elvebakk og Einar Dalsegg. Borehullets beliggenhet er vist i oversiktskart, kartbilag -01.

2. UTFØRTE UNDERSØKELSER, METODER

2.1 Geologi

Utbyggingsområdet består av leire over fjell. Det er flere fjellblotninger i nærområdet, mektigheten på leire antas derfor å være liten. Det er ingenting som tyder på at det er større sand og grusforekomster i nærheten, og direkte bruk av grunnvann antas å være et lite egnet energialternativ.

Bergarten på stedet er ut fra berggrunnskart klassifisert som kalkglimmerskifer. Berggrunnen er skifrig, og den kan inneholde karst (det vil si sprekker hvor kalk har blitt løst opp). Vannkapasiteten for fjellbrønner i området vil avhenge om man treffer karst. Hvis man treffer, vil brønnen kunne gi mye grunnvann, hvis ikke vil den ha liten grunnvannskapasitet. Berggrunnen er kvartsrik, noe som er gunstig med hensyn på egenskapen å lede varme.

2.2 Varmeledningsevne

Varmeledningsevne angir hvor godt berggrunnen kan lede varme. Godt ledende bergarter vil være gunstig for energiuttak fra borehull i fjell. I slike bergarter vil varme fra et større område bli ledet mot borehullet enn hvis berggrunnen består av dårlig ledende (isolerende) bergarter. Varmeledningsevnen til norske bergarter vil variere fra 1,5 W/m·K til 7,7 W/m·K.

6 bergartsprøver fra fjellblotninger i nærområdet ble samlet inn 2.07.01 og 5.12.01. Alle prøvene er klassifisert som kalkglimmerskifer. Prøve 1 og 3 antas å være de mest representative for området. Prøve 1,4 og 6 inneholder glimmer, kvarts og feltspat. Prøve 4 er mørkere og inneholder mer mørke mineraler enn de to andre. Syretester viser at kalkinnholdet er lavt. Prøve 2 og 5 er svært feltspatrik, mens prøve 3 er svært kvartsrik. Kjerner med diameter 34 mm og høyde fra 19-50 mm ble boret ut av bergartsprøvene. Kjerneprøvene ble

boret både langs med og normalt på lagdelingen. Fordi prøvene er lagdelt, ble flere av kjernene delvis ødelagt under preparering eller skeivt preparert.

Varmeledningsevnen ble målt ved en såkalt transient metode, der en varmekilde blir satt over prøven og temperaturen på prøvens underside blir logget. Tid-temperatur plottet er bestemt av prøvens varmeledningsevne. Måleapparatet er utviklet og bygget ved NGU. Resultatene er sammenstilt i tabell 1.

Tabell 1. Varmeledningsevne i bergartsprøver fra Hovdejordet, Bodø.

Bergartsprøve	Beskrivelse	Varmeledningsprøve	Kommentar	Varmeledningsevne, W/mK				
				M1 ¹	M2	M3	Gj ² retn.	Gj ³ pr
Bodø 1	Mørk skifrig	Parallell 1		4,7	4,4	3,8	3,8	3,0
		Parallell 2	skeiv	3,4				
		Normal 1	foliasjoner	2,6	2,5		2,2	
		Normal 2	liten, skeiv	1,9				
Bodø 2	Lys (hvit) feltspatrik grovkornig	Parallell		3,2	3,2		3,2	3,1
		Normal 1	ujevne flater	2,7	3,1			
		Normal 2	liten, ujevn	3,0				
Bodø 3	Lys (grålig) kvartsrik grovkornig	Parallell 1	langsgående sprekk	5,7			5,8	6,1
		Parallell 2		6,0				
		Parallell 3	langsgående sprekk	5,7				
		Normal 1	langsgående sprekk	7,4	7,4		6,4	
		Normal 2		6,0				
		Normal 3		5,9				
Bodø 4	Mørk med glimmerlag	Parallell		2,5			2,5	2,1
		Normal	med granat	1,7				
Bodø 5	Lys (hvit) feltspatrik	Parallell		2,8			2,8	2,8
		Normal		2,8				
Bodø 6	Grå, forvitret overflate	Parallell		3,1			3,1	2,8
		Normal		2,4				

¹ M1- måling 1, M2 –måling 2, osv

² Gj. retn – gjennomsnittverdi for alle varmeledningsprøver preparert av den bergartsprøven og i den retningen.

³ Gj. pr. - gjennomsnittverdi for alle varmeledningsprøver preparert av den bergartsprøven.

Prøve 4 har lav varmeledningsevne, prøvene 1,2,5 og 6 har god, og prøve 3 har svært god varmeledningsevne. Det er en klar sammenheng mellom mineralogisk sammensetning og varmeledningsevnen. Prøve 4 inneholder mye mørke mineraler med lav varmeledningsevne, mens prøve 3 består av nesten rein kvarts, et mineral som har svært god ledningsevne. Det er også god sammenheng mellom prøver med synlig lagdeling og målte variasjoner i varmeledning med hensyn på lagdeling (anisotropieffekt). For prøvene 1,4 og 5 måles det mellom 30 og 70% høyere varmeledningsevne parallelt med lagdelinga enn normalt på lagdelinga. Disse prøvene har synlig lagdeling. De andre prøvene er mer eller mindre isotrope med hensyn på varmeledningsevne. Disse prøvene har heller ingen synlig lagdeling eller struktur.

Ut fra en geologisk vurdering av berggrunnen, televiwer-opptaket og de målte varmeledningsverdiene, antas en midlere varmeledningsevne i berggrunnen ved borehullet til 3,3 W/ m·K

2.3 Modellering, dimensjonering av grunnvarmeanlegg

I samarbeid med Bjørnar Strømsnes, Theorells har det blitt utført flere dimensjoneringsforslag basert på modelleringsprogrammet Earth Energy Designer, EED. Disse har blitt sendt fortløpende på e-post ettersom data for energiuttaket ble klargjort, se vedlegg 1, 2 og 3. En foreløpig konklusjon viser at det er lønnsomt å kombinere energiuttak fra uteluft og fra brønner. Når endelig vedtak om utbygging foreligger, og varmepumpeleverandøren har lagt frem forventet månedsvise energiuttak fra uteluften og fra energibrønnene, kan den endelige utformingen av brønnanlegget modelleres i detalj. NGU bistår gjerne i dette arbeidet.

2.4 Borehullslogging

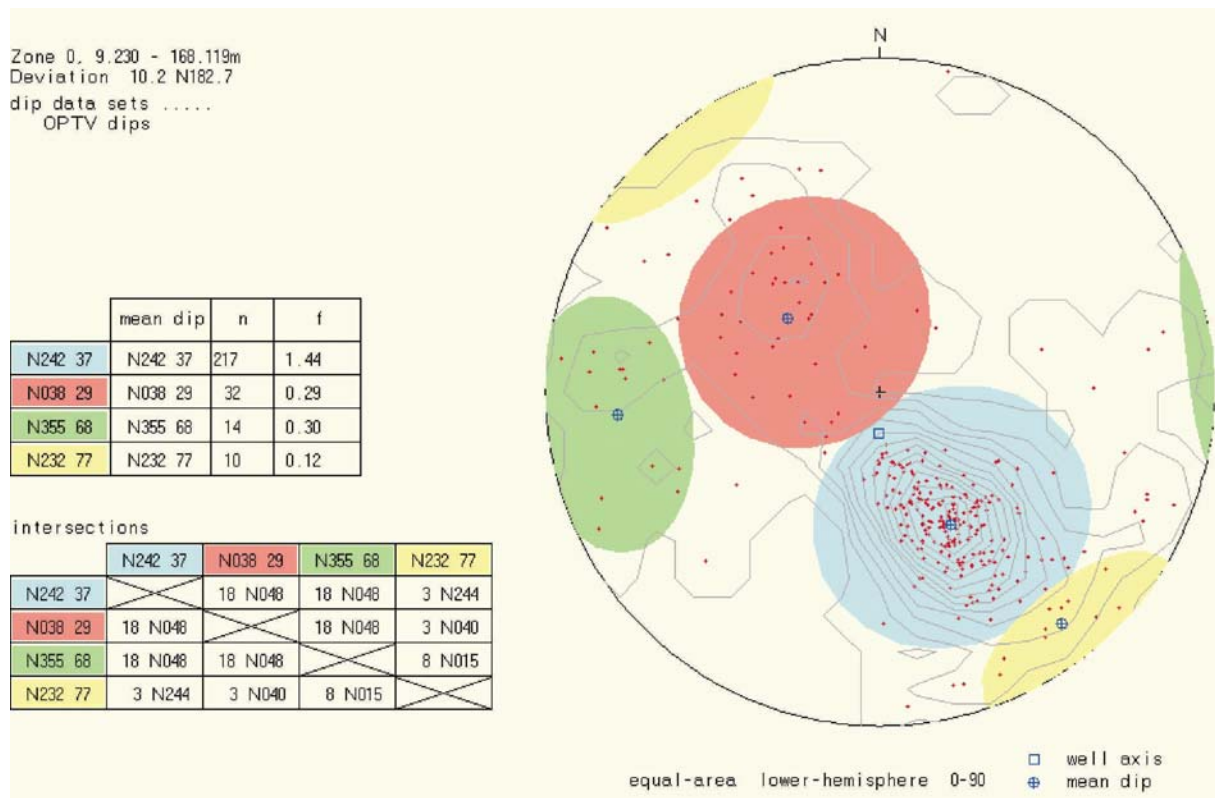
For å kartlegge berggrunnen ble det utført borehullsinspeksjon med optisk televiewer og logget temperatur, vannets elektriske ledningsevne og naturlig gammastråling. Optisk televiewer er et videokamera som filmer borehullsveggen. Bildene viser bergartstype, strukturer og oppsprekning. Televieweren måler i tillegg boreavviket. En utførlig metodebeskrivelse med tolkningseksempler er vist i tekstbilag 1 og 2. Ut fra informasjonen fra televieweropptaket og borehullsloggingen kan borehullets antatte energiuttak kartlegges og dybde, plassering og avstand mellom borehullene bestemmes. Sikten i hullet var meget god. Dette ga gode opptaksdata.

2.4.1 Optisk televiewer

Data fra den optiske loggen er prosessert med programvare fra Robertson Geologging (Robertson Geologging 2000). Det er utarbeidet sprekkestatistikker for alle indikerte sprekker. I statistikken er både rene sprekker og mineraliserte sprekker tatt med. Bildelogg fra hele hullets lengde kan skaffes på CD fra NGU. Loggen kan kjøres på PC ved å starte programmet OPTV.exe som ligger på CD'en. Utførlig bruksanvisning er vist i tekstbilag 3.

Sprekkeanalyse. Stereografisk projeksjon med definerte grupper.

Figur 1 viser stereogram hvor alle indikerte sprekker er plottet. En tydelig hovedsprekkestrening skiller seg ut, N242 37 med fall mot NV. En stor del av disse sprekke-ene er mineraliserte sprekker eller tynne bånd som faller sammen med bergartens strøk og fall. Det er ikke observert åpne sprekker med tydelig målbar åpning. Det er også definert tre andre sprekegrupperinger, se figur 1, men sprekke-ene i disse gruppene opptrer mer spredt enn i hovedgruppen. Databilag 1 viser tabeller over sprekkedata, se tekstbilag 1 for forklaring.



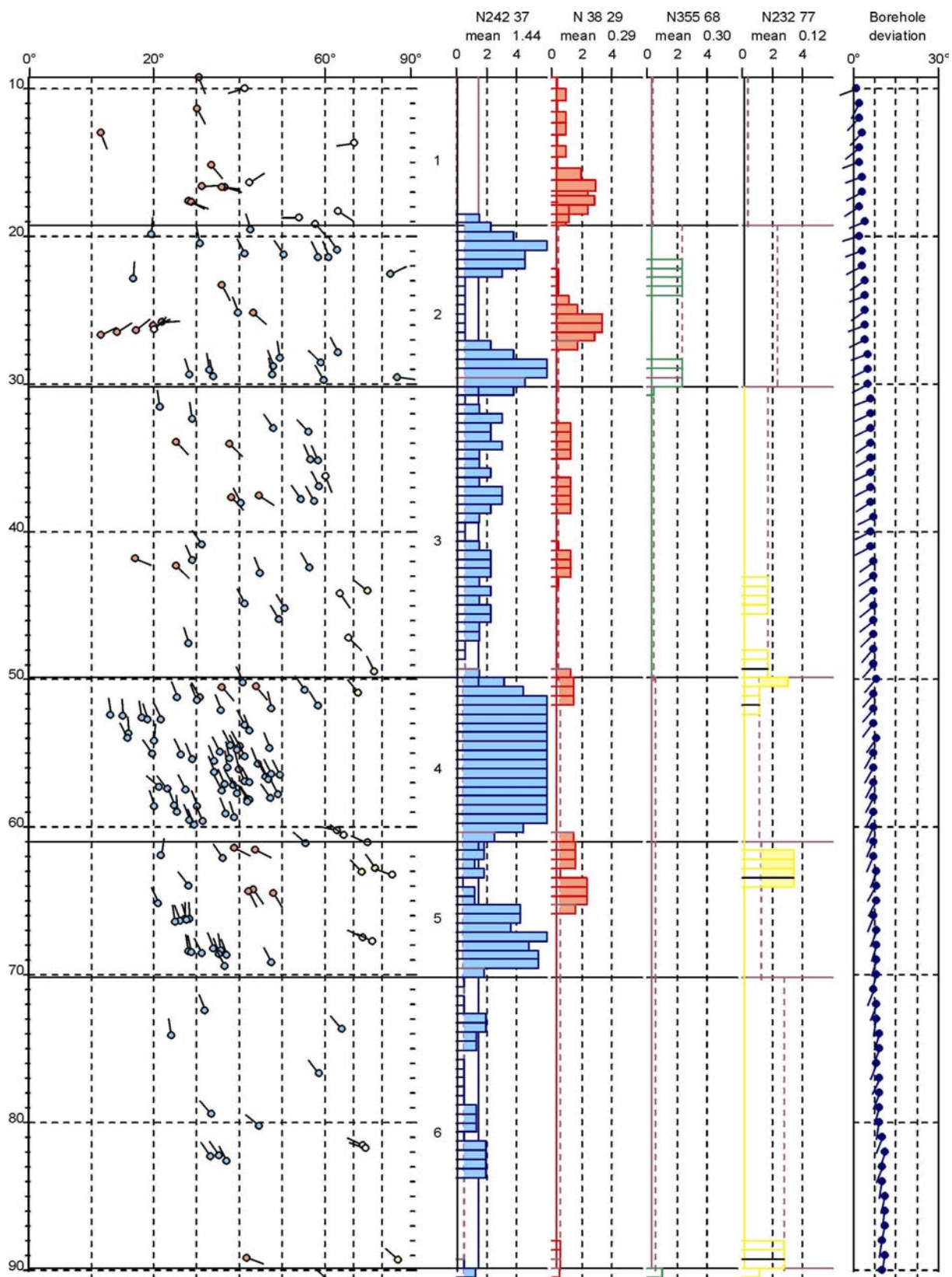
Figur 1. Hovdejordet, Bodø. Stereografisk projeksjon av indikerte sprekker.

Sprekkeanalyse. Frekvenshistogrammer for definerte soner.

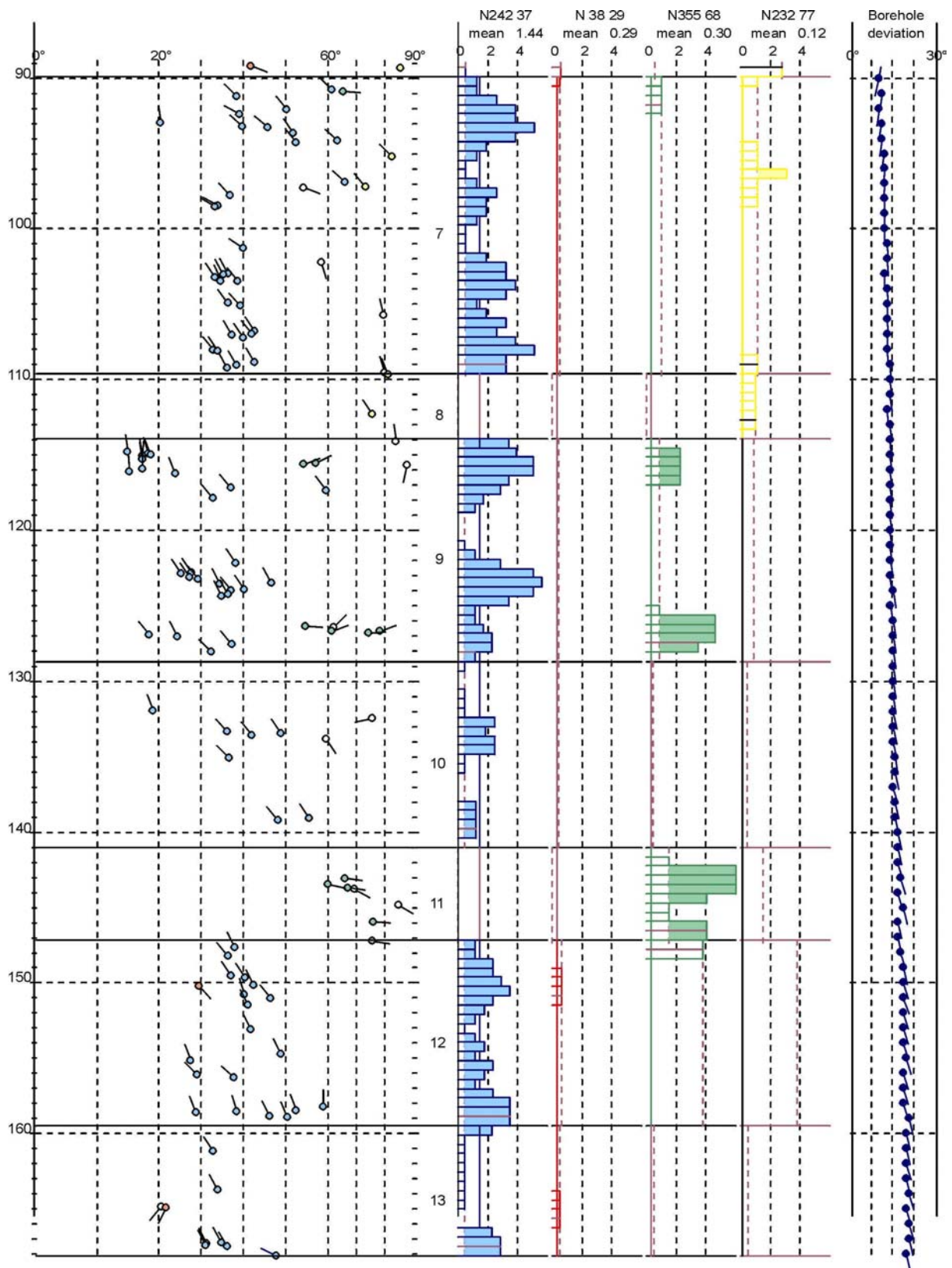
Figur 2a og 2b viser frekvenshistogrammer for sprekker for hele borehullet. Det er beregnet en gjennomsnittsfrekvens for hele hullet (antall sprekker pr. meter) og en gjennomsnittsfrekvens for definerte soner. Sonene defineres vanligvis der en har en viss ansamling av sprekker. Databilag 2 viser sprekkeedata for hver av de definerte sonene. Forklaring på tabellen er vist i tekstbilag.

Som en ser av pilplottene på figur 2 har størstedelen av sprekkenes (N242 37) fallretning mot NV eller NNV. Denne sprekkeretningen opptrer langs hele hullet, men visse soner har tydelig økning i sprekkefrekvensen. Oppsprekningen er størst i sone 4 (50 – 61 m) med en gjennomsnittsfrekvens på 6.29 sprekker pr. meter. Sone 2 (19 – 30 m) og sone 5 (61 – 70 m) har gjennomsnittsfrekvenser på 2.4 sprekker pr. meter, men med maksimumsfrekvenser på ca 6 innenfor sonen. Alle disse sonene er dominert av hovedsprekkeretningen. Øverst i hullet (9 – 30 m) opptrer sprekker med en annen retning, N038 29 (fall mot SV). Gjennomsnittsfrekvensen er 1.01 og 0.67 sprekker pr. meter i sone 1 og 2. Denne sprekkeretningen opptrer ned til ca 65 m. En tredje sprekkeretning (gruppering) N355 68, opptrer i sone 9 (114 – 129 m) og sone 11 (141 – 147 m) med gjennomsnittsfrekvenser på 0.86 og 2.44 sprekker pr. meter. Alle sprekker er tynne (hairline fractures) med og uten sekundær mineralisering.

Figur 3 viser bildelogg fra 13 – 18 m og fra 50 – 60 m i borehullet. Mellom 13 og 18 m er det sprekker med ulik retning og fall, mens det mellom 50 og 60 m opptrer sprekker og mineraliserte sprekker og bånd parallelt bergartens lagdeling.

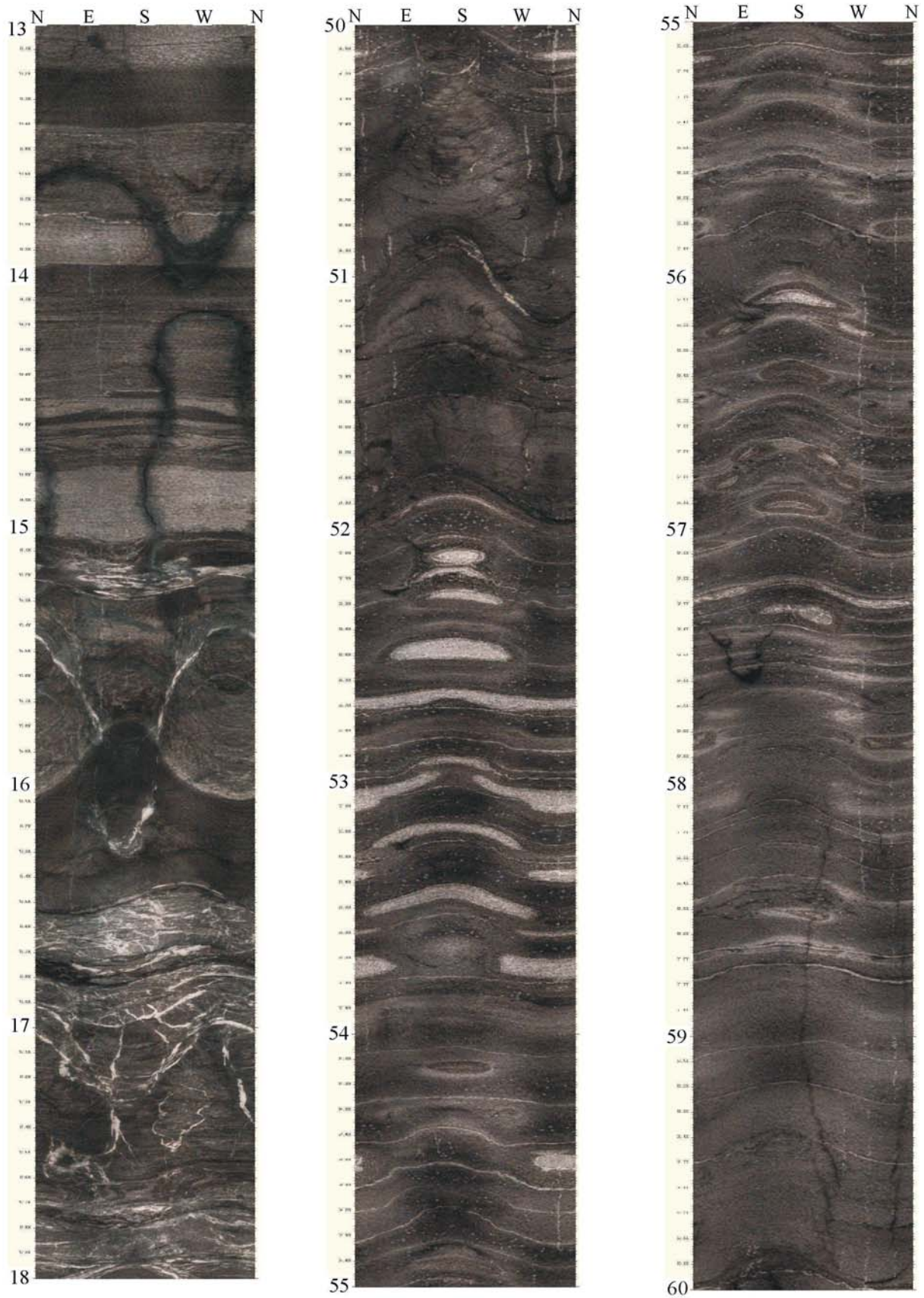


Figur 2a. OPTV, Hovdejordet, Bodø. Frekvenshistogram over indikerte sprekker. Pilhodene angir individuelle sprekkers fall mens halen viser fallretning (nord opp). Piler uten farge er sprekker utenfor noen definert gruppe. Heltrukket horisontal inndeling angir definerte sonegrenser (nummerert). Borehullsavviket (høyre kolonne) indikeres med vinkel fra lodd og retning.



Figur 2b. OPTV, Hovdejordet, Bodø. 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.

Hovdejordet, Bodø



Figur 3. Bildelgger fra forskjellige seksjoner i borehullet som viser sprekker, mineraliserte sprekker og bergartens lagdeling.

2.4.2 Temperatur, ledningsevne og naturlig gammastråling

Figur 4 viser resultatet fra temperatur, elektrisk ledningsevne i vannet og naturlig gammastråling (radioaktivitet) i borehullet. Temperaturen har minimumsverdi på ca 60 m dyp. Dette er dypt og kan være klimaeffekt fra en tid med kaldere klima. Minimumstemperaturen er 5.2 °C ved ca 60 m dyp, og maksimumstemperaturen er 6.4 °C i bunnen av hullet (170 m). Temperaturgradienten ned til 160 m er 0.82 °C/100 m. Dette er noe lavere enn gjennomsnittet for brønner målt i Sør-Norge. Fra 161 m skjer en økning i temperaturen. Også gradienten øker, men om dette er en tendens som vil fortsette nedover er det ikke mulig å si noe om da økningen bare skjer over noen meter. Temperaturøkningen faller sammen med en betydelig økning i den elektriske ledningsevnen i vannet. Vanligvis kan slike endringer bety åpne sprekker med innstrømming av vann med andre egenskaper. På den optiske loggen kan en imidlertid ikke se åpne sprekker i dette området. Ledningsevnen i vannet er forøvrig relativt høy i hele hullet, ca 350 µS/cm. Årsaken er ukjent, og vil ikke ha noen betydning for utnytting av grunnvarme fra hullet. Gammastrålingen er lav i hele hullet, 50 – 60 cps (counts per second) bortsett fra noen lokale toppe. Disse skyldes endringer i geologien og har sammenheng med lyse bånd som mest sannsynlig har en økning i kaliuminnholdet (kalifeltspat). En kan ut fra dette ikke regne med noe større varmebidrag fra radioaktive kilder i området.

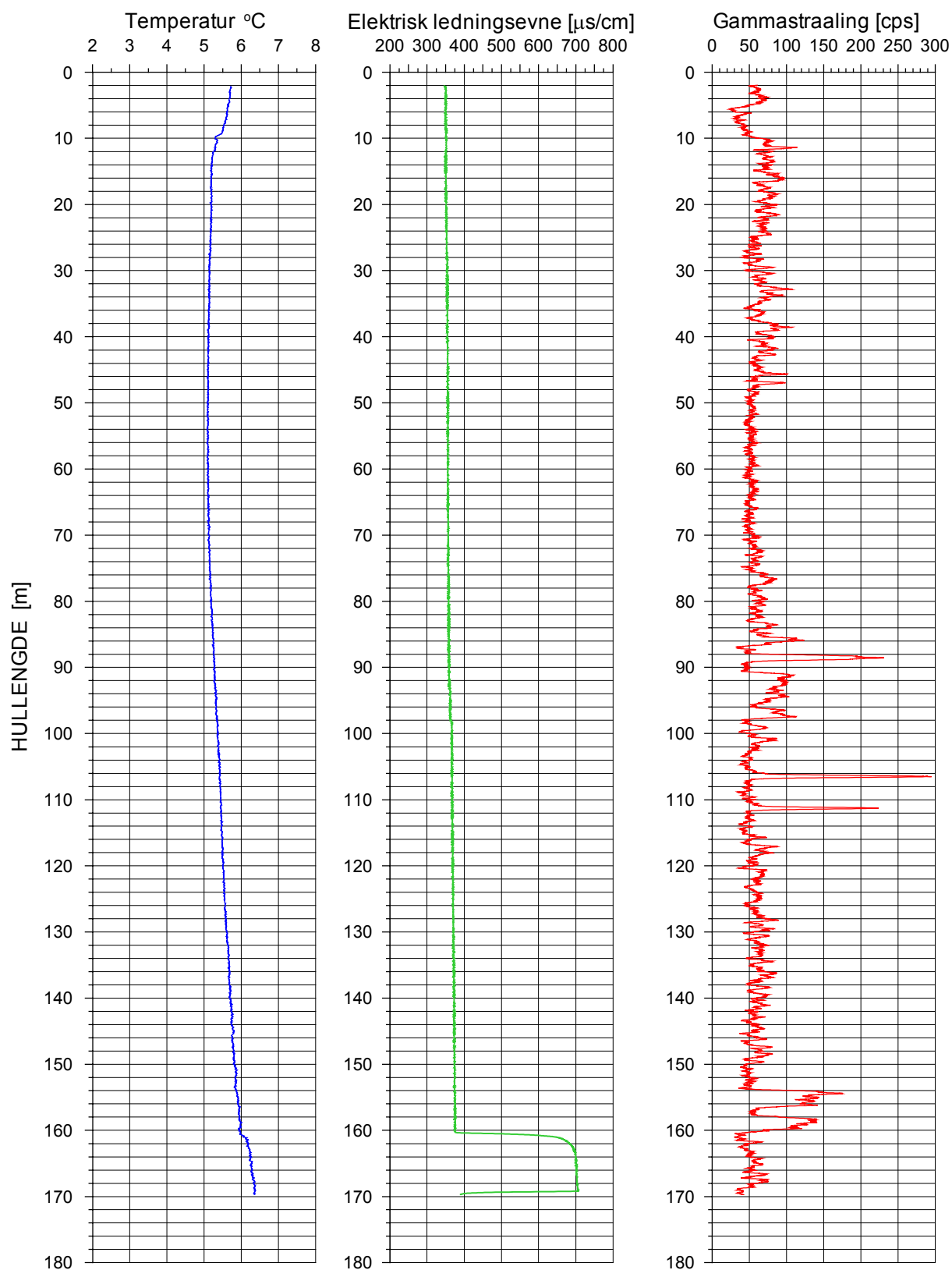
2.4.3 Avviksmåling

Avviksmåling blir gjort kontinuerlig med OPTV-sonden. Ettersom magnetometre brukes til å bestemme retningen til hullbanen vil unøyaktigheter oppstå med magnetisk materiale i borehullet, f. eks. foringsrør eller magnetittholdige bergarter. På Hovdejordet var det brukt 9 m med foringsrør, og retningsvinkelen varierer noe de øverste 9 m av hullet. Detaljer fra avviksmålingen er vist i databilag 3.

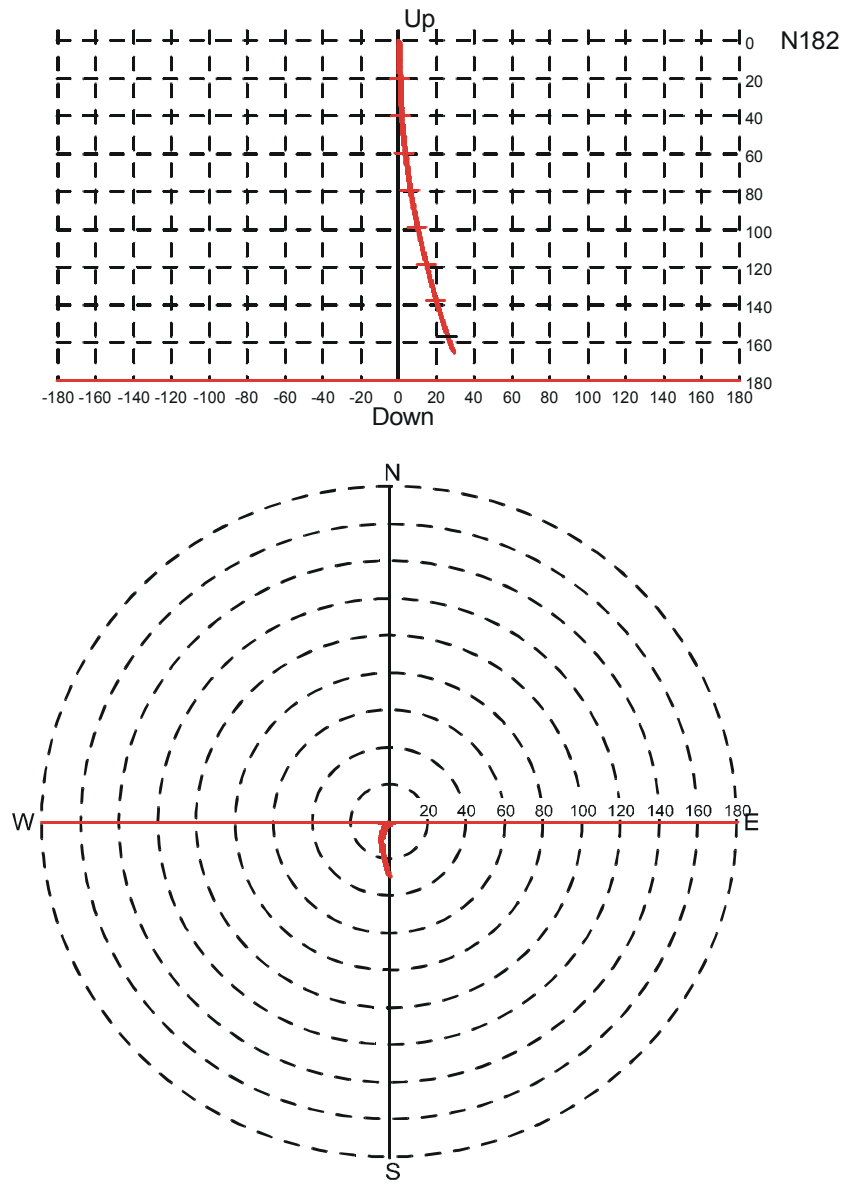
Figur 5 viser vertikalprojeksjon langs borehullets retning og horisontalprojeksjon. Hullet går mot sør og avviker fra lodd er 28.2 m (NS-komponent). Borehullsvinkelen i bunnen er 21°. Det er ikke uvanlig med et slikt avvik på et såpass dypt hull, men det er viktig å være klar over det dersom flere hull skal bores i samme område.

Temperatur, ledningsevne, gamma Hovdejordet, Bodø

UTM 475109
33W 7463193
25 m.o.h.



Figur 4. Hovdejordet, Bodø. Temperatur, elektrisk ledningsevne og naturlig gammastråling.



Figur 5. Hovdejordet, Bodø. Borehullsforløp, vertikalprojeksjon langs hullretning (øverst), og horisontalprojeksjon (nederst).

3. DISKUSJON

Grunnvannsstrømning, temperaturgradienten mot dypet og bergartens varmeledningsevne er viktige faktorer når det gjelder å beregne uttaket av varme fra en grunnvarmebrønn. Grunnvannsstrømning er avhengig av fjellets oppsprekking i brønnen. Det ble under boringen rapportert om vanninnslag på 140 m dyp. Borehullslogging med optisk televiwer viste imidlertid ingen klare åpne sprekker i noen del av hullet. Logging av temperatur og ledningsevne i vannet ga heller ingen indikasjon på innstrømning av vann i brønnen. Dette sammen med terrengets utforming tyder på liten grunnvannstrømning i grunnen og medfører at det ikke kan påregnes noe særlig energibidrag fra strømmende grunnvann. Testpumping med strømningsmåling i hullet ville klarlagt brønnens vanngiversevne.

Temperaturgradienten, dvs. temperaturstigning mot dypet, er heller ikke spesielt gunstig, så det oppnås lite ekstra ved å bore dyp. En gradient på $0.82 \text{ }^{\circ}\text{C}/100$ er noe lavere enn gjennomsnittet for brønner målt i Sør-Norge som ligger mellom 1.0 og $1.25 \text{ }^{\circ}\text{C}/100$ m.

Varmeledningsevnen i berggrunnen er god. Borehullet er boret nesten vertikalt på lagdelingen, slik at varmen blir ledet parallelt med strukturene mot energibrønnen. Det er gunstig og gir økt energiuttak sammenlignet med hvis energibrønnen har blitt boret langs strukturene. Høyt kvartsinnhold i berggrunnen samt rene kvartsårer fører til at berggrunnen har høy varmeledningsevne.

Målinger i borehullet viser liten radioaktiv stråling, og en kan ikke påregne noe større varmebidrag fra dette.

Mektigheten på leira over fjell var 8.5 m. Boring i leire krever foring av borehullet, og er derfor kostnadskreven. En viss løsmasseoverdekning over fjell vil være gunstig fordi det er billigere å grave grøfter i leire eller sand enn å spreng ut grøfter i fjell. Dessuten vil løsmassene, og spesielt leire som har svært lav varmeledningsevne, virke som et isolerende lag og hindre frosten å trenge ned i fjellet om vinteren. Den effekten kan ha betydning spesielt i slike snøfattige områder som det antas å være på Hovdejordet.

4. KONKLUSJON

NGU har utredet mulighetene for å finne egnet varmekilde for varmepumpebasert oppvarming av Bødø boligbyggerlags nybygg på Hovdejordet sentralt i Bodø. Det ble funnet at energiuttak fra fast fjell var mulig. En 170 m dyp brønn ble boret og undersøkt med optisk televiwer. I tillegg ble temperatur, elektrisk ledningsevne og naturlig gammastråling logget. Det er videre målt varmeledningsevne på bergartsprøver fra området.

Varmeledningsevnen i berggrunnen er god, dvs at man kan hente ut relativt mye varme fra hver boremeter brønn. Tykkelsen av leira over fjell er mindre enn 10 m, noe som medfører at man slipper store borekostnader ved å bore i mektige løsmasseoverdekninger. Borehullsloggingen med optisk televiwer viste en tydelig hovedsprekkeretning som faller sammen med bergartenes strøk og fall på stedet. Det er mange mineraliserte sprekker, men det er ikke observert sprekker med målbar åpning. Dette kan bety liten grunnvannsstrøm, og det kan derfor ikke påregnes noe særlig energibidrag fra strømmende grunnvann. Temperaturgradienten er lav, det vil derfor ikke være stor energigevinst ved å bore dype

brønner. En foreløpig konklusjon viser at det er lønnsomt å kombinere energiuttak fra uteluften og energibrønner. Det er utarbeidet foreløpige forslag til utforming av et borehullsbasert energilager. Disse er tidligere oversendt oppdragsgiver pr. e-post.

5. REFERANSER

Gustavson, M. 1991: BODØ 2029 IV. Berggrunnskart, M 1 50 000. *Norges geologiske Undersøkelse*.

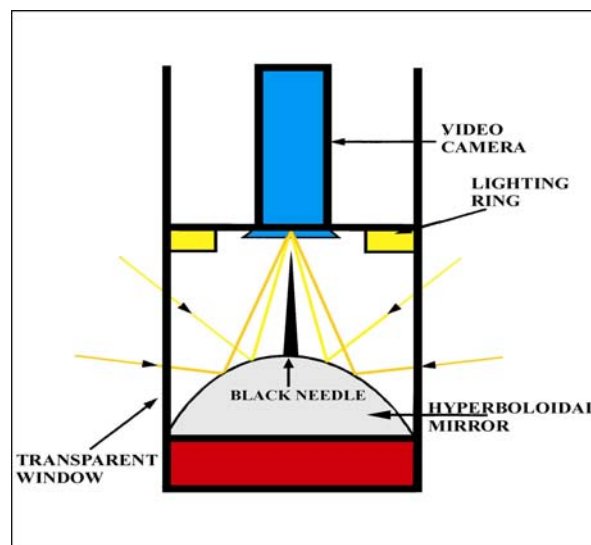
Robertson Geologging Ltd. 2000: Interpretation manual. RGLDIP Version 5.2 og 5.3.

METODEBESKRIVELSE OPTISK TELEVIEWER (OPTV)

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 orienterte sprekker og strukturer. I det følgende blir måleprinsipp for optisk televiewer beskrevet. Analyse av data blir illustrert ved eksempler fra borehull.

Måleprinsipp og utførelse.

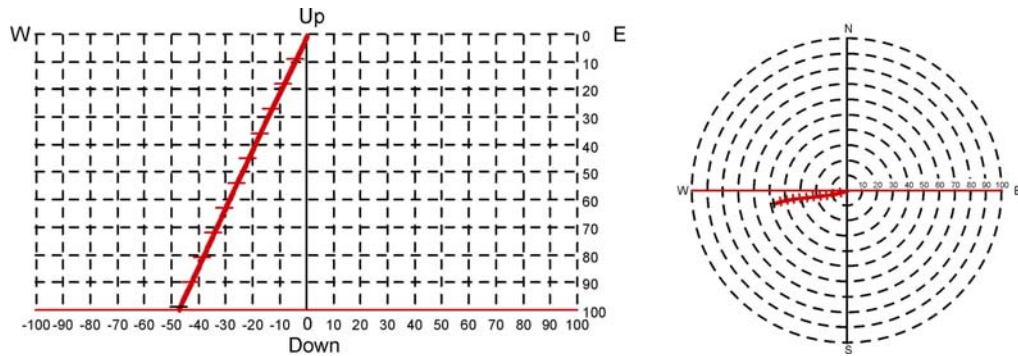
Optisk televiewer er et instrument som brukes ved inspeksjon av borehull med en diameter fra 70 – 160 mm. Instrumentet består av et digitalt kamera som filmer mot et hyperbolsk speil, se prinsippskisse figur 1. Kameraet ”ser” vinkelrett en større del av borehullsveggen, men bare en sirkel med høyde 1 mm registreres. Sonden senkes med en maksimal hastighet 1 meter pr minutt ned i borehullet, og for hver millimeter gjøres en registrering. Det kan samples 360 eller 720 punkter sirkelen rundt, og i vanlige fjellbrønner gir dette en pikselstørrelse på ca. 1mm x 1 mm. Med en slik oppløsning kan metoden påvise sprekker med tykkelse ned mot 0,5 mm. Metoden kan benyttes i tørre og vannfylte hull, men krever selvsagt relativt klart vann.



Figur 1: Prinsippskisse av optisk televiewer.

Sonden har innbygget et trekomponent magnetometer, og dette sammen med tre akselerometre sørger for å orientere bildet (opptaket) uansett sonden og borehullets forløp. På grunnlag av det orienterte bildet av borehullsveggen kan strøk, fall og sann tykkelse av kryssende strukturer beregnes.

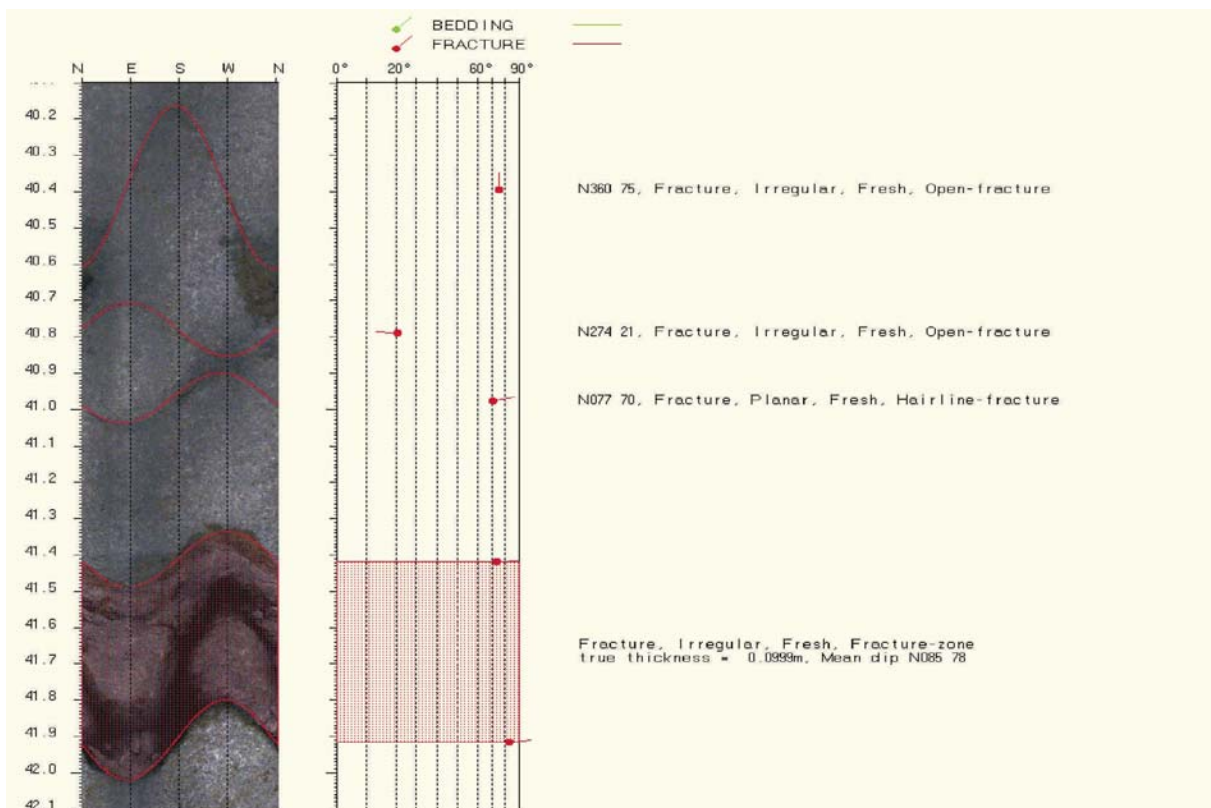
Med data fra denne instrumenteringen kan også borehullets forløp (avvik) beregnes (Figur 2). Borehullsvinkel kan måles i området 0 – 180° med en nøyaktighet på +/- 0.25°. Retningen kan måles fra 0 til 360° med en nøyaktighet på +/- 2.5°. Avviket måles kontinuerlig langs hele borehullet. Data kan plottes 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 sprekken som observeres.



Figur 2: Eksempel på borehullsforløp, vertikalprosjeksjon øst-vest (venstre) og horisontalprosjeksjon (høyre).

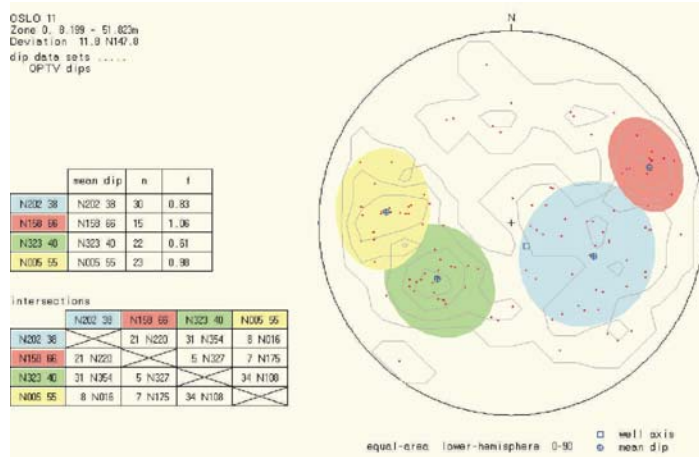
Analyse av data.

Ved analyse brettes det orienterte digitale bildet ut (se figur 3). Plane sprekker vil da indikeres som en sinusformet kurve. Steile sprekker vil indikeres med store amplituder ved loddrette hull. Dersom borehullet skjærer sprekken vinkelrett, vil disse vises som rette linjer. Siden bildet er orientert, kan sprekkenes retning og fall beregnes ved å tilpasse (digitalisere) en sinuskurve til hver av dem. Har sprekken en viss utbredelse, kan både topp og bunn digitaliseres, og derved kan den sanne tykkelsen beregnes. Analyseprogrammet inneholder en menystyrt beskrivelse av de enkelte hendelser. Tilsvarende analyse kan gjøres for primære geologiske strukturer (ganger, lagdeling).



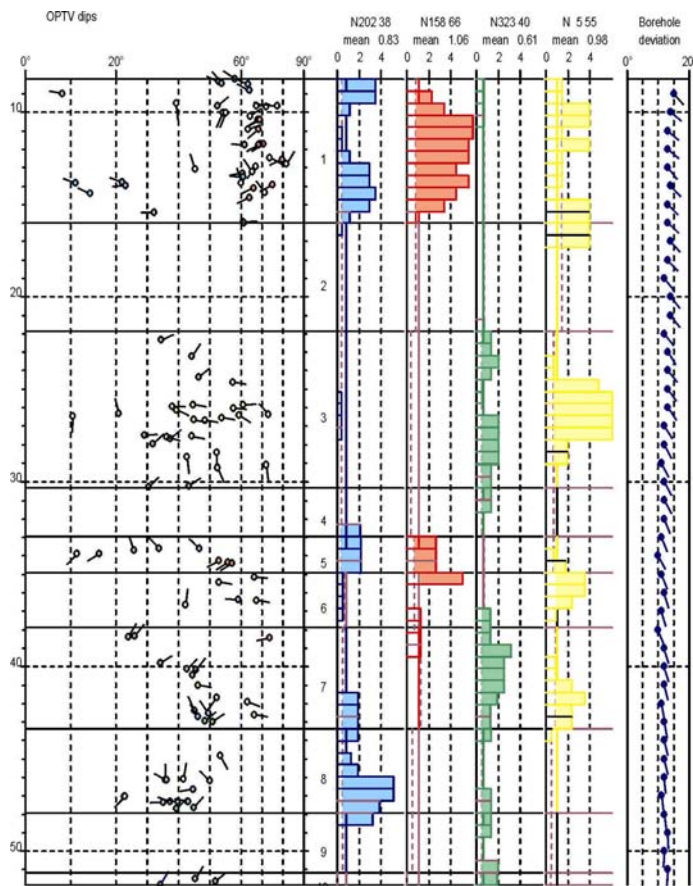
Figur 3: Eksempel på opptak og analyse. Enkeltstående sprekker er tilordnet sinusfunksjon og fallretning og vinkel beregnet. Pilhodet angir individuelle sprekkers fall mens halen viser fallretning (nord opp). Ved større åpne sprekker er topp og bunn digitalisert og sann åpning på sprekkenes er beregnet (nederst på bildet – fracture zone).

Når alle hendelser er digitalisert, kan en utføre sprekke- og strukturanalyse. Etter å ha plottet polen (normalvektoren) til alle digitaliserte sprekker i et stereogram (figur 4), kan forskjellige sprekkegrupper defineres. Disse får tildelt en farge, og sprekkegruppens middelværdi for strøk og fall beregnes. Det kan også gjøres analyse på skjæringslinjer mellom midlere sprekkeplan.



Figur 4. Eksempel på analyse av sprekker i stereogram. I øverste tabell er midlere sprekkeretning og fallvinkel for hver sprekkegruppe beregnet, og antall sprekker og sprekkefrekvens for hele hullet beregnet for hver av gruppene. Nederste tabell viser retning og fall på skjæringslinjen mellom de midlere sprekkeplanene.

Neste steg er å plote alle digitaliserte hendelser, nå med tilordnet gruppefarge, som funksjon av dyp. De forskjellige sprekkemønstrene tilordnes histogrammer, og på grunnlag av disse kan hullet deles inn i soner som hver er karakterisert med spesielle sprekkemønstre. Sprekkefrekvens for alle definerte grupper kan deretter beregnes innenfor hver sone i borehullet. Tilsvarende analyser kan også gjøres for bergartsganger og eventuelt bergartsgrenser. I tillegg til grafisk presentasjon kan alle data listes i tabellform.



Figur 5. Sprekkelogg for tolket borehull. Til venstre vises de individuelle sprekkene som pilplott. Pilhodene angir individuelle sprekkers fall, mens halen viser fallretning (nord opp). Histogrammene viser hvor i borehullet de forskjellige sprekkemønstrene opptrer (sprekkefrekvens). Høyre kolonne viser borehullsforløp med fall og retning. Heltrukne horisontale linjer angir grenser mellom definerte soner.

Figur 5 viser frekvenshistogrammer for et borehull som er undersøkt med optisk televiewer. Frekvenshistogrammene (rød, blå, grønn og gul) viser beregnet sprekkefrekvens 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 sprekke tilhører. Piler uten farge er sprekker utenfor noen av de definerte gruppene.

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 (fallretning N90).

Alle sprekke- og borehullsdata kan listes opp i tabeller. Eksempler på slike tabeller med forklaring er vist i tabell 1, 2 og 3.

```
RGLDIPv5.2 OPTV results
K = 0: BEDDING
K = 2: FRACTURE
```

```
borehole OSLO 11
zone from 1.350 to 53.043 m
```

	Depth	Azimuth	Dip	1-P0/100	n	Q	K	Upper Depth	Lower Depth	Well Diam	Well deviation Azimuth	Dev
1	51.823	36	34.1	0.000	3		2	51.778	51.868	0.135	177.92	12.46
2	51.617	55	51.8	0.000	3		2	51.533	51.701	0.135	180.58	13.00
3	51.514	39	45.2	0.000	3		2	51.448	51.580	0.135	180.64	13.00
4	47.671	53	39.4	0.000	3		2	47.617	47.725	0.135	168.50	11.50
5	47.629	48	44.8	0.000	3		2	47.563	47.695	0.135	168.68	12.00
6	47.352	269	35.0	0.000	3		2	47.305	47.349	0.135	169.00	12.00
7	47.312	281	43.0	0.000	3		2	47.330	47.375	0.135	168.33	12.00
8	47.311	280	42.8	0.000	3		2	47.250	47.372	0.135	168.31	12.00
9	47.296	285	37.3	0.000	3		2	47.246	47.346	0.135	168.01	12.00
10	47.294	276	39.7	0.000	4		2	47.239	47.349	0.135	168.18	12.00
11	47.041	230	22.9	0.000	3		2	47.024	47.070	0.135	170.00	11.91
12	47.040	228	22.6	0.000	3		2	47.025	47.068	0.135	170.00	11.89
13	46.651	263	44.7	0.000	3		2	46.585	46.717	0.135	169.11	11.11
14	46.205	307	50.0	0.000	3		2	46.258	46.285	0.135	172.00	12.00
15	46.151	292	36.3	0.000	3		2	46.140	46.201	0.135	172.90	12.00
16	46.125	359	35.7	0.000	3		2	46.078	46.172	0.135	173.41	12.00
17	46.093	12	41.5	0.000	3		2	46.035	46.151	0.135	174.00	12.00
18	44.807	148	53.3	0.000	3		2	44.718	44.896	0.135	169.23	12.00
19	42.991	61	50.9	0.000	3		2	42.910	43.072	0.135	167.10	12.00
20	42.949	58	48.5	0.000	3		2	42.874	43.024	0.135	167.92	12.00

Tabell 1. Data for borehullene og digitaliserte sprekker.

Depth	- Dyp langs borehullet
Azimuth	- Sprekkens fallretning
Dip	- Sprekkeplanets fallvinkel
n	- Antall punkter brukt for å digitalisere en sprekke
K	- Type sprekke (2 = sprekke, 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

RGLDIPv5.2 DIP DATA INTERPRETATION: FRACTURE ANALYSIS
borehole
zone from 8.000 to 52.000 m
16 Aug 2000

Data is classed into 1 types
5 OPTV_dips
Quality cut-off level: *
Mean well deviation: 11.8deg to N147.8
4 small-circles defined

	SEARCH AREA			MEAN DIP		n	f
	azim	pl	cone	strike	dip		
1	112.2	53.7	30.0	202	38	30	0.83
2	66.5	23.8	17.6	158	66	15	1.06
3	231.2	49.3	23.7	323	40	22	0.61
4	276.3	31.8	22.8	5	55	23	0.98

Total number of data = 90
Number of data unaccounted for = 26

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	13.3	128.8	8.20	16.01	42	197	40	13	1.88	157	69	11	3.10	328	52	1	0.24	358	65	5	2.46
2	13.3	133.8	16.01	21.87	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
3	12.2	139.9	21.87	30.34	27	253	21	1	0.12	0	0	0	0.00	329	36	8	1.23	8	48	12	2.67
4	11.7	149.6	30.34	32.94	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
5	11.0	150.0	32.94	34.90	8	217	28	4	2.16	155	55	3	2.68	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
6	11.3	157.1	34.90	37.90	5	182	59	1	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	5	62	3	9.38
7	11.5	162.6	37.90	43.36	16	234	47	3	0.68	170	73	1	0.60	321	39	8	1.82	9	58	3	1.26
8	11.7	168.0	43.36	47.92	15	192	40	8	2.19	0	0	0	0.00	320	42	2	0.56	0	0	0	0.00
9	12.4	177.8	47.92	51.17	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
10	13.0	180.5	51.17	51.82	3	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	314	43	3	5.64	0	0	0	0.00

Tabell 2 . Data for definerte soner i borehullet for hver sprekkegruppe (search area).

Zone deviation:

Dev og azimuth - Sonens (borehullets) fallvinkel (fra lodd) 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 sprekkegruppene (i sonen)

f - Gjennomsnittlig sprekkefrekvens i hver av de definerte sprekkegruppene (i sonen)

Borehole:

Depth range: 1.396 - 52.996m

Depth	Deviation components				
	North	East	Down	Devaz	Dev
2.046	-0.108	0.124	0.629	131.00	15.00
3.046	-0.265	0.330	1.595	134.00	15.00
4.046	-0.409	0.546	2.560	120.00	16.00
5.046	-0.533	0.770	3.526	129.00	14.00
6.046	-0.671	0.979	4.495	122.00	14.00
7.046	-0.799	1.177	5.466	122.00	14.00
8.046	-0.936	1.380	6.435	127.00	13.00
9.046	-1.105	1.558	7.405	132.00	15.00
10.046	-1.238	1.751	8.377	125.00	14.00
11.046	-1.367	1.943	9.349	125.00	13.00
12.046	-1.488	2.144	10.322	122.00	13.00
13.046	-1.629	2.313	11.297	137.00	13.00
14.046	-1.807	2.467	12.269	132.00	14.00
15.046	-1.955	2.635	13.243	125.00	13.00
16.046	-2.088	2.810	14.218	124.00	13.00
17.046	-2.238	2.990	15.190	130.00	14.00
18.046	-2.388	3.170	16.163	133.00	13.00
19.046	-2.549	3.325	17.137	134.00	12.00
20.046	-2.712	3.483	18.111	136.00	14.00

Tabell 3. Data for borehullsforløp (avvik).

Depth - Dyp langs borehullet

North - Nordkomponent

East - Østkomponent

Down - Vertikalt dyp

Devaz - Hullets fallretning

Dev - Hullets fallvinkel målt fra lodd.

METODEBESKRIVELSE

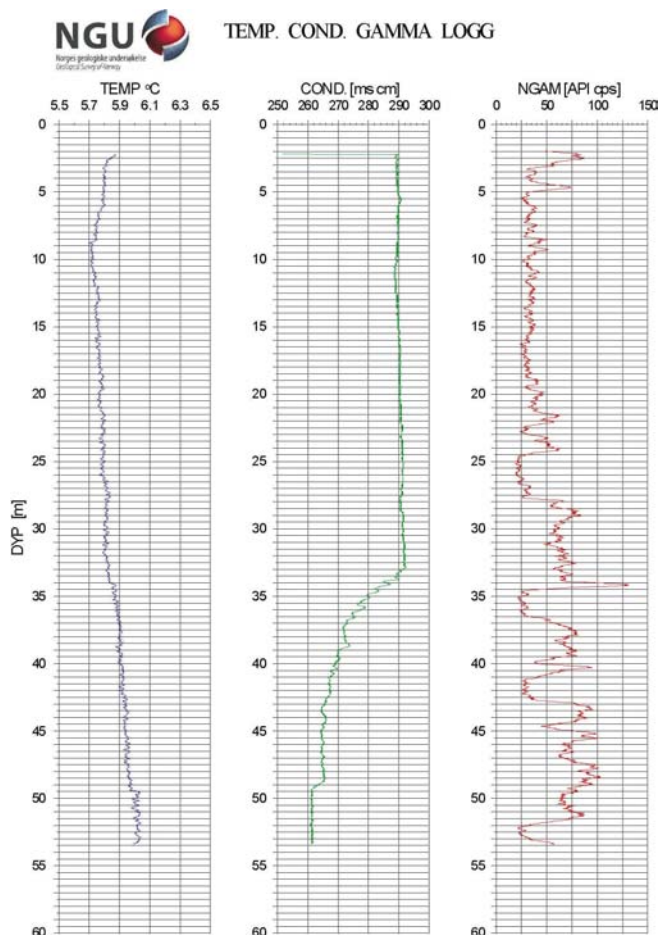
LOGGING TEMPERATUR, ELEKTRISK LEDNINGSEVNE, NATURLIG GAMMA.

Måling av vanntemperatur, vannets elektriske ledningsevne og naturlig gamma i borehull kan gi opplysninger om fjellets oppsprekking og om vanninnstrømning i borehullet. I grunnvarmesammenheng er det viktig å vite temperaturgradienten mot dypet for å bergene en brønns varmpotensial. Miljøvennlig grunnvarme benyttes stadig mer til oppvarming både i private og større offentlige bygninger. Gammastråling gir geologisk informasjon. Temperatur, ledningsevne og gammastråling 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 µS/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. Temperaturgradienten mot dypet har betydning for grunnvarmekapasiteten. 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 µS/cm. Figur 1 viser eksempel på logg.

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.



Figur 1. Temperatur-, ledningsevne- og gammalogg fra borehull. Litt høyere temperatur dagnært skyldes påvirkning fra overflatetemperaturen. En svak økning ved 33 m kan skyldes innstrømning av vann med høyere temperatur. En tydelig nedgang i den elektriske ledningsevnen ved samme dyp kan tyde på det samme. Mest sannsynlig er det overflatevann som strømmer inn gjennom en åpen sprekke. Gammaloggen viser stor variasjon fra 20 m. Dette skyldes trolig varierende feltspatinnhold (kalium)

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 **Bodø**. 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**.

K = 0: BEDDING
K = 2: FRACTURE

borehole
zone from 1.350 to 169.360 m

Depth	Azimuth	Dip	l-P0/100	n	Q	K	Depth	Upper		Lower	Well	Well deviation
								Depth	Diam			
1	168.119	295	47.7	0.000	5	2	168.047	168.191	0.140	165.00	20.46	
2	167.471	329	36.3	0.000	3	2	167.423	167.519	0.140	169.00	21.00	
3	167.408	332	31.0	0.000	3	2	167.369	167.447	0.140	169.00	21.00	
4	167.331	332	31.3	0.000	3	2	167.291	167.371	0.140	167.00	21.00	
5	167.247	331	34.9	0.000	3	2	167.201	167.293	0.140	167.00	21.00	
6	164.916	205	21.8	0.000	6	2	164.890	164.942	0.140	164.42	20.00	
7	164.849	221	20.7	0.000	4	2	164.824	164.874	0.140	163.06	20.00	
8	163.712	330	34.0	0.000	4	2	163.668	163.756	0.140	163.32	20.32	
9	161.167	327	32.9	0.000	4	2	161.124	161.210	0.140	166.00	20.00	
10	158.937	336	50.5	0.000	5	2	158.858	159.016	0.140	165.83	21.00	
11	158.885	335	46.1	0.000	4	2	158.817	158.953	0.140	165.00	20.78	
12	158.603	337	28.9	0.000	3	2	158.567	158.639	0.140	165.85	20.00	
13	158.571	344	38.3	0.000	3	2	158.519	158.623	0.140	166.00	20.00	
14	158.504	340	52.3	0.000	3	2	158.419	158.589	0.140	166.00	20.00	
15	158.242	359	58.9	0.000	5	2	158.133	158.351	0.140	165.08	19.92	
16	156.277	313	37.7	0.000	4	2	156.226	156.328	0.140	163.63	20.00	
17	156.135	315	29.1	0.000	3	2	156.098	156.172	0.140	163.00	19.80	
18	155.186	340	27.6	0.000	3	2	155.152	155.220	0.140	162.19	20.00	
19	154.702	335	48.9	0.000	3	2	154.627	154.777	0.140	168.00	20.00	
20	153.109	334	41.7	0.000	4	2	153.050	153.168	0.140	163.00	19.00	
21	151.449	335	41.0	0.000	4	2	151.391	151.507	0.140	160.07	19.00	
22	151.022	323	46.4	0.000	4	2	150.953	151.092	0.140	161.54	19.00	
23	150.775	345	40.2	0.000	4	2	150.719	150.831	0.140	162.80	19.00	
24	150.218	138	29.6	0.000	4	2	150.191	150.258	0.140	164.63	19.00	
25	150.188	332	42.3	0.000	4	2	150.128	150.248	0.140	165.71	19.00	
26	149.688	326	40.4	0.000	4	2	149.632	149.744	0.140	164.85	19.00	
27	149.527	328	37.0	0.000	4	2	149.477	149.577	0.140	164.37	19.00	
28	148.241	319	36.4	0.000	4	2	148.192	148.290	0.140	169.16	19.00	
29	147.675	335	37.9	0.000	4	2	147.623	147.727	0.140	164.42	19.00	
30	147.225	98	75.6	0.000	4	2	146.966	147.484	0.140	167.00	18.00	
31	145.982	94	76.1	0.000	4	2	145.711	146.252	0.140	166.00	17.00	
32	144.840	121	85.1	0.000	4	2	144.068	145.612	0.140	165.90	19.00	
33	143.795	119	69.4	0.000	4	2	143.759	143.981	0.140	164.00	17.00	
34	143.703	95	66.9	0.000	3	2	143.539	143.703	0.140	165.70	17.85	
35	143.474	102	60.0	0.000	4	2	143.358	143.590	0.140	165.00	17.00	
36	143.073	95	66.1	0.000	4	2	142.923	143.223	0.140	162.89	18.00	
37	139.223	320	48.1	0.000	4	2	139.148	139.298	0.140	165.45	16.55	
38	139.083	326	55.4	0.000	3	2	138.986	139.180	0.140	166.00	17.00	
39	135.097	315	36.7	0.000	4	2	135.047	135.147	0.140	168.00	16.00	
40	133.829	147	59.5	0.000	3	2	133.715	133.943	0.140	168.32	16.00	
41	133.567	322	41.9	0.000	3	2	133.507	133.627	0.140	172.44	16.00	
42	133.459	325	48.8	0.000	4	2	133.382	133.536	0.140	172.45	15.00	
43	133.310	318	36.2	0.000	4	2	133.261	133.359	0.140	169.00	15.00	
44	132.475	258	75.7	0.000	4	2	132.210	132.740	0.140	167.00	15.00	
45	131.938	339	19.0	0.000	3	2	131.915	131.961	0.140	167.00	15.00	
46	128.084	315	32.5	0.000	3	2	128.041	128.127	0.140	171.77	14.77	
47	127.571	319	37.2	0.000	4	2	127.519	127.623	0.140	173.02	14.00	
48	127.036	332	24.5	0.000	3	2	127.005	127.067	0.140	170.20	14.20	
49	126.923	323	18.4	0.000	4	2	126.901	126.945	0.140	172.92	15.00	
50	126.788	87	74.2	0.000	3	2	126.541	126.693	0.140	171.00	15.00	
51	126.717	72	61.1	0.000	3	2	126.590	126.844	0.140	170.43	15.00	
52	126.663	69	78.3	0.000	3	2	126.325	126.578	0.140	169.34	15.00	
53	126.446	46	61.8	0.000	3	2	126.465	126.577	0.140	170.03	14.00	
54	126.359	93	54.7	0.000	4	2	126.263	126.455	0.140	172.00	14.00	
55	124.382	335	34.9	0.000	4	2	124.335	124.429	0.140	170.73	15.00	
56	124.221	329	36.4	0.000	3	2	124.171	124.271	0.140	170.50	14.50	
57	124.019	323	37.0	0.000	4	2	123.968	124.070	0.140	170.52	15.00	
58	123.910	326	40.1	0.000	4	2	123.853	123.967	0.140	171.00	15.00	
59	123.554	334	34.4	0.000	4	2	123.508	123.600	0.140	171.84	15.00	
60	123.492	330	46.7	0.000	3	2	123.420	123.564	0.140	172.92	15.00	
61	123.230	323	29.2	0.000	3	2	123.192	123.268	0.140	171.63	14.69	
62	123.142	327	27.3	0.000	3	2	123.107	123.177	0.140	172.07	15.00	
63	122.863	326	25.4	0.000	3	2	122.831	122.895	0.140	175.00	14.00	
64	122.812	327	27.8	0.000	3	2	122.776	122.848	0.140	175.00	14.00	
65	122.163	327	38.2	0.000	5	2	122.110	122.216	0.140	171.00	15.00	
66	117.871	320	32.8	0.000	4	2	117.827	117.915	0.140	174.48	14.00	
67	117.398	324	59.4	0.000	4	2	117.284	117.512	0.140	172.09	15.00	
68	117.205	320	37.0	0.000	4	2	117.154	117.256	0.140	175.00	14.19	
69	116.222	337	23.9	0.000	3	2	116.192	116.252	0.140	175.00	14.00	
70	116.085	358	15.2	0.000	3	2	116.067	116.103	0.140	175.00	14.00	
71	115.909	0	17.4	0.000	3	2	115.888	115.930	0.140	174.73	14.00	
72	115.704	192	87.9	0.000	4	2	113.852	117.556	0.140	174.53	14.00	
73	115.587	69	54.1	0.000	6	2	115.493	115.681	0.140	175.17	13.17	
74	115.538	64	57.1	0.000	6	2	115.433	115.643	0.140	175.85	14.00	
75	115.296	350	17.4	0.000	3	2	115.275	115.317	0.140	176.01	14.00	
76	115.247	2	17.4	0.000	3	2	115.226	115.268	0.140	176.00	14.00	
77	115.070	349	17.4	0.000	3	2	115.049	115.091	0.140	174.49	14.00	
78	115.004	337	18.8	0.000	3	2	114.981	115.027	0.140	174.83	14.00	

79	114.920	345	18.3	0.000	3	2	114.897	114.943	0.140	173.00	13.00
80	114.814	354	14.9	0.000	3	2	114.796	114.832	0.140	174.74	13.37
81	114.112	355	84.0	0.000	4	2	113.466	114.758	0.140	175.00	14.00
82	112.277	325	75.7	0.000	6	2	112.010	112.544	0.140	175.64	13.64
83	109.670	337	81.2	0.000	5	2	109.229	110.111	0.140	174.50	13.00
84	109.523	344	79.9	0.000	4	2	109.140	109.906	0.140	173.44	13.00
85	109.214	331	36.1	0.000	3	2	109.164	109.264	0.140	176.38	13.62
86	109.018	329	38.5	0.000	4	2	108.964	109.072	0.140	176.55	13.55
87	108.877	329	42.7	0.000	3	2	108.814	108.940	0.140	178.63	14.00
88	108.134	328	33.9	0.000	3	2	108.088	108.180	0.140	177.24	13.00
89	108.070	323	32.9	0.000	3	2	108.026	108.114	0.140	178.00	13.00
90	107.253	326	39.9	0.000	4	2	107.196	107.310	0.140	176.00	14.00
91	107.052	329	37.3	0.000	4	2	107.000	107.104	0.140	178.12	13.12
92	106.966	323	41.9	0.000	5	2	106.905	107.027	0.140	179.00	13.00
93	106.760	326	42.7	0.000	5	2	106.697	106.823	0.140	178.00	13.00
94	105.734	346	79.7	0.000	6	2	105.358	106.110	0.140	175.78	12.78
95	105.106	318	39.4	0.000	3	2	105.050	105.162	0.140	178.00	12.21
96	104.933	321	36.5	0.000	3	2	104.882	104.984	0.140	178.74	12.75
97	103.503	322	38.6	0.000	3	2	103.449	103.557	0.140	177.86	13.00
98	103.446	338	34.7	0.000	3	2	103.399	103.493	0.140	178.00	13.00
99	103.207	327	33.2	0.000	4	2	103.162	103.252	0.140	177.76	13.00
100	103.027	331	35.2	0.000	4	2	102.979	103.075	0.140	180.00	12.64
101	102.961	330	36.4	0.000	4	2	102.911	103.011	0.140	178.60	12.00
102	102.225	165	58.3	0.000	5	2	102.115	102.335	0.140	181.59	13.00
103	101.259	305	39.9	0.000	5	2	101.202	101.316	0.140	176.00	13.00
104	98.524	301	33.3	0.000	5	2	98.479	98.569	0.140	180.57	11.00
105	98.463	300	33.9	0.000	5	2	98.417	98.509	0.140	179.35	11.00
106	97.808	317	36.8	0.000	3	2	97.757	97.859	0.140	181.75	13.00
107	97.308	110	54.1	0.000	4	2	97.234	97.405	0.140	181.75	12.00
108	97.192	320	73.3	0.000	5	2	96.964	97.420	0.140	183.93	12.00
109	96.878	313	66.0	0.000	6	2	96.724	97.032	0.140	183.00	12.00
110	95.234	316	82.8	0.000	4	2	94.692	95.776	0.140	187.71	12.00
111	94.253	322	52.5	0.000	4	2	94.164	94.342	0.140	187.00	12.00
112	94.168	312	63.3	0.000	6	2	94.032	94.304	0.140	186.00	12.00
113	93.662	326	51.7	0.000	5	2	93.575	93.749	0.140	188.00	12.00
114	93.271	311	45.8	0.000	4	2	93.200	93.342	0.140	189.96	11.52
115	93.217	312	39.8	0.000	6	2	93.160	93.274	0.140	191.00	11.00
116	92.988	354	20.5	0.000	5	2	92.962	93.014	0.140	189.14	11.00
117	92.392	299	39.0	0.000	5	2	92.336	92.448	0.140	187.07	11.00
118	92.104	322	50.2	0.000	5	2	92.021	92.187	0.140	184.33	10.83
119	91.222	315	38.5	0.000	3	2	91.167	91.277	0.140	187.53	11.00
120	90.913	93	65.4	0.000	4	2	90.795	91.066	0.140	187.71	11.00
121	90.763	314	61.2	0.000	5	2	90.638	90.888	0.140	185.65	11.00
122	89.315	312	85.8	0.000	5	2	88.377	90.253	0.140	189.00	10.40
123	89.199	109	41.8	0.000	5	2	89.138	89.260	0.140	188.00	11.00
124	82.607	335	37.1	0.000	4	2	82.555	82.659	0.140	199.48	10.00
125	82.317	327	33.3	0.000	4	2	82.272	82.362	0.140	199.56	10.00
126	82.255	328	35.3	0.000	5	2	82.206	82.304	0.140	198.38	10.00
127	81.758	291	74.4	0.000	4	2	81.507	81.697	0.140	197.76	10.00
128	81.581	295	73.2	0.000	5	2	81.349	81.668	0.140	200.71	10.00
129	80.258	310	44.6	0.000	6	2	80.190	80.326	0.140	195.24	10.00
130	79.472	320	33.5	0.000	5	2	79.426	79.518	0.140	195.00	9.00
131	76.671	321	58.7	0.000	6	2	76.557	76.785	0.140	200.00	9.00
132	74.126	352	24.2	0.000	4	2	74.095	74.157	0.140	196.00	9.00
133	73.690	320	65.9	0.000	5	2	73.535	73.845	0.140	191.52	8.90
134	72.457	341	32.0	0.000	5	2	72.414	72.500	0.140	195.77	8.00
135	69.416	335	36.6	0.000	4	2	69.365	69.467	0.140	198.40	8.00
136	69.160	335	47.5	0.000	4	2	69.084	69.236	0.140	198.90	8.00
137	68.693	341	37.1	0.000	6	2	68.640	68.746	0.140	202.95	7.00
138	68.637	340	35.4	0.000	4	2	68.588	68.686	0.140	202.69	7.00
139	68.531	335	31.4	0.000	5	2	68.489	68.573	0.140	203.29	7.00
140	68.485	348	28.8	0.000	4	2	68.447	68.523	0.140	204.65	7.22
141	68.456	349	28.2	0.000	4	2	68.419	68.493	0.140	206.38	7.79
142	68.394	350	35.8	0.000	4	2	68.344	68.444	0.140	206.96	7.00
143	68.249	339	33.9	0.000	3	2	68.202	68.296	0.140	204.93	7.93
144	67.739	296	76.7	0.000	4	2	67.811	68.035	0.140	195.25	7.12
145	67.502	295	73.2	0.000	8	2	67.272	67.732	0.140	200.37	8.00
146	66.429	349	25.0	0.000	3	2	66.397	66.461	0.140	199.65	8.00
147	66.370	342	26.2	0.000	3	2	66.336	66.404	0.140	201.50	7.50
148	66.340	342	26.2	0.000	3	2	66.306	66.374	0.140	201.88	7.00
149	66.303	344	27.7	0.000	3	2	66.267	66.339	0.140	201.15	7.00
150	66.264	356	28.4	0.000	4	2	66.226	66.302	0.140	202.88	7.63
151	66.231	1	27.3	0.000	5	2	66.195	66.267	0.140	203.15	7.72
152	65.174	338	21.0	0.000	4	2	65.147	65.201	0.140	207.56	8.00
153	64.466	149	48.0	0.000	5	2	64.400	64.544	0.140	205.40	8.00
154	64.390	155	42.2	0.000	4	2	64.361	64.453	0.140	207.12	8.00
155	64.254	146	43.2	0.000	4	2	64.189	64.319	0.140	203.00	8.00
156	63.980	324	28.1	0.000	5	2	63.943	64.017	0.140	208.39	7.69
157	63.213	291	83.8	0.000	4	2	62.961	63.857	0.140	199.98	7.00
158	63.017	318	72.9	0.000	8	2	62.792	63.242	0.140	199.88	8.00
159	62.769	326	77.6	0.000	5	2	62.741	63.087	0.140	201.89	8.00
160	62.085	325	36.3	0.000	6	2	62.034	62.136	0.140	204.80	7.00
161	61.949	11	21.8	0.000	3	2	61.921	61.977	0.140	206.81	7.00
162	61.543	116	43.7	0.000	6	2	61.477	61.609	0.140	201.00	7.00
163	61.433	117	38.8	0.000	4	2	61.377	61.489	0.140	201.26	7.00
164	61.092	312	55.4	0.000	4	2	61.061	61.193	0.140	201.27	7.00
165	61.075	292	75.0	0.000	8	2	60.816	61.334	0.140	202.65	7.00
166	60.544	308	66.5	0.000	4	2	60.426	60.705	0.140	199.07	7.00
167	60.231	284	64.3	0.000	8	2	60.087	60.375	0.140	202.88	7.00
168	59.862	337	29.6	0.000	6	2	59.823	59.901	0.140	201.68	7.00

169	59.612	336	31.5	0.000	4	2	59.594	59.655	0.140	205.99	7.00
170	59.546	339	28.4	0.000	5	2	59.508	59.584	0.140	204.02	7.00
171	59.350	344	38.8	0.000	6	2	59.294	59.406	0.140	204.28	7.00
172	59.119	342	36.9	0.000	5	2	59.067	59.171	0.140	211.58	7.00
173	58.951	356	25.5	0.000	5	2	58.918	58.984	0.140	207.00	7.00
174	58.635	342	30.1	0.000	6	2	58.595	58.675	0.140	208.00	7.20
175	58.580	343	20.2	0.000	5	2	58.554	58.606	0.140	207.10	7.70
176	58.552	340	24.8	0.000	4	2	58.520	58.584	0.140	205.40	7.13
177	58.313	336	42.0	0.000	6	2	58.250	58.376	0.140	205.66	7.00
178	58.179	328	42.3	0.000	6	2	58.116	58.242	0.140	206.98	7.00
179	58.077	325	42.0	0.000	6	2	58.014	58.140	0.140	207.49	7.00
180	58.034	328	47.3	0.000	6	2	57.959	58.109	0.140	205.00	7.00
181	57.820	332	49.0	0.000	6	2	57.740	57.900	0.140	208.00	7.00
182	57.745	340	39.5	0.000	4	2	57.688	57.802	0.140	209.05	7.00
183	57.564	334	36.0	0.000	5	2	57.514	57.614	0.140	208.63	7.00
184	57.458	333	27.6	0.000	5	2	57.422	57.494	0.140	207.00	7.00
185	57.402	321	23.3	0.000	5	2	57.372	57.432	0.140	207.00	7.00
186	57.302	312	21.3	0.000	4	2	57.275	57.329	0.140	209.36	7.00
187	57.164	331	38.6	0.000	5	2	57.109	57.219	0.140	207.75	7.00
188	57.102	336	36.7	0.000	6	2	57.050	57.154	0.140	206.13	7.00
189	56.954	334	42.4	0.000	7	2	56.891	57.017	0.140	206.64	7.00
190	56.893	337	41.4	0.000	6	2	56.832	56.954	0.140	209.87	7.00
191	56.819	335	46.8	0.000	6	2	56.745	56.893	0.140	206.47	7.00
192	56.609	333	46.2	0.000	6	2	56.537	56.681	0.140	207.73	7.73
193	56.469	332	49.4	0.000	6	2	56.388	56.550	0.140	207.94	7.00
194	56.428	334	47.5	0.000	6	2	56.352	56.504	0.140	208.02	7.00
195	56.279	342	34.2	0.000	6	2	56.232	56.326	0.140	208.33	7.00
196	56.115	346	39.9	0.000	6	2	56.057	56.173	0.140	207.83	8.00
197	55.950	352	37.2	0.000	6	2	55.897	56.003	0.140	209.90	7.00
198	55.706	337	44.4	0.000	6	2	55.638	55.774	0.140	208.85	7.00
199	55.526	342	34.3	0.000	6	2	55.479	55.573	0.140	209.23	7.00
200	55.418	337	29.0	0.000	5	2	55.379	55.457	0.140	209.00	7.00
201	55.345	348	37.7	0.000	4	2	55.291	55.399	0.140	208.00	7.00
202	55.250	336	41.2	0.000	5	2	55.189	55.311	0.140	211.60	7.00
203	55.127	338	26.5	0.000	4	2	55.092	55.162	0.140	210.37	7.00
204	55.007	328	19.8	0.000	5	2	54.982	55.032	0.140	210.45	7.00
205	54.908	334	35.5	0.000	5	2	54.858	54.958	0.140	209.24	7.00
206	54.764	335	39.6	0.000	5	2	54.707	54.821	0.140	214.62	7.00
207	54.660	339	47.1	0.000	6	2	54.585	54.735	0.140	215.30	7.00
208	54.550	331	40.1	0.000	5	2	54.491	54.609	0.140	216.72	7.00
209	54.461	335	37.9	0.000	5	2	54.407	54.515	0.140	217.70	7.00
210	54.158	4	20.3	0.000	3	2	54.132	54.184	0.140	215.00	8.00
211	53.964	334	15.9	0.000	4	2	53.944	53.984	0.140	215.00	7.37
212	53.679	358	16.0	0.000	4	2	53.659	53.699	0.140	213.00	8.00
213	53.473	339	42.5	0.000	4	2	53.409	53.537	0.140	217.00	8.00
214	53.087	334	41.2	0.000	5	2	53.026	53.148	0.140	220.00	7.00
215	52.749	338	21.8	0.000	5	2	52.721	52.777	0.140	223.00	7.00
216	52.710	343	19.1	0.000	4	2	52.686	52.734	0.140	221.57	7.00
217	52.618	349	18.1	0.000	4	2	52.595	52.641	0.140	218.09	7.00
218	52.478	358	15.0	0.000	3	2	52.459	52.497	0.140	220.95	7.00
219	52.422	353	13.0	0.000	4	2	52.406	52.438	0.140	219.00	7.00
220	52.117	342	35.8	0.000	7	2	52.067	52.167	0.140	213.12	8.00
221	51.971	348	47.5	0.000	6	2	51.895	52.047	0.140	218.47	7.00
222	51.759	329	58.4	0.000	6	2	51.646	51.872	0.140	215.27	7.73
223	51.395	337	30.1	0.000	6	2	51.355	51.435	0.140	220.99	7.00
224	51.206	339	25.5	0.000	4	2	51.173	51.239	0.140	217.80	7.00
225	51.203	330	30.8	0.000	7	2	51.162	51.244	0.140	217.85	7.00
226	50.892	322	71.5	0.000	5	2	50.685	51.099	0.140	213.16	7.92
227	50.743	326	55.3	0.000	4	2	50.643	50.843	0.140	214.95	8.00
228	50.555	139	35.9	0.000	3	2	50.505	50.605	0.140	215.61	8.00
229	50.459	142	44.0	0.000	3	2	50.392	50.526	0.140	216.00	8.00
230	50.200	338	40.9	0.000	4	2	50.140	50.260	0.140	216.00	7.09
231	49.438	335	77.2	0.000	4	2	49.132	49.744	0.140	224.56	7.00
232	47.619	345	28.1	0.000	4	2	47.582	47.656	0.140	223.60	7.00
233	47.235	136	68.2	0.000	4	2	47.061	47.409	0.140	224.57	7.00
234	45.967	329	49.3	0.000	4	2	45.886	46.048	0.140	231.16	7.00
235	45.231	329	50.6	0.000	5	2	45.146	45.316	0.140	225.57	7.00
236	44.899	333	41.2	0.000	6	2	44.838	44.960	0.140	229.00	7.00
237	44.242	147	65.3	0.000	4	2	44.091	44.393	0.140	229.08	7.00
238	44.023	308	74.9	0.000	7	2	43.766	44.280	0.140	231.90	7.00
239	42.866	341	44.9	0.000	5	2	42.797	42.935	0.140	239.00	7.00
240	42.442	330	56.5	0.000	6	2	42.337	42.547	0.140	236.00	7.00
241	42.311	136	25.2	0.000	5	2	42.278	42.344	0.140	231.00	7.00
242	41.940	336	29.0	0.000	5	2	41.901	41.979	0.140	231.60	7.00
243	41.821	114	17.1	0.000	4	2	41.800	41.842	0.140	230.49	7.00
244	40.908	325	31.4	0.000	5	2	40.866	40.950	0.140	240.50	6.00
245	38.065	335	40.5	0.000	4	2	38.006	38.124	0.140	240.39	6.61
246	37.966	331	57.4	0.000	6	2	37.857	38.075	0.140	239.19	6.60
247	37.829	328	54.4	0.000	6	2	37.732	37.926	0.140	240.35	6.00
248	37.693	137	38.2	0.000	5	2	37.638	37.748	0.140	245.00	6.00
249	37.606	124	44.7	0.000	5	2	37.537	37.675	0.140	243.41	6.00
250	36.930	335	58.6	0.000	6	2	36.816	37.044	0.140	242.00	6.00
251	36.257	160	60.4	0.000	6	2	36.134	36.380	0.140	239.33	6.00
252	35.180	336	58.4	0.000	7	2	35.067	35.293	0.140	235.00	6.00
253	35.113	336	56.7	0.000	6	2	35.007	35.219	0.140	236.28	6.00
254	34.090	135	37.8	0.000	5	2	34.036	34.144	0.140	235.56	6.00
255	33.922	138	25.3	0.000	6	2	33.889	33.955	0.140	237.35	6.00
256	33.291	318	56.2	0.000	5	2	33.187	33.395	0.140	250.84	5.00
257	32.996	327	48.0	0.000	5	2	32.919	33.073	0.140	245.01	5.99
258	32.380	352	29.0	0.000	5	2	32.341	32.419	0.140	244.69	5.00

259	31.564	350	21.5	0.000	3	2	31.537	31.591	0.140	246.52	5.00
260	29.725	331	59.8	0.000	6	2	29.605	29.845	0.140	244.00	5.00
261	29.556	96	85.2	0.000	3	2	29.476	30.390	0.140	249.80	5.00
262	29.525	348	33.9	0.000	5	2	29.478	29.572	0.140	248.77	5.00
263	29.398	347	47.8	0.000	5	2	29.321	29.475	0.140	247.91	5.00
264	29.358	344	28.4	0.000	5	2	29.320	29.396	0.140	247.25	5.00
265	29.056	351	33.1	0.000	5	2	29.011	29.101	0.140	239.60	5.00
266	28.845	340	47.9	0.000	5	2	28.768	28.922	0.140	240.02	5.00
267	28.541	316	59.1	0.000	6	2	28.424	28.658	0.140	251.91	5.00
268	28.274	350	49.5	0.000	6	2	28.192	28.356	0.140	246.43	6.00
269	27.856	334	64.7	0.000	7	2	27.708	28.004	0.140	246.62	5.00
270	26.701	63	11.5	0.000	4	2	26.687	26.715	0.140	245.79	5.00
271	26.485	58	14.1	0.000	4	2	26.467	26.503	0.140	246.43	4.79
272	26.371	50	17.2	0.000	4	2	26.349	26.393	0.140	250.04	4.00
273	26.340	42	20.1	0.000	4	2	26.314	26.366	0.140	249.00	4.00
274	26.034	68	20.0	0.000	5	2	26.009	26.059	0.140	248.55	4.00
275	25.825	87	21.9	0.000	4	2	25.797	25.853	0.140	252.59	4.00
276	25.175	133	43.3	0.000	5	2	25.109	25.241	0.140	234.83	4.00
277	25.163	340	39.7	0.000	6	2	25.105	25.221	0.140	235.31	4.00
278	23.291	152	36.0	0.000	5	2	23.240	23.342	0.140	245.90	3.00
279	22.893	2	16.7	0.000	4	2	22.872	22.914	0.140	241.08	4.00
280	22.568	64	83.0	0.000	5	2	21.999	23.137	0.140	239.46	3.45
281	21.446	338	58.4	0.000	7	2	21.332	21.560	0.140	229.04	4.00
282	21.412	341	61.1	0.000	7	2	21.286	21.538	0.140	230.32	4.00
283	21.268	327	50.3	0.000	6	2	21.184	21.352	0.140	235.35	4.00
284	21.184	334	41.3	0.000	5	2	21.123	21.245	0.140	241.90	4.00
285	20.949	326	64.4	0.000	8	2	20.803	21.095	0.140	244.34	3.00
286	20.465	348	30.8	0.000	6	2	20.423	20.507	0.140	256.90	1.62
287	19.858	2	19.7	0.000	4	2	19.833	19.883	0.140	239.52	3.00
288	19.560	345	42.6	0.000	6	2	19.496	19.624	0.140	254.71	4.00
289	19.171	139	57.8	0.000	4	2	19.060	19.282	0.140	253.49	4.00
290	18.742	269	53.9	0.000	5	2	18.646	18.838	0.140	244.00	3.00
291	18.322	123	64.6	0.000	6	2	18.175	18.469	0.140	237.59	2.00
292	17.658	113	28.8	0.000	5	2	17.620	17.696	0.140	223.75	2.75
293	17.643	118	28.2	0.000	4	2	17.606	17.680	0.140	224.38	3.00
294	16.689	97	36.0	0.000	6	2	16.638	16.740	0.140	214.86	3.00
295	16.671	105	36.7	0.000	5	2	16.619	16.723	0.140	214.50	3.00
296	16.613	87	31.3	0.000	5	2	16.570	16.656	0.140	218.61	3.00
297	16.394	57	42.5	0.000	6	2	16.330	16.458	0.140	225.90	3.00
298	15.148	143	33.6	0.000	6	2	15.102	15.194	0.140	236.55	2.00
299	13.652	261	70.2	0.000	6	2	13.458	13.846	0.140	215.76	2.00
300	12.969	162	11.6	0.000	7	2	12.955	12.983	0.140	222.48	3.00
301	11.335	153	30.2	0.000	6	2	11.294	11.376	0.140	192.71	2.00
302	9.996	255	41.4	0.000	7	2	9.934	10.058	0.140	247.02	1.00
303	9.230	160	30.6	0.000	4	2	9.189	9.271	0.140	186.29	1.68

RGLDIPv5.2 DIP DATA INTERPRETATION: FRACTURE ANALYSIS

borehole
zone from 9.000 to 169.000 m
13 Jun 2002

Data is classed into 1 types
5 OPTV_dips

Quality cut-off level: *

Mean well deviation: 10.2deg to N182.7

4 small-circles defined

	SEARCH AREA			MEAN DIP		n	f
	azim	pl	cone	strike	dip		
1	150.1	52.7	33.2	242	37	217	1.44
2	312.9	64.0	30.9	38	29	32	0.29
3	263.2	17.2	25.5	355	68	14	0.30
4	140.9	2.6	20.5	232	77	10	0.12

Total number of data = 273
Number of data unaccounted for = 30

ZONE No.	DEVIATION Dev	AZIM Azim	DEPTHS m		No. DATA	MEAN DIPS and FREQUENCIES															
			TOP	BASE		Str	Dip	n	f	Str	Dip	n	f	Str	Dip	n	f	Str	Dip	n	f
1	2.3	228.1	9.23	19.24	15	0	0	0	0.00	33	27	9	1.01	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
2	3.9	243.9	19.24	30.17	29	249	44	19	2.42	12	19	7	0.67	350	84	2	1.07	0	0	0	0.00
3	6.4	235.5	30.17	49.87	29	243	45	18	1.28	41	31	6	0.35	0	0	0	0.00	232	76	2	0.43
4	7.2	211.3	49.87	60.96	65	247	34	60	6.29	51	40	2	0.25	0	0	0	0.00	232	71	1	0.25
5	7.5	201.7	60.96	70.19	31	250	31	20	2.41	47	42	5	0.77	0	0	0	0.00	232	75	2	0.68
6	9.5	195.7	70.19	89.90	13	236	40	9	0.55	19	42	1	0.07	0	0	0	0.00	222	86	1	0.35
7	12.2	181.3	89.90	109.60	38	230	41	31	1.86	0	0	0	0.00	3	65	1	0.13	228	78	2	0.29
8	13.7	174.6	109.60	113.91	2	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	241	78	2	1.14
9	14.3	173.1	113.91	128.69	36	241	28	27	1.90	0	0	0	0.00	346	63	6	0.86	0	0	0	0.00
10	15.6	167.5	128.69	141.01	9	233	41	7	0.64	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00
11	17.7	164.9	141.01	147.16	6	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	6	67	4	2.44	0	0	0	0.00
12	19.2	164.4	147.16	159.48	21	244	41	19	1.66	48	30	1	0.12	8	76	1	0.76	0	0	0	0.00
13	20.4	165.0	159.48	168.12	9	234	35	7	0.85	115	22	1	0.15	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00

Borehole: Bodø_
 Depth range: 1.400 - 169.346m

Depth	Deviation components				
	North	East	Down	Devaz	Dev
2.046	-0.005	0.004	0.650	287.00	2.00
3.046	-0.002	-0.015	1.649	245.00	2.00
4.046	-0.002	-0.039	2.648	223.00	3.00
5.046	-0.007	-0.033	3.647	25.00	2.00
6.046	-0.009	-0.034	4.647	9.00	2.00
7.046	-0.029	-0.044	5.646	285.00	2.00
8.046	-0.031	-0.026	6.646	165.00	1.00
9.046	-0.033	-0.023	7.645	58.00	1.00
10.046	-0.056	-0.033	8.645	252.00	1.00
11.046	-0.087	-0.054	9.644	203.00	2.00
12.046	-0.123	-0.066	10.643	230.00	2.00
13.046	-0.150	-0.091	11.643	230.00	3.00
14.046	-0.176	-0.116	12.642	235.00	2.00
15.046	-0.196	-0.153	13.641	242.00	2.00
16.046	-0.216	-0.192	14.640	242.00	3.00
17.046	-0.252	-0.229	15.639	242.00	3.00
18.046	-0.277	-0.266	16.638	237.00	2.00
19.046	-0.301	-0.312	17.636	250.00	4.00
20.046	-0.321	-0.365	18.634	257.00	2.00
21.046	-0.336	-0.402	19.634	252.00	3.00
22.046	-0.373	-0.453	20.632	243.00	3.00
23.046	-0.402	-0.513	21.629	240.00	3.00
24.046	-0.424	-0.565	22.628	248.00	4.00
25.046	-0.464	-0.624	23.625	233.00	4.00
26.046	-0.497	-0.685	24.623	249.00	4.00
27.046	-0.526	-0.756	25.620	245.00	4.00
28.046	-0.552	-0.826	26.617	247.00	5.00
29.046	-0.590	-0.906	27.613	240.00	5.00
30.046	-0.629	-0.984	28.609	241.00	5.00
31.046	-0.658	-1.069	29.605	249.00	6.00
32.046	-0.695	-1.155	30.600	244.00	6.00
33.046	-0.732	-1.238	31.596	246.00	5.00
34.046	-0.771	-1.318	32.592	232.00	6.00
35.046	-0.826	-1.409	33.587	238.00	6.00
36.046	-0.874	-1.501	34.581	246.00	5.00
37.046	-0.925	-1.592	35.576	240.00	6.00
38.046	-0.979	-1.685	36.570	240.00	7.00
39.046	-1.035	-1.784	37.563	240.00	7.00
40.046	-1.095	-1.883	38.557	241.00	6.00
41.046	-1.149	-1.986	39.550	241.00	6.00
42.046	-1.223	-2.083	40.542	230.00	7.00
43.046	-1.293	-2.183	41.535	233.00	7.00
44.046	-1.371	-2.278	42.527	231.00	7.00
45.046	-1.452	-2.370	43.519	229.00	7.00
46.046	-1.531	-2.461	44.512	230.00	7.00
47.046	-1.616	-2.558	45.504	227.00	7.00
48.046	-1.707	-2.639	46.496	218.00	7.00
49.046	-1.794	-2.724	47.489	218.00	7.00
50.046	-1.890	-2.806	48.481	221.00	8.00
51.046	-1.997	-2.883	49.472	221.00	7.00
52.046	-2.094	-2.961	50.464	217.00	7.00
53.046	-2.189	-3.039	51.457	220.00	7.00
54.046	-2.295	-3.117	52.448	215.00	8.00
55.046	-2.400	-3.188	53.440	212.00	7.00
56.046	-2.507	-3.249	54.432	208.00	7.00
57.046	-2.618	-3.307	55.424	206.00	7.00
58.046	-2.726	-3.364	56.417	205.00	7.00
59.046	-2.837	-3.418	57.409	210.00	7.00
60.046	-2.947	-3.470	58.401	204.00	7.00
61.046	-3.063	-3.514	59.394	205.00	7.00
62.046	-3.175	-3.560	60.386	204.00	7.00
63.046	-3.299	-3.609	61.377	201.00	8.00
64.046	-3.413	-3.657	62.370	208.00	8.00
65.046	-3.538	-3.720	63.360	209.00	8.00
66.046	-3.660	-3.773	64.351	198.00	7.00
67.046	-3.781	-3.816	65.343	199.00	8.00
68.046	-3.908	-3.856	66.334	196.00	7.00
69.046	-4.030	-3.904	67.325	198.00	8.00
70.046	-4.161	-3.951	68.315	198.00	8.00
71.046	-4.292	-3.991	69.306	202.00	7.00
72.046	-4.414	-4.033	70.297	198.00	8.00
73.046	-4.553	-4.072	71.287	200.00	8.00
74.046	-4.696	-4.109	72.276	195.00	9.00
75.046	-4.839	-4.163	73.264	198.00	9.00
76.046	-4.987	-4.211	74.252	199.00	9.00
77.046	-5.131	-4.266	75.240	201.00	9.00
78.046	-5.289	-4.312	76.226	202.00	9.00
79.046	-5.434	-4.367	77.214	197.00	10.00
80.046	-5.593	-4.407	78.200	193.00	9.00
81.046	-5.758	-4.456	79.185	200.00	10.00
82.046	-5.925	-4.511	80.170	198.00	11.00
83.046	-6.089	-4.568	81.155	198.00	10.00
84.046	-6.261	-4.609	82.139	190.00	10.00
85.046	-6.434	-4.641	83.123	193.00	11.00
86.046	-6.613	-4.694	84.105	193.00	11.00

87.046	-6.790	-4.733	85.089	190.00	10.00
88.046	-6.961	-4.770	86.073	190.00	10.00
89.046	-7.146	-4.807	87.055	191.00	10.00
90.046	-7.329	-4.840	88.038	193.00	10.00
91.046	-7.508	-4.869	89.021	186.00	11.00
92.046	-7.696	-4.895	90.003	183.00	11.00
93.046	-7.889	-4.920	90.984	188.00	11.00
94.046	-8.088	-4.946	91.963	186.00	12.00
95.046	-8.293	-4.974	92.942	189.00	12.00
96.046	-8.500	-4.993	93.920	182.00	12.00
97.046	-8.698	-5.005	94.900	182.00	12.00
98.046	-8.909	-5.010	95.877	182.00	12.00
99.046	-9.108	-5.014	96.857	182.00	12.00
100.046	-9.315	-5.021	97.836	179.00	12.00
101.046	-9.527	-5.021	98.813	174.00	13.00
102.046	-9.749	-5.009	99.788	179.00	13.00
103.046	-9.967	-5.008	100.764	180.00	13.00
104.046	-10.191	-5.001	101.738	178.00	13.00
105.046	-10.406	-4.990	102.715	178.00	12.00
106.046	-10.628	-4.976	103.690	176.00	13.00
107.046	-10.854	-4.966	104.664	178.00	13.00
108.046	-11.090	-4.951	105.635	178.00	13.00
109.046	-11.326	-4.941	106.607	176.00	13.00
110.046	-11.555	-4.919	107.580	174.00	14.00
111.046	-11.790	-4.895	108.552	173.00	14.00
112.046	-12.026	-4.873	109.523	177.00	14.00
113.046	-12.263	-4.853	110.494	174.00	13.00
114.046	-12.501	-4.831	111.465	176.00	14.00
115.046	-12.740	-4.810	112.436	174.00	14.00
116.046	-12.980	-4.790	113.407	175.00	14.00
117.046	-13.216	-4.765	114.378	175.00	14.00
118.046	-13.465	-4.739	115.346	174.00	14.00
119.046	-13.707	-4.710	116.316	176.00	14.00
120.046	-13.953	-4.682	117.285	174.00	14.00
121.046	-14.194	-4.660	118.255	175.00	14.00
122.046	-14.438	-4.627	119.224	172.00	14.00
123.046	-14.686	-4.599	120.193	173.00	14.00
124.046	-14.939	-4.561	121.159	170.00	15.00
125.046	-15.192	-4.525	122.126	172.00	14.00
126.046	-15.441	-4.488	123.094	172.00	14.00
127.046	-15.688	-4.450	124.062	170.00	14.00
128.046	-15.933	-4.418	125.031	171.00	14.00
129.046	-16.179	-4.376	125.999	171.00	15.00
130.046	-16.425	-4.337	126.968	171.00	15.00
131.046	-16.680	-4.290	127.933	170.00	15.00
132.046	-16.934	-4.237	128.899	167.00	15.00
133.046	-17.186	-4.178	129.865	167.00	15.00
134.046	-17.448	-4.128	130.829	167.00	15.00
135.046	-17.707	-4.071	131.793	169.00	16.00
136.046	-17.972	-4.008	132.755	167.00	16.00
137.046	-18.238	-3.943	133.717	165.00	15.00
138.046	-18.501	-3.867	134.678	165.00	16.00
139.046	-18.776	-3.799	135.638	166.00	17.00
140.046	-19.052	-3.733	136.597	168.00	17.00
141.046	-19.337	-3.669	137.553	166.00	17.00
142.046	-19.627	-3.600	138.507	164.00	17.00
143.046	-19.921	-3.516	139.459	164.00	18.00
144.046	-20.207	-3.436	140.414	165.00	17.00
145.046	-20.506	-3.354	141.365	167.00	19.00
146.046	-20.806	-3.269	142.315	165.00	17.00
147.046	-21.093	-3.194	143.270	167.00	18.00
148.046	-21.395	-3.117	144.220	165.00	18.00
149.046	-21.706	-3.037	145.167	167.00	19.00
150.046	-22.014	-2.948	146.114	162.00	19.00
151.046	-22.326	-2.855	147.060	162.00	19.00
152.046	-22.637	-2.761	148.005	165.00	19.00
153.046	-22.950	-2.670	148.951	163.00	19.00
154.046	-23.267	-2.586	149.895	165.00	19.00
155.046	-23.590	-2.499	150.838	163.00	20.00
156.046	-23.915	-2.402	151.778	163.00	19.00
157.046	-24.237	-2.306	152.720	163.00	19.00
158.046	-24.558	-2.219	153.663	164.00	20.00
159.046	-24.892	-2.133	154.601	166.00	21.00
160.046	-25.224	-2.039	155.540	165.00	20.00
161.046	-25.557	-1.959	156.480	165.00	20.00
162.046	-25.887	-1.865	157.419	164.00	21.00
163.046	-26.222	-1.771	158.356	165.00	20.00
164.046	-26.560	-1.683	159.293	164.00	21.00
165.046	-26.893	-1.588	160.231	165.00	20.00
166.046	-27.224	-1.497	161.170	165.00	21.00
167.046	-27.570	-1.402	162.104	167.00	21.00
168.046	-27.916	-1.319	163.039	166.00	21.00
169.046	-28.259	-1.228	163.973	165.00	21.00

Fra: Skarphagen Helge
Sendt: 18. desember 2001 11:36
Til: 'Bjørnar Strømsnes (E-post)'
Emne: simulering av borhullsenergilager
Bjørnar Strømsnes

Hei, sender deg en første simulering av BBL prosjektet. Du åpner med Notebook. Som du ser er simuleringen utført uten lading. Du må derfor sende meg tall for hva du planlegger å kunne tilføre med ute-luftbatteriet. Etter at du har spesifisert det, kan vi benytte temperaturdataene fra en "mellomsimulering" som har fått med noe lading. Da får vi ut væsketemperaturer som du igjen kan benytte som grunnlag for ladeytelsene vi får ut med det aktuelle batteriet du tenker å benytte.

Som du ser faller temperaturen alt for mye slik som det er. Jeg har benyttet en borhullskonfigurasjon med 20 m mellom brønnene og i 3 rekker med 4 brønner i hver. Den midterste rekken er loddrett, de i ytterrekkene er skrådd ut for å få tilstrekkelig avstand. Når du kommer med bedre tall for energiuttak og lading per mnd kan jeg prøve ut forskjellige avstander. Ta derfor å skritte opp arealet vi har til rådighet.

Vennlig hilsen
Helge S.

EED Version 2.0 (October 15, 2000), license for HELGE SKARPHAGEN, NGU
P. Eskilson, G. Hellstrom, J. Claesson, T. Blomberg, B. Sanner
Input file: C:\Program Files\BLOCON\EED\bodo.dat
This output file: BODO.OUT Date: 18.12.2001 Time: 10:57:12

MEMORY NOTES FOR PROJECT

-Grunnvarme Bodø - BBL Theorells Bjørnar Strømsnes
-900 000 kWh -80% = 720 000 kWh
-720 - 30% fra lufta = 504 000 kWh skal VP levere
-ingen lading fra sommerluft

D E S I G N D A T A
=====

GROUND

Ground thermal conductivity	2.500 W/m,K
Ground heat capacity	2200000 J/m ³ ,K
Ground surface temperature	4.00 °C
Geothermal heat flux	0.0400 W/m ²

BOREHOLE

Configuration:	12 : 3 x 4, rectangle
- g-function No.	249
Borehole depth	225.00 m
Borehole spacing	20.00 m
Borehole installation	SINGLE-U
Borehole diameter	0.140 m
U-pipe diameter	0.040 m
U-pipe thickness	0.0037 m
U-pipe thermal conductivity	0.420 W/m,K
U-pipe shank spacing	0.0500 m
Filling thermal conductivity	2.200 W/m,K
Contact resistance pipe/filling	0.0000 K/(W/m)

THERMAL RESISTANCES

Borehole thermal resistances are calculated.

Number of multipoles 1

Internal heat transfer between upward and downward channel(s) is considered.

HEAT CARRIER FLUID

Thermal conductivity	0.440 W/m,K
Specific heat capacity	4250 J/kg,K
Density	960 kg/m ³
Viscosity	0.007600 kg/m,s
Freezing point	-15.0 °C
Flow rate per borehole	0.001000 m ³ /s

BASE LOAD

Annual heating load	504.00 MWh
Annual cooling load	0.00 MWh

Seasonal performance factor (heating)	3.00
Seasonal performance factor (cooling)	1.00

Monthly energy profile

Month	Heat load	Cool load	(MWh)
JAN	0.1550	0.0000	
FEB	0.1480	0.0000	
MAR	0.1250	0.0000	
APR	0.0990	0.0000	
MAY	0.0640	0.0650	
JUN	0.0400	0.1500	
JUL	0.0400	0.1200	
AUG	0.0400	0.0800	
SEP	0.0610	0.0200	
OCT	0.0870	0.0000	
NOV	0.1170	0.0000	
DEC	0.1440	0.0000	

Total	1.1200	0.4350	

PEAK LOAD

Monthly peak powers (kW)

Month	Peak heat	Duration	Peak cool	Duration
JAN	0.00	0.0	0.00	0.0
FEB	0.00	0.0	0.00	0.0
MAR	0.00	0.0	0.00	0.0
APR	0.00	0.0	0.00	0.0
MAY	0.00	0.0	0.00	0.0
JUN	0.00	0.0	0.00	0.0
JUL	0.00	0.0	0.00	0.0
AUG	0.00	0.0	0.00	0.0
SEP	0.00	0.0	0.00	0.0
OCT	0.00	0.0	0.00	0.0
NOV	0.00	0.0	0.00	0.0
DEC	0.00	0.0	0.00	0.0

Number of simulation years 25
First month of operation SEP

PEAK HEAT LOAD: MEAN FLUID TEMPERATURES (at end of month)

Month	Year 1	Year 2	Year 5	Year 10	Year 25
JAN	5.80	-4.06	-5.67	-7.29	-10.08
FEB	5.80	-3.91	-5.47	-7.09	-9.87
MAR	5.80	-2.76	-4.29	-5.88	-8.66
APR	5.80	-1.34	-2.82	-4.40	-7.16
MAY	5.80	0.68	-0.75	-2.32	-5.06
JUN	5.80	2.16	0.77	-0.77	-3.51
JUL	5.80	2.29	0.94	-0.58	-3.31
AUG	5.80	2.35	1.04	-0.47	-3.18
SEP	2.32	1.19	-0.10	-1.60	-4.29
OCT	0.60	-0.36	-1.63	-3.12	-5.80
NOV	-1.34	-2.21	-3.47	-4.95	-7.63
DEC	-3.15	-3.95	-5.21	-6.69	-9.36

PEAK HEAT LOAD: YEAR 25

Minimum mean fluid temperature -10.08 °C at end of JAN
Maximum mean fluid temperature -3.18 °C at end of AUG

PEAK COOL LOAD: MEAN FLUID TEMPERATURES (at end of month)

Month	Year 1	Year 2	Year 5	Year 10	Year 25
JAN	5.80	-4.06	-5.67	-7.29	-10.08
FEB	5.80	-3.91	-5.47	-7.09	-9.87
MAR	5.80	-2.76	-4.29	-5.88	-8.66
APR	5.80	-1.34	-2.82	-4.40	-7.16
MAY	5.80	0.68	-0.75	-2.32	-5.06
JUN	5.80	2.16	0.77	-0.77	-3.51
JUL	5.80	2.29	0.94	-0.58	-3.31
AUG	5.80	2.35	1.04	-0.47	-3.18
SEP	2.32	1.19	-0.10	-1.60	-4.29
OCT	0.60	-0.36	-1.63	-3.12	-5.80
NOV	-1.34	-2.21	-3.47	-4.95	-7.63
DEC	-3.15	-3.95	-5.21	-6.69	-9.36

PEAK COOL LOAD: YEAR 25

Minimum mean fluid temperature -10.08 °C at end of JAN
Maximum mean fluid temperature -3.18 °C at end of AUG

***** END OF FILE *****

Fra: Skarphagen Helge
Sendt: 21. desember 2001 10:42
Til: 'Bjørnar Strømsnes (E-post)'
Emne: bbl bedre resultater enn ventet

Hei fikk inn resultatet fra de første varmeledningsanalysene, de var vesentlig bedre enn jeg forventet. Nå ligger det an til at vi har en varmeledningsevne på 3.3 i stedet for 2.5 som jeg forventet ut fra selve bergarten. Vi har tatt ytterligere prøver fra bergarten og skal analysere disse også for å verifisere resultatene.

Ut fra de "gule" arealene ser det ut til at vi har god plass. For å begrense grøftegravingen hadde det vært fint om du viser hvor du har tenkt å plassere maskinrommet. Foretok en kjøpp simulering med 3.3 som varmeledningsevne. Det vil fortsatt være gunstig med sommerlading. Hva tror du om å plassere et stillegående luft/glykol batteri i kretsen. Du må vektlegge støy. Batteriet starter hver gang utelufta er noen grader varmere enn kollektorvæsken. Dette kommer som et supplement til det direkte fordampene batteriet.

Tidligere har jeg foreslått for K. Eriksen at han skulle finne frem til mer stillegående vifter enn det som leveres som standard på maskinene hans.

Hilsen
Helge S.

EED Version 2.0 (October 15, 2000), license for HELGE SKARPHAGEN, NGU
P. Eskilson, G. Hellstrom, J. Claesson, T. Blomberg, B. Sanner
Input file: C:\Program Files\BLOCON\EED\bodluft.dat
This output file: BODLUFT.OUT Date: 09.01.2002 Time: 11:05:49

MEMORY NOTES FOR PROJECT

- Grunnvarme Bodø - BBL Theorells Bjørnar Strømsnes
- lading fra sommerluft
- antar at 67% av energien kommer fra brønnene i vintermnd.
- For desember benyttes $100 \text{ MWh} * 0.67 = 67 \text{ Mwh}$ fra brønn

D E S I G N D A T A

=====

GROUND

Ground thermal conductivity	3.300 W/m,K
Ground heat capacity	2200000 J/m ³ ,K
Ground surface temperature	4.00 °C
Geothermal heat flux	0.0400 W/m ²

BOREHOLE

Configuration:	21 : 3 x 7, rectangle
- g-function No.	252
Borehole depth	159.37 m
Borehole spacing	10.00 m
Borehole installation	SINGLE-U
Borehole diameter	0.140 m
U-pipe diameter	0.040 m
U-pipe thickness	0.0023 m
U-pipe thermal conductivity	0.420 W/m,K
U-pipe shank spacing	0.0500 m
Filling thermal conductivity	2.200 W/m,K
Contact resistance pipe/filling	0.0000 K/(W/m)

THERMAL RESISTANCES

Borehole thermal resistances are calculated.

Number of multipoles 1

Internal heat transfer between upward and downward channel(s) is considered.

HEAT CARRIER FLUID

Thermal conductivity	0.440 W/m,K
Specific heat capacity	4250 J/kg,K
Density	960 kg/m ³
Viscosity	0.007600 kg/m,s
Freezing point	-15.0 °C
Flow rate per borehole	0.000600 m ³ /s

BASE LOAD

Seasonal performance factor (heating)	3.00
Seasonal performance factor (cooling)	1.00

Monthly energy values

Month	Heat load	Cool load	(MWh)
JAN	101.00	0.00	
FEB	99.00	0.00	
MAR	91.00	0.00	
APR	0.00	0.00	
MAY	0.00	0.00	
JUN	0.00	0.00	
JUL	0.00	0.00	
AUG	0.00	0.00	
SEP	0.00	0.00	
OCT	0.00	0.00	
NOV	91.00	0.00	
DEC	100.00	0.00	
	-----	-----	
Total	482.00	0.00	

PEAK LOAD

Monthly peak powers (kW)

Month	Peak heat	Duration	Peak cool	Duration
JAN	0.00	0.0	0.00	0.0
FEB	0.00	0.0	0.00	0.0
MAR	0.00	0.0	0.00	0.0
APR	0.00	0.0	0.00	0.0
MAY	0.00	0.0	0.00	0.0
JUN	0.00	0.0	0.00	0.0
JUL	0.00	0.0	0.00	0.0
AUG	0.00	0.0	0.00	0.0
SEP	0.00	0.0	0.00	0.0
OCT	0.00	0.0	0.00	0.0
NOV	0.00	0.0	0.00	0.0
DEC	0.00	0.0	0.00	0.0

Number of simulation years 2

First month of operation SEP

PEAK HEAT LOAD: MEAN FLUID TEMPERATURES (at end of month)

Month	Year 1	Year 2
JAN	4.97	-3.51
FEB	4.97	-3.69
MAR	4.97	-3.46
APR	4.97	3.08
MAY	4.97	3.33
JUN	4.97	3.52
JUL	4.97	3.57
AUG	4.97	3.71
SEP	4.97	3.79
OCT	4.97	3.86
NOV	-1.84	-2.90
DEC	-3.00	-4.00

PEAK HEAT LOAD: YEAR 2

Minimum mean fluid temperature -4.00 °C at end of DEC
 Maximum mean fluid temperature 3.86 °C at end of OCT

PEAK COOL LOAD: MEAN FLUID TEMPERATURES (at end of month)

Month	Year 1	Year 2
JAN	4.97	-3.51
FEB	4.97	-3.69
MAR	4.97	-3.46
APR	4.97	3.08
MAY	4.97	3.33
JUN	4.97	3.52
JUL	4.97	3.57
AUG	4.97	3.71
SEP	4.97	3.79
OCT	4.97	3.86
NOV	-1.84	-2.90
DEC	-3.00	-4.00

PEAK COOL LOAD: YEAR 2

Minimum mean fluid temperature -4.00 °C at end of DEC
 Maximum mean fluid temperature 3.86 °C at end of OCT

***** END OF FILE *****

Fra: Skarphagen Helge
Sendt: 9. januar 2002 11:51
Til: 'Bjørnar Strømsnes (E-post)'
Emne: BBL brønner /luft

Hvis jeg forstår prosesskjemaet riktig er det frostvæske i luftaggregatet, hva er det kaldeste vi kan risikere å få i Bodø. Frostsikring! -30C?

Dataprogrammet mitt har bare inngangsverdi på -15 på spritblanding. Høyere spritinnhold gir dårligere virkning. Verdien som er benyttet for varmeledningsevnen rundt kollektoren nede i brønnen er is. I lademodus vil dette være vann. Vann leder varme dårligere enn is. Med de lave lufttemperaturene vi lader med vil vi heller ikke oppnå særlig konveksjonsstrømning rundt slangene. (dette er påvist å opptre "mini konveksjonsstrømmer" - mellom brønnvegg og kollektor ved kraftigere tempdifferanser.)

Vi bør ha et fleksibelt flowretning/ventilsystem, slik at ladingen optimaliseres.

Når VP kjøres med uteluft og når temperaturen ut fra VP er kaldere enn temp. nede i brønnen kjører vi utenom brønnene.

når VP stopper og utelufta er varmere enn brønnene lades brønnene.

Med "billig" sommerstrøm kan det lønne seg å kjøre fra utelufta varme ned i brønnene, for så inn i VP, selv om dette ikke gir det billigste varmtvannet i øyeblikket.

Problemet er at temperaturen i grunnen er såvidt lav i utgangspunktet, så det er essensielt å opprettholde denne høyest mulig. Problemet er at med en "billig" enkelt U-kollektor får vi et par graders varmevekslingstap. Det er derfor nødvendig å få tilstrekkelig høy delta t på ladingen.

Med rimføler på utluftaggregatet kan man kjøre fra VP til luftaggregatet, ta opp den den varmen vi kan, for så gå ned i brønnene og inn i VP.

Det er vel fordelaktig å benytte noe mer sirkulert væskemengde enn det som strengt tatt er nødvendig for VP og brønnsystemet isolert sett. Hvor mye væske er det du trenger for luftaggregatet?

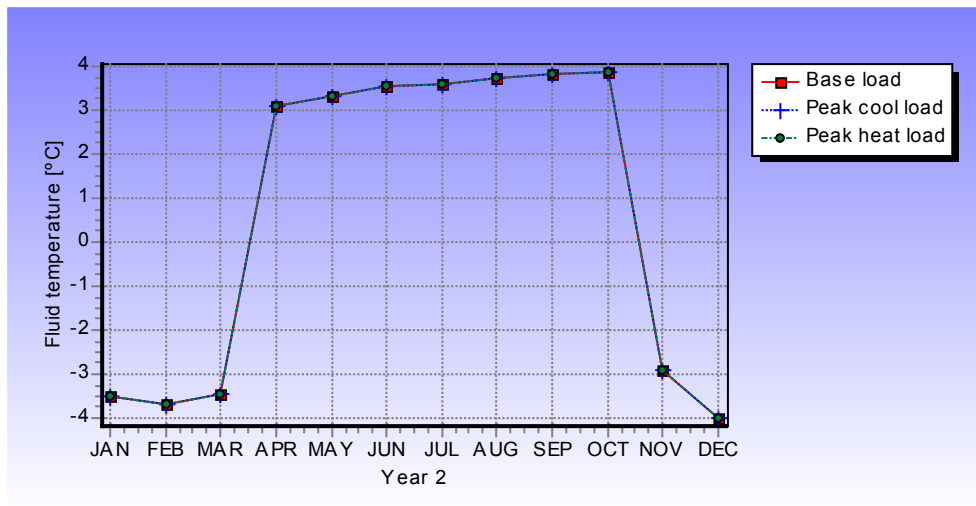
Du hadde så lav energiverdi for desember at jeg justerte denne opp til 100 MW

Jeg forsøkte først å benytte det nærmeste kvadratiske arealet med 20 brønner og 4x5 med 6.7 m avstand. Forlot dette da det medførte at brønnene ble 200 m dype og med såvidt liten avstand som 6,7 m ble faren for iboring av nabobrønnen for stor. Denne konfigurasjonen er også mer sårbar for en kombinasjon av en streng vinter med påfølgende dårlig sommer.

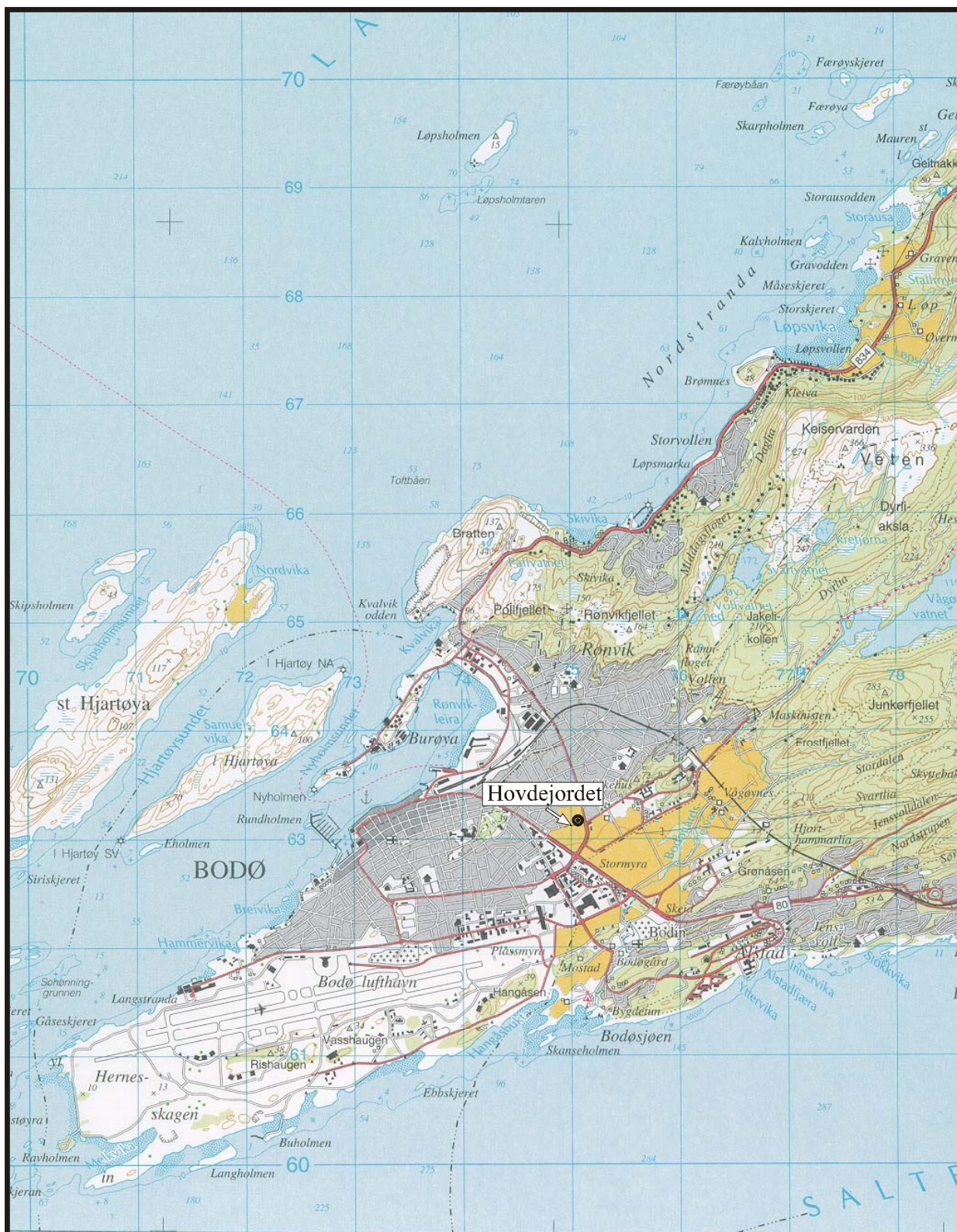
Jeg antar at det lengste rektangelet er ca 70 m langt og ca 15 m bredt. Da man bør holde seg noen m (3-4m) fra kjellerveggen pga. kondens og frostsprengning skrås den rekka bare litt under husrekka. brønnrekken i midten plasseres loddrett. Den ytre skrås litt mer slik at avstanden blir ca 10 m mellom brønnene. Verdien som er benyttet i beregningsprogrammet er 10 m. Du kan da koble tre og tre brønner i hver koblingskum. Antar dette blir den gunstigste løsningen. Husk å separere kalde og varme kollektorslanger, isoler grøfta. Merk og nummerer hver kollektorslange slik at dokumentasjonen blir varig. Lurt i tilfelle lekkasjesøk.

Simuleringen er bare for to år, da jeg ikke har ladedata fra deg. Det forutsettes derfor at ladingen er tilstrekkelig. I praksis få du ta med i beregningen at hvis temperaturen faller med årene må ladingen forsterkes. Det er et stadig tilbakevendende problem at driftspersonalet ikke forstår at sirkulasjonspumper og ladevifter må gå sommerstid. Lag plakat på strømbryteren.

Hører fra deg
Vennlig hilsen
Helge S.



Tempforløp uten lading. Du kan benytte verdiene fra dette inn i beregningsprogrammet for luftaggregatet.



OVERSIKTSKART

HOVDEJORDET, BODØ

BODØ KOMMUNE, NORDLAND

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:50 000

MÅLT HE

TEGN HE

TRAC

KFR

Des -01

Juni -02

TEGNING NR
2002.061-01

KARTBLAD NR
2029 IV