



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 1443	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering Fortrolig
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr STF 36 F85095	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Bergmekaniske undersøkelser i Astrup-området				
Forfatter Arne Myrvang		Dato 12.12 1985	Bedrift Løkken Gruber A/S	
Kommune Meldal	Fylke Sør-Trøndelag	Bergdistrikt Trondheimske	1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
Fagområde Geoteknikk	Dokument type		Forekomster Løkken	
Råstofftype	Emneord			
Sammendrag				

Artt. 3V 1443
O.m. STF36 F85095

BERMEKANISKE UNDERSØKELSER I

ASTRUP-OMRÅDET

1985-12-12

AVD. FOR BERGTEKNIKK

SINTEF

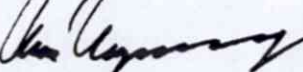


RAPPORT
RAPPORT
RAPPORT

7034 TRONDHEIM — NTH

TLF.: (07) 59 30 00

TELEX: 55620 SINTF N

RAPPORTENS TITTEL	DATO
Bergmekaniske undersøkelser i Astrup-området	1985-12-12
SAKSBEARBEIDER/FORF.	ANTALL SIDER OG BILAG
Arne Myrvang	7 sider, 5 bilag
AVDELING	ANSV. SIGN.
36 Bergteknikk	
	PROSJEKTNUMMER 365011

OPPDRAAGSGIVER	OPPD. GIVERS REF.
Løkken Gruber A/S & Co	Slørdal

EKSTRAKT

Spenningsmålinger i pilar H9/H10 viser vertikale spenninger opp til 138 MPa, og horisontal innspenning opptil 50 MPa. En kutting av pilaren frarådes, da dette kan gi total kollaps. Målinger i den delvis ut-raste pilar H8/H9 og i pilar H6/H7 viser mye lavere spenninger enn i H9/H10. En eventuell røving av disse vil derfor sannsynligvis ikke gi spenningsøkning av betydning i H9/H10.

3 STIKKORD PÅ NORSK

KEYWORDS IN ENGLISH

Bergspenning	Rock stress
Pilarer	Pillars
Pilarrøving	Pillar robbing



Avdeling for bergteknikk

Division of Rock and Mineral Engineering

MOTTATT: 19. DES 1985	
OMTALT: <i>As</i>	
S. 111	
KONT. NR.	

Løkken Gruber A/S & Co.

7332 LØKKEN VERK

Deras ref.
Your ref.:

A. Slørdahl

Vår ref.

Our ref.:

AM/bc

Direkte innvalg
Direct line:

Trondheim

1985-12-18

VEDR. BERGMEKANISKE UNDERSØKELSER

Vedlagt følger rapport vedrørende de bergmekaniske undersøkelserne i oktober-november. Vedlagt følger også vår faktura. I beløpet inngår også arbeide utført i januar-mars 1985 i forbindelse med Kristensens og Kildemos prosjektoppgave i Astrup. Dette ble ca. kr. 40.000.-.

Jeg har fått forståelsen av at pilarrøving evt. "pilartrimming" er et viktig felt for bedriften i planleggingssammenheng. I den forbindelse kan nevnes at vi i vårsemestret 1986 har to studenter i 4. årskurs som skal ha en tilsvarende prosjektoppgave som Kildemo og Kristensen hadde i år. En mulig oppgave er kanskje et eller annet knyttet til pilarrøving og de bergmekaniske konsekvenser i forbindelse med dette. Hvis det er interesse for et eller annet opplegg hos dere, hører vi gjerne fra dere.

Med hilsen

Arne Myrvang
Arne Myrvang
dr.ing.

Vedlegg

RAPPORT VEDRØRENDE BERGMEKANISKE UNDERSØKELSER I ASTRUP-OMRÅDET,
OKTOBER - NOVEMBER 1985

1. GENERELT

De undersøkelser som er foretatt er en oppfølging av de undersøkelser som er gjort over en årrekke i området. Forrige undersøkelse var i januar 1983. Siden den gang er pilaren mellom H7 og H8 røvet og nesten halvparten av pilaren mellom H8 og H9 er rast ut. Dessuten er store deler av strosse H9 drevet ut, og borskivene i H10 er ferdige, og strosse H10 var klar for åpning da undersøkelsene startet. Pilar H9/H10 viste da klare tegn på høy belastning, bl.a. i form av kraftige bergslag i veggene i borskivene (særlig nederste borskive) og problemer i forbindelse med et tverrslag gjennom pilaren. Planen var å bruke dette tverrslaget som utgangspunkt for skyting av åpningssliss i H10, slik at hele pilaren her ble avskåret. Dette ble ansett betenkelig på grunn av det høye spenningsnivået, og måleprogrammet har hatt som formål å klarlegge dette, samt å kartlegge spenningsnivået i pilarene H8/H9 og H6/H7 med henblikk på en mulig røving. Måleprogrammet ble fastlagt i samråd med gruveledelsen ved undertegnedes besøk den 3. oktober og 7. oktober. Det alt vesentlige av resultatene ble presentert ved besøk den 21. oktober. Videre er området igjen befart ved besøk den 5. desember (etter åpning av strosse H10 og sprengning av tverrslag i pilar H8/H9).

2. MÅLESTEDER

Det er foretatt spenningsmålinger på 4 steder. På alle plasser er det brukt todimensjonale måleceller (doorstoppers).

Målested 1 (bilag 1):

Dette ligger innerst i H10 i pilar H9/H10. Målehullet er boret tilnærmet horisontalt fra H10. Bergarten er massiv kis, og måleforholdene var gode.

Målested 2 (bilag 1):

Dette ligger også i pilar H9/H10. Målehulet er boret tilnærmet horisontalt fra H10 og ligger ca. 1 m fra målehull boret i januar 1983. Bergarten er også her massiv kis, og måleforholdene var gode.

Målested 3 (bilag 1):

Dette ligger i pilar H8/H9, og målehullet er boret tilnærmet horisontalt fra H9. Den første meteren er massiv kis, deretter følger noe jaspis som går over i grønnstein (ligg). Måleforholdene var gode.

Målested 4 (bilag 1):

Dette ligger i pilar H6/H7. Målehullet er boret ca. 20° på skrå oppover i pilarens lengderetning. Bergarten er først oppsprukket grønnstein ca. 2,5 m (ligg) for deretter å gå over i massiv kis. Måleforholdene var noe vanskelige i grønnstein, og gode i kis.

3. MÅLERESULTATER OG VURDERING AV DISSE

Målested 1 og 2: Måleresultatene er satt opp i tabellene 1 og 2, sammen med bergartens mekaniske egenskaper. Spenningene er beregnet på grunnlag av de elastiske konstanter, og resultatene av spenningsberegningene er også satt opp i tabellene 1 og 2. Spenningsverdiene er også plottet i diagram, bilag 2 og 3. Det vil fremgå at det på begge plasser er tildels meget høye vertikale spenninger med maksimalverdi 138 MPa. Karakteristisk er at en på begge plasser har meget betydelige spenninger horisontalt langs pilaren. Sammenlignes målingene denne gang med målingene i 1983 har en fått en spenningsøkning vertikalt på ca. 30%, mens spenningene langs pilaren er tredobblt, dvs. en vesentlig økning i "innspenningen".

Spenningsøkningene har dels årsak i at skiven H10 er strosset ut i full bredde og dels at pilaren har overtatt spenning fra pilar H8/H9 etter at denne raste inn.

Sprengning av en sliss gjennom pilar H9/H10 vil helt eller delvis utløse de langsgående spenningene i pilaren. Dette vil totalt gi lavere styrke av pilaren på grunn av mindre innspenning. En kan da risikere total kollaps av pilaren. En slik sprengning kan derfor ikke anbefales, idet det kan antas at pilar H9/H10 for tiden er en "nøkkelpilar" i denne delen av gruva.

Etter måletidspunktet er åpningssliss skutt i H10 nord for tverrslaget i pilaren. Ved befaring den 5. desember kunne en konstatere at pilaren tilsynelatende ser fin ut uten tegn til begynnende kollaps. Ved en tillempning av forsiktig sprengning mot pilareggene i den etterfølgende brytningen, bør pilaren kunne beholde sin bæreevne.

Målested 3: Måleresultatene er satt opp i tabell 3, sammen med bergartenes mekaniske egenskaper. Spenningene er beregnet på grunnlag av de målte tøyninger og elastiske konstanter for kis, jaspis og grønnstein. Resultatene av spenningsberegningene er også satt opp i tabell 3. Spenningsverdiene er videre plottet i diagram, bilag 4. Det vil fremgå at spenningsnivået er langt lavere enn i pilar H9/H10, med middelverdier for vertikalspenningene på henholdsvis 14,6 MPa og 67,9 MPa. Det ser derfor ut til at store deler av pilarspenningen er utløst i forbindelse med raset. Pilaren er forøvrig gjennomslått av sprekker, noe som ytterligere kan ha redusert deres bæreevne.

Etter måletidspunktet er det skutt et gjennomslag gjennom pilaren like syd for målestedet. Ved befaring den 5. desember kunne en ikke se noen bergtrykksytringer i tverrslaget. Dette bekrefter måleresultatene. En eventuell røving av pilaren vil derfor sannsynligvis ikke føre til større belastningsøkninger i pilar H9/H10.

Målested 4: Måleresultatene er satt opp i tabell 4 sammen med bergartenes mekaniske egenskaper. Spenningene er beregnet på

grunnlag av de målte tøyninger og midlere elastiske konstanter for grønnstein og kis. Resultatene av spenningsberegningene er også satt opp i tabell 4. Spenningsverdiene er videre plottet i diagram, bilag 5.

Middelverdien av største spenning er her 12,3 MPa, dvs. enda lavere enn i pilar H8/H9, til tross for at hele pilar H7/H8 er røvet.

Dette kan gi visse indikasjoner på at belastningsoverføringene forplanter seg nedover langs fallet og eventuelt ut til sidene, slik at de utdrevne rommene kan sammenlignes med en "ort" eller "synk" med meget stort tverrsnitt. Her vil området ved H9/H10-pilaren representere "stuffen". Hvis dette er tilfelle kan det bety at pilarer lenger opp i feltet som tidligere var høyt belastet, i dag kan være mer eller mindre avlastet og kan muligens røves.

Men ellers er det også klart at både horisontal og vertikal geometri forøvrig vil ha betydning for lastoverføringene.

Ut fra måleresultatene og de etterfølgende observasjoner er det sannsynlig at pilarene H6/H7 og H8/H9 kan røves uten at dette medfører store belastningsøkninger i H9/H10-området. En kan imidlertid ikke utelukke utfall av gråberg fra hengen, selv om en total kollaps anses for å være mindre sannsynlig. En vil likevel tilrå at mest mulig av H10-strossa brytes før en eventuell røving av pilar H8/H9 foretas. Resultatene fra denne røvingen vil være avgjørende for en eventuell etterfølgende røving av H6/H7. Rent bergmekanisk vil en røving av pilar H6/H7 før pilar H8/H9 være å foretrekke, men hvis driftsmessige/gehaltsmessige hensyn tilsier omvendt rekkefølge vil dette antakelig ikke ha store spenningsmessige konsekvenser.

4. KONKLUSJON

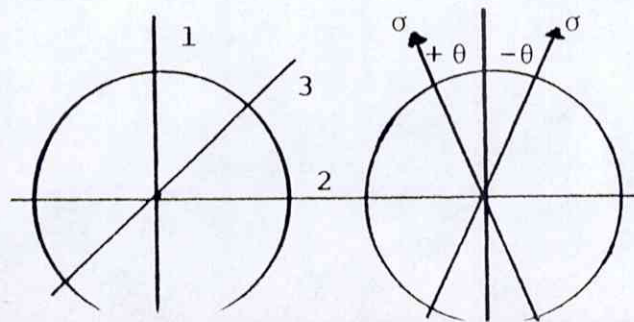
De bergmekaniske undersøkelser som er gjennomført i Astrupområdet i oktober-november 1985 viser følgende:

- a) Pilar H9/H10 er meget høyt belastet vertikalt og horisontalt. Fra januar 1983 er vertikalbelastningen økt ca. 30% og horisontalbelastningen (langs pilarens lengderetning) er tredoblet.
- b) En vertikal kutting av pilaren ved skyting av åpningssliss i strosse H10 vil kunne redusere pilarens bæreevne drastisk med tilhørende risiko for total kollaps. En slik fremgangsmåte kan derfor ikke anbefales.
- c) Pilaren H6/H7 og H8/H9 (delvis innrast) viser langt lavere spenninger enn pilar H9/H10. Det er derfor sannsynlig at disse pilarene kan røves uten store spenningsmessige endringer i H9/H10. Imidlertid kan nedfall av hengberg ikke utelukkes selv om en total kollaps av hengen anses mindre sannsynlig.
- d) Måleresultatene kan indikere en overføring av belastning nedover i feltet langs fallet og til sidene når pilarer røves/raser inn/knuses. De utdrevne rom kan da sammenlignes med en ort eller synk med meget stort tverrsnitt og hvor H9/H10-området i dag er "stuffen". Hvis dette er riktig kan pilarer lenger opp i feltet som tidligere var høyt belastet, i dag være mer eller mindre avlastet.

Tabell 1 . Målte tøyninger og beregnede hovedspenninger samt bergartens mekaniske egenskaper.

MH 1 PILAR H9/H10 SYD

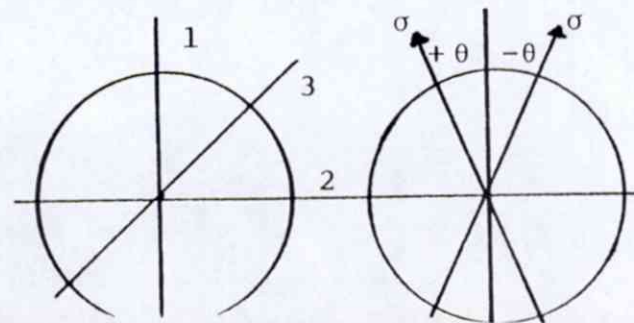
Hull- dyp m	Målte tøyninger microstrain			Hovedtøyn. microstrain		Hovedspenn. MPa		Vinkel θ °	E-modul 10^6 MPa	Poissons forhold	Trykkfasth. MPa
	1	2	3	ϵ_1	ϵ_2	σ_1	σ_2				
1,0	450	60	170			64,2	20,1	12,0	0,144	0,23	
2,0	120	30	70			17,1	7,7	3,0	0,147	0,26	
3,0	240	100	340			47,1	9,1	-34,0			
4,0	450	130	240			65,3	30,6	9,0	0,155	0,17	
5,0	200	170	190			32,2	28,9	- 9,0	-	-	
6,5	250	-40	170			33,8	0,9	-12,0	0,191	0,29	
M						43,3	16,2	- 5,2	0,161	0,22	



Tabell 2 . Målte tøyninger og beregnede hovedspenninger samt bergartens mekaniske egenskaper.

MH2 PILAR H9/H10 V/MÅLESTED 1983

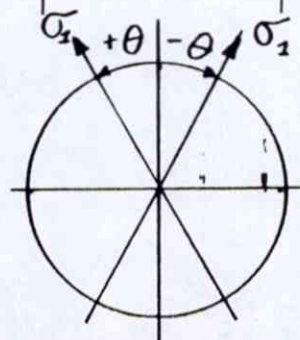
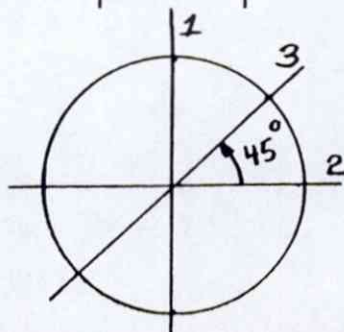
Full- typp m	Målte tøyninger microstrain			Hovedtøyn. microstrain		Hovedspenn. MPa		Vinkel θ °	E-modul 10^6 MPa	Poissons forhold	Trykkfasth. MPa
	1	2	3	ϵ_1	ϵ_2	σ_1	σ_2				
0,20	420	-80	10			58,8	-2,6	16,0	0,135	0,21	
1,25	990	160	520			138,4	51,7	4,0	0,167	0,13	
2,25	330	220	130			61,5	29,5	35,0	0,124	0,18	
3,25	220	160	130			38,3	24,5	32,0	0,197	0,17	
4,25	270	300	60			70,4	23,8	-43,0	0,159	0,27	
5,75	170	90	50			40,0	24,3	10,0	0,157	0,23	
M						67,9	25,2	9,0	0,158	0,20	



Tabell 3 . Målte tøyninger og beregnede hovedspenninger.

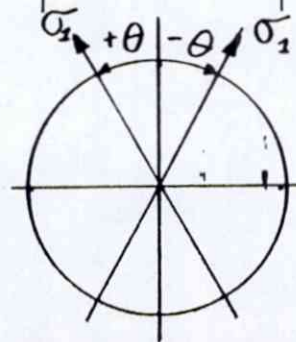
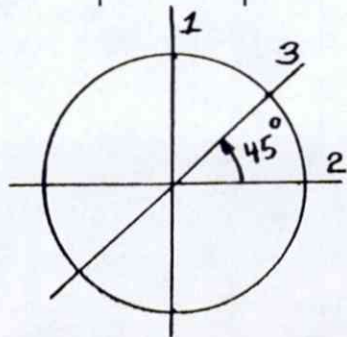
MH3 PILAR H8/H9

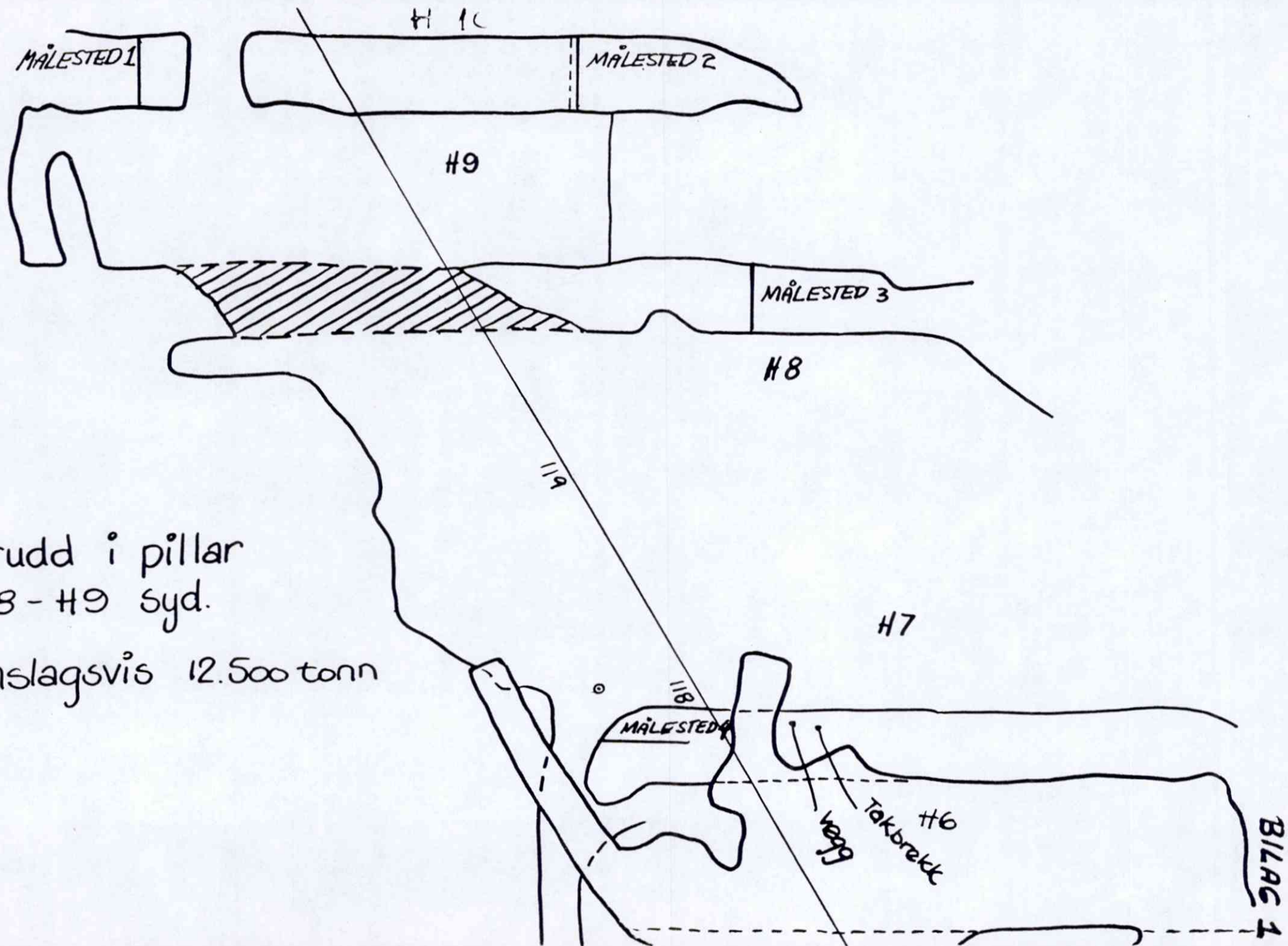
Hulldyp m	Målte tøyninger microstrain			Hovedspenninger MPa		Vinkel θ o	E-modul 10^6 MPa	Poissons forhold ν	Trykkfasthet MPa
	1	2	3	σ_1	σ_2				
0,50	130	120	-150	30,8	-5,5	44	0,100	0,23	Kis
1,50	490	260	250	29,4	14,7	24	0,062	0,11	Jaspis
2,25	180	70	50	8,9	3,5	27	0,042	0,20	Grønnstein
3,25	190	50	40	9,1	2,8	24	0,058	0,18	
4,25	380	200	240	17,5	11,4	15	0,040	0,19	
5,00	100	50	90	4,8	2,7	-23			
6,20	50	0	30	1,9	0,5	- 6			
M				14,6	4,3	15	0,047	0,19	



Tabell 4 . Målte tøyninger og beregnede hovedspenninger.
MH4 PILAR H6/H7

Djldyp m	Målte tøyninger microstrain			Hovedspenninger MPa		Vinkel θ °	E-modul 10^6 MPa	Poissons forhold ν	Trykkfasthet MPa
	1	2	3	σ_1	σ_2				
0,75	930	-150	300	53,3	5,1	5)	0,058		Gr.st./sprekk } tvers over målecelle Gr.st.
1,75	350	- 70	50	20,6	0,4	12			
2,75	120	-110	110	13,4	-12,2	-21	0,135	0,11	
3,75	80	- 60	40	7,5	- 5,0	-12	0,117	0,13	Kis
4,50	150	10	110	15,9	3,3	-12	0,124	0,18	
5,25	100	- 20	20	10,0	- 0,4	9	0,097	0,17	
6,25	50	- 10	40	6,1	0	-12	0,159	0,13	
M				12,3	- 2,3	- 6	0,126*	0,14	
							*Middel kis		



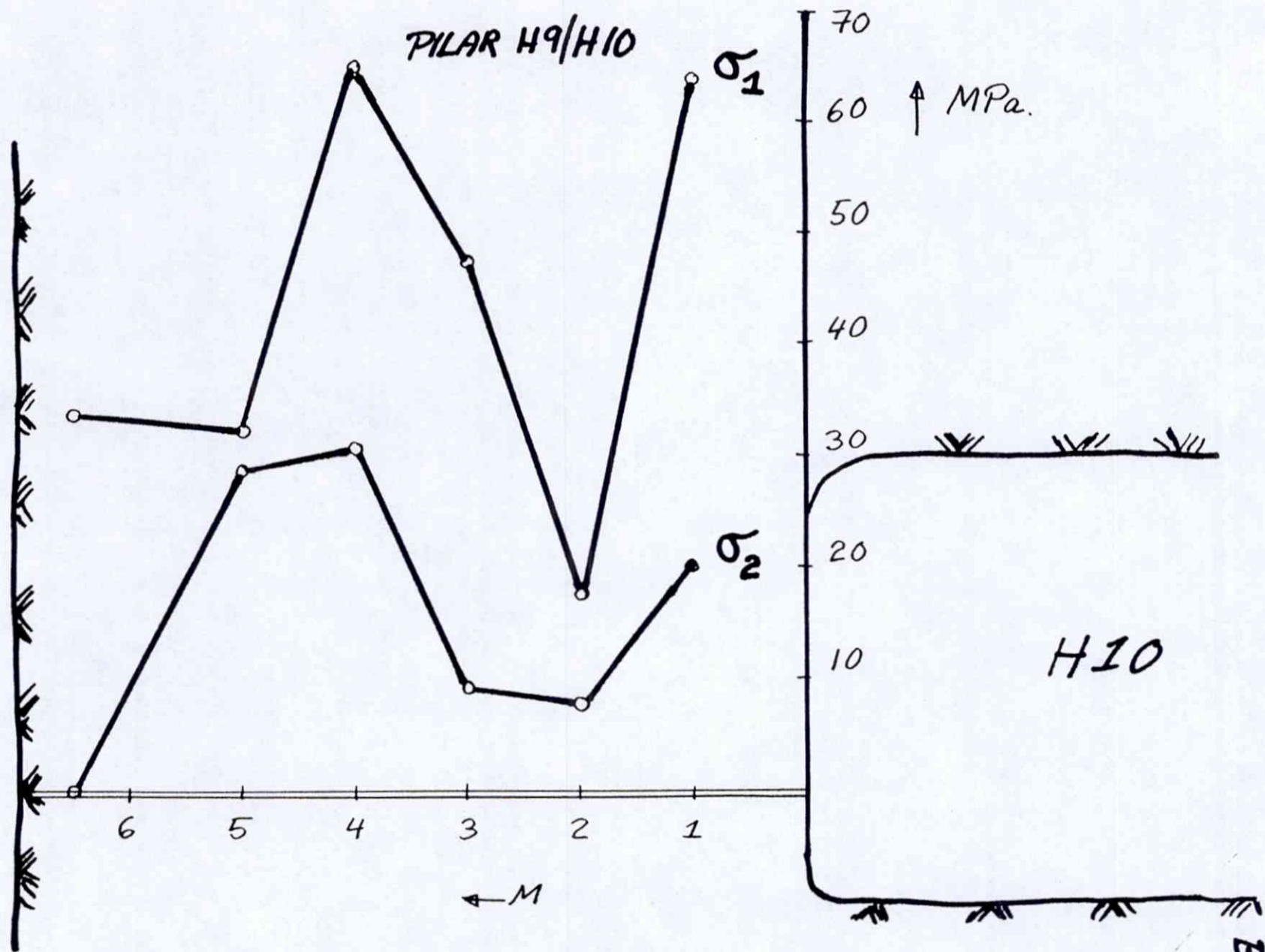


Brudd i pillar
H8 - H9 Syd.

Anslagsvis 12.500 tonn

PILAR H9/H10

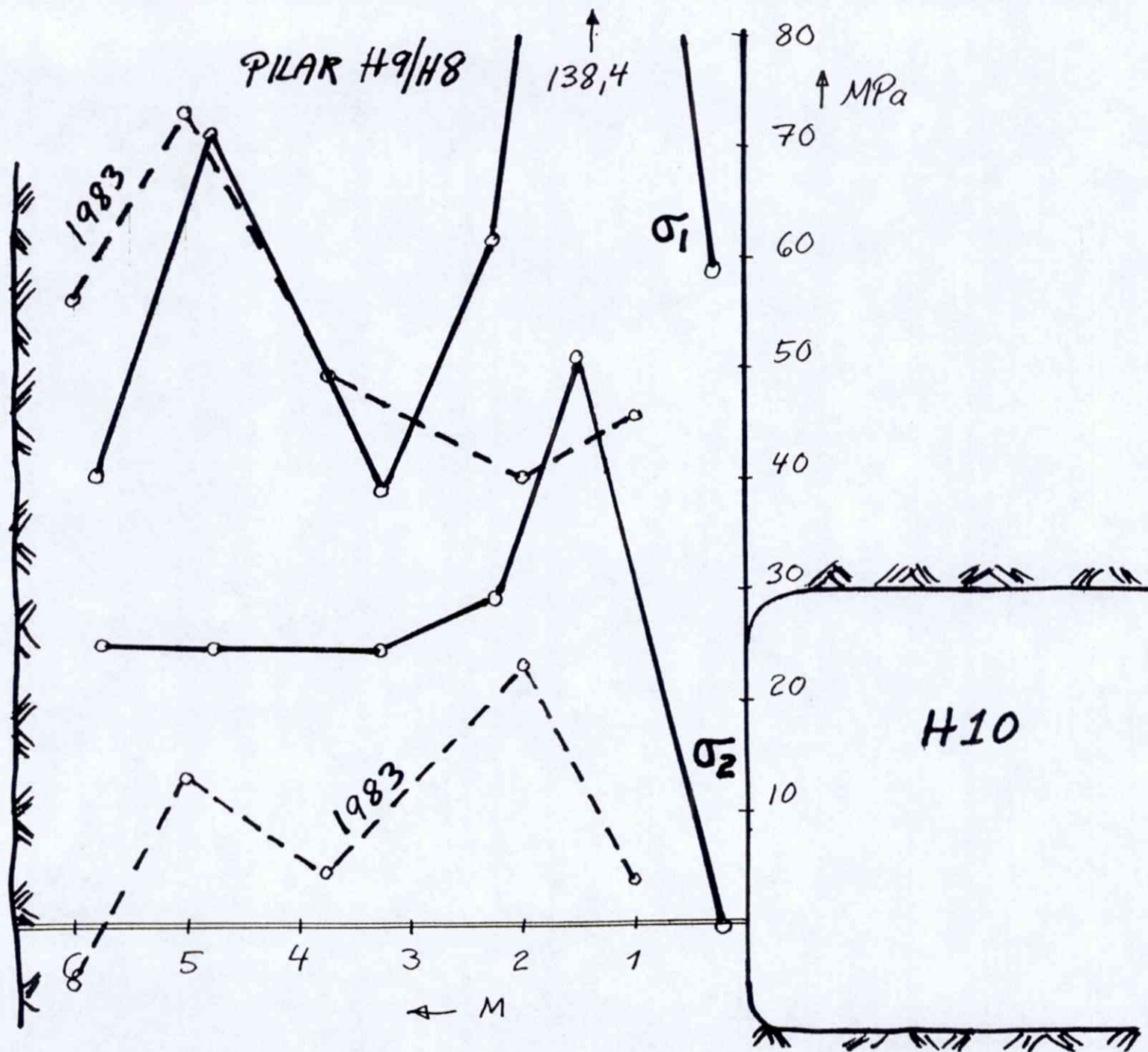
H9



H10

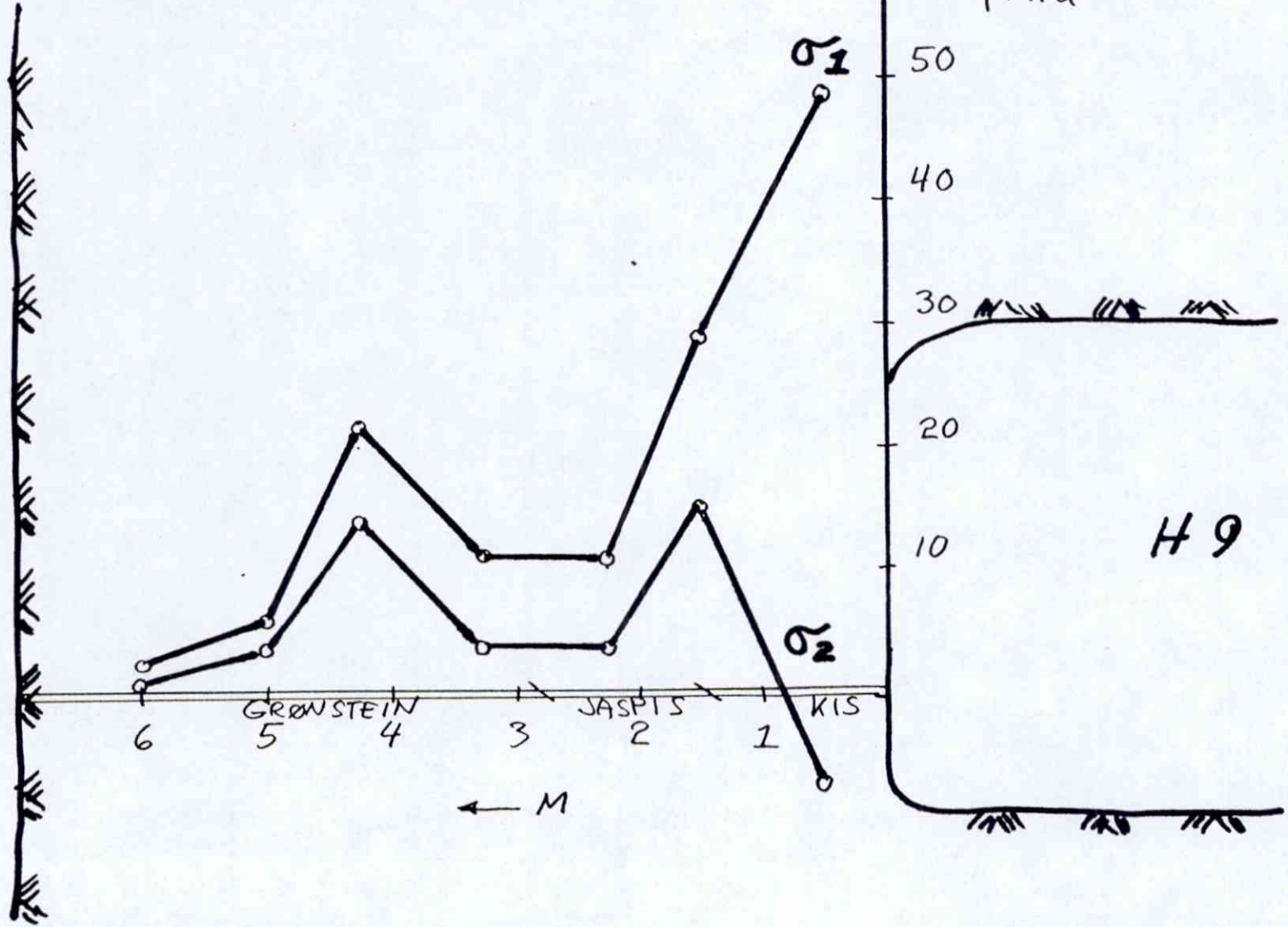
BILAG 2

H9



PILAR H8/H9

H8



PILAR H6/H7

