



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 249	Intern Journal nr 189/81	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering Fortrolig
Kommer fra ..arkiv Næringsdepartementet	Ekstern rapport nr Syd 1110/80	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:

Tittel

Geologisk undersøkelse, boring og hvithetsmålinger av kalkstein, Nærøy i Nord-Trøndelag.

Forfatter Nilsen, Kjell	Dato 30.10. 1980	Bedrift Sydvaranger A/S
----------------------------	---------------------	----------------------------

Kommune Nærøy	Fylke Nord-Trøndelag	Bergdistrikt Trondheimske	1: 50 000 kartblad 17241 17244	1: 250 000 kartblad
------------------	-------------------------	------------------------------	--------------------------------------	---------------------

Fagområde Boring Geologi	Dokument type	Forekomster
Råstofftype Industrimineral	Emneord Kalkstein	

Sammendrag

I den aktuelle delen av kalklaget ble det boret 9 borhull i 7 profiler nord for riksvei 769.

Mengden av hvit kalkstein mellom riksveien og det nordligste boringsprofilet er beregnet til ca. 5.5 mill. tonn. De dårligste sonen langs kontakten av kalken (hvithet lavere enn 88%) er ikke medregnet. 80% av tonnasjen er nord for Gurunesbekken i et steiltstående kalklag med gjennomsnittsmektighet 30 m i 650 m lengde.

Et systematisk utvalg av borkjerner ble nedknust og målt på hvithet ved Hylla Kalkverk.

Hvitheten av kalken kan tilfredsstille krav til brukbare fillerprodukter. Hvitheten kan økes ved om mulig å separere ut mørke mineraler (magnetkis, magnetitt, biotitt).

A/S Sydvaranger.

Prospekteringsavdeling.

Tlf: 538976 - 120518

INTERN RAPPORT.

Nordraaks vei 2.

1324

Lysaker, Norge.

DATO: 1980-30-10

RAPPORT NR: 1110

KARTBLAD 1724
I + IVAntall sider
— " — bilag

SAKSBEARBEIDER

Geolog Kjell Nilsen

RAPPORT VEDPØRENDE:

GEOLOGISK UNDERSØKELSE, BORING OG HVITHETS-
MÅLINGER AV KALKSTEIN, NÆRØY I NORD-TRØNDELAG.

RESYMÉ:

I den aktuelle delen av kalklaget ble det boret 9 borhull i 7 profiler nord for riksvei 769. Mengden av hvit kalkstein mellom riksveien og det nordligste boringsprofilet er beregnet til ca. 5,5 mill. tonn. De dårligste sonene langs kontakten av kalken (hvithet lavere enn 88 %) er ikke medregnet. 80 % av tonnasje er nord for Gurunesbekken i et steiltstående kalklag med gjennomsnittsmektighet 30 m i 650 m lengde. Et systematisk utvalg av borkjerner ble nedknust og målt på hvithet ved Hylla Kalkverk. Gjennomsnittlig hvithet i 5,5 mill. tonn kalkstein er beregnet til 91,8 % (i forhold til ren $MgO = 100\%$). Hvitheten av kalken kan tilfredsstillende krav til brukbare fillerprodukter. Hvitheten kan økes ved om mulig å separere ut mørke mineraler (magnetkis, magnetitt, biotitt,

FORDELING

OSLO:

KIRKENES:

ANDRE:

KOMMENTAR:

UNDERSØKELSE AV KALKSTEIN VED HESTVIKA, NÆRØY I NORD-TRØNDELAG
SOMMEREN 1980 VED KJELL S. NILSEN

1. INNLEDNING

Deler av kalksteinsonen er tidligere befart (8-9/11-79) og prøvetatt. 19 prøver ble målt på hvithet hvorav 14 i vei-skjæringen (riksvei 769) 500 m NØ Storhestvika. Analyse-resultatene viste at kalken har en kvalitet som kan tilfredsstille krav til fillerprodukter.

Undersøkelsene sommeren 1980 bestod av diamantboring i noen profiler av kalken, undersøkelser og analysering av borkjernene på hvithet ved Hylla kalkverk og geologisk kartlegging. Det ble tilsammen boret 9 borhull i 7 profiler nord for riksveien, ialt 1072 m.

Prøver av borkjernene med kalk, i alt 130, ble splittet ved borplassen, fraktet til Hylla hvor de ble knust ned til kornstørrelse på maksimum 0,5 mm og analysert på hvithet på Zeiss Elrepho reflektivitetsfotometer.

Den geologiske kartleggingen av kalksonen med omgivelser ble foretatt på et Ortofotokart (Fjellanger-Widerøe) som er forstørret til 1 : 5000 med ekvidistanse 10 m. Andre hjelpemidler benyttet i felt var klinometerkompass (400° inndeling), binkularlupe, hammer. Bredden av kalksonen ble målt med 50 m målebånd i profiler.

I en periode på ca. 4 uker etter ferien var Leif Storeide med som feltassistent. Resten av perioden ble han benyttet som borer.

2. GEOLOGISK OVERSIKT

Bergartene i området er en serie metamorfe suprakrustaler som består av båndete amfibolitter, kalksilikatgneiser og marmor. S. Kollung som har foretatt en omfattende regional kartlegging (Geologiske undersøkelser i sørlige Helgeland og nordlige Namdal, NGU nr. 254, 1967), mener at disse bergartene tilhører øvre kambrosilurske avdeling i bunngneisområdet, antatt ordoviciske suprakrustaler som er foldet sammen med underlaget.

I store trekk består området av en tilnærmet Ø-V gående synklinal hvis akseplan har moderat fall mot syd. Synklinalen er refoldet om en foldeakse med moderat fall mot syd.

Området har en karakteristisk stratigrafisk oppbygning hvor lagene er svært utholdende. Fra øverst til nederst har vi følgende inndeling:

Heterogene kalksilikatgneiser	ca. 200 m
Båndet amfibolitt, epidotrik	20 - 30 m
Hvit marmor	15 - 50 m
Kalksilikatgneis	5 - 15 m
Båndet amfibolitt	20 - 40 m
Kalksilikatgneis med marmor	10 - 30 m
og kvartsittbånd 1 - 5 m	
båndete amfibolitter	800 - 900 m
med soner av lyse gneiser	10 - 20 m

Ved Risvika ca. 2 km Ø for Storhestvika finnes glimmerskifere (tilsvarer undre kambrosilurske avdeling) og videre østover øyegneiser og granittiske gneiser (bunngneiser). Grensene mot disse bergartene er ikke kartlagt. På Stadsøya 2 km SV Storhestvika og sydsiden av Kvisten 2 km N er det også observert glimmerskifer.

Kalksilikatgneiser har størst utbredelse i sentrale deler av synklinalen N og NV Hestvika. De er forholdsvis massive, men med godt utviklet foliasjon og har ellers en markert skifrichet i biotittrike bånd (biotittskifer). Bergarten er grå-mørk grå av farge med brede grønnlige og lysere bånd. Den har en karakteristisk brun-rødbrun forvitningsfarge på grunn av kisinholdet (magnetkis, litt pyritt) opptil 10 - 15 %. Biotittinnholdet er vesentlig høyere enn i de båndete amfibolittene. Et lyst grønt kortprismatisk mineral, sannsynligvis pyroxen (diopsidisk) er vanlig, anrikt i grønnlige bånd. Plagioklasinnholdet er varierende, oftest ikke mer enn 15 - 25 %, anrikt lysere bånd. Kalkspat er vanlig forekommende og er ofte anrikt i lyse bånd. Noen nivåer inneholder massive marmorbånd opptil 3 - 4 m mektige i det nederste kalksilikatgneislaget. Kvarts opptrer i varierende mengde og er gjerne anrikt i lysere bånd. Det nederste kalksilikatgneislaget kan inneholde kvartsittbenker på opptil 4 - 5 m. Kvartsårer og ganger på opptil 1 - 2 dm bredde er meget vanlige.

Porfyroblaster av røde granater $\frac{1}{2}$ - 1 cm er utbredt i de mørkere båndene. Mørk amfibol (hornblende) og lys grønn amfibol kan opptre sporadisk.

Båndete amfibolitter (pyroxenamfibolitter) er de mest utbredte i området. Bergarten er mørk grå med lys grå til grønnlige bånd. Den har en karakteristisk mørk forvitningsfarge og har en forholdsvis massiv struktur. Mørk grågrønn amfibol (hornblende) 0,1 - 2 cm er anrikt i mørke bånd sammen med biotitt, røde granater, ilmenitt, magnetitt og titanitt. Plagioklas og lys grønn pyroxen er anrikt i lysere bånd sammen med epidot, litt kalkspat, glimmer og kvarts. Magnetkis er svært sjelden, pyritt kan forekomme på sprekker med kvarts og kalkspatårer. Det øverste amfibolittlaget har tallrike bånd av hovedsaklig epidot, 1 - 2 dm brede. Grensen mot kalksilikatgneisene er overgangsmessige.

I den nederste delen av amfibolittene opptrer flere soner av lyse gneiser, feltspatrike med kalkspat, kvarts, litt glimmer og lys grønn pyroxen/amfibol, relativt fattig på mørke mineraler. Kvartsfeltspatganger og migmatittiske årer blir vanligere i de nedre deler av amfibolittene med lyse gneiser.

Hvit marmor. Det aktuelle kalklaget er fulgt i opp i ca. 3,5 km lengde. Et tynnere kalkdrag på nordsiden av Skarvøya 3 km V Storhestvika tilhører sannsynligvis det samme kalklaget.

I skråningen ved Litlhestvika forsvinner kalklaget i sjøen mot en forkastning, og er vel 1 - 2 m mektig. Ved toppen av skråningen 300 m N Storhestvika er mektigheten 5 - 6 m. Det øker gradvis til 12 - 15 m ved et myrdrag 200 m V av veiskjæringen riksvei 769. Her dreier laget mot ØNØ. På grunn av overdekningen er ikke nordgrensen av kalken blottet, men kalken antas å være maksimum 15 - 25 m mektig. I bekkeskjæringen 40 m V veiskjæringen er kalken blottet i 25 m bredde (den nordlige kontakten er ikke blottet). I veiskjæringen er mektigheten minst 20 m. I NØ-retning er kalkens bredde målt med målebånd i profiler med 50 m mellomrom:

50 m	NØ	veiskjæring	22	m	bred
100 m	NØ	"	20	m	"
150 m	NØ	"	20 $\pm$ 2	m	"
200 m	NØ	"	ca 23	m	"

Kalken fortsetter langs østskråningen av myra i ca. 20 m bredde til 350 m NØ veiskjæringen hvor kalken dreier østover ved en skarp fold. Østgrensen mot myra er ikke blottet. Nord for myra er følgende profiler målt:

Profil	E	30 m	bred
"	A+B	35 m	"
"	C	32 m	"
"	D	30 m	"
"	D+50	34 m	"
"	D+100	30 m	"
"	I	32 m	"

På NØ-siden av dalen NØ Borhull I tynner kalken ut til 17 - 18 m mektighet. Kalken tynner gradvis ut videre vestover. Ved Buøysäterelva er mektigheten 12 - 13 m, og ved Aspvika hvor kalken forsvinner i sjøen, har den tynnet ut til 2 - 3 m mektighet.

3. BESKRIVELSE AV KALKEN

Kalken er generelt delt inn i 3 forskjellige kvaliteter i borhullbeskrivelsene og skissene over borprofilene.

- 1) Uren kalk. Innhold av andre mineraler enn kalkspat ca. 4 - 5 % eller mer. Hvithet lavere enn 88 % (ren MgO = 100 %). Markert med fiolett farge.
- 2) Grov-middelskorntet kalk. Andre mineraler enn kalkspat ca. 1 - 5 %. Hvithet 88 - 92 %. Markert med mørk blå farge.
- 3) Fin-middelskorntet kalksten. Andre mineraler enn kalkspat lavere enn 2 %. Hvithet høyere enn 92,0 %. Markert med lys blå farge.

Den finkornete kalken av best kvalitet er mest utbredt i sentrale deler av kalklaget. Den urene kalken er helst konsentrert mot grensen til sidebergartene på begge sider, men har oftest størst utstrekning på oversiden av laget (vestsiden, liggen). Grensen mellom kalklaget og sidebergartene er skarp. Urenhetene (andre mineraler enn kalkspat) er ofte konsentrert i bånd parrallell foliasjonen (= lagningen) av kalken. I den urene kalken (1) er båndene opptil 1 - 2 m brede eller mer. Generelt avtar slike bånd i hyppighet og bredde mot midten av kalklaget.

I den grovkornete kalken (2) er de urene båndene oftest 1 - 2 cm brede, og avstanden (målt normalt lagningen) mellom dem 0,2 - 1 m. I et par av borhullene (Dog G) inneholder kalken bånd av sidebergarten (kalksilikatgneis), men dette antas delvis å være tektonisk betinget (forkastninger eller folder).

Mineralogi av kalken.

De fleste mineralene er observert med binokularlupe i borkjerneprøvene. Hittil er det bare mikroskopert 3 vanlige tynnslip fra borhull C og B. Flere slip av borkjernene er under preparering. Flere av mineralene identifisert med lupe er usikre, men det er lite trolig at videre undersøkelser av mineralene vil gi vesentlige forandringer. Innhold av kalkspat ser ut til å ligge på 98 - 99 % i det meste av kalklaget (kvalitet 2 og 3), lavere enn 97 - 98 % i den urene kalken (kvalitet 1). Analyse av hovedelementer av 9 kalkstenprøver utført ved NGU 21.5.79 ga samlet innhold mellom 0,5 - 3 % av hovedelementene minus CaO.

Det er foreløpig ikke utført noen modalanalyser eller normberegninger til vurdering av mengdeforholdet mellom mineralene. Rekkefølgen av mineralene beskrevet nedenfor er vurdert etter avtagende konsentrasjon ifølge undersøkelsene av borkjernene.

Kalkspat. Den grovkornete kalken har krystaller på 1 - 2 cm, mens den finkornete kalken har korn på rundt 1 mm. Kalkspaten forekommer i hypidiomorfe - allotriomorfe korn (uregelmessige krystallbegrensinger) i et tilnærmet jevnkornet metamorf krystallaggregat. Tvillinger er meget godt utviklet. Noen tvillinglameller er bøyde og andre synes å være forårsaket av stresspåvirkning. Lameller med brunlig farge er sjeldne i slip. Inneslutningen av andre mineraler (titanitt, biotitt, talk, feltspat) er ikke uvanlige i den middels- grovkornete kalken. Kalkspaten er ellers helt hvit, mer sjelden transparent, sannsynligvis temmelig ren CaCO_3 . Noen soner i nærheten av slepper og sprekksoner, spesielt i den fin - middelskornete kalken, har en svak brunlig-gulbrun misfarge dannet av rust fra Fe-holdige kiser (magnetkis).

Talk. Et lyst grønt - grågrønt mineral med lav hardhet er relativt vanlig i den middelsgrove og urene kalken. Talk er ofte konsentrert i bånd parallell foliasjonen, mer sjelden langs sleppesoner. Korn på 2 - 3 mm kan forekomme som impregnasjon

i middelskornet kalk. I mikroskopet forekommer finkornet talk som inneslutninger eller langs korngrensene av kalkspat. Talk regnes å være dannet ved nedbrytning eller pseudomorfose av andre Mg-holdige mineraler (turmalin, pyroxen, amfibol). Innholdet av talk har relativt liten betydning for hvitheten av kalken.

Magnetkis ser ut til å være det aller vanligste opake mineralet. Det er utbredt over stort sett hele kalklaget, mest i den urene kalken og i urene bånd i middels- grovkornet kalk og opptrer ellers som impregnasjon i grov- middelskornet kalk og som spor i middels- finkornet kalk. Deler av kalken (middelskornet) inneholder spredte brune-rødbrune pletter av Fe - hydroksyder (rust) dannet ved oksydasjon av magnetkis. Spredte finkornete impregnasjoner og spor av brunlige Fe-hydroksyder ser ut til å være vanlig i store deler av kalken. Flere sleppesoner og større sprekker kan være betydelig brunfarget i 2 - 3 cm bredde.

Innholdet av magnetkis kan ha vesentlig betydning for hvitheten. Den er også utbredt i sentrale deler der kalken ellers har god kvalitet. Magnetkis burde være enkel å fjerne med magnetseparator.

Biotitt er vanligst i den urene kalken og konsentrert i enkelte bånd i middels- grovkornet kalk. Den kan forekomme som mikroskopiske inneslutninger i kalkspat. Vanlig størrelse på biotitt er 0,5 - 2 mm, interstatialt mellom kalkspatkorn og rødbrun av farge. Biotitten er pleokroittisk fra nesten fargeløs - rødlig brun - orangebrun, $2V = 5^\circ$. Biotitten kan muligens fjernes med magnetseparator.

Titanitt er vanligst i den urene kalken og i enkelte bånd i middelskornet kalk, ofte sammen med biotitt. Den er lys brunlig av farge og opptrer vanligvis i 1 - 2 mm krystaller, idiomorf - hypidiomorf, poikilittisk vekst. I tynnslip er den vanligvis fargeløs.

Pyritt er lite dominerende i forhold til magnetkis og ser ut til å være dannet som et sekundært mineral. Pyritt er vanligst i grov- middelskornet og uren kalk og er spesielt tilknyttet uregelmessige tynne sprekker med krystaller på 1 - 5 mm.

Plagioklas. I mikroskopet forekommer plagioklas i underordnet mengde sammen med kalkspat i et metamorft jevnkornet krystallaggregat, vanlig i uren kalk, eller som små runde - dråpeformete inneslutninger i kalkspat i grov-middelskornet kalk.

Målinger av albittvillinger (Michel-Levy metode) git utslokningsvinkel 42° som viser at det er en forholdsvis Ca-rik plagioklas (An 75, bytownitt). Noen mindre korn har antydning til sonering.

Kloritt opptrer i små flak som sekundært mineral. Flere korn opptrer sammen, av og til i radiære aggregater. Enkelte sprekkeflater i kalken har et mørkt grågrønt belegg som antas å bestå av vesentlig kloritt. I tynnslip opptrer kloritt i to varianter, det vanligste er fargeløst med grå interferensfarge, det andre har grågrønn pleokroisme med anomal blå interferensfarge.

Lys glimmer opptrer i små korn sammen med talk, kloritt og andre sekundære mineraler (cerisitt). I borkjernene er en finkornet glimmer med sterk grønn- blågrønn farge observert i urene bånd i middelgrovkornet kalk. Dette antas å være en fuchsitt (Cr-holdig glimmer).

Turmalin forekommer i urene bånd i middelgrovkornet kalk og uren kalk, men kan være helt eller delvis omvandlet til talk. I frisk tilstand opptrer turmalin i 1 - 3 mm hypidiomorfe krystaller (observert i slip 6, B.h. C. 71,7 - 71,9 m). I tynnslip er det fargeløst med relieff omtrent som det høyeste for kalkspat, dobbeltbrytning med høye 2. ordens farger. Sannsynligvis dravitt (Mg - turmalin).

Mikroklin er observert i tynnslip som små runde inneslutninger i kalkspat eller interstatialt mellom kalkspatkorn. Mikroklintvillinggitteret kan være mangelfullt utviklet.

Magnetitt er observert med lupe i små idiomorfe krystaller 1 - 2 mm i uren og middels- grovkornet kalk i flere borhull. Mengdeforholdet er vanskelig å vurdere i forhold til de andre opake mineralene, men magnetitt synes ikke å være noe vanlig mineral. Mikroskopering av de opake mineralene vil klarlegge forholdet mellom sulfidene og eventuelle oksyder (magnetitt, hematitt, ilmenitt) som kan være til stede.

Epidot (zoisitt) er vanligst i den urene kontaktsonen nær overgrensen av kalken mot epidotrik amfibolitt, men er også observert i enkelte urene bånd i middels-grovkornet kalk som små gulgrønne korn på 1 - 2 mm. I tynnslip er det observert som et aksessorisk mineral dannet ved omvandling av feltspater (zoisitt).

Apatitt er observert i tynnslip i små idiomorfe krystaller på ca. 1 mm som et aksejonisk mineral.

Pyroxen. Kortprismatiske lys grønne mineraler av lignende type som er vanlige i sidebergartene, er sannsynligvis en pyroxen (diopsid). Det er begrenset til ytterste urene deler av kalken.

Amfibol. Et lyst grønnlig - grålig langprismatisk mineral er observert i den urene kalken og kan forekomme i andre urene bånd. Dette antas å være en sekundært dannet amfibol (tremolitt?).

Leirmineraler. På sleppesoner er det et tynt såpeglatt belegg av leirmineraler. Slike sleppesoner er påvist i alle borkhullene og er relativt vanlig i den fin - middelskornete kalken. Sleppesonene er vanligvis mellom 0,1 - 2 cm brede i kalken og har ofte en brunlig farge av Fe-hydroksyder fra kismineraler. I de større regionalt utbredte sprekkesoner, deformasjonssoner og forkastninger er leirmineraler viktig bestanddel. I bl. a. hull C og H er det boret gjennom flere sleppesoner hvor opptil flere dm av hullene består av en gråaktig leirsubstans.

Grafitt. Spor av grafitt er påvist på 3 steder i borkjernene i urene bånd med magnetkis og talk i middels - grovkornet kalk. B.h C ved 121,0 m, B.h. E ved 72,2 m og B.h. F ved 52,3 m (prøve F 8). Innhold av grafitt kan gi relativt store utslag på hvitheten, og soner med grafitt må helst fjernes ved en eventuell drift av kalken. grafitten ser ut til å være bundet til spesielle nivåer (urene bånd) 4 - 10 m fra grensen av kalken, men innenfor den delen (middels-grovkornet kalk) som ellers har høy hvithet (kvalitet 2). Det er ikke utenkelig at grafitt kan være til stede i andre deler av kalken (ved nøyere undersøkelser).

Kvarts synes å være et relativt sjeldent mineral i kalken. Kvarts er observert i et 0,5 mm korn som inneslutning i et av slipene (5, B.h. C). Det forekommer som hydrotermalt mineral i noen få kvarts-kalkspatårer nær undergrensen av kalken. Kvarts er ellers ikke sikkert påvist i borkjernene fra andre deler av kalken.

Ankeritt. I noen få hydrotermale sprekker i den urene kalken nær grensen er det observert korn på 1 - 2 mm av brune kalkspatmineraler som antas å være ankeritt. Det er uvisst hvorvidt det er til stede i sleppesoner med brunlige finkornete mineraler i den middels - finkornete kalken.

Flyktige organiske forbindelser som avgir en ubehagelig lukt ved knusingen av kalkprøvene, kan være til stede i prøver fra den urene delen av kalken.

4. TEKTONIKK

Området er dominert av to hovedfolderetninger. Den første danner en regional Ø-V gående synklinal. Foldene tilhørende denne fasen (f_1) er isoklinale. Akseplanfoliasjon (S_1) tilhørende denne foldingen er best utviklet i kalksilikatgneisene og i amfibolittene og er tilnærmet parallell den primære lagningen (S_0). I glimmerrike bånd er det utviklet akseplanskiffrighet (S_1). I den øverste kalksilikatgneisen NØ Storhestvika er den Ø-V gående akseplanskiffrigheten med moderat fall ($40 - 50^\circ$) mot S parallell med primær lagning. Topografien i området er preget av dette.

Lagningen (S_0) og foliasjonen (S_1) er foldet i den andre foldefasen (f_2) hvis akse har moderat fall mot syd. Småfoldene tilhørende f_2 er åpne folder med forholdsvis skarp ombøyning av foldekneet. Foldeflankene kan være plane og stå tilnærmet normalt på hverandre (kink folder). Uregelmessig foldemønster (flytefolder) er vanlige i glimmerrike bånd. Akseplanfoliasjonen (S_2) har N - S retning med fall $70 - 75^\circ$ mot V, men er vanligvis dårlig utviklet. Minerallineasjoner parallell f_2 kan være svært dominerende.

Det kartlagte området er delt i to delområder, Hestvika nord og Hestvika syd. Strukturelementer S_0 , S_1 , f_1 og f_2 er plottet i et stereonett for hver av delområdene (fig. 1 og 2). Grensen for delområdene går langs Gurunesbekken ovenfor riksveien og en Ø - V linje langs riksveien og ned til Kvalvika. Begge delområdene viser en homogen folding m.h.p. f_2 , men i det nordlige delområdet har S_1 foliasjonene større spredning (av f_1 -foldingen). Kalkens utstrekning mot dypet kan til en viss grad konstrueres ved å legge vilkårlige profiler normalt på f_2 akse og projisere grensene i dagen langs denne akse med hovedretning N 20 / 45 S.

Uregelmessigheter vil forekomme bl. a. på grunn av spor fra f_1 -foldingen og forandringer i mektighet. Det er mulig at mektigheten av kalken er tektonisk påvirket av den Ø - V gående f_1 -foldingen ved en fortykning i foldehengselet (skjærfolding). Flere borhull, bl.a. C og H viser at mektigheten av kalken og retningen på foldeaksen kan forandre seg mot dypet.

Sprekker og forkastninger.

Topografien i området er dominert av markerte sprekker som har en tendens til å danne trange og bratte dalsøkk og vanskelig tilgjengelig terreng. Strøketningen av makroskopiske sprekker fra et ca. 4 km² stort område ved Hestvika er fremstilt i et rosediagram (fig. 3) på grunnlag av 50 målinger fra flyfotoet. De aller fleste retningene faller innenfor en sektor på N 20 - 120°. 110° faller sammen med hovedretningen til dominerende foliasjon og skiffrighet (S₁) NV Hestvika, mens 20° er parallell den dominerende foldeakse f₂.

I en del av de makroskopiske sprekkene er det konstatert forkastninger. T rasene for forkastningene og sprekksoner med mulige forkastninger er merket på det geologiske kartet over området. Den største forkastningen går fra Lithestvika og NNV langs Buøysåterelva. Østsiden har sunket ned i forhold til den vestlige. En annen forkastning går langs Gurunesbekken i NØ - SV retning og skjærer kalken under myra 200 m NØ skjæringen i riksveien (se borprofil G+H). Trasene til forkastningen under myra er ikke helt sikre, men mye tyder på at den dreier mot vest, går et lite stykke langs riksveien og ned mot Kvalvika. Forkastningssonen består av flere parallelle deformasjonssoner. Forkastningen antas å ha flere "utløpere" i SV retning fra myra langs strøket på begge sider av kalklaget. I borprofil G+H er det merket av 6 - 7 parallelle større og mindre deformasjonssoner med mulige forkastninger som vil skape problemer for eventuell drift av kalken syd for Gurunesbekken. Sprekkene og forkastningene består av større og mindre sleppesoner med leirmineraler.

I fig. 4 er ca. 50 observasjoner av sprekkflater og forkastninger plottet i et steronett. De fleste observasjonene er fra Guruneset (med tanke på eventuelt kaianlegg). Hovedmengden av de mikroskopiske sprekkene fordeler seg langs den samme storsirkelen som definerer F₂, d.v.s. de er dannet parallellt lagning- og foliasjonsretninger. Dette viser at eldre sprekkstrukturer er foldet om f₂, eller at yngre sprekker er dannet etter S₀ og S₁ retningene.

5. LABORATORIEUNDERSØKELSER.

Hvithetsmålinger.

Hvithetsmålinger av i alt 130 forskjellige borkjerneprøver av kalken ble foretatt på et Elrepho reflektivitetsfotometer ved

Hylla kalkverk. Følgende analyseframgangsmåte ble brukt:

Splitting av kjerner. Alle kjerneprøvene ble splittet ved borplassen i Nærøy. Av borhull A og B ble det splittet ca. 10 cm av hver prøve ved subjektiv prøvetaking. Borhull C,D,E,F,G og I ble systematisk prøvetatt for hver 3. eller 4. meter. Av borhull D,E,F,G og I ble det splittet en hel meter for hver prøve.

Knusing av prøvene ved Hylla Kalkverk.

Grovknusing i en tyggekuser og finknusing i en mølle med 3 roterende klosser. Det knuste materialet passerer gjennom en sikt med 0,5 mm åpning (maksimum kornstørrelse). En del av de minste partiklene blir blåst ut av samlekoppen gjennom en finmasket duk.

Laging av piller. Sammen med reflektivitetsfotometeret er det levert en manuell pulverpresse med tilbehør. Pressing av piller med håndmakt er en forholdsvis tidkrevende og omstendelig prosess. Det viktigste er å lage overflaten av pillene så jevn og glatt som mulig. En meget enklere og raskere framgangsmåte viste seg å være tilstrekkelig: Skru sammen en prøveholder av en bunnplate og en fatningsring. Ca. 13 - 14 g finknust prøvemateriale plasseres i prøveholderen. Bruk f.eks. undersiden av en bunnplate eller glassplate til å klemme sammen, og få overflaten av pillen så glatt som mulig. Materialet må ikke ligge høyere enn kanten av prøveholderen.

Måling av hvithet. Følgende måleframgangsmåte ble benyttet:

- 1) Plasser den ferdiglagde pillen på pilleholderen og pass på at pillen slutter tett opptil apparatet.
- 2) Slå på lampen.
- 3) Sett filtervelgeren (oppe på venstre side av apparatet) i ønskede posisjon. (Posisjon 9 for måling med FMX-filter, posisjon 10 for FMY-filter og 11 for FMZ-filter)
- 4) Justering av standard:
Sjalt inn den innebygde standarden og still måletrommelen (høyre side av apparatet) på den angitte verdien for det respektive filteret. Grovinnstill med stilleskruen oppe til høyre på apparatet og fininnstill mens knappen på venstre side trykkes ned. Standarden må justeres hver gang det skiftes filter.

5) Målinger av prøve:

Sjalt ut den innebygde standarden. Drei måletrommelen og finstill med knappen til venstre. Les av verdien på måletrommelen.

6) Slå av lampene når apparatet ikke er i bruk. Ved kontinuerlig bruk i lengre perioder ($\frac{1}{2}$ time og mer) må et system med vannavkjøling taes i bruk. Det er viktig å passe på at lampene ikke blir for varme. Vannavkjøling er ikke absolutt nødvendig dersom det taes tilstrekkelige pauser mellom målingene (f.eks. for å preparere pillene).

Hvitheten av den innebygde standarden bør kontrolleres en gang i blant. Det kan gjøres ved å lage piller av et stoff (f.eks. Ba SO_4) med kjent hvithet og måle den innebygde standarden som en prøve. Hvitheten av standarden målt i forhold til Ba SO_4 , er vist i tabell 2. Alle hvithetsverdiene er kalibrert etter ren $\text{Mg O} = 100,0 \%$.

Av hver kjerneprøve er det analysert minst to paralleller. Alle målingene for hvert filter er ført opp i tabell 3. (ukorigerte verdier).

Usikkerheter ved hvithetsmålingene.

Tilfeldige feil omfatter målenøyaktigheten på fotometeret. Det er mulig å utføre avlesninger mellom $0,1 \%$ - delstrekene på måletrommelen. Gjentatte målinger av samme pille git et standartavvik på tilnærmet $0,05 \%$. Forskjellen mellom måleverdiene av parallellene varierer sjelden mer enn $0,05 - 0,1 \%$ for hvert filter. Alle måleresultatene er derfor oppgitt med en nøyaktighet på $0,05 \%$.

Systematiske feilkilder.

En ikke-lineær relasjon mellom lysintensitet og fotostrøm kan gi feil for måleresultatene når forskjellen fra standardverdien er stor.

Feil i kalibreringen av standarden vil forskyve nivået av alle måleverdiene. Standarden er flere ganger kontrollert mot pressede piller av Ba SO_4 med kjent hvithet. Tabell 1 viser resultatene av de samme prøvene som er målt ved Statens teknologiske institutt. Resultatene ligger stort sett på det samme nivået eller litt lavere, opptil 2% for Z-filteret.

Forurensinger under prepareringen. Forurensinger fra bl.a. kjernerør, borslam, splitter og knusere kan gi vesentlig lavere måleverdier. Dette kan delvis unngås ved å vaske av kjernene før knusingen og ved å kjøre noen omganger av rent materiale gjennom knuserne. Kontaminering av fremmed materiale var ikke til å unngå under knusingen. Ved flere analyser fra borhull A ble resultatene åpenbart for lave på grunn av forskjellige forurensinger. Noen av prøvene (A 12b, A 17b, A 18b og A 19b) ble splittet og analysert på nytt og ga opptil 2 - 3 % høyere verdier. Prøvene fra de andre borhullene ble vasket før knusingen.

Forskjell i kornstørrelse. Hvitheten vil generelt øke med avtagende kornstørrelse (dersom grafitt ikke er til stede). De fleste prøvene antas å ha tilnærmet lik gjennomsnittlig kornstørrelse, men består av en blanding av fint og grovere materiale med maks. størrelse 0,5 mm.

Inhomogeniteter i prøvene. Noen av parallellene har en forskjell i hvithet på opptil 1 - 1,5 %, som er tilnærmet konstant for de forskjellige filtere. Dette er forårsaket av egenskaper (inhomogeniteter) ved prøvemateriale, f.eks. ujevn fordeling av større mørkere korn.

Resultatene av hvithetsmålingene.

Alle måleresultatene fra borhullene ved Hestvika er vist i tabell 3. Den gjennomsnittlige kvaliteten over ca. 2 m borkjerner er avmerket med fargenyanser i skissene over borprofilene. Tre kvaliteter er skilt ut på grunnlag av hvithetsmålingene og visuelt anslag av det som ikke er målt:

Lys blå: Hvithet bedre enn 92,0 %

Mørk blå: Hvithet mellom 93,0 - 88,0 %

Lilla : Hvithet lavere enn 88,0%

Borhull A: Subjektiv prøvetaking av ca. 10 cm kjerner.

Flere analyseresultater er muligens for lave på grunn av forurensinger under bearbeidelsen.

Østlige del av kalken, 47,3 - 54 m har gjennomsnittlig hvithet 86,8 %.

Sentrale del av kalken 54 - 73 m har gjennomsnittlig hvithet 90,2 %.

Vestlige del av kalken 54 - 80 m har gjennomsnittlig hvithet 80,8 %.

Borhull B: Subjektiv prøvetaking av ca. 10 cm kjerner.

Østlige og sentrale del 70 - 120 m gj. hvithet 92,5 %

Vestlige kontakt 120 - 135 m " " 89,8 %

Borhull C. Systematisk prøvetatt 30 cm for hver 3. meter.

Hele sonen unntatt 2 - 3 m av kontakten på hver side, 70 - 138 m har gjennomsnittlig hvithet 92,85 %.

Borhull D. Systematisk prøvetatt 1 m for hver 4 m.

Det meste av hullet, 97 - 100 m, 110 - 155 m har gjennomsnittlig hvithet 91,4 %.

Mellom 100 - 110 m er det flere urene soner av sidebergarter.

Borhull E. Systematisk prøvetatt 1 m for hver 4 m.

Østlige og sentrale del 67 - 111 m har gjennomsnittlig hvithet 91,9 %.

Vestlige kontaktsone 111 - 121 m har gjennomsnittlig hvithet 80,6 %.

Borhull F. Systematisk prøvetatt 1 m for hver 4 m.

Den underste østlige delen (liggen) mellom 76 - 92 m har dårlig kvalitet, hvitheten er stort sett lavere enn 80 %.

Den øverste sonen, 48 - 76 m, har gjennomsnittlig hvithet 92,25 %.

Borhull G. har to deler med kalk på hver side av en forkastning med største spranghøyde ved 104 - 106 m.

Østlige del er systematisk prøvetatt 1 m for hver 5 meter.

Hele sonen, 48 - 104 m, har gjennomsnittlig hvithet 90,9 %.

Vestlige del er systematisk prøvetatt 1 m for hver 4 m.

Den sentrale sonen 116 - 144 m har gjennomsnittlig hvithet 92,4 %.

Borhull I. Systematisk prøvetatt for hver 4 m.

Sentrale sone 38 - 52 m har gjennomsnittlig hvithet 89,1 %.

Prøver med magnetuttrekk. En prøve fra veiskjæringen (prøve 2, 1 m fra kontakten i syd) ble magnetseparert ved laboratoriet i Kirkenes. Prøven er tidligere analysert på hvithet av Statens teknologiske institutt. Resultatet av analysene ved Hylla kalkverk av prøvene merket "før tubetester" og "etter uttrekk", er vist i tabell 4.

Etter uttrekk har prøven en hvithet som ligger over 2,5 % lavere. Dette resultatet må antakelig skyldes forurensinger under separeringsprosessen.

Kjemiske analyser.

4 av prøvene fra borhull A er analysert på CO_2 ved Hylla kalkverk og den tilsvarende konsentrasjon av kalkspat er beregnet.

Prøve A5 (hvithet 83,5 %) 42,0 % CO_2 tilsvarer 95,3 % Ca CO_3 .

Prøve A8, A12 og A19 (hvithet 88,3 - 92,2 %) 43,5 % CO_2 tilsvarer 98,75 % Ca CO_3 .

6. ANSLAG OVER TONNASJE AV KALKSTEN.

I beregningen av tonnasjen er det tatt utgangspunkt i kalkareal i hvert borprofil til anslag over volum av kalk mellom hvert profil. Det er forutsatt at kalksonen kan regnes som et regelmessig lag med rettlinjete grenser mellom hvert profil. På grunn av påvirkning av to foldeepisoder vil grensene til kalklaget ha et mer uregelmessig forløp, men denne forenklete beregningsmetoden antas likevel å kunne gi et representativt bilde av gjennomsnittlige mengder mellom profilene. Kalklagets forløp er vesentlig kontrollert av den dominerende foldeaksen med fall ca. 40° mot S-SSV, og kalkens utstrekning mot dypet kan konstrueres ved å projisere grensene i dagoverflaten langs denne akseretningen. I det nordlige delområdet kan det ventes mindre uregelmessigheter fra den Ø-V- gående foldingen. Borhull B, C og F viser at kalken øker i mektighet mot dypet, mens i borhull I avtar mektigheten. Kalkens mektighet synes til en viss grad å være tektonisk kontrollert ved en fortykning i foldekneet for den Ø-V- gående synklinalen.

Beregningsmetode:

Den sydlige delen av kalken på oversiden av veien syd for bekken (forkastningen) består av 3 profiler, østlig (øverste) skjæring fra borhull B (og H), borhull F og veiskjæringen som ansees som kjent. Den nordlige delen av kalken nord for bekken består av i alt 7 profiler, fra den vestlige (nederste) skjæringen i borhull G til borhull I i nord.

På grunn av den store avstanden mellom profil D og profil I er det lagt inn et tenkt hjelpeprofil D + 100 som antas å være kjent.

Mektigheten av kalken m_x er målt normalt på strøk/fallretningen

ut fra skjæringen med kalk av god kvalitet i borhullet. De urene sonene med kalk som gir dårligst resultat av hvithetsmålingene, langs grensene mot sidebergartene er ikke medregnet. Gjennomsnittlig hvithet W_x , i kalkskjæringene av den tonnasje som blir beregnet, er ført opp i tabell 5 sammen med de andre dataene.

Mektighet i dagen, d_x , er målt med metermål på overflaten fra trukket ca. 3 - 5 m etter tykkelsen på de urene kalksonene i borhullene.

Effektiv høyde h_x er regnet fra dagoverflaten langs fallretningen til høyde 10 m o.h.

Kalkarealet, A_x , i profilene blir:

$$A_x = \frac{m_x + d_x}{2} h_x$$

Verdiene er rundet av til nærmeste 100 m² og ført opp i tabell 5.

Volumet av kalk mellom to profiler blir

$$V_1 = \frac{A_1 + A_2}{2} l_1$$

hvor l er avstanden mellom profilene.

I tabell 6 er det beregnet samlet tonnasje for kalksonen nord for bekken (forkastningen) mellom profil G(vest) og profil I og samlet tonnasje ovenfor riksveien. Den totale tonnasjen av kalk er etter denne forenklete beregningsmetoden 5,56 mill. tonn.

Den gjennomsnittlige hvitheten W_1 mellom to profiler W_1 og totalt W_n er beregnet på følgende måte:

$$W_1 = \frac{A_1 W_1 + A_2 W_2}{A_1 + A_2} \quad W_n = \frac{V_1 W_1 + V_2 W_2 + \dots + V_n W_n}{V_1 + V_2 + \dots + V_n}$$

Gjennomsnittlig hvithet i profil AB er 92 % og i det tenkte hjelpeprofilet D+100 er den satt til 91,0 %. Kvaliteten og mengden av kalken mellom profil D og I er svært usikker.

Den gjennomsnittlige hvitheten for hele kalksonen W_g (5,56 mill. tonn) er beregnet til 91,6 %

Ved en eventuell drift kan denne hvitheten økes ved å sortere ut mindre bra soner av kalk. Ved knusing ned til mikrostørrelse

(< 0,01 mm) kan hvitheten antagelig økes med opptil 2 - 3 % (dette bør undersøkes nærmere).

Mulige tilleggskvanta.

I den beregnede totale tonnasjen er det ikke medregnet den mengden av kalk som befinner seg:

- 1) på sydsiden av riksveien sydvest for veiskjæringen.

Fra veiskjæringen går kalken videre i VSV retning ca. 200 m hvor ved en forkastning dreier nordvestover og blir maksimalt 15 m mektig. Denne delen av kalken er dårlig blottet, og den nordlige begrensingen er svært usikker. I bekkeprofilen ca. 40 m nedenfor (vestfor) veiskjæringen er kalken blottet i ca. 25 m bredde, men den nordlige grensen er ikke kjent. En blotning av amfibolitt nord for kalken ca 120 m vest for veien antyder at kalken er maksimalt 25 - 30 m bred. Videre vestover er kalksonen neppe mer enn ca 25 m mektig. Området er også forstyrret av flere mulige forkastninger. Ved å antyde en mektighet på 15 - 25 m, gjennomsnittlig 20 m over 200 m lengde, effektiv høyde 50 m, vil denne delen av kalken teoretisk kunne gi en tonnasje på ca. 0,5 mill. tonn.

- 2) Nord for profil G+H på østsiden av bekken.

Kalken er blottet i 100 m lengde i østskråningen av høydedraget hvor østgrensen av kalken dreier brått mot vest. Mot vest er kalken begrenset av forkastninger under myra, hvis traser og bevegelser er noe usikre. Maksimal dybde av kalken ved profil. G+H er 50 - 60 m. Forskjellige overslag over mulig tonnasje vil gi mellom 0,1 - 0,2 mill. tonn kalk avhengig av kalkulert bredde og form av sonen. Denne sonen ligger vanskelig tilgjengelig for eventuell underjordsdrift.

- 3) Under myra syd for vestlige del av borhull G.

På grunnlag av tilgjengelige data er det fremdeles vanskelig å gi et tilstrekkelig bilde av hva som skjer under myra 200 m NØ for veiskjæringen. Området domineres av forkastninger og deformasjonssoner med usikre traser kombinert med en skart regional fold. Mulig tilleggstonnasje syd for profil G vil neppe være større enn 0,1 mill. tonn.

- 4) Vest for profil I er kalken ikke mer enn 15 - 16 m mektig og tynner gradvis ut mot vest. Profil I danner den naturlige begrensingen mot nordvest av den interessante delen av kalken.

7. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.

Etter data fra 9 borhull og kartleggingen av kalken ved Hestvika kan den maksimale tonnasje anslåes til 5,5 - 6 mill. tonn kalk. De dårligste sonene langs kanten av kalklaget er ikke medregnet. Den sydlige delen av kalken er ca. 350 m lang NØ for riksveiskjæringen og kuttet av en forkastningssone ved Gurunesbekken ca. 650 m NØ for Storhestvika. Sydvest for veiskjæringen kan den aktuelle kalken være opptil 200 m lang (ikke nærmere undersøkt). Kalklaget er 20 - 25 m mektig og faller 55 - 65 g mot SØ, høyde 50 - 70 m.o.h. De omgivende bergarter er forholdsvis sterkt oppsprukket og tektoniserte. Den nordlige delen av kalken nord for forkastningen har ca. 80 % av samlet tonnasje. Det er et steiltstående lag som mot nord blir foldet av en sydlig hellende foldeakse. Laget er gjennomsnittlig 30 - 35 m mektig i 650 m lengde med høyde over havet 60 - 140 m. Sidebergartene er massive bortsett fra lokale sprekker med kalkspat og kvartsårer. Den sentrale delen av kalklaget med finkornet kalk inneholder ofte tynne slepesoner med leirmineraler.

Den gjennomsnittlige hvitheten av kalken beregnet for 5,5 mill. tonn kalk, av ca. 130 hvithetsmålinger, ligger på 91,6 % (i forhold til $MgO = 100\%$). Verdiene av hvithet vil kunne økes ved finknusing til mikrostørrelse, ved separasjon av mørke mineraler (magnetuttrekk) og fjerning av soner med dårligere kvalitet. De kjemiske analysene antyder et innhold på 95,5 - 99,5 % $CaCO_3$. De fleste andre mineralene er konsentrert i den urene delen av kalken langs kontakten mot sidebergartene og i cm-tykke bånd i den middels-grovkornete kalken. Talk og magnetkis er spredt over stort sett hele kalksonen, og magnetkisen kan danne rød-brunlig misfarging (rust). Spor av grafitt er observert på 3 steder i borkjernene. Ved å skille ut urene partier ved en eventuell drift kan det være realistisk å regne med et svinn på opptil 10 % av den beregnede tonnasje.

Deler av den aktuelle kalksonen er fremdeles litt usikker med hensyn på utstrekning og kvalitet. Dette gjelder den nordligste sonen mellom profil C og I (profil D ga et ufullstendig snitt), området ved forkastningen i Gurunesbekken og eventuelle kalkreserver syd for riksveien (ikke undersøkt).

31. oktober, 1980.

Kjell Svein Nilsen
Kjell Svein Nilsen

HVITHETSMÅLINGER UTFØRT PÅ HYLLA KALKVERK MED EBERPHO FOTO-ELEKTRISK REFLEKTIVITETSFOTOMETER.

Tabell 1. Prøver målt ved Statens Teknologiske Institutt (rapport pr. 17-1-80).

	FMX(rødt)	FMY(grønt)	FMZ(blått)
9. Veiskjæring 9 m fra kontakt syd	88.30 88.50	87.65 87.85	85.00 85.15
10. 10 m fra syd	94.30 94.10	93.90 93.70	91.20 91.05
12. 11.5 m fra syd	88.90 88.75	87.90 87.80	83.60 83.50
13. 12.5 m fra syd	90.10 90.20	89.70 89.75	86.90 86.80
18. 75 m.o.h. midt i dalen	93.80 94.00	92.15 92.30	89.10 88.90

Tabell 2. Innebygde standard testet mot pressede piller av BaSO₄-pulver.

	FMX	FMY	FMZ
BaSO ₄	99.40	99.20	99.00
Innebygd standard, 1/7-80	92.30 92.30	92.30 92.25	92.30 92.30
Innebygd standard, 27/8-80	92.15 92.15	92.10 92.10	92.15 92.15

Tabell 3. Analyser av borkjerner fra Nærøy.

Prøve, borhull	Meter splittet	X	Y	Z
A 1	47.45- 47.55	88.50 88.25 88.55 88.55	87.50 87.30 87.60 87.60	83.45 83.15 83.45 83.45
A 2	48.15- 48.25	89.65 89.55 89.60	88.95 88.95 88.95	86.05 86.05 86.00
A 3	49.24- 49.35	90.05 89.85 90.10	88.95 88.90 89.10	84.75 84.80 84.95
A 4	50.65- 50.75	85.60 85.60 85.95	84.10 84.15 84.55	78.20 78.30 78.65

Prøve, borhull	Meter splittet	X	Y	Z
A 8	56.45- 56.55	88.85	88.25	85.60
		88.95	88.35	85.65
		88.90	88.30	85.60
A 9	57.45- 57.55	92.05	90.85	86.35
		92.25	91.05	86.60
		91.75	90.50	85.95
A 10	59.05- 59.15	91.35	9.20	85.75
		91.35	90.15	85.80
		91.10	89.95	85.40
A 11	60.0 - 60.1	90.95	89.85	84.25
		91.30	90.00	84.95
		91.40	90.05	85.00
A 12	62.4 - 62.5	92.20	90.90	86.00
		92.10	90.85	85.95
		92.30	91.05	86.25
A 13	64.8 - 64.9	78.15	76.55	70.00
		78.00	76.45	70.00
		78.10	76.50	70.00
A 14	65.4 - 65.5	87.50	86.55	82.15
		88.15	87.15	82.85
		87.95	86.70	82.65
A 15	67.4 - 67.5	91.45	90.25	85.50
		91.40	90.25	85.45
		92.00	90.85	86.20
A 16	68.6 - 68.7	91.50	90.55	86.85
		92.15	91.25	87.60
		91.55	90.55	86.90
A 17	69.9 - 70.0	91.80	90.55	86.65
		91.50	90.30	86.25
		91.40	90.25	86.15
A 18	71.1 - 71.2	92.20	91.30	87.60
		92.25	91.35	87.60
		92.35	91.40	87.70
A 19	72.4 - 72.5	93.05	92.25	89.05
		92.90	92.05	88.95
A 20	75.1 - 75.2	87.85	86.65	81.75
		87.95	86.75	81.95
A 21	76.3 - 76.4	87.40	86.90	84.90
		86.75	86.20	84.15
A 22	79.2 - 79.3	72.35	72.00	70.70
		72.55	72.15	70.95

Prøve, borhull	Meter splittet	X	Y	Z
A 23	80.0 - 80.1	77.95 78.05	77.55 77.60	75.60 75.70
A 12 b	Parallellprøver av kjernene	93.55 93.50	92.40 92.30	88.45 88.40
A 17 b	"	92.95 93.10	92.45 92.55	90.30 90.55
A 19 b	"	93.40 93.00	92.60 92.10	89.30 88.95
A 18 b	"	93.55 93.75	94.10 94.30	92.65 92.90
B 1	128.9 -129.0	90.85 90.90	90.40 90.45	88.80 88.80
B 2	128.1 -128.2	88.80 88.90	88.25 88.35	85.40 85.55
B 3	124.7 -124.8	91.70 91.55	90.95 90.85	88.75 88.70
B 4	118.5 -118.6	93.75 93.35	93.20 92.95	90.55 91.65
B 5	115.7 -115.8	94.25 94.20	93.30 93.20	89.60 89.50
B 6	113.6 -113.7	92.85 92.80	92.15 92.05	89.55 89.35
B 7	110.5 -110.6	92.30 92.05	91.35 91.20	87.90 87.75
B 8	107.2 -107.3	93.15 93.10	92.50 92.45	90.45 90.45
B 9	100.8 -100.9	93.20 93.10	92.40 92.25	89.45 89.30
B 10	99.9 -100.0	92.75 92.90	92.25 92.35	90.75 90.90
B 11	96.4 - 96.5	90.55 90.75	90.35 90.45	88.60 88.75
B 12	92.8 - 92.9	94.00 93.95	93.45 93.45	91.50 91.45
B 13	84.3 - 84.4	94.10 94.20	93.30 93.35	89.80 89.85
B 14	81.8 - 81.9	93.25 93.20	92.55 92.45	90.05 90.10
B 15	71.3 - 71.4	93.20 93.35	92.55 92.75	90.20 90.40

Prøve, borhull	Meter splittet	X	Y	Z
C 1	139.7 -140.0	77.25 77.00	76.95 76.80	75.40 75.15
C 2	136.7 -137.0	93.70 93.90	92.90 93.10	90.90 90.30
C 3	133.7 -134.0	91.20 91.40	89.50 89.80	83.25 83.60
C 4	130.7 -131	94.20 94.05	93.30 93.05	90.00 89.75
C 5	127.7 -128	93.00 92.85	92.40 92.30	90.10 90.00
C 6	124.7 -125	94.20 94.20	93.65 93.70	91.90 91.90
C 7	121.7 -122.0	94.25 94.20	93.65 93.70	91.90 91.90
C 8	118.7 -119	93.00 93.10	92.05 92.20	88.80 88.95
C 9	115.7 -116	92.60 92.70	91.60 91.75	87.50 87.75
C 10	112.7 -113	91.80 92.40	91.00 91.40	86.20 86.95
C 11	109.7 -110	94.75 94.55	93.60 93.55	89.95 89.65
C 12	106.7 -107	93.25 92.90	92.15 91.75	88.30 88.00
C 13	103.7 -104	94.85 94.80	93.90 93.90	90.45 90.40
C 14	100.7 -101	93.20 93.00	92.10 91.80	87.75 87.45
C 15	97.7 - 98	95.00 94.90	94.55 94.45	93.00 92.85
C 16	94.7 - 95	94.60 94.55	94.10 94.05	90.45 90.40
C 17	91.7 - 92	93.90 93.85	93.20 93.20	91.00 90.95
C 18	88.7 - 89	93.60 93.50	92.85 92.80	90.10 90.05
C 19	85.7 - 86	93.80 94.05	92.80 93.10	89.40 89.80
C 20	82.7 - 83	94.50 94.55	93.70 93.75	90.90 90.95

Prøve, borhull	Meter splittet	X	Y	Z
C 21	79.7 - 80	94.70 94.75	94.10 94.10	91.80 91.80
C 22	76.7 - 77	95.30 94.90	94.60 94.20	92.60 91.85
C 23	73.7 - 74	92.40 91.75	92.00 91.40	90.50 89.90
C 24	70.7 - 71	92.75 92.65	92.35 92.25	90.90 90.80
C 25	68.7 - 69	86.85 86.70	86.50 86.40	84.90 84.80
D 1	154.0 -154.5	88.10 88.20	87.30 87.40	83.65 83.80
D 2	150.0 -151.0	93.55 93.05	92.80 92.30	90.30 90.00
D 3	146 -147	93.15 92.95	92.35 92.15	89.10 89.00
D 4	142 -143	93.95 94.25	93.45 93.80	91.60 92.20
D 5	138 -139	87.20 87.90	87.00 87.70	86.30 86.90
D 6	134 -135	89.40 89.30	89.15 89.00	87.80 87.60
D 7	130 -131	92.05 92.20	91.65 91.75	90.25 90.50
D 8	126 127	88.80 88.95	88.50 88.60	87.15 87.20
D 9	122 -123	92.45 92.30	92.10 91.90	90.50 90.30
D 10	118 -119	92.60 92.70	92.25 92.30	90.65 90.70
D 11	114 -115.0	93.25 93.35	92.85 93.00	91.15 91.25
D 12	110.0 -111.0	93.40 93.60	93.00 93.15	90.65 90.95
D 13	102.0 -103.0	87.20 87.80	86.85 87.25	84.85 85.15
D 14	98.0 - 99.0	95.65 95.50	95.40 95.25	93.70 93.55

Prøve, borhull	Meter splittet	X	Y	Z
E 1	119.0 -120.0	75.25 75.30	75.00 75.10	74.40 74.50
E 2	115.0 -114.0	81.55 81.45	81.05 81.00	80.00 80.10
E 3	111 -112	86.00 86.00	85.65 85.60	84.25 84.20
E 4	107 -108	92.25 92.50	92.00 92.20	91.00 91.25
E 5	103 -104	94.30 94.60	93.80 94.00	91.95 92.10
E 6	99 -100	94.70 94.50	94.40 94.20	92.60 92.40
E 7	95 - 96	94.40 94.25	94.05 93.90	92.30 92.15
E 8	91 - 92	94.55 94.50	93.95 93.90	91.05 91.05
E 9	87 - 88	92.35 92.10	91.95 91.70	89.75 89.55
E 10	83 - 84	92.85 92.40	92.45 92.00	91.10 90.70
E 11	79 - 80	87.90 87.80	87.50 87.40	86.00 85.90
E 12	75.0 - 76.0	91.50 91.45	91.15 91.15	90.00 90.05
E 13	71.0 - 72	87.20 87.30	87.00 87.10	86.10 86.20
E 14	67 - 68	92.25 92.40	92.00 91.70	90.20 90.45
F 1	81.0 - 82.0	75.20 75.00	75.00 74.90	74.60 74.40
F 2	76 - 77	81.45 81.75	81.20 81.40	80.65 80.90
F 3	72 - 73	94.50 94.60	93.90 94.00	91.85 92.05
F 4	68 - 69	94.00 93.95	93.25 93.15	90.60 90.40
F 5	64 - 65	94.85 94.85	94.20 94.20	91.90 91.90
F 6	60 - 61	93.95 94.15	93.55 93.80	92.00 92.20

Prøve, borhull	Meter splittet	X	Y	Z
F 7	56 - 57	93.55 93.45	93.10 93.00	91.05 91.00
F 8	52 - 53	86.55 87.25	86.00 86.50	83.05 83.65
F 9	48 - 49	91.35 91.75	91.05 91.40	89.65 90.10
G 1	148.0 -149.0	75.50 75.70	75.20 75.45	72.70 72.90
G 2	145 -146	84.00 83.85	83.80 83.65	83.00 82.90
G 3	141 -142	94.00 93.85	93.85 93.65	92.65 92.80
G 4	136 -137	94.45 94.30	94.15 94.00	93.05 92.95
G 5	132 -133	94.50 94.50	94.20 94.15	92.30 92.30
G 6	128 -128.8	94.35 94.40	94.05 94.10	92.45 92.50
G 7	124 -125	90.55 90.45	90.25 90.20	88.75 88.70
G 8	120 -121	92.75 92.40	92.35 91.95	90.85 90.50
G 9	116 -117	89.25 89.20	88.25 88.20	84.50 84.40
G 10	101 -102	93.10 93.30	92.60 92.85	90.50 90.70
G 11	96 - 97	94.85 94.80	93.80 93.80	90.05 90.00
G 12	91 - 92	93.60 93.50	92.40 92.20	88.40 88.25
G 13	81 - 82	93.70 93.95	93.25 93.50	91.80 92.05
G 14	76 - 77	93.80 93.80	92.95 93.00	90.10 90.20
G 15	71 - 72	89.40 90.00	88.20 88.80	83.80 84.30
G 16	66 - 67	93.05 92.95	92.75 92.70	92.15 92.05
G 17	61 - 62	88.75 89.25	88.15 88.85	86.20 87.00

Prøve, borhull	Meter splittet	X	Y	Z
G 18	51 - 52	89.45 89.50	89.10 89.10	87.80 87.85
G 19	51.0 - 52.0	85.75 85.60	85.30 85.05	82.60 82.40
G 20	86 - 87	90.30 90.55	89.25 89.50	85.10 85.30
I 1	55.0 - 56.0	84.00 83.40	83.25 82.69	80.20 79.60
I 2	51.0 - 52.0	90.00 89.85	88.35 88.40	82.40 82.50
I 3	47 - 48	90.75 90.85	89.15 89.20	83.20 83.30
I 4	43 - 44	91.00 91.05	89.30 89.40	83.00 83.15
I 5	39 - 40	90.30 91.55	88.80 89.95	82.10 83.15
I 6	35.0 - 36.0	84.85 84.70	83.70 83.65	79.65 79.55

Tabell 4. Prøve med magnetuttrekk utført i Kirkenes. Veiskjæring
1 m fra kontakten i syd (prøve 2) :

	FMX	FMY	FMZ
Før tubetester	89.25 88.95	88.10 87.70	83.50 83.10
Etter uttrekk	87.40 87.20	85.35 85.15	77.45 77.20

BEREGNINGER AV TONNASJE.

Tabell 5. Profil	A	B	C	D	E	F
Total lengde borhull	85.2	138.1	145.8	154.7	124.2	62.0
Skjæring kalk	26	50	68	45	44	14
Mektighet kalk, m (gj. hvithet 88 %)	25	35	50	30	30	10
Mektighet i dagen, d	30		32	30	30	30
Effektiv høyde, h	90		110	120	70	100
Kalkareal i profilene	2.700		4.500	3.600	2.100	2.000
Gj. hvithet i kalk- skjæring %	90.2 92.0	92.5	92.85	91.4	91.9	89.1

Profil	G (vest)	G (øst)	F	Veiskj.	100 m nord D (tenkt profil)
Lengde borhull	153.7		94.8		
Skjæring kalk	28	56	28	-	
Mektighet kalk	25	50	25	20	30 (?)
Mektighet i dageb	25 (?)	50 (?)	25	20	30
Effektiv høyde	50	30 (?)	60	50	130
Kalkareal m ²	1.300	1.500 (?)	1.500	1.000	3.900
Gj. hvithet % W	92.4	90.9	92.25	92.0	(91.0)

Tabell 6.	Avst.	Volum mill. m ³	Mill.tonn kalk	Gj.hvithet
Profil G (vest) - E	125 m	0.21	0.53	92.1 %
" E - A + B	95	0.23	0.57	91.9
" A + B - C	105	0.38	0.95	92.5
" C - D	100	0.41	1.01	92.2
" D - D + 100	100	0.37	0.94	91.2
" D + 100 - I	110	0.32	0.81	(90.5 ?)
Samlet tonnasje nordside av bekken			<u>4.81</u>	<u>91.6</u>
Profil G (øst) - F	140	0.21	0.52	91.6
" F - veiskj.	75	0.09	0.23	92.1
Totalt ovenfor riks- veien	<u>850 m</u>	<u>2.23 m m³</u>	<u>5.56 m tonn</u>	<u>91.6 %</u>

Tabell 4 forts. Borkjerner av kalk kjørt på magnetseparator ved laboratoriet i Kirkenes 20/10-80. Prøve C 1 og C 25 er kjørt direkte. De andre kjerneprøvene er knust ned til $\frac{1}{2}$ mm og hvithet er målt før (ref.) og etter (sep.) kjøring gjennom magnetseparator. En del av prøvene er ytterligere nedknust til 200 mesh og kjørt gjennom magnet-separatoren :

				FMX	FMY	FMZ
C 1			ref.(tabell 3)	77.10	76.85	75.25
			sep.	76.55	75.15	71.80
C 25			ref.(tabell 3)	86.80	86.45	84.85
			sep.	85.85	84.75	79.80
B 125.25-125.50 m	$\frac{1}{2}$ mm	ref.	80.20	78.10	69.55	
		sep.	79.80	77.30	68.00	
	200 mesh	ref.	84.95	83.35	77.50	
		sep.	85.45	83.75	76.90	
B 77.4 - 77.7 m	$\frac{1}{2}$ mm	ref.	67.00	66.80	64.60	
		sep.	67.20	66.60	63.70	
	200 mesh	ref.	84.10	83.80	82.10	
		sep.	83.70	83.00	80.10	
C 69.40- 69.70 m	$\frac{1}{2}$ mm	ref.	71.50	70.80	67.90	
		sep.	70.80	70.40	65.20	
	200 mesh	ref.	83.00	82.20	79.60	
		sep.	82.00	81.00	77.00	
C 71.70- 71.90 m	$\frac{1}{2}$ mm	ref.	73.90	73.30	70.30	
		sep.	73.70	72.80	67.70	
	200 mesh	ref.	79.20	78.75	77.10	
		sep.	81.15	80.50	77.40	

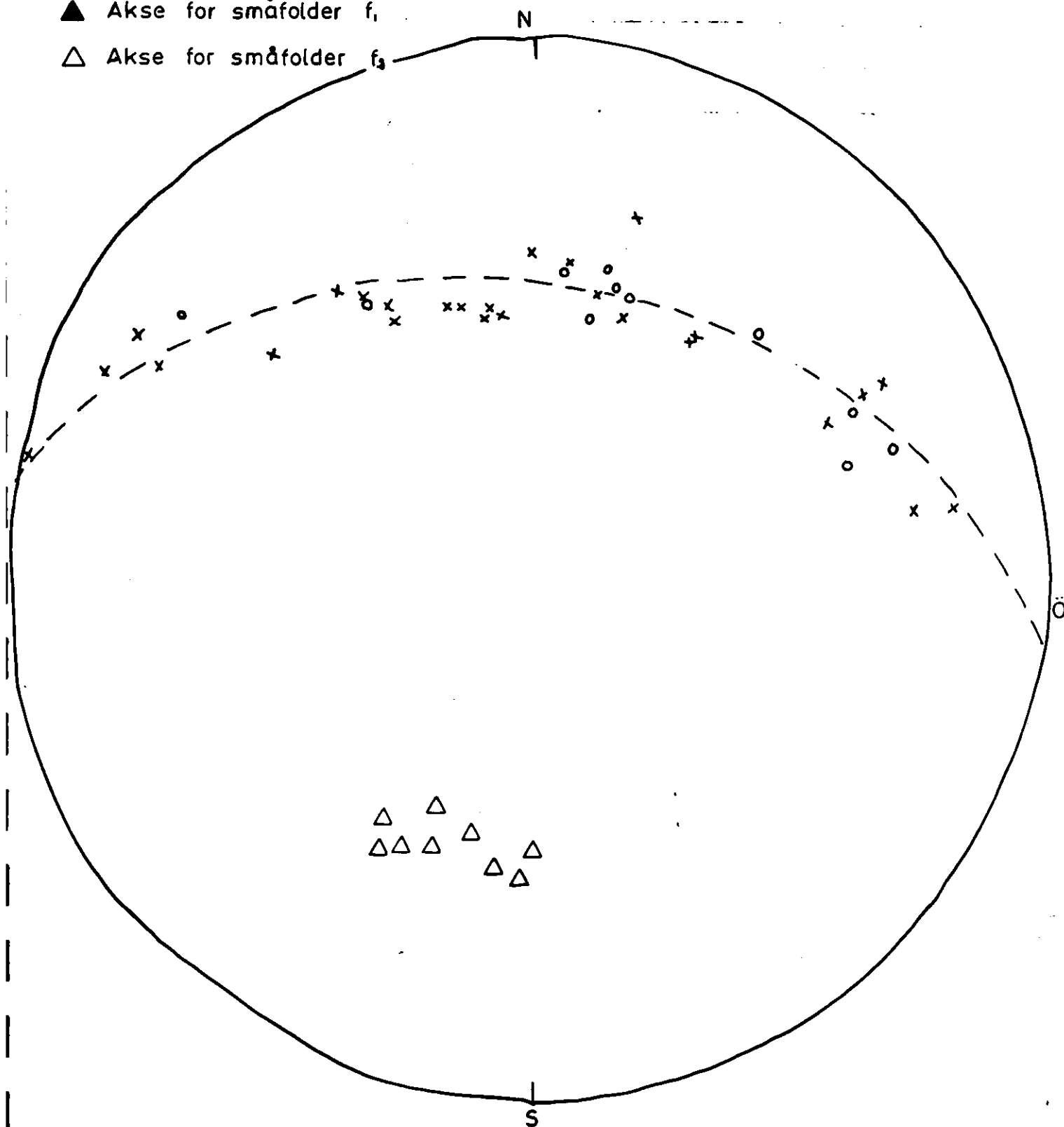
Hestvika Syd

○ Lagning, grense mot kalklaget (S_0)

× Foliasjon og skiffrighet i sidebergartene (S_1)

▲ Akse for småfolder f_1

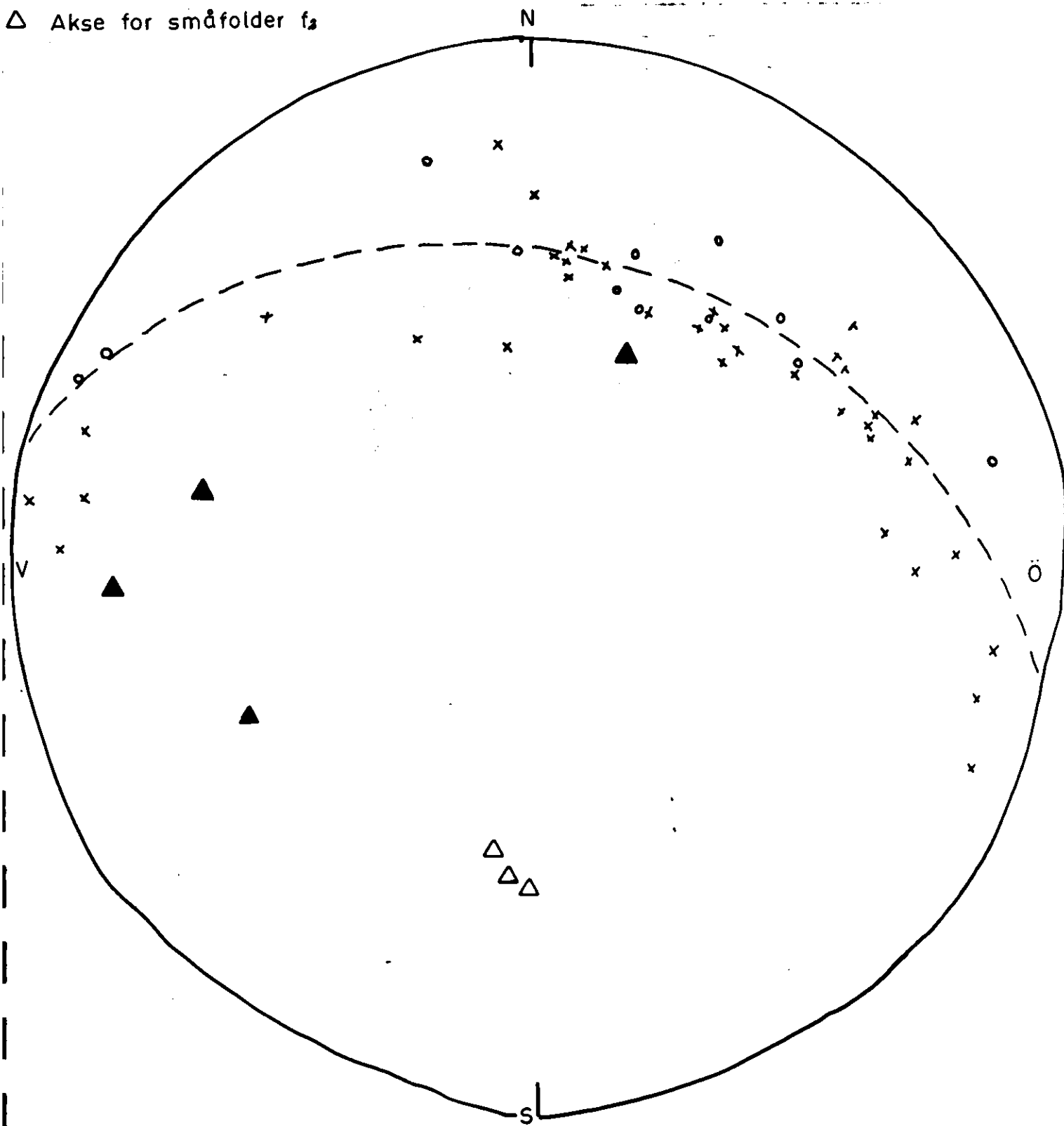
△ Akse for småfolder f_2



Hestvika Nærøy Nord - Trøndelag	K. Nilsen	M	
A/S SYDVARANGER	Fig. 1. Rapp. 1110		

Hestvika Nord

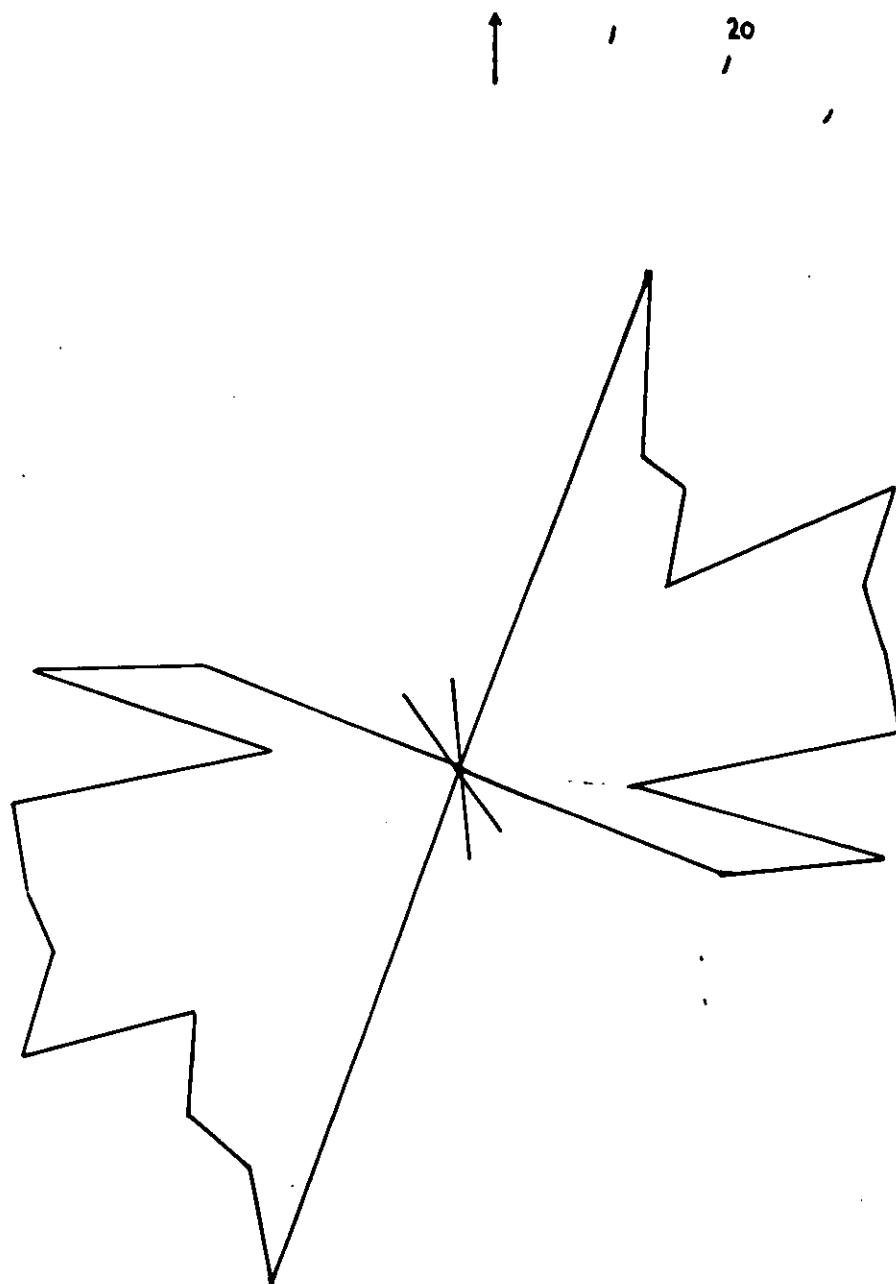
- Lagning, grense mot kalklaget (S₀)
- × Foliasjon og skiffrighet i sidebergartene (S₁)
- ▲ Akse for småfolder f₁
- △ Akse for småfolder f₂



Hestvika Nærøy Nord-Trøndelag	K. NILSEN	M	
A / S SYDVARANGER	Fig. 2 Rapp. 1110		

Mikroskopiske sprekker fra flyfoto i området rundt Hestvika.

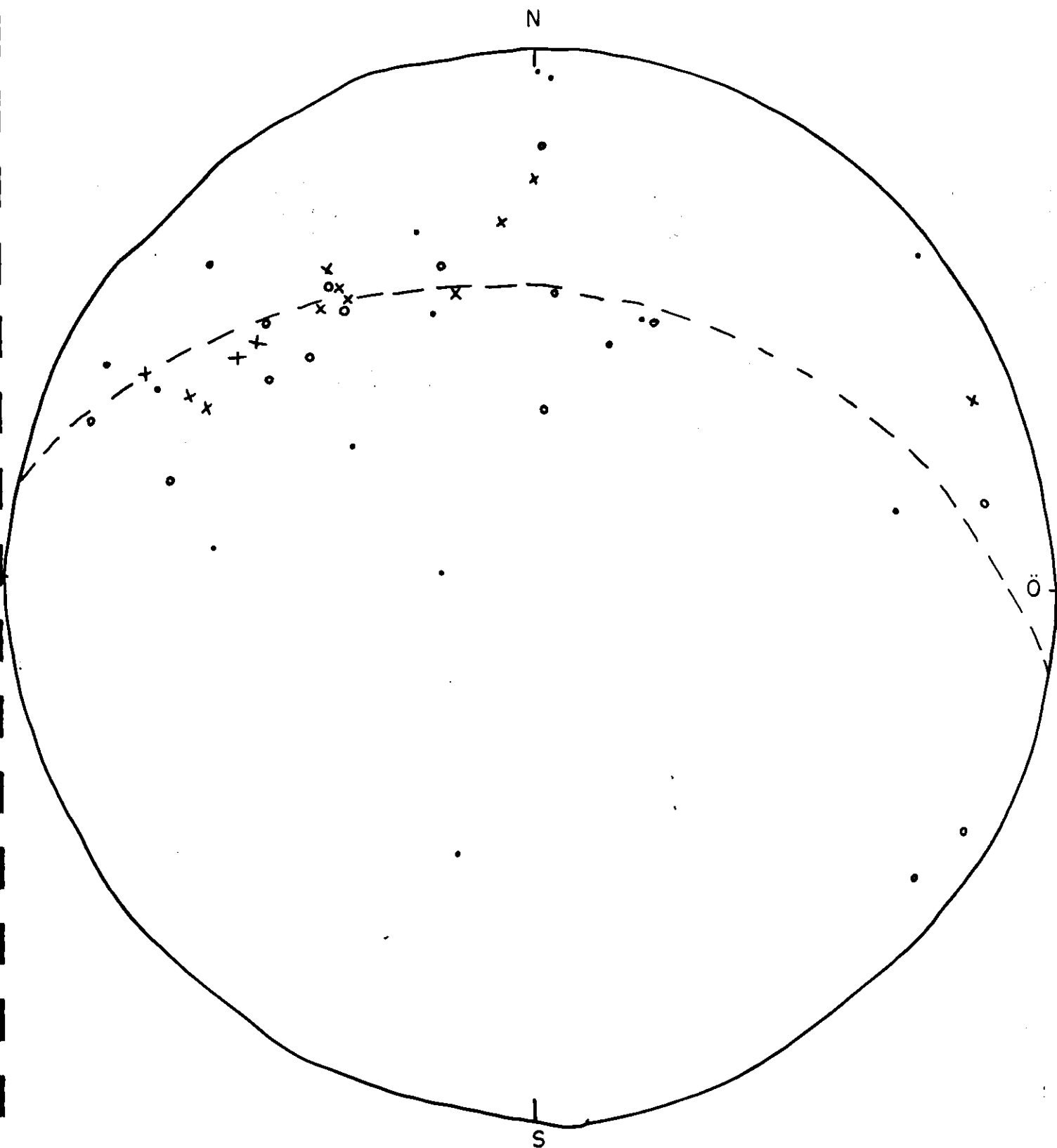
Fordeling av strøketninger



Hestvika Nærøy Nord - Trøndelag	K. NILSEN	M	
A/S SYDVARANGER	Fig. 3 Rapp. 1110		

Poler til sprekkeflater og forkastninger, Guruneset.

- Sprekkeflate (på blotninger)
- Sprekkeflate (på flyfoto)
- x Forkastninger



Hestvika, Gurunes Nærøy Nord - Trøndelag	K.NILSEN	M	
A/S SYDVARANGER	Fig. 4	Rapp. 1110	

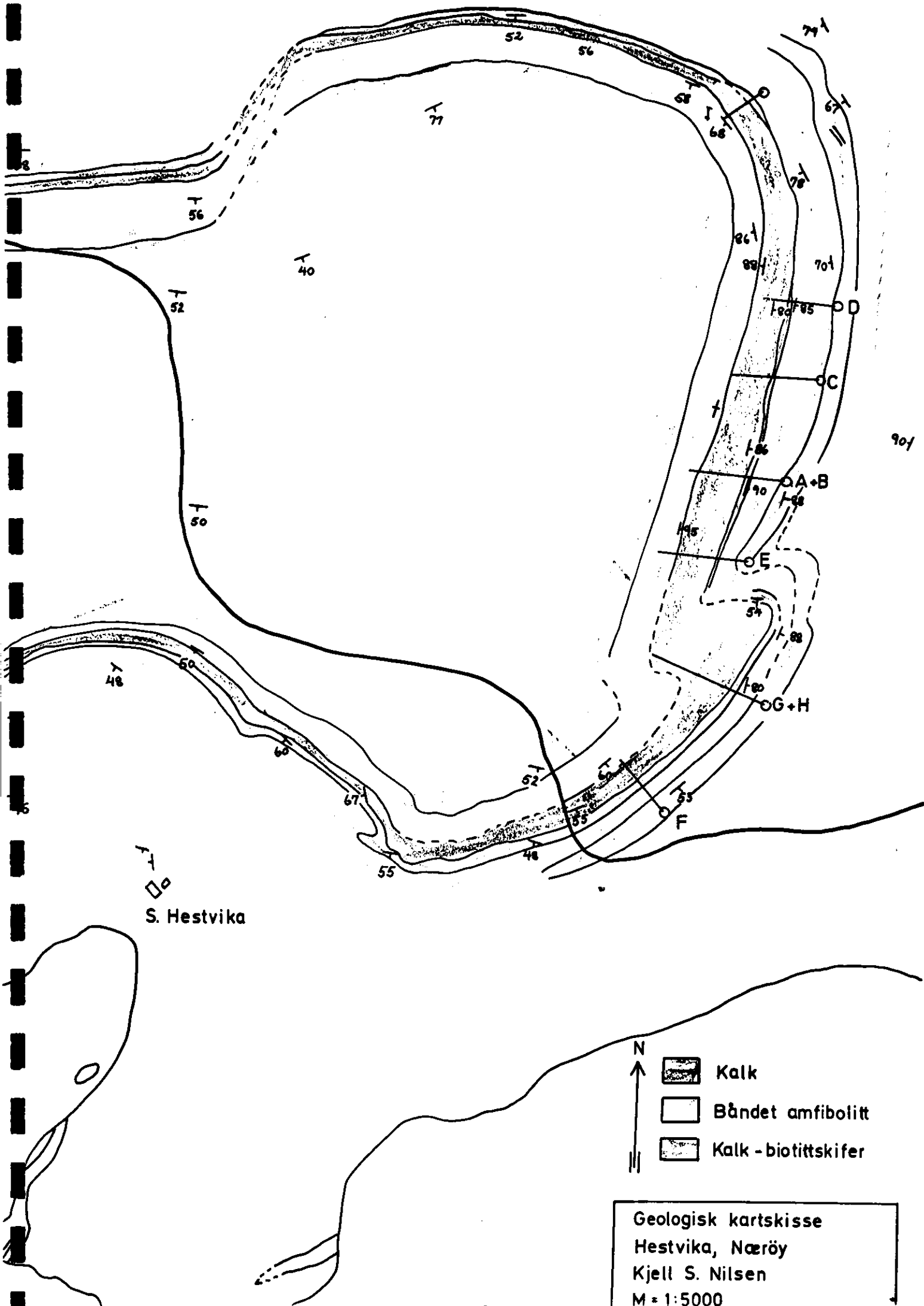


Fig. 5

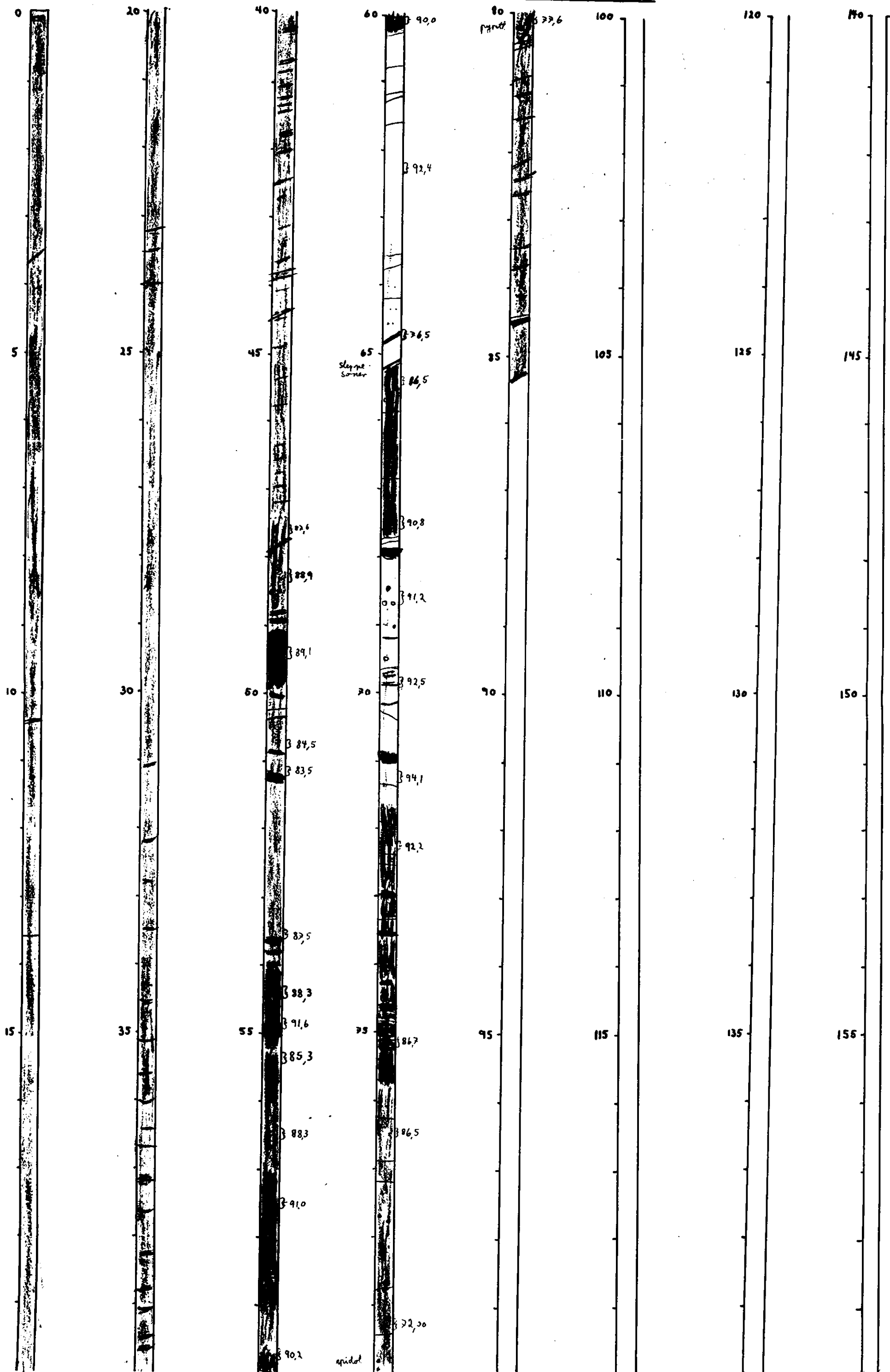
Tegnforklaring:

	Sprekker, slepper og knusesoner
	Hvit fin-middelskornet kalk, hvithet > 93%
	Hvit middels-grovkornet kalk, " 93- 88%
	Grå kalkstein, " < 88%
	Bånd med lyse mineraler (talk,lys glimmer,-)
	Bånd med mørke mineraler (magnetkis, ertser,-)
	Impregnasjon av finkornet kis og rustpletter
	Amfibolitt
	Hornblenderike bånd
	Kalksilikatgneis, biotittskiifer
	Biotittrike bånd
	Kvartsårer og kvartsittbånd
	Kalkspatrike bånd

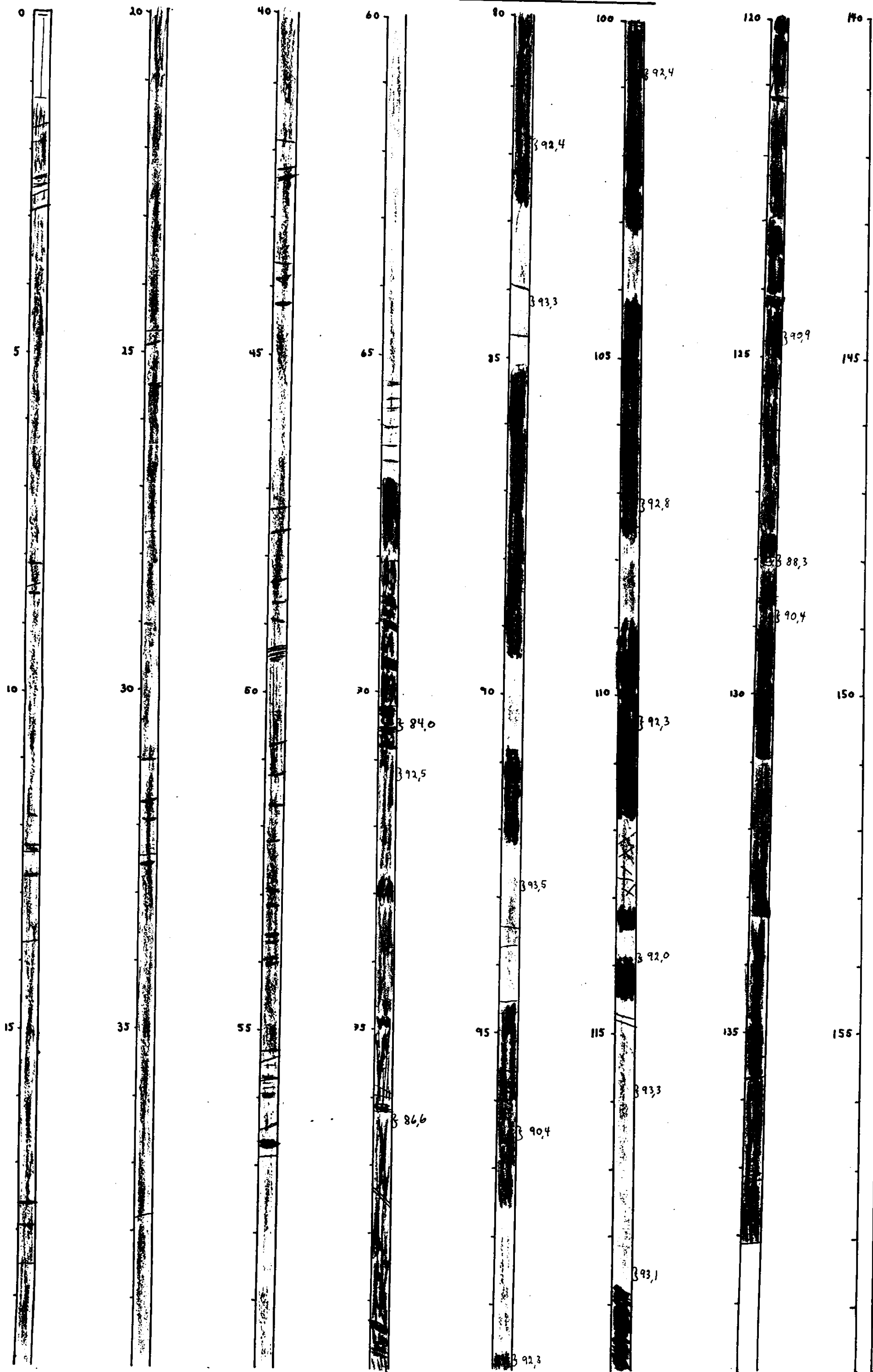
Borhull *A*

lengde 85,3 m

retning 120/33 V



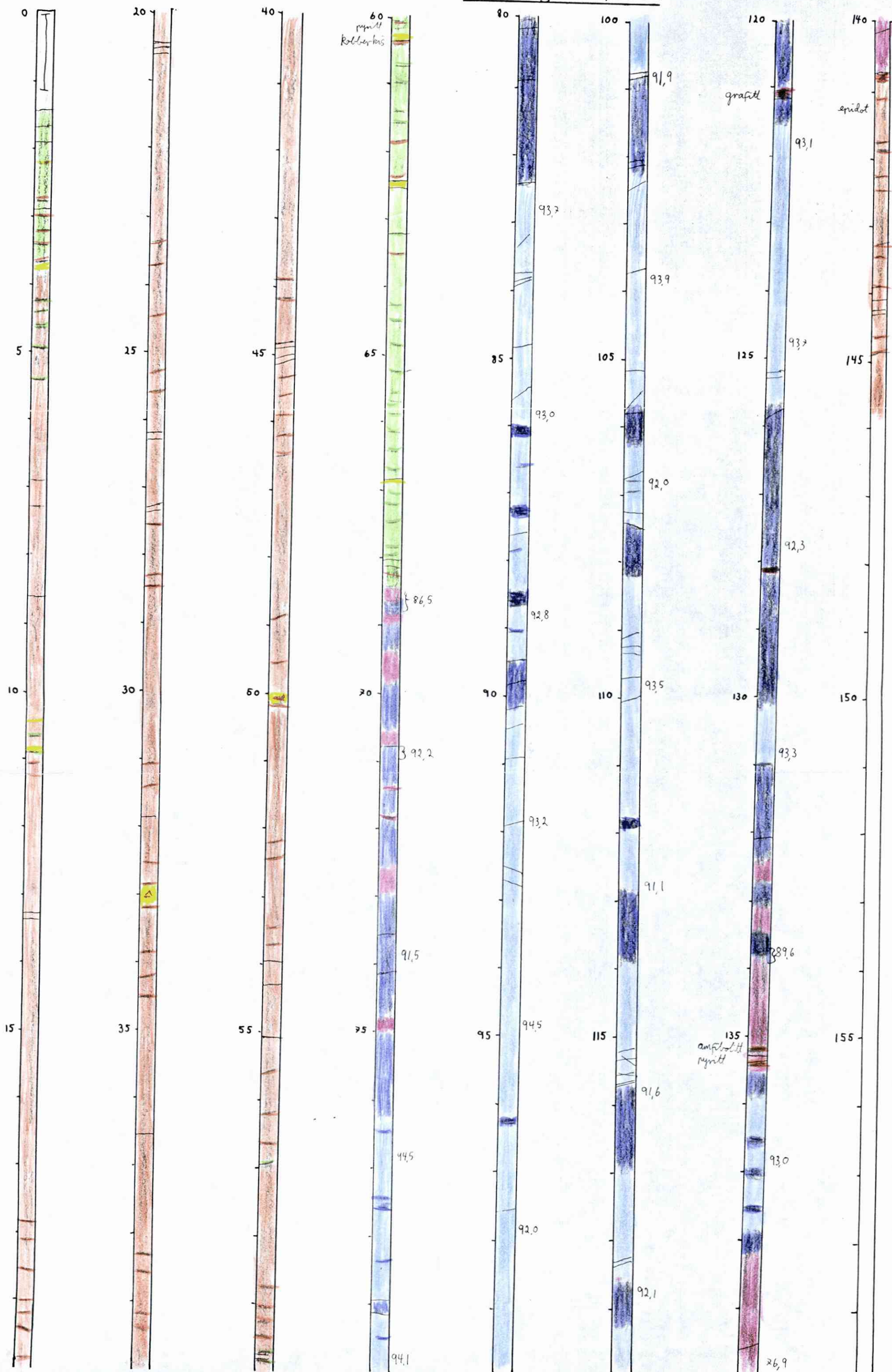
retning 120/66 V



Borhull C

lengde 145,8 m

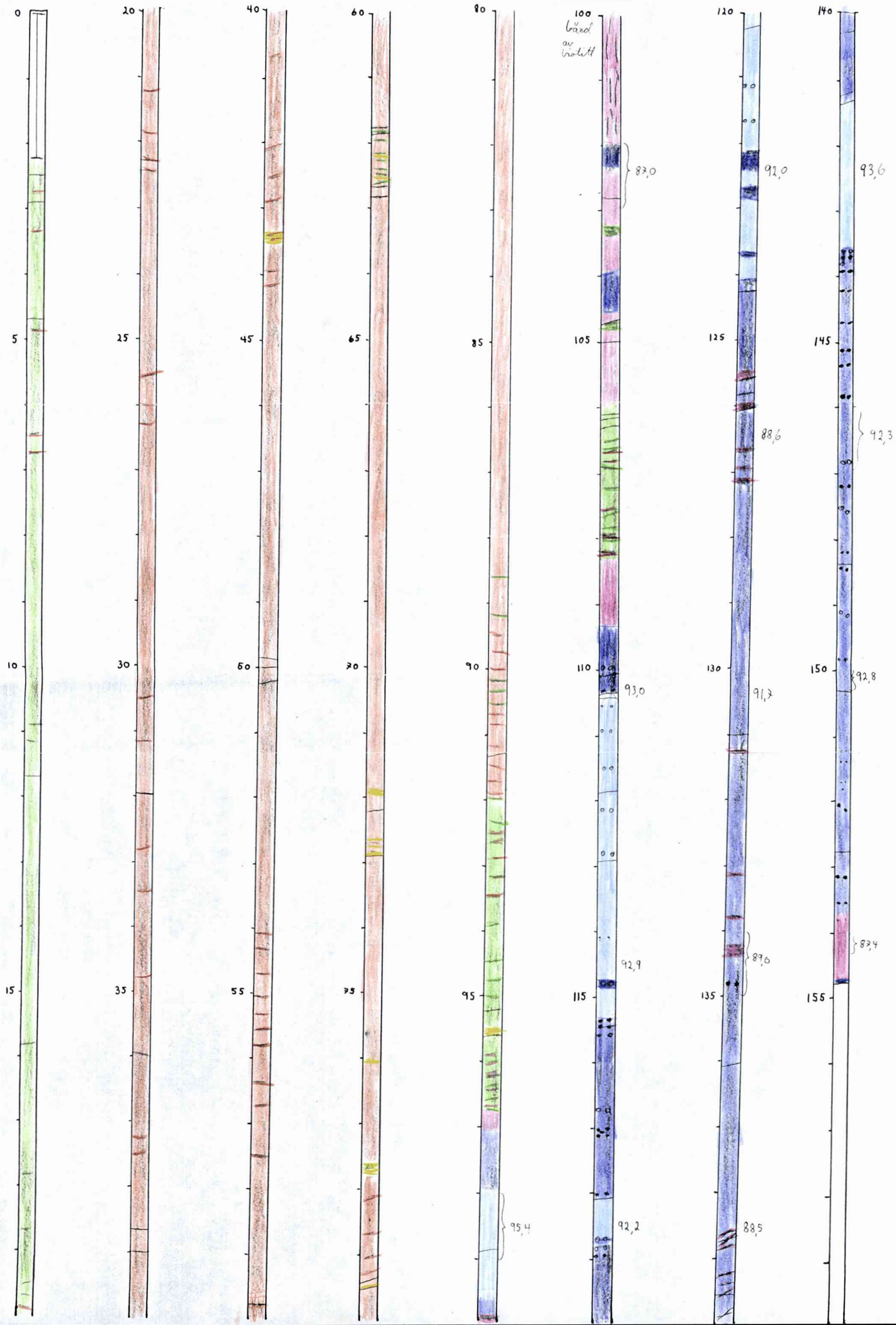
retning 120 / 55 V



Borhull D

lengde 154,2 m

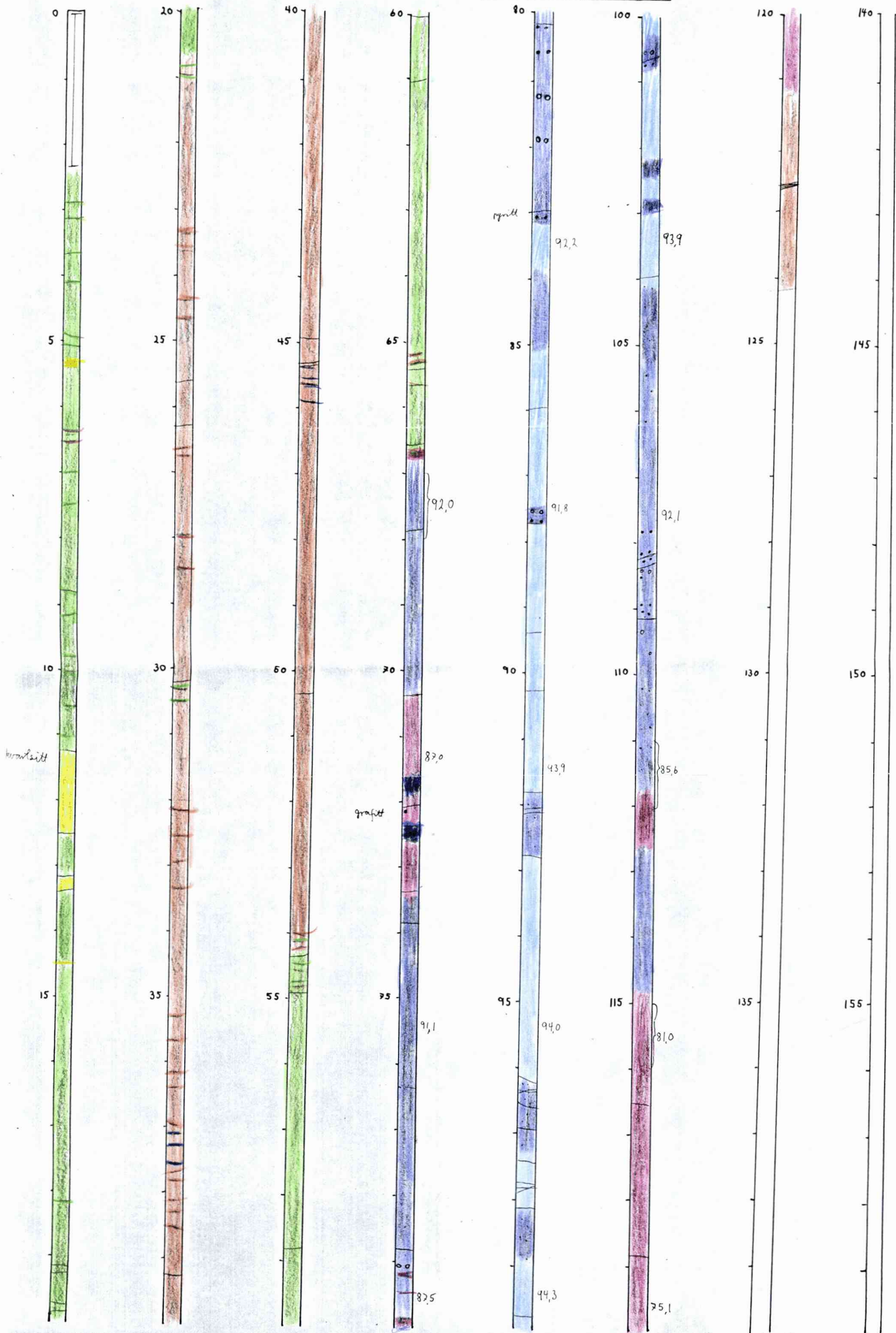
retning 120 / 49V



Borhull E

lengde 124,2 m

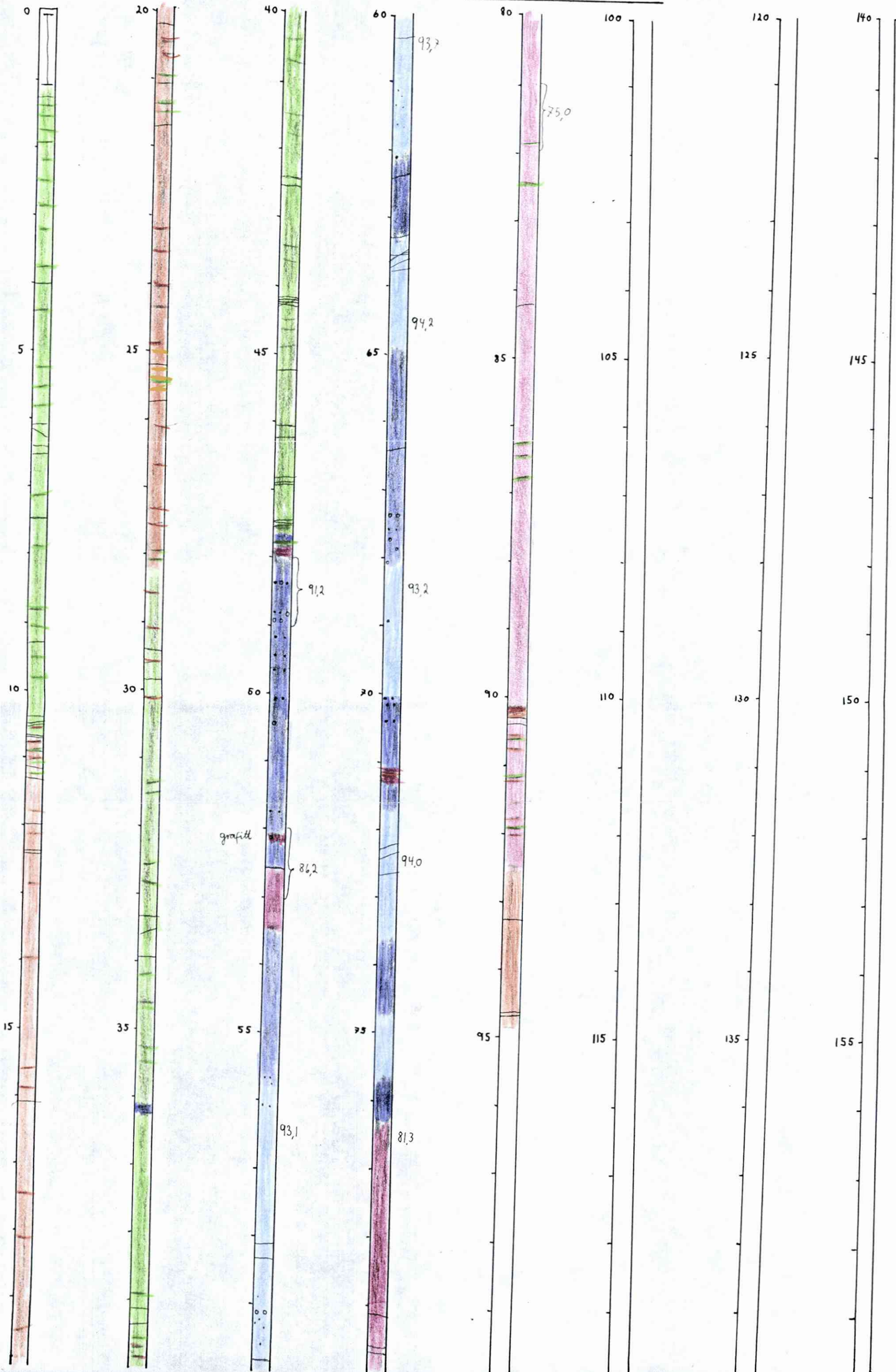
retning 120/55 V



Borhull F

lengde 94,8 m

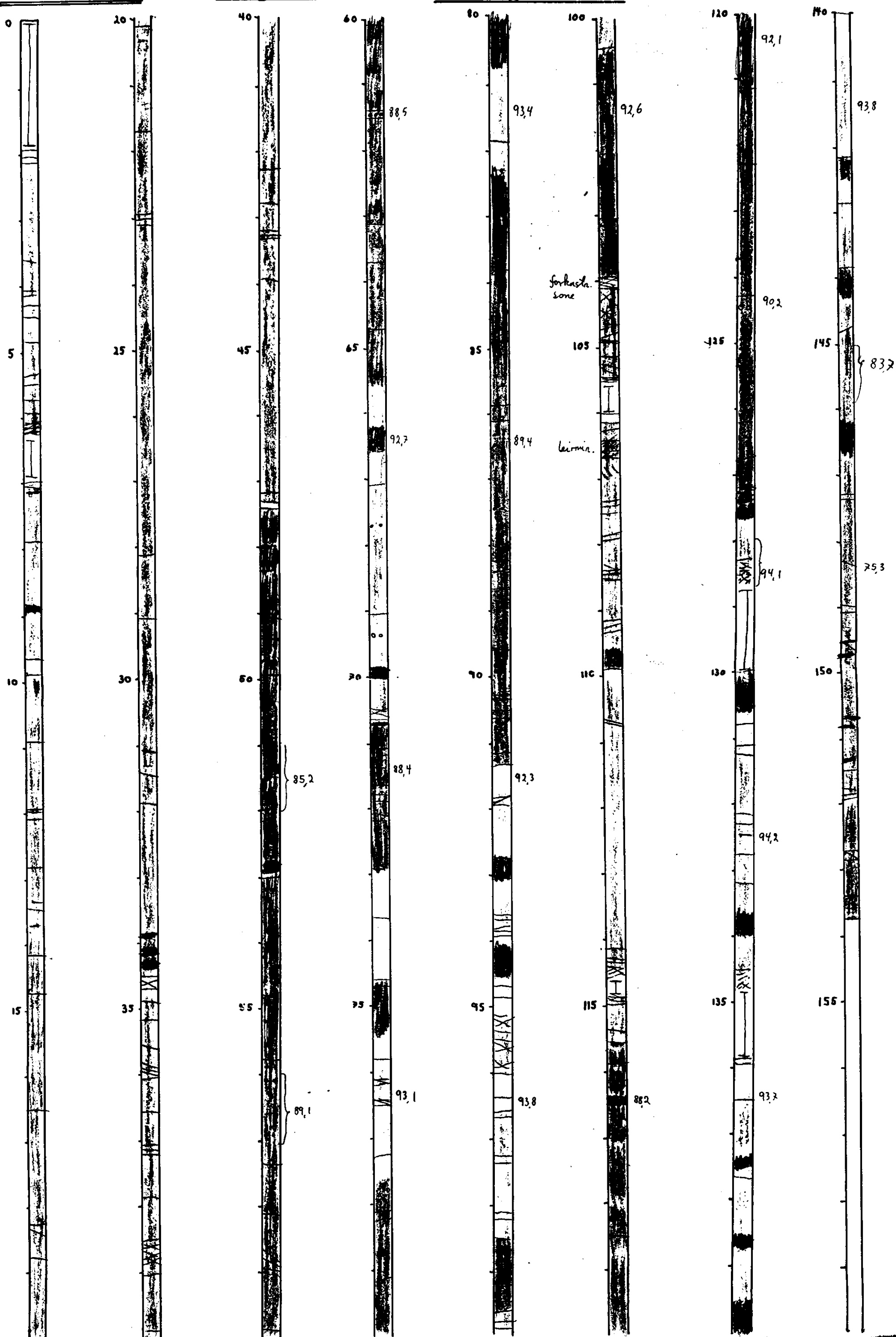
retning 135 / 66 NV



Borhull G

lengde 153,7 m

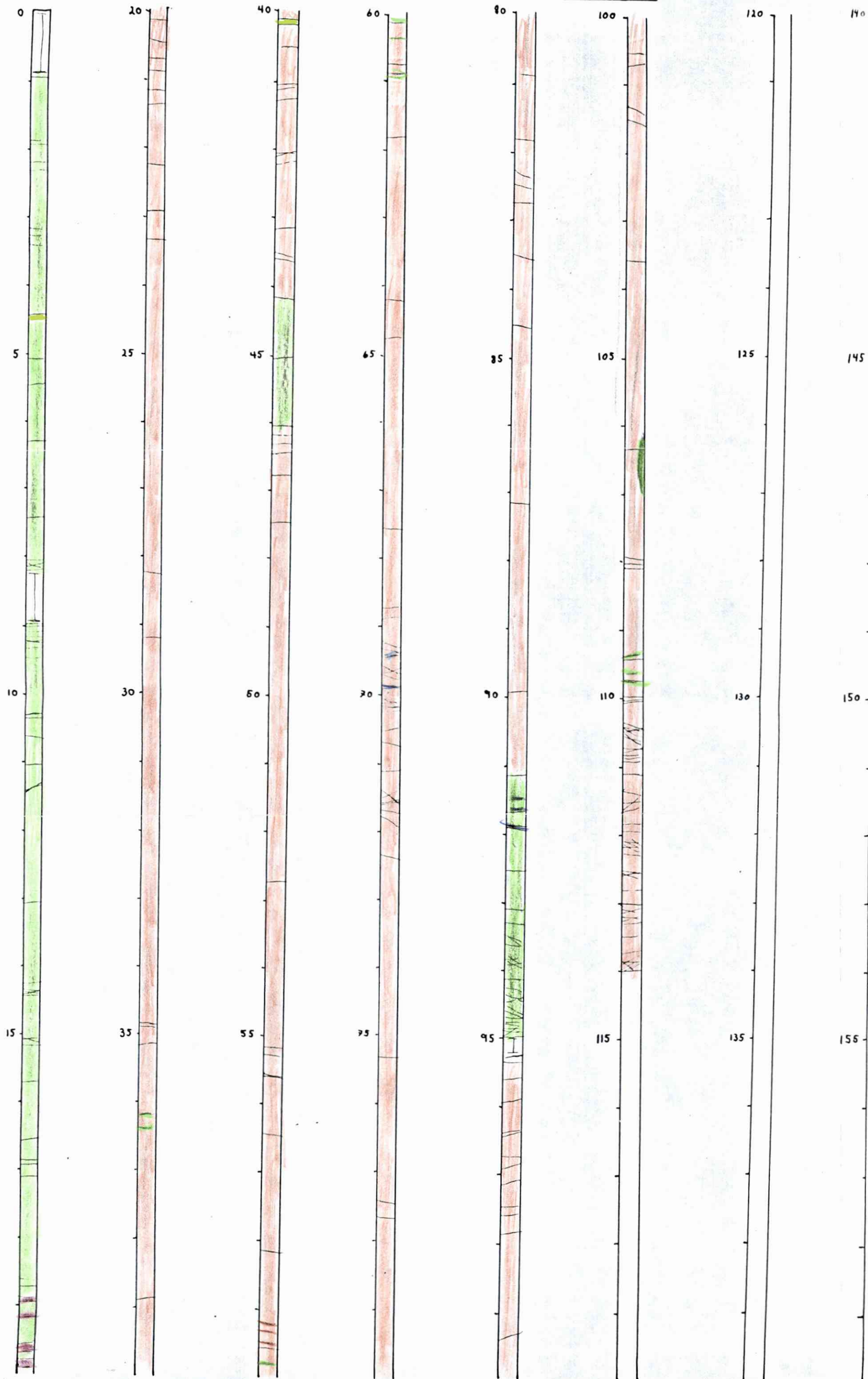
retning 125 / 38 V



Borhull #

lengde 114,0 m

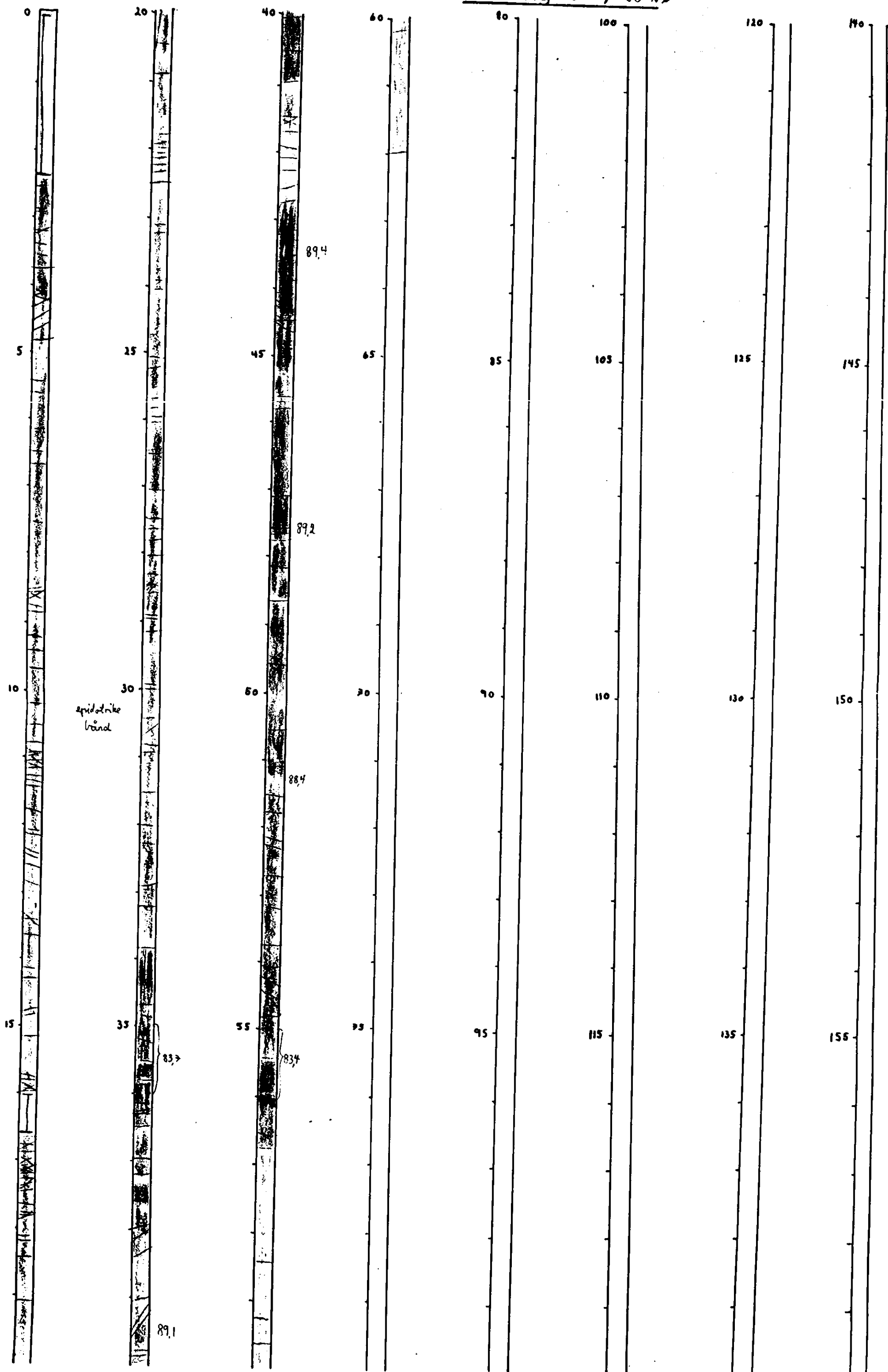
retning 125 / 66 V



Borhull I

lengde 620 m

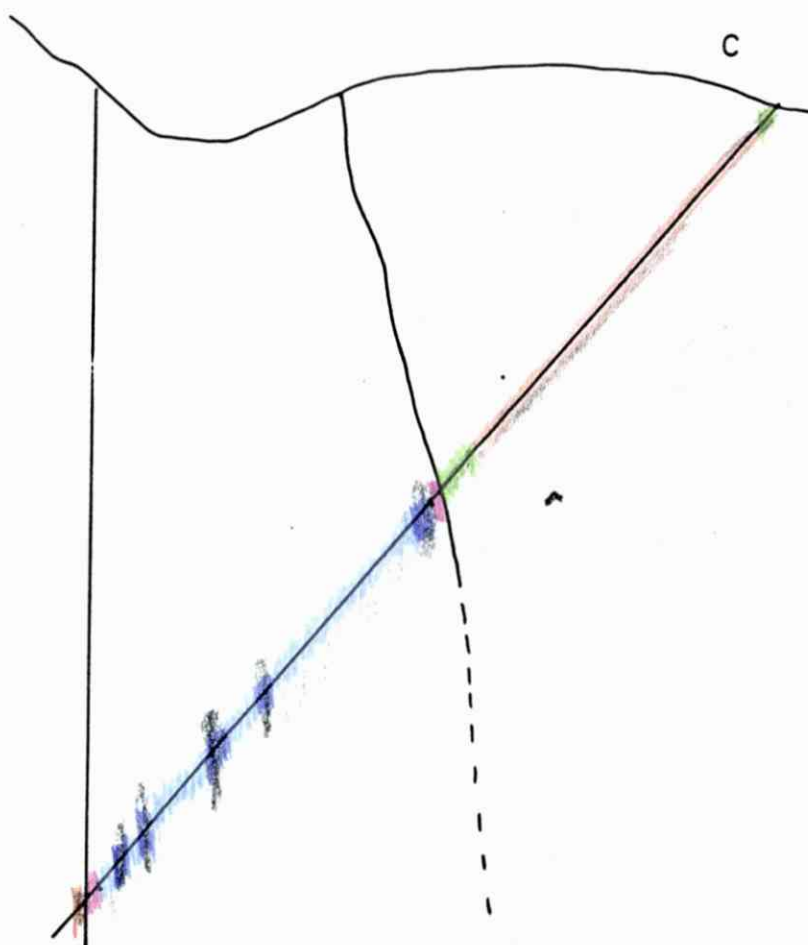
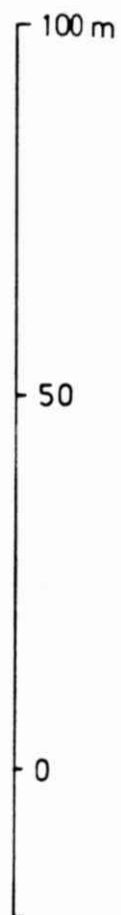
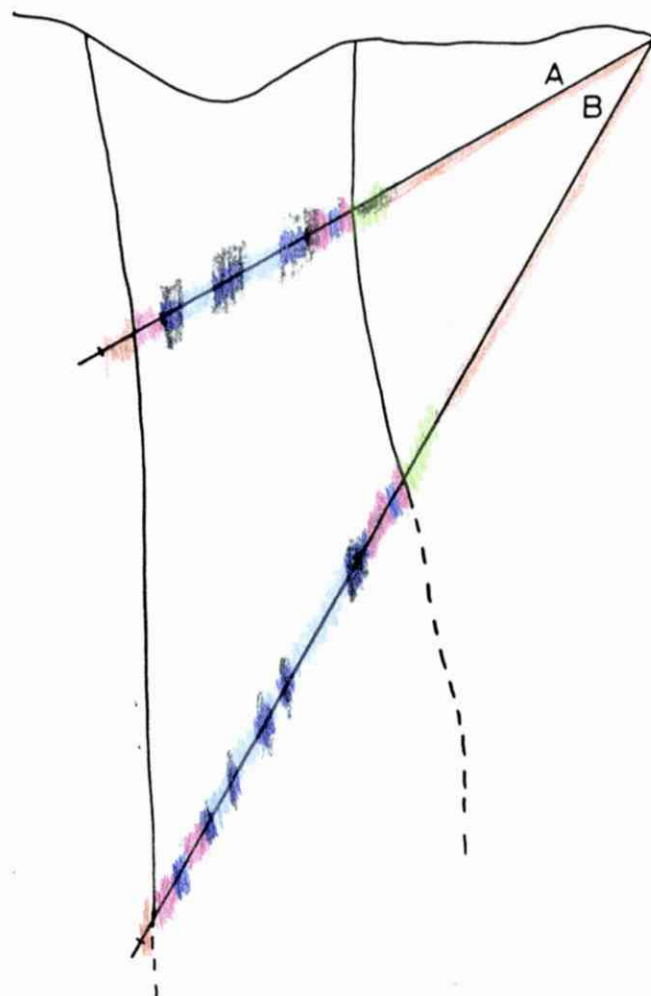
retning 50 / 88 NØ

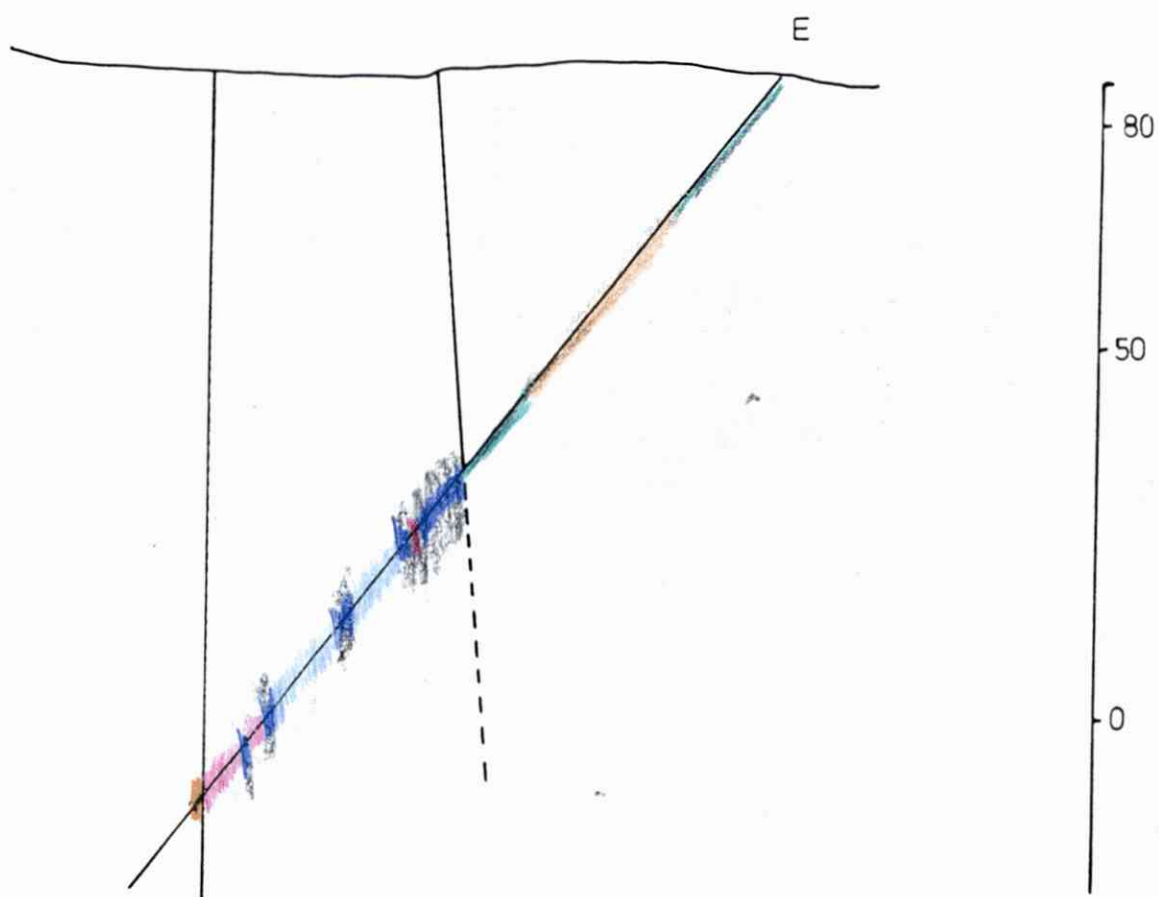
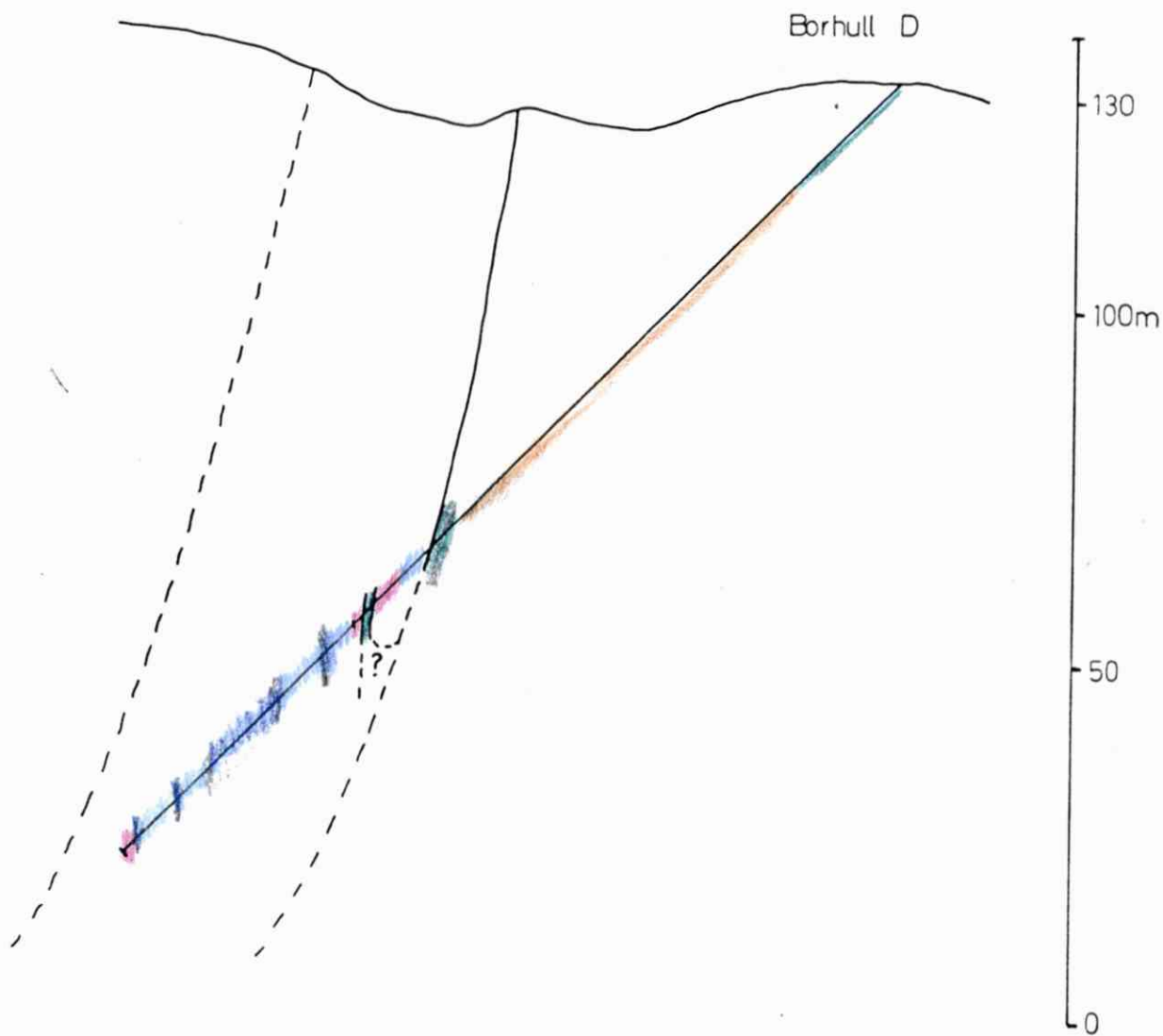


Vedlegg 2. A-I. Skisse over borprofiler.

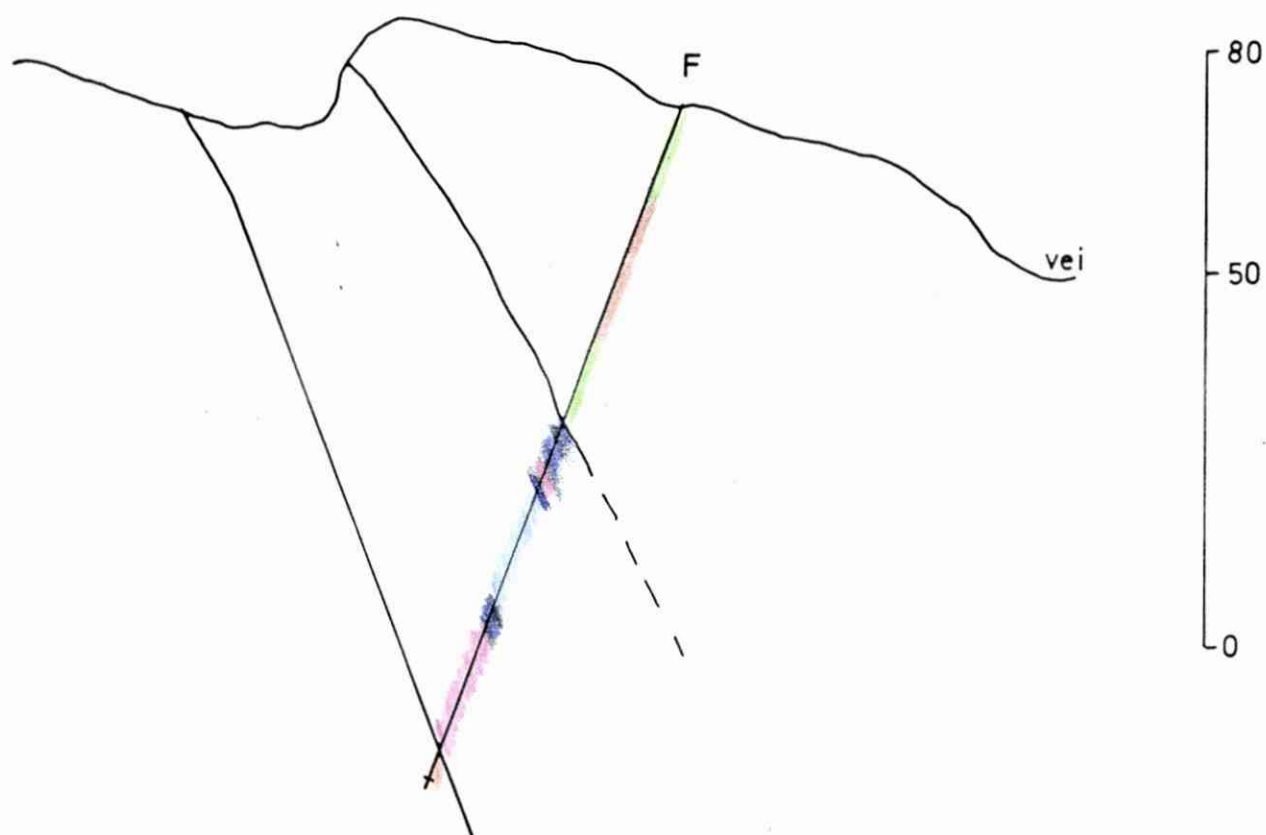
Tegnforklaring:

-  Fin-middelskornet kalk, hvithet > 92%
-  Middels-grovkornet kalk, " 93- 88%
-  Uren grå kalkstein, " < 88%
-  Amfibolitter
-  Kalksilikatgneiser, biotittskiifer
-  Kvartsitt
-  Forkastninger, deformasjonssoner

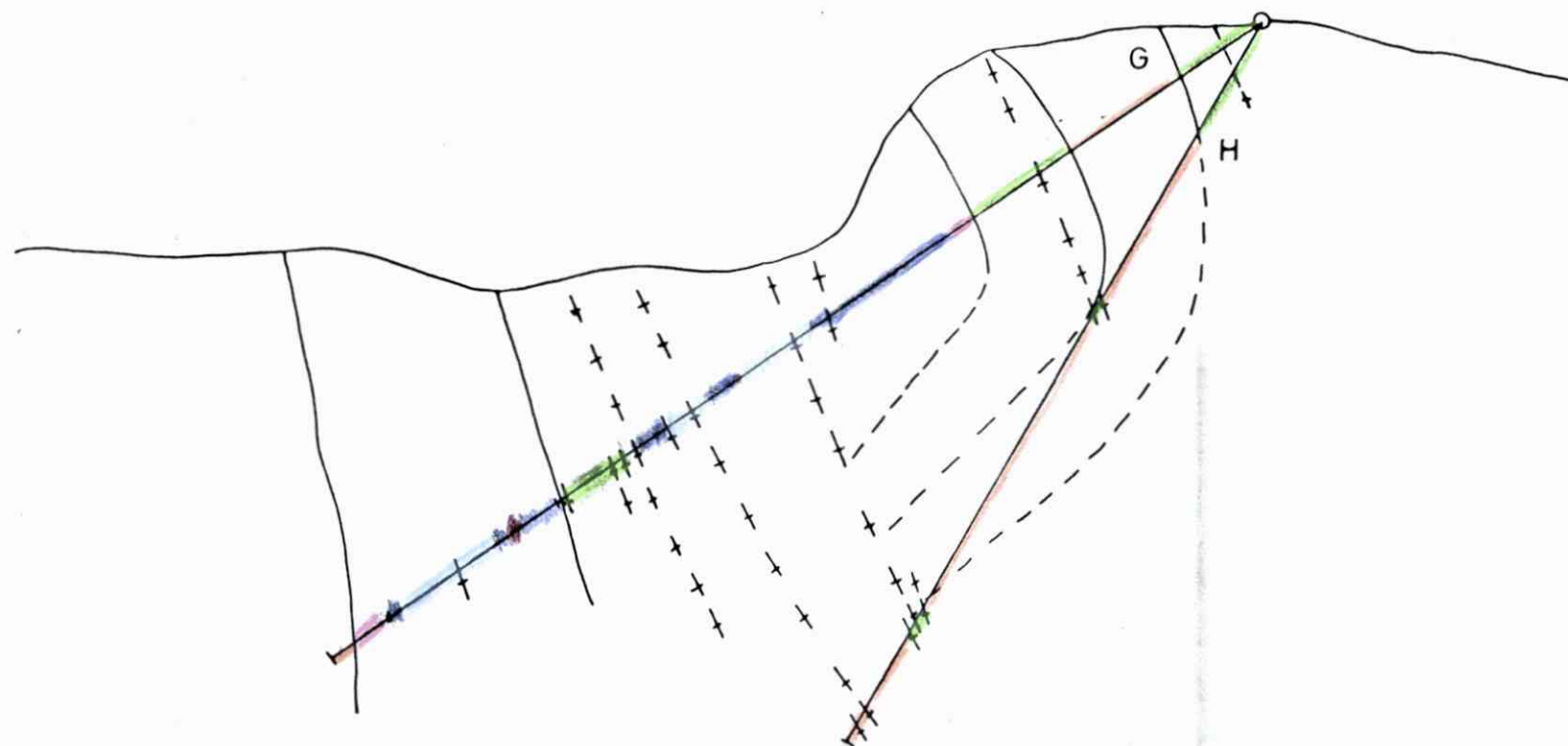




1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
84



Borhull G + H



Borhull I

