



Bergvesenet

Postboks 3021, N-7441 Trondheim

Rapportarkivet

Innlegging av nye rapporter ved: Peter

Bergvesenet rapport nr 5819	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering
Kommer fra ..arkiv Folldal Verk AS	Ekstern rapport nr	Oversendt fra Folldal Verk a.s.	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Planlegging av drift på grunnlag av diamantboreresultater ved Tverrfjellet Gruve				
Forfatter Motys, Milosh H.		Date År 10.03 1982	Bedrift (oppdragsgiver og/eller oppdragstaker)	
Kommune Dovre	Fylke Oppland	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad 15193	1: 250 000 kartblad Røros
Fagområde Boring	Dokument type		Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt) Tverrfjellet	
Råstofgruppe Malm/metall	Råstofftype Cu, Zn, S			
Sammenheng, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse Rapporten inneholder en beskrivelse av malm og malmtyper for forekomsten, samt en beskrivelse av planlegging av diamantboringer				

Planlegging av drift på grunnlag av diamant-
boreresultater ved Tverrfjellet gruve.-----

Like ved Dovrebanens høyeste punkt, ca. 2 km NNV for Hjerkinns stasjon i Dovre kommune, Oppland fylke ligger en av de nåværende største norske kobber/sink/kisgruver. Tverrfjellet gruve eies og drives av Folldal Verk A/S. Selskapet tilhører Borregaard-konsernets gruvedivisjon. Ved Tverrfjellet er det totalt ansatt ca. 250 personer og råmalmproduksjonen er ca. 650.000 tonn pr. år.

Tverrfjellets polymetalliske sulfidmalm ligger som en stratigrafisk "kishorisont" som minner om en uregelmessig linseformet plate. Forekomsten hører til klassen stratabundne eller konforme, ekshalativ - sedimentære kismalmer dvs. den er et prakfult eksempel på en dannelse ved ekshalativ avsetning av metallsulfider på havnbunnen, tilknyttet basisk submarin vulkanisme. Tverrfjellets "kishorisont" ligger på den nordvestlige sjenkelen av Trondheimsfeltets store overfoldete antiklinorium og er også nær tilknyttet bergarter av vulkansk opprinnelse. Disse, stort sett metamafiske bergarter - amfibolitter og amfibolittskifre (efusive lava, inntrusive lava, putelava og tuffer, delvis tuff-aglomerater) er produkter av den initielle magmatisme - vulkanske undersjøiske virksomhet i den kaledonske geosynklinal i det nedre ordovicium i en avdeling som kalles for "Størenggrønnstenene".

Tverrfjellets uregelmessige linseformede plate - malmkroppen er oppdelt i 5 såkalte malmsoner (se bilag nr. 1), dannet under kraftig neokaledonsk bruddtektonikk (strøk 120° - 160° NV - SØ og med fall 30° - 50° mot SV). Bevegelsene langs disse eldre mylonittforkastningene har vært kompliserte, også delvis roterende med varierende høydesprang og/eller horisontalforskyvning fra 2 m opp til 50 - 80 m. Malmsone VII er mot øst begrenset med en stor postmetamorf revne - normalforkastning (se bilag nr. 1 og 2 a) med strøk 10° NS og meget stabilt fall på 50° mot øst.

Denne "storforkastning" har sannsynligvis oppstått i permtiden og har samme genetiske utvikling som de godt kjente forkastninger i "Oslofeltet". Her peker det seg ut en mulighet til å koble Tverrfjellets "storforkastning" med Drivdalens forkastningssoner i nord og med Gudbrandsdalens forkastninger i syd som fortsetter over Mjøsa til "Oslofeltet".

Bredde av "storforkastning" konsolidert breksiesone er ca. 25 m og i liggen, men spesielt i hengen av denne sone befinner det seg sterkt oppsprukket områder med syntetisk og antitetisk bruddtektonikk (se bilag 2 a).

Kisforekomstens fortsettelse øst for denne "storforkastning" dvs. i blokk i heng er ennå ikke klarlagt. De tidligere EM-målingene i dette området angir en fortsettelse av ressurs-horisonten kontinuerlig østover i blokk i heng, men det er idag

bekreftet at denne oppboret svak mineralisering av FeS og FeS_2 og sterkere mineralisering av finkornig Fe_3O_4 (slirer, skier i metakvartsittbånd), påvist med geofysiske målinger på bakken ikke er den samme type som den som befinner seg i gruva i liggen av "storforkastning" (vest for "storforkastning") Se bilag nr. 1, 2 c, 2 d. Denne ovennevnte mineralisering er heller ikke tilknyttet til de typer av metabasiske bergarter som befinner seg i stratigrafisk ligg av kismalmen i blokk i ligg dv.s. i Tverrfjellet gruve. Man har ennå ikke løst problematikken fullstendig med "Storforkastnings"-dynamikkeffekt (se bilag nr. 2 a, 2 b, 2 c, 2 D og 2 e). Vi antar idag bare om retningene av bevegelser (se bilag nr. 2 a og 2 b), men vi mangler mere konkrete data her også.

Tverrfjellets drivverdige malmkropp er bygget opp ved hjelp av hovedsakelig 2 foldningsfaser. Her er ikke medregnet den primær slumping (mud-flow struktur) som er godt bevart i soner av båndet uren sulfidmalm stort sett med parallelle innfelte striper, slirer og tynne bånd av finkornig Fe_3O_4 . Den første og for skapning av drivverdig forekomst viktigste eldre foldningsfase danner isoklinale og disharmoniske lukkede fold. Slik ble en forholdsvis, ikke så meget kishorisont sammenfoldet i de enkelte områder rundt de fastere/seigere underliggende metabasika som har dannet plugger av seigere masse. Ovennevnte isoklinale folder har akser som stort sett faller mot øst og ØØN, mer sjelden ØØS under $5^\circ - 30^\circ$, stort sett $20 - 25^\circ$. Mens den andre, yngre foldningsfase, lettere ombøyer de eldre isoklinale og disharmoniske folder i enkelte områder. Disse yngre foldningene er mer åpne og aksene faller mot nordvest og mot nord og mere sjelden mot NNØ og mot syd og syddøst under stort sett $60 - 80^\circ$ sjelden under $85 - 90^\circ$ på stedet.

Malmsonemektighetene veksler i Tverrfjellet gruve mellom 2 - 6 m, opp til 30 - 40 m og mere sjelden helt opp til 50 - 60 m. Pr. idag har vi i gruva identifisert sannsynlig lengdeutstrekning av kismalmhorisonten ca. 1.680 m med en vertikal utstrekning ca. 560 m. Strøk av kismalmens uregelmessige linseformede plate er ca. vest - østlig, dvs. fra $80 - 110^\circ$ på stedet. Gjennomsnittsfall av kismalmplate varierer også fra ca. $85 - 80^\circ$ mot S ca. til nivå 4 - 5, til $80 - 70^\circ$ mot N under nivå 6 og 7.

Kismalmen i Tverrfjellet gruve består av 4 hovedtyper. Den første og stratigrafisk eldste typen finnes ved nordgrensen avsatt pseudodiskordant på amfibolittskifre serie (meta-tuffer). Denne malmtypen er representert av middelskornig, delvis også finkornig massiv FeS_2 -rik malm som på steder inneholder jevnt spredte ksenoblaster (halvkorn og smittet korn) av Zn(Fe)S ofte også akkumulert i enkelte parallelle innfelte striper 0,5 - 1 cm tykke. Enkelte soner er delvis båndet og rik på SiO_2 i grunnmassen. Denne malmtypen har stort sett lav Cu-gehalt. Representativ gjennomsnittsgehalt er 0,4 % Cu, 1,6 % Zn og 38,5 % S. I denne malmtypen ble funnet mest tenantitt, tetraedritt, elektrum og degident Ag, Au og PbS som stort sett smittede korn. Neste og yngre malmtypen er representert med massiv, middelskornig og/eller finkornig FeS_2 -malm, stort sett rik på CuFeS_2 som smittet korn og halvkorn (rundt FeS_2 -hypidioblaster og/eller som fylling av mikrosprekker) ofte sammen med FeS . Zn(Fe)S gehalten er lav. Representativ gjennomsnittsgehalt for denne malmtypen er

1,60 % Cu - 0,70 % Zn og 42,50 % S.

Den tredje og enda yngre malmtypen ligger ofte diskordant på de ovennevnte to eldre typer. Den er representert med sterk båndet, delvis middelskornige og delvis finkornige FeS_2 -erts med mange innfelte, parallelle tynne bånd og striper, slirer, skier og linser av finkornig Fe_3O_4 -erts, ofte rik på SiO_2 i grunnmasse. I de enkelte områder av malmsone IV og delvis i malmsone VI finnes det tykkere parallelle bånd av stort sett ren finkornig Fe_3O_4 -erts. Denne tredje malmtypen er stort sett rik på CuFeS_2 (hele korn, halvkorn og smittede korn), men fattig på $\text{Zn}(\text{Fe})\text{S}$. CuFeS_2 finnes ofte remobilisert, remigrert i enkelte parallelle soner og som fylling av stort sett tverrs-gående tynne sprekker og mikrosprekker. CuFeS_2 finnes alltid sammen med FeS . Representativ gjennomsnittsanalyse for denne tredje malmtypen er 1,80 % Cu, 0,35 % Zn og 23,60 % S.

Den fjerde og sannsynlig yngste malmtypen finnes alltid ved sydlig hovedmalmkroppsgrense. Denne malmtypen finnes bare i malmsone IV under nivå 6 og i malmsone VI og VII hvor skaper ca- 1/3 av en total volum av disse to nevnte malmsoner, spesielt mellom nivå 7 og 8 og under nivå 8. Denne fjerde malmtypen kan karakteriseres som stort sett CuFeS_2 og FeS -rik disseminert malm. Middelskornig og delvis finkornig FeS_2 finnes i enkelte parallelle bånd, slirer og linseformede striper, ofte rik på SiO_2 i grunnmasse. Yngre generasjon av FeS_2 danner jevnt og ujevnt spredte hypidioblaster og yngste FeS_2 finnes ikke så ofte som velutviklede idioblaster, også i CuFeS_2 og FeS grunnmasse. På steder finnes uregelmessige parallelle slirer og striper av finkornig Fe_3O_4 og ikke så ofte finnes delvis deformerte små idioblaster av Fe_3O_4 . Mere sjelden finnes små plater av FeTiO_3 og små skier av Fe_2O_3 . Alle disse metalsulfider og mindre metaloksyder finnes remobilisert og remigrert i ofte sterk disharmonisk foldete diskordante biotitt- og klorittrik, hornblendeførende fylonitt glimmerskifer, rik på uregelmessige parallelle innfelte striper og slirer av kvartsitt. Representativ gjennomsnittsanalyse for denne fjerde malmtypen er 2,80 % Cu, 0,15 % Zn og 13,80 % S.

De underliggende, sannsynlig stratigrafisk yngre bergarter ligger syd for hovedmalmsonen. Disse består hovedsakelig av kompleks av kvartsrike, klorittrike, biotitt og delvis serisittførende, delvis hornblende og karbonatholdige glimmerskifer og grønskifer. Her finnes bånd og uregelmessige mellomlag av tett metakvartsitt og metakeratofyr og enkelte uregelmessige mellomlag av hornblendeskifer, amfibolittskifer og finkornige og/eller middelskornige amfibolitter som befinner seg bare i spesielle områder. Syd for denne serien finnes to litostratigrafiske viktige horisonter. Den første er albitt og albitt-oligoklas og kvartsrik, soisit-epidot og hornblende-førende metakeratofyrsik bånd-gneisskifer (metatuff) som bare på steder inneholder granat. Den andre er kvartsrik kloritt-serisitttrik granat glimmerskifer som kan på steder inneholder uorienterte og uregelmessige spredte nåle-porfyroblaster av hornblende. I granat glimmerskifer finnes det lenger mot syd to viktige men ikke så mektige soner av såkalte pressede konglomerater.

De overliggende, sannsynlige stratigrafisk eldre bergarter ligger nord for hovedmalmkroppen og består av kloritt-biotitt-førende, soisitt-epidot, karbonat (kalsitt, ankeritt) holdig amfibolittskifre (metatuffer) og uregelmessige mellomag og soner av massive og/eller båndete finkornige og/eller middelskornige, sjelden grovkornige amfibolitter.

Struktur-tektoniske forhold i Tverrfjellet gruve er meget komplisert. Man kan også her finne store variasjoner i mektighet og kvalitet av malmen. Det er meget viktig at systematisk planlagt diamantboring er en viktig del av undersøkelses-, oppfarings- og tilredningsarbeidene i gruva, samtidig danner grunnlag for planlegging av produksjonsboring og for selve brytningen.

Gode forhåndskunnskaper blir enda viktigere sett på bakgrunn av store uregelmessigheter i malmføring og gehalter. Kravene til opplysninger er dessuten øket etter at vi begynte å drive etter nye metoder. Derfor må utgiftene til diamantboringer i større grad enn tidligere sees i sammenheng med gruvdriften forøvrig. (Se bilag nr 10 og 11).

Planer både på sikt og i detalj for avsenking, ortdrift og bryting utarbeides etter disse opplysninger, og vi får betydelig større muligheter til å kunne styre brytningene i retning av bedre utnyttelse av malmreservene på alle måter.

Dette betyr naturligvis ikke at vi ikke legger den aller største vekt på god planlegging av undersøkelsesarbeidene. Diamantboring er dyrt, og vi må på alle måter arbeide for å holde kostnadene nede. Alle boringer planlegges i god tid og vurderes meget nøye på grunnlag av tidligere resultater. Vi har utarbeidet et system for boring som synes å gi tilfredsstillende opplysninger med rimeligste kostnader. Hertil kommer at vi stiller store krav til at boringene blir fagmessig utført med mest mulig riktig valg av utstyr. Merking av borkjernene må være nøyaktig.

Våre mannskaper for diamantboring er heldigvis vel kvalifiserte, interesserte og ansvarsfulle. De har svært god kjennskap til det utstyret de benytter, og er i meget stor grad selvhjulpne, både når det gjelder tilrettelegging, vedlikehold og reparasjoner. Naturligvis virker dette gunstig for alle materialutgifter og for boreeffektene.

Vi borer i to snitt for å kartlegge malmen og områdene på heng og ligg. Vertikale vifter bores med Diamec 250 som er en el. hydraulisk maskin. Vårt hovedtransportsystem ligger nord for malmen, og vifteboringene foregår fra boreplassen i tilknytning til transportsynk eller tverrslag som drives mot nord fra horisontale transportorter. Malmen faller 70° - 60° mot nord, gjennomsnittlig under nivå 7 (se bilag nr. 12 og 13).

Vifteavstand varierer mellom 35 - 40 m og 20 - 30 m avhengig av graden av uregelmessigheter i malmføring.

Hulldiameter - 46 mm.

Disse boringene danner bl.a. grunnlag for planlegging av avsneginger og fastleggelse av lastenivå.

For detaljkartlegging bores, korte, horisontale 36 mm hull med Craelius X-4 maskin fra feltorter/bororter. Retning legges så vidt mulig vinkelrett på antatt malmgrense, og avstanden mellom hullene varierer fra ca. 20 m til 10 - 15 m alt etter hvor uregelmessig/regelmessig malmen synes å være.

Malmgrensene og mineralsammensetning fastlegges nøyaktig både for brytningsopplegg og produksjonsboring.

På forhånd planlagte boreplassene tas piggprøver etter anerkjente regler under inndrift (oppfaring).

Alle diamantborkjerner beskrives nøyaktig og det tas prøver for analyse for massiv malm og fra mindre mineraliserte områder etter aksepterte regler. Små prøver av malmvarianter og typiske bergarter oppbevares for senere detaljundersøkelser.

Boringene med Diamec 250 har hittil gått meget bra. Hydraulisk styring av rotasjon og matetrykk er av meget stor betydning for nøyaktig og effektiv boring og virker gunstig for kroneforbruket.

Maskinen er enkel å flytte og monteringen er hurtig å utføre.

Vi har også laget kolonne for fastspenning ved eget verksted. Denne kan brukes ved høyder mellom ca. 2,8 og ca. 4,0 m.

Diamec 250-maskinen er vel egentlig beregnet på å være en enmannsmaskin, men vi bruker konsekvent 2 mann. I svært mange tilfeller kreves dette av sikkerhetsmessige grunner, men vi konstaterer også effektmessige fordeler når vi bruker to komplette kjernerør. Vedlikeholdet blir bedre, flyttingen går raskere, kjernelegging og merking kan pågå under boring. Det holdes bedre orden på boreplass med verktøy og kjernebasser, og det er bedre å holde rede på f.eks. vannspørsliping og skjerpning av borkroner. Men fremfor alt er det viktig at gruvegeologen virkelig kan stole på utleggingen og merkingen av kjernene.

Boreeffekten ved bruk av Diamec er hos oss ca. 71 % høyere enn effekt oppnådd med Craelius XC-42 HS og ca. 83 % større enn for boring med Craelius X - 4. Kostnadene er i det hele lavere. (Se bilag nr. 3, 4, 5 og 6). Idag bruker vi bare Diamec 250 til detaljboring.

Når det gjelder borkroner, har vi hatt de beste resultater med Indimant X-108 som er en pulverkrone. For årene 1975 og 1976 har vi i gjennomsnitt boret nær 100 m pr. krone, og vi har i beste tilfelle boret over 200 m i forholdsvis hardboret berg og malm. (Se tabell nr. 1 og 2 og bilag nr. 7, 8 og 9).

Indimant sidestensringer TT 46 har vært dårligere, men man har sett merkbare forbedringer i den siste tid.

Ved valg av borkrone, er det også viktig å vurdere borsynk, som selvfølgelig varierer etter bergartens petrografiske karakter og struktur, tekstur og bruddtektikk i fjellene. Det er ikke bestandig at økende bortrykk løser situasjonen. Her er det viktig med et samarbeide mellom borerne og geologen. Borsynk varierer også med borchullets avvik og dybde. Når hullet krysser lagdeling i bergartene eller foliasjon og lineasjon, kan det ventes større borsynk, men når hullet går langs med foliasjon eller med skarp vinkel mot foliasjon eller lineasjon, da minker borsynk raskt, og ved kunstig økende trykk, øke fare med avvik og retningsforandringer.

Ved undersøkelse av borsynk på Tverrfjellet som er krevende, har det vist seg at man må bruke forskjellig bortrykk for forskjellige bergarter. Det viser denne tabell for bormaskin Diamac 250 og borkroner X-108.

BERGART:	Borsynk cm. minutt:	Bortrykk kg/cm ² :
1. Mellomort, plagioklasrik delvis massiv amfibolitt (med dioritt og gabrodioritt habitus)	18 - 20	1.100
2. Finkrystalinsk, massiv delvis, båndet amfibolitt (metamorfert lavadiabas)	14 - 15	1.200
3. Amfibolitt båndskifer og amfibolitt slireskifer (metamorfert tuff og tuffitt)	15 - 16	1.100 - 1.200
4. Kvartsit (massiv eller båndet)	7 - 8	1.300 - 1.400
5. Kvarts	4 - 5	1.400 - 1.500
6. Glimmerskifer med tynne kvartsitt mellomag	18 - 20	1.100 - 1.200
7. Granat glimmerskifer	18 - 22	800 - 1.000
8. Massiv mellomkrystalinsk FeS ₂ malm	13 - 14	1.100
9. Massiv finkrystalinsk FeS ₂ malm	10 - 12	1.200 - 1.400
10. Båndet SiO ₂ rik finkrystalinsk FeS ₂ malm rik på innfelte striper og mellomag av Fe ₃ O ₄ .	18 - 20	900
11. Grønnskifer, kloritt - biotittisk anrikt med disseminert CuFeS ₂ og FeS FeS ₂ og Fe ₃ O ₄	18 - 26	800 - 900

Borsynken avtar gjennomsnittlig fra ca- 50 m til 80 m med 8 - 12 %, fra 80 m til 100 m med 15 - 20 % og fra 100 m - 130 m med 20 - 25 %. Borsynk avtar raskere over 150 m (med ca. 30 - 40 %).

Det er også meget viktig at skjerpingen av borkroner pågår i hullet under redusert spylevann-tilførsel (ca. $1/4$ - $1/6$). Pulverborkronene må aldri skjerpes med knakking med fil. Fordypning av vannsporene må gjøres med forsiktighet, og det beste resultat oppnås med kappeskive, som monteres på en liten slipemaskin, og man finner den alltid på borplassen. Disse to ovenfor beskrevne operasjoner er de viktigste faktorer for økning eller minskning av borkronenes levetid. (Se bilag nr. 14 og 15 og tabell nr. 3, 4, 5, 6, 7 og 8).

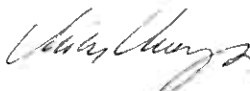
Tverrfjellet gruve gjør utstrakt bruk av diamantboring, og det vil fortsatt bli lagt stor vekt på effektivisering og nøyaktig utført arbeide.

Moderne gruvedrift med store maskiner og stor produksjon vil i hovedsak kreve at undersøkelsene er ført så langt at malm minst kan klassifiseres i kategori B når forekomsten er meget regelmessig. Da kan man styre ortdrift/oppfaring, tilredning og brytning. Bare under meget regelmessige geologiske forhold er det tilfredsstillende for teknisk planløsning at malmreservene er klassifisert i kategori C 1. (Se bilag nr. 16).

Det hersker bred enighet om at en skikkelig geologisk undersøkelse av malmen ved Tverrfjellet er av største viktighet. Undersøkelsene bør alltid ligge tilstrekkelig langt foran oppfarings- tilredningsarbeidene.

Til slutt vil man gjerne presentere diamantboringseffektene oppnådd ved Tverrfjellet i 1981 på tabell nr. 9 og bilag nr. 17 og oversikt av diamantboring i årene 1966 til og med 1981 på bilag nr. 18.

Tverrfjellet, 10.03.1982.


(Milosh Motys).

DRIFTSKOSTNADER VED DIAMANTBORING MED DIAMEC 250, TYPE 25 E, VED FOLLDAL VERK A/S I PERIODEN 1974-1976.

a. Avd. Tverrfjellet

b. Avd. Repparfjord

Å R :	Boret til- sammen:	Lønninger tilsammen:	Sosiale ut- gifter til- sammen:	Brukte diamant- borkroner, kostnader:	Reparasjons- kostnader:	Reservedeler, kostn. og avskr. av bormaskiner, og borrhør:	Kostnader ved flytting:	Sum kostnader:	Gj.snittspris pr. bormeter:
	Bm:	kr.:	kr.:	kr.:	kr.:	kr.:	kr.:	kr.:	kr./bm.:
1974	1.671,53	41.522,69	15.073,39	52.506,28	4.470,06	34.359,00	13.442,44	161.373,86	96,54
a.		25,73%	9,34%	32,54%	2,77%	21,29%	8,33%	100,00%	
1975	4.495,16	109.463,09	40.063,48	88.992,18	15.831,90	93.160,77	17.447,20	364.958,62	81,19
a.		29,99%	10,98%	24,38%	4,34%	25,53%	4,78%	100,00%	
1976	2.555,60	62.998,93	21.999,99	61.989,98	29.282,15	90.371,05	12.075,30	278.717,40	109,06
a.		22,60%	7,89%	22,24%	10,51%	10,51%	32,42%	100,00%	
1976	1.022,20	36.047,84	10.453,87	39.035,08	8.211,90	40.592,07	28.770,20	163.117,96	159,58
b.		22,10%	6,41%	23,93%	5,03%	24,89%	17,64%	100,00%	
SUM									
a + b	9.744,49	250.032,55	87.590,73	242.523,52	57.796,01	258.489,89	71.735,14	968.167,84	99,36
3 år		25,83%	9,05%	25,05%	5,97%	25,70%	7,40%	100,00%	

OVERSIKT OVER TIMEFORBRUK VED FORING MED DIAMEC 250, TYPE 25 E, VED FOLLDAL VERK A/S I PERIODEN 1974-1976.

a. = Adv. Tverrfjellet

b. = Adv. Repparfjord

Gjennomsnittlig boret pr.:

Å R :	Sum skift:	Sum timer:	Rigging:	Boring (effektive):	Reparasjon:	Transport:	Vedlikehold:	Skift:	Timer	Effektive timer:
			t.	t.	t.	t.	t.	bm.	bm.	bm.
1974	88,63	709	34	510,5	70,5	55	39	18,860	2,358	3,274
a.		100,00%	4,79%	72,00%	9,94%	7,76%	5,51%			
1975	209,00	1.672	190	1.165	115,5	127	74,5	21,507	2,688	3,859
a.		100,00%	11,36%	69,68%	6,91%	7,60%	4,45%			
1976	125,50	1.004	136	692	44,0	83	49,0	20,363	2,545	3,693
a.		100,00%	13,55%	68,92%	4,38%	8,27%	4,88%			
1976	81,25	650	60	381	30,0	160	19,0	12,581	1,573	2,683
b.		100,00%	9,22%	58,62%	4,62%	24,62%	2,92%			
SUM	504,38	4.035	420	2.748,5	260,0	425	181,5	19,320	2,415	3,545
3 år		100,00%	10,41%	68,12%	6,44%	10,53%	4,50%			

Oversiktstabell 1 over gjennomsnittlig levetid på diamanthorkroner TT 46 som blir brukt under boring med Diamec 250, stort sett bare i Tverrfjellet gruve i årene 1979, 1980 og 1. halvår 1981.

Fabrikat/type:	Diaboritt:	Hagby Bruk P 774	Hagby Bruk P 888	Indimant X - 108	Indimant X - 111	Indimant X - 370	J.K. Smith
Sum brukte kroner	2 stk.	1 stk.	11 stk.	85 stk.	2 stk.	2 stk.	1 stk.
Total sum av bormeter	272,45 m	97,10 m	640,40 m	8.266,35 m	155,50 m	52,35 m	2,70 m
Gjennomsnitt pr. borkrone	136,23 m/b.k.	97,10 m./b.k.	58,22 m./b.k.	97,25 m./b.k.	77,75 m/b.k.	26,18 m/b.k.	2,70 m/b.k.
Rekkefølge etter effekt	1	3	5	2	4	6	7
Vurderings- sikkerheten i vol. % (bormeter)	2,87 %	1,02 %	6,75 %	87,14 %	1,64 %	0,55 %	0,03 %
Vurderings- sikkerheten i vol. % (ant.borkroner)	1,92 %	0,96 %	10,59 %	81,73 %	1,92 %	1,92 %	0,96 %

I en 2½ årsperiode ble boret tilsammen $\frac{9.486,85}{104} = \underline{\underline{91,22 \text{ m/borkrone.}}}$
I en 2½ årsperiode ble brukt borkroner

Interessant bemerkning: Det ble konstatert merkbar nedgang av gjennomsnitts bormeter pr. borkrone av Indimant X-108 fra 1979 til 1980 og 1981 (28,19 % gj.sn.). Man kan tenke seg at kvaliteten av denne typen er forverret.

a) 1971: $\frac{1.540,10 \text{ m}}{12 \text{ stk}} = 128,34 \text{ m/b.kr./år.}$ b) 1980: $\frac{5.003,60 \text{ m}}{55 \text{ stk.}} = 91,02 \text{ m/b.kr./år.}$ c) 1981: $\frac{3.722,65 \text{ m}}{40 \text{ stk.}} = 93,07 \text{ m/b.kr./1. halvår}$

OVERSIKTSTABELL OVER GJENNOMSNITTLIG LEVETID FOR SIDESTENSringer TT 46,
SOM BLE BRUKT UNDER BORING MED DIAMEC 250, STORT SETT BARE I TVERRFJELLET
GRUVE I ÅRENE 1979, 1980 og 1. halvår 1981.

Fabrikat/type:	Diamy:	Hagby Bruk:	Indimant:
Sum av brukte sdestensringer	7	1	15
Total sum bormeter	2.574,85 m	250,00 m	6.662,00 m
Gj.snitt pr. borkrone	367,83 m/s.ring	250,00 m/s.ring.	444,13 m/s.ring
Rekkefølge etter effekt	2	3	1
Vurderingssikker- heten i vol. % (bormeter)	27,14 %	2,64 %	70,22 %
Vurderingssikker- heten i vol. % (antall side- stensringer)	30,43 %	4,35 %	65,22 %
I 2½ års-perioden ble boret tilsammen $\frac{9.486,85}{23} = 412,47$ m/sdestensringer			
I 2+ års-perioden ble brukt sdestensringer			
Total sum kostnader	nkr. 7.110,-	nkr. 1.350,-	nkr. 21.055,-
Gjennomsnitts- kostnader pr. m.	2,76 kr/m	5,40 kr/m	3,16 kr/m
Rekkefølge etter kostnader	1	3	2
Totale gjennoms- nittskostnader pr. perioden	$\frac{\text{nkr. 29.515,00}}{9.486,85 \text{ m}} =$	$\frac{3,11 \text{ kr/m.}}{}$	

Oversiktstabell III over gjennomsnittslevetid av diamantborkroner T 246 som ble brukt under boring med Toram 2 x 20, nr. 150 i Tverrfjellet gruve og øst for postmetamorf "Stor" forkastning på Hjerking, øst for E-6 i årene 1979 - 1980.

Fabrikat/type:	Diaboritt HH	Hagby Bruk P 774	Hagby Bruk P 888	Indimant X 108	Indimant X 307	Indimant X 355	Indimant X 111
Sum brukte borkroner	3	1	5	13	1	2	1
Total sum bormeter	376,00 m	115,65 m	607,65 m	1.140,25 m	129,20 m	153,25 m	151,15 m
Gjennomsnitt pr. borkrone	125,33 m/b.k.	115,65 m/b.k.	121,53 m/b.k.	87,71m/b.k.	129,20m/b.k.	76,63m/b.k.	151,15m/b.k.
Rekkefølge etter effekt	3.	5.	4.	6.	2.	7.	1.
Vurderings- sikkerheten i vol. % (bormeter)	14,07 %	4,33 %	22,73 %	42,66 %	4,83 %	2,87 %	5,65 %
Vurderings- sikkerheten i vol. % (antall borkroner)	11,54 %	3,85 %	19,22 %	50,00 %	3,85 %	7,69 %	3,85 %

I 2-årsperioden ble boret tilsammen
I 2-årsperioden ble brukt borkroner

$$\frac{2.673,15}{26} = 102,81 \text{ m/borkrone}$$

Oversiktstabell IV over gjennomsnittslevetid av sidestensringer T/2/46 som ble brukt under boring med Toram 2 x 20, nr. 150, i Tverrfjellet gruve og øst for postmetamorf "Stor" forkastning på Hjerkinm øst for E-6 i årene 1979 og 1980.

Fabrikat/type:	Christensen 107304	Diamy STORS:
Sum brukte side- stensringer	4	5
Total sum av bormeter	1.460,85 m	1.212,30 m
Gjennomsnitt pr. sidestensring	365,21 m /b.k.	242,46 m /b.k.
Rekkefølge etter effekt	1.	2.
Vurderingssikker- heten i vol. % (bormeter)	54,65 %	45,35 %
Vurderingssikker- heten i vol. % (ant. sidestens- ringer)	44,44 %	55,56 %
I 2-årsperioden ble boret tilsammen I 2-årsperioden ble brukt sidestensringer	$\frac{2.673,15}{9}$	= 297,02 m/sidestensring
Total sum kostnader	n.kr. 3.869,20	n.kr. 6.270,00
Gjennomsnittskostnader pr. m.	2,65 kr/m	5,17 kr/m
Rekkefølge etter kostnader	1	2
Totale gjennomsnitts- kostnader i perioden	$\frac{n.kr. 10.139,20}{2.673,15 m}$	= <u>3,79 kr/m.</u>

	Diaboritt HH	Hagby Bruk P 774	Hagby Bruk P 888	Indimant X-108	Indimant X-111	Indimant X-370	J.K. Smith NSB
Total sum kostnader	nkr. 2.710,-	nkr. 1.720,-	n.kr. 18.605,-	nkr. 114.175,-	n.kr. 3.450,-	n.kr. 3.450,-	n.kr. 1.300,-
Gjennomsnitts- kostnader pr. m.	9,95 kr/m	17,71 kr/m	29,05 kr/m	13,81 kr/m	22,19 kr/m	65,90 kr/m	481,48 kr/m
Rekkefølge etter kostnader	1	3	5	2	4	6	7
Totale gjennom- snittskostnader:	$\frac{\text{n.kr. 145.410,00}}{9.486,85 \text{ m}} = \underline{\underline{15,33 \text{ kr/m}}}$						

Fabrikat/type:	Diaboritt HH	Hagby Bruk P 774	Hagby Bruk P 888	Indimant X 108	Indimant X 307	Indimant X 355	Indimant X 111
Total sum kostnader	n.kr. 4.850,-	n.kr. 1.685,-	n.kr. 8.425,-	n.kr. 22.335,-	n.kr. 1.630,-	n.kr. 3.450,-	n.kr. 1.745,-
Gjennomsnitts- kostnader pr. m.	12,98 kr/m	14,57 kr/m.	13,86 kr/m	19,59 kr/m	12,62 kr/m	22,51 kr/m	11,54 kr/m
Rekkefølge etter kostnad- er	3	5	4	6	2	7	1
Totale gjennom- snittskostnader :	$\frac{\text{n.kr. } 44.124,00}{2.673,15 \text{ m}} = \underline{\underline{16,51 \text{ kr/m}}}$						

Oversiktstabell over diamanthøringsresultater (bormeter) ved Follidal Verk A/S, avd. Tverrfjellet i 1981.

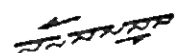
Måned nr.:	Craelius X-4 T-36: m	Diamec 250 TT 46: m	Diamec 251 TT 46: m	Toram 2 x 20 T 46: m	Tilsammen m
1	-	894,45	-	-	894,45
2	-	698,50	-	-	698,50
3	-	1.444,60	-	-	1.444,60
4	-	643,15	-	-	643,15
5	143,40	391,55	-	-	534,95
6	29,55	348,50	-	-	378,05
7	-	255,90	243,95	-	499,85
8	-	181,00	422,00	-	603,00
9	17,65	183,60	84,00	-	285,25
10	27,00	361,65	196,00	-	584,65
11	-	505,80	269,00	10,00	784,80
12	-	343,30	132,60	-	475,90
Σ	217,60	6.252,00	1.347,55	10,00	7.827,15
%	2,78	79,88	17,22	0,13	100,00

Tverrfjellet, 4.1.1982.

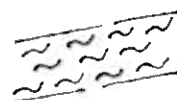
John Henry

TVERRFJELLET
VERTIKALSNIITT

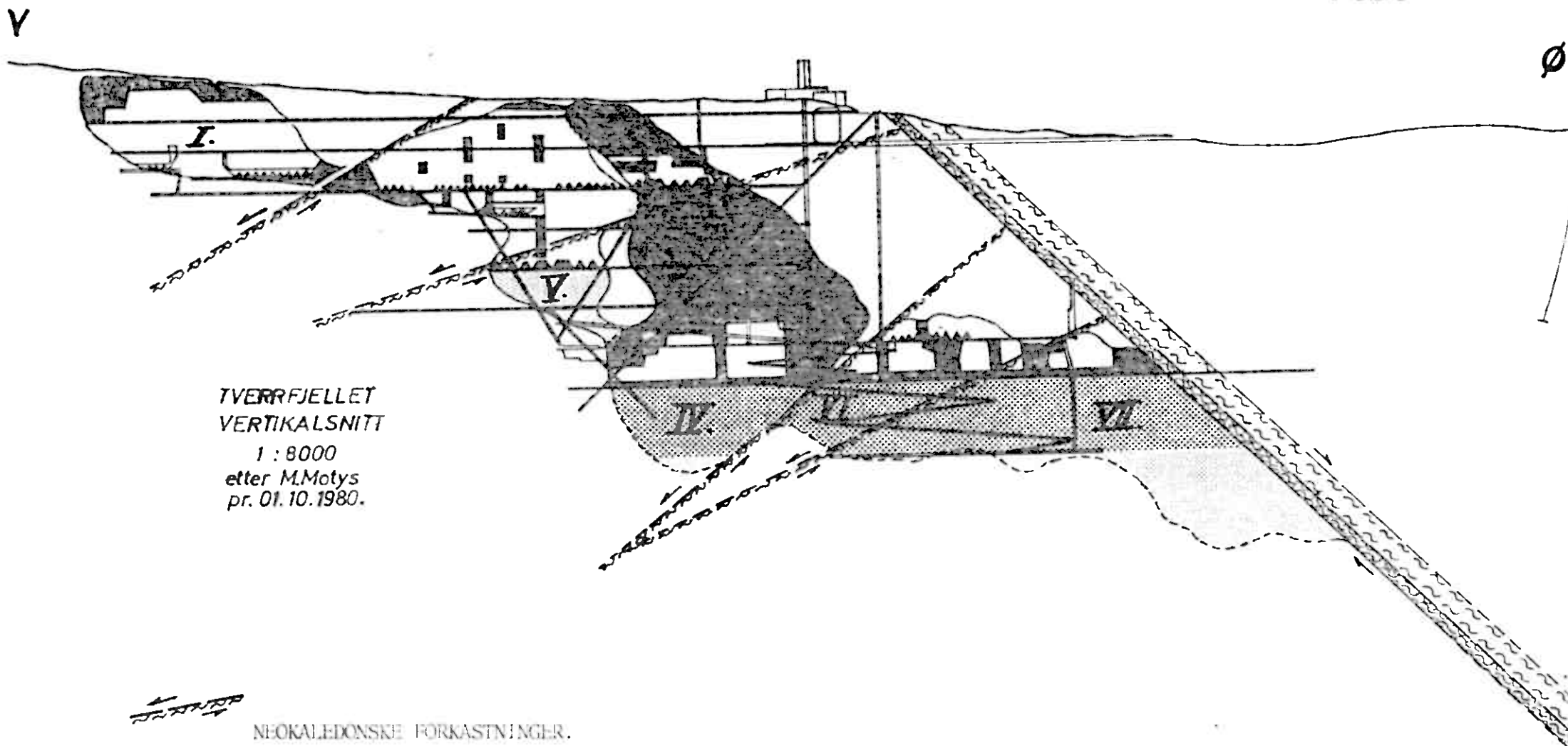
1 : 8000
etter M.Motys
pr. 01.10.1980.



NEOKALEDONSKJE FORKASTNINGER.

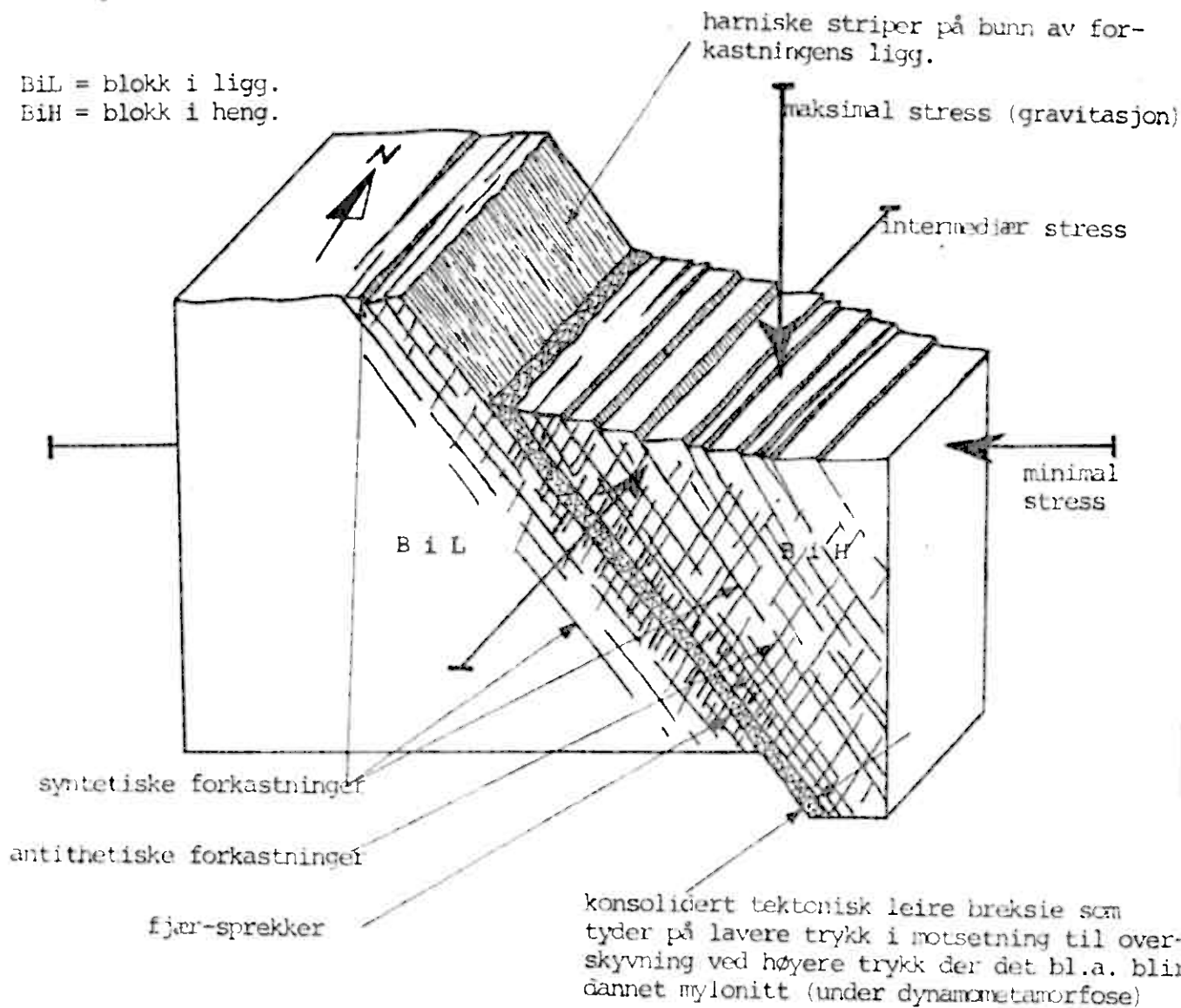


POSTMETAMORFE STORFORKASTNING.

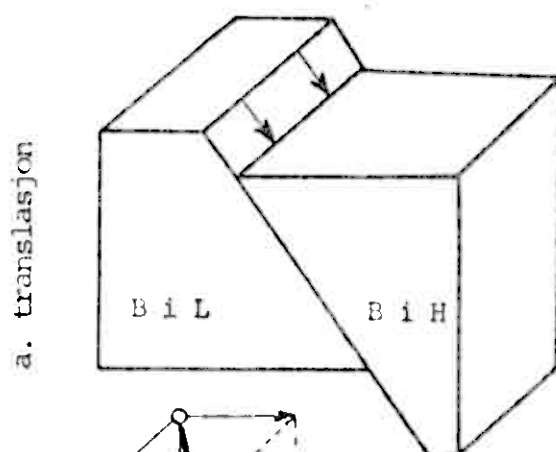


Modell som viser bevegelsesmuligheter på den yngre leireforkastningen ved Tverrfjellet gruve.

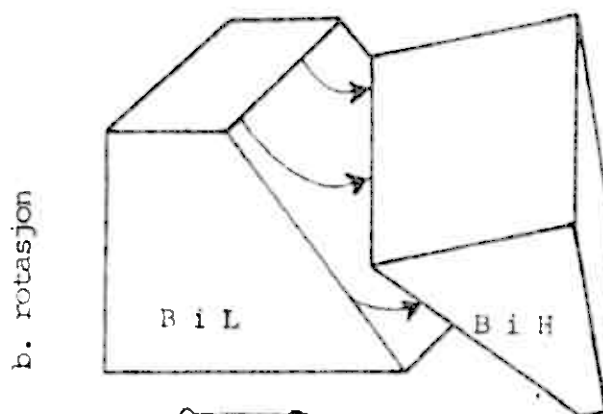
BiL = blokk i ligg.
BiH = blokk i heng.



Skjematisk fremstilling av bevegelse på yngre leire-forkastning.



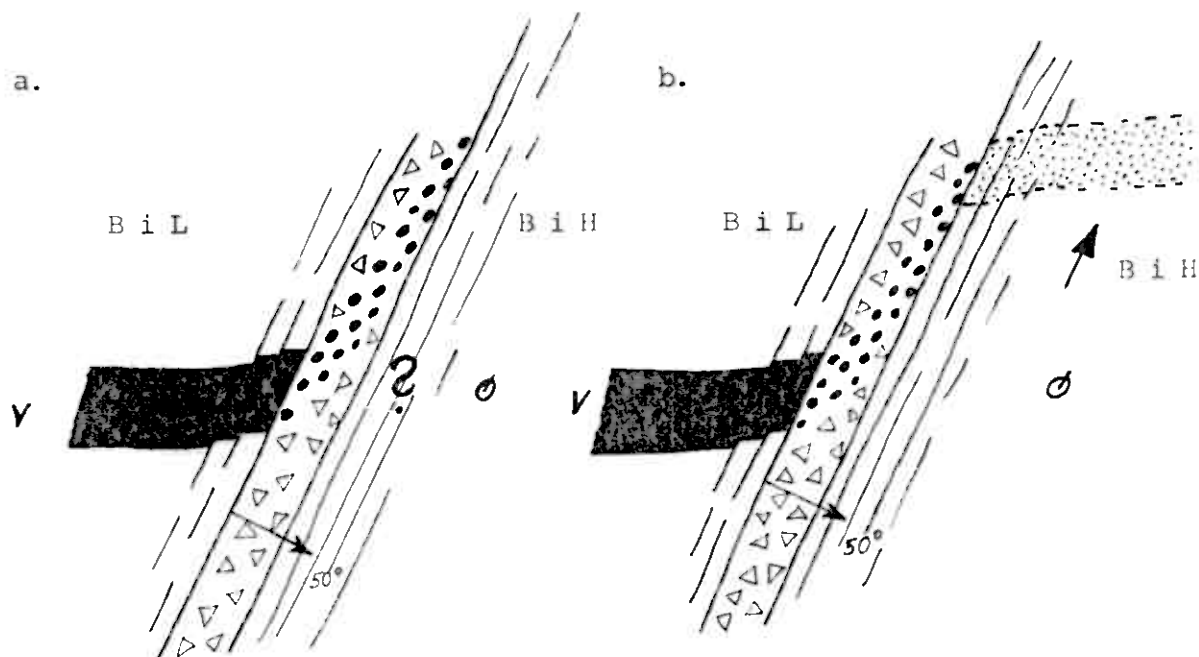
Tredimensjonal vektormodell a. ved translasjonsbevegelse.



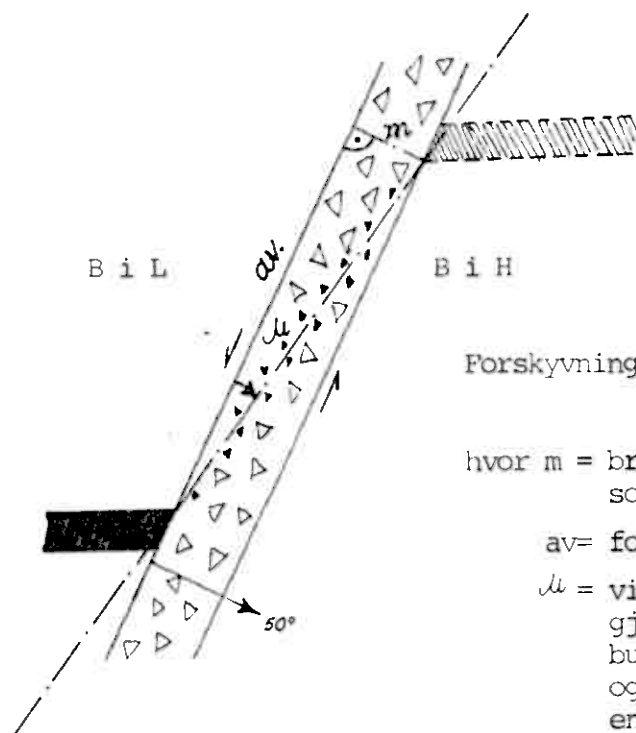
Tredimensjonal vektormodell b. ved rotasjonsbevegelse.

avd. Tverrfjellet

1. Eksempel hvordan man bestemmer horisontalforskyvninger (retning og lengde) i heng av en forkastning etter slepte og valsete fragmenter av malm eller en annen kjent litologisk eller litostratigrafisk horisont i tektonisk breksje.



2. Eksempel på beregning av en horisontalforskyvning langs forkastning.



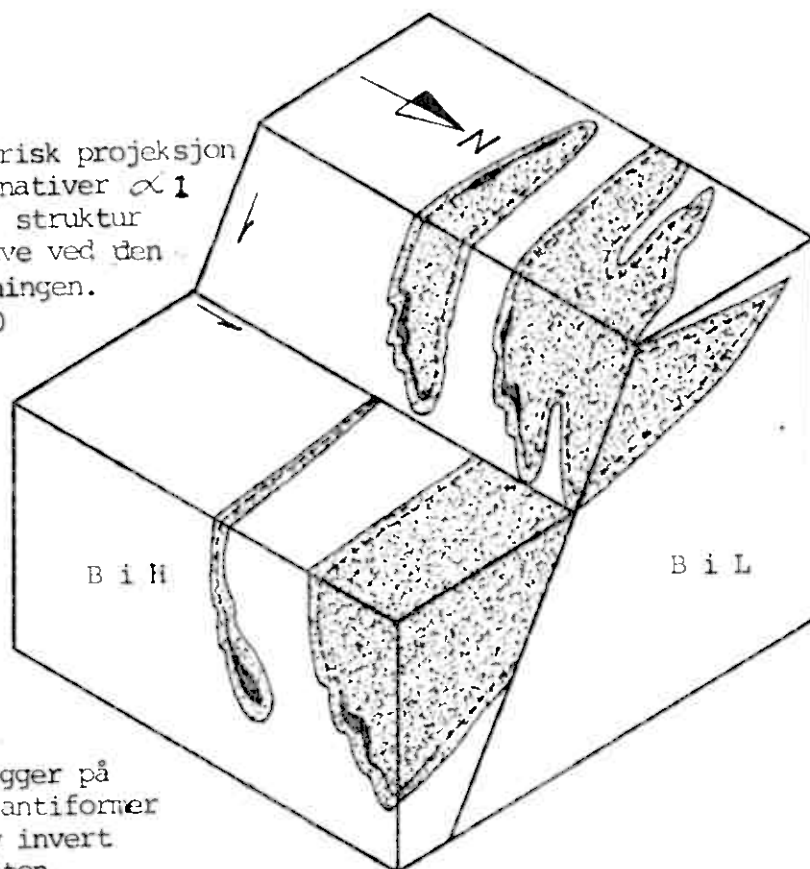
$$\text{Forskyvningslengde} = av = \frac{m}{\text{tg } \mu}$$

hvor m = bredde av tektonisk breksjesone som er kjent fra drift eller boring.

av = forskyvningslengde i horisontalplan

μ = vinkel i horisontalplan mellom gjennomsnitt-strøk av forkastningens bunn og en akse av toget av slepte og utvalsete fragmenter av malm eller en annen kjent litologisk eller litostratigrafisk horisont som man kjenner fra drift i ligg av forkastning.

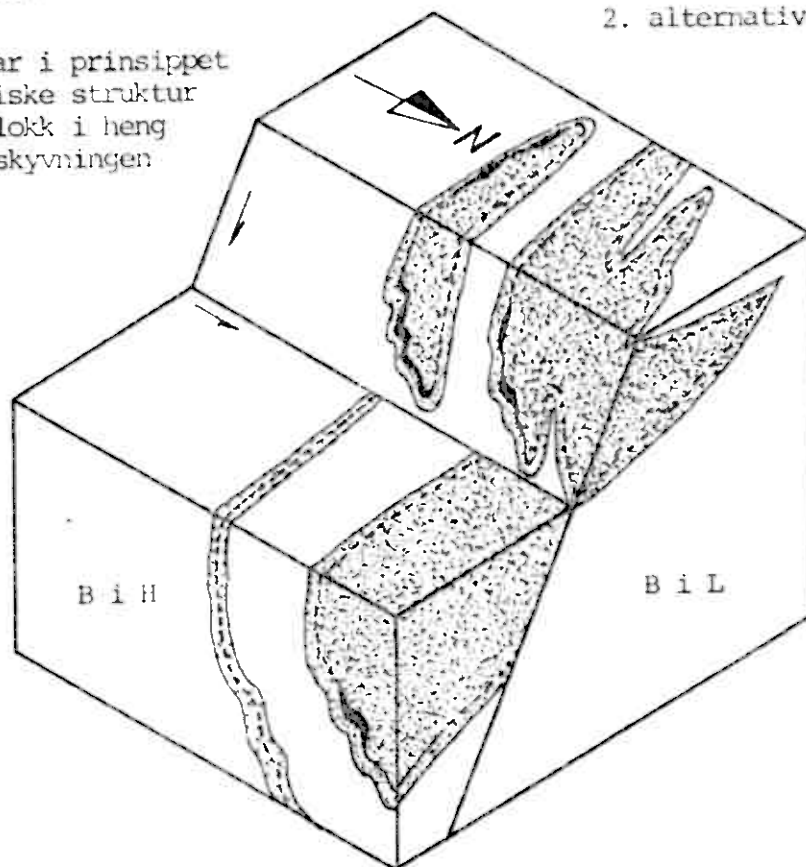
Aksonometrisk isometrisk projeksjon
av skjematiske alternativer α_1
og α_2 av geologisk struktur
ved Tverrfjellet gruve ved den
yngre leire-forkastningen.
Målestokk 1 : 40.000



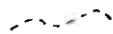
1. Alternativ α_1 bygger på
inverte foldede antiformer
som er rester av invert
ordovisisk alochton.

2. alternativ α_2

2. Alternativ α_2 har i prinsippet
den samme geologiske struktur
som α_1 , men i blokk i heng
er horisontalforskyvningen
nye større.



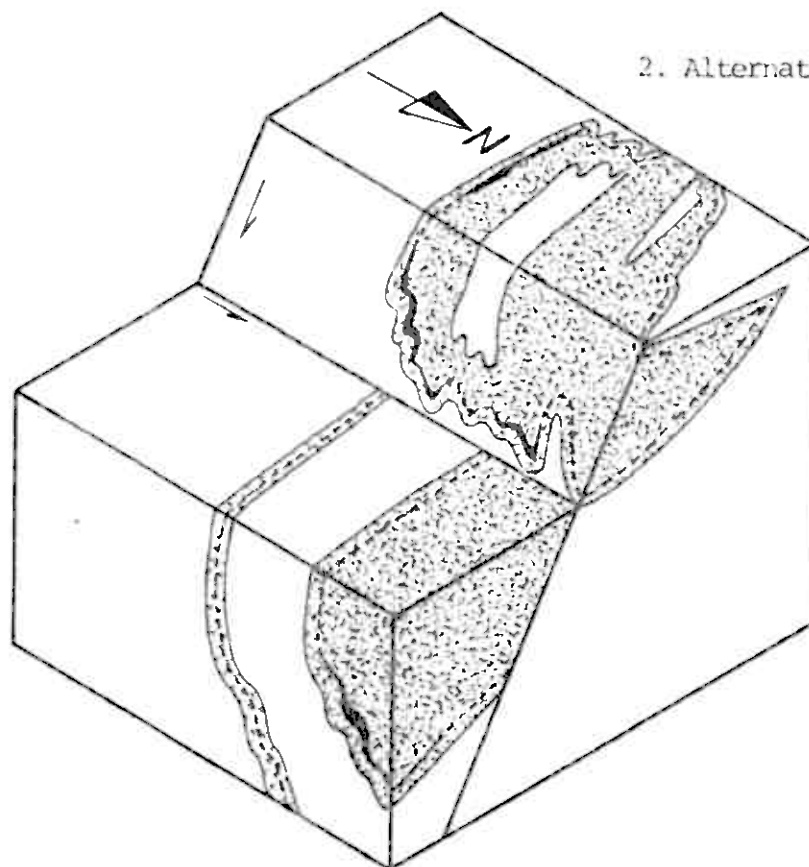
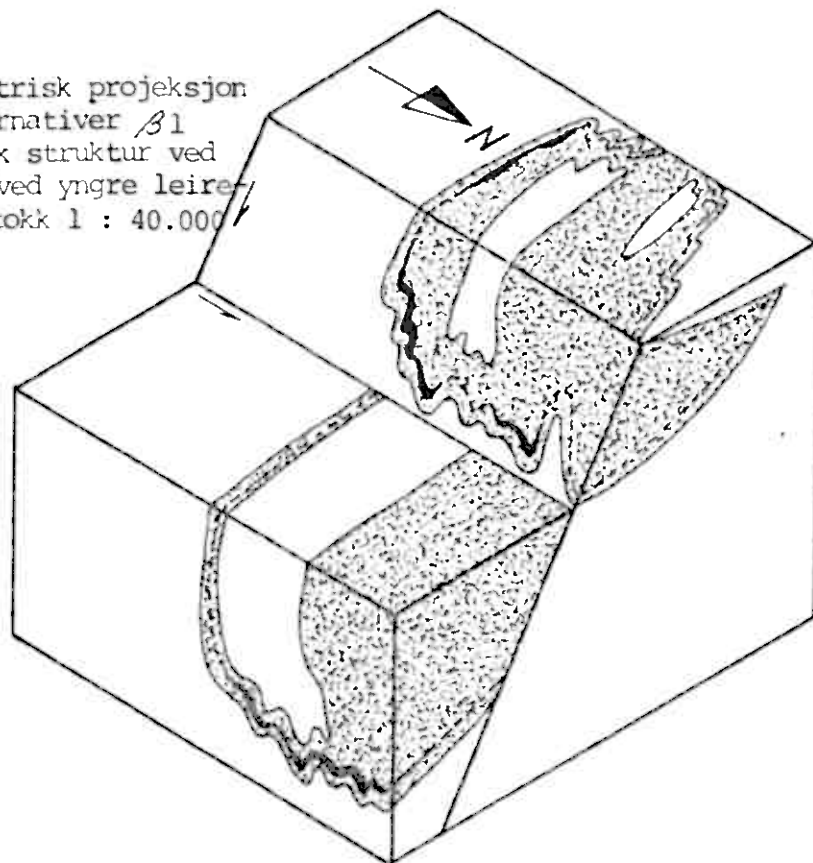
Forklaringer:

-  Sulfidmineralisering (representant)
-  Sulfidmalm (drivbar mektighet)
-  Amphibolitter og amphibolittskifere av ordovisisk "Størenggrønnsteiner" med eldre glimmerskifere og granatglimmerskifers som tilhører "Randan-gruppe."
-  Amphibolitt og eller amphibolitt-skifere som tilhører:
a) "Gula-gruppe" eller b) "Randan-gruppe" bunnamfibolitter, eldre enn glimmerskifere og granatglimmerskifere.

M. Motys.

Aksonometrisk isometrisk projeksjon
av skjematiske alternativer β_1
og β_2 av geologisk struktur ved
Tverrfjellet gruve ved yngre leire-
forkastning. Målestokk 1 : 40.000

1. Alternativ β_1 bygger på en foldet synformstruktur som er rester av avdenudert ordovisisk overskøvet "Randan-dekke". I nedsunket blokk i heng er høyde-spranget meget stort siden amfibolitt-skifene her har en annen litologisk utvikling fra en provins av avsetningsbassenget (pellittisk materiale sterkt dominerende).
2. Alternativ β_2 har prinsipielt den samme geologiske struktur som β_1 , men i blokk i heng er den horisontale forskyvningen mye større.

2. Alternativ β_2

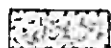
Forklaring:



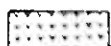
Sulfidmineralisering (representant).



Sulfidmalm (drivbar mektighet)



Amfibolitter og amfibolitt-skifere av ordovisisk "Størengruppegrønnsteinene" med eldre glimmerskifer og granatglimmerskifer som tilhører "Randan-gruppen".



Amfibolitt og eller amfibolitt-skifere som tilhører: a) "Gulagruppe" eller b) "Randan-gruppe" bunn-amfibolitter, eldre enn glimmerskifer og granatglimmerskifer.

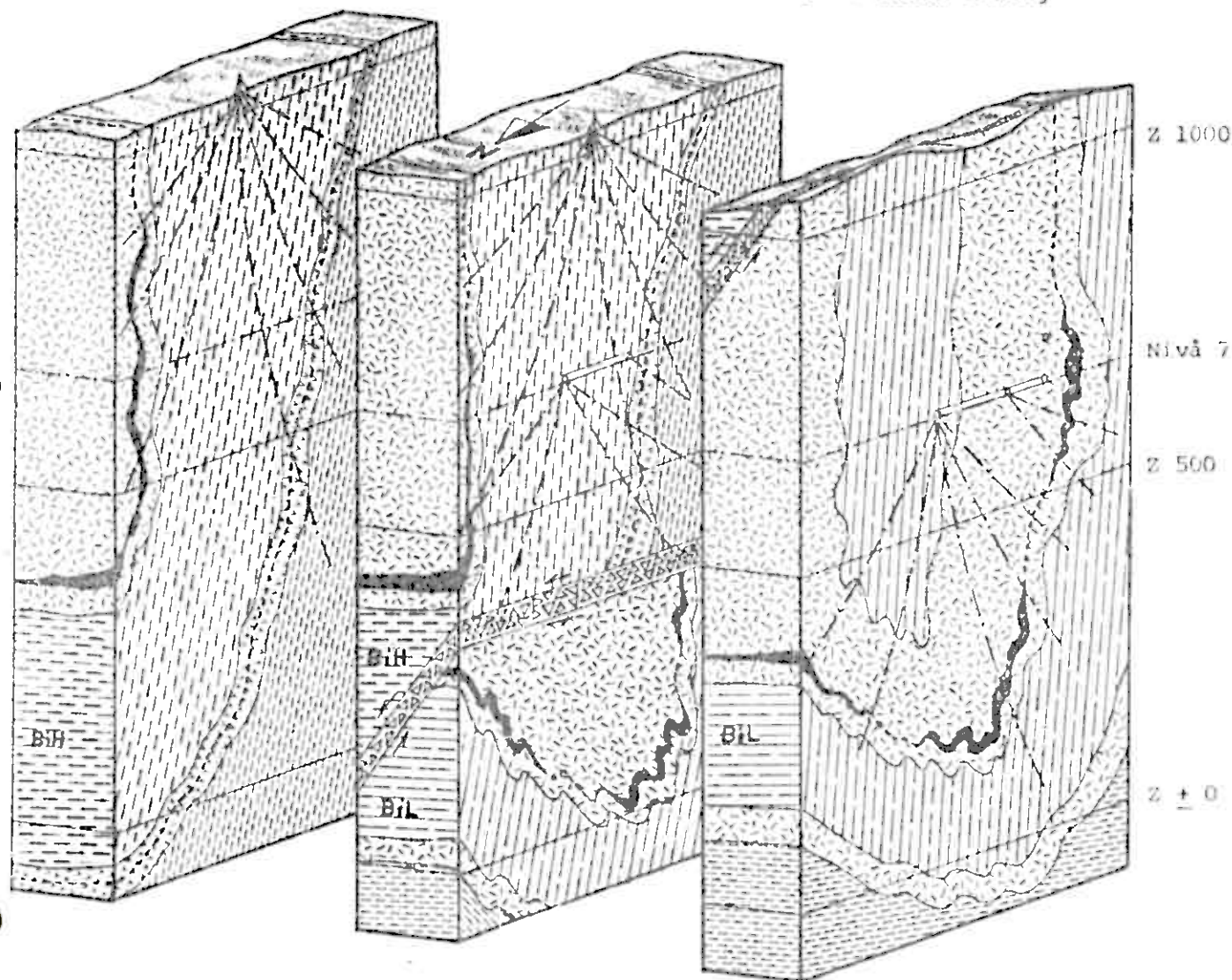
avd. Tverrfjellet

Aksonometrisk trimetrisk projeksjon, målestokk 1 : 10.000.

Tenkt skjematisert geologisk situasjon ved yngre leire-forkastning ved Tverrfjellet gruve (øst for anleggets bygninger).

BiL = blokk i ligg

BiH = blokk i heng

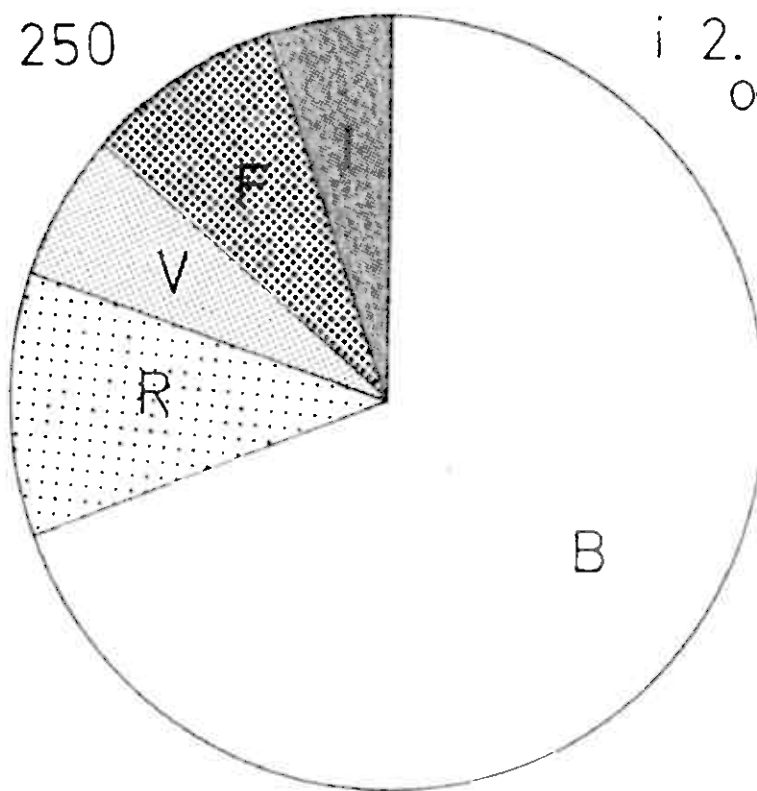


Denne skjematiske situasjonen oppstår ved β_2 -alternativet. I blokk i heng har vi de stratigrafiske eldre fyllitter og fyllit-glimmerskifere av den kambriske "Gula-gruppen" sammen med amfibolitt og amfibolitt-skifere som inneholder en svak mineralisert sone av FeS_2 med striper Fe_3O_4 i kvartsittisk grunnmasse. Mineraliseringen kan øke mot dypet. De amfibolitter og amfibolitt-skifere som tilhører de ordovisike "Støre-gruppe-grønnsteinene" av "Randan-gruppe" og som er moderbergarter for sulfidmalm analog til gruva finner vi nedsenket og forskjøvet nordover mot Grisungbekken.

Denne trimetriske projeksjonen viser malmløsningsmuligheter i blokk i heng og i blokk i ligg ved den yngre leireforkastningen. Ved boring fra dagen oppnår vi en høyere fleksibilitet. Man har ved en slik undersøkelse like gode muligheter til å løse den geologiske problematikken (struktur, litostratigrafi). Ved undersøkelses alternativ fra gruva blir utgiftene til tilredningsarbeidene for borplasser øst for leire-forkastningen høye og man kan utnytte de bedre til å bore enda mer østover, f.eks. en komplett vifte til. Ulemper ved drift av pilotort og tverrslag i blokk i heng er: Store omkostninger, produksjon av gråberg som ikke kan brukes som pukk-materiale, problemer med avskalling, støping av en 40 m lang ort gjennom leire-breksjesone og lav kapasitet for drift p.g.a. prioritetering av spiralens inndrift og tilredning på nivå 8.

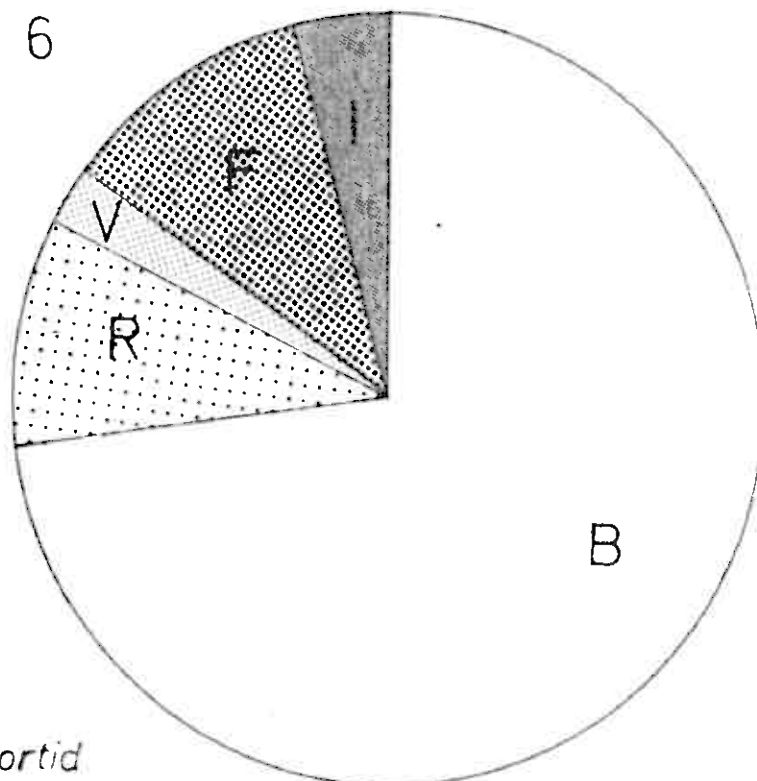
BORMASKINUTNYTTELSE (timeprosent) i Tverrfjellet gruve ved Folldal Verk A/S

Diamec 250

i 2. halvår 1974
og 1. av 1975

XC-42 H 6

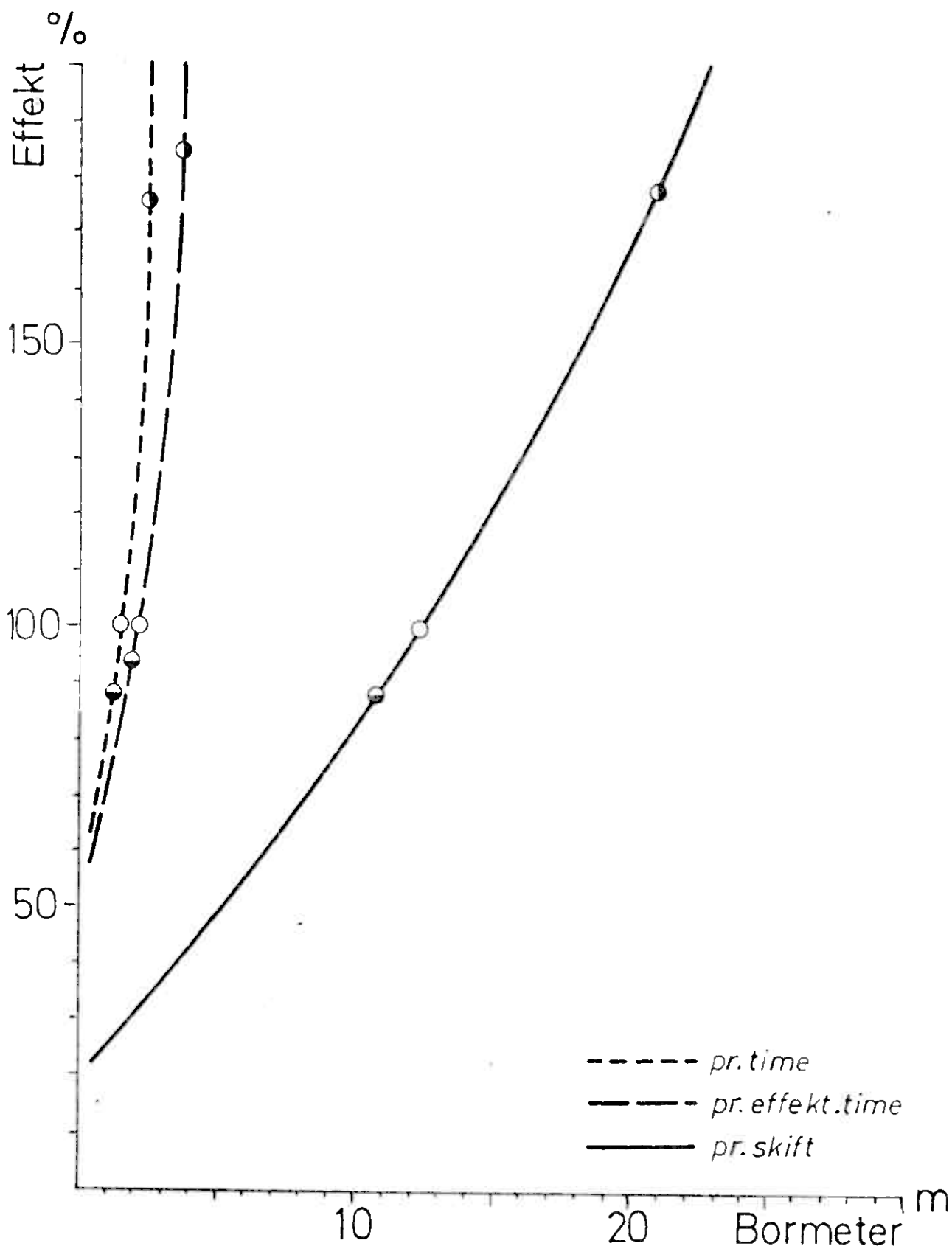
i 1974



B = *effekt. bortid*
 F = *flyttingstid*
 I = *instalasjonstid*
 R = *reparasjonstid*
 V = *vedlikeholdstid*

27. 7. 1975, M. Motys

BORMASKINENESEFFEKTER i Tverrfjellet gruve ved Folldal Verk A/S

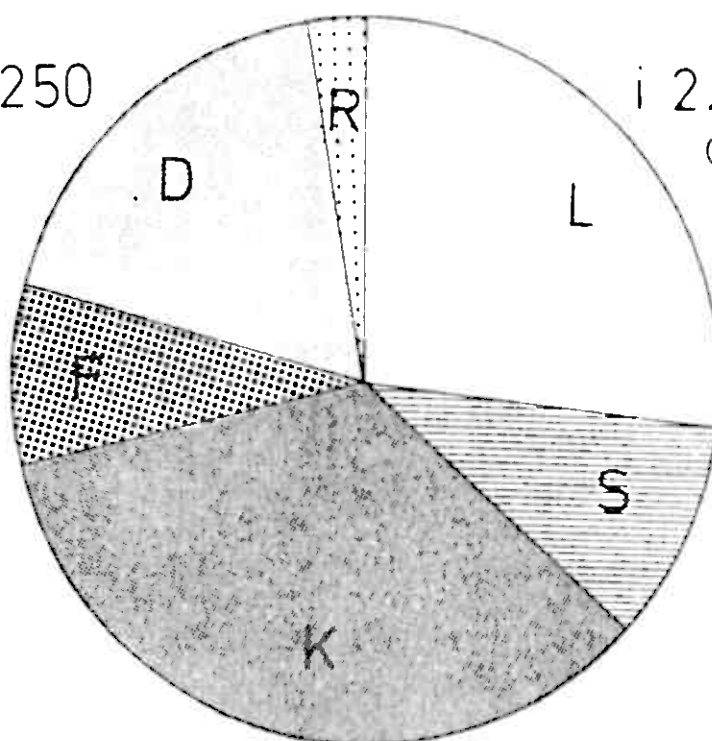


- Ved Craelius X-4 i 1974
- Ved Craelius XC-42 H 6 i 1974 (regnet som 100%)
- Ved Diamec 250 i 2. halvår 1974 og 1 av 1975 (sammen)

27. 7. 75, M. Motys

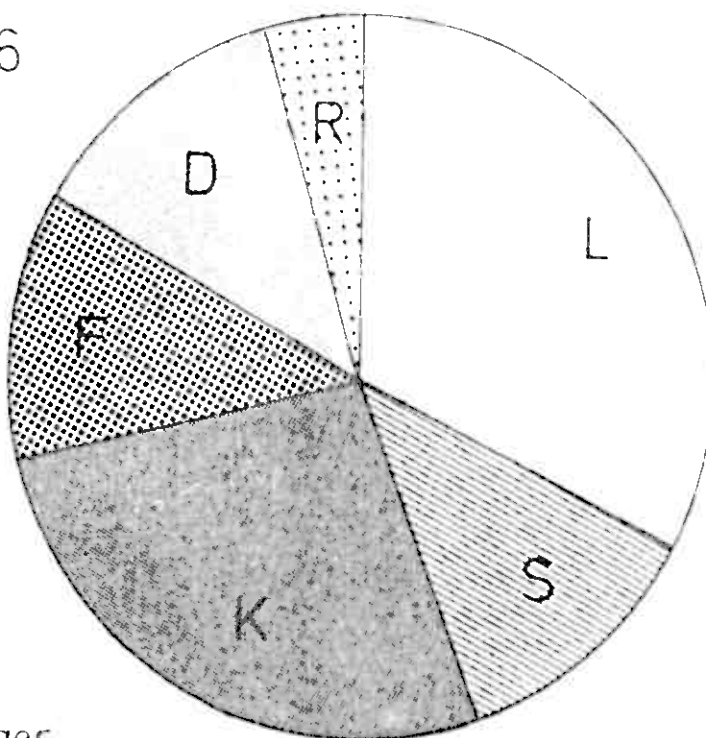
DRIFTSKOSTNADER AV DIAMANTBORING i Tverrfjellet gruve ved Folldal Verk A/S

Diamec 250

i 2. halvår 1974
og 1. av 1975

XC-42 H 6

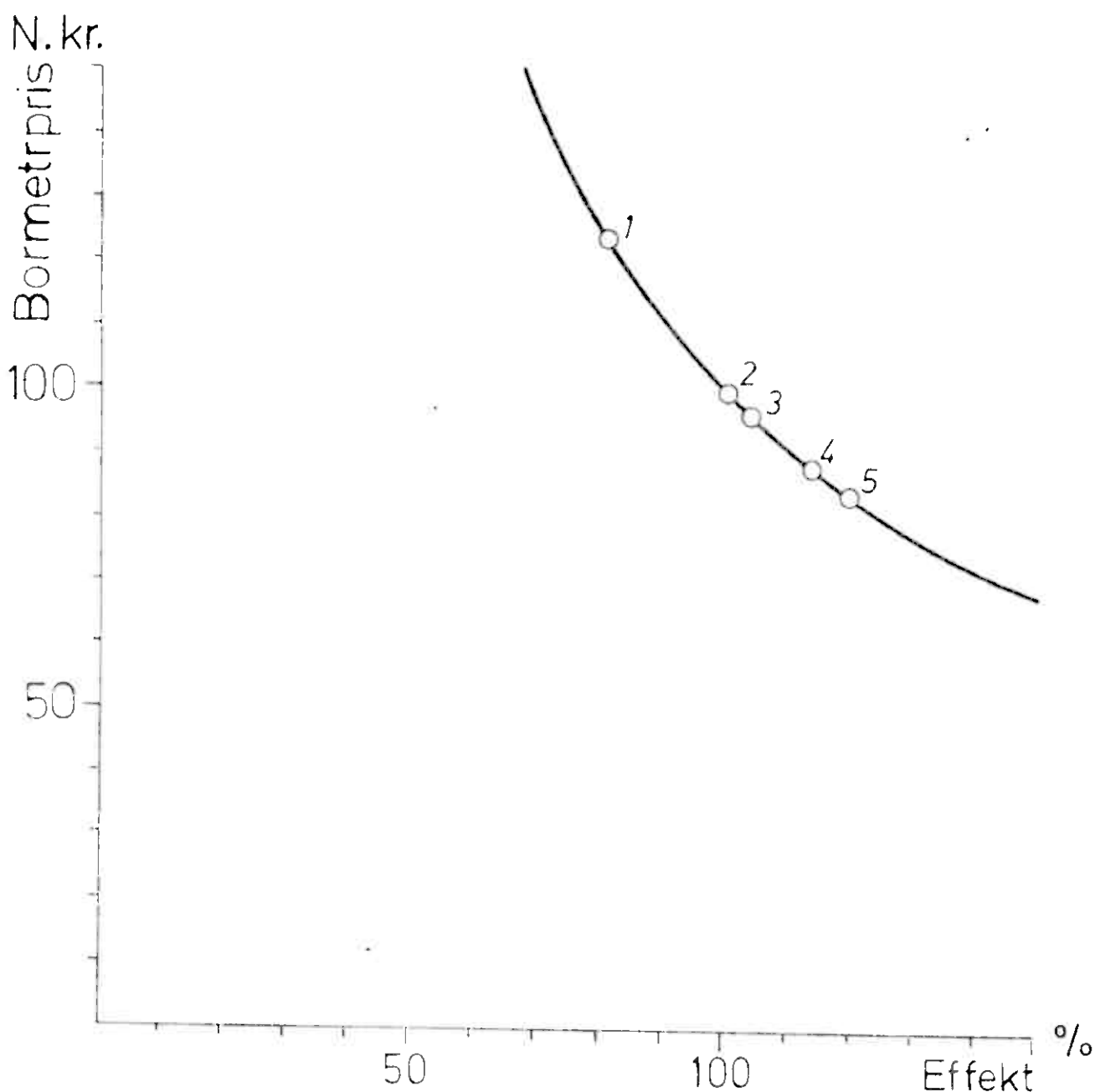
i 1974



- L = lonninger
 S = sosiale utgifter
 K = brukte diamantborkroner
 F = flytting
 D = reservedeler
 R = reparasjoner

27. 7. 1975 M Motys

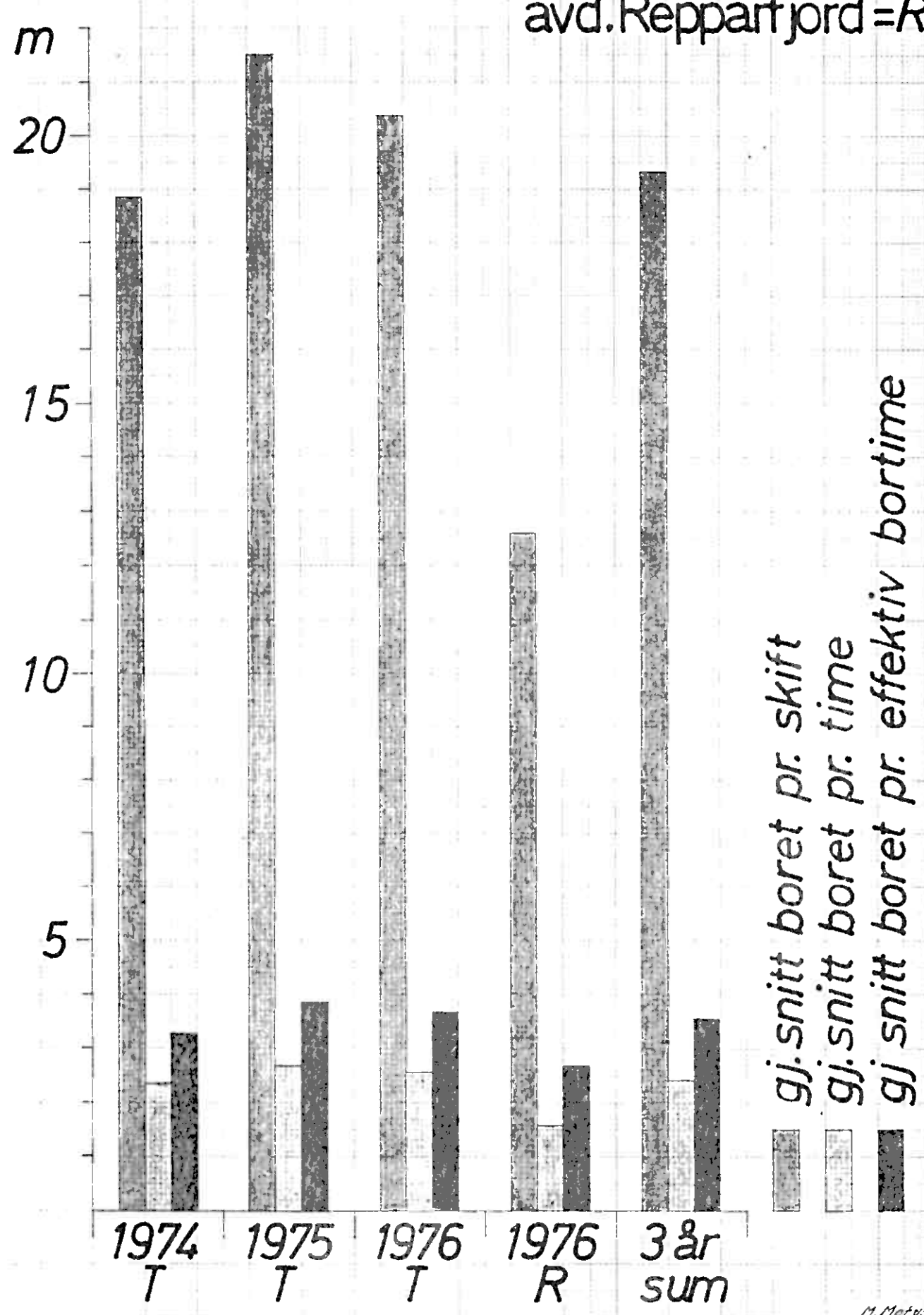
GJENNOMSNIITTSPRIS PR. BORMETR i Tverrfjellet gruve ved Folldal Verk A/S



- 1 = Ved boringen med Craelius X-4 i 1974
- 2 = Ved boringen med Craelius XC-42 H 6 i 1974
- 3 = Ved boringen med Diamec 250 i 2. halvår 1974
- 4 = Ved boringen med Diamec 250 i 2. halvår 1974 og 1. av 1975 (sammen)
- 5 = Ved boringen med Diamec 250 i 1 halvår 1975

27. 7. 1975, M. Motys

BOREFFEKTENE - OPPNÅDD MED DIAMEC 250, 25 E ved Folldal Verk A/S: avd. Tverrfjellet = T avd. Repparfjord = R



DIABORINGS RESULTATER MED DIAMEC 250, 25 E, DIAM. TT 46 VED FOLLDAL VERK A/S :

avd. Tverrfjellet = T
 avd. Repparfjord = R

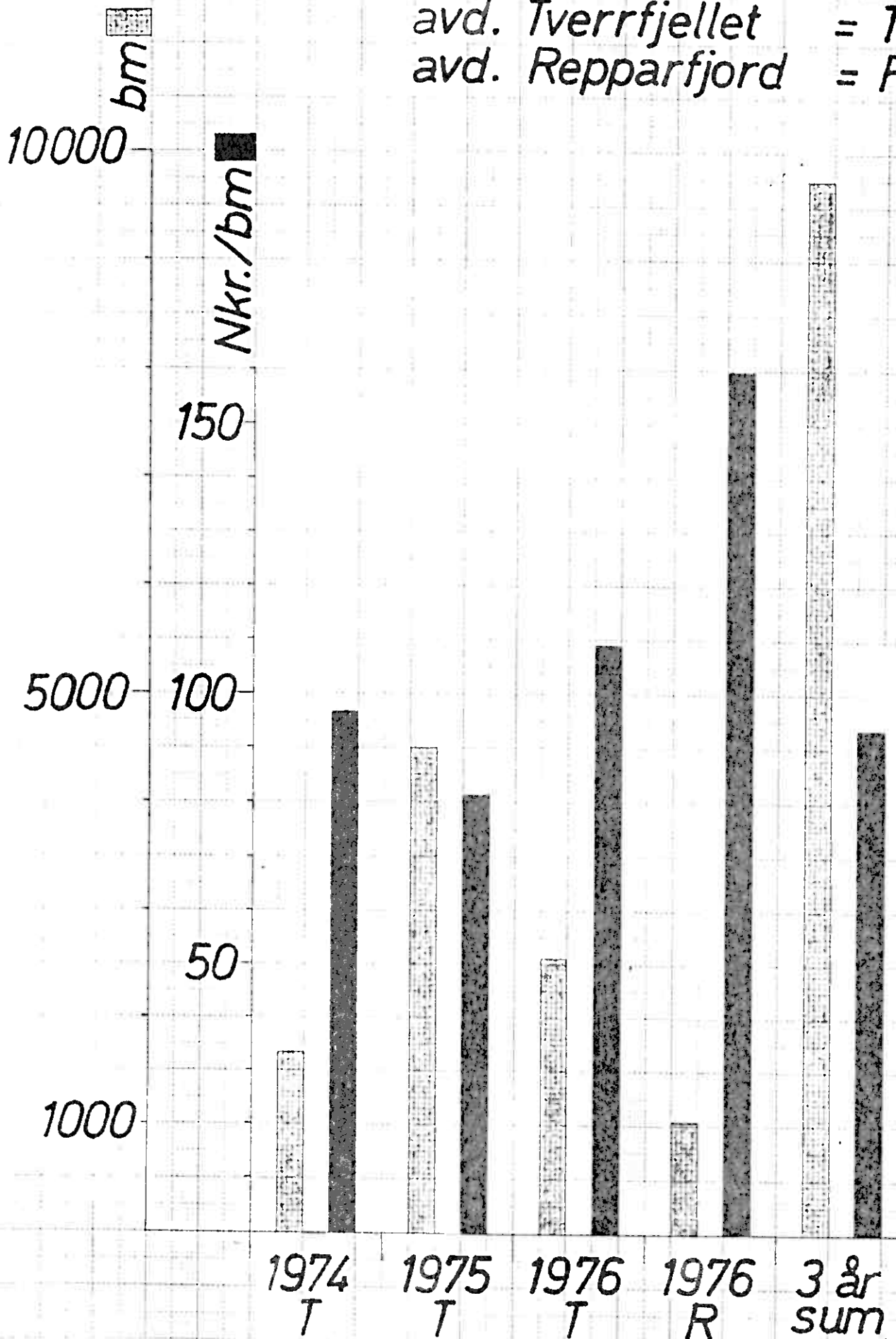


DIAGRAM OVER KOSTNADER OG
BORSYNK AV "PULVER" DIABOR-
KRONE INDIMANT X 108, TT 46,
VED FOLLDAL VERK A/S, avd.

Tverrfjellet pr. 1.4.1977 :

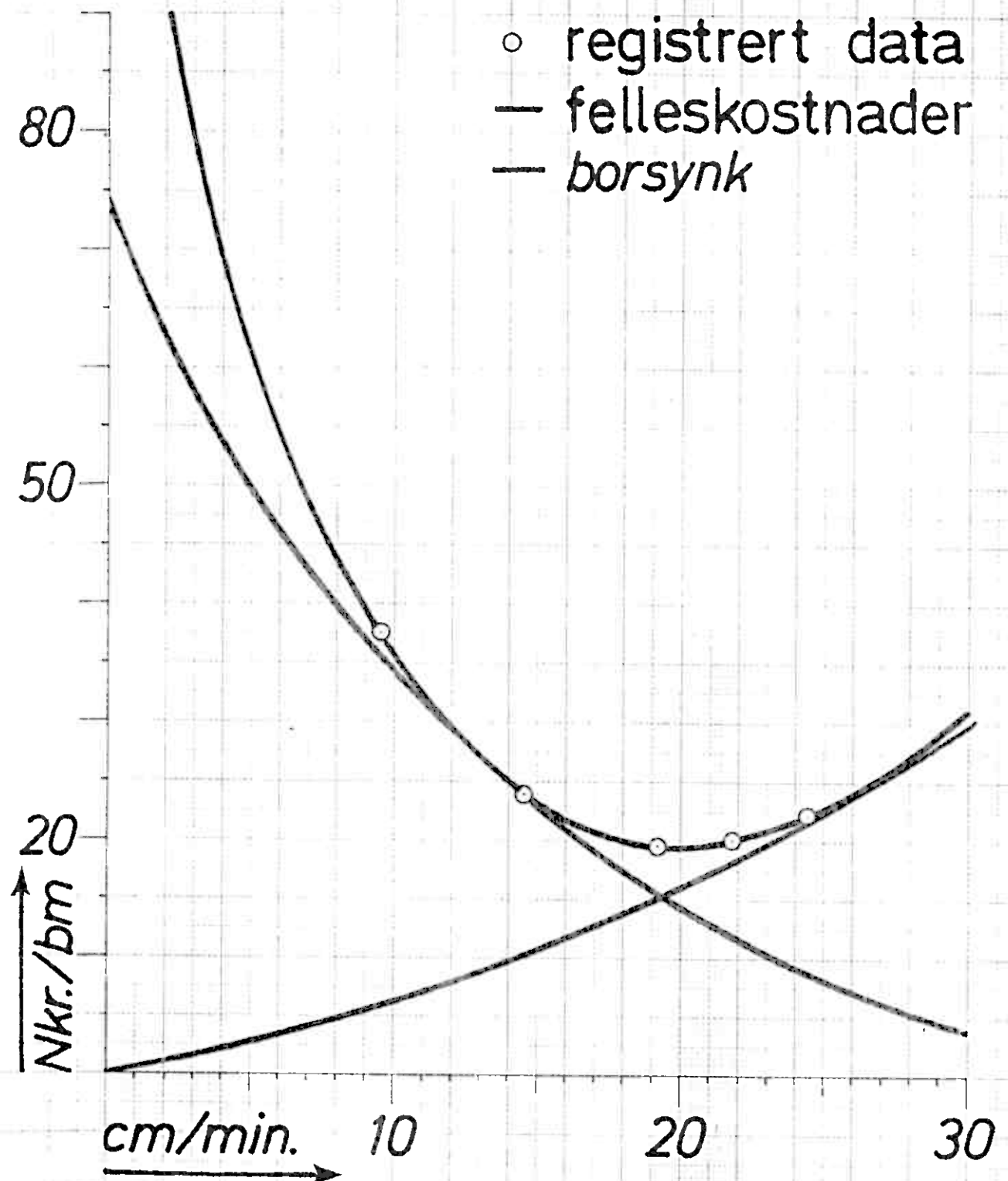


Fig. 13 viser prinsipp for systematisk oppboring av forekomst.
 Alt. 1: Vertikalsnitt ved steiltstående forekomst.
 Alt. 2: Plansnitt ved flattliggende forekomst.
 For kategori A: $a = 15-20$ m
 For kategori B: $a = 30-40$ m
 For kategori C: $a = 40-80$ m

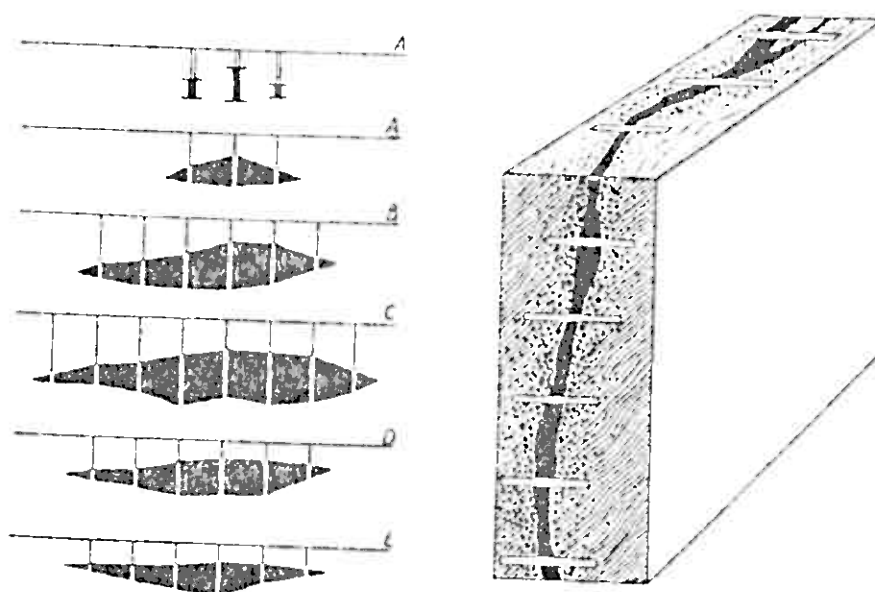
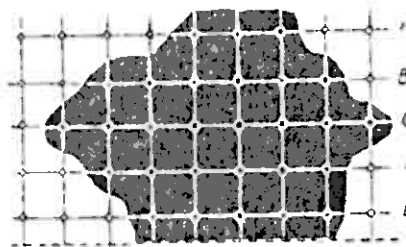


Fig. 14: Eksempel på systematisk undersøkt og oppfart forekomst.

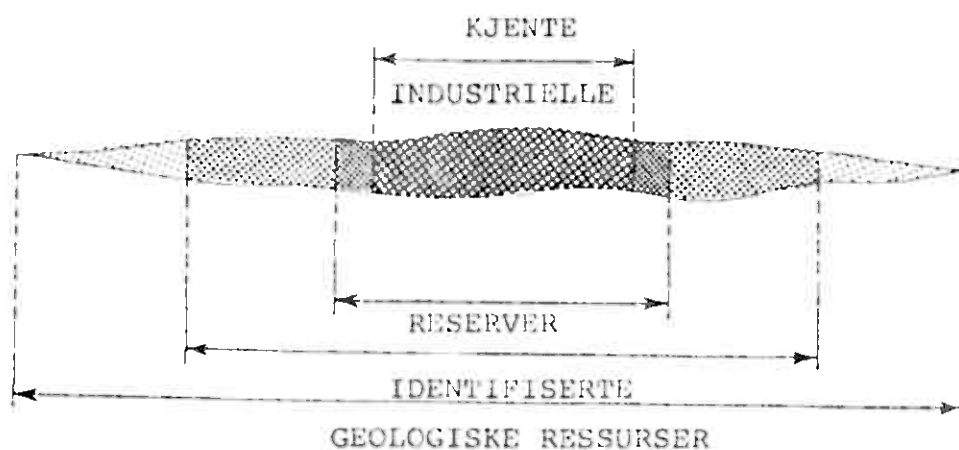
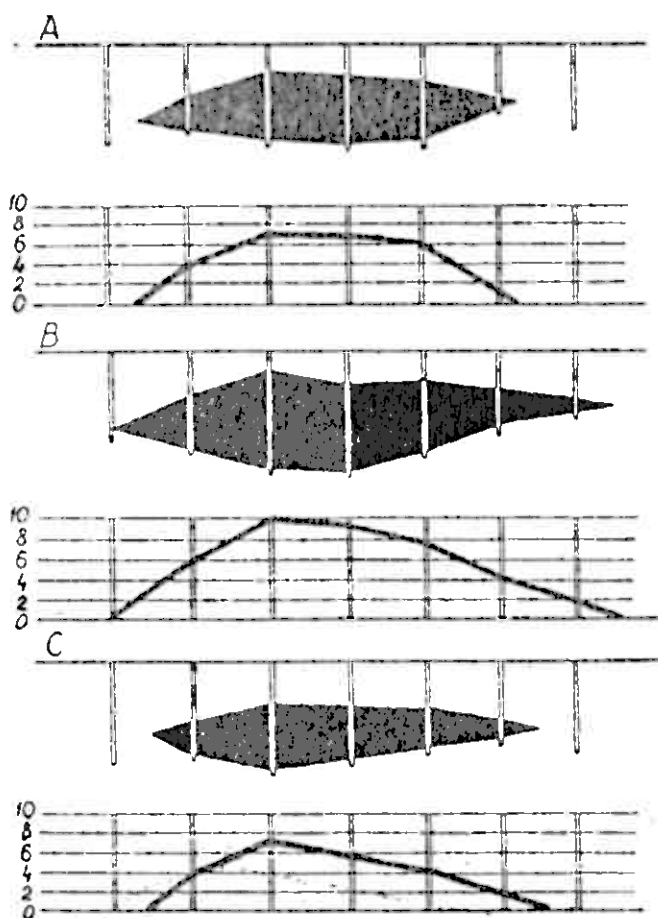
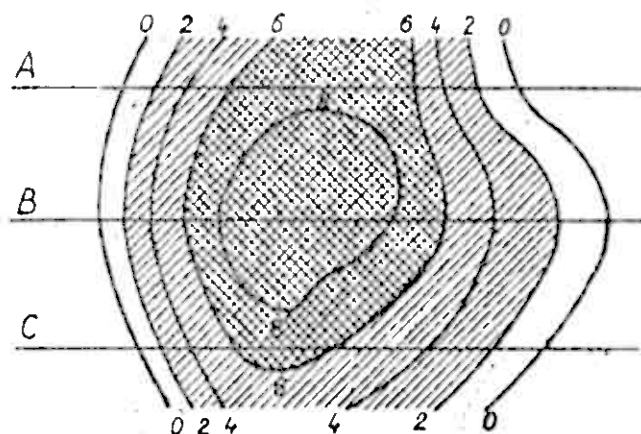
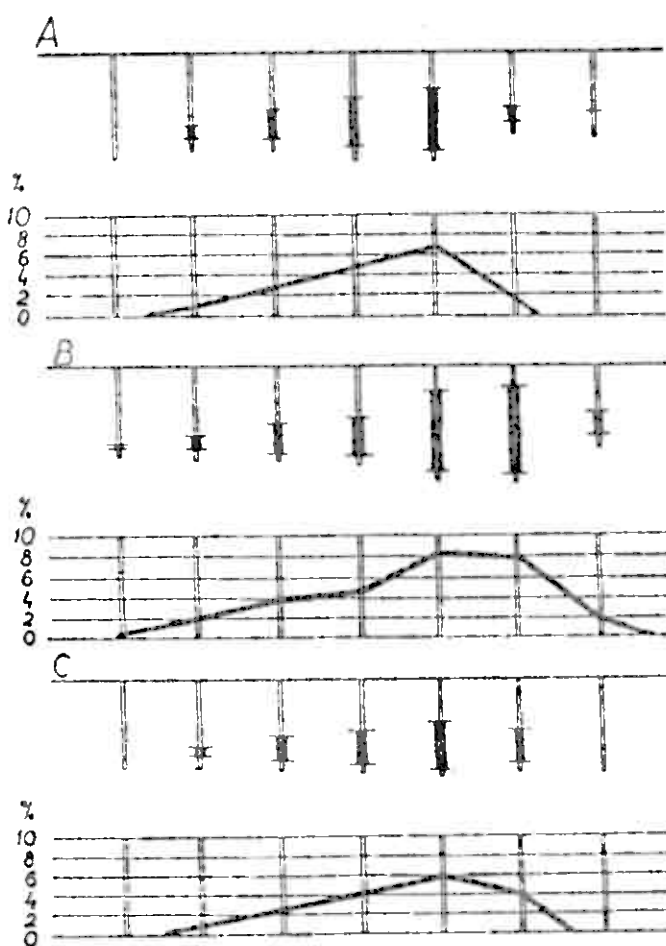
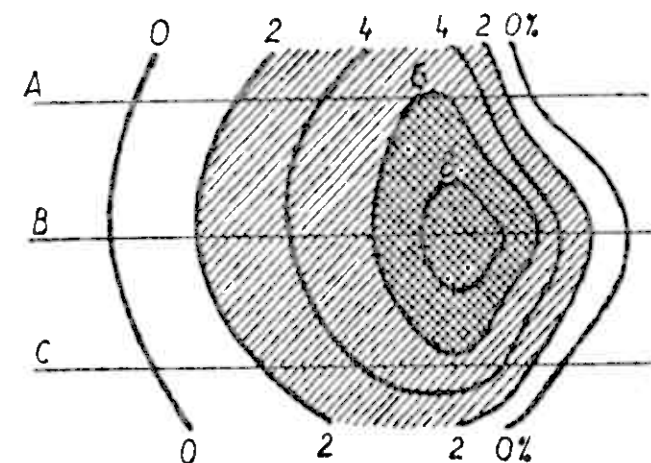


Fig. 15. Skjematisk oppdeling av malmkropp i plansnitt.



Konstruksjon:

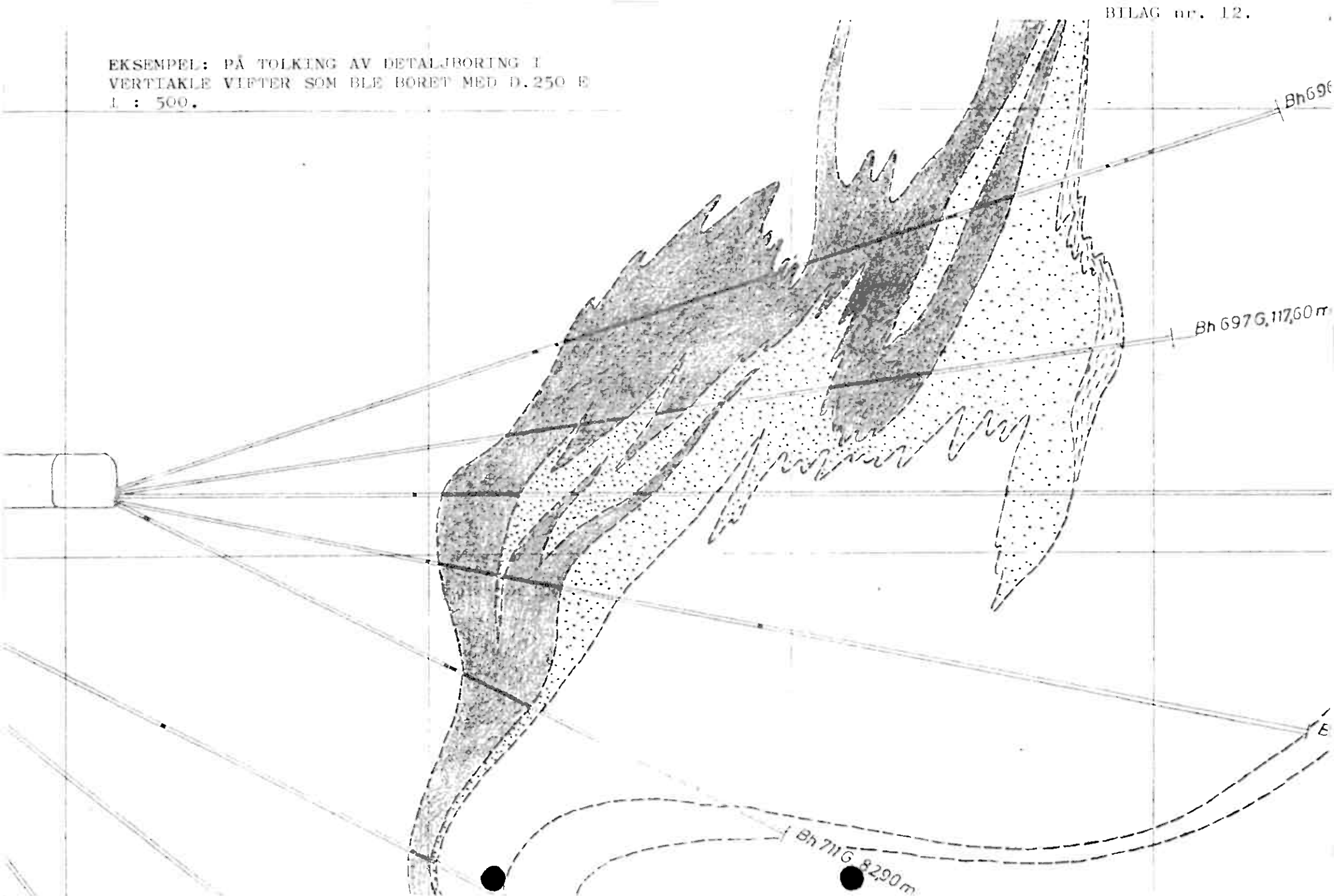
Fig. 5 viser hvordan man konstruerer kotekart av mektigheter (bredde). Slike kart er viktige grunnlag for planlegging av tilredning og brytning. De kan brukes til planimetrisk kontroll av volumberegning. Kart viser tydelige struktur-tektoniske forhold.

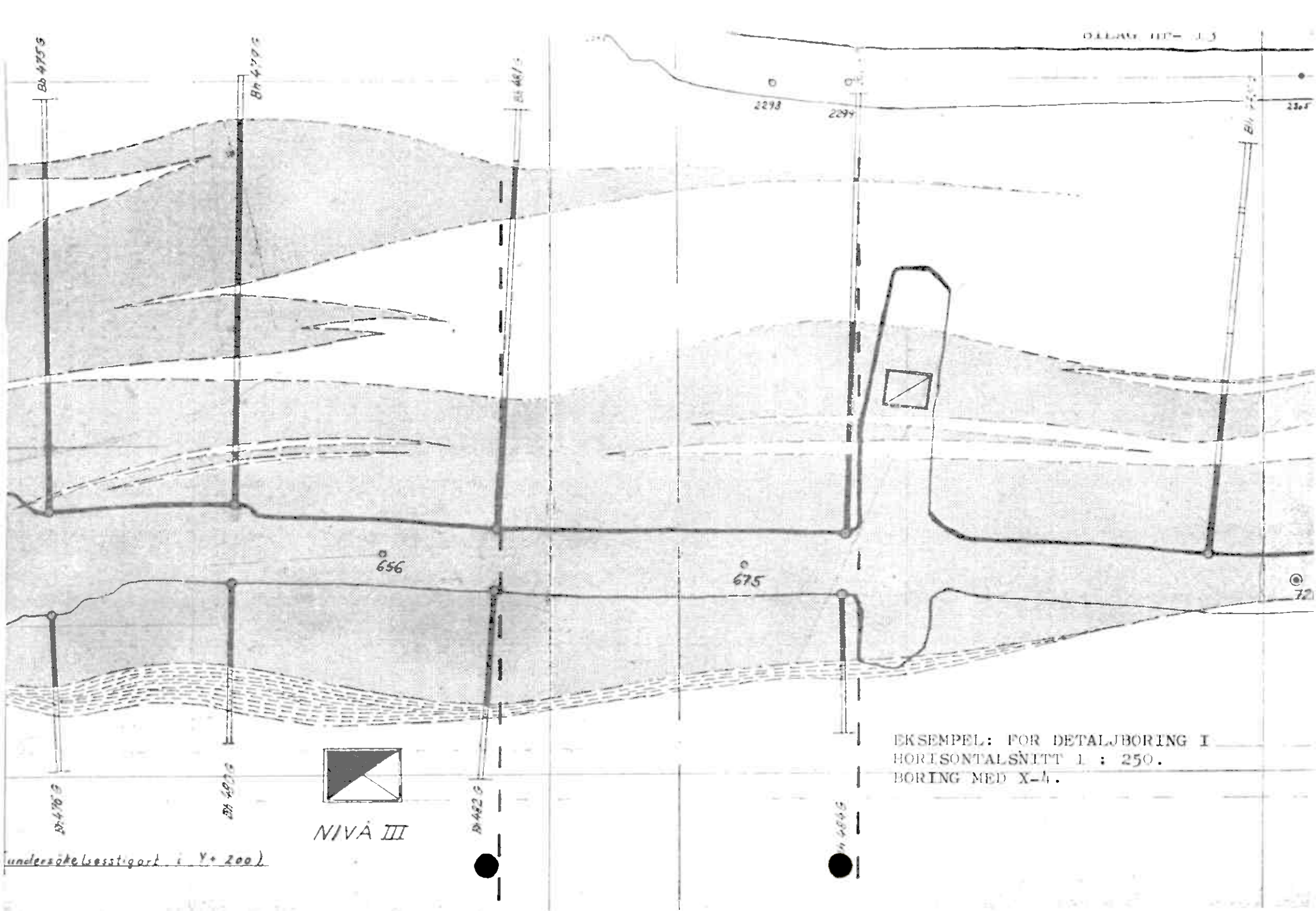


Konstruksjon:

Fig. 6 viser hvordan vi konstruerer kotekart av gehalter. Slike kart brukes som grunnlag for planlegging av tilredning og avbygging. Fra slike kart kan man diskutere genetiske og struktur-tektoniske forhold vedrørende forekomsten. Kartene kan dessuten brukes til planimetrisk kontroll av gjennomsnittlig gehaltsberegning.

EKSEMPEL: PÅ TOLKING AV DETALJBORING I
VERTIKALE VIFTER SOM BLE BORET MED D.250 E
1 : 500.





Bh 475 G

Bh 470 G

Bh 467 G

Bh 470 G

Bh 470 G

Bh 462 G

Bh 454 G

656

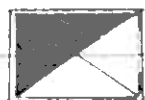
675

2298

2294

2304

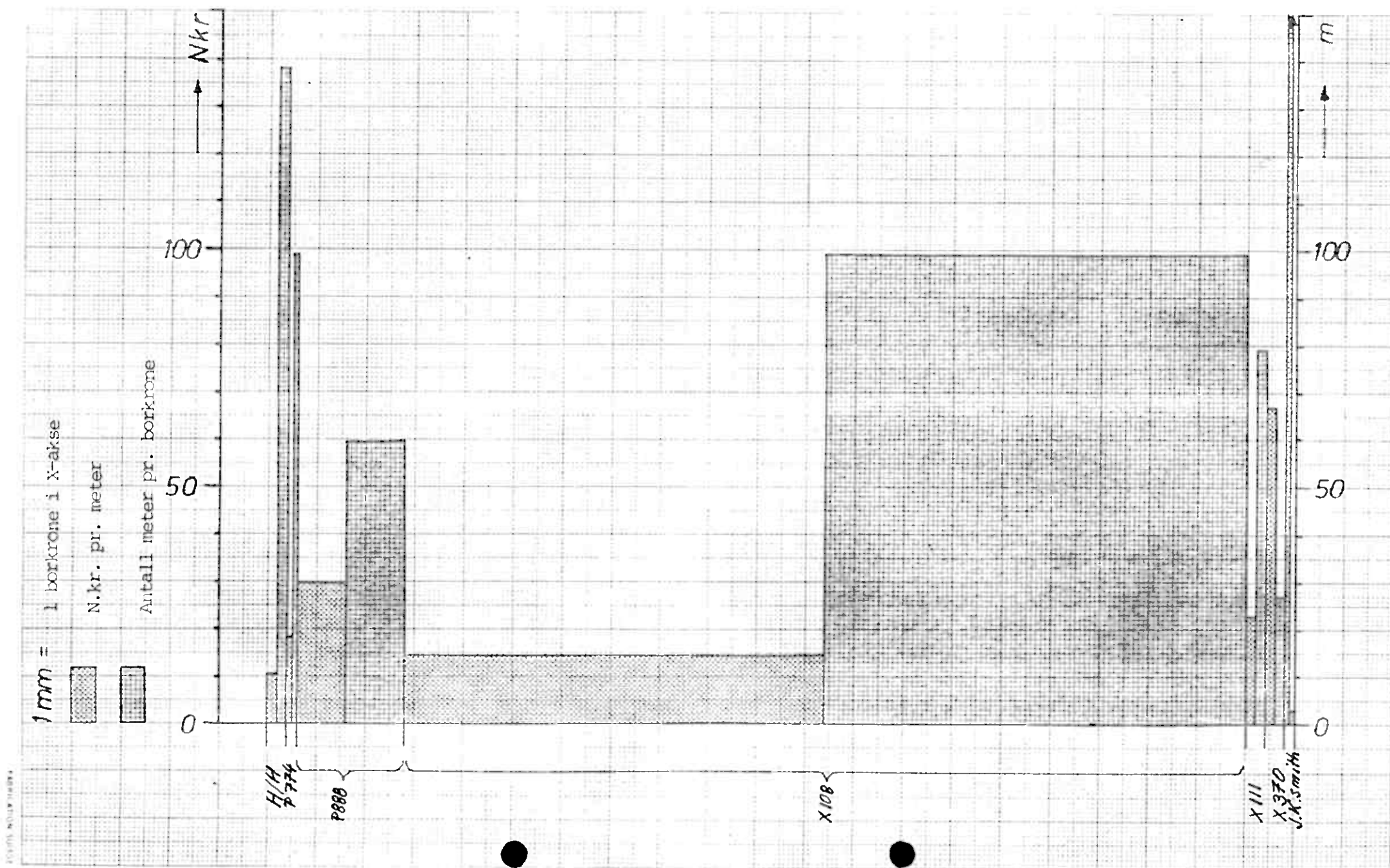
72



NIVA III

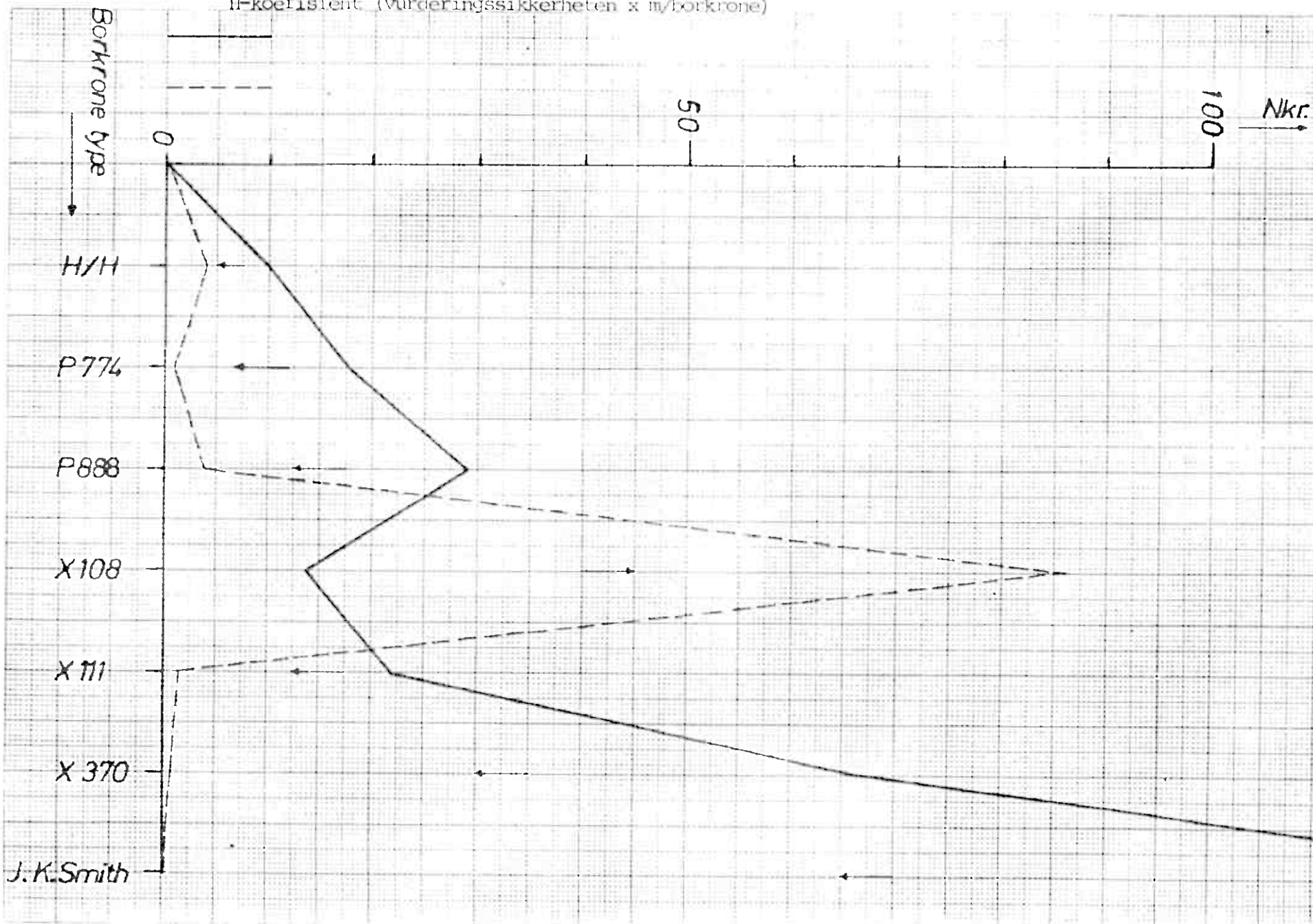
undersøkellesstignert i Y+200

EKSEMPEL: FOR DETALJBORING I
HORIZONTALSNITT 1 : 250.
BORING MED X-4.



Gjennomsnittskostnader: Nkr. / m

H-koeffisient (vurderingssikkerheten x m/borkrone)



TOTALE RESSURSER.							
Identifiserte		Prognotiske					
Kjente							
		Reserver			Ressurser.		
		Påviste	Sannsynlige	Antatte	Mulige	Hypotetiske	Spekulative
		90 % < S 95 % >	80 % < S 85 % >	60 % < S 70 % >	40 % < S 50 % >	10 % < S 20 % >	0 % < S 10 % >
Økonomiske ressurser	For tiden drivverdige.	A	B	C ₁	C ₂	D ₁	D ₂
Subøkonomiske ressurser	For tiden ikke drivverdige	a	b	c ₁	c ₂	d ₁	d ₂

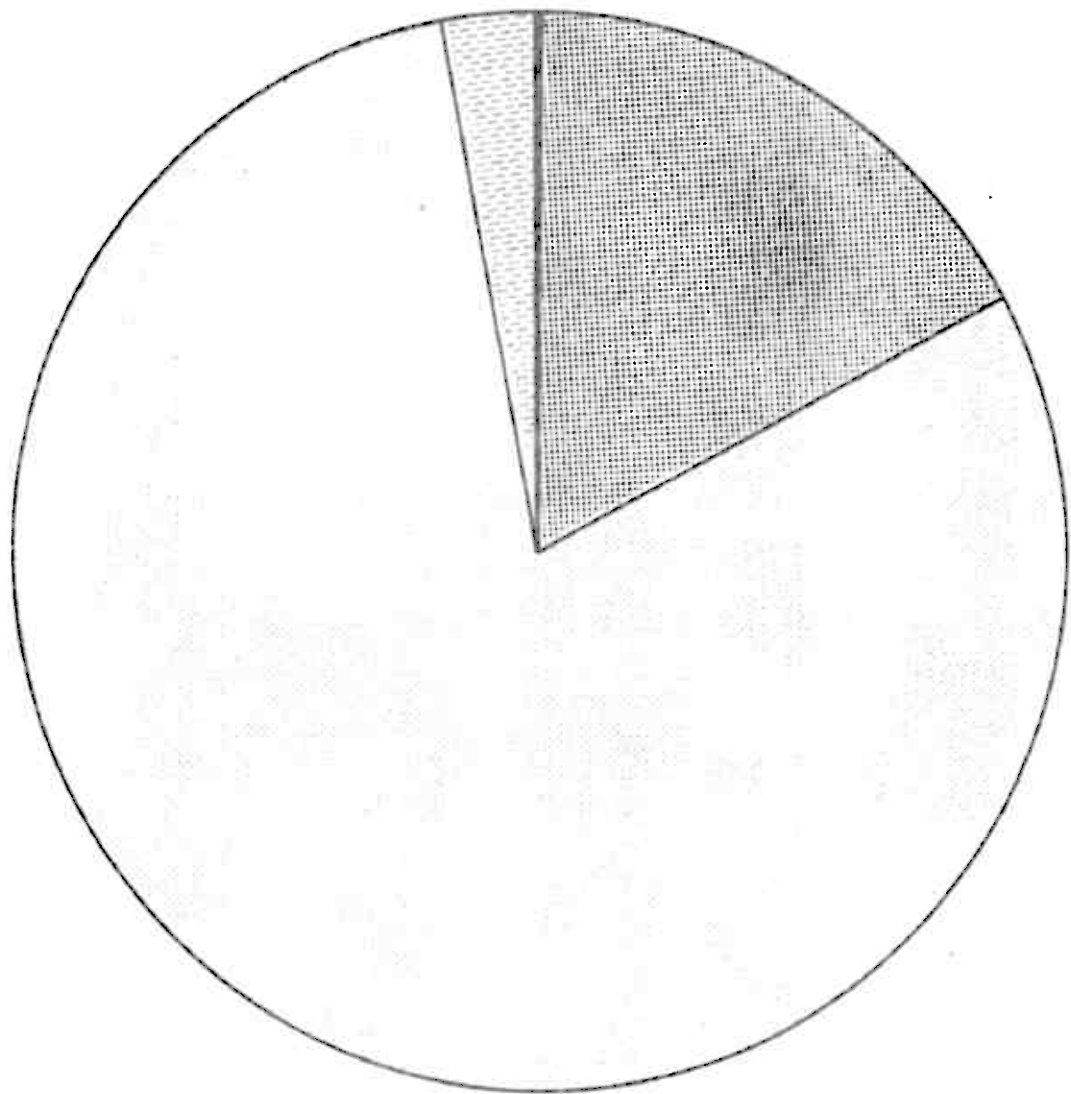
S = sikkerhet

Klassifikasjonsskjema for Tverrfjellet.

Handwritten signature

Oversiktsdiagram over diamantboremaskinenes
utnyttelse ved Folldal Verk A/S -
Tverrfjellet gruve i 1981.

M.Motys, 5.1.82.



Fargeforklaringer:

□ Craelius X4, T 2 36, 217,60 m

□ Diamec 250, TT 46, 6 252,00 m

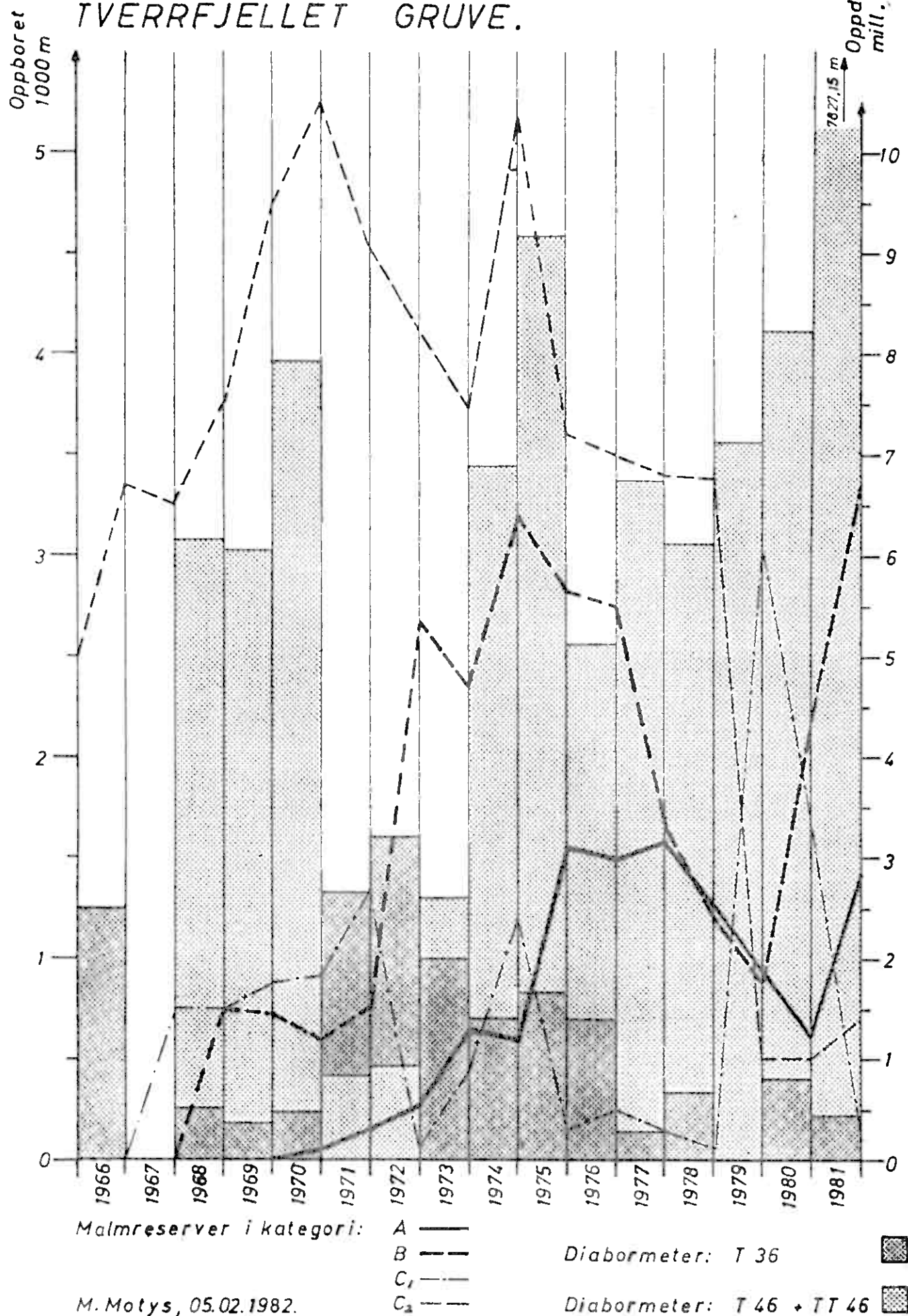
▨ Diamec 251, TT 46, 1 347,55 m

■ Toram 2x20, T 2 46, 10,00 m

Sum

7 827,15 m

FORHOLD MELLOM OPPDAGEDE MALM- RESERVER OG DIAMANTBORMETER I TVERRFJELLET GRUVE.



TVERREJ



Bh 579 G

Bh 764 G
Bh 763 G

Bh 580 G

Forka

766 G
767 G

● Bh 605 D ± 51°53' 61955 m

Dato lil meq.
25/2-82
H.