



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 1729	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Fotoelastiske modellforsøk, Elkem A/S - Skorovas Gruber, april 1972				
Forfatter Myrvang, Arne		Dato 21.04 1972	Bedrift ELKEM - Skorovas Gruber NTH	
Kommune Namsskogan	Fylke Nord-Trøndelag	Bergdistrikt Trondheimske	1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
Fagområde Geoteknikk	Dokument type		Forekomster Skorovas	
Råstofftype	Emneord			
Sammendrag				

BERGMEKANIKKLABORATORIET
Institutt for gruvedrift
7034 NTH - TRONDHEIM

94848
Telefon ~~30 100~~
App. ~~144~~

BERGMEKANIKKLABORATORIET
(Utfører av forskningsoppdrag innenfor gruvedrift, berg-
mekanikk, gruvemåling, gruveventilasjon osv.)

R A P P O R T

vedrørende

Fotoelastiske modellforsøk,
Elkem A/S - Skorovas Gruber,
april 1972.

Trondheim 21. april 1972.

1. GENERELT

Hensikten med disse forsøkene er å få et bedre bilde av hvordan de spenninger som er målt i Skorovas virker på gruverom.

2. MODELLEN OG FORSØKSOPPLEGGET

Som utgangspunkt for modellen har en valgt tverrsnittet ved profil 72 (bilag 1). En har antatt at dette representerer det ugunstigste tverrsnitt. Modellen er frest ut i målestokk 1:750. Utfresingen har foregått i to trinn. Først er det skraverte området i bilag 1 frest ut. Dette tilsvarer utdriving av hele pilaren unntatt de østligste deler. Deretter er modellen analysert med belastning i retninger som er vist på figuren. Spenningene er målt i de nummererte punkter, og spenningskonsentrasjonene beregnet. Spenningskonsentrasjonen er forholdet mellom tangentialspenningen i punktet og den jevnt fordelte belastning i modellplaten. Det er verdt å merke seg at denne spenningskonsentrasjonen er uavhengig av platespenningens størrelse og er også uavhengig av materialets elastiske egenskaper. For å få et mål for de virkelige spenninger in situ kan en derfor bare multiplisere spenningskonsentrasjonsfaktoren med den spenning som er målt in situ i den angjeldende retning. Totalspenningen i punktet blir summen av innflytelsen fra spenningene i de to retninger.

Etter denne analysen ble resten av tverrsnittet frest ut, tilsvarende røving av hele pilaren. Deretter ble analysen gjentatt som beskrevet ovenfor.

3. MÅLERESULTATER

Måleresultatene er vist i tabell 1. Som utgangspunkt for spenninger og retninger har en valgt verdiene på målested 5 (se rapport av 11. januar 1972). Det er antatt at $\sigma_2 = 35 \text{ kp/cm}^2$ er normalt malmens lengdeakse og faller 17° not vest.

TABELL 1. Resultater fra fotoelastiske modellforsøk.

Tilfelle 1: Profil delvis utdrevet.

Punkt	Spenn. kons.* σ_t/σ_v	Spenn. kons.** σ_t/σ_h	Tangentialspenning		
			Pga. σ_v	Pga. σ_h	Totalspenn. σ_t kp/cm ²
1	1,29	3,27	39	115	154
2	2,20	-1,07	66	-37	29
3	3,22	-1,07	97	-37	60
4	2,35	-0,79	71	-28	43
5	2,57	-0,50	77	-17	60
6	0,85	0,43	26	15	41
7	0,21	1,14	6	40	46
8	-0,79	3,27	-24	114	90
9	-0,93	1,85	-28	65	37
10	0,71	3,66	21	128	149
11	4,07	0,08	122	3	125
12	1,64	-0,93	49	-33	16
13	1,43	-0,57	43	-20	23
14	1,21	0,50	36	17	53
15	-0,57	2,57	-17	90	73

$$*\sigma_v \approx 30 \text{ kp/cm}^2 \quad **\sigma_h \approx \sigma_2 = 35 \text{ kp/cm}^2$$

Tilfelle 2: Profil helt utdrevet.

Punkt	Spenn. kons. σ_t/σ_v	Spenn. kons. σ_t/σ_h	Tangentialspenning		
			Pga. σ_v	Pga. σ_h	Totalspenn. σ_t kp/cm ²
3	0,41	-0,35	12	-12	0
4	0,64	-0,51	19	-18	1
5	0,85	-0,29	26	-10	16
6	0,45	0,51	14	18	32
7	-0,43	1,55	-13	54	41
8	-1,15	3,25	-34	114	80
9	-0,80	2,35	-24	83	59
10	1,78	2,84	54	100	154
11	4,08	-1,44	123	-50	73
12	2,16	-0,86	65	-30	35
13	1,69	-0,79	51	-28	23
14	1,46	0,36	44	13	57
15	-0,43	2,01	-13	70	57
16	-1,08	1,80	-32	63	31
17	-1,00	2,25	-30	79	49
18	3,25	4,18	98	146	244
19	3,40	-0,21	102	-7	95
20	4,06	-0,72	122	-25	97
21	2,02	-1,08	61	-38	23
22	0,62	-0,72	19	-25	-6

Spenningen som virker normalt σ_2 (i et plan normalt malmaksen) lar seg vanskelig bestemme eksakt, men en antar at en verdi på denne på ca. 30 kp/cm^2 er nær det riktige. For enkelhets skyld er de to spenninger i tabellen kalt σ_h og σ_v .

Bilag 2 og 3 viser isokromatbildene for de respektive situasjoner.

Av tabellen vil det fremgå at en i det første tilfellet totalt har trykkspenninger i alle punkter rundt tverrsnittet. Spesielt viktig er det at en i alle punkter i taket (pkt. 3 - 11) har solid trykkspenning. I punktene 12 og 13 i vestre vegg har en forholdsvis lave verdier (16 og 23 kp/cm^2). Dette har imidlertid ingen betydning for den generelle stabilitet av hengen.

I det andre tilfellet har en fått et annet bilde. I og med at en har fjernet det gjenstående materiale, har en fått partier i hengen der det enten er strekkspenning eller meget lave trykkspenninger. Dette gjelder området pkt. 21, 22, 3, 4, 5. Det er derfor meget sannsynlig at dette partiet vil bli ustabilt, hvilket resulterer i innrasing. Derfor bør den østligste delen av pilaren bli stående. (PILAR 71)

Dette gjelder strengt tatt bare for området rundt profil 72 der en på grunn av malmens form får en viss "nedbuling" av hengen. Ser en på profiler lenger nord, forsvinner denne tendens. Dette vil gi gunstigere tverrsnitt. Ser en imidlertid på tverrsnittet i profil 68, er det enda såpass "langstrakt" at en bør sette igjen den østligste delen av den tilstøtende pilar.

Når en kommer ut til profil 65 er det vanskeligere å avgjøre om en kan ta hele tverrsnittet eller ikke. Derfor er det frest ut en ny situasjon som tilsvarende tverrsnittet i profil 65 (bilag 4). Denne modellen er deretter belastet som beskrevet foran, og spenningskonsentrasjonene er målt i de punkter som er avmerket på figuren. Resultatet er vist i tabell 2. De tilsvarende isokromatbilder er vist i bilag 5.

TABELL 2. Resultatet fra fotoelastiske modellforsøk.
Profil 65.

Punkt	Spenn. kons.* σ_t/σ_v	Spenn. kons.** σ_t/σ_h	Tangentialspenning		
			Pga. σ_v	Pga. σ_h	Totalspenn. σ_t kp/cm ²
1	4,06	3,66	122	128	250
2	3,40	-0,89	102	-31	71
3	3,87	-0,85	116	-30	86
4	0,67	0,00	20	0	20
5	0,68	0,50	20	17	37
6	-0,17	0,81	- 5	28	23
7	-0,89	2,10	-27	73	46
8	-0,75	1,26	-22	44	22
9	-0,81	4,88	-24	171	147
10	0,29	0,00	9	0	9
11	4,89	0,12	146	4	142
12	3,25	-0,50	98	-17	71
13	-0,57	0,81	-17	28	11
14	-0,70	2,45	-21	86	65

$$*\sigma_v \approx 30 \text{ kp/cm}^2 \quad **\sigma_h \approx \sigma_2 = 35 \text{ kp/cm}^2$$

Av tabellen vil det fremgå at en også i dette tilfellet har trykkspenninger rundt hele tverrsnittet. Imidlertid er trykkspenningen forholdsvis lav i enkelte punkter. Spesielt viktig er dette i punktene 4, 6 og 8 i hengen. En vil derfor også her anbefale at de østligste deler av pilaren gjensettes. Anslagsvis kan en tenke seg en linje trukket mellom pkt. 5 og 14 som grense.

Når det gjelder profiler lenger nord, bør en antakelig tilstrebe en form på den ubrudte del av pilaren som antydte ovenfor.

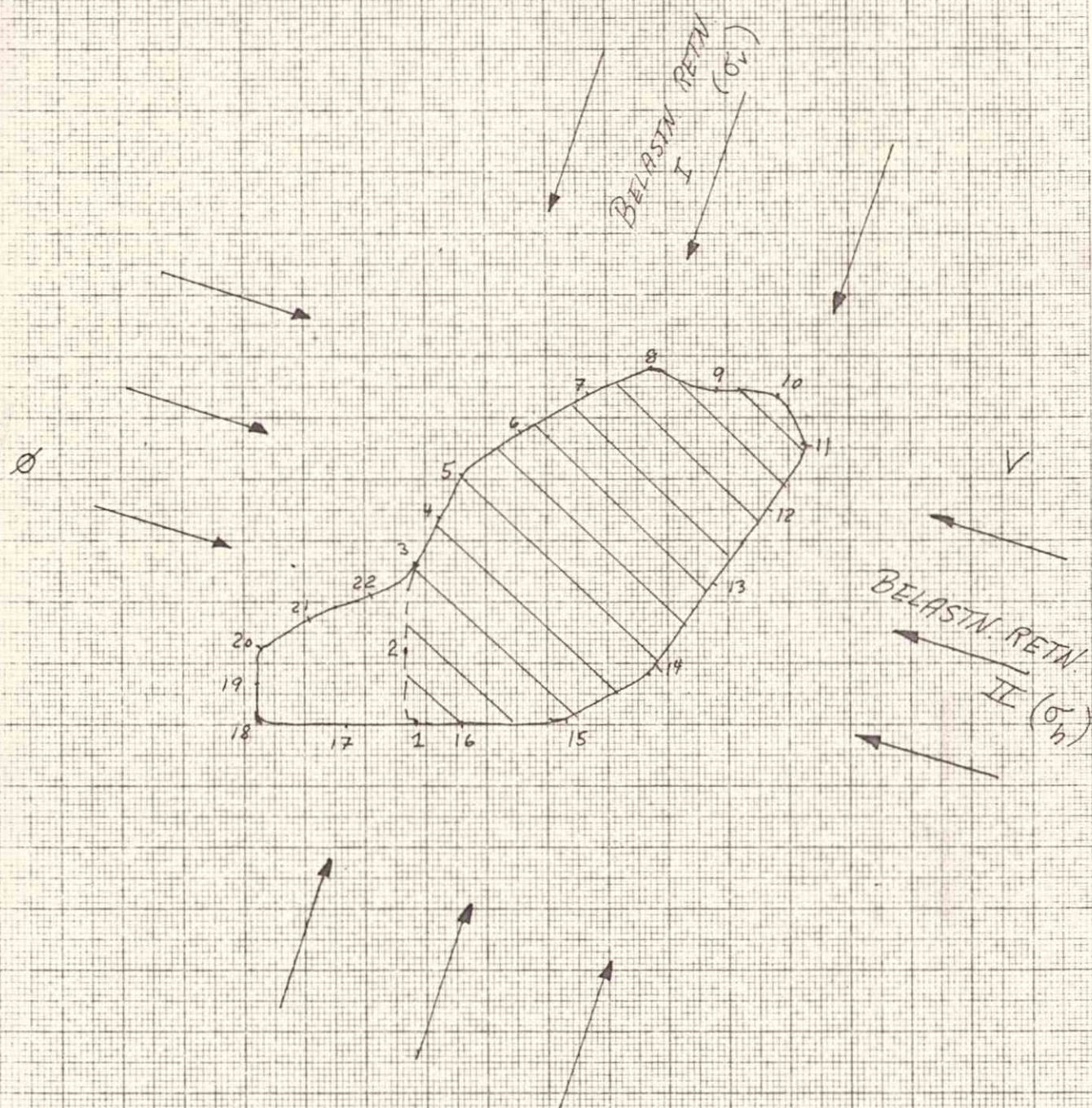
4. KONKLUSJON

Modellforsøkene viser at det kan oppstå strekkspenninger i taket dersom hele tverrsnittet fjernes. Spesielt gjelder dette de

søndre deler av malmen. Lengre nordover avtar denne tendensen, men trykkspenningene er imidlertid lave i enkelte punkter i hengen. Derfor anbefales generelt at de østligste deler av pilarerene ikke fjernes, slik at forholdet mellom bredde og høyde i de utdrevne partiene reduseres.

I. Berge
Ivar Berge
professor

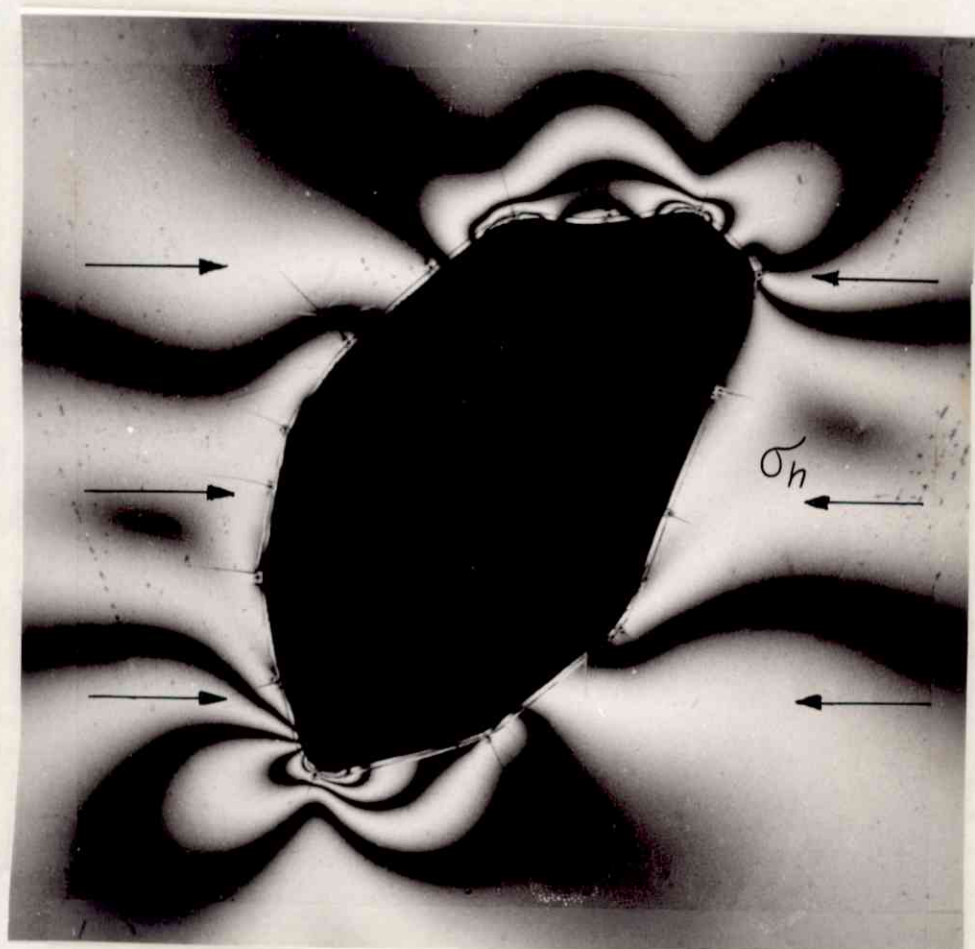
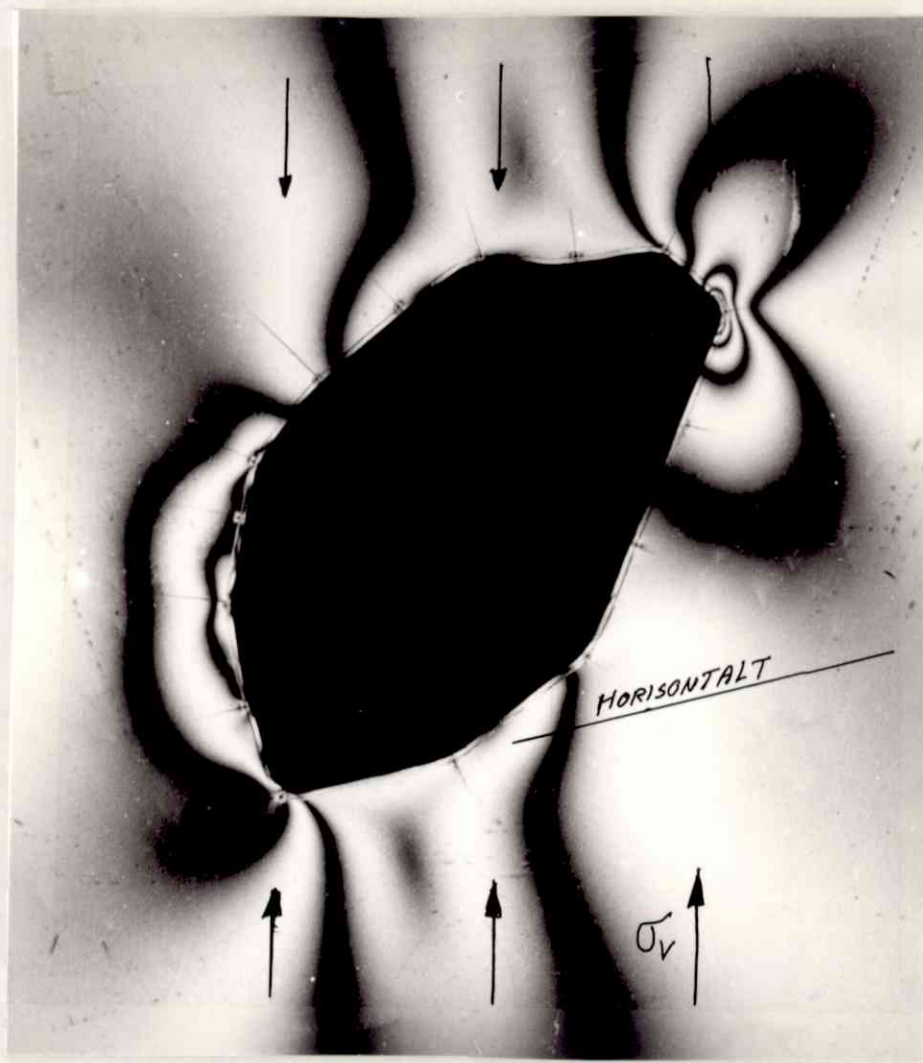
Arne Myrvang
Arne Myrvang
lab. ing.

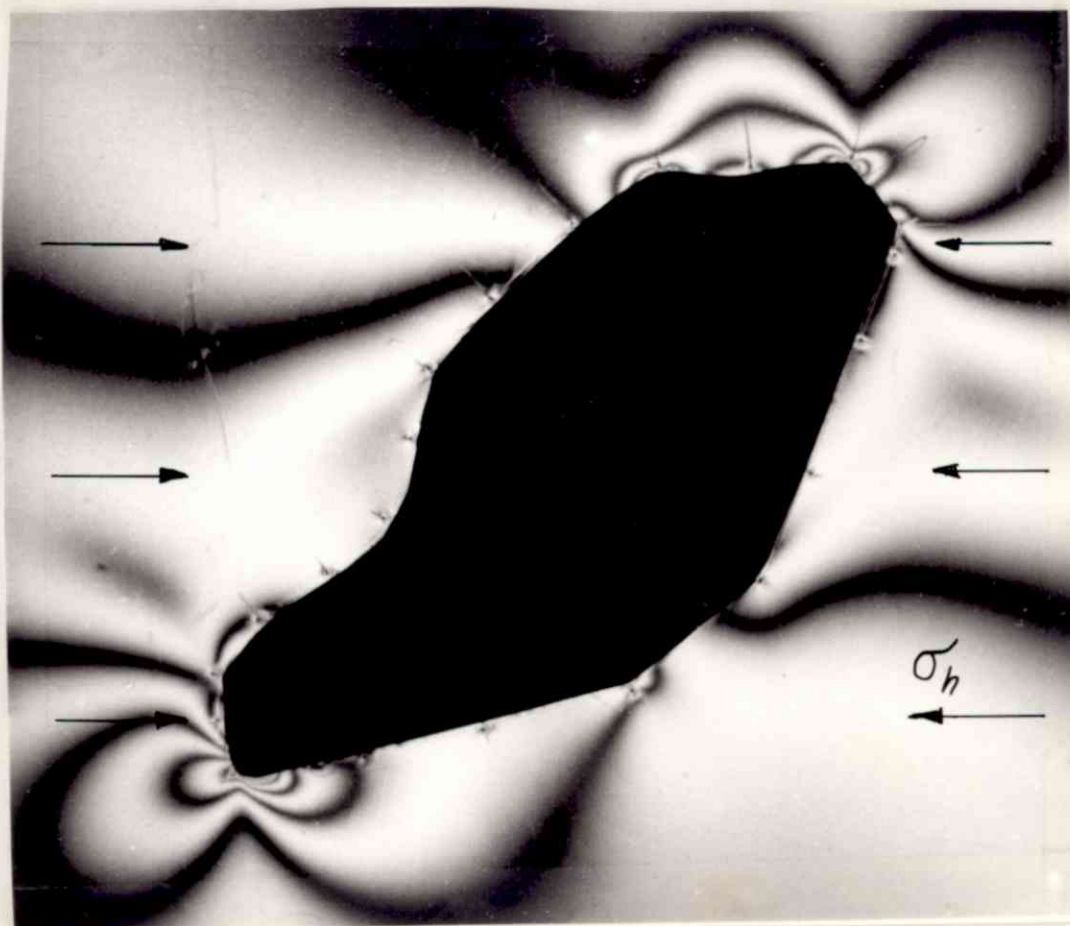


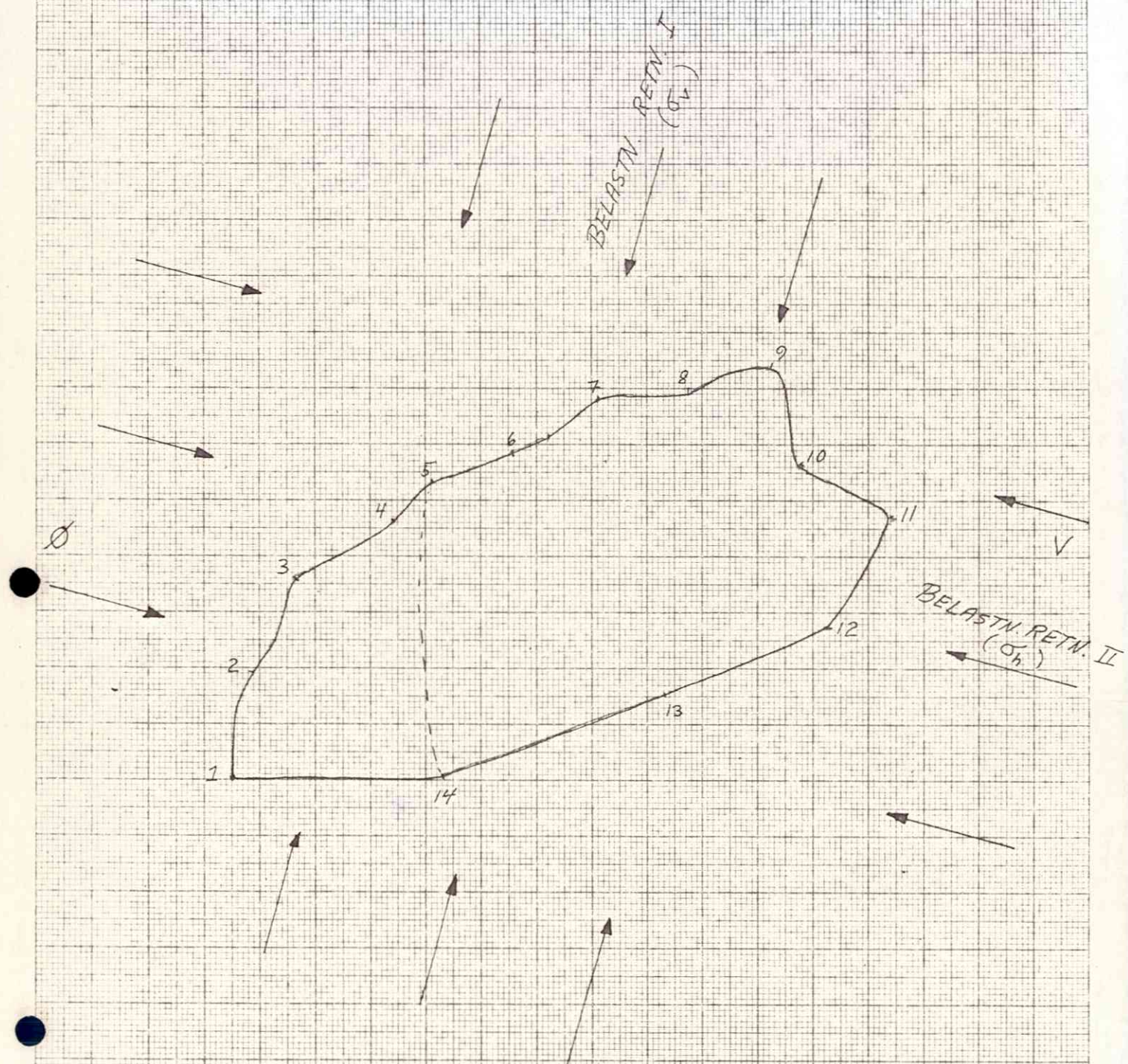
SITUASJON I: SKRAVERT OMRÅDE

SITUASJON II: HELE TVERRSNITTET

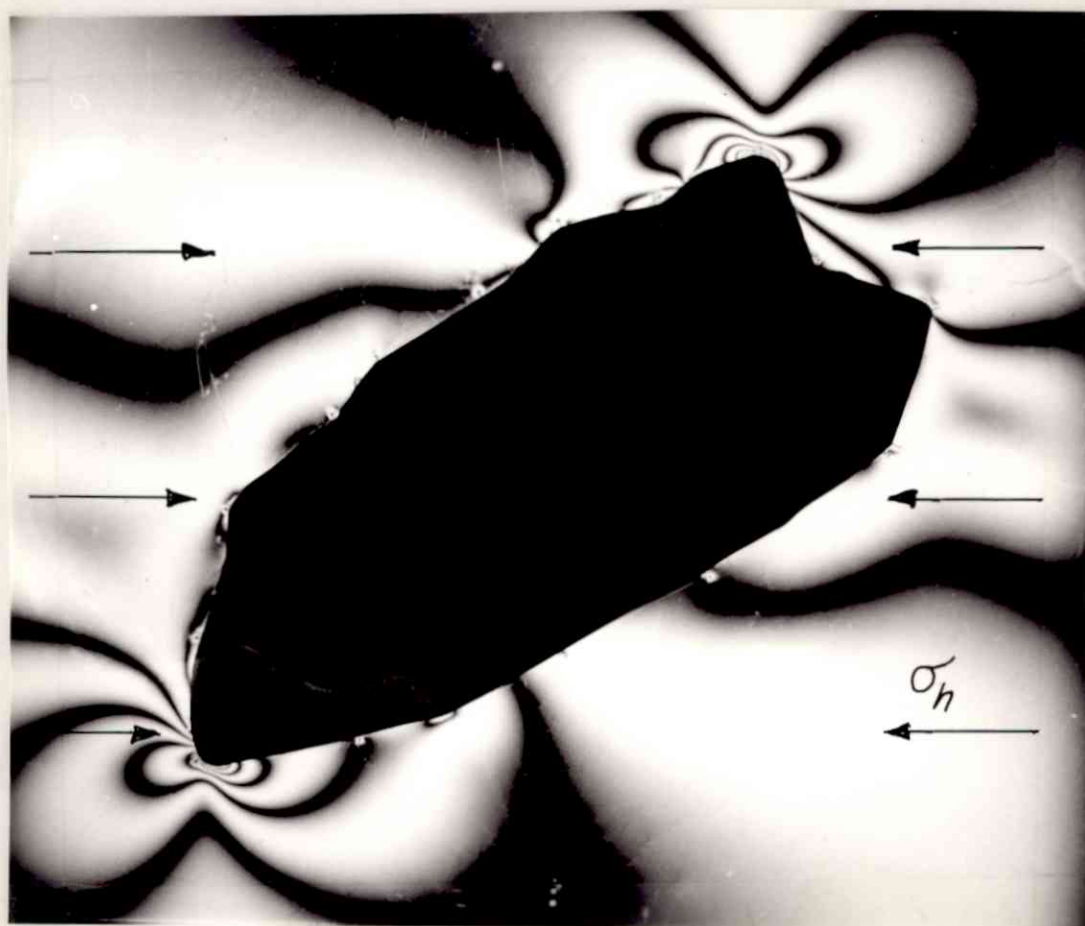
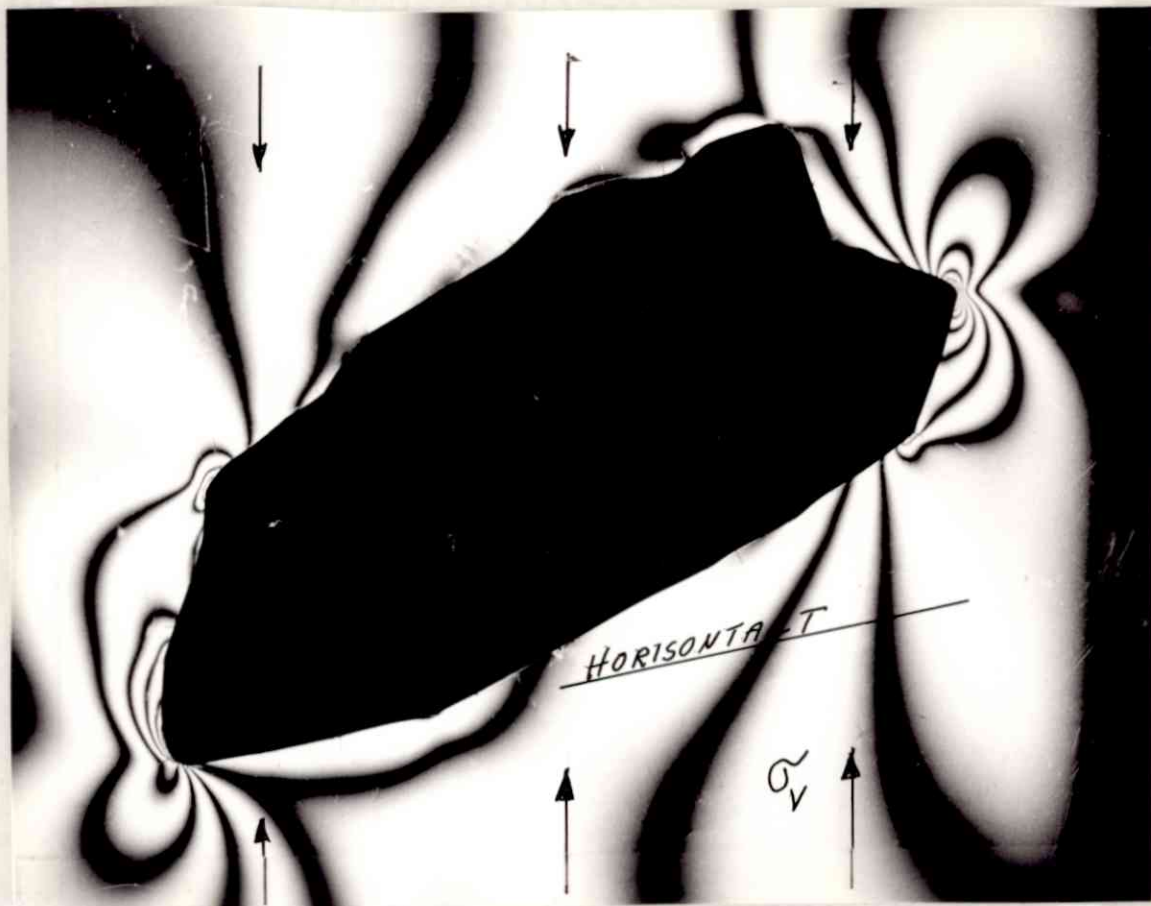
MODELL SOM REPRÆSENTERER
TVERRSNITT VED PROFIL 72







MODELL SOM REPRÆSENTERER
TVÆRSNITT VED PROFIL 65





Elkem-Spigerverket a/s Skorovas Gruber

A. S.

7893 Skorovatn
Vareadr. Lassemoen st.

Telegram: Skorovas - Namsskogan
Telex: 55 129
Telefon: Lassemoen 330

Herr Arne Myrvang,
Bergmekanikklaboratoriet,
Institutt for Gruvedrift,

7034 TRONDHEIM - NTH.

Deres ref.

Vår ref.
SS/AC

Skorovatn,
5. august 1977.

FOTOELASTISKE MODELLFORSØK PÅ PILLAR 35.

Vedlagt oversendes en skisse av pillaren i profil 35 i gruva. Ut fra økonomiske og bergmekaniske hensyn synes det skisserte røvingsopplegg mest aktuelt. Vi ønsker imidlertid å få utført fotoelastiske modellforsøk på forslaget. Det må settes store krav til sikkerhet mot innrasing i dette området.

Innrasing med eventuelt brudd til dagen vil kunne gi meget uheldige forhold for:

- videre røving av de nærliggende pillarer
- vannlensing og forurensing
- ventilasjon.

Vedrørende modellforsøket vil vi presisere at Del I og Del II er de beste partiene i pillaren, og de skulle gjerne vært tatt uten pillar mellom uten å øke romhøyden. Dette synes imidlertid ikke forsvarlig. Del 160/35 og Del III er av betydelig dårligere kvalitet, og kan forandres på med hensyn til romvidde og form om nødvendig. Det er også ønskelig med en vurdering av pillarenes dimensjoner, selv om belastningsforholdene ikke direkte er dimensjonsbestemmende for disse (se bilag).

Vedlagt oversendes vertikalsnitt (ø-v) av pillar 35, et horisontalsnitt gjennom gruva etter at pillarrøvingen er gjennomført og vår vurdering av krav til bergfester i det nordlige partiet av gruva.

Ribbepillarenes tykkelse er 10 m og avstanden mellom ribbepillarene er 20 m.

Spenningsforholdene i området vil gå fram av Deres "Rapport vedrørende bergtrykkmålinger ved Elkem A/S, Skorovas Gruber 24.11.-09.12. 1970", datert 17/2 - 1971.

for Elkem-Spigerverket a/s
Skorovas Gruber

Øivind Johansen
Øivind Johansen

Sigmund Svarstad
Sigmund Svarstad

BILAG.

23.07.79 / 14.08.79.

RAPPORT VEDRØRENDE BEFARING VED SKOROVAS GRUBER DEN 17. JULI 1979.

I - GENERELT.

Bergmekanikklaboratoriet, NTH, gjennomførte i årene 1970 - 1973 en større bergmekanisk undersøkelse ved Skorovas Gruber. Hovedformålet var å undersøke mulighetene for og følgene av pilarrøving i gruva. Undersøkelsen konkluderte med at store deler av pilarene innenfor ca profil 55 kunne røves, idet det viste seg at disse pilarene kunne antas å være uten belastning. For å føre en viss kontroll med hengen, ble det høsten 1973 installert et borhullsektensometer i et vertikalt borhull boret fra dagen ned til hengen over profil 61. Dette er i de senere år blitt avlest en til to ganger årlig, men bare ubetydelige endringer er registrert.

II - BEFARINGEN.

Undertegnede er blitt bedt om å foreta en befaring i Skorovas etter at det meste av pilarene innenfor profil 58 er røvet. Siden undersøkelsene 1970 - 1973 er det også åpnet betydelige rom vest for hovedmalmens sydligste del.

Befaringen ble foretatt sammen med A. Grøttum og S. Godejord. På grunn av værforholdene var det i det meste av gruva tilløp til tåkedannelse. Den gjorde at en ikke fikk så godt overblikk over rommene som en kunne ønske. Følgende rute ble fulgt:

HOVEDMALMEN:

50/67 hvor det er mulig å se inn i strossen. Sikten var imidlertid for dårlig til at hengen kunne observeres. Derfra opp på "loftet" til 70/67, hvor noe av hengen kunne ses. Det som var synlig, hadde tilsynelatende god stabilitet. Derfra til 20/77, hvor en ved god sikt kan se i hele lengderetningen av strossen, dvs. 180 - 190 m. Dette var ikke mulig på grunn av tåkedannelsen. En kunne imidlertid se en betydelig del av hengen, og denne var også her tilsynelatende meget stabil. Ifølge utsagn fra bedriftsledelsen har en ikke hatt utfall av betydning fra hengen i de årene pilarrøvingen har pågått, og dette bekrefter de visuelle inntrykket.

SIDESTROSSE:

Fra 20/77 gikk man over til 15v/80, som er et sidestrosseområde. Også her viste hengen en meget god stabilitet, og de gjensatte pilarene viste ingen tegn til overbelastning.

LANGHULLSSTROSSER VEST FOR HOVEDMALMEN:

Ved 150/72 og 210/61 kunne noe av hengen observeres, og en fikk det samme inntrykk av forholdene her som i hovedmalmen, dvs. hengen er tilsynelatende meget stabil.

Til slutt ble 120/46 besøkt, men sikten her var for dårlig til at en kunne få noe inntrykk av hengforholdene.

III - DISKUSJON.

Under diskusjonen ble det lagt fram to brytningsplaner:

1. Brytning fram til 01.05.80 som er det foreslåtte tidspunkt for driftsstans.
2. Brytning fram til 01.05.82 som er et forslag til drift i ytterligere to år.

Begge planer forutsetter at det meste av pilarene mellom profil 58 og 77 i hovedmalmen røves. I gavnet er dette allerede gjort, og en har i dag et åpent rom som er 180-190 m langt, opptil 50-60 m bredt og opptil 40-50 m høyt. De partier av hengen som var synlig under befaringen, viste tilsynelatende god stabilitet. Dette er forøvrig i overensstemmelse med de hypoteser som ble satt fram i forbindelse med de bergmekaniske undersøkelsene. Ekstensometeravlesningene støtter også opp under dette. Det nederste ankeret er plassert bare 2 m over hengen (det finnes 6 anker i avstand ca 2 m til ca 29 m oppover fra hengen). Det er imidlertid registrert ubetydlige endringer så langt.

Som nevnt var det overveiende dårlig sikt under befaringen. Det er derfor ønskelig med en ny befaring senere når siktforholdene er bedre. Samtidig må det plasseres sterke halogenlyskastere i de forskjellige tilgjengelige åpningene ut mot strossen. Derved skulle en få et temmelig godt visuelt inntrykk at hengestabiliteten. Et passende tidspunkt for dette vil være i månedsskiftet september/oktober.

En rasutvikling vil sikkert gi hørbare lyder i lang tid før et hovedras kommer. Ifølge bedriftsledelsen har en ikke hørt lyder som kan tyde på rasutvikling. Det vil imidlertid være på sin plass å foreta en befaring når det ikke er drift i gang og når ventilasjonen er stoppet. Eventuelle lyder lar seg da mye lettere registrere. Dette kan kombineres med den omtalte befaring i september/oktober 1979.

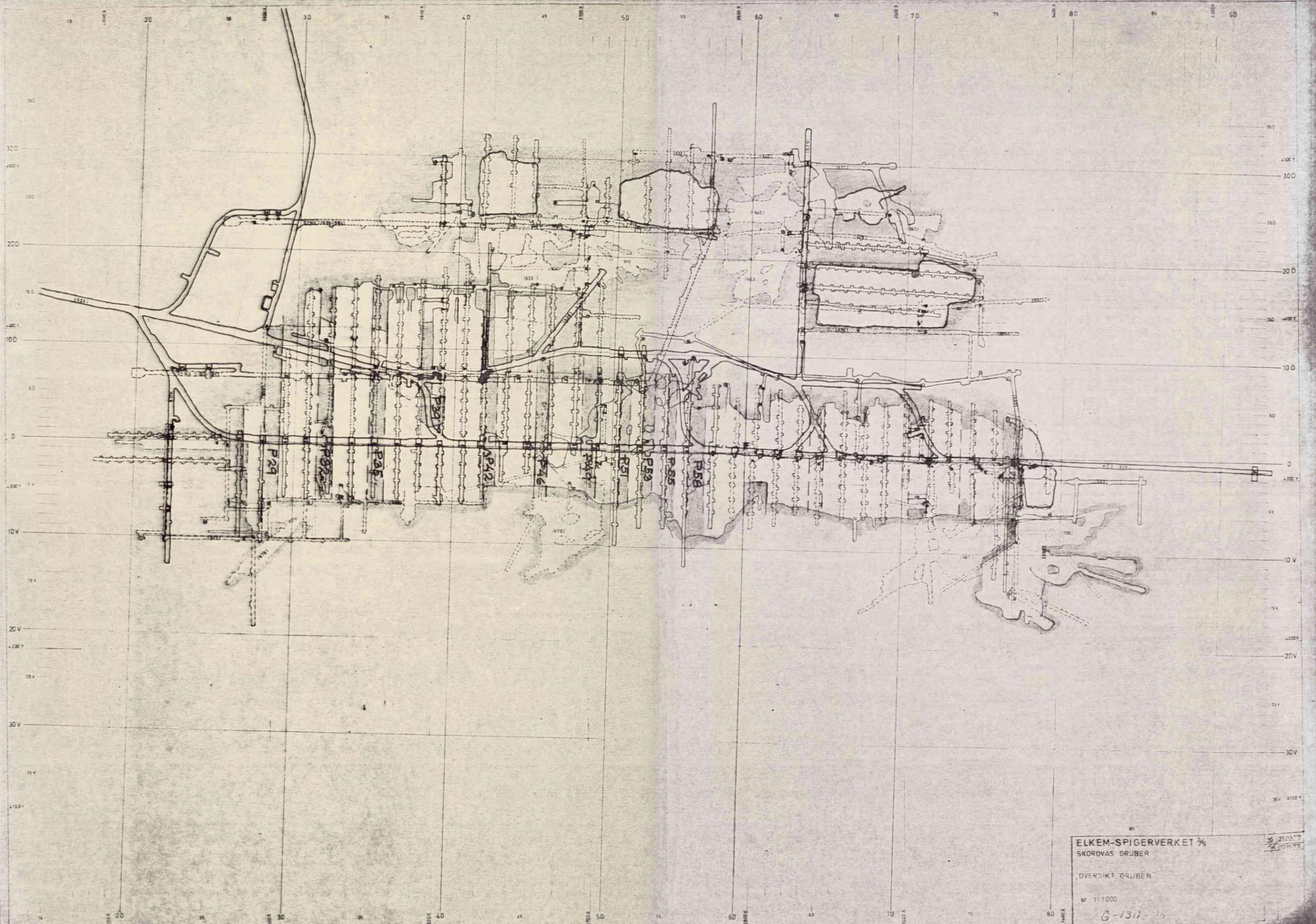
Generelt synes det som at den planlagte brytning fram til 01.05.80 ikke vil medføre noen vesentlige endringer i stabilitetsforholdene. Når det gjelder langtidsstabiliteten av de store rommene, kan en ikke se noen fare for et storras ut fra de målinger og vurderinger som foreligger. Her må en imidlertid ta et forbehold til en får en skikkelig visuell oversikt under gode lys- og siktforhold.

Brytningsplanen fram til 01.05.82 vil ikke medføre noen vesentlige endringer når det gjelder den store strossen. En vil imidlertid få større endringer lenger sør og vest i gruva, bl.a. på grunn av ytterligere pilar-røving. Dette ligger antakelig utenfor det område hvor en kan regne med at hengen er selvbærende på grunn av horisontalspenninger. Det må derfor foretas kontrollmålinger av pilarbelastning og eventuelt også av spenningene i hengen før en kan gi en noenlunde sikker vurdering av dette.

Det kan også komme på tale å montere et borhullsekstensometer ett eller annet sted i området profil 40-50 / 0-20 Ø for å kontrollere setninger i hengen. Disse undersøkelsene må gjøres så snart det eventuelt er tatt bestemmelse om ytterligere drift.

TRONDHEIM, 23.07.1979.

Arne Myrvang



ELKEM-SPIGERVERKET 5/6
SKOROVAS GRUBER

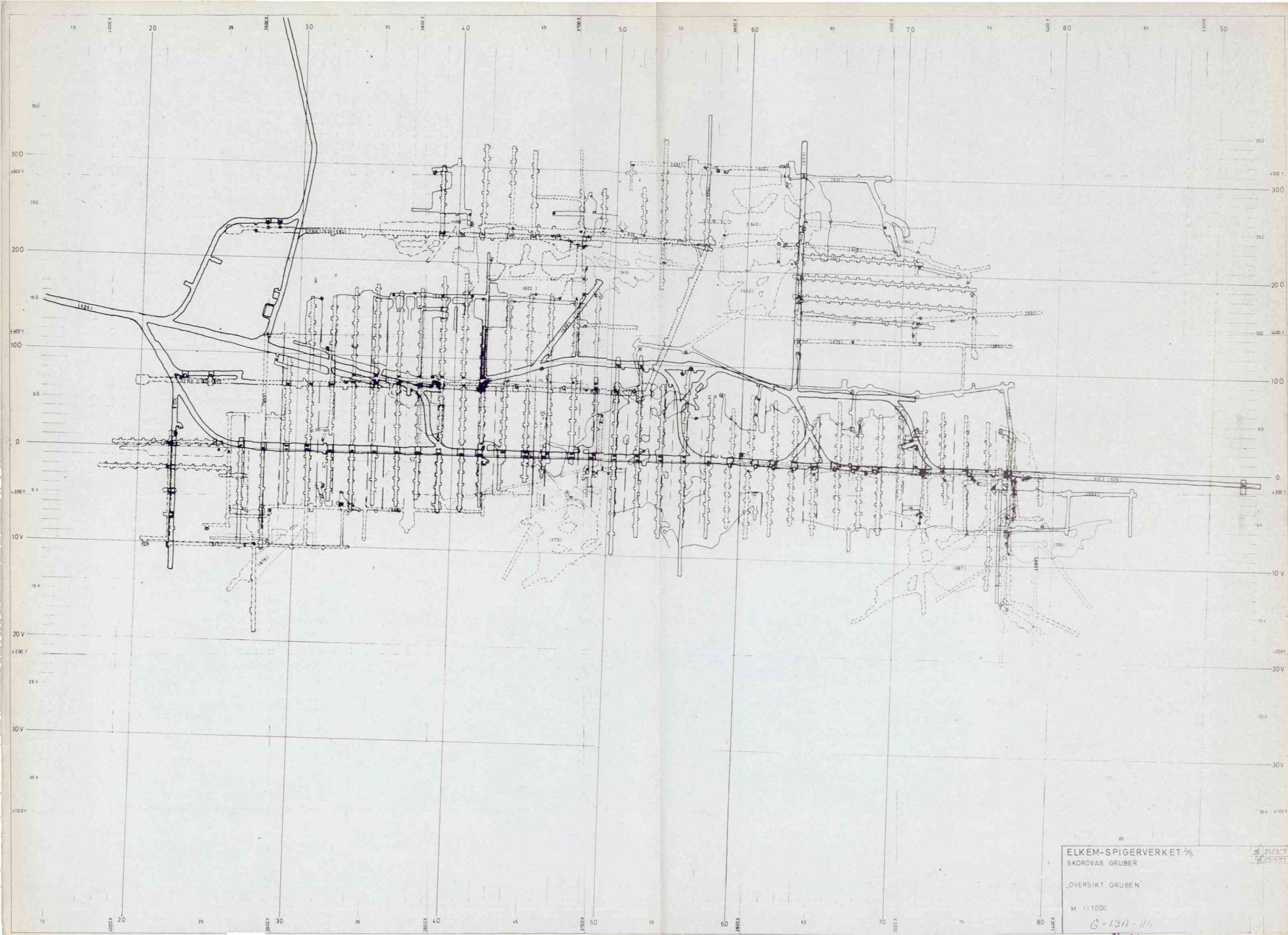
OVERSIKT GRUBEN

M 1:1000

G-1311-24

16-18

21.03.77
18.07.77



ELKEM-SPIGERVERKET 3/6
SKOROVAS GRUBEN

OVERSIKT GRUBEN

M 1:1000

G-1311-24

M-1A

21.03.77
07.11.77