



# Bergvesenet

Postboks 3021, N-7441 Trondheim

## Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr <b>7353</b>	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr	Oversendt fra F.M. Vokes	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:

Tittel

Et studium av prøvetakingsmetoder i Modums gamle kobolt-gruver, Skuterud

Forfatter

Hygen, Gunn Kari Kvaal

Dato Ar

24 11 1971

Bedrift (Oppdragsgiver og/eller oppdragstaker)

Sulfidmalm A/S

Kommune

Modum

Fylke

Buskerud

Bergdistrikt

1: 50 000 kartblad

17141

1: 250 000 kartblad

Skien

Fagområde

Prøvetaking

Dokument type

Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt)

Modumfeltet

Skutterud

Svartfjell gruve

Råstoffgruppe

Malm/metall

Råstofftype

Co, Cu, Mo

Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse

Rapporten er Hovedfagsoppgaven i faget malmgeologi ved NTH.

Se også BV 353.

På basis av en lite kjent rapport angående prøvetaking i koboltgruvene på Modum, som viste høye analyser av kopper, kobolt og molybden, var det behov for undersøkelser av gruvene.

Det ble utført både kanal- og chipsprøvetaking under jord og i dagen, metodene ble statistisk sammenlignet med hverandre.

Det antydes at begge metodene har samme nøyaktighet.

Det konkluderes også med at Cu og Co er lognormalt fordelt i bergartskomplekset.

61 58

BV7353

Hovedoppgave

1

Malmeologi

for

Gunn Kari Kvaal Hygen

Hovedoppgave  
i faget  
Malmegeologi  
for  
Gunn Kari Kvaal Hygen.

ET STUDIUM AV PRÖVETAKINGSMETODER I MODUMS GAMLE  
KOBOLT-GRUVER, SKUTERUD.

Utför en systematisk prøvetaking i de tilgjengelige underjordiske åpninger ved Skuterud-gruvene, Modum, ved hjelp av assistenter som vil bli stilt til disposisjon. Prøvetakingen skal baseres på de allerede eksisterende geologiske opplysninger og på tidligere prøvetakingsresultater.

På utvalgte steder bør forskjellige prøvetakingsmetoder anvendes og sammenlignes kritisk.

Behandl de resulterende analysedata på en slik måte at det kan bestemmes om økonomiske verdier eksisterer over brytbare tykkelser. Presenter en kalkulasjon over de totale mulige tonnasje for forskjellige kombinasjoner av metallgehalter.

Kandidaten skal med besvarelsen vedlegge følgende erklæring med sin underskrift:

"Jeg erklærer herved på ære og samvittighet at jeg har utført dette eksamensarbeide selv og uten noen ulovlig hjelp."

Besvarelsen skal innleveres i 3 eksemplarer, ha format A4 og være innlevert innen 2/11 1971. Kandidaten gjøres oppmerksom på at ifølge gjeldende reglement er besvarelsen Høgskolens eiendom. En eventuell publikasjon av oppgavens resultater kan bare skje i forståelse med Høgskolen.

A/S Sulfidmalm skal yte økonomisk støtte under feltarbeidet og ett eksemplar av oppgaven blir stilt til firmaets rådighet etter at sensuren er falt. Forøvrig bør A/S Sulfidmalms økonomiske interesser ivaretas under oppgavens utførelse.

Forøvrig henvises det til eksamensreglementet.

F.M. Vokes  
(sign.)

Erklæring.

Jeg erklærer herved på ære og samvittighet at jeg har utført dette eksamensarbeide selv og uten noen ulovlig hjelp.

Trondheim, 24. november 1971.

*Gunn Kari Kvaal Hygen*  
Gunn Kari Kvaal Hygen

INNHOLD.	Side
Forord .....	6
Innledning .....	8
Grunnlag for undersøkelsene .....	9
Forsøksplanlegging .....	9
Generelt .....	9
For Skuterud gruver .....	10
Prøvetaking .....	12
Innledning .....	12
Feilkilder .....	12
Prøvetakingsmetodene .....	15
Under jord .....	15
Kanalprøver .....	15
Generelt .....	15
Krav til en god kanal .....	15
Fremgangsmåte ved kanalprøvetakingen i Skuterud gruve .....	15
Feilkilder hos kanalene i Skuterud gruve ..	16
Hva representerer analysene av en slik kanal?	17
4-meters og 5-meters prøver (chip samples) ....	18
Generelt .....	18
Krav til metoden .....	18
Fremgangsmåten ved 4- og 5-meters prøve- taking i Skuterud gruve .....	18
Feilkilder hos 4- og 5-meters prøvene i Skuterud gruve .....	18
Hva representerer analysene av en slik 4- eller 5-meters prøve? .....	19
Over jord .....	20
Prøver av fast fjell, bilag 8 og 9 .....	20
Generelt .....	20
For den enkelte prøve .....	20
Preparering og analyse .....	21
Preparering .....	21
Knusing .....	21
Splitting .....	21

	Side
Analyse .....	23
Preparering av prøvene .....	23
Analyse av Mo .....	23
Analyse av Co og Cu .....	23
Resultat av analysene .....	24
Beregning av mulige malmskvanta .....	25
Cut-off-grad .....	25
Kartoversikt .....	25
Malmberegning .....	26
Generelt .....	26
Cut-off-grad på 0,5% Cu-ekvivalenter .....	26
Ludvig Eugen nivå .....	26
Clara nivå .....	27
Forhaabnings nivå .....	28
Overflata .....	28
Totalt .....	29
Cut-off-grad på 0,25% Cu-ekvivalenter .....	29
Ludvig Eugen nivå .....	29
Clara nivå .....	31
Forhaabnings nivå .....	32
Over jord .....	32
Totalt .....	34
Prøver fra berghall .....	36
Statistisk behandling av analyseresultatet .....	37
Problem tilfeldighet - ikke tilfeldighet .....	37
Generelt .....	37
Anvendt .....	39
Test for trend .....	41
Clara nivå .....	42
Tverrslag 6 .....	42
Tverrslag 5 .....	43
Tverrslag 2 .....	44
Ludvig Eugen nivå .....	45
Tverrslag 8 - kanalprøver .....	45
Tverrslag 8 - 5-meters prøver .....	46
Tverrslag 9 - 5-meters prøver .....	47

	Side
Forhaabnings nivå .....	48
Hvilken fordeling passer best? .....	49
Parametrene forventning og varians .....	51
Sammenligning av prøvetakingsmetoder .....	54
Generelt .....	54
Anvendt .....	56
Tverrslag 2, Clara nivå .....	56
Forhaabnings nivå .....	59
Svartfjell gruve .....	61
Beliggenhet .....	61
Hvorfor undersøkt .....	61
Hvordan undersøkt .....	61
Resultatet av analysene .....	62
Appendix I .....	63
Kvalitetsvurdering av de enkelte prøver .....	63
Ludvig Eugen nivå (bilag 3 og 4).....	63
Nordligste tverrslag - kanaler .....	63
Tverrslag ved synk - kanalprøver .....	65
Der inngangsstoll møter ort - kanalprøver ....	66
Tverrslag 6 - kanalprøver .....	67
Tverrslag 7 - kanalprøver .....	68
Tverrslag 8 - kanalprøver .....	69
Tverrslag 8 - 5-meters prøver .....	71
Tverrslag 9 - kanalprøver .....	72
Tverrslag 9 - 5-meters prøver .....	72
Tverrslag 10 - 5-meters prøver .....	74
Tverrslag 11 - kanalprøver .....	75
Tverrslag 11 - 5-meters prøver .....	76
Tverrslag 12 .....	76
Ludvig Eugen nivå, sørenden .....	77
Kanalprøver .....	77
5-meters prøver .....	77
Clara nivå (bilag 4, 5 og 6) .....	78
Nordlige del, bilag 5 .....	78
Tverrslag 7 - 5-meters prøver .....	78

	Side
Tverrslag 6 - kanalprøver .....	78
Tverrslag 5 - 5-meters prøver .....	79
Prøver i Clara ort mellom tverrslag 5 og tverrslag 2 .....	80
Tverrslag 2 - kanalprøver .....	81
Tverrslag 2 - 4-meters prøver .....	84
Tverrslag 1 .....	85
Clara nivå, midtre del, bilag 4 .....	85
Inngangstollen mellom Troeger ort og hovedåpningen .....	85
5-meters prøver .....	85
Clara nivå, vestlige del, bilag 4 .....	86
Aller vestligste del (vest for sjakt) .....	86
Kanalprøver .....	86
4-meters prøve .....	88
Sydlig ort fra sjakt .....	88
Kanalprøver .....	88
Ort forbi sprengstofflageret .....	88
Kanalprøver .....	88
4-meters prøver .....	91
Clara nivå, sørlige del, bilag 4 .....	91
Tverrslag 1.S - kanalprøver .....	91
Tverrslag 2.S - 5-meters prøver .....	92
Tverrslag 3.S - 5-meters prøve .....	93
Tverrslag 4.S - 5-meters prøver .....	93
Troeger ort (bilag 6) .....	94
Nordlige del - kanalprøver .....	94
Sørlige del - kanalprøver - over taket .....	95
Tverrslag sør i Troeger ort .....	96
Aller sørligst i Troeger ort .....	96
Forhaabnings nivå (bilag 7) .....	97
Kanalprøver .....	97
4-meters prøver .....	99
Appendix II .....	100
Kvalitetsvurdering av prøvene fra Svartfjell gruve	100



## FORORD.

Arbeidet er utført i tidsrommet 2. juli til 22. november 1971. Effektiv arbeidstid beløper seg til vel 3 måneder. Differensen skyldes hovedsakelig venting på analyseresultatene. Det var meningen de skulle foreligge i begynnelsen av september, men på den tid forelå 100 analyser av 500. Ca. 300 analyser til kom i begynnelsen av oktober og 10 nye analyser i slutten av oktober, mot at ca. 90 prøver ikke er blitt analysert i det hele tatt. Grunnen til dette er at de 400 første analysene viste atskillig lavere resultater enn ventet, slik at økonomiske vurderinger fra A/S Sulfidmalms side tilsa en stopp i analysene.

Arbeidet ble utført på følgende måte:

5 uker feltarbeid med ledelse av innsamlingen av prøvene.

7 assistenter ble stilt til rådighet.

3 uker med litteraturstudium med særlig vekt på utvidelse av statistikkunnskapene, samt bearbeiding av resultater.

2 uker kartarbeid og tegning av bilag.

3 uker til skriving og redigering.

Total effektiv arbeidstid er da tilsammen 13 uker.

Jeg vil her spesielt få takke dosent Liv Høyland, Matematisk Institutt, for den hjelp og interesse hun har vist i hele høst.

Ved Geologisk Institutt takkes professor F.M. Vokes for den støtte han har vært under arbeidet. Dessuten takkes amanuensis S. Bergstøl for fagopplysninger, samt kontorfullmektig L. Undersaker for praktiske råd og vink. Jeg vil ellers spesielt takke laborant Rømme for kjemiske analyser. På tross av mange andre arbeidsoppgaver, analyserte han på svært kort varsel og med svært liten tidsfrist noen prøver som ikke var blitt sendt til England for analyse, men som var helt

nödvedige for den statistiske sammenligningen. Kontorfullmektig E. Jullum takkes for nøyaktig og god maskinskriving av besvarelsen.

Jeg vil også få takke staben ved A/S Sulfidmalm, Oslo, for sommerens samarbeid.

## INNLEDNING.

Oppdagelsen av en hittil lite påaktet rapport angående prøvetaking av de gamle koboltgruver i Skuterudåsen førte til en fornyet interesse for gruvene. Rapporten viste høye analyser av kobber, kobolt og molybden på flere steder i gruvene, og det lå i dagen at en ny undersøkelse av gruvene var ønskelig.

Da gruvene ved inspeksjon viste å ha relativt høy sikkerhet, var en nøyaktig prøvetaking inne i de gamle orter og stoller temmelig greit å utføre. Det ble utført både kanal- og chipsprøvetaking. Disse prøvene ble analysert kjemisk for å måle elementinnholdet. På noen utvalgte steder fulgte kanal- og chipsprøvetakingen hverandre for å få materiale til en sammenligning av disse to metodene.

Overflaten ble prøvetatt ved punktprøver, hovedsakelig av fast fjell, men også noen få prøver fra berghall ble tatt med.

Av bilag 2 sees beliggenheten til Skuterud gruver i forhold Snarumselva og Vikersund sentrum.

### Grunnlag for undersøkelsene.

De gamle gruver i Skuterudåsen, Modum, har med jevne mellomrom blitt undersøkt av geologer siden nedleggelsen av driften i 1899. Undersøkelsene har vært både av akademisk og økonomisk interesse. Men alle undersøkelser av økonomisk interesse synes å ha konkludert med at gruvene ikke ga mulighet for å oppta driften.

I 1952 prøvetok mr. Henry Brown gruvene for Falconbridge, Canada. En gjennomgåelse av hans analyseresultater viser relativt høye resultater, spesielt for molybden. Den henvises til bilag 1. Dette høye innhold av molybden er bemerkelsesfullt da hverken tidligere eller senere undersøkelser har antydnet tilstedeværelse av økonomisk interessante mengder av molybden. Derfor er det at en viss skepsis med hensyn til analyseresultatenes pålitelighet melder seg, men ved å studere fordelingen av Brown's analyser, synes en å spore en viss lov-messighet. For det første så synes de høyeste molybdenverdier å opptre i de vestligste deler av tverrslagene (se tverrslag (D) og det innerste tverrslaget på bilag 1). Dessuten ved å regne ut gjennomsnittlig molybdeninnhold i tverrslag (D) Ludvig Eugen nivå og tverrslag (A) Ludvig Eugen nivå fikk en henholdsvis 0,10% og 0,09% molybden, som må sies å være svært likt.

Bilag 1 viser at også Co og Cu opptrer med "brukbare" analyser en del steder, slik at en kombinasjon av disse tre elementene, Mo, Co og Cu, skulle kunne gi en drivbar forekomst. Det ble da besluttet å foreta en systematisk prøvetaking av Skuterud gruver, med etterfølgende analyse av følgende 3 elementer: Molybden, kopper og kobolt.

### Forsøksplanlegging.

Generelt: Under forsøksplanleggingen er det et mål en må ha klart for seg: Hvordan på best måte bestemme de ukjente størrelsene en er ute etter. I dette tilfellet er de ukjente størrelsene Cu-, Co- og Mo-innhold i bergartene. Ut i fra

bestemmelsen av disses innhold skal en trekke ut områder som kan være av økonomisk interesse.

Problemet er da å ta prøver av bergarten som gir et best mulig tredimensjonalt bilde av Cu, Co og Mo i bergarten.

#### For Skuterud gruver.

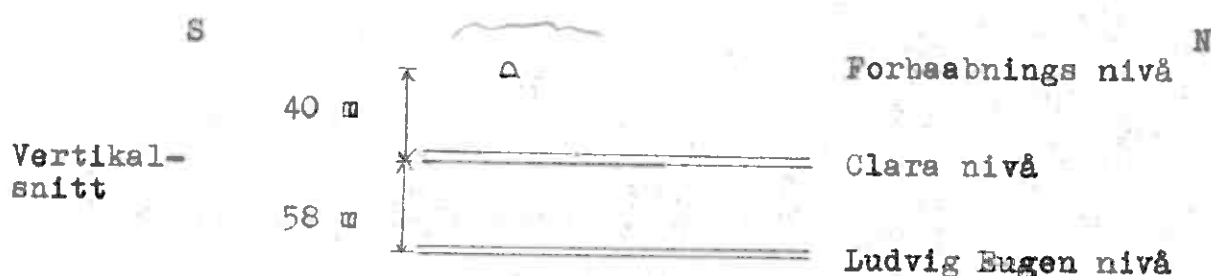
De lokale forhold ved Skuterud gruver var sterkt bestemmende for hvordan prøvetakingen måtte utføres. Med hensyn til vertikalrepresentasjonen av bergartene så måtte en holde seg til nivåene som allerede var drevet. Laveste nivå, Ludvig Eugen nivå, befinner seg ca. 123 m under dagoverflaten. Lavere ned enn dette er det umulig å prøveta uten å bore og/eller sprengte.

Neste nivå, Clara nivå, er 58 m over Ludvig Eugen nivå, dvs. ca. 65 m under dagoverflaten.

Disse to nivåene ligger temmelig rett over hverandre og har tilsvarende utstrekning i nord- og sør-retning, dog har Clara nivå litt større utstrekning, det henvises til bilag 18.

Forhaabnings nivå, som er ca. 25 m under dagoverflaten og ca. 40 m over Clara nivå, har derimot svært liten utstrekning. Nivået ender ofte blindt i de store dagåpningene.

Skisse av graven:



Bergartene har strøk nord-sør, de er tilnærmet vertikalstående. En prøvetaking i øst-vest-retning skulle derfor gi et tverrsnitt av bergartene, og da nivåene ligger tilnærmet rett over hverandre, se bilag 18, er en korrelasjon mellom nivåene enkel å utføre og forenkler malmberegningen.

På hvert nivå er det øst-vest-gående tverrslag, disse tverrslag står derfor tilnærmet vinkelrett på bergartene. Det naturlige er da å prøveta disse tverrslag.

Skisse:

Ö

V

hovedort \_\_\_\_\_  
 på nivået \_\_\_\_\_ tverrslag  
 (går nord-sør)

I øst-vest-retningen får en for hvert tverrslag et bilde av Cu-, Co- og Mo-innholdet. Nå er tverrslagene av varierende lengde slik at ikke alle tverrslag snitter alle de bergarter som en ønsker å prøveta.

Et bilde av fordelingen i nord-sør-retningen får en ved å forbinde likehørende verdier i to etter hverandre følgende tverrslag. Denne siste fremgangsmåten representerer selvsagt muligheter for store statistiske feil i malmberegningen. Det samme problemet oppstår jo også ved sammenbinding av de enkelte nivåene.

De enkelte tverrslag ble prøvetatt enten ved kanaler eller 5-meters prøver. Kanalprøver er jo anerkjent som den beste av de to metodene, slik at det ble besluttet å særlig bruke kanalprøver på Brown's "gode steder", dvs. der Brown's analyser viser høye element-innhold, da spesielt av molybden. Kanalprøvene er fortløpende prøver på 2-meters lengde, slik at kanalen ikke er bestemt ut fra å følge bergartstypene, men slavisk å være 2 m lange. Akkurat dette punkt i prøvetakingen kan diskuteres. Det er normalt mest ønskelig å begrense en prøve til en enkelt bergart. Men det var en rekke faktorer som umuliggjorde en slik fremgangsmåte her. For det første, og viktigste, så eksisterer det ikke gode nok geologiske kart over enkelte deler av gruva, dessuten er det en mye mer tids- og arbeidskrevende fremgangsmåte.

5-meters prøver ble brukt nærmest som en nødløsning, da en hadde relativt kort tid på seg til å prøveta hele gruva. Denne metoden ble, som nevnt foran, hovedsakelig brukt i mindre interessante tverrslag.

4-meters prøver ble tatt for å kunne foreta en statistisk sammenligning av chips- kontra kanal-prøvetaking. 4-meters prøvene er derfor tatt på samme steder som kanalprøvene, og da de er fire meter lange, "dekker" de to kanalprøver. 4-meters prøvene er av tilsvarende kvalitet som 5-meters prøvene. De enkelte prøvetakingsmetodene er forøvrig nærmere behandlet under prøvetakingen.

Over jord er det prøvetatt med punktprøver. En kunne kanskje ha prøvetatt med 5-meters prøver i øst-vest-retningen, men da store deler av overflaten er sterkt overdekket særlig av gamle berggaller, ville dette ha medført en svært varierende prøvelengde på chipsprøvene, noe som er statistisk lite ønskelig.

### Prøvetaking.

#### Innledning.

Det viktigste hos en prøvetakingsmetode er hvor nøyaktig den gir opplysning om de ukjente størrelsene. Feilkildene hos de forskjellige prøvetakingsmetodene er derfor behandlet relativt inngående, først generelt for alle de brukte prøvetakingsmetodene, med en etterfølgende spesiell diskusjon under behandlingen av hver prøvetakingsmetode. Som appendix er tatt med en kvalitetsvurdering av hver enkelt prøve som er tatt under jord. Dette er gjort for at en kan slå opp en ønsket prøve for å se om den tilfredsstillende kvalitetskrav en ønsker.

#### Feilkilder.

**Generelt:** Feilkildene hos en prøvetakingsmetode kan inndeles i følgende fire kategorier:

- 1) Fundamentalfeilen.
- 2) Innsamlingsfeilen.
- 3) Prepareringsfeilen.
- 4) Analysefeilen.

### 1) Fundamentalfeilten.

En kan definere prøvetaking på følgende måte:

"Sampling is the process of taking a small portion of an article such that the consistency of the portion shall be representative of the whole" - etter McKinstry (9).

Med fundamentalfeilten mener jeg en metodes grunnleggende umulighet til en helt eksakt representasjon av en malenkropp.

Å sette en tallmessig størrelse på denne fundamentalfeilten, er svært vanskelig. Dens øvre grense er 0, denne oppnåes når det er tatt prøver av hele malmen, dvs. der hele malenkroppen er brukt opp til prøver! Dette siste ansees som et rent hypotetisk tilfelle, slik at en kan si at der alltid eksisterer en fundamentalfeil. Denne fundamentalfeilten er videre avhengig av hvilken prøvetakingsmetode som er benyttet. Det er anerkjent at hos de to prøvetakingsmetodene som er benyttet i denne oppgaven, kanalprøver og chipsprøver, så har kanalprøvetakingen den laveste fundamentalfeil, eller den er den metoden som har størst sannsynlighet for riktig representasjon av en malenkropp. Men det synes også som om chips-sampling-metodens fundamentalfeil tidligere har vært overdrevet, slik at det i nyere litteratur ikke er advart mot bruk av chips-sampling som i eldre litteratur. Statistiske sammenligninger av de to metodene synes å understøtte dette. (Se nærmere under avsnittet: Sammenligning av de to prøvetakingsmetodene).

Fundamentalfeilens størrelse synes det svært vanskelig å uttale seg om, men dens varians kan estimeres a priori ut fra maltype og prøvetakingsmetode.

### 2) Innsamlingsfeilten.

Enhver innsamlingsfeil betinges av en eller annen form for heterogenitet i bergarten. Ethvert avvik fra en helt nøyaktig fremgangsmåte vil bevirke at representasjonen av bergarten ikke er helt riktig. Innsamlingsfeilten øker derfor direkte med grad av heterogenitet i bergarten og med kornstørrelsen. I motsetning



til fundamentalfeilens varians, kan innsamlingsfeilens varians bare estimeres a posteriori, da etter at analysene av prøver tatt fra samme sted og med kjent kvalitet er blitt statistisk behandlet.

De forskjellige prøvers kvalitet er behandlet fra s. 63 til s. 101. Særlige kvalitetsfeil hos kanalprøvene står behandlet s. 16, særlige kvalitetsfeil hos 5- (og 4-) meters prøvene står behandlet s. 18.

### 3) Prepareringsfeilen.

Knusing og splitting av en prøve representerer også visse problemer med hensyn til rett representasjon, uten at det skal gås nærmere inn på dette punkt.

Under avsnittet preparering er prepareringsutstyr og -metode behandlet.

### 4) Analysefeilen.

Etter oppgaver fra Robertson så er nøyaktigheten på Mo-bestemmelsene  $\pm 20\%$ , som må sies å være relativt lav. Nøyaktigheten på Co- og Cu-bestemmelsene er  $\pm 10\%$ .

## Prøvetakingsmetodene.

### UNDER JORD.

#### Kanalprøver.

##### Generelt.

Metoden består i å kutte en regelmessig kanal tvers over malmen. En samler opp alt materiale; stykker, støv etc., fra kanalen for å danne en prøve.

##### Krav til en god kanal.

Overflaten der kanalen skal taes må først rengjøres for alt løst materiale. Lösmaterialet vet en ikke med sikkerhet hvor er kommet fra, og er derfor ikke ønskelig å ha med i prøven. Dessuten bør alt forvitret og oksydert stoff på overflaten fjernes.

Ved kutting av kanalen skal en huske på et svært viktig krav: Like store deler av kanallengden skal representeres med like store prøver. Eller bedre uttrykt: Kanalen skal være så regelmessig og uniform som mulig. Det siste kravet kan også overføres til to kanaler som følger etter hverandre. Disse skal i fellesskap representere den lengden som de tilsammen utgjør, slik at en får en lik representasjon av alle delstykker.

##### Fremgangsmåte ved kanalprøvetakingen i Skuterud gruve.

Kanalene ble kuttet ved hjelp av en-kilos hammer og herdemeisler, både spisse og flate. Partiene besto av to mann, der en slo ut prøvedelene og den andre holdt en balje som stykkene falt ned i. Prøven ble så helt opp i papir-prøveposer og fortløpende nummerert. En prøve krevde som regel to poser. Ved spesielt vanskelig vegg gikk prøvestørrelsen ned.

Vekten på en to-posers prøve er ca. 6 kg. Da bergarten i Skuterud gruve som regel er temmelig finkornig, er denne prøvestørrelsen passende.

Lengden på kanalene var som nevnt under forsøksplanleggingen, 2 m.

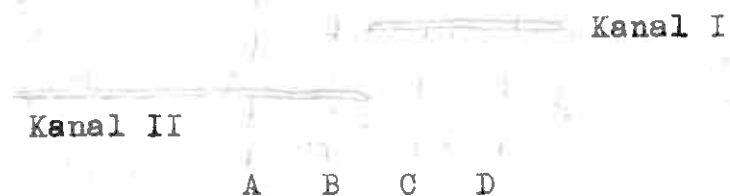
Feilkilder hos kanalene i Skuterud gruve.

Kanalprövene ble her hovedsakelig tatt på veggen, i noen få tilfeller ble det prøvetatt over taket.

Kravet til kanalene er at de er horisontale, dvs. holder jevn høyde over prøvetakingstverrsnittet. En del avvik fra dette krav forekom. Nå er bergartene i gruva temmelig steiltstående, slik at en eventuell feil ved ikke jevn høyde på kanalene blir svært liten når det gjelder to kanaler som følger etter hverandre. Dersom en enkelt kanal ikke holder en jevn høyde over sine 2 m, er feilen selvsagt større, da det her er snakk om en sammenhengende kanal.

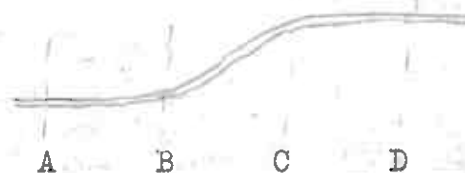
Skisser for bedre å anskueliggjøre feilstørrelsene ved disse to tilfellene:

a) To kanaler som følger etter hverandre har ikke samme høyde:



Vi ser at del BC er litt overrepresentert, men feilen er svært liten.

b) En kanal holder ikke jevn høyde:



Vi ser her at BC er overrepresentert, og at feilen er større enn under punkt a).

Hos de kanaler der denne feilkilden opptrer er det spesielt bemerket under gjennomgåelsen av hver enkelt prøve, appendix I.

En annen mulig feilkilde er at kanalen ikke er uniform med hensyn til bredde og dybde. Under arbeidet med en kanal kunne det hende at større stykker av veggen falt ut. I lærebøkene er det da rådet til å utvide kanalen slik at den ble så bred som de største stykkene. Men da det ofte bare var et rent tilfeldig stykke som løsnet lett, ble det valgt en annen fremgangsmåte. Det større stykket ble kuttet ned i mindre deler og en del tilsvarende resten av kanalen ble tatt med i prøven. Denne metode så ut til å fungere bra.

Det er ofte en fordel å ha ikke-geologer til å prøveta kanaler. Disse vil da gå slavisk etter instruksjon og ikke bli fristet til geologiske betraktninger. Slike betraktninger kan nemlig gi seg utslag i at en tar for mye av enkelte deler (spesielt mineraliserte partier etc.), mot at en lar andre deler bli underrepresentert.

Ved prøvetakingen under jord var det ikke-geologer som utførte arbeidet.

En del kanaler er litt dårlig vasket slik at uvedkommende materiale her kan forstyrre analysene. I appendix I er dette spesielt bemerket for de prøver som det gjelder.

#### Hva representerer analysene av en slik kanal?

Analysene av en slik kanal skal gi et gjennomsnittlig bilde av elementinnholdet over kanalens 2 meters lengde. En må videre anta at analysene har et bestemt gyldighetsområde både i horisontal- og vertikalplanet. Under malmberegningen er halvparten av avstanden til naboanalysen i N-S- og i vertikalretning brukte som gyldighetsområde. Denne antakelsen kan selvsagt representere en stor feilkilde. For Skuterud gruve er denne feilkilden størst ved stor avstand mellom tverrslagene og nivåene. En kan da ha uoppdagete variasjoner i elementinnhold mellom nabo-tverrslag eller nabo-nivå. Disse variasjonene kommer ikke inn i malmberegningen.

#### 4-meters og 5-meters prøver (chip samples).

##### Generelt.

En rekke biter av malmen blir brutt ut i en sammenhengende linje over malmen. Dette medfører en mye raskere prøvetaking enn kanalprøver.

##### Krav til metoden.

Et viktig krav er at en ikke bare tar ut biter som sitter spesielt løst eller biter som avviker tydelig fra bergarten rundt. Hovedkravet for denne metode som kanalprøvetaking er jo at alle deler av prøvelengden blir representert med like store stykker. De uttatte stykker må derfor være tilnærmet like store og bli tatt ut med like store avstander, samt i samme høyde. Men som et viktig tilleggskrav hos chip-sampling blir at den uttatte prøve er en mikrogjengivelse av bergarten som prøven taes over. Dette siste kravet dekkes jo automatisk ved kanalprøvetaking.

Rengjøring og fjerning av oksydasjonslag er like viktig her som ved kanalprøvetaking.

##### Frengangsmåten ved 4- og 5-meters prøvetaking i Skuterud gruve.

Prøvene ble tatt med tilsvarende utstyr som ved kanalprøvetaking. Arbeidet ble her også utført av partier bestående av to mann.

Ideell avstand mellom prøvebitene ble bestemt til 10 - 15 cm, med en maksimal prøveavstand på 30 cm.

Prøvene ble tatt over henholdsvis 4- og 5-meters lengde på sideveggene i ortene.

##### Feilkilder hos 4- og 5-meters prøvene i Skuterud gruve.

Den største feilkilden er at stykkene i en enkelt prøve er noen ganger uttatt med varierende mellomrom. Dette fører til en ulik representasjon av de forskjellige deler av vegg.

Denne ulike representasjon opptrer også der det er tatt ulike store stykker av veggen. Det vil si at noen steder er det tatt med større stykker enn fra mindre deler. Feilen p.g.a. ulike stykkstørrelser er som regel svært liten, da det større stykke ble delt i passende mindre stykker og et av disse tatt med.

En liten variasjon i høyde kunne spores hos enkelte prøver, men denne feilen var som regel svært liten.

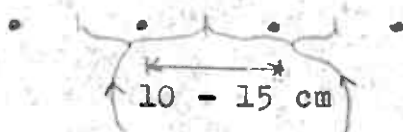
Det henvises forøvrig til kommentar under hver enkelt prøve, etter hvert tverrslag og etter hvert nivå, i appendix I.

Hva representerer analysene av en slik 4- eller 5-meters prøve?

4- og 5-meters prøvene skal som kanalprøvene gi et gjennomsnitt av elementinnholdet over prøvelengden. Dette gjennomsnitt skal selvsagt være det virkelige gjennomsnitt av elementinnholdet i bergarten der prøven er tatt.

Ved å ta like store stykker av bergarten med like store mellomrom har en allerede gjort følgende forutsetning: Hvert uttatt stykke er gitt et like stort gyldighetsområde i retning mot nabostykkene.

Skissert:



Gyldighetsområder

Dette representerer allerede en feilkilde som kan være stor ved spesielt uheldig bergartsinndeling. Eks.: 5 cm tynne vertikale bånd av en bergart opptrer med 30 cm mellomrom i en annen bergart. Ved prøvetaking som skissert på figuren kan en da få like stor andel av begge bergarter i prøven, mot at forholdet skulle være 5:30 = 1:6 volumprosent.

Av de geologiske kart oppteignet av J.B. Gammon (4) sees at det er liten grunn til å anta slike ekstrem-tilfeller her, men en skal være klar over at 4- og 5-meters prøvene med dette har en

svakhet som kanalprøvene ikke har. Ved den statistiske sammenligningen av de to metodene, 4-meters og kanalprøvetaking, s. 61, er det angitt om bare kanal- eventuelt begge metodene bør benyttes.

4- og 5-meters prøvene har ellers de samme problemer som kanalprøvene når det gjelder gyldighetsområde i nord-sør- og vertikalretningen, dvs. mellom tverrslagene og mellom nivåene. Ved malmberegningen er halvparten av avstanden til naboanalysen i disse to retningene brukt for 4- og 5-meters prøvene som for kanalprøvene.

#### OVER JORD.

#### Prøver av fast fjell, bilag 8 og 9.

##### Generelt.

Som nevnt under forsøksplanleggingen ble det valgt å legge profiler øst-vest, vinkelrett på strøket. Samtidig var det ønskelig at hele strøkretningen, både Nordgruva, Hovedgruva og Sørgruva, ble dekket. På grunn av den korte tiden en hadde til rådighet og at det bare kunne brukes en assistent til dette arbeidet, er profilene blitt svært smale. Dessuten var det over større flater svært ofte vanskelig å prøveta da berggrunnen var dekket av berghaller.

På bilag 8 og 9 er alle prøver tatt over jord plottet inn. Bemerk at prøver av berghallene også er plottet inn her, men med grønn farge.

##### For den enkelte prøve.

Prøvene er som nevnt punktprøver, dvs. at det med 10 - 30 m mellomrom ble slått ut et stykke av berggrunnen. Det er viktig å ha frisk bergart i prøvene, slik at all synlig overflateforvitring ble søkt fjernet før prøven ble tatt. Prøvevekt var i gjennomsnitt ca. 1,5 kg.

Vedkommende assistent som prøvetok over jord, var svært pålitelig og gjorde nøyaktige opptegnelser om hver enkelt prøve. Kontroll viste at prøvene holdt svært høy standard.

### Preparering og analyse.

Etter prøvetakingen ble prøvene knust og splittet på Geologisk Museum, Oslo. Prøver på størrelse 300 - 500 g ble så sendt til England for analyse.

### Preparering.

Preparant Foss, Geologisk Museum, opplyser følgende angående prepareringen:

#### Knusing.

Alle prøver ble knust med samme knuser, nemlig kjeve-knuser med stålkjeft. Mellom hver prøve ble knuseren rensket med stålbørste og kost, deretter blåst ren med trykkluft. Likevel kan forurensning forekomme fra prøve til prøve p.g.a. at kjevene til knuseren er en del ru og derfor vanskelig å renske 100%.

Prøvestørrelse som skulle sendes til England skulle være fra 300 til 500 g. Da vel halvparten av prøvene var fra 500 g til 10 kg (underjordsprøvene), måtte disse splittes.

#### Splitting.

Ved splitting deles prøven i to like store deler A og B. B splittes om nødvendig videre ned til ønsket prøvestørrelse, 300 - 500 g, er nådd.

En del av prøve A er sendt til kontoret til Sulfidmalm sammen med prøve B. Bare prøve B skulle sendes til England. En del av analyseresultatene fra England er nummerert A og B. Det er da bare resultat B som skal brukes.

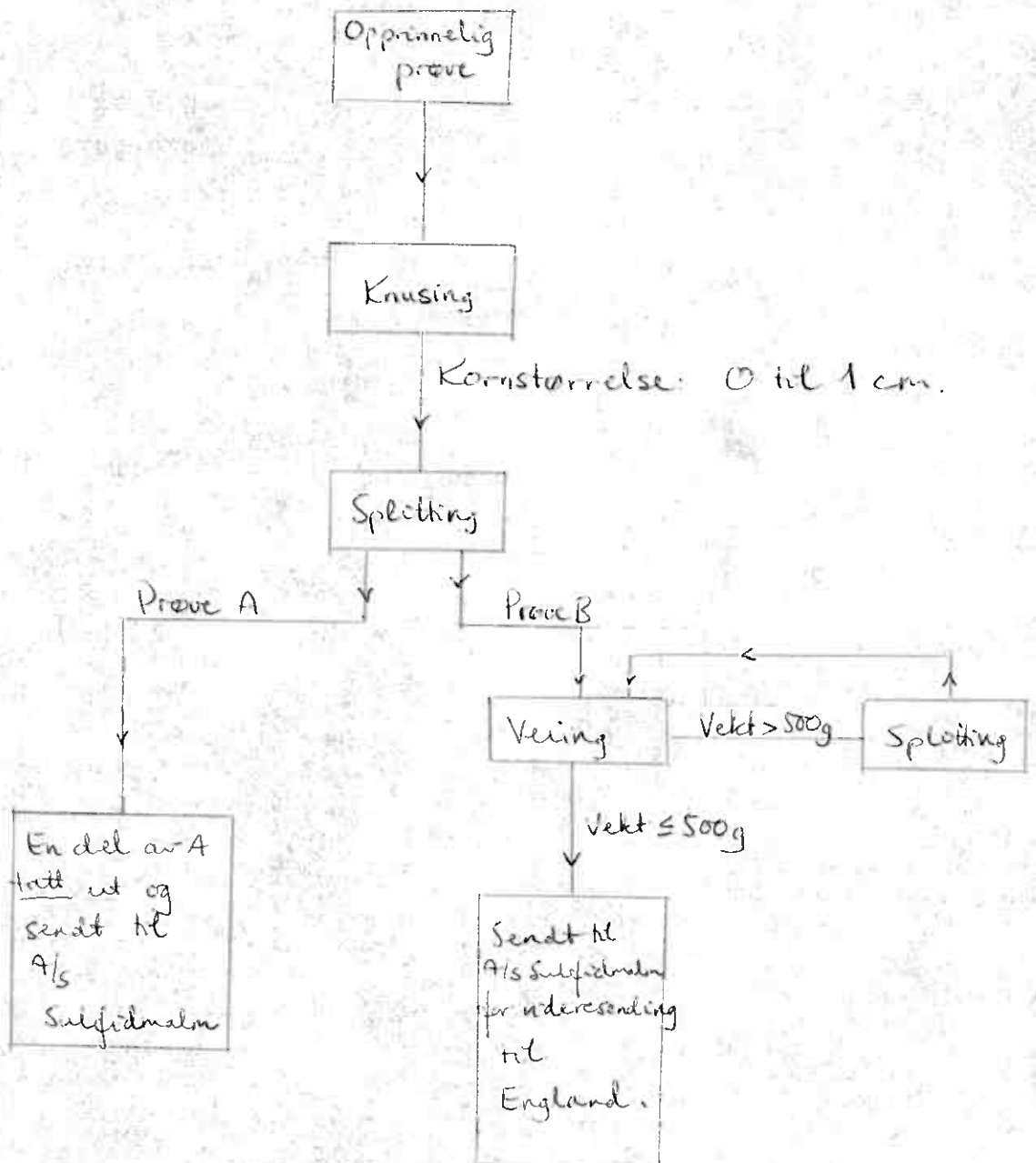
Analyser fra prøve A kan ikke sees som representative for prøven da bare en del av prøve A er sendt tilbake til kontoret, og denne del ikke er splittet ut av prøve A.



Dette medfører at en sammenligning av analyseresultatene fra de forskjellige laboratoriene ikke er relevant.

Ut fra det Foss har opplyst om prepareringsmetodene synes prepareringsfeilen å være relativt lav. Det henvises også til side 14.

Flytskjema for prepareringen er vist nedenfor.



### Analyse.

Analysen ble utført ved Robertson Research Mineral Technology Limited's analyselaboratorium i Tyn-y-Coed, Llanrhos, North-Wales. Dette er jo et privat firma slik at helt spesi-  
fiserte oppgaver over feilkilder er ikke så lett oppnåelig. Nå har imidlertid firmaet oppgitt feilgrenser for sine analyser, en videre diskusjon av feilmarginer kan da baseres på disse grensene.

### Preparering av prøvene.

Hele prøven, ca. 300 g, ble nedknust ved hjelp av Bico-Braun Type UA pulverizer. Denne gikk i lukket krets med en 60 mesh sikt, slik at alt materiale som kom fra Pulverizer'en hadde passert et 60 mesh sikt. Dette materialet ble splittet til 1/4, dvs. ca. 60 g, som så ble knust ved hånd i en agatmorter til det passerte et 100 mesh sikt. Denne "100 mesh"-prøven ble så brukt til analyse.

### Analyse av Mo.

Preliminær undersøkelse av noen av prøvene viste at Mo-innholdet var svært lavt. Robertson's valgte da en spektrografisk metode for dette elementet. En utsplittet 20 mg prøve ble komplett forbrent i en 10 ampère likestrømsbue. Spektret ble så undersøkt ved hjelp av en Hilger og Watts Store Kwarts Spektrograf. Spektret ble sammenlignet med standardprøver.

Nøyaktigheten til metoden i intervallet 0,001% til 0,100% N. er  $\pm$  20%.

### Analyse av Co og Cu.

Co og Cu ble bestemt ved hjelp av atomabsorpsjon. Analyseprøven ble oppløst i en blanding av salpetersyre,  $\text{HNO}_3$ , og Brom (nøyaktig blandingsforhold er ikke oppgitt). Det ble tilsatt perklorisyre,  $\text{HClO}_4$ , denne oppløsningen ble oppvarmet slik at uønskete gasser kunne unnvike. Oppvarmingen skjedde til perklorisyra tok fyr. Oppløsningen ble så fortynnet til det

ønskete volum i en volumetrisk flaske. Ikke oppløst stoff ble skilt fra oppløsningen ved hjelp av settling. (I det ikke oppløste stoff er det hovedsakelig silikater, og ingen av de ønskete ioner som Cu og Co). Oppløsningen ble så målt for Cu og Co ved hjelp av en EEL 240 atomabsorpsjon spektrometer. Nøyaktigheten i intervallet 0,005 - 0,05% er  $\pm 10\%$ .

### Resultat av analysene.

Bilag 26 viser analyseresultatene. Analysen ble foretatt hos Robertson Research Limited. Det slår en umiddelbart at disse er mye lavere enn Brown's resultater fra 1952. En del av sommerens prøver er undersøkt, dvs. noen er sendt til Lakefield Laboratory i Canada, noen til Nikkelverket i Kristiansand og noen for ny undersøkelse hos Robertson. Bilag 27 viser en sammenstilling av verdier for tilsvarende prøver. Det skal bemerkes at prøvene sendt til Lakefield og Nikkelverket ikke bare er utsplittete deler av prøven, men delvis tatt ut av prøven (se preparering side 21). Dette siste umuliggjør en detaljert sammenligning av analyseresultatene, men en grovere sammenligning viser også tydelig at alle analysene ligger langt under Brown's resultater fra 1952.

Ved å studere bilag 26, ser en dessuten at de ca. 500 prøvene ligger relativt nær hverandre i verdi. Konklusjonen må bli at analysene på bilag 26 gir et riktigere bilde av elementinnholdet i Skuterud graver enn de relativt få analysene fra 1952 (bilag 1).

Dessverre så sier Brown's rapport svært lite om hvilke metoder det ble brukt innen prøvetaking og analyse i 1952.

Et interessant spørsmål er hvordan en med 20 års mellomrom får en så stor variasjon i analyseresultater som bilag 1 og bilag 26 viser. Svaret må ligge i at det er benyttet forskjellige prøvetakings- og analyseteknikker, uten at jeg vil gå nærmere inn på dette her.

En smule "etterpåklokt" må en konkludere med at gamle analyser bør behandles med forsiktighet, og at en bør følge det råd som

er gitt av F.M. Vokes (12) om å sjekke gamle analyser før de anvendes. En kan kanskje si at det er sjekking av gamle analyser som er blitt gjort ved sommerens prøvetaking, men en må vel oppfatte Vokes slik at kontrollen skal ha et litt mindre omfang enn i dette tilfelle.

### Beregning av mulige malmkvanta.

#### Cut-off-grad.

Malmberegningen må her baseres på innhold av elementene Cu og Co, da Mo ytterst sjelden viser målbare resultater. Det er da greiest å operere med et hypotetisk element som en sum av disse to elementene. Nå kan Cu- og Co-innhold ikke summeres direkte da disse elementene har forskjellig verdi.

I Mining Journal for oktober finnes følgende noteringer for Cu og Co:

Cu: 418 pund/tonn.

Co: 2038 pund/tonn.

En kan derfor si at 1 Co tilsvarer 5 Cu. Vi får følgende formel for utregning av grad:

$$\frac{\text{Antall Cu-ekvivalenter i } \%}{+ 5 \cdot \text{Co-innhold i } \%} = \text{Cu-innhold i } \%$$

Jeg har valgt å regne ut malmkvanta for to forskjellige cut-off-grader. Å sette en rimelig cut-off-grad uten å dra inn gruvetekniske, mineralogiske og andre spørsmål, er vanskelig. Men en sammenligning med tilsvarende prosjekter, f.eks. Biddjovagge, gir at de to følgende cut-off-grader ikke skulle være helt urealistiske, nemlig 0,25% Cu-ekvivalenter og 0,5% Cu-ekvivalenter.

#### Kartoversikt.

På bilagene fra og med 11 til og med 22 viser blåfarge analyser som er høyere eller lik de respektive cut-off-grader. Ved å

sammenligne med kart over innplottete punkter (bilag 3 - 9), ser en at en del analyser mangler. Dette kommer av at ca. 90 prøver ikke er sendt til analyse da de 400 prøvene som alt var analysert viste uventete lave verdier. A/S Sulfidmalm anså det for bortkastete penger å få resten analysert.

De prøver som ikke er blitt analysert, må nødvendigvis bli betraktet som lave analyser, slik at hvite prøvefelt på kartene blir betraktet som om de var gulfargete.

### Malmberegning.

#### Generelt.

Malmberegningen var forutsatt bygd på sammenhørende verdier for naboavverrslag og nabo nivåer. Ved opptegning av kartene viste det seg at bare i et enkelt tilfelle kunne en finne en viss sammenheng mellom prøvene. - Det skal bemerkes at krav for sammenheng var at prøvene hadde likehørende verdier i nord-sør-retning, eventuelt i vertikalretning. Grunnen til dette krav er at bergartene i området er steiltstående, med strøk nord-sør. En kan derfor ikke tegne opp arealer med høye nok analyser. Malmberegningen må bare baseres på de enkelte analyser og antakelser om innen hvilket område vedkommende analyse gjelder. Denne antakelsen er vanskelig og gjør malmberegningen svært usikker. Som gyldighetsområde er her forsøkt konsekvent brukt halvparten av avstanden til naboanalyser.

#### Cut-off-grad på 0,5% Cu-ekvivalenter.

De enkelte nivå vurderes først hver for seg, for til slutt å ha en felles oversikt.

#### Ludvig Eugen nivå.

Da det ikke er tatt med noe kart over Ludvig Eugen nivå i bilagsdelen for 0,5% cut-off-grad, er det begrunnet med at overhodet ingen av de analyserte prøver på Ludvig Eugen nivå

kan oppvise analyser større eller lik 0,5% Cu-ekvivalenter. Noen antakelse om økonomiske forekomster på dette nivå savner derfor ethvert grunnlag.

#### Clara nivå.

Nordlige del, se bilag 19, viser to prøver med tilfredsstillende analyse, nemlig kanalprøve 01092 i tverrslag 2 og 5-meters prøve 03054 i tverrslag 5. Disse to prøvene er de eneste prøver som tilfredsstiller kravet på hele Clara nivå, inklusive Troeger ort.

Prøve 03054 synes å være sterkt begrenset i sørlig retning da prøve 02059, som er tatt 5 m lenger sør, viser et langt lavere innhold ( $< 0,5\%$  Cu-ekvivalenter).

Det er derimot vanskelig å si noe om prøve 03054's utbredelse i nordlig retning da det av sikkerhetsmessige grunner ikke er prøvetatt flere vestgående tverrslag etter tverrslag 5.

For prøve 01092 befinner nabo-tverrslag i sørlig retning seg temmelig nøyaktig 150 m lenger sør. Dette tverrslag har ingen analyser som når opp til 0,5% Cu-ekvivalenter. Dersom en antar at prøve 01092 har gyldighet halvparten av denne distanse, dvs. 75 m, får en et malmareal på  $2 \times 75 \text{ m} = 150 \text{ m}^2$  i denne retning. Nærmeste tverrslag i nordgående retning er atskilt med 194 m.

Tilsvarende utregning som ovenfor ville gi et malmareal på  $2 \times 95 \text{ m} = 190 \text{ m}^2$ .

Tilsammen gir dette et malmareal på  $340 \text{ m}^2$ . I tillegg kommer da det malmareal som prøve 03054 kan gi.

Denne utregningen synes temmelig dristig. Den ville ha stått atskillig sterkere dersom en kunne ha funnet korrelasjonsverdier mellom de enkelte tverrslag. Det kan muligens være en korrelasjon mellom prøve 01092 og prøve 03054's vestligste del. (De østlige 1,5 m "støter" jo mot prøve 02059 som "har" et langt lavere innhold).

Disse to prøver er som sagt de eneste av verdi på Clara nivå, slik at det ikke synes å være grunnlag for antakelse om økonomiske forekomster på dette nivå.

Forhaabnings nivå.

Bilag 20 viser at bare en prøve på nivået har analyseverdi større eller lik 0,5% Cu-ekvivalenter, nemlig prøve 01110 som er 2 m bred.

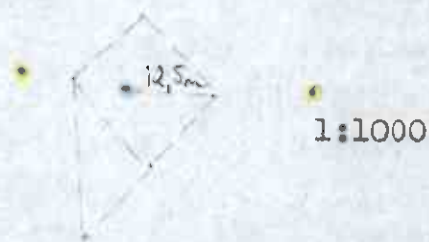
Å si noe om utstrekning i nord-sør-retning for denne analyse er svært vanskelig. Det ansees imidlertid for lite sannsynlig at nivået har muligheter for økonomiske forekomster.

Overflata.

Bilag 21 viser at to prøvetakingspunkt på overflata har analyseverdi større eller lik 0,5% Cu-ekvivalenter, nemlig prøve 04030 og prøve 04193.

Prøve 04030: En halvering av avstanden til de nærmestliggende prøver gir følgende malmareal:

Skissert:



$$12,5 \text{ m} \times 12,5 \text{ m} + 1/2 \cdot 12,5 \times 12,5 = \underline{\underline{225 \text{ m}^2}}.$$

Prøve 04193: Prøven har svært høyt Co-innhold (0,95%). Totalt antall Cu-ekvivalenter er 4,9%. Men prøven har relativt mange "gulffargete" analyser rundt seg, så det høye Co-innholdet antas å være helt lokalt. Malmareal:

$$8 \cdot 13 \text{ m} = \underline{\underline{100 \text{ m}^2}}.$$



Disse to prøvene ligger langt fra hverandre slik at mulighet for økonomisk forekomst på grunnlag av overflateanalysene ikke synes å være til stede.

#### Totalt.

En kan ved cut-off-grad på 0,25% se bort i fra Ludvig Eugen nivå og bare behandle korrelasjonen mellom Clara nivå, Forhaabnings nivå og overflata.

En sammenstilling av analyseverdier større eller lik 0,5% er vist på bilag 22. Bilaget viser en del av nivåene og hoveddagåpningen vertikalprojisert til et felles plan. Det ser da ut som om disse høye analysene ligger på en linje, men nå skal en huske på at bergartene står nesten helt steilt i området, og at det ikke opptrer så høye analyser på Clara midtre del som ligger temmelig rett under anomalverdien på Forhaabnings nivå (se bilag 22). Alle de omkringliggende analyser på tverrslagene som har anomalverdi er dessuten ikke høye nok. Noen videre kalkulasjon over masse av økonomisk betydning synes derfor unødvendig.

#### Konklusjon.

Skuterud gruve synes ikke å inneholde malm av økonomisk betydning ved cut-off-grad på 0,5% Cu-ekvivalenter i de områder som her er prøvetatt.

#### Cut-off-grad på 0,25% Cu-ekvivalenter.

##### Ludvig Eugen nivå.

Bilag 11 og 12 viser oversikt over prøver med analyseverdi større eller lik cut-off-graden (blåfarget).

For Ludvig Eugen nivå's nordlige del har tverrslag 2 en 1,5 m bred anomaliverdi, nemlig for prøve 01046. Noen fortsettelse av denne finnes ikke hverken i sørlig eller nordlig retning. (Det kan synes som om prøve 01008 ved tverrslag 5 er fortsettelsen, men tverrslag 4 har analyser som alle ligger under grenseverdien).



Halvering av avstanden mellom tverrslag 4 og 2 gir en lengde på  $\frac{75}{2}$  m = 37,5 m. Halvering av avstanden mellom tverrslag 2 og 1 gir en lengde på  $\frac{60}{2}$  m = 30 m. Så ved å anta at prøve 01046's analyse har et gyldighetsområde halvvegs til nabo-tverrslagene, får en følgende malmareal for denne prøven:

$$1,5 \text{ m} \times 37,5 \text{ m} + 1,5 \text{ m} \times 30 \text{ m} = \underline{101 \text{ m}^2}.$$

Ved å bruke samme metode på prøve 01008 ved tverrslag 5 får en følgende malmareal:

$$\begin{aligned} & \frac{\text{Avstand tverrslag 6 til tverrslag 5}}{2} \times \text{bredde på prøven} \\ + & \frac{\text{Avstand tverrslag 5 til tverrslag 4}}{2} \times \text{bredde på prøven} = \end{aligned}$$

$$50 \times 2 + 5 \times 2 = \underline{110 \text{ m}^2}.$$

For tverrslag 8, prøve 01051, 03017 og 02019, kan en bare regne ut malmareal i sørlig retning da ingen av de nordenforliggende tverrslag strekker seg så langt vest.

Malmareal i sørlig retning for de tre prøvene med høy nok analyse:

$$18,75 \text{ m} \times 3 \times 2 \text{ m} = \underline{110 \text{ m}^2}.$$

Det skal bemerkes at en av prøvene er atskilt fra de andre med et 2 m bredt belte med analyseverdi 0,16% Cu-ekvivalenter.

Prøve 01060 i tverrslag 10 gir følgende malmareal:

$$25 \text{ m} \times 5 \text{ m} + 27 \text{ m} \times 5 \text{ m} = \underline{260 \text{ m}^2}.$$

Summert over alle anomaliverdiene på Ludvig Eugen nivå får en følgende malmareal:

$$260 \text{ m}^2 + 110 \text{ m}^2 + 110 \text{ m}^2 + 101 \text{ m}^2 = \underline{581 \text{ m}^2}.$$

Det totale malmareal på ca. 580 m<sup>2</sup> opptreer jo ikke som en samlet enhet, men spredt over en lengde på ca. 400 m. Derfor kan en temmelig trygt fastslå at analysene på nivået ikke gir grunnlag for å anta muligheter for økonomiske forekomster.

Clara nivå.

Troeger ort, bilag 14, har ingen analyser som er høye nok. Clara nivå's midtre og nordlige del, bilag 12 og 13, har en del analyser større eller lik 0,25% Cu-ekvivalenter. Nå kan en med litt velvilje sammenbinde prøver fra tverrslag 2 og 5, Clara nord, samt prøve 02038 fra Clara midtre del. Men dette er ikke nødvendig da det her er snakk om svært få prøver og en utregning av hver enkelts malmareal ville gi det samme som å sammenbinde prøvene.

For prøve 03054, tverrslag 5, Clara nord, er malmarealets størrelse diskutert før, se side 27.

Tverrslag 2, Clara nord, har et 10 m bredt felt med høye analyser. Halvering av avstanden til tverrslag 5, Clara nord og til Clara midtre del gir følgende malmareal:

$$10 \text{ m} \times \frac{150}{2} \text{ m} + 10 \text{ m} \times \frac{194}{2} \text{ m} = \underline{1600 \text{ m}^2}.$$

Malmareal for prøve 02038 Clara midtre del: Arealet utregnes bare i nordlig retning da en antakelse om at analysen har gyldighet helt til sørligste tverrslag, tverrslag 45, synes svært dristig:

$$2 \text{ m} \times \frac{150}{2} \text{ m} = \underline{150 \text{ m}^2}.$$

I tillegg til disse utregnete malmareal har et 10 m bredt felt innerst i Clara stoll, prøve 01102 og prøve 02063, høyt nok innhold. Noen estimering av malmareal er for disse prøver svært vanskelig da tverrslag 1, Clara nord, ikke strekker seg så langt øst og tverrslag 25 er for langt unna.

Konklusjonen for Clara nivå blir at de eneste områder av betydning er to 10 m brede felt, henholdsvis tverrslag 2 Clara nord og innerste del, Clara stoll. Men begge disse felt antas for små til å gi økonomiske forekomster.

Forhaabnings nivå.

Bilag 15 viser at to analyser har høye nok verdier, nemlig prøve 01110 og prøve 01112. Utstrekning i nord- og sørretning er her ukjent da det ikke eksisterer parallelltverrslag på nivået. Da bare disse to analysene har høye nok verdier, må en vel si at nivået viser lite grunnlag for økonomiske forekomster.

Over jord.

Bilag 16 og 17 viser at tilsammen har sju prøver analyser større eller lik 0,25% Cu-ekvivalenter, nemlig prøve 04137 ved Fortuna, prøve 04145 øst for Henriette, prøve 04034, prøve 04036 og prøve 04038 i Hovedgruva, prøve 04193 ved Nordgruvas sørende og prøve 04063 ved Nordgruva. Disse prøvene ligger alle svært spredt og er omgitt av gulfargete prøver.

Ved halvering av avstanden til de nærmestliggende prøver får en følgende malmarealer:

Prøve 04137:

1:1000



$$\frac{1}{2} \times 15 \text{ m} \times 15 \text{ m} = \underline{110 \text{ m}^2}.$$

Prøve 04145: På grunn av mye overdekning i området er det få analyser akkurat i øst-vest-retning fra prøven. Jeg har da valgt å legge et kvadrat rundt prøven med side lik halvparten av avstanden mellom nabo-prøvene i nord-sør-retning:

1:1000



$$22 \text{ m} \times 22 \text{ m} = \underline{480 \text{ m}^2}.$$

Prøve 04034: Arealet blir tilsvarende som utregnet på side 28, dvs. 225 m<sup>2</sup>.

Pröve 04036: Denne prøven kunne muligens ha blitt kalkulert sammen med prøve 04038 da en kan sammenbinde disse to prøvene uten at en gulfarget analyse deler sammenbindingslinja. Men da 04037 ligger svært nær denne sammenbindingslinja, synes sammenhengen å være temmelig usikker. Pröve 04036 og 04038 velges da å behandles hver for seg.

Malmareal for prøve 04036: Pröven har ingen naboanalyse i östlig retning, malmarealet beregnes da så å si bare på vestlig side av prøven:

1:1000



$$\frac{1}{2} \times 17 \text{ m} \times 9 \text{ m} = \underline{70 \text{ m}^2}.$$

Malmareal for prøve 04038: Her beregnes også bare vestlige side:

1:1000



$$\frac{1}{2} \times 21 \times 18 + \frac{1}{2} \times 21 \times 3 = \underline{210 \text{ m}^2}.$$

Pröve 04193: Det skal bemerkes at prøven har en svært høy Co-analyse (0,95%). Totalantall Cu-ekvivalenter er 4,9. Men prøven har relativt mange gulfargete analyser rundt seg så det høye Co-innholdet antas å være helt lokalt.

Malmareal:

1:1000



$$8 \text{ m} \times 13 \text{ m} = \underline{100 \text{ m}^2}.$$

Pröve 04063: Arealet blir bare beregnet på prøvens sørøstre del da det ikke finnes nære nok analyser i de andre retningene.

1:1000.



$$\frac{1}{2} \times 9 \times 7 + 12 \times 8 = \underline{130 \text{ m}^2}$$

Vi ser at hver av prøvene gir svært små malmareal ved siden av at de ligger svært spredt. En må derfor konkludere med at overflate-analysene ikke gir grunnlag for å anta forekomster av økonomisk verdi.

#### Totalt.

Bilag 18 viser en vertikalprojeksjon av alle nivåene til et felles plan. Av dette kart kan en se om der er noen sammenheng mellom analysene på de forskjellige nivå. Bergartene står som nevnt steilt, slik at sammenhørende verdier skulle ligge tilnærmet rett over hverandre.

De to mest aktuelle nivåene er Clara og Ludvig Eugen nivå. En sammenligning av beliggenheten av de analyser som er større eller lik 0,25% Cu gir at ingen analyser følger hverandre, dvs. en kan ikke finne igjen de høye verdier på Ludvig Eugen nivå på tilsvarende sted på Clara nivå.

En sammenligning av Clara nivå og Forhaabnings nivå gir en liten mulighet for korrelasjon, nemlig mellom punktene merket  $A_F$  og  $A_C$ . Ved å anta punktene  $A_F$  og  $A_C$  som endepunkter i diagonalen i nord-sør-tverrsnittet av en firkantet malmblokk mellom disse punkter, får en følgende utregning av malukvanta:

Avstand Clara nivå - Forhaabnings nivå: 40 m. Av bilag 18 måles horisontal avstand  $A_C - A_F$  til 17 m.

Snitt N-S

1:1000



Snitt Ö-V



I. Bredder av analyse  $A_F$  er 0,5 m.

II. Bredder av analyse  $A_C$  er 2,0 m.

Spesifikk vekt av bergart settes lik  $3,0 \text{ kg/dm}^3$ . Ved bruk av I gir følgende mallemenge:

$$170 \text{ dm} \times 400 \text{ dm} \times 5 \text{ dm} \times 3 \text{ kg/dm}^3 = 1020000 \text{ kg} \approx \underline{1000 \text{ tonn.}}$$

Ved bruk av II gir 4 ganger så stor mallemenge: 4000 tonn.

En sammenligning av overflatas høye analyser med de underliggende nivå er svært vanskelig da disse punktene er spredt over et større areal enn de underliggende nivåer.

Ved beregning av malmevolum av de enkelte nivåer høye analyser der en ikke kan finne tilsvarende analyser på nivå over eller under, kan en bruke samme metode som ved beregningen av malmeareal for de enkelte nivåer. Det vil si at en kan anta et gyldighetsområde til analysen lik halvparten av lengden til de ovenforliggende nivåer. Men denne beregningen begynner etter hvert å bli litt søkt da en her har svært stor usikkerhet.

Konklusjonen må bli at en ved en cut-off-grad på 0,25% Cu-ekvivalenter har noen enkeltstående analyser på hvert enkelt nivå som er høye nok. Det kan vanskelig spores en sammenheng mellom disse analysene, unntatt for punktene  $A_F$  og  $A_C$ , slik at økonomiske forekomster synes ikke å være til stede.

Prøver fra berghall.

De berghallene hadde siste prioritet med hensyn til prøvetaking, er det ytterst få prøver fra disse. Bare berghaller ved Sydgruva og Hovedgruva ble rukket prøvetatt.

Riktig prøvetaking av en berghall er et svært komplisert arbeid, uten at jeg vil gå nærmere inn på teorien for det her, bare anvendelsen ved Skuterud gruver.

Prøvene ble forsøkt innsamlet uten forhåndsvurderinger. Med forhåndsvurderinger mener jeg utplukking av spesielle prøver etc. fra berghallen. På det stedet der en bestemte seg for å prøveta, ble det plukket ut en prøve så tilfeldig som mulig. En skal likevel ikke se bort fra at en viss menneskelig vurdering har **innvirket** ved utplukking av prøvene, selv om denne er blitt undertrykket så godt som mulig.

Prøvepunktene er plottet inn med grønn farge på bilag 8 og 9.

Analyseresultatene sees av bilag 26.

For Sydgruva er bare en prøve blitt analysert, prøve 05002. Denne viser 0,03% Cu og 0,009% Co som gir 0,075% Cu-ekvivalenter, noe som er temmelig lavt.

For Hovedgruva har vi følgende analyseresultater:

Prøve nr.	Cu	Co	Cu-ekvivalenter
04003	0,08	0,005	0,08
04004	0,32	0,08	0,72
04005	0,38	0,38	2,28
04006	0,15	0,62	0,46
04007 (B)	0,07	0,020	0,17
04009	0,08	0,026	0,21
04010	0,10	0,005	0,10

Ved å sette grense ved laveste cut-off-grad som er brukt i malmberegningen, nemlig 0,25% Cu-ekvivalenter, ser en at 3 av 7 prøver viser høyere analyser enn denne. De resterende 4 analyser ligger nesten alle temmelig nær opptil denne grense.

Men prøvematerialet er altfor spinkelt til å gi grunnlag for noen konklusjoner. Det eneste som kan sies er at berghallene ved Hovedgruva synes økonomisk interessante.

#### Statistisk behandling av analyseresultatet.

Den statistiske behandling er relativt omfattende. Spesielt er det lagt vekt på grunnlaget for statistisk behandling da tilfeldighet er diskutert, samt undersøkelse av fordelingen er foretatt. En går som oftest altfor raskt ut i fra at prøveresultatet er normalfordelt uten å ha undersøkt dette nøyere. Sammenligningen av de to prøvetakingsmetoder, chips- og kanalprøvetaking, er foretatt ved hjelp av hypoteseprøving.

#### Problem tilfeldighet - ikke tilfeldighet.

##### Generelt.

Statistisk analyse av data er basert på matematiske lover, særlig sannsynlighetsteorien. Denne teori har et helt fundamentalt krav, nemlig tilfeldige data. Derfor, hvis en skal bestemme påliteligheten av innsamlingsresultatet og uttrykke denne påliteligheten som sannsynlighet, er data som tilfredsstiller kravet om tilfeldighet absolutt påkrevet.

Ved innsamling av geologiske data står geologen overfor følgende situasjon: Elementene i mengden har fått sin fordeling ut i fra naturprosesser som har vært ukontrollert av geologen. Disse prosesser har som regel skjedd over et langt tidsrom ved siden av at deres innflytelse svært ofte er vanskeligere å bestemme helt nøyaktig. Geologiske data må derfor betraktes som kommet fra allerede avsluttete og ukontrollerte eksperiment, dette som en motsetning til mange andre vitenskapsgrener der data oppnåes fra kontrollerte eksperimenter.

Tilfeldige data ved mineral-avsetning kan bli oppnådd på to måter:

- 1) Ved å bruke innsamlingsmetoder som gir tilfeldige data.



- 2) Ved å bruke en hvilken som helst innsamlingsmetode for å få data om mineralpartikler som allerede er tilfeldig fordelt i bergarten eller er assosiert med tilfeldig fordelte strukturelle egenskaper. Disse tilfeldig fordelte strukturelle egenskaper må være av så liten størrelsesorden at flere av dem vil bli inkludert i en prøve.

Ved å undersøke fordelingen av mineralpartikler i en bergart vil en finne at det eksisterer en viss tilfeldighet eller uavhengighet mellom partikler som et resultat av at forskjellige prosesser har virket på bergartene og på de enkelte mineraler forskjellig. Dersom denne indre tilfeldighet var perfekt, ville enhver innsamlingsmetode gi data som tilfredsstillende kravet om tilfeldighet. Imidlertid er ikke denne indre tilfeldighet perfekt, fordi uniformitet av malm eksisterer i hvert fall for små bergartsvolum. Men dersom en kunne anta at malmen var homogen eller komplett uniform, så ville det være nok med en enkel prøve for å bestemme gjennomsnittsgehalt f.eks. Dette siste tilfelle opptrer vel bare på liten skala i høyverdige malmer. I lavverdimalmer må det sies å være bevist at geologiske faktorer bestemmer malmdelingen. I disse malmer må en ofte bestemme prøvestørrelse ut i fra småskala - strukturegenskaper (nevnt under punkt 2 foran) i stedet for kornstørrelse.

Som et resultat av dette kan en bare si at mineral- (eller element)-prøver bare er tilfeldig fordelt ned til volumer som er store nok til å inkludere noen få av disse struktur-egenskapene.

Alt dette kompliseres dessuten av at en kan ha generelle trender i elementfordelingen, eller soner av lav- og høyverdimateriale. Graden av den naturlige tilfeldighet er ikke kjent, slik at prøver som ikke er innsamlet ved bruk av type 1, må bli testet for trend før en kan anvende statistiske teknikker på dem.

### Anvendt.

Innsamlingsmetoden brukt ved Skuterud gruver må sies å være såkalt Stratified random. Det vil si at det er prøvetatt systematisk innen ett stratum, mot at de forskjellige strata er tilfeldig fordelt. Akkurat dette punkt om de enkelte strata er tilfeldig fordelt, er litt problematisk. De enkelte strata kan ved overføring til Skuterud gruver være de enkelte tverrslag. Disse tverrslag er drevet til forskjellige tider, fra Forhaabnings nivå i slutten av 1700-tallet til tverrslagene på Ludvig Eugen nivå etter år 1850. Hvilke kriterier som lå til grunn for å drive disse tverrslag er ikke klarlagt. På den tid eksisterte ikke boreteknikken ved siden av at strukturgeologien ikke var så godt utviklet som idag. Tverrslagene må vel sies å ha blitt drevet p.g.a. malmleting, mot at stollene og ortene var rene transport- og faringsveger. Tverrslagene var vel forsøk på å nå inn til malm fra ortene som "går" nord-sør. Å anta at disse tverrslagenes svært uregelmessige opptreden (konferer bilag 18) også gir en ønsket tilfeldighet hos de innsamlete prøver, skulle vel ikke være for dristig.

Innen det enkelte tverrslag derimot er problemet vedrørende tilfeldighet mye større. Prøvene er, som nevnt under prøvetaking, tatt fortløpende over 2-meters intervaller. Faren for såkalt successive-sample influence skulle derfor være til stede. Suksessiv-prøve influens er en korrelasjonsinfluens av prøver som følger etter hverandre. Denne korrelasjon kan være til stede som en trend som forårsaker en stor forandring i grad med distanse, eller den kan være til stede ved mindre lett bevisbare geologiske faktorer som fremkaller mindre forandringer i grad over mindre distanser. Det skulle være ganske naturlig å innse at to prøver som følger fortløpende på hverandre på et prøvetakingssted har lettere for å få tilsvarende analyseverdi enn to prøver som er atskilt med noen meter.

For å teste om det eksisterer trend innen et tverrslag kan en bruke den såkalte Mean-square-successive-difference Test.

Som navnet sier, så går metoden ut på å ta gjennomsnittet av kvadratet av de  $n - 1$  suksessive differenser mellom observasjonene,  $n$  er antall observasjoner.

$$\delta^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (X_{i+1} - X_i)^2}{n-1}$$

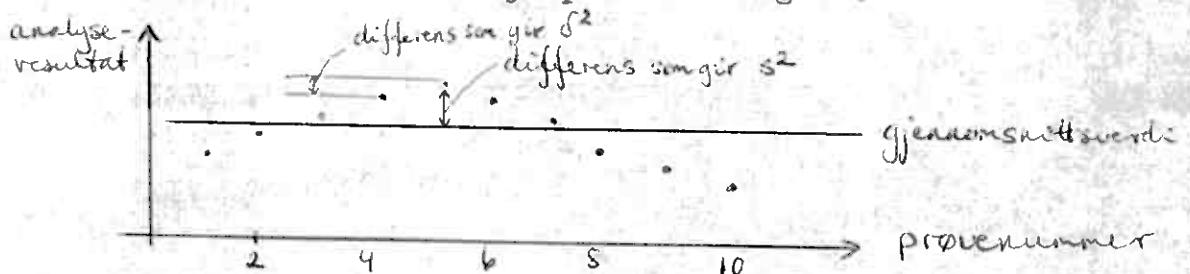
Dersom observasjonene er tilfeldig variable og normalfordelte, har vi at  $E(\delta^2) = 2\sigma^2$ , slik at  $\frac{\delta^2}{2}$  er en forventningsrett estimator for  $\sigma^2$ . Dersom vi har f.eks. gradvise forandringer i de eksperimentelle forhold, kan en se at  $\delta^2$  er en bedre estimator for  $\sigma^2$  enn  $S^2$ .

I mean-square-successive-difference test sammenligner vi verdiene  $\delta^2$  og  $S^2$ ,  $S^2$  er jo gitt ved

$$\frac{\sum_{i=1}^{n-1} (X_i - \bar{X})^2}{n-1}$$

$\bar{X}$  er gjennomsnittet av verdiene.

Forholdet,  $\eta = \frac{\delta^2}{S^2}$ , vil vise om det eksisterer trend. Det kan lettest innsees ved hjelp av et diagram:



For di verdien på  $\delta^2$  er basert på differensen mellom to analyseverdier som følger tett etter hverandre vil, dersom det er trend til stede som figuren viser,  $\eta$  bli liten da  $\delta^2$  ikke vil øke så fort som  $S^2$ .

Vi kan da sette opp følgende hypotesprøving:

$H_0$ : Tilfeldig variabel mot  $H_1$ : Long-term trend eksisterer.

Rimelig test: Forkast  $H_0$  når

$$\frac{\hat{\sigma}^2}{S^2} = \eta < k.$$

Ved signifikansnivå  $= \alpha$ :  $P(\eta < k_\alpha | H_0) = \alpha$ .

Fordelingen av  $\epsilon$ , gitt ved  $1 - \eta/2 = 1 - \frac{\sigma^2}{2S^2}$ , er blitt

studert og verdier for 5% og 1% signifikansnivå er satt opp i tabell 11.5 s. 679, Bennet og Franklin (1). Vi finner der de aktuelle k-verdier. Denne tabell er bare gitt for verdier av  $n < 25$ . For verdier av  $n > 25$  antar en at  $\epsilon$  er tilnærmet normalfordelt med forventning 0 og varians  $\frac{n-2}{(n-1)(n+1)}$

slik at en der kan bruke prosentpunkter fra en tabell over normalfordelingen for å sette signifikansgrensene.

#### Test for trend.

En del tverrslag er blitt trukket ut og testet for trend. De viktige tverrslag i denne sammenheng er tverrslag 2, Clara nivå's nordlige del og Forhaabnings stoll. Det er for disse to tverrslag en senere skal foreta sammenligningen av chips- og kanalprøvetaking.

Bare for tverrslag med prøveantall  $(n) \geq 4$ .

Clara nivå.

Tverrslag 6.

Cu

0,02

0,05

0,07

0,10

$$\bar{X} = 0,06$$

$$\begin{aligned} \sigma^2 &= \frac{0,0009 + 0,0004 + 0,0009}{3} \\ &= \frac{0,0022}{3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s^2 &= \frac{(0,0016 + 0,0001)2}{3} \\ &= \frac{0,0034}{3} \end{aligned}$$

$$\eta = \frac{22}{34} = \underline{0,65}$$

95% sannsynlighet for at vi har en long-term trend for Cu.

Co

0

0,036

0,010

0

$$\bar{X} = 0,022$$

$$\sigma^2 = \frac{0,036^2 + 0,026^2 + 0,01^2}{3}$$

$$= 0,0013 + 0,00068 + 0,00010$$

$$s^2 = \frac{0,022^2 + 0,014^2 + 0,012^2 + 0,022^2}{3}$$

$$= 0,00044 + 0,00019 + 0,00014 + 0,00044$$

$$\eta = \frac{208}{121}$$

Co har ikke long-term trend.

Tverrslag 5.Cu

0,15

0,06

0,09

0,45

$$\bar{X} = 0,19$$

$$s^2 = \frac{0,09^2 + 0,03^2 + 0,36^2}{3} = \frac{0,139}{3}$$

$$S^2 = \frac{0,04^2 + 0,13^2 + 0,10^2 + 0,26^2}{3} = \frac{0,096}{3}$$

$$\eta = \frac{0,139}{0,096} = 1,45$$

$H_0$  forkastes ikke for  $\alpha = 0,05$ , og da selvsagt ikke for  $\alpha = 0,01$ .

Co

0,006

0,006

0,015

0,045

$$\bar{X} = 0,018$$

$$s^2 = \frac{0,012^2 + 0,012^2 + 0,003^2 + 0,027^2}{3}$$

$$= \frac{0,001}{3}$$

$$s^2 = \frac{0 + 0,09^2 + 0,030^2}{3}$$

$$= \frac{0,009}{3}$$

$$\eta = \frac{0,009}{0,001} = 9$$

$H_0$  forkastes ikke.

Tverrslag 2.Cu

$$0,01 \quad \bar{X} = \frac{1,36}{15} = 0,09$$

0,02

$$0,01 \quad \delta^2 = \frac{(0,01^2 + 0,01^2 + 0,02^2 + 0,02^2 + 0,05^2 + 0,03^2 + 0,03^2 + 0^2 + 0,08^2 + 0,07^2 + 0,05^2 + 0^2 + 0,03^2 + 0,09^2)}{14} = \frac{0,0288}{14}$$

0,10

0,07

0,11

$$0,11 \quad s^2 = (0,08^2 + 0,07^2 + 0,08^2 + 0,06^2 + 0,04^2 + 0,01^2 + 0,03^2 + 0,02^2 + 0,02^2 + 0,02^2 + 0,06^2 + 0,02^2 + 0,07^2 + 0,11^2 + 0,16^2 + 0,10^2 + 0,01^2)/14$$

0,16

0,16

0,19

0,10

$$\eta = \frac{0,0288}{0,0481} = 0,6$$

Tabell 11.5 gir for  $n = 15$ .

$H_0$  forkastes med signifikansnivå 1%, for Cu, dvs. 99% sannsynlighet for long-term trend for Cu.

Co

$$0,009 \quad \bar{X} = \frac{0,296}{15} = 0,020$$

0,008

$$0,009 \quad \delta^2 = (0,001^2 + 0,001^2 + 0,004^2 + 0,008^2 + 0,006^2 + 0,005^2 + 0,018^2 + 0^2 + 0,012^2 + 0,007^2 + 0,001^2 + 0,001^2 + 0,013^2 + 0,084^2 + 0,048^2 + 0,011^2)/14 = \frac{0,0101}{14}$$

0,025

0,025

0,013

0,006

0,007

0,006

0,090

0,042

0,031

$$\eta = \frac{101}{69} = 1,45 \quad H_0 \text{ forkastes ikke.}$$

Ludvig Eugen nivå.Tverrslag 8.Kanalprøver.

$$\begin{array}{l}
 \underline{\text{Cu}} \\
 0,01 \quad \bar{x} = \frac{0,67}{7} = 0,096 \quad 0,10 \\
 0,02 \\
 0,00 \quad \delta^2 = (0,01^2 + 0,02^2 + 0,35^2 + 0,29^2 + 0,08^2 + 0,05^2)/6 \\
 0,35 \\
 0,06 \quad = \frac{0,153}{6} \\
 0,14 \\
 0,09 \quad s^2 = 0,09^2 + 0,08^2 + 0,10^2 + 0,25^2 + 0,04^2 + 0,04^2 + \\
 \quad \quad \quad 0,01^2)/6 = \frac{0,091}{6} \\
 \\
 \eta = \frac{153}{91} = \underline{1,68}
 \end{array}$$

$H_0$  forkastes ikke.

$$\begin{array}{l}
 \underline{\text{Co}} \\
 0,000 \quad \bar{x} = \frac{0,170}{7} = 0,024 \\
 0,005 \\
 0,000 \quad \delta^2 = (0,005^2 + 0,005^2 + 0,015^2 + 0,004^2 + 0,034^2 + \\
 0,015 \quad \quad \quad 0,025^2)/6 = \frac{0,00206}{6} \\
 0,019 \\
 0,053 \quad s^2 = 0,024^2 + 0,019^2 + 0,024^2 + 0,009^2 + 0,005^2 + \\
 0,078 \quad \quad \quad 0,029^2 + 0,054^2)/6 \\
 \quad \quad \quad = \frac{0,0054}{6} \\
 \\
 \eta = \frac{21}{54} = \underline{0,39}
 \end{array}$$

$H_0$  forkastes med 99% sannsynlighet.



5-meters prøver.Cu

$$0,03 \quad \bar{X} = \frac{0,16}{6} = 0,027$$

0,02

$$0,03 \quad s^2 = (0,01^2 + 0,01^2 + 0,01^2 + 0,03^2 + 0,02^2)/6$$

0,04

$$0,01 \quad = \frac{0,0016}{6}$$

0,03

$$s^2 = (0,003^2 + 0,007^2 + 0,003^2 + 0,013^2 + 0,017^2 + 0,003^2)/6 = \frac{0,00054}{6}$$

$$\eta = \frac{160}{54} = \underline{\underline{3}}$$

 $H_0$  forkastes ikke.Co

$$0,006 \quad \bar{X} = \frac{0,047}{6} = 0,0078$$

0,005

$$0,008 \quad s^2 = (0,001^2 + 0,003^2 + 0,002^2 + 0,005^2 + 0,005^2)/5$$

0,006

$$0,011 \quad = \frac{0,000064}{5}$$

0,011

$$s^2 = (0,002^2 + 0,003^2 + 0^2 + 0,002^2 + 0,003^2 + 0,003^2)/5$$

$$= \frac{0,000035}{5}$$

$$\eta = \frac{64}{35} = \underline{\underline{1,82}}$$

 $H_0$  forkastes ikke.

Tverrslag 9.5-meters prøver.Cu

$$0,00 \quad \bar{x} = \frac{0,36}{9} = 0,04$$

0,00

$$0,10 \quad \sigma^2 = (0,10^2 + 0,01^2 + 0,07^2 + 0,03^2 + 0,07^2 +$$

0,11

$$0,07^2)/8$$

0,04

$$0,01 \quad = \frac{0,0257}{8}$$

0,08

$$0,01 \quad s^2 = (0,04^2 + 0,04^2 + 0,06^2 + 0,07^2 + 0,03^2 + 0,04^2 +$$

0,01

$$0,03^2 + 0,03^2)/8$$

$$= \frac{0,0160}{8}$$

$$\eta = \frac{257}{160} = \underline{1,6}$$

 $H_0$  forkastes ikke.Co

$$0,000 \quad \bar{x} = \frac{0,075}{9} = 0,008$$

0,000

$$0,024 \quad \sigma^2 = (0,024^2 + 0,012^2 + 0,003^2 + 0,004^2 + 0,020^2 +$$

0,012

$$0,025^2)/8$$

0,009

$$0,005 \quad = \frac{0,00177}{8}$$

0,025

$$0,000 \quad s^2 = (0,008^2 + 0,008^2 + 0,016^2 + 0,004^2 + 0,001^2 +$$

0,000

$$0,003^2 + 0,017^2 + 0,008^2 + 0,008^2)/8$$

$$= \frac{0,00083}{8}$$

$$\eta = \frac{177}{83} = \underline{2,1}$$

 $H_0$  forkastes ikke.

Forhaabnings nivå.Kanalprøver.Cu

$$0,03 \quad \bar{X} = \frac{1,19}{11} = 0,10$$

0,02

$$0,08 \quad \sigma^2 = (0,01^2 + 0,06^2 + 0,02^2 + 0,01^2 + 0,02^2 + 0,60^2 +$$

0,06

$$0,66^2 + 0,08^2 + 0,04^2)/11$$

0,05

$$0,05 \quad = \frac{0,408}{11}$$

0,07

0,67

$$0,01 \quad s^2 = (0,07^2 + 0,08^2 + 0,02^2 + 0,04^2 + 0,05^2 + 0,05^2 +$$

0,09

$$0,03^2 + 0,57^2 + 0,09^2 + 0,01^2 + 0,05^2)/11$$

0,05

$$= \frac{0,355}{11}$$

$$\eta = \frac{408}{355} = \underline{1,15}$$

 $H_0$  forkastes ikke.Co

$$0,000 \quad \bar{X} = \frac{0,125}{11} = 0,011$$

0,000

$$0,015 \quad \sigma^2 = (0,015^2 + 0,006^2 + 0,002^2 + 0,007^2 + 0,008^2 +$$

0,009

$$0,008^2 + 0,038^2)/10$$

0,007

$$0,000 \quad = \frac{0,0019}{10}$$

0,008

$$0,008 \quad s^2 = (0,011^2 + 0,011^2 + 0,004^2 + 0,002^2 + 0,004^2 +$$

0,008

$$0,011^2 + 0,003^2 + 0,003^2 + 0,003^2 + 0,005^2 +$$

0,016

$$0,043^2)/10$$

0,054

$$= \frac{0,0023}{10}$$

$$\eta = \frac{19}{23} = \underline{0,83}$$

 $H_0$  forkastes med 95% sannsynlighet.

### Hvilken fordeling passer best?

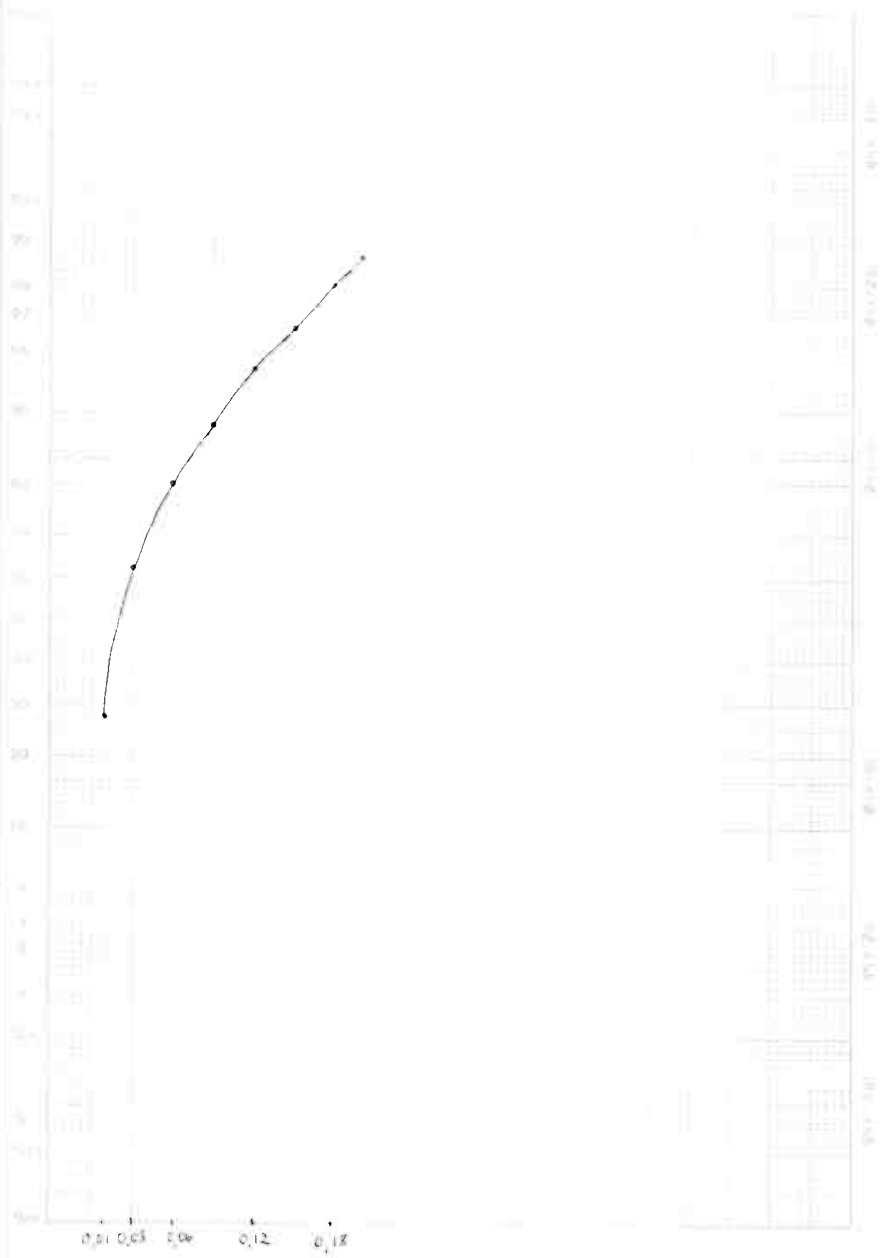
Som nevnt under foregående avsnitt side 37, har elementene i mengden fått sin fordeling ut i fra naturprosesser som har vært ukontrollert av geologen. Prosessene kan dessuten ha opptrådt til forskjellig tid og med forskjellig innvirkning på fordelingen. En må vel kunne si at den fordeling elementene har i bergarten idag er en resultantfordeling og kan være et "sammensurium" av en rekke fordelinger. Å fastsette en fordeling a priori synes derfor svært vanskelig. Men ved å støtte seg til en innsamlet prøvemengde og undersøke dennes fordeling, kan en dra slutninger om den totale fordeling av elementene (evt. mineralene) i bergarten. Følgende problem dukker da øyeblikkelig opp: Hvor representativ er den innsamlete prøvemengdes fordeling for den virkelige fordeling? Med den virkelige fordeling mener jeg elementets rette fordeling i bergarten. En prøvetaking under jord har jo en rekke begrensninger; en må f.eks. holde seg til de allerede drevne orter og stoller.

De mest brukte fordelinger i geologi er normalfordelingen og lognormalfordelingen. Det er flere metoder for å undersøke om et gitt tallmateriale tilhører en av disse fordelingene. Den raskeste metoden er å plote verdiene inn på et normaltetthetspapir. Innplottingen er vist på diagram 1, neste side. Punktene kan ikke sies å ligge på en rett linje. Som abscisse er brukt øverste grense på fraksjonsintervallet, ordinat i diagrammet er relativ kumulativ frekvens. Dersom en i stedet for øvre grense bruker den naturlige logaritmen til denne verdi som abscisse, får en diagram 3.

I motsetning til diagram 1 kan en i diagram 3 med letthet legge en linje gjennom punktene uten at en kan si at tilnærmelsen er for stor. Diagram 3 uttrykker at vi her antageligvis har en lognormalfordeling.

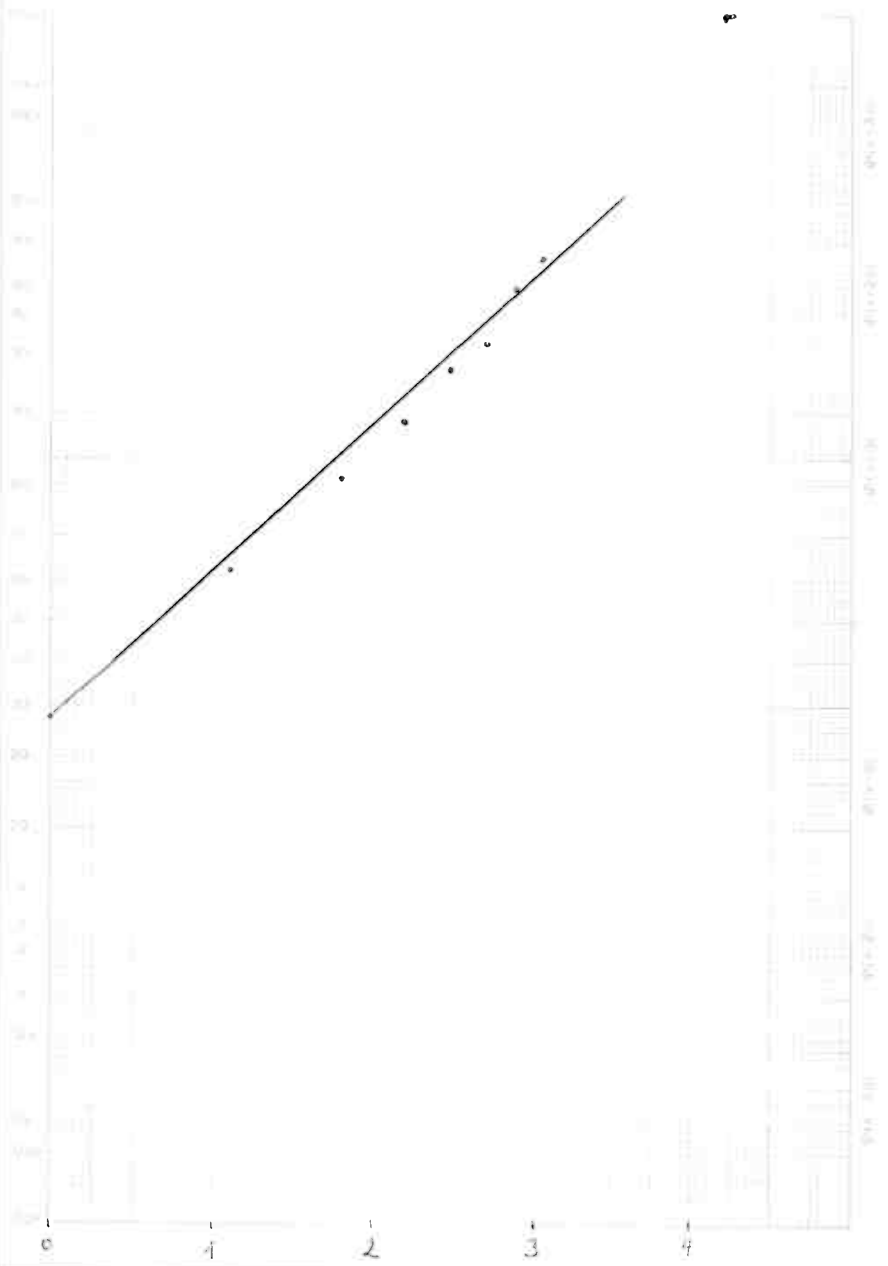
Det skal bemerkes at de innplottete verdier er Cu-analysene. Tilsvarende test for Co er ikke foretatt. Ifølge Koch og Link (6) s. 213 så passer den lognormale fordeling til en rekke sett

Normal distribution  
Curve



Cu	Fraksjons- grenser	Middel- punkt	Kolonne III Frekvens	Relativ frekvens	Kumulativ frekvens	Relativ kumulativ frekvens
	0 - <0,01	0,005	122	27,9		27,9
	0,01 - 0,03	0,02	151	34,2		62,1
	0,04 - 0,06	0,05	80	18,2		80,3
	0,07 - 0,09	0,08	38	8,6		88,9
	0,10 - 0,12	0,11	22	5,05		93,95
	0,13 - 0,15	0,14	11	2,52		96,47
	0,16 - 0,18	0,17	7	1,60		98,07
	0,19 - 0,21	0,20	3	0,40		98,47
	> 0,21	0,45	6	1,53		100,00

lognormal  
fracturing  
in.



lognormal

Diagram 4

<u>Cu</u>	Fraksjons- grense (punkt)	Middel- punkt	Kolonne III Frekvens	Relativ frekvens	Kumulativ frekvens	Relativ kumulativ frekvens
	0		122	27,9		27,9
	1,1		151	34,2		62,1
	1,79		80	18,2		80,3
	2,20		38	8,6		88,9
	2,48		22	5,0		93,9
	2,70		11	2,5		96,4
	2,89		7	1,6		98,0
	3,04		3	0,7		98,7
	4,20		6	1,3		100,00



av geologiske data som er karakterisert ved at de fleste observasjonene er svært lave i verdi (sammenlignet med gjennomsnittet), mot at noen få observasjoner er svært høye i verdi. Diagram 2, kolonne III, viser akkurat dette forhold, da over halvparten av analysene for Cu har en verdi mindre enn 0,04%, mot at noen få (seks) har analyseverdi større enn 0,21. Ved gjennomlesing av analyseresultatet for Co (bilag 26) ser en at dette forhold er enda tydeligere her, slik at en test angående lognormal kontra normalfordeling for Co, når lognormalfordeling er mest sannsynlig for Cu, skulle være unødvendig.

Ulempene ved å bruke slik diagramtest er at en ikke kan si med hvilken sannsynlighet observasjonene har en lognormalfordeling.

Konklusjonen på dette trinn blir at i den innsamlete prøvemengde har både Cu og Co en lognormalfordeling. Som skissert side 49, kan en nå spørre om dette er den virkelige fordeling av Cu og Co i området. Det eneste svar på dette problem er at jeg ser liten grunn til å anta en annen fordeling av elementene. Ifølge Koch og Link (nevnt side 49), så skulle den lognormale fordeling passe ved en rekke geologiske tilfeller.

Konklusjon: Cu og Co er lognormalt fordelt i det angjeldende bergartskompleks.

Parametrene forventning og varians.

En må skille mellom disse to tilfellene:

- a) Der det ikke er påvist trend i fordelingen.
- b) Der det er påvist trend i fordelingen.

a) Ikke påvist trend i fordelingen i tverrslaget.

Forventningen  $\mu$  og variansen  $\sigma^2$  må estimeres ut i fra analyse-resultatene i utvalget. Det er her greiest å arbeide med de logaritmiske verdiene til analysene da de vil gi en normalfordeling. En kan da anvende alle resultat fra betraktninger om normalfordelingen.

Forutsetninger for en god estimator er følgende:

- 1)  $E(\hat{\theta}) = \theta$ , dvs. at estimatoren er forventningsrett.

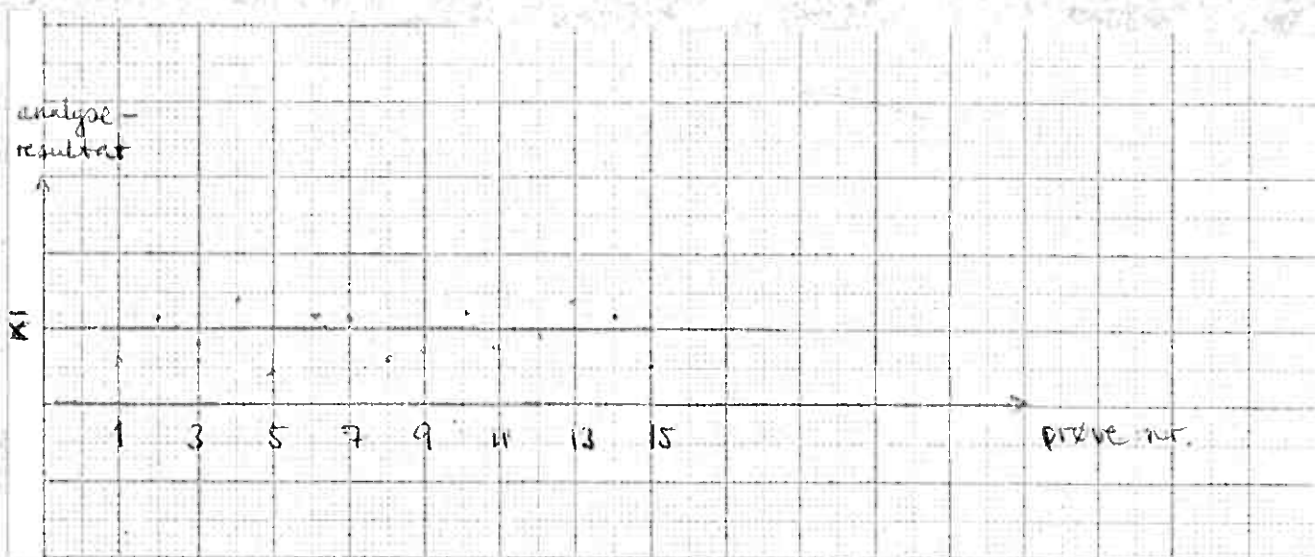
$\hat{\theta}$  er estimatoren.

$\theta$  er den parameter som skal estimeres.

- 2) Av de estimatorer som er forventningsrett bruker en den estimator som har minst varians.

Kommentar til utregningene:

De tilfeller der  $H_0$  forkastes er det 95 eller 99% sannsynlighet for at de tilsvarende analyseverdier ikke avspeiler samme forventningsverdi. I de tilfeller der  $H_0$  ikke forkastes har en følgende fordeling av prøvene i et tverrslag,



Dersom  $X$ , eller rettere  $\ln X$ , er  $N(\mu, \sigma^2)$  og  $X_1, X_2 \dots X_n$  er  $n$  uavh. observasjoner av  $X$ , så er det vist at

$$\hat{\mu} = \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad \text{er den beste estimator for forventningen, } \mu$$

$$\text{og } \hat{\sigma}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1} \quad \text{er den beste estimator for variansen } \sigma^2.$$

Ut fra sentralgrenseteoremet har vi at

$$T = X_1 + X_2 + \dots + X_n \quad \text{er } N(n\mu, n\sigma^2).$$

Det vil si:

$$\hat{\mu} = \bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} \quad \text{er } N\left(\mu, \frac{\sigma^2}{n}\right)$$

Standardisert:

$$\frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \quad \text{er } N(0, 1)$$

Dessuten så er:

$$\hat{\sigma}^2 \quad \text{er } \chi^2 \text{ fordelt med } n - 1 \text{ frihetsgrader.}$$

Disse to estimatorene er brukt ved sammenligningen av chips- og kanalprøvetaking i neste avsnitt.

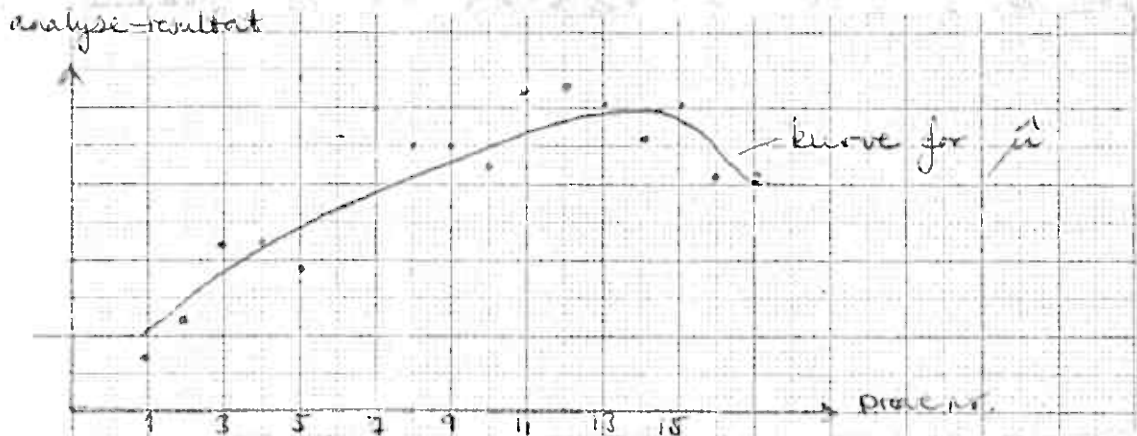
Ifølge Scott W. Hazen jr. (5) har H.S. Sichel i sin artikkel *New Methods in the Statistical Evaluation of Mine Sampling Data* (Trans. Inst. Min. and Met. (London) V. 61 pt. 6) foreslått bruk av den såkalte  $t$ -estimator som en bedre estimator for gjennomsnittsinnhold enn det aritmetiske middel, når det er a) påvist lognormalfordeling av populasjonen og b) estimeringen av gjennomsnittet skjer ut ifra et lite prøveantall.

Både betingelse a) og b) synes oppfylt i dette tilfelle, men da denne  $t$ -estimatoren synes lite utviklet og ikke synes å være nevnt i annen referanselitteratur, er den ikke blitt brukt her.

b) Påvist trend i fordelingen i tverrslaget.

Det er her påvist at innholdet av et element ikke er tilfeldig fordelt, men følger en jevn kurve.

Skissert:



Forventningsverdien til fordelingen er derfor ikke konstant, men har en bestemt variasjonskurve over tverrslaget. Vi har derved fått en regresjonsmodell av følgende enkle type:

En tilfeldig variabel  $X$ .

En sikker variabel  $t$ .

$X$  er analyseresultat,  $t$  er stedskoordinat for prøven.

Sammenhengen mellom  $E(X)$  og  $t$  er her som regel ikke lineær og regresjonskurven må settes opp for hvert enkelt tverrslag.

Estimatoren for  $\mu$ ,  $\hat{\mu}_2$  kan da uttrykkes på to måter:

- i) enten ved å ta ut et og et punkt i kurven etter hvert som de trengs

eller

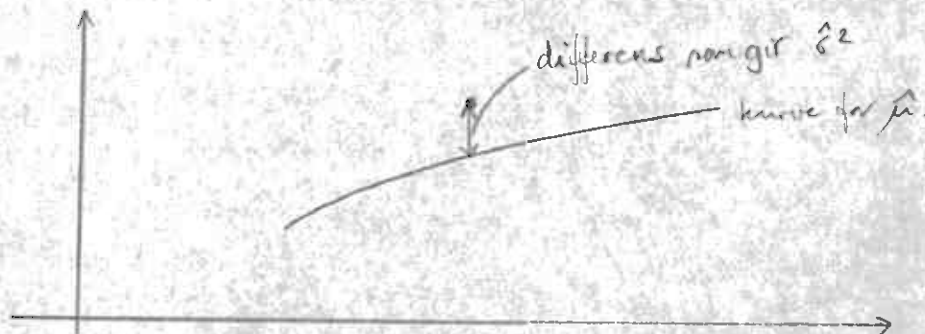
- ii) dele kurven inn i sub-intervaller der  $E(X)$  antas konstant.

ii) er jo den enkleste måten å arbeide med, mot at i) blir den nøyaktigste.

Den beste estimator for  $\sigma^2$  må være  $\hat{\sigma}_2^2$  der  $\hat{\sigma}_2^2$  er gitt ved:

Kvadratet av differensen mellom analyseverdien og den tilhørende verdi på kurven for  $E(X)$ , dividert med  $n - 1$ .

Skissert:



Estimatoren for  $\sigma^2$  for hele tverrsnittet blir summen av alle disse kvadratdifferensene.

En kan her også bruke punkt ii) der en tar kvadratavviket av hvert punkt fra sub-intervallets  $\mu$ -verdi. Denne metoden gir selvsagt ikke så nøyaktig estimator som den som er skissert ovenfor.

En annen estimator for  $\sigma^2$  er  $\hat{\sigma}^2$  som er definert på side 40. Denne estimatoren vil bli mye større enn  $\hat{\sigma}_2^2$  slik at den umulig kan være en god estimator for  $\sigma^2$ .

En må være klar over at variansen er sammensatt av en rekke verdier da prøvene har gått igjennom flere prosesser før den endelige analyseverdi fastligges. Jeg antar at forventningsverdien til  $X$  ikke er blitt påvirket av disse prosessene, mot at den totale varians er en sum av varianser fremkommet ved prøvetaking, preparering og analyse.

### Sammenligning av prøvetakingsmetoder.

#### Generelt.

Sammenligningen er bygd på å teste følgende hypotese: Er variansene til de to metodenes analyser i det samme tverrslaget like?

For å kunne beregne disse variansene må en først estimere forventningen hos fordelingen. Ved denne sammenligningen estimeres

forventning ut ifra analysene fra kanalprövetakingen slik at kanalprövetakingen blir brukt som standard. Dette medfører en svakhet ved testen da kanalprövetakingen heller ikke er helt eksakt.

Hypotesetesten blir da følgende: Vi har  $n_1$  uavhengige prøver fra normalfordelingen  $(\mu_1, \sigma_1^2)$  og  $n_2$  uavhengige prøver fra normalfordelingen  $N(\mu_2, \sigma_2^2)$ ,  $\mu_1 = \mu_2$  i dette tilfelle.

Vi ønsker å teste følgende hypotese med signifikansnivå  $\alpha$ :

$$H_0: \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} = 1$$

mot alternativet

$$H_1: \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} = \lambda < 1$$

Sidebemerkning:

Ved direkte å sette opp denne venstre sidete testen har jeg allerede gått ut ifra at  $\sigma_2^2$  ikke kan være mindre enn  $\sigma_1^2$ . ( $\sigma_2^2$  er variansen til 4-meters prøvetakingsmetoden og  $\sigma_1^2$  er variansen til kanalprövetakingsmetoden). Da denne antakelsen viste seg å holde stikk under testens utførelse, valgte jeg å beholde denne testen i den endelige tekst.

$\sigma_1^2$  og  $\sigma_2^2$  estimeres fra prøvestørrelsene  $n_1$  og  $n_2$ . Som vist i Guttman og Wilks (3) s. 300 - 302 og 307, så er

$$\frac{\frac{\hat{\sigma}_1^2}{\sigma_1^2}}{\frac{\hat{\sigma}_2^2}{\sigma_2^2}} \text{ Fischer F-fordelt med } n_1 - 1, n_2 - 1 \text{ frihetsgrader.}$$

$$P\left(\frac{\hat{\sigma}_1^2}{\hat{\sigma}_2^2} < F_{n_1 - 1, n_2 - 2, 1 - \alpha} \mid \sigma_1^2 = \sigma_2^2\right) = \alpha$$

I en tabell over Fischer's F-fordeling kan en ta ut verdier for følgende ligning:

$$I. P(F_{m_1, m_2} > f_{m_1, m_2, \alpha}) = \alpha$$

disse verdier er tabellert.

Men vi ønsker her verdier for følgende ligning:

$$II. P(F_{m_1, m_2} < f_{m_1, m_2, 1 - \alpha}) = \alpha$$

$F_{m_1, m_2}$  er jo i dette tilfelle  $\frac{\hat{\sigma}_1^2}{\hat{\sigma}_2^2}$

I ligning I kan en da sette  $\frac{\hat{\sigma}_2^2}{\hat{\sigma}_1^2}$

Dette gir følgende sammenheng:

$$f_{m_1, m_2, 1 - \alpha} = \frac{1}{f_{m_2, m_1, \alpha}}$$

En får da følgende testkriterium:

$$\frac{\hat{\sigma}_1^2}{\hat{\sigma}_2^2} < F_{n_1 - 1, n_2 - 1, 0,95}$$

Dersom  $\hat{\sigma}_1^2$  og  $\hat{\sigma}_2^2$  oppfyller denne ligningen, kan en si at  $\hat{\sigma}_1^2$  er signifikant mindre enn  $\hat{\sigma}_2^2$  med 5% signifikansnivå, og  $H_0$  må forkastes.

Anvendt.

Tverrslag 2, Clara nivå.

Co.

Co viser her ikke trend,  $\mu$  og  $\sigma^2$  estimeres som vist under avsnitt forventning og varians, del a):

$$\begin{aligned}\hat{\mu} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 x_i \\ &= \frac{1}{8} (\ln \pi + \ln 1,2 + \ln 2,5 + \ln 2,5 + \ln 1,3 + \ln 0,6 + \\ &\quad \ln 0,9 + \ln 0,7) \approx \underline{0,16}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\hat{\sigma}_1^2 &= \frac{\sum_{i=1}^8 (x_i - \hat{\mu})^2}{n-1} \\ &= (0,18 - 0,16)^2 + (0,91 - 0,16)^2 + (0,91 - 0,16)^2 + \\ &\quad (0,26 - 0,16)^2 + (-0,52 - 0,16)^2 + (-0,12 - 0,16)^2 + \\ &\quad (-0,35 - 0,16)^2 / 6 \\ &= \underline{0,320}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\hat{\sigma}_2^2 &= \frac{\sum_{i=1}^4 (x_i - \hat{\mu})^2}{n-1} = (1,57 - 0,16)^2 + (0,47 - 0,16)^2 + \\ &\quad (0,33 - 0,16)^2 / 2 \\ &= \underline{1,05}\end{aligned}$$

Ved  $\alpha = 5\%$ :  $F_{2;6;0,5} = 5,14$  ) :  $F_{6;2;0,95} = \frac{1}{5,14} \approx 0,2$

$$\frac{\hat{\sigma}_1^2}{\hat{\sigma}_2^2} = 0,304 > F_{6;2;0,95} \quad H_0 \text{ forkastes ikke.}$$



Cu.

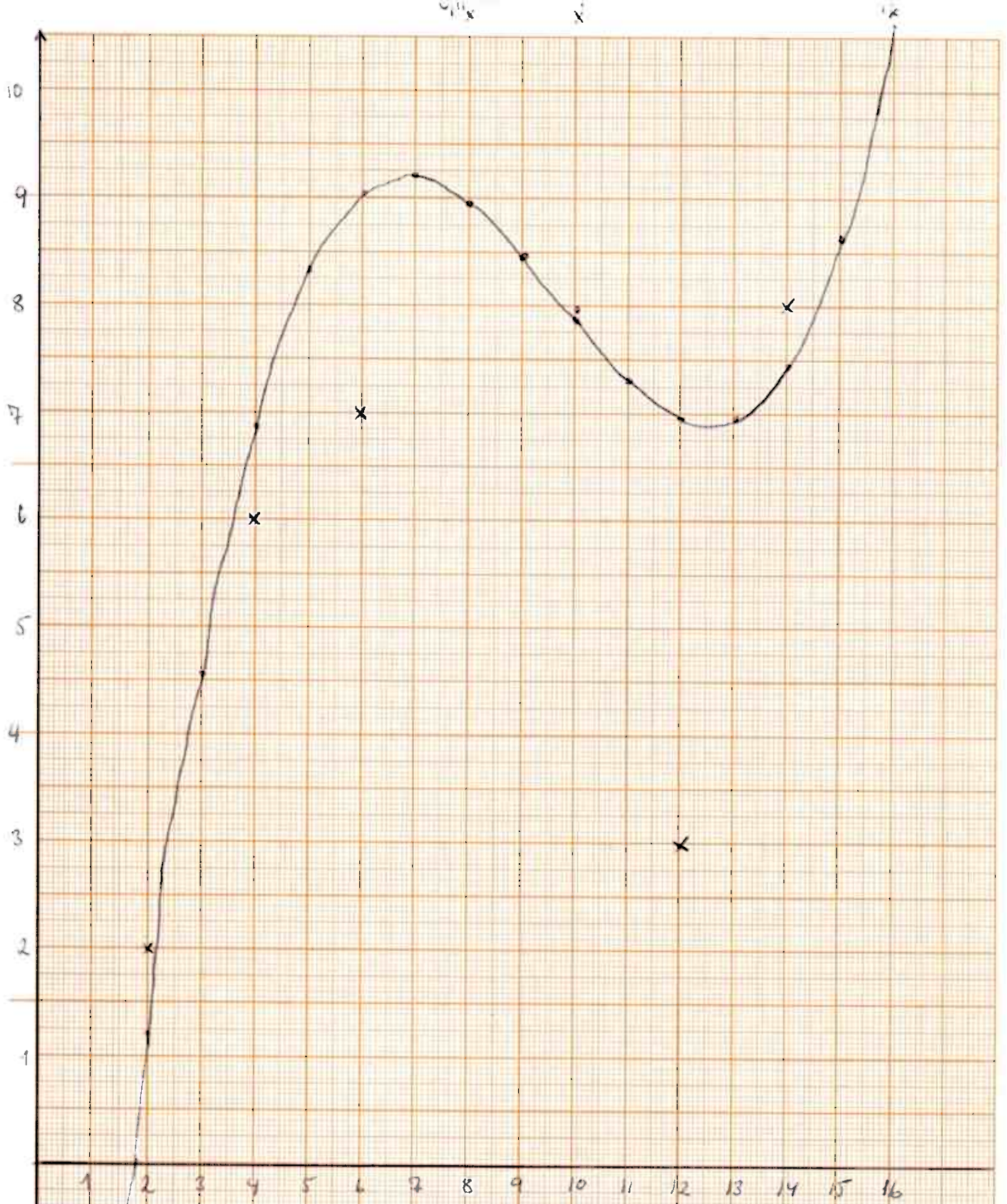
Cu viser trend som vist under avsnittet Problemet tilfeldighet - ikke tilfeldighet. Estimator for  $\mu$  og  $\sigma^2$  bestemmes som vist under avsnittet Forventning og varians, del b).

Estimator for  $\mu$ : Regresjonskurven for  $E(X)$  er vist på neste side. Kurven er funnet ved tilpasning av et 3-grads polynom til analysepunktene. - Det skal bemerkes at for kanal- og 4-meters prøvene blir analyseresultatet her betraktet som en punktanalyse for midtpunktet på prøvelengden. - Utregning av koeffisientene i polynomet er foretatt ved hjelp av programmet NO66 som finnes i programbiblioteket på Regnesentret, N.T.H. Tilpasningen av analysepunktene er foretatt ved hjelp av minste kvadraters metode. Metoden skal kort skisseres: En summerer kvadratet av avstanden mellom analysepunktet og det tilhørende kurvepunktet (som ennå er ukjent). Denne sum skal så gjøres så liten som mulig. Minimumsverdiene finnes ved å derivere med hensyn på konstantleddene og å sette de deriverte lik 0. En får da stort nok ligningssett til å bestemme koeffisientene. Metoden er nærmere omtalt i referanse nr. 15 side 73.

Estimator for  $\sigma^2$ : Estimatoren står beskrevet på side 54 .

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}_1^2 &= (\ln 2 - \ln 1,2)^2 + (\ln 6 - \ln 6,9)^2 + (\ln 7 - \ln 9,0)^2 + \\ &(\ln 11 - \ln 8,9)^2 + (\ln 11 - \ln 7,9)^2 + \\ &(\ln 3 - \ln 6,9)^2 + (\ln 8 - \ln 7,4)^2 + (\ln 11 - \ln 10,6)^2 \\ &/7 \\ &= \underline{0,17} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}_2^2 &= (\ln 2 - \ln 4,6)^2 + (\ln 6 - \ln 9,2)^2 + \\ &(\ln 5 - \ln 7,3)^2 + (\ln 14 - \ln 8,6)^2 /3 \\ &= \underline{0,42} \end{aligned}$$



x: analysenpunkte

$$\frac{\hat{\sigma}_1^2}{\hat{\sigma}_2^2} = 0,4 \quad F_{3;7;0,5} = 4,35 \quad ): F_{7;3;0,95} = 0,23$$

Da  $\frac{\hat{\sigma}_1^2}{\hat{\sigma}_2^2} > F_{7;3;0,95}$  forkastes  $H_0$  ikke.

Forhaabnings nivå.

Cu.

Cu viser her ikke trend.

$$\hat{\mu} = \frac{1}{14} \sum_{i=1}^{14} X_i$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{14} [\ln 3 + \ln 2 + \ln 8 + \ln 6 + \ln 5 + \ln 5 + \ln 7 + \\ &\quad \ln 67 + \ln 1 + \ln 7 + \ln 5 + \ln 9 + \ln 9 + \ln 5] \\ &= \frac{24,8}{14} \\ &= \underline{1,77} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}_1^2 &= \frac{1}{13} [(1,1 - 1,77)^2 + (0,7 - 1,77)^2 + (2,4 - 1,77)^2 + \\ &\quad (1,8 - 1,77)^2 + (1,6 - 1,77)^2 + (1,6 - 1,77)^2 + \\ &\quad (1,95 - 1,77)^2 + (4,2 - 1,77)^2 + (0 - 1,77)^2 + \\ &\quad (1,95 - 1,77)^2 + (1,6 - 1,77)^2 + (2,2 - 1,77)^2 + \\ &\quad (2,2 - 1,77)^2 + (1,6 - 1,77)^2] \\ &= \underline{0,89} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}_2^2 &= \frac{1}{6} [(\ln 2 - 1,77)^2 + (\ln 10 - 1,77)^2 + (\ln 2 - 1,77)^2 + \\ &\quad (\ln 4 - 1,77)^2 + (\ln 11 - 1,77)^2 + (\ln 18 - 1,77)^2 + \\ &\quad (\ln 5 - 1,77)^2] = \underline{0,425} \end{aligned}$$

$$\frac{\hat{\sigma}_1^2}{\hat{\sigma}_2^2} = \frac{2,06}{2,9} \quad F_{6;13;0,5} = 2,9 \quad ) : F_{13;6;0,95} = \frac{1}{2,9} = \underline{0,35}$$

Da  $\frac{\hat{\sigma}_1^2}{\hat{\sigma}_2^2} > F_{13;6;0,95}$  forkastes  $H_0$  ikke.

### Co.

Som vist under avsnittet Problemet tilfeldighet - ikke tilfeldighet viser Co trend i tverrslaget.

Estimator for  $\mu$ : Kurven er vist på neste side. Den er fremkommet på samme måte som beskrevet for Cu-analysene i tverrslag 2, Clara nivå.

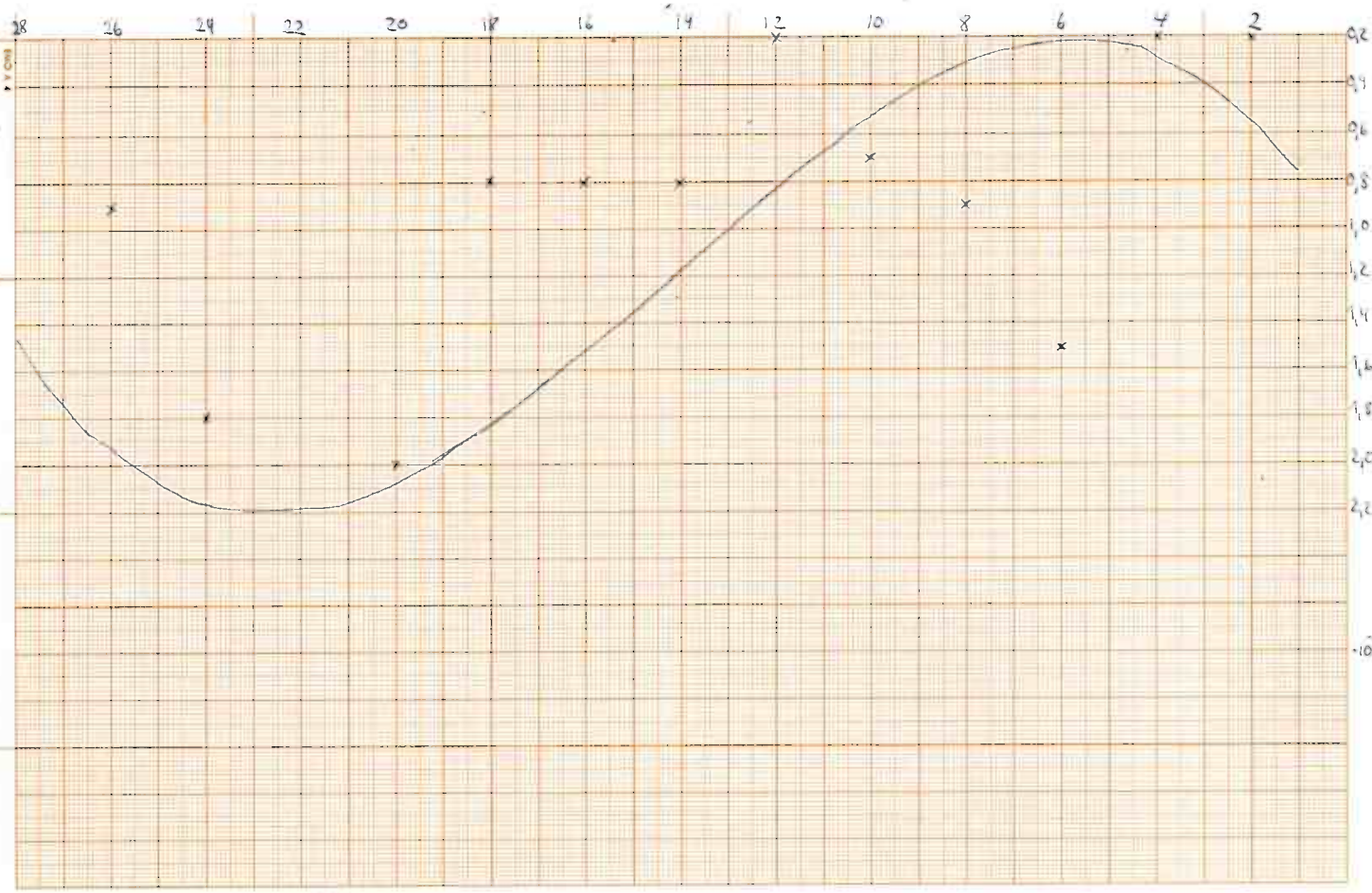
Estimator for  $\sigma^2$ : Estimator står beskrevet på side .

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}_1^2 &= [(\ln 5 - \ln 5)^2 + (\ln 5 - \ln 3)^2 + (\ln 15 - \ln 2)^2 + \\ &\quad (\ln 9 - \ln 3)^2 + (\ln 7 - \ln 5)^2 + (\ln 5 - \ln 8)^2 + \\ &\quad (\ln 8 - \ln 12)^2 + (\ln 8 - \ln 15)^2 + (\ln 8 - \ln 18)^2 + \\ &\quad (\ln 20 - \ln 21)^2 + (\ln 54 - \ln 22)^2 + (\ln 16 - \ln 22)^2 + \\ &\quad (\ln 9 - \ln 19)^2 + (\ln 16 - \ln 15)^2] / 13 \\ &= \underline{0,7} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}_2^2 &= [(\ln 25 - \ln 3,9)^2 + (\ln 12 - \ln 2,4)^2 + (\ln 6 - \ln 6,6)^2 \\ &\quad (\ln 8 - \ln 13)^2 + (\ln 18 - \ln 19)^2 + (\ln 17 - \ln 22)^2 + \\ &\quad (\ln 5 - \ln 17)^2] / 6 \\ &= \underline{1,35} \end{aligned}$$

$$\frac{\hat{\sigma}_1^2}{\hat{\sigma}_2^2} = 0,52 \quad , \quad \frac{1}{F_{6;13;0,5}} = 0,34 \quad , \quad \frac{\hat{\sigma}_1^2}{\hat{\sigma}_2^2} > F_{13;6;0,95}$$

$H_0$  forkastes ikke.



$x, \text{cm}$

Konklusjon:  $H_0$  forkastes ikke i noen av de 4 testene.

En kan derved si at 4-meters prøvenes (chips-prøvene) analyser i hvert fall med 95% sannsynlighet avspeiler elementinnholdet med samme varians som kanalprøvene. Dette synes å harmonere med hva nyere litteratur er kommet frem til. I eldre litteratur som McKinstry (9) fra 1948 står det advart mot bruk av chips ( $\cong$  4-meters prøver) i stedet for kanalprøvetaking i de fleste tilfeller. I nyere litteratur som Koch og Link (6) fra 1970 sies derimot at chips godt kan brukes i stedet for kanalprøvetakingen bare chips-prøvetakingen er nøyaktig gjort. Kvalitetsvurderingen av prøvene (appendix I og II) viser at i dette tilfelle er chips-prøvene som regel av relativt høyere standard enn kanalprøvene.

Konklusjonen må da bli at redselen for å bruke chips-prøvetaking i stedet for kanalprøvetaking synes ubegrunnet.

Det skal bemerkes at **test-materialet** er litt lite her p.g.a. en viss tidsknapphet under prøvetakingen. Grunnlaget for konklusjonen er derfor litt spinkelt, men resultatet synes å være såpass klart da en ikke i et eneste av de fire tilfellene må forkaste  $H_0$ .

#### Svartfjell gruve.

Beliggenhet: Se oversiktsskisse bilag 2.

Hvorfor undersøkt: Grunnlaget for undersøkelsen var her som for Skuterud gruve de analyseverdier Brown kom frem til i 1952. **Kartet**, bilag 23, viser Brown's verdier. En legger særlig merke til en høy molybdenanalyse på sydåpningen, Brown's prøve nr. 36 (Mo: 0,1190).

Hvordan undersøkt: På grunn av tidsnød under prøvetakingen og en relativt lav prioritering av Svartfjell gruve, ble bare en dag og en arbeidsgruppe (2 mann) avsatt til prøvetaking ved gruva. Prøvetakingen foregikk over jord. Brown prøvetok på et

nivå ca. 20 m under overflata. Det ville da kanskje ha vært best å prøveta på dette nivå, men dette syntes litt uforsvarlig da en ikke visste hvordan de sikkerhetsmessige forhold var på vedkommende nivå.

Oversikt over prøvene fåes av bilag 23. Prøvetakingsmetoden er tilsvarende den som er beskrevet for Skuterud gruve, over jord. En kvalitetsvurdering av prøvene er satt opp i appendix II.

#### Resultatet av analysene.

Analyseresultatet sees på bilag 26, prøve 05032 til prøve 05043. Dessverre så viser det seg at bare 4 av de 12 prøvene er sendt til England for analyse. Kart med innplottete resultater er bilag 24 og 25. Disse 4 prøvene er dessuten fra gruvas nordlige del, mot at den særlige delen syntes mest interessant, ut ifra Brown's analyser.

Alle analyseresultatene ligger her, som ved Skuterud gruve, langt under de verdier Brown kom frem til i 1952. Bare en av de fire prøvene har verdi over minimumsgrensa, dvs. målbar verdi, nemlig prøve 05034. Ved å bruke formelen for utregnet grad (se malmberegningen side 25) får en for prøve 05034  $\%Cu\text{-ekvivalenter} = 0,0075\% + 0,04\% = 0,075\%$ . Vi ser at denne verdi ligger langt under laveste cut-off-grad.

Noen videre diskusjon av malmkvanta ved hjelp av disse fire prøvene synes å savne ethvert grunnlag.

APPENDIX I.



Kvalitetsvurdering av de enkelte prøver.

Ludvig Eugen nivå: (bilag 3 og 4).

Nordligste tverrslag.

Kanaler.

- Prøve 03001: Prøven er ujevn, den innerste meter består bare av avskallinger av fjellveggen, uten særlig vasking. Siste meter er derimot bedre vasket, og kanalen er her helt jevn og fin.
- Prøve 02001: Siste 20 cm er dårlig tatt. Kanalene må ellers sies å være litt ujevne, det vil si at noen større stykker er tatt med her og der, disse delene blir da sterkere representert enn de andre.
- Vaskingen er ikke helt god.
- Prøve 01001: Her er det svært vanskelig å ta prøve. Prøven er bare avskallede flak av bergveggen; med litt varierende størrelse.
- Vaskingen er ikke helt bra.
- Prøve 01002: Prøven består hovedsakelig av stykker tatt ut med noen få centimeters mellomrom, slik at den representerer en overgangstype til 5-meters prøvene.
- Vaskingen er relativt bra.
- Prøve 02002: Prøven er lite bra, da den både er litt uregelmessig i høyde og dessuten er satt sammen av stykker med litt store mellomrom.
- Vaskingen er middels bra.
- Prøve 03002: Prøven er bra, da den er tatt jevnt og regelmessig. Hele tverrsnittet synes likt representert.
- Middels bra vasking.

Prøve 02003: Prøven er ikke helt jevn da det noen steder er tatt med litt større stykker enn ellers, men dette er ikke ofte.

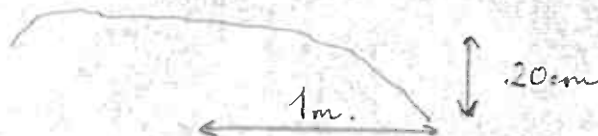
Middels bra vasking.

Prøve 03003: Prøven er jevn og bra. Prøven er bare 1 m lang.

Vaskingen er også bra.

Prøve 03004: Prøven er ikke bra da den bare består av avskallede stykker med uregelmessige mellomrom. Dessuten er den ikke horisontal.

Skissert:



Bra vasket.

Prøve 03006: Kanalen er bare 1 m lang, der den ytterste del er svært dårlig representert. Prøven må derfor sies å bestå av den innerste 0,5 m (nærmest 01004).

Bra vasket.

Prøve 01004: Kanalen er ikke helt horisontal, ellers virker den jevn og bra.

Bra vasket.

Prøve 03005: Prøven er bra da kanalen er jevn og horisontal.

Bra vasket.

Prøve 02004: Tverrsnittet er ikke jevnt representert da litt større stykker er blitt tatt med her og der.

Vaskingen er dessuten dårlig.

Generelt for nordligste tverrslag:

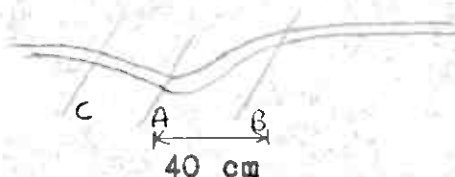
Tverrslaget har bare kanalprøvetaking. Det er dessuten første sted som ble prøvetatt under hele prøvetakingsarbeidet, slik at prøvene er tydelig skjemet av en del nybegynnerproblemer;

spesielt er vaskingen ikke så god som den bør være og er i resten av gruve, dessuten er kanalene ofte ikke så jevne som de bør være. En del kvartsitt i tverrslagets nordligste og sørligste del vanskeliggjorde prøvetakingen her. Vanlige stålmeisler viste seg å være helt ubrukbare, herdemeisler hjalp litt mer.

Tverrslag ved synk:

Kanalprøver.

Prøve 01006: Prøven representerer en litt "stygg" feilkilde. Skissert:



Felt AC er ikke rett representert da dette har fått litt for liten andel av prøvetakingsmateriale, mot at felt AB er blitt overrepresentert. Nøyere visuell betraktning av bergveggen viste ikke noen spesiell mineralisering på dette felt enn resten av tverrsnittet.

Prøven var bra vasket.

Prøve 01007: Prøven er bra da den er jevnt tatt og er horisontal. Bra vasket.

Prøve 02016: Prøven er ikke så god som 01007, men hele tverrsnittet er representert. Middels til bra vasket.

Prøve 02015: Den innerste 0,5 m synes lite representert, resten er tatt jevnt og bra. Bra vasket.

Prøve 01046: Kanalen er 1 m lang. Kanalen er litt lite dyp, ellers er den jevn og bra. Veggen er svakt rustfarget.

Bra vasket.

Prøve 01047: Tilsvarende 01046, denne er selvsagt 2 m, dessuten er den litt dypere enn 01046.

Bra vasket.

Prøve 01045: Kanalen er bare 1 m lang. Den er bra.

Middels til bra vasket.

Prøve 01005: Svært vanskelig fjell å prøveta i, slik at prøven bare er avnagete stykker. Hele tverrsnittet er jevnt dekket.

Tilsvarende feil som 01006 dukker også opp her, bare i mindre grad.



30 cm

Dette stykket er litt mye dekket.

Bra vasket.

Generelt for tverrslag ved synk:

Vaskingen er her bedre enn for nordligste tverrslag. Dessuten opptrådte et par eksempler på feil som skissert hos prøve 01006. En del kvartsitt gjorde prøvetakingen vanskelig her også.

Der inngangsstoll møter ort.

Kanalprøver.

Prøve 02013: Kanalen er jevn og passe dyp. Prøven er derfor god.

Bra vasket.

Prøve 02014: Ikke så dyp som 02013, men er jevn.

Bra vasket.

Prøve 01008, 02006, 02005 og 01012 er ikke kontrollert etter utførelsen, men kvaliteten antas å være tilsvarende 02013 og 02014.

Tverrslag 6.Kanalprøver.

- Prøve 03013: Svært vanskelig fjell å prøveta slik at prøven bare består av svake avskallinger i ytterveggen. Bra vasket (lite skittent fjell generelt i tverrslaget).
- Prøve 03014: Tilsvarende 03013 da det her også bare er tynne avskallinger. Kan vanskelig kalles kanal. Bra vasket.
- Prøve 03015: Tilsvarende 03014. Bra vasket.
- Prøve 03016: Fremdeles svært vanskelig fjell (finkornet kvartsitt) slik at denne prøven også bare er flakavskallinger. Avskallingene er jevne. Bra vasket.
- Prøve 02017: Prøven er bare avskallede flak, men det er tatt fra hele tverrsnittet. Bra vasket.
- Prøve 02018: Tilsvarende 02017.

## Generelt om tverrslag 6:

Da tverrslaget helt og holdent ligger i finkornet kvartsitt, var det svært vanskelig å lage passe dype kanaler. Noen større dybde inn i veggen enn et par centimeter ble ikke oppnådd, noe som normalt bør unngås.

Likevel er alle deler av tverrsnittet representert da flakene er tatt helt fortløpende og er cirka like store.

Tverrslag 7.Kanalprøver.

- Prøve 03007: Kanalen svinger litt på seg slik at den horisontale linja ikke helt er holdt. Dessuten er det oppnådd liten dybde da bergarten er kvartsitt.  
Bra vasket.
- Prøve 02007: Kanalen er ujevn og dårlig, med liten dybde (fremdeles kvartsitt).  
Godt vasket.
- Prøve 01009: Denne er litt bedre enn de to foregående, med litt større dybde, samt jevn høyde.  
Bra vasket.
- Prøve 03008: En del svært kvartsrike partier var litt vanskelige å prøveta slik at kanalen må karakteriseres som middels bra.  
Ikke helt godt vasket.
- Prøve 02008: De siste 30 cm av prøvelengden er så å si ikke representert i prøven. Kanalen er ellers jevn og fin.  
Bra vasket.
- Prøve 01010: (Dette er bare en 1-meters kanal). Prøven består av avskallede flak, men hele lengden er representert  
Bra vasket.
- Prøve 03009: Kanalen er jevn og bra. En del rustfarget fjell er blitt medtatt i prøven.  
Bra vasket.
- Prøve 02009: (Dette er en 1,5-meters kanal). Kanalen er ikke helt horisontal.

Skissert:

Vertikalsnitt:



Pröve 01011: Ikke helt god kanal da den svinger litt på seg.  
En 1 m bred rustfarget flate midt på kanalen.  
Hele prøvelengden er representert.

Bra vasket.

Pröve 03010: Pröven er bare tynne avskallinger fra overflaten  
da fjellet her er svært hardt.

Godt vasket.

Pröve 02010: Denne kanalen er litt dypere enn den foregående,  
men fremdeles vanskelig å få noen særlig dybde.  
I bergarten opptrer det ca. 2 cm tykke, uregel-  
messige bånd av rustsoner.

Godt vasket.

Pröve 02011, 03011, 01013, 03012, 02014 og 01014

er ikke nærmere ettersett, men da de ble tatt  
under tilsvarende kontroll og forhold som de foran-  
nevnte i samme tverrslag, ansees de å være av til-  
svarende standard som de andre i tverrslaget.

Generelt om tverrslag 7:

Bergarten er hovedsakelig finkornet kvartsitt, med en del mer  
glimmerholdige partier her og der. De mer glimmerholdige partier  
er selvsagt lettest å prøveta, slik at kanalene på disse stedene  
er gode. Men da hovedbergarten er kvartsitt, har mange av kanalene  
svært liten dybde inn i veggen. Dessuten er det noen få rust-  
fargete partier.

Kanalene holder tilnærmet samme høyde gjennom hele tverrslaget.

Vaskingen synes totalt sett å være svært bra.

#### Tverrslag 8.

#### Kanalprøver.

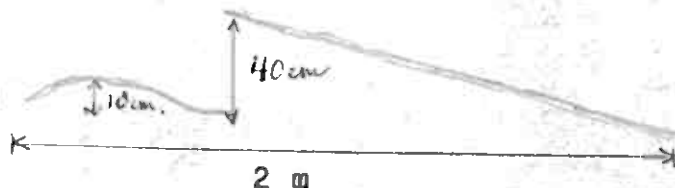
Pröve 01048: Kanalen har god dybde, men er ikke helt horisontal.

Bra vasket.

Pröve 01049: Denne avviker litt vel mye fra horisontalen.

Skissert:

Vertikalsnitt:



Kanalen har ellers god dybde. To rustsoner krysser kanalen, en sterkt farget, 10 cm bred, og en svakere farget, 20 cm bred.

Ikke helt godt vasket.

Pröve 01050: Jevn og fin kanal.

Ikke helt godt vasket.

Pröve 02019: Svært vanskelig fjellside, slik at prøven bare er tynne avskallingsflak. Hele tverrsnittet synes likt representert.

Bra vasket.

Pröve 02020: Bra kanal, men dårlig vasking.

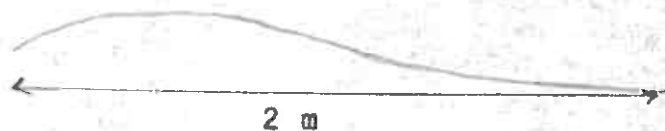
Pröve 03017: Pröven representerer en mellomting mellom hovedpröve og 5-meters prøve da det er tatt utstikkende punkter på veggen, disse ligger heldigvis svært tett.

Bra vasket.

Pröve 01051: Kanalen er ikke helt horisontal.

Skissert:

Vertikalsnitt:



Et 30 cm bredt rustfelt krysser kanalen cirka midt på.

Her er det ikke notert noe om vaskingen, den antas da å være bra, i motsatt fall ville det nemlig ha blitt påpekt.



Prøve 02021: Kanalen er jevn og bra.

Dårlig vasket.

Prøve 01052: Kanalen har god dybde, muligens har enkelte deler av tverrsnittet fått med større stykker enn de andre.

Godt vasket.

Generelt om kanalprøvene i tverrslag 8:

Berget var her litt lettere å prøveta slik at kanalene jevnt over har god dybde. Dessverre er et par kanaler skjemet ved at de ikke er helt horisontale. Ellers synes alle kanalene å holde tilnærmet samme høyde. De fleste er godt vasket.

#### 5-meters prøver.

Prøve 03018: Prøvestykkene er tatt med litt store mellomrom, men det er holdt jevn høyde gjennom hele tverrsnittet.

Bra vasket.

Prøve 02022: Prøvestykkene er tatt tett og med like stor avstand, men med litt varierende høyde.

Bra vasket.

Prøve 01053: Også her litt varierende høyde, dessuten er avstanden mellom stykkene litt stor (ca. 30 cm).

Bra vasket.

Prøve 02023: Litt tettere tatt enn den foregående, derfor litt bedre.

Bra vasket.

Prøve 03019: Prøvestykkene er tatt jevnt og tett. De siste 30 cm er dårlig representert.

Bra vasket.

Pröve 01054: (Pröven er bare tatt over 4 m da dette gjensto ut tverrslaget). I prøvelengdens første 1,5 m er prøvestykkene tatt med litt lange mellomrom, mot at de resterende 2,5 m er prøvetatt så tett at det nesten er kanal. Pröven består da hovedsakelig av stoff fra disse ytterste 2,5 m.

Bra vasket.

Pröve 03020: Prövestykkene er tatt jevnt og fint.

Bra vasket.

Generelt om 5-meters prøvene i tverrslag 8:

Disse prøvene var de første 5-meters prøvene som ble tatt slik at det kan spores en viss klönethet og unøyaktighet. Spesielt er en prøve skjemet av for stor avstand mellom stykkene (30 cm). Ellers ser de fleste svært brukbare ut.

Vaskingen er svært bra gjennomført.

### Tverrslag 9.

#### Kanalprøver.

Pröve 01058: Kanalen er jevn og bra.

Ikke helt godt vasket.

Pröve 02026: I siste meter av kanalen er det hoppet over 2 x 10 cm, ellers er kanalen jevn og bra.

Bra vasket.

#### 5-meters prøver.

Pröve 01059: Prövestykkene er tatt like høyt og med jevn, om enn litt lang, avstand (20 cm).

Bra vasket. (NB! Her er brukt metoden med å vaske stykkene etter at de først er slått av).

- Prøve 03024: Prövelängdens förste 1,5 m er prøvetatt svært tett (ca. 10 cm's avstand) og med jevn høyde. De siste 3,5 m har derimot litt større avstand, men fremdeles godt innen toleransegrensa.  
Bra vasket.
- Prøve 03023: Prøven er litt dårligere enn de to foregående, hovedsakelig fordi stykkene er tatt ut med varierende avstand.  
10 - 30 cm brede rustsoner krysser kanalen sporadisk.  
Bra vasket.
- Prøve 02025: Svært vanskelig fjell å prøveta slik at prøven består av svært små stykker tatt ut med litt langt mellomrom (30 cm).
- Prøve 03022: En del blokker var falt ut av veggen under prøvetaking slik at det er vanskelig å se hvor prøvene er tatt, men det er grunn til å anta en tilsvarende standard som de andre i tverrslaget.  
Bra vasket.
- Prøve 01059: Tilsvarende 03022.  
Bra vasket.
- Prøve 01056: Prøvestykkene er tatt jevnt og med passende mellomrom.  
Bra vasket.
- Prøve 02024: Den midtre 1 m av prøvelengden synes litt dårligere representert enn de andre da stykkene som er tatt herfra jevnt over er mindre, uten at en kan anta at stykkene fra de andre metrene er tilsvarende kuttet ned.  
Bra vasket.

Pröve 03021: Stykkene er her tatt ut i litt varierende høyde, men med passe avstand.

Vasking er her ikke notert i dagboka, men den kan da antas å være bra.

Pröve 01055: Tverrsnittet er ikke jevnt representert da det noen steder er tatt med større stykker enn andre uten at disse større stykkene er kuttet ned til lik størrelse med de andre.

Bra vasket.

Generelt om 5-meters prøvene i tverrslag 9:

Noen av prøvene har den mangel at de ikke representerer hele prøvefeltet likt da det fra noen deler er tatt med en større mengde masse enn fra andre deler. Ellers så synes prøvene å være gode da stykkene er tatt ut tett og jevnt.

Vaskingen er her svært bra.

#### Tverrslag 10.

##### 5-meters prøver.

Pröve 02027: Stykkene er tatt med litt varierende mellomrom, 10 - 20 cm, men stykkstørrelsen er jevn, slik at prøven må sies å være god.

Bra vasket.

Pröve 01060: Fremdeles litt ujevn avstand mellom stykkene. Et rustfarget felt på 1 m bredde opptrer etter de innerste 2,5 m.

Bra vasket.

Pröve 01061: I den første meter (nærmest orten) er stykkavstanden litt stor (25 cm), resten av tverrsnittet er prøvetatt svært jevnt og godt. En del malachitt, rust og pyritt kan sees.

Bra vasket.

Pröve 03026: Stykkene er tatt helt fint.

Bra vasket.

Pröve 03025: Ikke så bra som den foregående da stykkavstanden er litt stor og en liten variasjon i høyde har også opptrådt.

Bra vasket.

Generelt om tverrslag 10:

Den markerte feilkilde her er varierende stykkavstand, like store deler av tverrsnittet blir da ikke representert med like stor andel av prøven. Alle prøvene er bra vasket.

### Tverrslag 11.

#### Kanalprøver.

Pröve 02028: Et 20 cm bredt felt midt på prøven er hoppet over, ellers må kanalen sies å være litt hakkete. Ikke helt godt vasket.

Pröve 02029: Pröven består bare av tynne avskallinger av veggen, med ca. 20 cm's mellomrom. Den må derfor karakteriseres som en 5-meters prøve.

Bra vasket.

Pröve 03027: Kanalen er jevn og relativt bra, selv om vanskelig fjell umuliggjorde noen særlig dybde.

Noen flekker er ikke helt godt vasket.

Pröve 01062: Kanalen er ikke helt horisontal.

Skissert:



Den er ellers jevn og med den dybde som er mulig å oppnå under disse forhold (hardt berg).

Kanalprøve 03028, 01063, 03029, 02030, 02031 og 01064 er ikke nærmere oversett etter prøvetaking.

Generelt om kanalene i tverrslag 11:

Selv om bergarten her ikke er kvartsitt, så er kanalene merket av vanskelige arbeidsforhold slik at de har liten dybde. Enkelte steder består prøven av tynne avskallingsflak på grunn av det harde berget. Vaskingen er litt svakere enn i de foregående tverrslag.

#### 5-meters prøver.

Resten av tverrslag 11 ble prøvetatt med 7 5-meters prøver: 01065, 03030, 01066, 02033, 01067, 03031 og 02032. Disse prøvene ble ikke nærmere ettersett, men selve prøvetakingen ble foretatt under tilsvarende kontroll som de andre 5-meters prøver i Ludvig Eugen. Disse har jo vist seg å være gjennomsnittlig av høy standard. Fra notater i assistentens dagbøker viser det seg at størrelsen på den uttatte massen for hver enkelt prøve er like stor som for de foregående 5-meters prøver. En kan derfor med ganske stor nøyaktighet anta at standarden på disse 5-meters prøvene er tilsvarende de andre 5-meters prøvene på Ludvig Engen nivå.

#### Tverrslag 12.

Her ble det bare tatt en prøve, prøve 03032, i tverrslagets vestligste del grunnet tidsnød. At prøvetantall i tverrslag 12 ble kuttet ned og ikke i et annet tverrslag, er begrunnet med at en nå er ganske langt unna de steder der de beste analysene Brown's undersøkelser i 1952 kunne oppvise. Den vestligste del ble valgt fordi en syntes å öyne en vestlig foretrukkenhet i analyse-størrelsene. Dette er nærmere kommentert i s. 9.

Ludvig Eugen nivå, sörenden.

Pröve 01068: Denne prøven ble tatt over taket ca. 10 m sør for tverrslag 12.

Svært vanskelige arbeidsforhold slik at prøven bare ble tynne stykker fra taket, uttatt masse ca. halvparten av normal massestørrelse.

Bra vasket.

Generell vurdering av prøvene på Ludvig Eugen nivå:

Kanalprøver.

Da bergartene på nivået hovedsakelig er relativt finkornige kvartsitter med mer underordnede amfibolitter og biotittskifre, er det vanskelig å foreta en kanalprøvetaking med bare meisel og hammer, som ble brukt i dette tilfelle. Kanalene er tydelig merket av dette, særlig ved at de har liten dybde. En annen markert feilkilde ved enkelte kanaler er at de ikke er horisontale, det vil si at de ikke holder en jevn høyde over hele tverrsnittet. En har jo da en fare med hensyn til overrepresentering av visse deler av tverrsnittet. Dette er påpekt for de prøver dette gjelder. Det krav som synes best overholdt, er at to prøver som følger etter hverandre skal holde samme høyde. Det ble oppdaget bare et avvik fra dette krav og da i liten grad.

Vaskingen av bergveggen er dårligst for de aller første prøvene da en på det tidspunkt ennå ikke var klar over hvor viktig vaskingen var. Heldigvis ble dette fort oppdaget slik at en generelt kan si at vaskingen har vært god.

5-meters prøver.

En del av prøvene har litt stor avstand mellom de uttatte stykkene (30 cm), men jevnt over kan sies at stykkavstanden er svært bra (15 cm). Den største feil her er at enkelte prøver opererer med varierende avstand mellom stykkene. Enkelte

deler av tverrsnittet blir da sterkere representert enn andre deler. Denne feilen opptrer også der de uttatte stykker ikke er like store. Dette er påpekt for de prøver det gjelder. Men generelt kan sies at kvaliteten på 5-meters prøvene er relativt bra.

Vaskinen er de aller fleste steder bra.

Clara nivå (bilag 4, 5 og 6).

Nordlige del, bilag 5.

Tverrslag 7.

5-meters prøver.

Prøve 01100: Da det er falt ut en del stykker under arbeid, er det vanskelig å se hva som er prøvetatt, men disse utfelte blokkene har jo lettet arbeidet slik at prøven trygt kan ansees å være tatt jevnt og bra.

Bra vasket.

Prøve 01101: De innerste 2,5 m er prøvetatt med litt stor avstand mellom stykkene; dette gjelder også de siste 2,5 m, men ikke i så sterk grad, slik at hele prøven må sies å være litt ujevn.

Bra vasket.

Prøve 03057: Prøven tilsvarer 01100.

Tverrslag 6.

Kanalprøver.

Prøve 01099: Svært hardt berg medfører at kanalen bare består av avskallede flak med noen få centimeters mellomrom. Den representerer derved en overgang til 5-meters prøvene.

Bra vasket.



Pröve 03055: Denne kanalen er litt dypere og bedre enn den foregående, men mangler en god del på å kunne bli betraktet som en ideell kanal.

Bra vasket.

Pröve 02060: Pröven er svært lik 01099, da svært hardt fjell igjen vanskeliggjør kanalprövetaking.

Bra vasket.

Pröve 03056: Kanalen er relativt bra med jevn höyde. Dybden er fremdeles ikke særlig stor, men bedre enn de foregående.

Bra vasket.

#### Generelt om tverrslag 6:

Tverrslaget er bare prövetatt med kanalpröver. De ytterste 3 m av tverrslaget er ikke prövetatt da en hadde en svært dårlig sikret tapning på andre sida av orten (som tverrslaget støtte opp til).

Om kanalprövene kan sies at de er heller svake grunnet kvartsittisk bergart. Kanalene mangler derfor dybde og representerer enkelte ganger rene overganger til 5-meters prøver.

Vaskingen er hele tida svært bra.

#### Tverrslag 5.

#### 5-meters prøver.

Pröve 01097: De uttatte prövestykkene er ofte litt flate slik at en har fått litt liten dybde inn i veggen. Avstanden mellom stykkene er derimot kort og hele tida tilnærmet like stor.

Bra vasket.

Pröve 03053: En del rustfelter opptrer i tverrsnittet. Disse er da selvsagt også blitt med i prøven. Prøvetakingen er ellers jevn og fin.

Bra vasket.

Pröve 01098: Her opptrer også en del rust. Prøvetakingen er middels, dvs. at avstanden ikke er helt jevn.

Bra vasket.

Pröve 03054: Denne er ikke mer enn 3,5 m lang da det gjensto ut til orten.

Ikke helt godt vasket.

Generelt om tverrslag 5:

Prøvetakingen er som regel bra med jevne og passe store avstander mellom de uttatte stykkene.

Vaskingen er her svært bra.

Prøver i Clara ort mellom  
tverrslag 5 og tverrslag 2.

Pröve 02059: Prøven er tatt i en utbuktning 5 m sør for tverrslag 5.

Prøven består av avskallede lag da det her er vanskelige prøvetakingsforhold. Bergarten viste seg å være en overgang til pegmatitt, da den var svært grovkornig. På grunn av denne grovkornighet er prøvemengden i minste laget.

Bra vasket.

Pröve 02062: Prøven er tatt i 3,5 m langt østgående tverrslag 74 m sør for tverrslag 5. Fjellet er svært hardt slik at en har fått ut litt lite materiale.

Bra vasket.

Pröve 01096: Pröven er tatt over taket i orten, 76 m nord for tverrslag 5. Kanalen er bare 0,5 m lang. Ved større lengde ville en ha fått vertikal bue på kanalen. Kanalen har fulgt kanten av en horisontal sprekk i bergarten. Dette kan være en stor feilkilde da sprekken kan ha en annen mineralisering enn bergarten ellers. En god del rust opptrer forøvrig over hele hengen.

Bra vasket.

Pröve 02058: Pröven er tatt over taket 39 m nord for tverrslag 5. Pröven er 0,9 m lang. De vestligste 0,4 m er prøvetatt svært bra, mot at det er tatt ut svært lite stoff av de siste 0,5 m.

Også her er hengen rustfarget.

Bra vasket.

### Tverrslag 2.

#### Kanalprøver.

Pröve 02047: Kanalen har svært liten dybde da den bare er avskallede flak. Alle deler av tverrsnittet synes likt representert. Höyden er jevn, unntatt den siste 0,5 m der den er sunket ca. 10 cm.

Bra vasket.

Pröve 03045: Denne kanalen er heller ikke noe dyp, men høyden er her holdt jevnt over hele tverrsnittet. Fra den innerste 0,8 m synes det å være tatt litt mindre stoff enn resten av kanalen.

Ikke helt godt vasket.

Pröve 01085: Kanalen har større dybde enn de foregående, men ennå langt fra ideell kanal.

Vaskingen er her foretatt lite bra.

- Pröve 03046: Fremdeles ikke noen ideell kanal, tilsvarende standard som 01085.  
Ikke helt godt vasket.
- Pröve 02048: En del større stykker er her tatt ut enkelte steder, disse stykkene er delt slik at det er tatt med tilnærmet like store prøvebiter fra disse deler som fra resten av kanalen.  
Kanalen har ellers litt varierende høyde, men ikke vesentlig.  
Bra vasket.
- Pröve 01086: Fremdeles vanskelig fjell, slik at kanalen er lite dyp og litt ujevn.  
Litt varierende vasking over tverrsnittet.
- Pröve 03047: En del rustfarget fjell opptrer. Kanalen er ikke helt bra, men alle deler av tverrsnittet synes likt representert.  
Bra vasket.
- Pröve 02049: Veggen er her og der rustfarget og da kanalen ikke har noen særlig dybde, består prøven av relativt mye rustblokker.  
Bra vasket.
- Pröve 02050: Prøven representerer en overgang til 5-meters prøver, den består av stykker uttatt med noen få centimeters mellomrom. Det største mellomrom som ble målt var på 8 cm.  
Bra vasket.
- Pröve 01087: Prøven er litt bedre enn den foregående. Den kan karakteriseres som en kanal med liten dybde.  
Bra vasket.
- Pröve 01088: Den innerste meter (nærmest 01087) er tett og fin, den siste meter er derimot litt svakere, slik at

det totalt er blitt tatt med mest stoff fra den første meteren.

Bra vasket.

Pröve 01089: Tilsvarende 01087.

Bra vasket.

Pröve 01090: Kanalen har fin dybde og jevn høyde. Den kan derfor sies å være svært bra.

Bra vasket.

Pröve 02051: Kanalen er jevn og relativt bra, men har litt liten dybde.

Ikke helt bra vasket.

Pröve 02052: Her opptrer det igjen et svært hardt fjell slik at prøven bare er tette avskallinger.

Bra vasket.

Pröve 03048: Veggen er sterkt rustfarget, og da kanalen har svært liten dybde, kan hele prøven sies å være en rustpröve.

Bra vasket.

Pröve 01091: Tilsvarende 03048, men har litt større dybde.

Bra vasket.

Pröve 02053: Tilsvarende 03048, slik at denne prøven også bare er avskallinger av flak som er sterkt rustfarget på den ene siden.

Bra vasket.

Pröve 01092: Kanalen har bedre dybde enn de foregående. Her opptrer også en god del rust.

Ikke helt bra vasket.

Pröve 03049: Dybden er her ikke så aller verst slik at det er tatt ut en del friskt fjell selv om yttersiden er sterkt rustfarget. I løpet av siste meter er det

tapt 12 cm i høyde.

Bra vasket.

Prøve 02054: Svært vanskelig fjell slik at prøven bare er en overgang til 5-meters prøve.

Bra vasket.

Prøve 01093: Denne prøven er litt bedre enn den foregående, men fremdeles med liten dybde og jevnhet.

Bra vasket.

Generelt om kanalprøvene i tverrslag 2:

Særlig den innerste (vestligste) del av tverrslaget er preget av en svært hard bergart, slik at kanalene der ofte representerer overganger til 5-meters prøver. Denne bergart synes å komme igjen i den aller ytterste del (østligste) av tverrslaget. Kanalene her er da selvsagt merket av det.

Dessuten må det påpekes at vaskingen gjennomsnittlig ikke er av så høy standard som i de nordligere deler av Clara nivå.

En god del av prøvene er skjæmet av sterkt rustfarget fjell.

Det kravet som synes godt overholdt er at to prøver som følger etter hverandre skal holde samme nivå.

#### 4-meters prøver.

Disse prøvene er ikke nærmere ettersett, men de antas å holde samme standard som 5-meters prøver generelt. Det skal bemerkes at prøve 03052 er tatt ca. 25 cm høyere opp på veggen enn de to kanalprøver den dekker (01089 og 01090).

Tilsvarende er prøve 01095 tatt 30 cm over 03051 og 02052.

Oversikt over 4-meters prøvene:

Prøve 01094 "dekker" 02049 og 02050.

Prøve 03051 "dekker" 01087 og 01088.

Prøve 03052 "dekker" 01089 og 01090.

Prøve 01095 "dekker" 02051 og 02052.

Prøve 02057 "dekker" 03048 og 01091.

Tverrslag 1.

Her er det bare tatt en 5-meters prøve.

Prøve 01084: Avstanden mellom de uttatte stykkene er i største laget (20 - 25 cm), men innen toleransegrensa.

Høyden er holdt jevnt og fint.

Bra vasket.

Clara nivå, midtre del, bilag 4.Inngangstollen mellom Trøger ort og hovedåpningen.5-meters prøver.

Prøve 02066: Prøvestykkene er tatt ut med passe avstand og like stor avstand. Prøven er derfor svært bra. Fra den siste (nærmest 01105) 0,5 m er det tatt ut litt mindre stykker enn fra det foregående, slik at denne del er litt svakere representert.

Bra vasket.

Prøve 01105: Ikke fullt så bra som den foregående da de uttatte stykkene her er mer flakaktige, slik at dybden inn i veggen er mindre. Dessuten opptrer en del rustsoner.

Bra vasket.

Prøve 02065: Litt varierende avstand mellom stykkene, men relativt bra.

Bra vasket.

Prøve 01104: Hardt fjell har medført at stykkene bare er avskallede flak. De er imidlertid tatt jevnt og tett slik at prøven skal være temmelig bra.

Bra vasket.

Pröve 02064: Litt større dybde inn i veggen enn hos den foregående.

Bra vasket.

Pröve 01103: Tendenser til at enkelte av stykkene er tynne avskallingsflak, men prøven må sies å være relativt bra.

Bra vasket.

Pröve 01102: Prövestykkene er tatt jevnt og tett, slik at prøven er svært bra.

Bra vasket.

Pröve 02063: Prövestykkene er her også uttatt med jevne og passe lange mellomrom, slik at prøven er svært bra.

Bra vasket.

Generelt om inngangstollen mellom Troeger ort og hovedåpningen:

De fleste prøvene er av svært høy standard. Da det enkelte steder opptrer hardt fjell, er noen av prøvene merket av dette slik at de uttatte stykkene der bare er tynne avskallingsflak.

Avstanden mellom stykkene er som regel jevn og passe stor.

Alle prøvene er godt vasket.

Clara nivå, vestlige del, bilag 4.

Aller vestligste del (vest for sjakt).

#### Kanalprøver.

Pröve 02041: Kanalen har fulgt oversiden av en sprekk, men bergarten der synes representabel da sprekken ikke, visuelt i hvert fall, viser noen avvik i mineralisering fra bergarten omkring.

Ikke helt bra vasket.



Pröve 03038: Pröven er tatt 15 - 20 cm lavere enn den foregående, dessuten opptrer her en rekke nesten flattliggende sprekker slik at prøven delvis følger disse.

Stedvis ikke helt bra vasket.

Pröve 03039: (Pröven er bare 1 m lang da dette gjensto til nordgående tverrslag).

Kanalen er relativt bra.

Bra vasket.

Pröve 01077: (Pröven er tatt i nordgående tverrslag fra vestgående ort; den er 1,3 m lang). Pröven er tatt helt nede ved bakken i en sterkt rustfarget bergart.

Kanalen er dyp og med jevn høyde.

Ikke helt bra vasket.

Pröve 02042: (Pröven er tatt i enden av sydgående tverrslag fra vestgående ort; den er 1,4 m lang). Pröven består av tynne overflateavskallinger grunnet hardt fjell. Høyden er jevn.

Ikke helt bra vasket.

Pröve 01078: Kanalen er jevn og med bra dybde, men har tapt 20 cm i høyde på de siste 0,5 m.

Bra vasket.

Pröve 01079: Kanalen taper 10 cm i høyde over 2 m. Den har dessuten fulgt en sprekk, men bergarten her viser heller ikke ekstraordinær mineralisering. Pröven skulle derfor være representativ.

Bra vasket.

Pröve 02043: Kanalen er ikke noe særlig dyp, men har jevn høyde, og alle deler synes likt representert.

Stedvis ikke helt bra vasket.

Generelt om aller vestligste del:

Et par av kanalene følger horisontale sprekker i bergarten. Dette er lite ønskelig. Men visuell undersøkelse av bergarten rundt sprekkene har ikke vist noen avvik i mineraliseringen fra bergarten rundt. Dessuten har et par av prøvene heller ikke jevn høyde.

Vaskingen er jevnt over ikke helt god, det var nemlig et ganske langt stykke å gå etter vann, selv om dette selvsagt ikke er noen unnskyldning.

#### 4-meters prøve.

Over 02041 og 03038 ble det tatt en 4-meters prøve: 05014.

#### Sydlig ort fra sjakt.

##### Kanalprøver.

Prøve 03040: Kanalen er bare litt avskalling på overflaten p.g.a. svært hard bergart, dessuten er de ytterste 20 cm ikke prøvetatt slik at prøvelengden blir 1,8 m.

Bra vasket.

Prøve 03041: Kanalen har litt <sup>bedre</sup> dybde <sup>enn den foregående</sup> og har jevn høyde. Den kan derfor karakteriseres som middels bra. Stedvis ikke helt bra vasket.

#### Ort forbi sprengstofferlageret.

##### Kanalprøver.

Prøve 01072: Vanskelig fjell gjør at kanalen virker litt ujevn, dvs. at det enkelte steder er tatt med større stykker enn ellers; disse er forhåpentligvis delt opp etterpå.

En del rustutfellinger opptrer.

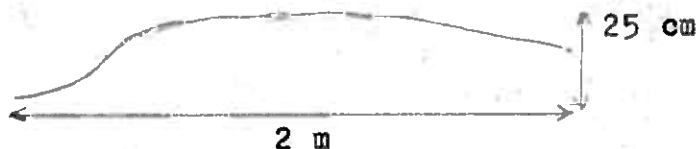
Vaskingen er jevnt over bra.

Pröve 02037: Kanalen synes dyp og jevn den innerste 1,5 m (nærmest 01072). Siste 0,5 m er derimot bare overflateavskallinger.

Bra vasket.

Pröve 01073: Kanalen holder ikke jevn høyde.

Skissert:



Den er dessuten ikke særlig dyp og med litt varierende bredde, slik at den må sies å være ikke helt bra.

Fremsdeles opptrer en del rustfargete partier på veggen.

Bra vasket.

Pröve 02038: Her er det dessverre gjort en stor feil: Kanal 02038 starter 60 - 70 cm høyere oppe på veggen enn kanal 01073. De skal jo normalt følge hverandre i samme høyde. Nå er bergartene her tilnærmet vertikalstående, slik at feilen derfor blir svært liten.

Kanalen er jevn og rett, men med liten dybde.

Vaskingen er som regel bra med noen få mindre bra steder.

Pröve 03034: Kanalen har litt varierende bredde da den er tatt i svært vanskelig fjell. Den fortsetter i samme høyde som 02038.

Noen få rustfargete felter opptrer.

Bra vasket.

Pröve 02039: Kanalen er bare flakavskallinger, men hele tverrsnittet synes likt representert.

Rustfargete felter opptrer.

Bra vasket.

Prøve 01074: Kanalen har litt ujevn bredde slik at enkelte deler muligens er litt sterkere representert enn andre. Det virker dessuten som om den har fulgt bestemte soner i bergarten uten at dette var noe tydelig.

Skissert:

Vertikalsnitt:

Blått: Kanal.

Blyant: Soner i bergarten.

Bra vasket.

Prøve 03035: Bergarten er her svært hard slik at kanalen har liten dybde, men den synes jevn. Av enkelte partier er det tatt ut litt større stykker. Disse er etterpå antakeligvis delt av slik at alle deler antas likt representert.

Bra vasket.

Prøve 03036: Kanalen er startet 20 cm lavere enn 03035. Den er dessuten ikke helt bra da den har liten dybde, men alle deler av tverrsnittet synes likt representert.

Bra vasket.

Prøve 01075: Kanalen har svært liten dybde grunnet vanskelig fjell. Den er ellers jevn, både med hensyn til høyde og bredde.

Bra vasket.

Prøve 02040: Kanalen er startet 20 cm over 01075, den har så holdt jevn høyde. Dybden er litt bedre enn den foregående.

For det meste bra vasket, noen få punkter syntes litt dårligere vasket.

Prøve 01076: På grunn av vanskelig fjell består prøven bare av tynne avskallinger. Høyden er jevn og alle deler synes likt representert.

Bra vasket.

Prøve 03037: Denne har fått litt dybde, men holder ikke jevn høyde over de første (nærmest 01076) 40 cm.

Skissert:



Bra vasket.

Generelt om kanalprøvene i ort forbi sprengstofflageret:

Selve kanalene er merket av at det prøvetas i finkornet kvartsitt. De har derfor liten dybde og kan være litt ujevne. Men den største feilkilden her er at kanaler som følger etter hverandre ikke holder samme nivå. Dette er bemerket hos tre av kanalene, med et særlig graverende tilfelle der "spranget" er på 60 - 70 cm.

Vaskingen er gjennomsnittlig bra.

#### 4-meters prøver.

Over kanalprøvene 01072 og 02037 er det tatt en 4-meters prøve: 05015.

Clara nivå, sørlige del, bilag 4.

Tverrslag 1.S.

Kanalprøver.

Prøve 01080: Prøven kan her sies å inneholde to bergartstyper da kanalen har fulgt en tilnærmet horisontal grense i bergarten.

Skissert:

Mer biotittrik bergart

Vertikalsnitt:



Kvartsitt

— : Kanal.

- - - : Bergartsgrense.

Pröven er tatt hovedsakelig fra kvartsitten som skissen viser.

Kanalen har god dybde, jevn høyde og bredde.

Bra vasket.

Tverrsnitt 28.

5-meters prøver.

Prøve 03042: Pröven er svært bra da fjellet her er lett å prøveta. Stykkavstanden er kanskje i største laget, 25 cm, men er tilnærmet konstant hele vegen.

Bra vasket.

Prøve 03043: Den innerste meteren (nærmest 03042) er svært godt prøvetatt med 15 - 20 cm stykkavstand. Etter dette er det svinget litt ned samt hoppet over et lite stykke.

Skissert:



Dette laget er da ikke prøvetatt.

De etterfølgende 2 m er svært bra, mot at det i siste meter også er svinget litt ned.

Bra vasket.

Prøve 01081: Pröven har holdt jevn høyde over alle 5-meterne, stykkavstanden varierer litt, fra 20 til 30 cm.

Dårlig vasket.

Prøve 02045: Pröven er bra med passe stor stykkavstand, 15 - 20 cm, og jevn høyde.

Ikke helt bra vasket.

Pröve 01082: Den første 1,5 m er prøvetatt tett og jevnt, mot at den siste del er preget av litt vanskeligere fjell, slik at her er det litt langt mellom prøvestykkene (opptil 30 cm).

Ikke helt bra vasket.

Generelt om tverrslag 25:

Tverrslaget er bare prøvetatt med 5-meters prøver. Prøvene er gjennomsnittlig svært gode da en her har en lett bearbeidbar bergart.

Vaskingen er ikke helt bra en del steder.

Tverrslag 39.

5-meters prøve.

Pröve 02044: Prøvestykkene er tatt passe tett, 15 - 25 cm, men med en smule variasjon i avstand som intervallet 15 - 25 angir. Høyden er jevn hele tverrsnittet.

Bra vasket.

Tverrslag 48.

5-meters prøver.

Pröve 03044: Stykkene er tatt ut med korte mellomrom, 10 - 20 cm, men høyden er ikke helt konstant da en har en svak bue over tverrsnittet.

Bra vasket.

Pröve 02046: Prøvestykkene er tatt ut med passende mellomrom samt med lik høyde over bakken.

Bra vasket.

Pröve 01083: (Prøven strekker seg bare over 4 m da det var dette som gjensto av tverrslaget). Stykkavstanden er her i største laget, men innen toleransegrensa.

Som regel bra vasket, noen få steder synes litt svakere vasket.

Generelt om tverrsjag 4S:

Tverrsjaget er bare prøvetatt med 5-meters prøver.

Prøvene er alle av høy standard da stykkaavstanden hos alle er passende og høyden over bakken som regel er konstant. Stykkaavstanden er litt varierende fra prøve til prøve.

Vaskingen er gjennomsnittlig bra.

Prøver ort (bilag 6).

Nordlige del.

Kanalprøver.

Prøve 01071: Kanalen er bare avskallerte flak slik at den har

svært liten dybde. Jevn høyde og alle deler synes likt representert.

Bra vasket.

Prøve 02036: Kanalen har litt bedre dybde enn den foregående.

Ikke helt bra vasket.

Prøve 01106: Prøven er relativt bra, litt lite materiale er

tatt med fra den siste meteren (nærmost 02067).

Som regel bra vasket.

Prøve 02067: Tilsvarende 01106, muligens litt svakere vasket.

Prøve 02068: Kanalen starter 10 cm over den foregående. Til-

svarende standard som 01106.

Bra vasket.

Prøve 02069: Kanalen er bra, men midt på er det hoppet over et

10 cm bredt felt.

Ikke helt godt vasket.

Prøve 02070: Først (nærmost 02069) er det 30 cm kanal, så 40 cm

som ikke er prøvetatt da det her er bygget en

tømmerveg. Resten av kanalen fortsetter 25 - 30 cm

høyere opp på veggen enn den aller første del.



Dette medfører <sup>bare</sup> en liten feil da bergarten her er tilnærmet vertikal.

Ikke helt bra vasket.

Prøve 02071: Kanalen er bare 1,2 m lang da dette gjensto av tverrslaget. Litt mindre dyp enn de foregående.

Bra vasket.

Generelt om Troeger ort, nordlige del:

Tverrslaget er bare prøvetatt med kanalprøver.

De to østligste kanaler er merket av at de krysser en svært hard bergart, slik at kanalene her har liten dybde. Resten av kanalen har god dybde. En kanal (02068) starter 10 cm høyere oppe på veggen enn den foregående (02067).

Det skal bemerkes at prøve 01071 og 02036 er tatt på tverrslagets sydvegg, mot at resten er tatt på tverrslagets nordvegg.

Vaskingen er varierende da ca. halvparten av kanalene ikke kan sies å være helt godt vasket.

#### Sörlige del.

#### Kanalprøver.

#### Over taket.

Prøve 01069: Svært vanskelig å ta slik at prøven er relativt liten.

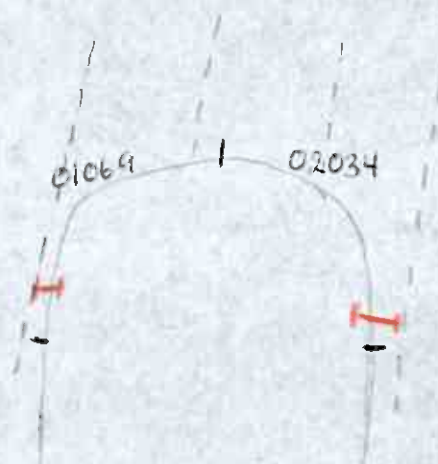
Ikke helt bra vasket.

Prøve 02034: Prøven består av tynne avskallede overflatestykker, men alle deler synes likt representert.

Ikke helt bra vasket.

Det skal bemerkes at prøve 01069 og prøve 02034 ikke representerer tverrsnittet på en helt ønskelig måte.

Skissert:

Vertikal-  
profil:

Bergartene står her temmelig steilt (79 - 80° fall mot vest). Kanalene skulle derfor være tilnærmet horisontale og ikke bøye seg ned på hver side av veggen som skissert. Visse deler av bergarten blir da sterkt overrepresentert i prøven. Disse delene er for dette tilfellets vedkommende markert med rødt.

Tverrslag sør i Troeger ort.

Prøve 01070: Kanalen er jevn, men har litt liten dybde. Alle partier synes derfor likt representert.

Bra vasket.

Aller sørligst i Troeger ort.

Prøve 02035: Prøven er tatt parallelt strøket, den er derfor til liten nytte og kan betraktes tilnærmet som en punktprøve av vedkommende bergart. Den er tatt helt oppe under hengen.

Prøve 03033: Kanalen har liten dybde, men jevn bredde. Den østligste 0,5 m av kanalen synes litt sterkere representert enn resten av tverrsnittet.

Bra vasket.

Generelt om Troeger ort, sørlige del:

Det er bare tatt kanalprøver her. Kanalene synes å ha jevn bredde og jevn høyde over bakken, men liten dybde.

En skal være oppmerksom på at prøve 01069 og 02034 ikke representerer tverrsnittet på en helt ønskelig måte, se kommentar under

punktet Over taket.

Vaskingen er temmelig varierende, veggene var her svært skitne.

Generelt om Clara nivå:

Clara nivå's sørlige del holder en svært høy standard på sine prøver. Noen fellestrekk for nivåets prøver er vanskelig å trekke fram da de enkelte tverrslag synes å ha få fellestrekk. En kan likevel si at hovedtendensen tilsvarer Ludvig Eugen nivå, dvs. at kanalprøvene er av svært varierende standard, mot at 5-meters (og 4-meters) prøvene er av relativt høy kvalitet. Vaskingen er som regel bra, en del unntak opptrer dog.

Forhaabnings nivå (bilag 7).

Kanalprøver.

Prøve 01107: Kanalen er liten dybde, dessuten er den ikke helt horisontal da den er sunket 20 cm på de 2 meterne.

Bra vasket.

Prøve 03058: Kanalen har svært liten dybde og må derfor sies å være dårlig. Den fortsetter i en høyde ca. 10 cm lavere enn den foregående. Rustfarget felt opptrer.

Bra vasket.

Prøve 01108: Prøven består av tynne avskallingsflak som er sterkt rustfarget.

Lite bra vasket.

Prøve 03059: Litt dypere kanal enn de foregående.

Bra vasket.

Prøve 01109: På grunn av svært hardt fjell er prøven bare tynne avskallinger av overflaten. Prøvestørrelsen er derfor relativt liten.

Bra vasket.

- Prøve 03060: Prøven representerer en overgang til 5-meters prøver da den består av stykker tatt med noen få centimeters mellomrom. Også her relativt liten prøvestørrelse.  
Bra vasket.
- Prøve 02072: Tilsvarende 03060.  
En del rustpartier opptrer slik at en del rust er med i prøven.  
Bra vasket.
- Prøve 01110: Prøven representerer også en overgang til 5-meters prøver, men her med svært små mellomrom slik at den ligner mer på en kanal enn de foregående.  
Bra vasket.
- Prøve 03061: Tilsvarende 0110.  
Bra vasket.
- Prøve 01111: Kanalen har liten dybde, men stykkene er tatt ut svært tett slik at betegnelsen kanal kan forsvares.  
Bra vasket.
- Prøve 02073: Tilsvarende 01111, dvs. en relativt bra kanal. Siste 0,5 m (nærmest 01112) er sterkt rustfarget.  
Bra vasket.
- Prøve 01112: Kanalen er bare 0,5 m lang da dette gjensto til nord-sør-gående tverrslag. Prøvestørrelsen er liten p.g.a. hardt fjell.  
Bra vasket.
- Prøve 02074: Det er svært vanskelig å prøveta en helt glatt bergvegg av kvartsitt, slik at kanalen er svært dårlig.  
Bra vasket.
- Prøve 01115: Litt bedre enn 02074, men kan også sies å være heller dårlig.  
Bra vasket.

Prøve 02076: Den uttatte masse er her også liten, da kanalen bare består av tynne avskallinger. Alle deler synes likevel likt representert.

Bra vasket.

#### Generelt om kanalprøvene i Forhaabnings nivå:

Kanalene er av relativt dårlig standard, hovedsakelig p.g.a. hardt fjell (kvartsitt). De har liten dybde og representerer noen ganger overganger til 5-meters prøver slik at de da vanskelig kan betegnes som kanal. Dette siste er heldigvis rent unntagelsesvis.

Et par problemer med hensyn til jevn høyde er også bemerket.

Vaskingen er svært bra.

#### 4-meters prøver.

Disse blir ikke nærmere gjennomgått da de alle er av jevn bra standard. De er jo mye lettere å ta enn kanaler, men en del problemfelter med hard kvartsitt fantes her også.

Vaskingen var hele vegen bra.

#### Oversikt over de enkelte 4-meters prøver:

Prøve 03062: Over prøve 01107 og 03058.

Prøve 03063: Over prøve 01108 og 03059.

Prøve 01113: Over prøve 01109 og 03060.

Prøve 03064: Over prøve 02072 og 01110.

Prøve 01114: Over prøve 03061 og 01111.

Prøve 02075: Over prøve 02073 og 01112.

Prøve 03065: Over prøve 02074 og 01115.

Prøve 01116: I fortsettelsen av prøve 02076.

APPENDIX II.

Kvalitetsvurdering av hver enkelt prøve. *Svartfjell gruve.*

- Prøve 05032: Prøven synes frisk da rustfarget overflate er hogd av. Prøven har ikke synlig mineralisering.  
Prøvestørrelse: Ca. 1,0 kg.
- Prøve 05033: Tilsvarende 05032.
- Prøve 05034: Prøven har tydelig pyritt-mineralisering.  
Bra prøve.  
Prøvestørrelse: 0,7 kg.
- Prøve 05035: Ikke helt bra prøve da litt stygg overflate er tatt med.  
Prøvestørrelse: 1,0 kg.
- Prøve 05036: Prøven er tatt fra en bergart som er sterkt rustfarget på overflaten. En del rust også innover i berget, slik at prøven inneholder en liten andel rust.  
Prøvestørrelse: 0,7 kg.
- Prøve 05037: Tilsvarende 05036, muligens litt styggere da litt mer rust er kommet med.  
Prøvestørrelse: 0,3 kg, dvs. svært liten prøve.
- Prøve 05038: Bra prøve.  
Prøvestørrelse: 1 kg.
- Prøve 05039: Bra prøve. En liten antydning til rust er kommet med.  
Prøvestørrelse: 0,8 kg.
- Prøve 05040: Svært bra prøve.  
Prøvestørrelse: 1,1 kg.
- Prøve 05041: Kobberkis-korn er tydelig synlig langs ei smal stripe i bergarten (2 cm bred).  
Bra prøve.  
Prøvestørrelse: 1,0 kg.

Pröve 05042: Pröven har tydelig mineralisering av pyritt -  
kopperkis.

Bemerk: Pröven er fra to punkter i bergarten,  
beliggende 0,5 m over hverandre.

En antydning til erodert overflate i prøven,  
men dette er svært lite.

Pröve 05043: Pröven er ikke helt bra da det er tatt med en  
del ikke bare friskt fjell.

Prövestørrelse: 1,0 kg.



Referanseliste.

Listen er lite fyldig da det her er bare tatt med referanser som uttrykkelig er brukt ved oppgavens utførelse. Dersom en ønsker et fyldigere bakgrunnsmateriale henvises til de enkelte bøker i referanselisten, en vil der finne fyldigere referanselister.

- (1) Bennett & Franklin: Statistical Analysis in Chemistry and the Chemical Industry.  
John Wiley & sons 1965.
- (2) W.E. Deming: Some theory of sampling.  
John Wiley & sons 1955.
- (3) Guttman & Wilks: Introductory Engineering Statistics.  
John Wiley & sons 1965.
- (4) J.B. Gammon: Ph. D. Thesis.  
Upublisert.
- (5) Scott W. Hazen jr.: Some statistical techniques for analyzing mine and mineral deposit sample and assay data.  
Bulletin 621, U.S. Dept. of the Interior, Bureau of Mines 1967.
- (6) Koch & Link: Statistical analysis of geological data. Volum 1.  
John Wiley & sons 1970.
- (7) Koch & Link: Statistical analysis of geological data. Volum 2.  
John Wiley & sons 1971.
- (8) Krumbein & Graybill: An introduction to statistical models in geology.  
Mc Graw-Hill, 1965.

- (9) McKinstry: Mining Geology.  
Prentice-Hall, New York 1948.
- (10) Miller & Kahn: Statistical analysis in the geological sciences.  
John Wiley & sons 1962.
- (11) E. Sverdrup: Lov og tilfeldighet II.  
Universitetsforlaget 1964.
- (12) F.M.Vokes: Malmgeologi I, Innledning og økonomiske betraktninger.  
Tapirs forlag 1967.
- (13) F.M.Vokes: Malmgeologi II, Innføring i mineralprospektering.
- (14) Canadian Institute of Mining and Metallurgi: Ore reserve estimation and grade control.  
Special volume 9 1968.
- (15) Bjørck & Dahlquist: Numeriska metoder.  
Gleerup Bokforlag, Lund 1969.

81.58

BV7353

Bilagemappe  
Hoved oppgave  
1  
Malngelogi  
for  
Gunn Kari Kvaal Hygen

BILAG 1.

Browns analyseresultater fra 1952.

BERGAVDELINGEN, NTH,  
Jnr: bcp 11/21 Dato 20/11/71



BILAG 2.

Beliggenhet av Skuterud gruve og Svartfjell gruve.

Fra J.B.Gammon(4),fig 97.

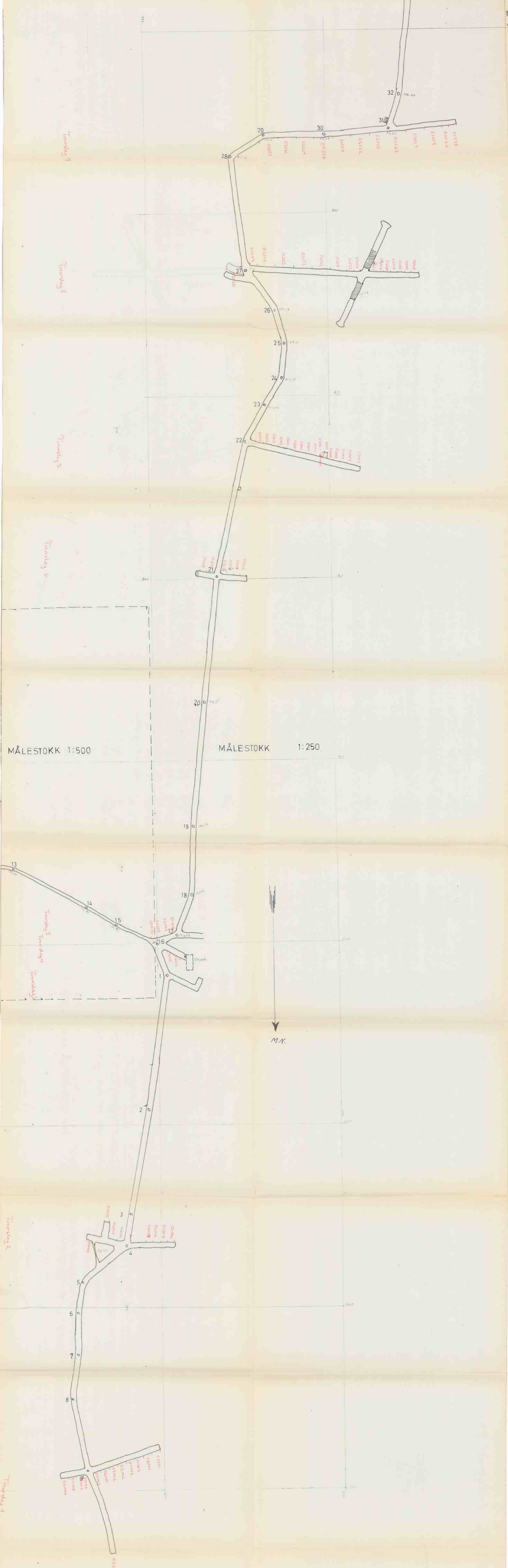


BILAG 3.

Ludvig Eugen nivå: Nordlige og midtre del. 1:250.

Innplottete prøver.





BILAG 4.

Ludvig Eugen nivå: Sørlige del.

Clara nivå: Sørlige og midtre del.

1:250.

Innplottete prøver.



BILAG 5.

Clara nivå: Nordlige del. 1:250.

Innplottete prøver.

Clara Nord  
1:250

III  
CN

4400  
 4300  
 4200  
 4100  
 4000  
 3900  
 3800  
 3700  
 3600  
 3500  
 3400  
 3300  
 3200  
 3100  
 3000  
 2900  
 2800  
 2700  
 2600  
 2500  
 2400  
 2300  
 2200  
 2100  
 2000  
 1900  
 1800  
 1700  
 1600  
 1500  
 1400  
 1300  
 1200  
 1100  
 1000  
 900  
 800  
 700  
 600  
 500  
 400  
 300  
 200  
 100  
 0

4400  
 4300  
 4200  
 4100  
 4000  
 3900  
 3800  
 3700  
 3600  
 3500  
 3400  
 3300  
 3200  
 3100  
 3000  
 2900  
 2800  
 2700  
 2600  
 2500  
 2400  
 2300  
 2200  
 2100  
 2000  
 1900  
 1800  
 1700  
 1600  
 1500  
 1400  
 1300  
 1200  
 1100  
 1000  
 900  
 800  
 700  
 600  
 500  
 400  
 300  
 200  
 100  
 0

Høvel  
springer

Torsdag 1

Torsdag 2

Torsdag 3

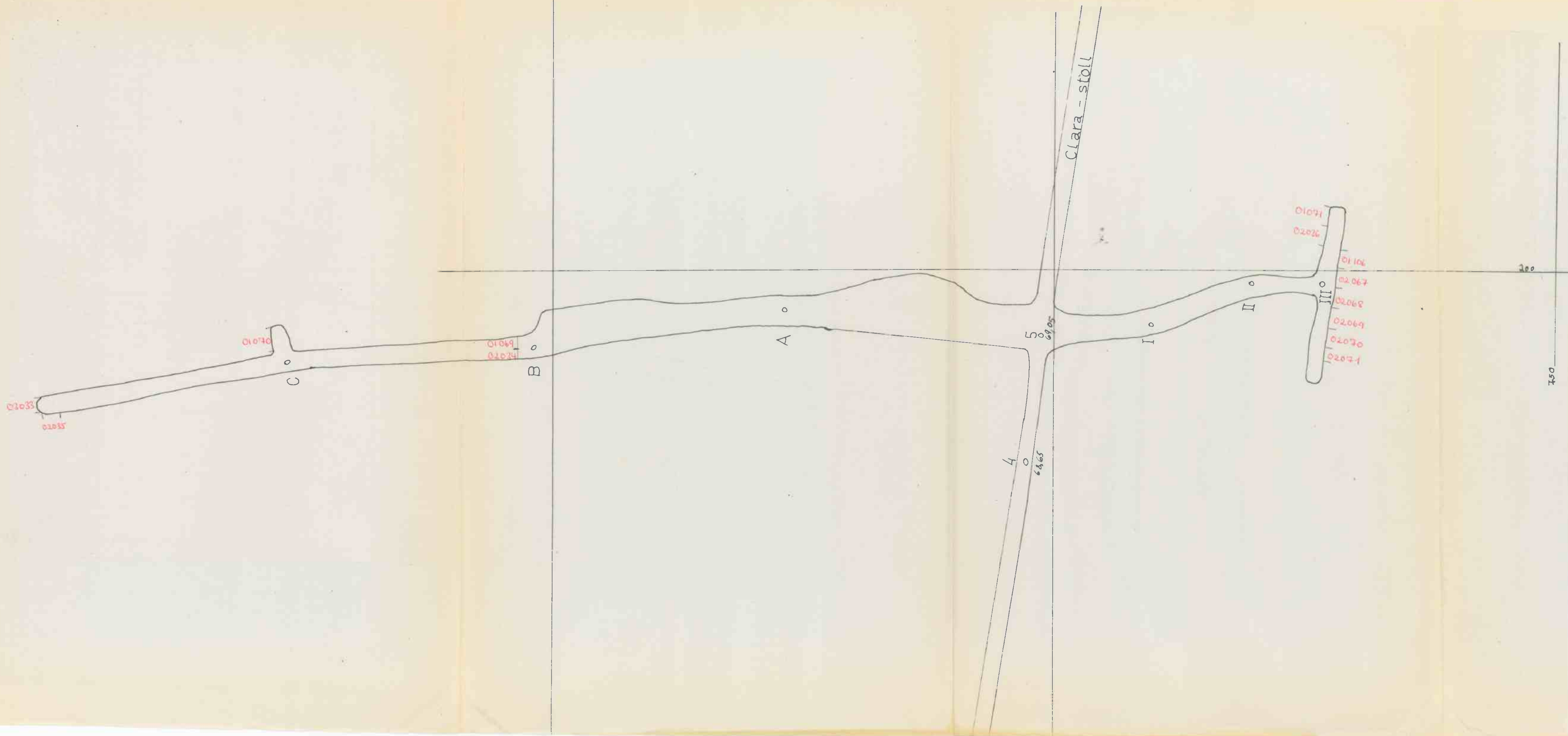
01004

01016  
over bæk

01016  
over bæk

01002

01002



BILAG 7.

Forhaabnings nivå.

Innplottete prøver.

01116

02076

01115

02070

01112

02073

01111

02061

01110

02072

02060

01110

02070

01110

02070

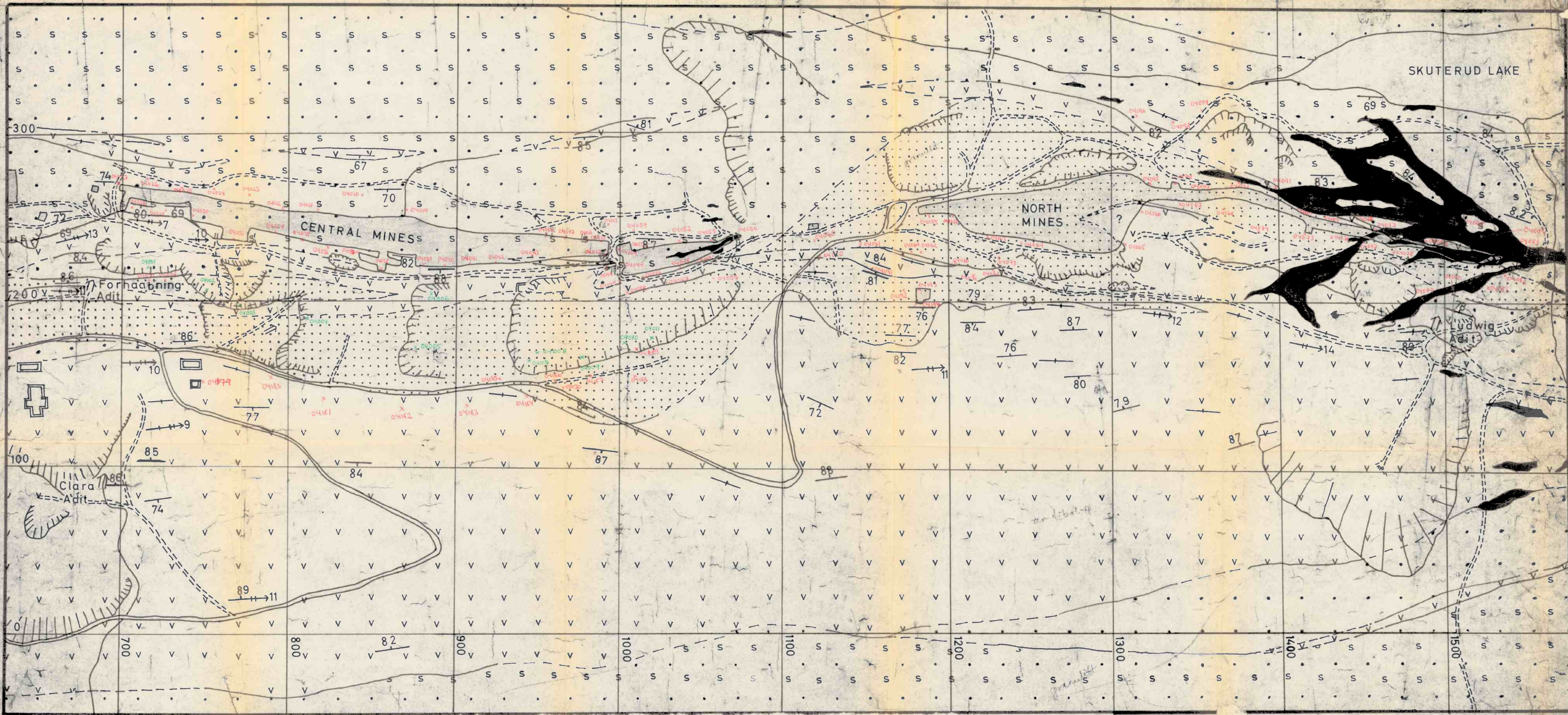
01110



BILAG 8.

Dagoverflaten: Hovedgruva og Nordgruva. 1:1000

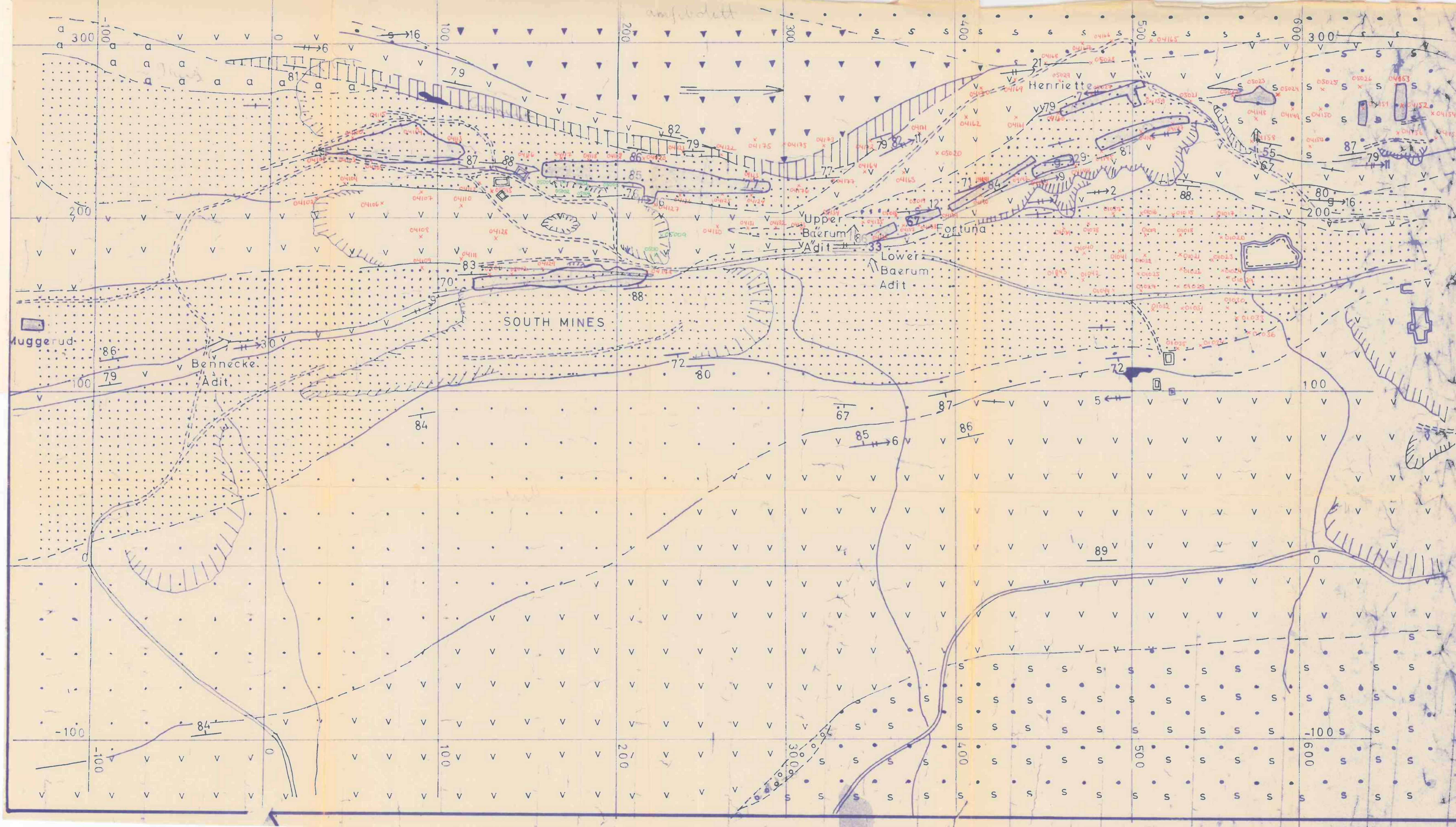
Innplottete prøvepunkter.



BILAG 9.

Dagoverflaten: Sørgruva 1:1000.

Innplottete prøvepunkter.



BILAG 11.

Ludvig Eugen nivå: Nordlige og midtre del. 1:250.

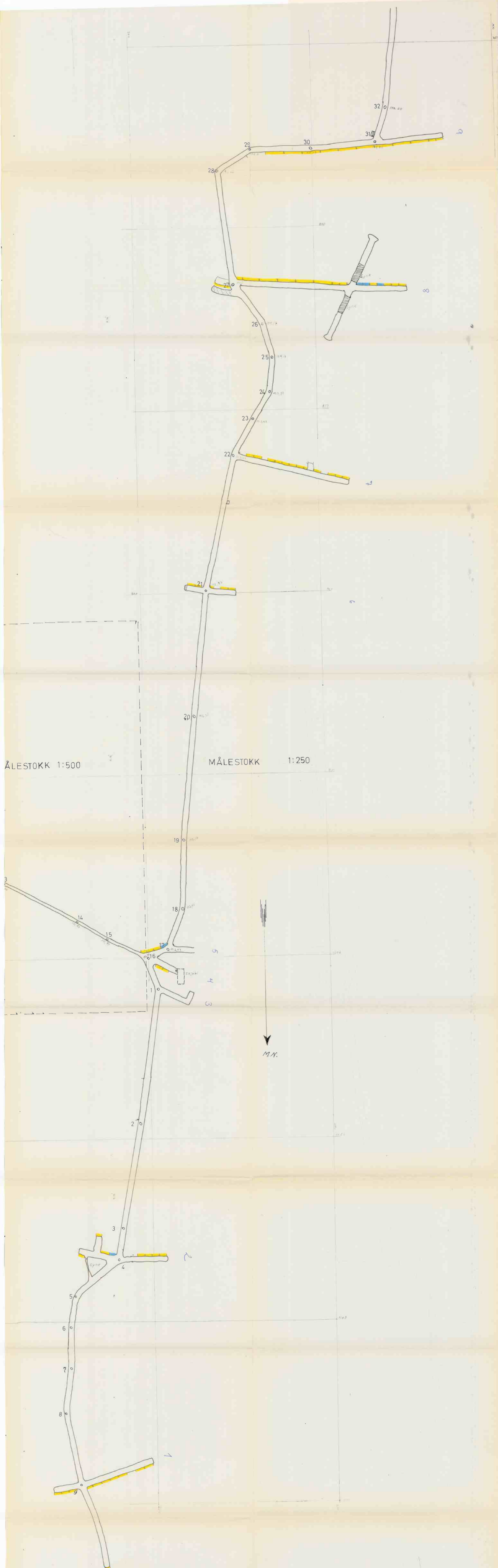
cut-off-grad: 0,25 % Cu-ekvivalenter.

blått: analyser  $\geq$  cut-off-graden.

gult: analyser  $<$  cut-off-graden.

ÅLESTOKK 1:500

MÅLESTOKK 1:250



BILÆG 12.

Ludvig Eugen nivå: Særlige del.

4: 250

Clara nivå: Særlige og mædtre del.

cut-off-grad: 0,25% Cu-ekvivalenter.

Blått: analyser  $\geq$  cut-off-graden

Gult: analyser  $<$  cut-off-graden.

SKUTERUD GRUBER

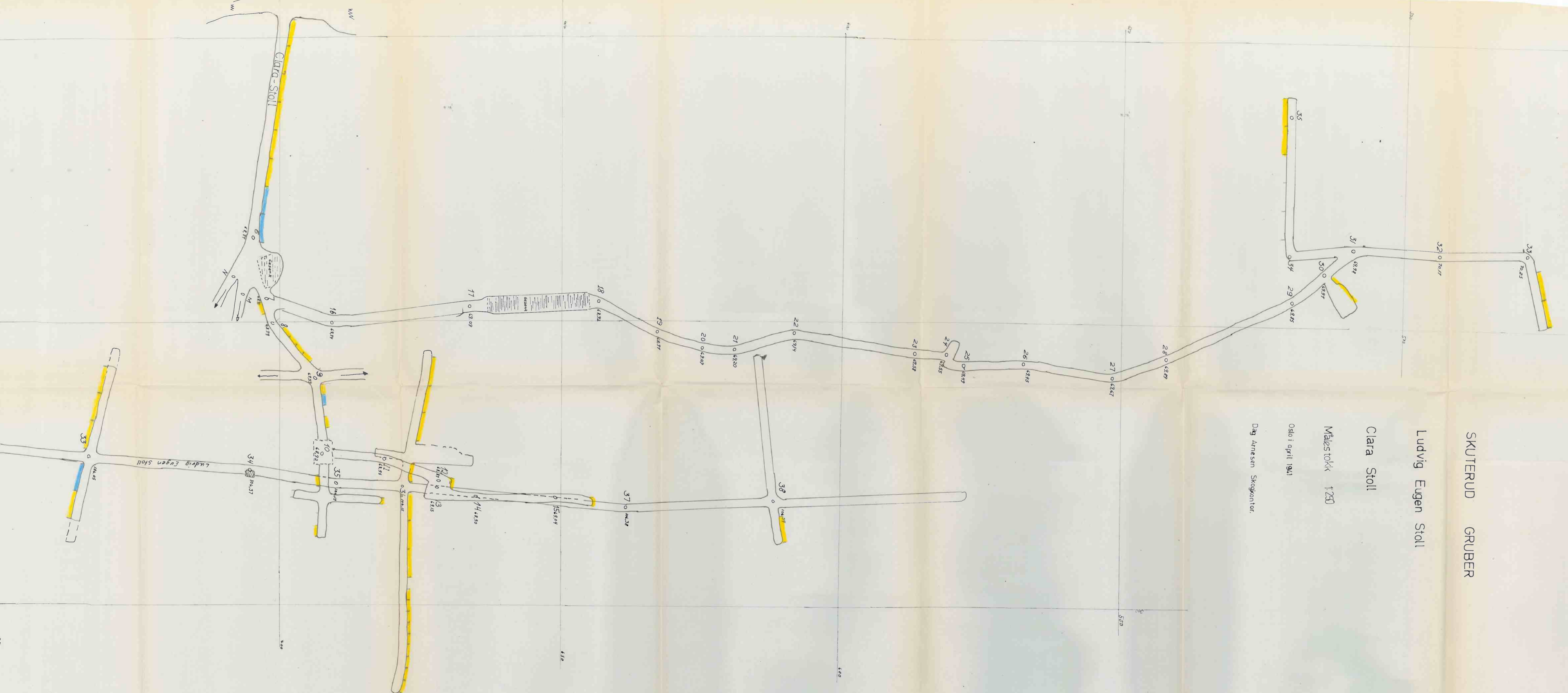
Ludvig Eugen Stoll

Clara Stoll

Målestokk 1:250

Oslø i april 1941

Dag Arnesen Skogkontor



Blatt 12.



BILAG 13.

Clara nivå: Nordlige del. 1:250

cut-off-grad: 0,25 % Cu-ekvivalenter.

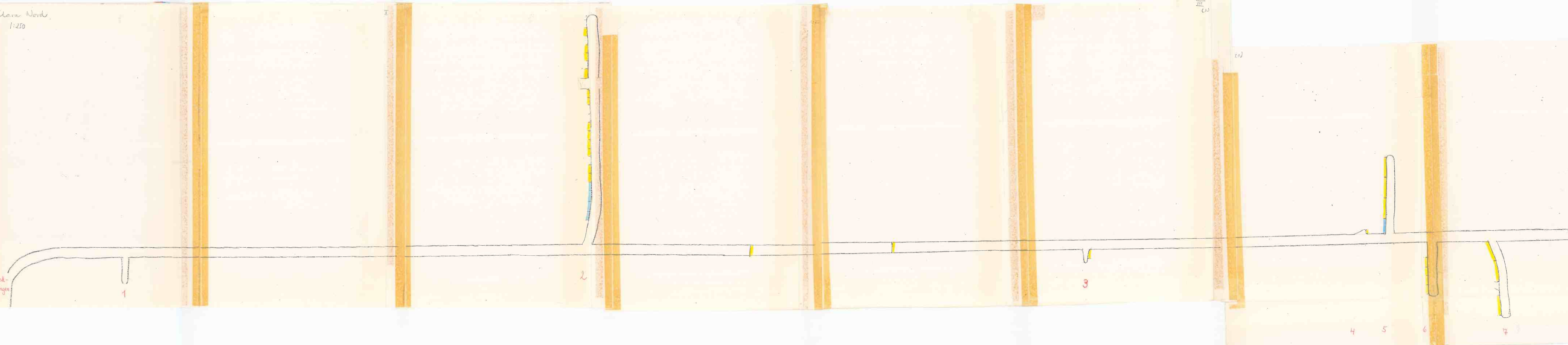
Blått: analyser  $\geq$  cut-off-graden

Gult: analyser  $\leq$  cut-off-graden

Rødt: tverrslag nr.

Clara Nord  
1:250

Hoved-  
åpningen



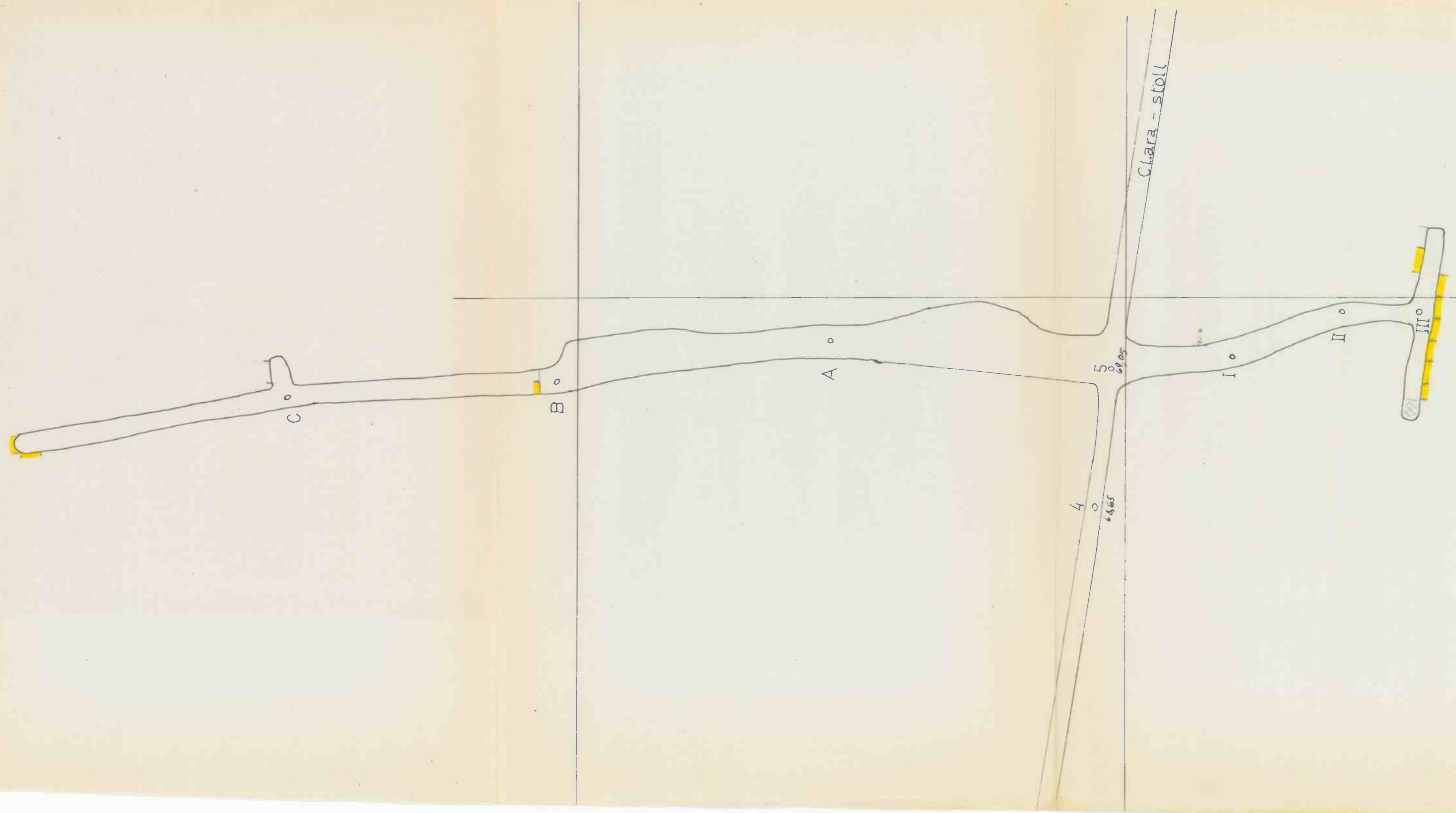
BILAG 14.

Clara nivå: Troeger ort. 1:250.

cut-off-grad: 0,25 % Cu-ekvivalenter.

blått: analyser  $\geq$  cut-off-graden.

gult: analyser  $<$  cut-off-graden.



BILAG 15.

Forhaabnings nivå.

cut-off-grad: 0,25 % Cu-ekvivalenter.

blått: analyser  $\geq$  cut-off-graden.

gult: analyser  $<$  cut-off-graden.



BILAG 16.

Dagoverflaten: Hovedgruva og Nordgruva.

1:1000

cut-off-grad: 0,25 % Cu-ekvivalenter.

blått: analyser  $\geq$  cut-off-graden.

gult: analyser  $<$  cut-off-graden.

SKUTERUD LAKE

CENTRAL MINES

NORTH MINES

Ludwig Adit

Forhaabning Adit

Clara Adit

300

200

100

0

700

800

900

1000

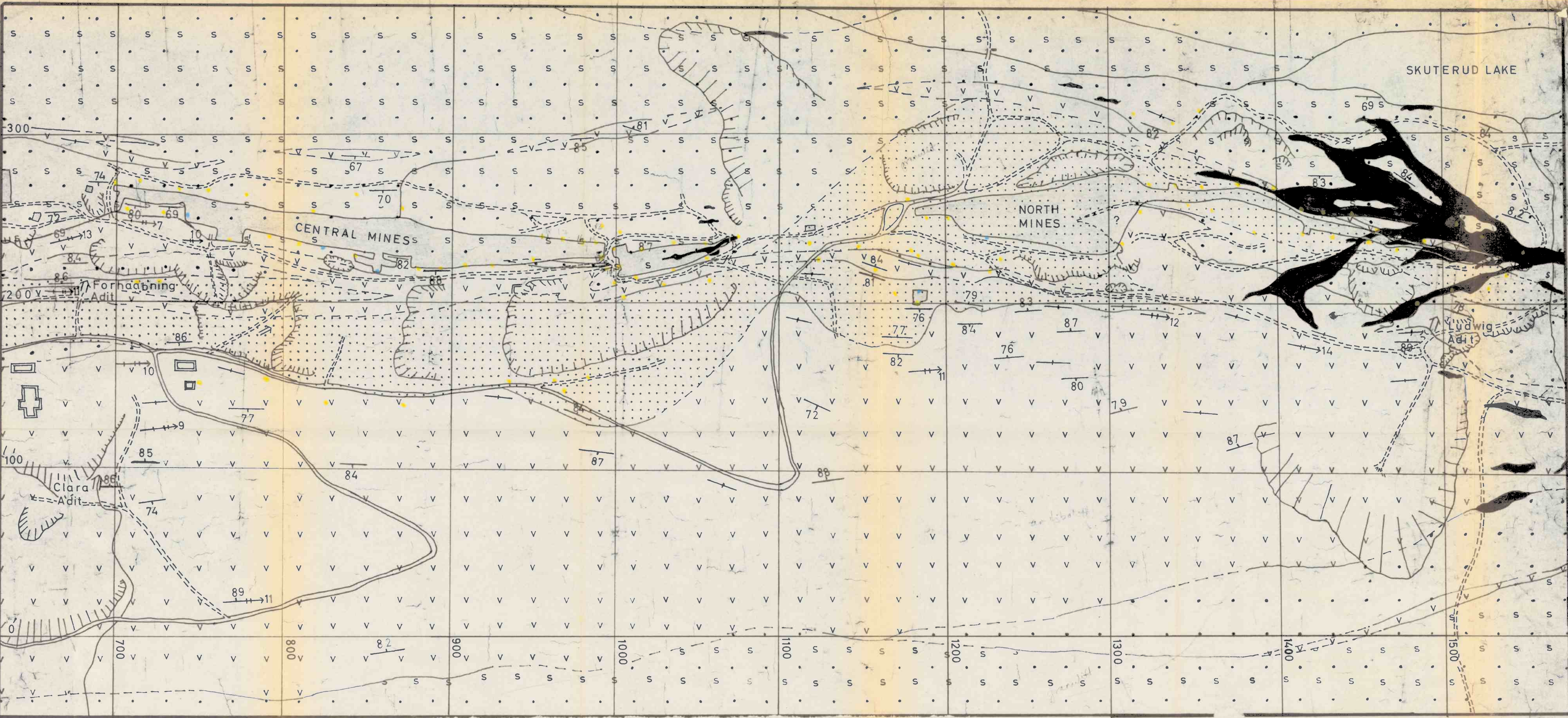
1100

1200

1300

1400

1500





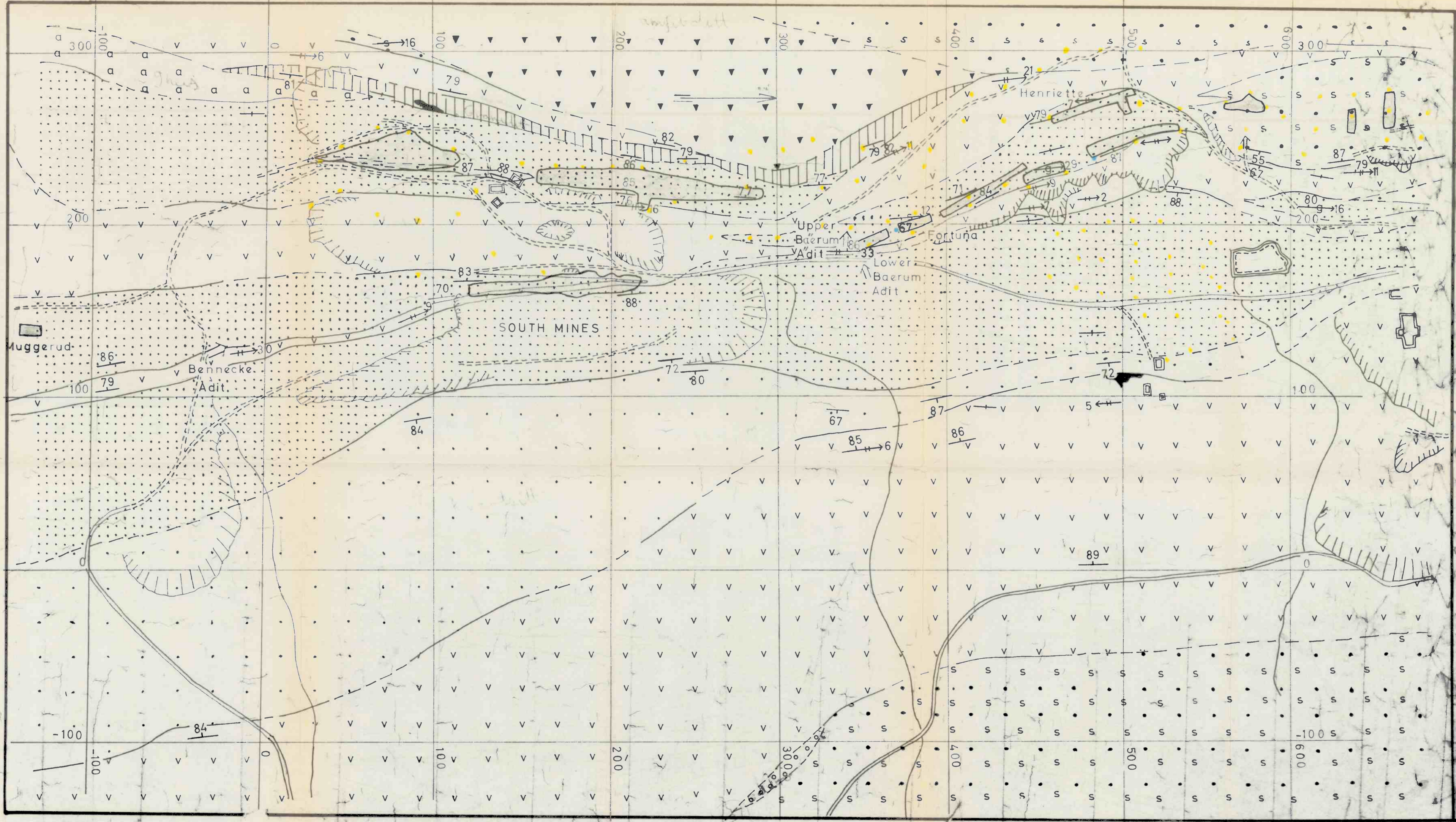
BILAG 17.

Dagoverflaten: Sørgruva. 1:1000.

cut-off-grad: 0,25 % Cu-ekvivalenter.

blått: analyser  $\geq$  cut-off-graden.

gult: analyser  $<$  cut-off-graden.



*unförläppl*

SOUTH MINES

Upper Baerum Adit  
Lower Baerum Adit

Fortuna

Henriette

Bennecke Adit

Muggerud

*unförläppl*

300  
200  
100  
-100

100  
200  
300  
400  
500  
600

100  
200  
300  
400  
500  
600

100  
200  
300  
400  
500  
600

100  
200  
300  
400  
500  
600

100  
200  
300  
400  
500  
600

100  
200  
300  
400  
500  
600

100  
200  
300  
400  
500  
600

100  
200  
300  
400  
500  
600

100  
200  
300  
400  
500  
600

100  
200  
300  
400  
500  
600

100  
200  
300  
400  
500  
600

100  
200  
300  
400  
500  
600

100  
200  
300  
400  
500  
600

100  
200  
300  
400  
500  
600

100  
200  
300  
400  
500  
600

100  
200  
300  
400  
500  
600

100  
200  
300  
400  
500  
600

100  
200  
300  
400  
500  
600

BILAG 18.

Alle nivåene vertikalprojisert til et felles plan.

cut-off-grad: 0,25 % Cu-ekvivalenter.

blått: analyser  $\geq$  cut-off-graden

gult: analyser  $<$  cut-off-graden

Brunt: dagoverflaten. Hovedgruvas særlige del.

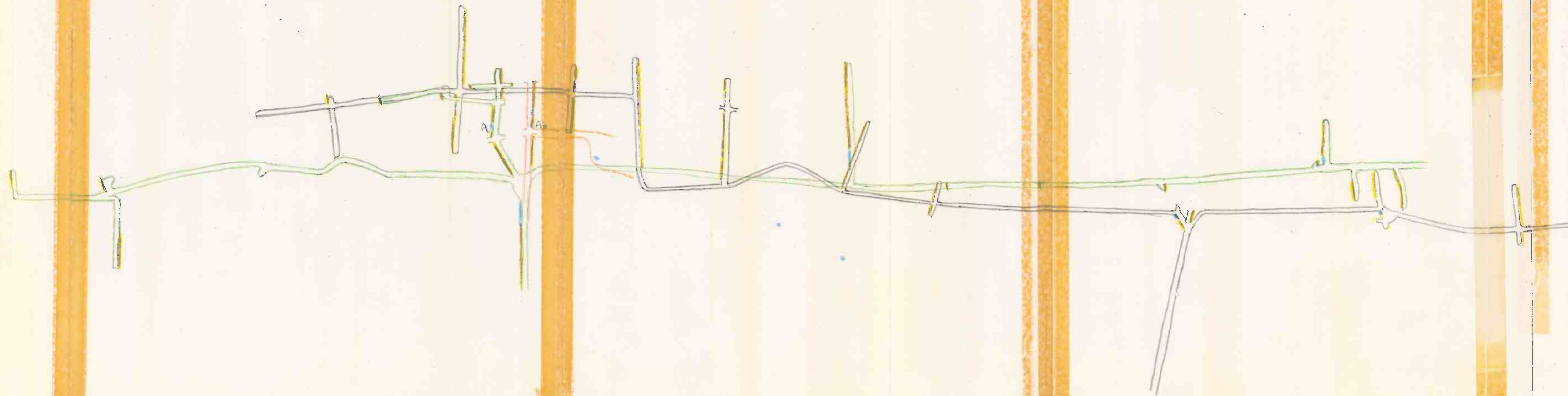
Rødt: Forhaabnings nivå.

Grønt: Clara nivå.

Grått: Ludvig Eugen nivå.

Bemerk: Blå prikker tilhører dagoverflaten.

↑ punkt 2 om 3 planer i tillegg.



BILAG 19.

Clara nivå: Nordlige del. 1:250

cut-off-grad: 0,5 % Cu-ekvivalenter.

blått: analyser  $\geq$  cut-off-graden

gult: analyser  $\leq$  cut-off-graden

rødt: tverrslag nr.

Clara Nord  
1-250

I

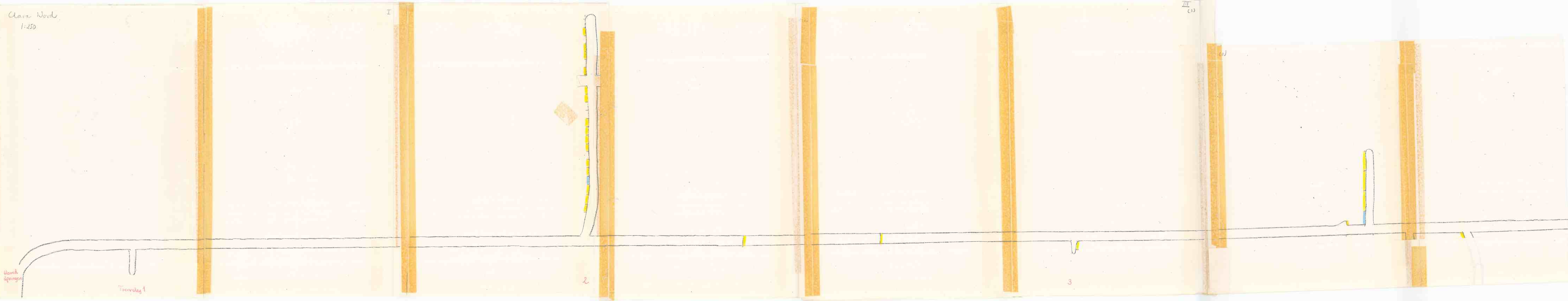
III  
23

Hoved  
spingen

Tærvæg 1

2

3



BILAG 20.

Forhaabnings nivå. 1:250

cut-off-grad: 0,5% Cu-ekvivalenter.

blått: analyser  $\geq$  cut-off-graden.

gult: analyser  $<$  cut-off-graden.





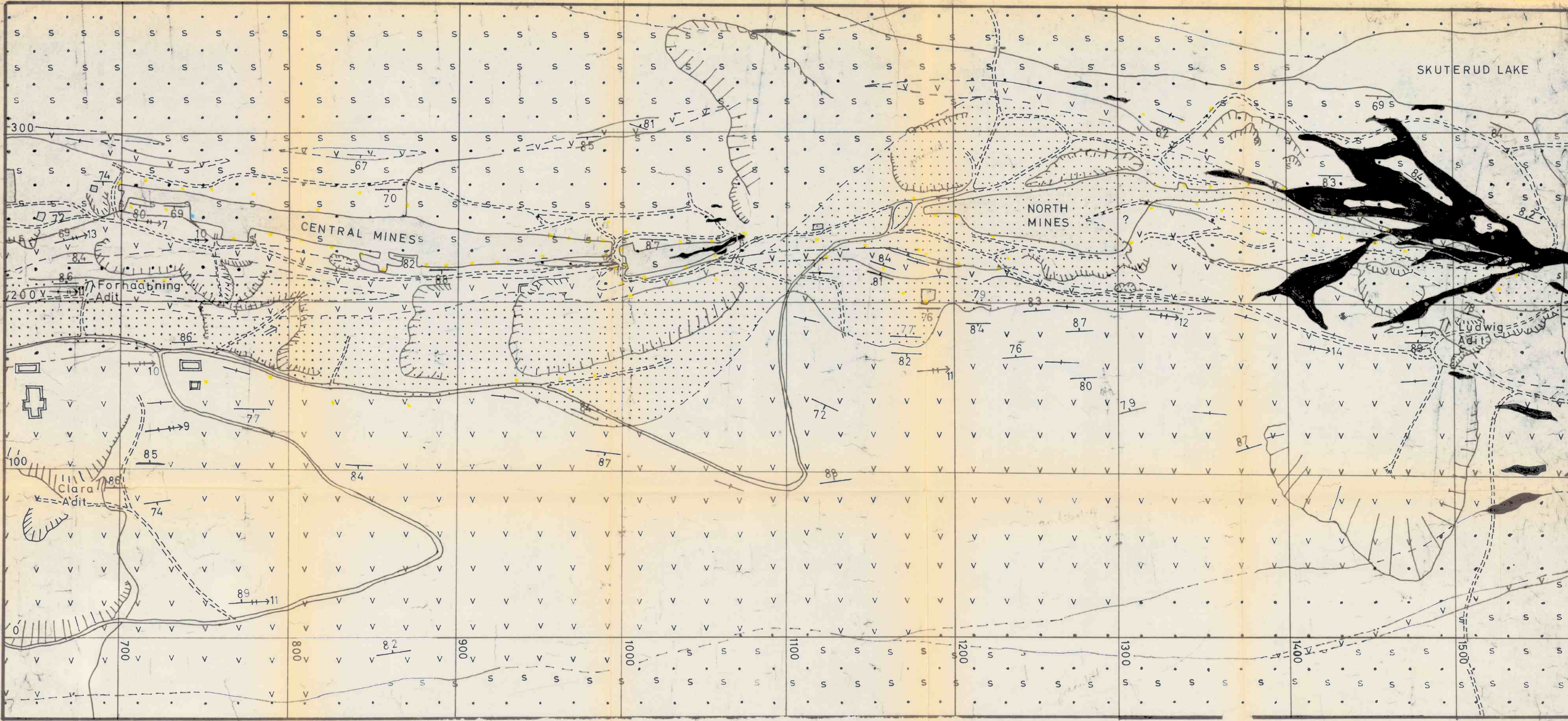
BILAG 21.

Dagoverflaten: Hovedgruva og Nordgruva. 1:1000

cut-off-grad: 0,5 % Cu-ekvivalenter.

blått: analyser  $>$  cut-off-graden

gult: analyser  $\leq$  cut-off-graden.



BILAG 22.

Nivåene vertikalprojisert til et felles plan.

1:1000

cut-off-grad: 0,5 % Cu-ekvivalenter.

blått: analyser  $\geq$  cut-off-graden.

gult: analyser  $<$  cut-off-graden.

brunt: dagoverflaten. Hovedgruvas sørlige del.

rødt: Forhaabnings nivå.

grønt: Clara nivå.

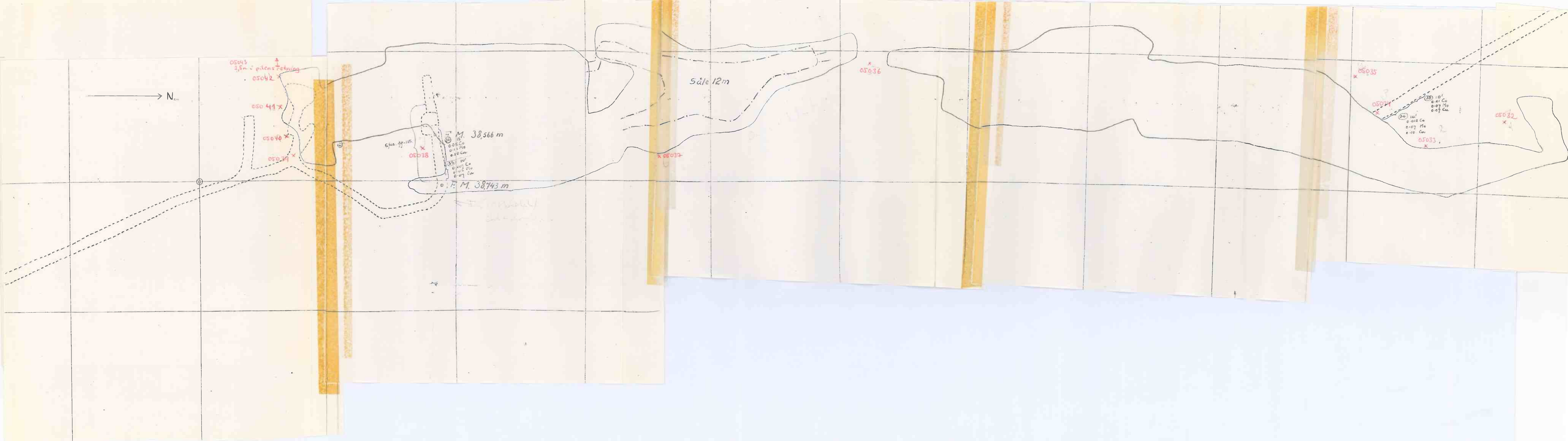
Clara river, middle del  
Forhaabningensira



BILAG 23.

Svartfjell gruve. 1:250.

Svart: Browns analyseresultater fra 1952.  
Rødt: Innplottete prøvepunkter.



→ N

05043  
3,5m - pilens betning

05042

05041

05040

05039

6. kv. 10-115

05038

M. 38,566 m

H. M. 38,743 m

Såle 12m

05036

05037

05035

05034

0.01 Co  
0.07 Mo  
0.07 Cu

0.015 Co  
0.07 Mo  
0.10 Cu

05033

05032

BILAG 24.

Svartfjell gruve.

1250

Plottete analyseresultater for Cu.

gult: analyser  $< 0,01$  % Cu.

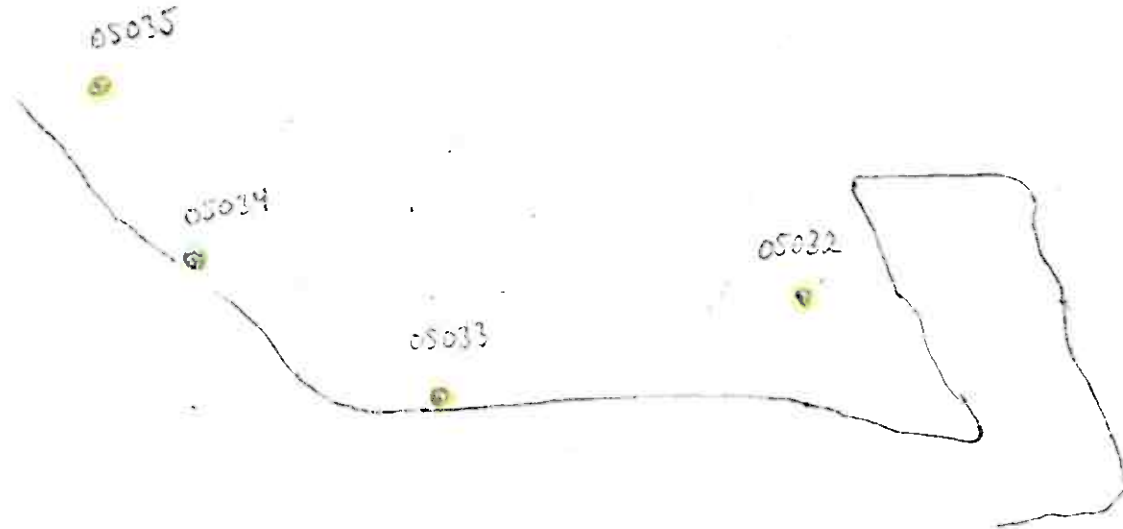
rødt: analyser i området  $0,01 - 0,03$  % Cu.

grønt: analyser i området  $0,04 - 0,06$  % Cu.

Sammenlikning med bilag 23 viser at analysene er tilknyttet nordligste del av dagåpningene.

Swartfell Gouwe

Cu





BILAG 25.

Svartfjell gruve.

1 250

Plottete analyseresultater for Co.

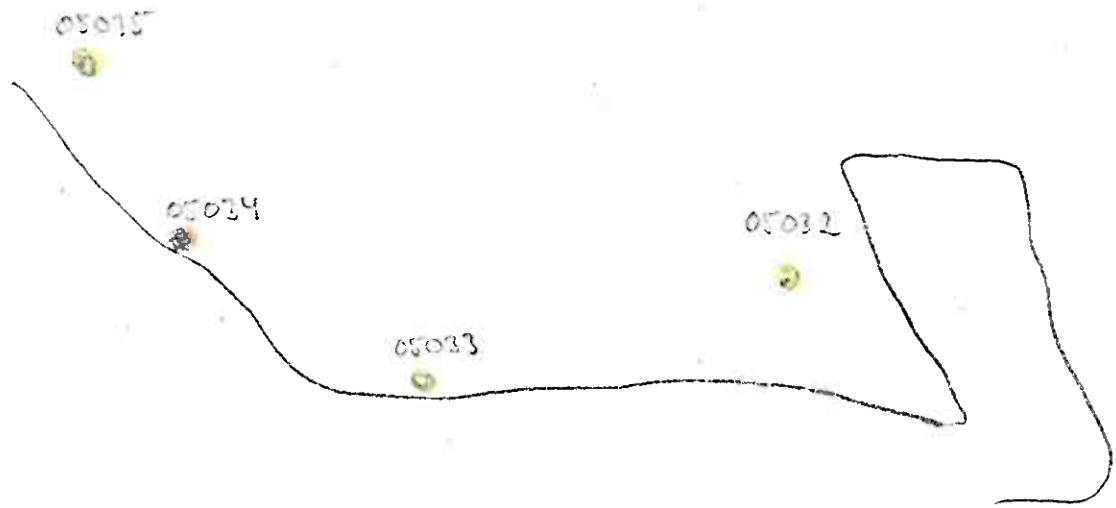
gult: analyser  $< 0,005$  % Co, d.v.s. ikke  
målbare analyser.

rødt: analyser i området  $0,005 - 0,011$  % Co.

Sammenlikning med bilag 23 viser at analysene  
er tilknyttet nordligste del av dagåpningene.

Swartfield Grove

Co



BILAG 26.

Analyseresultater fra Robertson Research ltd. og  
fra laborant Rømme, NTH.

Prøver analyseert av laborant Rømme.

Prøve nr.	%Cu	%Co
03048	0,08	0,009
03063	0,10	0,012
01072	0,03	0,024
02074	0,08	0,008
01111	0,06	0,019
01088	0,06	0,012
03065	0,04	0,005
02041	0,08	0,034
01114	0,10	0,018
01087	0,02	0,002
01113	0,02	0,005



*Robertson*

*→ Maelm*

'TYN-Y-COED'  
LLANRHOS  
LLANDUDNO  
NORTH WALES  
TELEPHONE DEGA WY 8  
CABLES: RESEARCH LLANDUDNO  
TELEX: GIZIG

ROBERTSON RESEARCH MINERAL TECHNOLOGY LIMITED  
DIRECTORS J. C. ROBERTSON D.L. DR. R. H. CUMMINGS DR. W. W. BROWN

CERTIFICATE OF ANALYSIS  
(comprising 8 sheets)

Certificate Number: 477      Client: A/S Sulfidmalm,  
Project Number: VC/212      Husebybakken 34,  
Your Reference:      Oslo 3,  
Date: 30 September 1971.      NORWAY.  
For the attention of: Dr. J. Gammon

Project Description:

ANALYSIS OF DRILL CORE SAMPLES

Please see attached sheets

PEC:sw

for and on behalf of

ROBERTSON RESEARCH MINERAL TECHNOLOGY LIMITED

Telexed on	
Cabled on	
Total Cost	£ 993.00

*[Signature]*  
P. E. Croft  
Head of Analytical Laboratory

Sample No.	Cu %	Co %	Mo %
14 00 064	<0.01	<0.005	<0.001
00 089	0.07	0.025	0.002
14 01 002	<0.01	0.005	<0.001
003	0.07	0.011	0.001
004	0.05	0.007	<0.001
006	0.03	<0.005	<0.001
008	0.24	0.010	0.001
009	0.09	0.006	<0.001
011	0.06	0.012	<0.001
012	0.06	<0.005	<0.001
012A	0.02	0.005	<0.001
035	0.02	0.005	<0.001
045	0.08	0.020	<0.001
046	0.07	0.040	<0.001
047	0.06	0.023	<0.001
048	0.01	<0.005	<0.001
049	0.02	0.005	<0.001
050	<0.01	<0.005	<0.001
051	0.09	0.078	0.001
052	0.02	0.006	<0.001
053	0.03	0.008	<0.001
054	0.03	0.011	<0.001
056	0.08	0.025	<0.001
057	0.01	0.005	<0.001
058	<0.01	<0.005	<0.001
059	<0.01	<0.005	<0.001
060	0.09	0.055	0.003
061	0.07	0.024	<0.001
062	<0.01	<0.005	<0.001
062A	<0.01	<0.005	<0.001
063	<0.01	0.006	<0.001
065	<0.01	<0.005	<0.001
066	0.04	0.014	<0.001
067	0.03	0.007	<0.001
074	0.04	0.039	0.001
075	0.06	0.017	0.001
075A	0.06	0.11	0.001
090	0.11	0.025	0.003
091	0.11	0.007	0.003
092	0.16	0.090	<0.001
093	0.25	0.036	<0.001
093A	0.20	0.025	<0.001
095	0.05	0.016	0.001
096	0.06	0.016	0.002
097	0.15	0.006	0.001
098	0.09	0.015	<0.001
099	0.02	<0.005	<0.001
100	0.02	<0.005	<0.001
101	0.04	<0.005	<0.001
102	0.34	0.030	<0.001
103	0.10	0.017	<0.001
104	0.03	0.012	<0.001
105	0.10	0.013	<0.001
106	0.03	0.013	<0.001
107	0.03	<0.005	<0.001

Sample No.	Cu %	Co %	Mo %
14 01 108	0.08	0.015	0.006
109	0.05	0.007	0.001
110	0.67	0.008	0.002
112	0.05	0.054	0.001
115	0.05	0.015	<0.001
116	0.03	0.008	<0.001
14 02 013	0.05	0.009	0.002
014	0.06	0.011	0.003
015	0.07	<0.005	<0.001
016	0.06	0.005	<0.001
017	0.05	0.027	<0.001
018	0.04	0.015	0.007
019	0.35	0.015	<0.001
020	0.06	0.019	<0.001
021	0.06	0.008	<0.001
022	0.02	0.005	<0.001
023	0.04	0.006	<0.001
024	0.01	<0.005	<0.001
025	0.11	0.012	0.003
026	<0.01	<0.005	<0.001
027	0.03	0.011	<0.001
028	0.01	<0.005	<0.001
029	<0.01	<0.005	<0.001
030	<0.01	<0.005	<0.001
031	<0.01	<0.005	<0.001
032	0.02	<0.005	<0.001
033	0.01	0.002	<0.001
034	0.08	<0.005	<0.001
035	0.03	<0.005	<0.001
036	0.06	0.015	<0.001
037	0.08	0.015	<0.001
038	0.14	0.030	<0.001
042	0.03	0.006	0.001
043	0.07	0.009	<0.001
044	0.07	0.012	<0.001
046	0.02	<0.005	<0.001
048	0.01	0.009	<0.001
049	0.05	0.013	<0.001
050	0.10	0.007	0.002
051	0.11	0.013	0.001
052	0.03	0.006	<0.001
053	0.16	0.006	<0.001
054	0.10	0.031	<0.001
055	0.02	0.005	<0.001
057	0.14	0.014	0.001
058	0.14	0.020	<0.001
059	0.17	0.013	<0.001
060	0.07	0.010	<0.001
061	0.04	0.006	<0.001
062	0.04	0.006	<0.001
063A	0.06	0.060	<0.001
063B	0.13	0.066	<0.001
064	0.04	0.009	<0.001
065	0.03	0.014	<0.001
066	0.06	0.008	0.001
067	0.04	0.013	<0.001
068	0.03	0.015	<0.001

Sample No.	Cu %	Co %	Mo %
14 02 068A	0.02	0.010	<0.001
069	0.04	0.012	<0.001
070	0.04	0.011	<0.001
071	0.06	0.011	<0.001
072	0.07	0.008	0.001
073	0.09	0.016	0.003
075	0.13	0.017	0.006
14 03 002	0.02	<0.005	<0.001
003	0.05	0.013	0.001
008	0.02	0.006	<0.001
009	0.08	0.018	<0.001
010	0.02	<0.005	<0.001
012	0.05	0.008	<0.001
013	0.02	0.006	0.001
014	0.08	<0.005	<0.001
016	0.08	<0.005	<0.001
017	0.14	0.053	<0.001
018	0.03	0.006	<0.001
019	0.01	0.011	<0.001
020	0.04	0.005	<0.001
021	0.01	<0.005	<0.001
022	0.04	0.009	<0.001
023	0.10	0.024	<0.001
024	0.01	<0.005	<0.001
025	0.02	<0.005	<0.001
026	0.03	0.007	<0.001
027	0.01	<0.005	<0.001
028	0.01	<0.005	<0.001
029	0.01	0.007	<0.001
030	0.02	0.008	<0.001
031	0.03	<0.005	<0.001
032	<0.01	<0.005	<0.001
033	0.05	<0.005	<0.001
034	0.04	0.010	<0.001
035	0.08	0.015	<0.001
036	0.05	0.021	<0.001
037	0.10	0.017	<0.001
038	0.01	0.007	<0.001
040	0.03	0.009	0.003
041	0.02	0.023	<0.001
042	0.03	0.010	<0.001
043	0.02	0.009	<0.001
044	0.03	0.008	<0.001
045	0.01	0.009	<0.001
046	0.02	0.008	<0.001
047	0.03	0.005	<0.001
049	0.19	0.042	0.001
050	0.01	0.009	<0.001
051	0.02	<0.005	<0.001
052	0.06	0.048	0.007
053	0.06	0.009	0.001
054	0.45	0.029	<0.001
055	0.05	0.036	<0.001
056	0.10	<0.005	<0.001
057	0.02	0.006	<0.001



Sample No.	Cu Z	Co Z	Mo Z
14 03 058	0.02	<0.005	<0.001
059	0.06	0.009	0.002
060	0.05	<0.005	<0.001
061	0.01	0.008	0.005
062	0.02	0.025	<0.001
064	0.04	0.008	<0.001
14 04 059	0.07	0.008	0.003
060	0.03	<0.005	<0.001
061	0.03	0.013	<0.001
062	0.10	0.005	<0.001
063	0.19	0.012	<0.001
065	0.16	0.005	<0.001
066	0.03	<0.005	<0.001
067	0.02	<0.005	<0.001
068	<0.01	<0.005	<0.001
069	0.05	0.007	<0.001
070	0.17	0.008	0.001
072	0.07	0.006	<0.001
073	0.02	<0.005	<0.001
073A	<0.01	<0.005	<0.001
074	0.02	<0.005	<0.001
075	<0.01	<0.005	<0.001
076	0.03	<0.005	<0.001
077	<0.01	<0.005	<0.001
078	<0.01	<0.005	<0.001
079	<0.01	<0.005	0.010
080	<0.01	<0.005	<0.001
081	<0.01	<0.005	<0.001
082	0.09	<0.005	0.001
083	<0.01	<0.005	<0.001
084	<0.01	<0.005	<0.001
085	0.01	<0.005	<0.001
086	<0.01	<0.005	<0.001
087	0.01	0.005	<0.001
088	<0.01	<0.005	<0.001
089	<0.01	<0.005	<0.001
090	<0.01	<0.009	<0.001
091	0.02	0.009	<0.001
092	0.02	0.009	<0.001
093	<0.01	0.014	<0.001
094	0.03	0.028	<0.001
095	0.01	<0.005	<0.001
096	<0.01	<0.005	<0.001
097	0.01	<0.005	<0.001
098	<0.01	<0.005	<0.001
099	<0.01	<0.005	<0.001
100	<0.01	<0.005	<0.001
101	0.02	0.025	<0.001
102	0.01	0.008	<0.001
104	0.02	<0.005	<0.001
105	0.04	<0.005	<0.001
106	<0.01	0.008	<0.001
107	<0.01	0.005	<0.001
109	<0.01	<0.005	<0.001
110	0.01	0.007	<0.001
112	0.02	<0.005	<0.001

Sample No.	Ca %	Co %	Mo %
14 04 113	0.05	0.038	<0.001
114	0.08	0.022	0.001
115	<0.01	<0.005	<0.001
116	<0.01	<0.005	<0.001
117	<0.01	<0.005	<0.001
118	<0.01	<0.005	<0.001
119	<0.01	<0.005	<0.001
120	0.04	0.008	<0.001
121	<0.01	<0.005	<0.001
123	0.03	<0.005	<0.001
124	0.10	0.014	<0.001
125	0.04	0.021	<0.001
126	0.04	0.010	<0.001
127	0.01	0.008	<0.001
128	0.06	0.015	<0.001
128A	0.03	0.032	<0.001
129	0.03	0.013	<0.001
130	0.06	0.014	<0.001
131	0.04	0.011	<0.001
132	0.07	0.008	<0.001
134	0.02	<0.005	<0.001
135	0.03	0.005	<0.001
136	0.02	<0.005	<0.001
137	0.15	0.025	<0.001
138	0.01	0.012	<0.001
139	0.10	0.017	0.001
140	0.06	0.010	0.002
141	0.01	0.011	<0.001
142	0.01	<0.005	<0.001
143	0.01	0.006	<0.001
144	0.01	0.031	<0.001
145	0.13	0.037	0.001
146	0.09	0.030	0.001
147	0.06	0.026	0.001
148	0.01	0.013	<0.001
149	0.01	0.005	0.001
150	0.07	0.011	<0.001
151	0.04	0.012	<0.001
152	0.08	0.006	<0.001
153	0.10	0.018	0.001
154	0.07	0.010	<0.001
155	0.03	0.005	0.001
156	0.08	0.014	<0.001
157	0.02	0.011	<0.001
158	0.02	0.016	0.003
159	0.02	<0.005	<0.001
160	0.01	<0.005	<0.001
161	0.01	<0.005	<0.001
162	<0.01	<0.005	<0.001
163	0.01	0.006	<0.001
164	0.01	<0.005	<0.001
165	<0.01	0.009	<0.001
166	0.01	0.010	<0.001
167	0.02	0.011	<0.001
168	<0.01	0.010	<0.001
169	<0.01	<0.005	<0.001
170	<0.01	0.005	<0.001

Sample No.	Cu %	Co %	Mo %
14 04 171	0.03	0.007	<0.001
172	<0.01	<0.005	<0.001
173	<0.01	<0.005	<0.001
174	<0.01	0.006	<0.001
175	<0.01	<0.005	<0.001
176	<0.01	<0.005	<0.001
177	0.01	0.011	<0.005
179	0.01	0.006	<0.001
180	<0.01	<0.005	<0.001
181	0.01	0.007	<0.001
182	0.04	0.010	0.001
183	0.07	<0.005	0.002
185	0.05	<0.005	<0.001
187	0.12	0.012	0.003
190	0.03	0.006	<0.001
191	0.02	0.009	<0.001
192	0.11	0.006	<0.001
193	0.16	0.95	<0.001
194	0.05	0.017	<0.001
14 05002	0.03	0.009	<0.001
014	0.06	0.012	<0.001
015A	0.07	0.018	<0.001
015B	0.07	0.019	<0.001
018	0.01	0.009	<0.001
019	0.02	<0.005	<0.001
020	<0.01	<0.005	<0.001
021	0.02	0.009	<0.001
022	0.02	0.006	<0.001
023	0.02	<0.005	0.002
024	<0.01	<0.005	<0.001
025	0.01	0.005	<0.001
026	<0.01	<0.005	<0.001
027	0.02	<0.005	<0.001
028	0.01	<0.005	<0.001
029	0.01	<0.005	<0.001
030	0.13	0.011	0.002
032	<0.01	<0.005	<0.001
033	<0.01	<0.005	<0.001
034	0.04	0.007	<0.001
035	<0.01	<0.005	<0.001
14 06 001	0.05	0.026	<0.001
002	0.14	0.020	<0.001
003	0.03	<0.005	<0.001
004	0.01	<0.005	<0.001
005	0.03	<0.005	<0.001
006	<0.01	<0.005	<0.001
007	0.01	0.005	<0.001
008	0.03	0.010	<0.001
009	0.06	0.006	<0.001
010	0.02	<0.005	<0.001
011	0.04	0.005	<0.001

See 14 06



TYN-Y-00000  
LLANRHOS  
LLANRHOUDNO  
ROSEB WALE  
TELEPHONE 0456 2222  
DAILY 09.00-17.00  
TELEX 821

ROBERTSON RESEARCH MINERAL TECHNOLOGY LIMITED

INCORPORATED IN GREAT BRITAIN

CERTIFICATE OF ANALYSIS

(comprising 2 sheets)

Certificate Number 341. Client A/S Sulfidmalin,  
Project Number VC/212. Husabybakken 34,  
Your Reference Siddevent Sole 20.7.71. Oslo 3, Norway.  
Date 9 August 1971. For the attention of Dr. J. Carson.

Project Description:

ANALYSIS OF CRUSHED ROCK SAMPLES

Please see attached sheets.

McCraw.

for and on behalf of

ROBERTSON RESEARCH MINERAL TECHNOLOGY LTD

Issued on	
Collected on	
Total Cost	£ 109.000

*R. G. A.*

R. G. A.

Head of analytical Laboratory

Sample Ref. No.	Cu Z	Co Z	Ni Z
Probi I 8/771			
1401 005 71	<0.01	<0.005	<0.001
1401 007 71	0.03	0.014	<0.001
1401 013 71	<0.01	<0.005	<0.001
1401 014 71	<del>0.03</del> 0.05	0.020	<0.001
1401 015 71A	<0.01	<0.005	<0.001
1401 015 71B	<0.01	<0.005	<0.001
1401 016 71	<0.01	<0.005	<0.001
1401 019 71	<0.01	<0.005	<0.001
1401 020 71	<0.01	<0.005	<0.001
1401 021 71	0.02	<0.005	<0.001
1401 022 71	<0.01	0.013	<0.001
1401 023 71	<0.01	<0.005	<0.001
1401 024 71	<0.01	<0.005	<0.001
1401 025 71	0.03	<0.005	<0.001
1401 026 71	<0.01	0.006	<0.001
1401 027 71	<0.01	<0.005	<0.001
1401 028 71	<0.01	<0.005	<0.001
1401 029 71	<0.01	<0.005	<0.001
1401 030 71	0.01	<0.005	<0.001
1401 031 71	<0.01	<0.005	<0.001
1401 032 71	<0.01	<0.005	<0.001
1401 033 71	<0.01	<0.005	0.001
1401 034 71	<0.01	<0.005	<0.001
1401 035 71	0.01	<0.005	<0.001
1401 036 71	<0.01	<0.005	<0.001
1401 037 71	<0.01	<0.005	<0.001
1401 038 71	<0.01	<0.005	<0.001
1401 039 71	<0.01	<0.005	<0.001
1401 040 71	<0.01	<0.005	<0.001
1401 041 71	<0.01	<0.005	<0.001
1401 042 71	<0.01	<0.005	<0.001
1401 043 71	<0.01	<0.005	<0.001
1401 044 71	<0.01	<0.005	<0.001
1402 001 71	<0.01	<0.005	0.001
1402 002 71	<0.01	<0.005	<0.001
1402 003 71	<0.01	<0.005	<0.001
1402 004 71	0.04	<0.005	<0.001
1402 005 71	0.01	0.006	<0.001
1402 006 71A	0.04	0.008	<0.001
1402 006 71B	0.10	0.028	<0.001
1402 007 71	0.05	0.020	0.002
1402 008 71	0.03	0.020	0.001
1402 009 71	0.02	0.006	<0.001
1402 010 71	0.05	0.007	<0.001
1402 011 71	0.08	0.022	<0.001
1402 012 71	0.02	0.017	<0.001
1402 013 71	0.01	0.005	<0.001
1403 001 71	<0.01	0.005	<0.001
1403 002 71	<0.01	<0.005	<0.001
1403 003 71	<0.01	<0.005	<0.001
1403 004 71	0.01	<0.005	<0.001
1403 005 71	0.01	0.006	<0.001
1403 006 71	0.01	0.008	<0.001
1403 007 71	<0.01	0.005	<0.001
1403 008 71	0.03	0.008	<0.001
1403 009 71	<0.01	0.008	<0.001
1403 010 71	0.03	0.008	<0.001
1403 011 71	<0.01	<0.005	<0.001

Sample No. & No.	Cl 2	Br 2	SO 2
1405 000 71	0.09	0.000	0.001
1405 005 71	0.32	0.000	0.001
1405 009 71	0.38	0.000	0.001
1405 006 71	0.19	0.000	0.001
1405 002 71A	0.04	0.000	0.001
1405 007 71B	0.07	0.000	0.001
1405 009 71	0.08	0.000	0.001
1405 010 71	0.10	0.000	0.001
1405 012 71	0.03	0.000	0.001
1405 013 71	<0.01	0.000	0.001
1405 014 71	<0.01	0.000	0.001
1405 015 71	0.05	0.000	0.001
1405 016 71	0.07	0.000	0.001
1405 017 71A	<0.01	0.000	0.001
1405 018 71B	0.02	0.000	0.001
1405 020 71	<0.01	0.000	0.001
1405 021 71A	<0.01	0.000	0.001
1405 021 71B	<0.01	0.000	0.001
1405 023 71	<0.01	0.000	0.001
1405 025 71	<0.01	0.000	0.001
1405 025 71	<0.01	0.000	0.001
1405 026 71	0.01	0.000	0.001
1405 027 71	<0.01	0.000	0.001
1405 028 71	<0.01	0.000	0.001
1405 029 71	0.02	0.000	0.001
1405 030 71	0.11	0.000	0.001
1405 031 71	0.04	0.000	0.001
1405 032 71	0.02	0.000	0.001
1405 033 71	0.02	0.000	0.001
1405 034 71	0.11	0.000	0.001
1405 035 71	0.04	0.000	0.001
1405 036 71	0.02	0.000	0.001
1405 037 71	0.05	0.000	0.001
1405 038 71	0.11	0.000	0.001
1405 039 71	0.12	0.000	0.001
1405 040 71	0.05	0.000	0.001
1405 051 71	<0.01	0.000	0.001
1405 052 71A	0.00	0.000	0.001
1405 052 71B	<0.01	0.000	0.001
1405 053 71	0.02	0.000	0.001
1405 054 71	<0.01	0.000	0.001
1405 055 71	<0.01	0.000	0.001
1405 056 71	0.02	0.000	0.001
1405 057 71	<0.01	0.000	0.001
1405 058 71	0.03	0.000	0.001
1405 059 71	<0.01	0.000	0.001
1405 060 71	0.01	0.000	0.001
1405 061 71	<0.01	0.000	0.001
1405 062 71	<0.01	0.000	0.001
1405 063 71	0.02	0.000	0.001
1405 064 71	0.06	0.000	0.001
1405 065 71	<0.01	0.000	0.001
1405 066 71	0.13	0.000	0.001
1405 067 71	0.01	0.000	0.001
1405 068 71	0.01	0.000	0.001
1405 069 71	0.01	0.000	0.001
1405 070 71	0.02	0.000	0.001
1405 071 71	0.02	0.000	0.001

BILAG 27.

Sammenstilling av analyser fra Robertson Research,  
Lakefield og Nikkelverket.

Prova nr.	Robertson Research						Lakefield	Nikkelverket			
	1. gang			2. gang				%Mo	%Cu	%Co	%Mo
	%Cu	%Co	%Mo	%Cu	%Co	%Mo					
02010	0,08	0,014	<0,001	0,14	0,020	<0,001	0,0001	0,038	0,007	<0,005	
01013	0,05	0,020	<0,001					0,066	0,013	<0,005	
01010							0,0004				
01014	<0,01	<0,005	<0,001				0,0001	0,014	0,001	<0,005	
01030	<0,01	<0,005	<0,001								
01029	0,01	<0,005	<0,001				0,0003				
01034	0,01	<0,005	<0,001				0,0001				
02011	0,02	0,006	<0,001					0,022	0,003	<0,005	
02010	0,08	0,014	<0,001	0,14	0,020	<0,001	0,0001	0,058	0,007	<0,005	
02009	0,06	0,022	<0,001	0,05	0,026	<0,001		0,059	0,016	<0,005	
02010	0,01	0,005	<0,001	0,01	<0,005	<0,001	0,0002	0,016	0,002	<0,005	
02001	<0,01	<0,005	<0,001	<0,01	<0,005	<0,001	0,0002	0,012	0,001	<0,005	
02002	0,01	<0,005	<0,001	0,01	0,005	<0,001		0,016	0,004	<0,005	
02003	0,04	<0,005	<0,001	0,03	0,010	<0,001	0,0001	0,14	0,007	<0,005	
02004	0,01	0,006	<0,001	0,02	<0,005	<0,001		0,034	0,002	<0,005	
02005	0,04	0,008	<0,001	0,04	0,005	<0,001	0,0003	0,034	0,003	<0,005	
03011	0,03	0,008	<0,001					0,036	0,006	<0,005	
03010	<0,01	<0,005	<0,001				0,0001	0,015	0,002	<0,005	
03012	<0,01	<0,005	<0,001	0,03	<0,005	<0,001		0,020	0,003	<0,005	
03004	<0,01	<0,005	<0,001	0,03	<0,005	<0,001	0,0002	0,010	0,001	<0,005	
03001	<0,01	<0,005	<0,001					0,089	0,001	<0,005	
03005	0,01	0,006	<0,001	0,06	0,006	<0,001		0,020	0,004	<0,005	