



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 1939	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Strukturgeologiske undersøkelser i Løkken Grube				
Forfatter Overwien, Einar		Dato 18.01 1961	Bedrift NTH	
Kommune Meldal	Fylke Sør-Trøndelag	Bergdistrikt Trondheimske	1: 50 000 kartblad 15213	1: 250 000 kartblad
Fagområde Geologi	Dokument type		Forekomster Løkken Grube	
Råstofftype Malm/metall	Emneord			
Sammendrag				

DET STORE *BN 1939*

EKSAMENSARBEID

HÖSTEN 1960

EINAR OVERWIEN

73

DET STORE EKSAMENSARBEIDE

HÖSTEN 1960.

Skisser til

Struktur-Geologiske Undersøkelser I Lökken Grube.

Einar Overwien.

STRUKTUR-GEOLOGISKE UNDERSÖKELSER I LÖKKEN GRUBE.

Det store eksamensarbeid for stud. techn. Einar Overwien.

Struktur-geologiske undersøkelser i Løkken Grube.

Det skal legges særlig vekt på å gi en oversikt over de viktigste sprekke-og forkastningsystemer.

Gi en detaljert beskrivelse av nivå 430 samt i den vestlige del av nivå 481. Undersøk videre relasjonen mellom sprekkesystemene i gruben og dagoverflatens utforming.

Trondheim, 22. juni 1960.

Jens A.W. Bugge

Jens A.W. Bugge.

E R K L Æ R I N G.

Jeg erklærer på ære og samvittighet at
der ikke har vært benyttet ulovlige hjelpemidler i for-
bindelse med det store eksamensarbeide.

Ranheim, 18/1 1961.

Einar Ovelien

Innholdsfortegnelse.

		side.
I	Forord.	1
II	Beliggenhet m.m.	3
III	Geologisk oversikt.	3
	1. Geologisk beliggenhet.	3
	2. Litt om Trondhjemsfeltet.	4
	3. Lökkenfeltet.	5
IV	Kisforekomstene i Lökkenfeltet.	7
V	Lökkenforekomstene.	8
VI	Sprekke- og forkastningstektonikken.	13
	1. Tidligere arbeider.	13
	2. Skyveplanet.	24
	3. Forkastninger i gruvas vestlige del.	32
	4. Beskrivelse av nivå 430.	50
	5. Beskrivelse av nivå 481 (vest).	61
	6. Andre tektoniske iakttagelser.	64
	7. Analyse av sleppemateriale samt slipbeskrivelser.	69
	8. Dagoverflatens utforming.	74
	9. Sammendrag.	80
VII	Andre strukturelle iakttagelser.	86
	1. Over skyveplanet.	87
	2. Under skyveplanet (strukturer i malmen).	87
	a) Forholdet kis-magnetit i profil 73b.	87
	b) Båndete strukturer vest for Wallenberg sjakt.	88

I FORORD.

Feltarbeidet på Lökken ble konsentrert om gruva, og da først og fremst om nivåene 430 og 481. På disse to nivåene ble på de mest egnete steder de største slepper og sprekker innmålt med kompass så godt det lot seg gjøre. Knusningssoner og større slepper fylt med sleppemateriale ble og oppmålt i forhold til fastmerker og senere avsatt på gruvekartene. Sprekker eller stikk med utbredelse mindre enn 2 - 3 m i noen retning er ikke tatt med.

Profilkartene fra gruva vestenfor Wallenberg sjakt ble gjennomgått, og steder der kartene antydte mulige forkastninger, ble i den grad det lot seg gjennomføre oppsøkt for eventuelt å måle inn disse. Dessverre var partiet like øst for synken (vest) på 430 praktisk talt utilgjengelig på grunn av driften, slik at dette parti av malmen som var meget ujevnt og oppknust, ikke ble undersøkt. En del av de mest markante slepper på dette sted var imidlertid allerede inntegnet på et kart.

Under de arbeider som her er nevnt, ble også andre strukturer iaktatt som for eksempel bånding i malmen o.s.v.

Videre ble det ved hjelp av stereoskop og flyfotos undersøkt om det fantes strukturer i dagen som kunne ha sin årsak i forkastninger og sprekkdannelser. Endel turer ble foretatt ute i terrenget for å oppsøke slike steder. På to egnete steder ble det også foretatt direkte måling av slepper og sprekker med kompass. Der man kunne iaktta glidestriper på sleppeflater, ble disse innmålt både i gruva og oppe i dagen.

På hovedkontoret på Lökken ble det tegnet av en del av profilkartene samt et gammelt kart over en del av Fortuna-sålen der en del slepper og knusningssoner var inntegnet.

Feltarbeidet foregikk høsten 1960, og jeg vil takke gruveingeniørene og markscheiderne samt Erling Sagvold for all god hjelp. Stigerne i gruva har og vært meget hjelpsomme og vist meg rundt på forskjellige steder.

En del stuffer ble samlet inn under feltarbeidet og bragt til N.T.H. Preparant Anker Iversen har laget slipene samt hjulpet meg med fotograferingen av disse, hvilket jeg vil takke ham for. Hos Cand.real. Rolf Selmer-Olsen er det blitt tatt 2 DTA analyser av sleppemateriale fra Lökken.

Spesielt vil jeg rette en takk til professor Jens A.W. Bugge som har vært meg meget behjelpelig med gode råd.

Trondheim, desember 1960.

II Beliggenhet m.m.

Lökken Verk eies av Orkla Grube-Aktiebolag og ligger ca. 7 mil sørvest for Trondheim i Meldal kommune som ligger i Sør-Trøndelag fylke. Noen km vest for stedet renner elven Orkla på sin vei mot de brede Orkdalsbygdene og ender i Trondheimsfjorden ved Orkanger.

Via dette sted har Lökken Verk god veiforbindelse med Trondheim, og fra Orkanger går dessuten en 25 km lang, smalsporet, elektrifisert jernbane som mest nyttes til å frakte gruvenes forskjellige produkter frem til Thamshavn der smelteverket Orkla Metall A/S og skipningshavnen ligger. Sörover er det veiforbindelse med Berkåk stasjon på Dovrebanen, og vestover veiforbindelse med Nordmøre via Storås og Rindal. Det er daglig bussforbindelse med disse steder.

Selve Lökken Verk ligger ca. 160 m.o.h. i en trang nord-syd gående sidedal til Orkla. På begge sider av dalen hever terrenget seg bratt opp mot 300 - 500 m høyde. Sjakten der mesteparten av kisen fordres, ligger ved Fagerlia vest for Lökkendalen i ca. 300 m høyde over havet.

III Geologisk oversikt.

1. Geologisk beliggenhet.

Det geologiske felt som malmene på og i nærheten av Lökken ligger i, har fått betegnelsen Lökkenfeltet. Dette er en mindre del av det vel kjente Trondhjemsfelt, som i nord strekker seg godt og vel til Snåsavatnet og i sør omlag til Otta i Gudbrandsdalen. Mot vest dekker Trondhjemsfeltet stort sett den østlige del av Fosen-halvöya, og videre kan man grovt regnet si at grensen går langs en linje fra Orkanger i nord til Otta i sør, med unntak av en utløper ned mot Surnadal på Nordmøre. Fra Otta kan man så trekke en linje mot Röros og videre opp til riksgrensen mot Sverige ved Storlien og langs denne nordover på høyde med Snåsa.

2. Litt om Trondhjemsfeltet.

Trondhjemsfeltet ligger midt i den kaledonske fjellkjede. Denne består for det meste av kambrosiluriske sedimenter og dekker store deler av vårt lands berggrunn fra Stavanger i sør, opp til Finnmark i nord. Avsetningene av de eldste kambriske sedimenter fant sted for rundt regnet 500 millioner år siden. Trondhjemsfeltet er blitt oppdelt i 3 hovedgrupper, nemlig:

1. Rörosgruppen.
2. Stören-Bymarkgruppen.
3. Hovinggruppen.

Sistnevnte har en undergruppe som har fått betegnelsen Horggruppen.

Rörosgruppens sedimenter stammer fra overgangen mellom Kambrium og Ordovicium og utgjør Trondhjemsfeltets eldste del. Den består vesentlig av glimmerskifre, av og til med karbonat.

Stören-Bymarkgruppen består for det meste av grønnstener som er metamorfe, submarine lavaer av basaltisk sammensetning. Det finnes imidlertid og lavaer med sur sammensetning, nemlig kvartskeratofyrer. Disse har imidlertid ikke den utbredelse som de basaltiske lavaer har.

Kisforekomsten på Lökken ligger i Stören-Bymarkformasjonens bergarter. Forøvrig forekommer i denne gruppe jaspis i større eller mindre mengder, samt svartfjell og den sedimentære vasskis. Gabbro og trondhjemit gjennomsetter grønnstenene.

Hovinggruppen er den yngste gruppe i Trondhjemsfeltet og består av forskjellige sandstener, leirskifre og kalkstener samt rhyolitter, porfyritter m.m. Et meget interessant trekk ved Hovinggruppen er de forskjellige konglomerater som opptrer blant de øvrige sedimenter.

Vennakonglomeratet som utgjör basalkonglomeratet for undre del av Hovingruppen, består av boller av grønnsten, jaspis, kalksten m.m. Vollakonglomeratet som er basalkonglomeratet for övre Hovingruppe og Lyngsteinskonglomeratet som er det tilsvarende for Horggruppen, er andre kjente konglomerater.

Trondhjemsfeltet danner nu en mulde, der Hovingruppen ligger i den sentrale delen. Bergartene er ofte sterkt foldet med foldningsakser som står öst-vest. Ved Lökken faller aksene svakt i vestlig retning. Skifrichetsplanet faller vanligvis nokså steilt mot nord.

3. Lökkenfeltet.

Lökkenfeltet utgjör som tidligere nevnt en del av Trondhjemsfeltet. Som bilag er lagt ved et geologisk kart over dette felt utarbeidet av Dr. C.W. Carstens. Av kartet fremgår at Lökkenfeltet er begrenset av Rösosgruppens bergarter både i nord og i sør. Glimmerskifrene er ofte gjennomsett av ganger av hornblendeporfyritt.

Bymarkgruppens grønnstener dominerer i store deler av Lökkenfeltet. De er hyppig utviklet med pillow-strukturer. Spor etter vulkanske utbrudd av aske og bomber finnes enkelte steder i feltet i form av tuffer og agglomerater. Lagning i grønnstenene forekommer nesten ikke. Grønnstenene i feltet er nokså forskjellige, og professor Strand har delt dem inn i 4 grupper etter farve og mineralsammensetning. Vanlig mineralsammensetning er albit, epidot, kloritt og hornblende. Denne sammensetning skyldes metamorfosegraden i feltet.

Foruten disse grønnstener forekommer det i nærheten av kiskeforekomstene en annen type som antas å være vanlige grønnstener som er metasomatisk omvandlede. Disse finnes både i ligg og heng av forekomstene. Det synes å ha foregått en tilførsel av kullsyreholdige oppløsninger hvorved hornblendene og delvis også epidoten er brutt ned og man har fått grønnstener bestående av albit, (epidot), klorit og kalkspat. En del Ca synes å være bortført. Carstens har tatt for seg hengbergarten

ved å ta prøver av denne i forskjellige avstander fra kiskontakten. Han fant at det nærmest hengen inngikk større mengder med klorit og kvarts og lengere unna gikk sericitt over til å bli hovedbestanddelen i bergarten ved siden av kloritt. Kvarts inngikk alltid i større mengder. Dette skulle tyde på en metasomatose med tilførsel av K_2O , SiO_2 og H_2O .

I heng av den ene forekomsten, Indien, finnes større partier av kiskreksje. Kisen forekommer her for det meste i kvartsrike bergarter med kvarts som hovedbestanddel, samt noe muskovit og klorit. Professor Strand heller til den oppfatning at disse bergarter er kraftig metasomatiske omvandlete bergarter av den tidligere nevnte type, da kvartsen forekommer med samme struktur. Han utelukker dog ikke den mulighet at disse kvartsrike bergarter opprinnelig kan ha vært en sandsten eller en "lys jaspis". Grønnstenen er forøvrig for en stor del impregnert med kis.

Av sedimentære bergarter tilhørende Bymarkgruppen, er svartfjell- og vasskis-lagene samt jaspis av stor interesse da de følger kiskforekomstene. Ifølge Carstens består svartfjell vesentlig av magnetit og stilpnomelan som er en jernrik kloritt. Vasskisen er dannet exhalativt sedimentært. Ellers finnes enkelte steder i Lökkenfeltet kalksten i mer eller mindre tynne lag. Sannsynligvis er noen av de grønne skifre sedimentære.

Gabbro og trondhjemit som gjennomsetter grønnstenene i Trondhjemsfeltet finnes og i denne del av feltet. De betraktes som grønnstenens og keratofyrens dypbergarter. Kiskforekomstene på Lökken ligger som tidligere nevnt i feltets Bymarkgruppe, nemlig i liggen av den østre utkilning av gabbrofeltet Hostynga - Fagerlivann som har en lengdeutstrekning øst-vest på 7 km. Dette gabbrofelt ble tidligere antatt å være moderbergarten til det som Carstens har betegnet som Lökkenfeltets gangkiser. Kisene vil senere bli behandlet for seg.

Hovin-gruppen som er den yngste formasjon i feltet, er og utbredt over store områder. De forskjellige lag er ikke skilt

ut da oppbygningen er meget komplisert. Som andre steder i Trondhjemsfeltet opptrer en mengde konglomerater, videre sandstener og leirskifre. Kalkstenslag finnes det flere av hvorav ett med fossiler.

Hovingruppen er spesielt i øst gjennomsett av omlag øst-vestgående plagioklas og hornblendeporfyritter og enkelte steder av diabaser.

IV Kisforekomstene i Lökkenfeltet.

I Lökkenfeltet finnes flere kisforekomster utenom Lökkenmalmene hvorav flere har vært i drift. Ifølge C.W. Carstens har man med to vidt forskjellige kistyper å gjøre, nemlig 1. vasskis, som er dannet syngenetisk og 2. gangkis, som er epigenetisk av dannelselse. Sistnevnte skulle da være dannet hydrotermalt metasomatisk.

Flere utholdende vasskisdrag opptrer i feltet utenom det som strekker seg mellom Lökken - Höidal grube og videre østover. Man kan ikke se bort fra at disse større vasskislag ligger på samme stratigrafiske nivå, men før man kan få klarhet i dette spørsmål må man kjenne foldetektonikken nøye samt skille ut de enkelte grønnstenslag i området, noe som vil bli et meget tidskrevende arbeid.

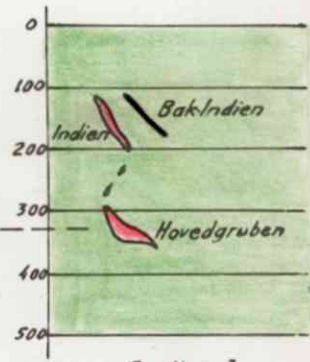
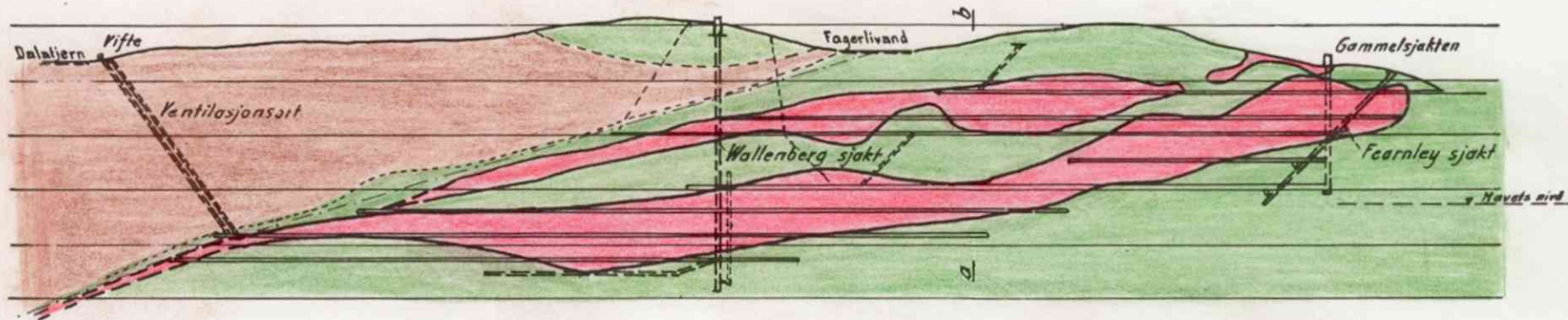
Forlenger man linjen Höidal - Lökken videre vestover, kommer man til nok en forekomst av typen gangkis, nemlig den tidligere drevne grube, Dragset. Ved Höidal var det også gangkis man drev på. Samtlige malmstokker har sin lengdeakse ca. øst-vest, og den nye forekomsten på Lökken ligger langs den samme tilnærmete øst-vestgående linje som også er foldningsaksens retning i feltet. Det som her er nevnt er meget viktige strukturelle og morfologiske trekk ved disse forekomstene. Det finnes utenom de som allerede er nevnt, en hel del mindre skjærp og forekomster hvorav noen har vært i drift.

V Lökkenforekomstene.

Malmene på Lökken består av 3 større malmstokker, nemlig Hovedforekomsten, Indien og Bakindien med størrelsesforholdene omlag 66,7 : 5,67 : 1. Strøket er som nevnt øst-vest og fallet er nordlig. Feltstupningen er ca. 10° mot vest og Hovedforekomsten har en kjent lengdeutstrekning på 2500 m. Et snitt gjennom den viser tilnærmet linseform. Hovedforekomsten har en bredde som kan variere mellom 100 og 250 m, og mektigheten kan gå opp i 60 m. Den hadde opprinnelig et malmkvantum på 20 mill. tonn. På neste side er gjengitt et kart over forekomsten og på side 10 er tegnet av et profil av den.

På grunnlag av de forskjellige forekomsters beliggenhet i forhold til hverandre, kunne man fristes til å tro at samtlige malmkropper ligger på samme stratigrafiske nivå, hvilket C.W. Carstens har antydnet. Ved profil 30 b er det ikke stor avstand mellom Hylla og Indien. En diabasporfyr skjærer i mellom dem, slik at den opprinnelige avstand kan ha vært mindre. Ved profil 32 b ser det ut som om det er sammenheng mellom Hovedforekomsten og Hylla, og ved profil 38 b er avstanden mellom Indien og Bakindien bare 4 m. (Profilnummerenes tallverdi tiltar vestover.) Indien har et mektig kloritlag i ligger, mens Bakindien har et tilsvarende lag i hengen. Carstens har vært inne på den teori at malmforekomstenes innbyrdes beliggenhet også skyldes foldninger. Her bør skytes inn at mesteparten av Bakindien er en opprinnelig vasskis, men fører større mengder av tungmetaller. Man kjenner for lite til vasskislagenes forløp til å avgjøre om Bakindien kan tilsvare noen av de vasskislag som spesielt forekommer i ligg av store deler av Hovedforekomsten. Mot Carstens teori taler det faktum at de 3 forekomstene divergerer mot det utgående der avstandene mellom dem er 30 og 70 m.

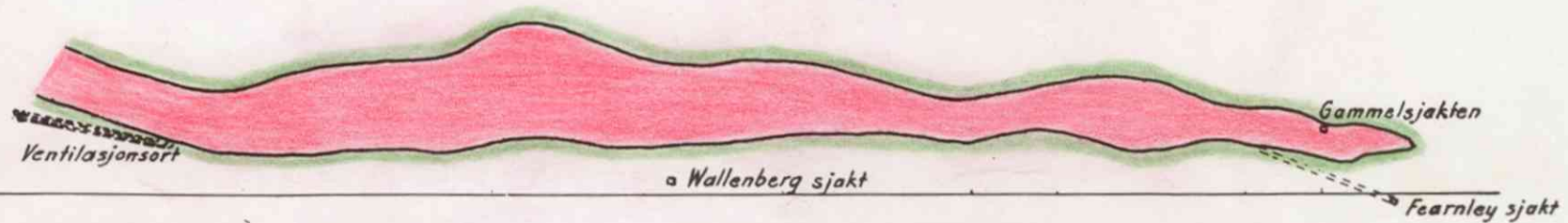
Vasskislagenene som vanligvis forekommer sammen med jaspis, kloritskifer, grafittskiferlag og først og fremst svartfjell, er ikke inntegnet på profilkartet, da man altså ikke kjenner deres forløp tilstrekkelig.



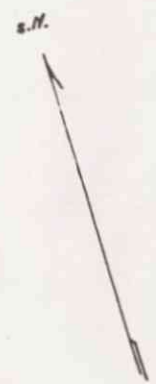
- Grønnsten
- Gabbro
- Skyveplan

Lengdeprofil
500 meter

- Gangkis
- Foredlet Vasskis



Horisontalprojeksjon
(Hovedgruben)



Profil 30.b.

Nivå

100

150

200

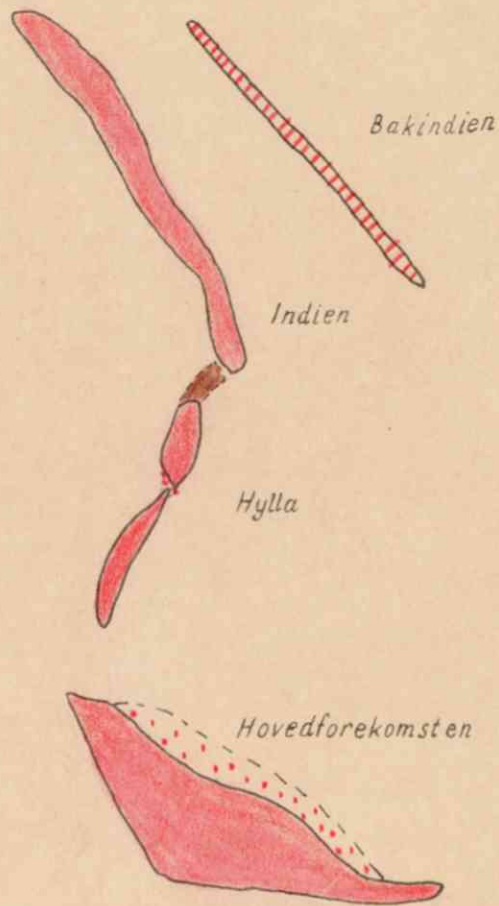
250

300

350

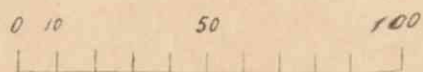
380

400



- Gangkis
- Foredlet vasskis
- Kisimpregnasjon
- Diabas

M = 1:2000



Vasskislagene finnes ikke bare i Hovedforekomstens ligg, men er og påtruffet flere steder langs hengen. Profil 59b på side 12 er tatt fra Magne Ödegårds diplomarbeide og viser hvordan vasskislagene ligger i forhold til gangkisen i dette tverrsnittet. Forholdene er muligens noe idealisert da det visstnok ikke lot seg gjøre å komme til over alt for fastleggelse av lagenes forløp. Ved kontakten til gangkisen er ofte vasskislagene rike på tungmetaller som Cu og Zn. Liknende forhold som ved profil 59b gjør seg gjeldende i andre tverrsnitt også, slik at vasskislagene faktisk danner ledehorisonter for selve Hovedforekomsten.

Gangkisens mineralselskap består vanligvis av 70-75% svovelkis, 6% kopperkis, 3% sinkblende, 12% kvarts og noe kalkspat og klorit. Mot hengen kommer magnetit inn. Man har nemlig langs hengen i den vestlige del av Hovedforekomsten en jevn overgang fra gangkis til jernmalm (magnetit) som igjen går jevnt over i grønnsten.

Lengere øst er det et grønnstenslag mellom de to malmtyper. Disse forhold vil fremgå av noen profiler som skal gjengis senere.

En karakteristisk analyse av gangkis på Lökken viser:

Svovel	42,0 %
Jern	38,0 %
Kopper	2,3 %
Sink	1,8 %
Bergart	14,3 %


Sölv og gull inngår med henholdsvis 16 og 0,2 gr. pr. tonn. Andre sporelementer er kobolt, mangan, arsen, bly, kadmium, selen og nikkell. Kornstörrelsen i gangkisen er 0,05 - 0,1 mm.


Nær ligger er kisen ofte fattigere på kopper og sink enn vanlig, noe som og er tilfelle i övre og nedre spiss av malm-linsen. I knusningssoner er kopperinnholdet ofte lavt p.g.a. utluting, men man finner til gjengjeld kopperrike soner i nærheten.

Nivå

340

Profil 59b

 Gangkis

 Vasskis

380

430

456

Målestokk 1:800

0

10

50

100

Som tidligere nevnt opptrer i den østlige del av forekomsten et parti breksjemalm som har en lengdeutstrekning av mer enn 200 m og en mektighet opptil 100 m. Dette viser at man har å gjøre med sirkulerende oppløsninger. De mørke bånd på bildet nedenfor er kisårer og det lysere er bergart.



Kisbåndene representerer, særlig i de sprøeste bergarter, hovedsaklig sprekkefyllinger, men noe kis kan og ha fortrenget grønnsteinen, for eksempel rundt putene der man har pillow-strukturer. Gjennomsnittsverdien fra Lovisa-feltet av analyser av 5 forskjellige prøver av sprekkefyllingene ga som resultat:

S	Cu	Uoppl.	% kismasse i malm
26,45%	1,44 %	36,23%	18,5 %

Tilsvarende resultater fra Lovisa såle (3 prøver):

S	Cu	Uoppl.	% kismasse i malm
27,4 %	1,75 %	31,4 %	16,88%

Hele breksjemalmen holdt her 4,7 % S og 0,3 % Cu.

Det er tydelig at man her har mere kobberkis i forhold til svovelkis enn i de 3 malforekomstene. Man analyserte ikke på sink i dette tilfelle. Lengere vest er det i det hengende av Hovedforekomsten impregnasjon av svovelkis.

Vasskisen fører hovedsaklig svovelkis, magnetkis og kvarts. Kobberkis og sinkblende er og tilstede, men i mindre mengder. Meget karakteristisk er det at mens gangkisen fører over 10 g/t selèn, kan man visstnok ikke registrere noe innhold av selèn i vasskisen. De to kistyper kan også skilles ved å undersøke innholdet av andre av de sporelementer som inngår. Kornstørrelsen i vasskisen er mindre enn i gangkisen, nemlig fra 0,005 mm til 0,01 mm. Mektigheten av vasskislagen kan variere fra 1 cm opp til 1 m, men sjelden over dette.

VI Sprekke- og forkastnings-tektonikken.

1. Tidligere arbeider.

På gamle kart fra den østlige del av kisforekomstene på Lökken som den svenske ingeniør Nybom har tegnet, er også avmerket slepper, (kalt skjöler). Strökretningene er avsatt og fallets størrelse påført. Det er sannsynlig at forkastninger skapte problemer i forbindelse med oppfaringen i denne del av gruva, og at man derfor var så interessert i å kartlegge dem.

I den vestlige del av Hovedforekomsten har de forkastninger som opptrer, stort sett ikke voldt noen oppfaringproblemer. Her er tegnet av et av Nybom's gamle kart fra Fagerlisålen (bare den vestlige del av kartet), hvor dessuten også feltorten langs Bakindien er lagt inn.

I mars 1914 ble i "Zeitschrift für praktische Geologie" utgitt en avhandling av Otto Falkenberg: "Geologisch-petrographische Beschreibung einiger süd-norwegischer Schwefelkiesvorkommen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Genesis".

Her behandler han også forekomsten på Lökken og har et eget avsnitt om "Tektonik und Gangverhältnisse in Lökken" der han sikkert har hatt god nytte av Nybom's karter fra den østlige del av gruva. Dessverre ble jeg selv først oppmerksom på hans karter med inntegnede skjøler like før jeg forlot Lökken og fikk derfor ikke den tilstrekkelige glede av dem.

Professor Strand foretok på Lökken sommeren 1957 geologiske undersøkelser både i gruva og i nærmeste omgivelser i dagen. Han har i sin rapport et kapittel om "Tektoniske iakttagelser" som jeg har hatt anledning til å lese.

Det er tidligere nevnt at ganger av porfyritt gjennomsetter Hovingruppens bergarter, spesielt i den østlige del av Lökkenfeltet, men også ved Höidal gruve og i den østlige del av Lökken gruve der de gjennomsetter malmforekomstene. Thorolf Vogt har beskrevet de tilsvarende porfyritter som forekommer i større mengder i Hölonda. De skal være av samme alder som den fossilførende Hölonda-kalk av tidlig mellom-ordovicisk alder. Da gangene gjennomsetter malmen på Lökken, skulle denne være dannet før mellom-ordovicisk tid. Mens porfyrittgangene opptrer med strøk øst-vest i den østlige del av Lökkenfeltet, har professor Strand funnet tilsvarende ganger i tverrslag 6 på nivå 430 med strøk nordøst-sydvest og sydøstlig fall. Disse førte 1-3 cm brede feltspatkrystaller.

Otto Falkenberg omtaler små dioritganger med strøk nordøst-sydvest som gjennomsetter Lökkenkisen lengst øst. Fig. 13 og 14 bak i boken er hentet fra hans avhandling der han skriver: "Nur auf der Stollensohle scheint der westlich auftretende einen kleinen Breccienergung etwas verschoben zu haben". Disse dioritgangene må være det man i dag på Lökken betegner diabasganger som man har en god del av i den østlige del av gruva der de enkelte steder forårsaker små forskyvninger av kisen. Disse ganger fører som hovedmineraler feltspat og hornblende, der sistnevnte i følge Falkenberg "nach der Art und Weise nicht als Umwandlungsprodukt von Augit gedeutet werden". Langs kantene er den av og til omvandlet til klorit. Han skriver videre: "Der Feldspat kommt in zwei Varietäten vor. Erstens tritt Labradorit in grosser Menge als eine mehr

oder weniger stark zersetzte Grundmasse auf, zweitens durchsetzen mit Orthoklas und Albit erfüllte Gänge das Gestein.

Chlorit und gelber Epidot kommen als vereinzelten Körnern der Grundmasse auf."

På Nybom's kart er inntegnet diabaser med strök: N23⁰, N35⁰ med fall fra 70° - 90° mot nordvest, N45⁰ med fall omlag 80° mot nordvest, N54⁰ og N85⁰ alle regnet etter gamle grader (90° deling). Det fremgikk tydelig at de 2 førstnevnte gjennomsatte kisen. Nedenfor er tatt med et bilde av en omlag 60 cm mektig diabasgang som gjennomsetter kisen i magasin 3 i den østlige del av gruva. Strøket er N75⁰ og fallet ca. 80° mot nord.



Professor Strand har iaktatt diabasganger på nordsiden av idrettsplassen nord for veien fra Lökken til Björnli. Gangene var fra 1-2 dm mektige og gikk nord-syd. Videre fant han på østsiden av Björnlivann meterbrede ganger av porfyrisk diabas med retning øst-nordøst. Disse ganger av porfyritter og diabaser representerer nok noen av de eldste tektoniske forstyrrelser, i alle fall etter malmdannelsen.

Falkenberg som på den tid antok at kisforekomstene på Lökken var av ren magmatisk opprinnelse, skriver: "Während des Emporbringens hat das Magma diese Linien, "(Höidal-Lökken-Drageset)" in denen scheinbar der Widerstand am geringsten war, bevorzugt. Vielleicht handelt es sich auch um Verwerfungen, Spaltungsflächen oder Auswalgungszonen im Gestein. Grössere Verwerfungen scheinen sonst nicht vorzuliegen, mit Ausnahme von der

N-S steichenden, dem Tale folgenden Einsenkung, zu deren beiden Seiten das Gebirge sich 100 bis 200 m hebt.

Kleinere Verferfungen, auf die bei der Besprechung der einzelnen Vorkommen hingewiesen werden soll, finden sich in allen Ganggebieten in grosser Menge."

Falkenberg skriver om omvandling av kisgangen sidesten, der han spesielt over hengen har iaktatt forskifring. Særlig var dette tilfelle i den østlige del av Dragset Grube. Han fortsetter: "In einer Zone von etwa 50 m Breite und mehreren 100 m Länge ist hier das Gestein völlig schiefbrig geworden. Das Einfallen ist etwa 25-30°. Ebenso wie diese Erscheinung ist das Vorkommen der sogenannten Auswalgungszonen (nevnt tidligere) auf Druckwirkung zurückzuführen. In diesen finden wir eigentümliche, rundliche bis ellipsoidische Gerölle des Nebengesteins, die in einer sehr weichen, chloritführenden Grundmasse liegen. Sekundärer Kalkspat tritt häufig auf. Quarz tritt stark zurück. Die Auswalgungszonen sind besonders in Lökken stark verbreitet. Auf der Mittelsohle tritt im westlichen Teil in der Nähe der zwei "Rustzonen" eine solche von mehreren Metern Mächtigkeit auf Streichen und fallen unterscheiden sich nur wenig von denen der Kiesgänge. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind die emporsteigenden Kiesmassen vorzugsweise diesen verruskelten Zonen gefolgt." Disse forskifrete soner skal jeg komme tilbake til senere.

Når det gjelder forkastninger og knusningssoner gjennom kisen i den østlige del av Lökkenforekomstene, deker Falkenberg dem inn i 2 grupper. I. De som løper tilnærmet øst-vest og faller mot nord. Disse er fremstillet i grunnriss på ^{Falkenberg} fig. 13. II. Forkastninger med samme strøk som kisgangene og fall mot S-SV. Et par av hans forkastninger tilhørende gruppe II forkaster, enkelte i gruppe I slik at i alle fall i disse tilfelle er 2 yngre enn 1.

Gruppe 1.

Störung I som faller 58°-60° mot nord, danner etter Falkenberg en begrensning mot syd for malmen på 120 m nivået.

På "der Mittelsohle" finnes det også kis på liggsiden av forkastningen. Om dette skriver han "Dies scheint durch einige jüngere, hier nicht eingezeichnete, Störungen verursacht zu sein." Det naturlige ville være å anta at det dreide seg om en reverse fault, men fremstillingen på "der Tiefsohle" tyder ikke på dette, så det ser faktisk ut som om Störung I ikke har bevirket noen forskyvning av malmen.

Störung II faller mot nord under en vinkel av 50° - 58° . Falkenberg skriver: "An dersleben "(Störung II)" finden sich auch kleinere Kiespartien und, allerdings etwas zweifelhaft, Rutschflächen, was darauf deutet, dass der aufgefahrene Gangteil eine Verschiebung nach Westen unter gleichzeitigem, wenn auch nur geringem Absinken erlitten hat." Störung II kommer også inn på det vedlagte kart fra nivå 120 (Stollensohle) der noen små eiendommelige kispertier like ved sleppen ser ut til å ligge på vestsiden av selve Indien. Dersom disse partier har noe med selve forkastningen å gjøre, må man ha hatt flere bevegelser langs sleppen.

Lengere vest på nivå 120 ser man at Indien blir gjennom-satt av en sleppe med fall 68° mot nord. På de to dypeste såler kommer Störung III inn i bildet. Av grunnrisset fremgår at nordlige del er forskjøvet vestover i forhold til søndre. Siden kisingen faller mot nord, vil også en forkastning der forskyvningen har gått etter fallet, gi et lignende bilde i horisontalplanet dersom forskyvningen er stor nok.

Gruppe 2.

Om Störung IV som skjærer Indien over nivå 120 og er fremstilt i profil A-B, skriver Falkenberg: "Diese fällt gegen S unter etwa 80° ein, durchsetzt die Störung II und ist jünger als diese."

Störung V er inntegnet på profilene C-D og G-H og forkaster visnok Störung I. Det ser ut som om man har med en over-skyvning å gjøre der dip slip (forskyvningen etter fallet) tilsvarer kisingens mektighet. Falkenberg skriver videre om

Störung V: "Zur richtigen Auffassung des Profils C-D sei darauf hingewiesen, dass der Gang schon unterhalb der Mittelsohle eine starke Einschnürung erleidet. Oberhalb derselben tritt ein Übergang in Breccienerz hinzu. Auf der Stollensohle ist etwa 20 m westlich von der Profillinie C-D ein ähnlicher Kies angefahren. Dieser dürfte den von der Störung V überschobenen Teil darstellen. Alles scheint mir dafür zu sprechen, dass die Störung der eben besprochenen zwei Profile dieselbe ist und eine Überschiebung bewirkt hat. Eigentümlich ist der, hier etwas schematisch gezeichnete, schlangenförmige Verlauf des Kieses zwischen den zwei tiefen Sohlen (Profil C-D), was durch die Bunnflüssigkeit des Magmas und die vielen vorhandenen Spalten ("Skjöler") sich erklären lässt."

Störung VII har strök omtrent N-60 °V og faller 10 ° mot sør-sørvest. Den ser ut til å danne liggbegrensningen av malmen 208 m nivået, se profil C-D. Etter Falkenberg har den lokal utbredelse, og gjennomsetter ikke Störung III. For å undersøke dette ble det påsatt et borhull lengere vest, (se profil E-F).

Störung VIII er også behandlet under gruppe 1, men den har strök temmlig nøyaktig nordöst-sydvest og skiller seg derfor ut fra de øvrige i denne gruppe. Dens fall er 80° mot nordvest, og det ser ut som om vestre blokk har beveget seg sørvestover i forhold til østre. Bredden på malmen er forskjellig på de to sider av forkastningen, så man må nok også regne med en vertikalkomponent. Det er imidlertid ikke sikkert at disse kartene er helt nøyaktige.

På den øverste såle opptrer ca. 80 m nordvest for profil G-H en forkastning med strök nordöst-sydvest, med fall 53° mot nordvest som skjærer hovedkisen.

Om kisleksjene nord for sistnevnte forkastning skriver Falkenberg: "Die an derselben Sohle etwas weiter nach N auftretenden Breccienerze sind von "Skjöler" (verruschelten Zonen) begrenzt. Diese sind wahrscheinlich älter als der Kies, und durch ihre reichliche Chloritführung haben sie ausgezeichnete Zuführungswege für die emporsteigenden Kiese geliefert. Nach

unten zu stehen diese Breccienerze unzweifelhaft in direkter Verbindung mit der schon aufgefahrenen grossen Breccie der Mittelsohle." Det er ikke så svært meget man kan se av grunnrisset av nivå 120, men det virker litt underlig at kisen bare skulle være avsatt på den ene side av disse "verrüscheiten Zonen" slik det fremgår av tegningen.

Ellers skriver Falkenberg: "Der Kies wird von vielen mit Kalkspat erfüllten kleineren Gängen in allen Richtungen durchsetzt."

På det vedlagte kart over Fortunasålen som er den samme som "Stollensohle" på Falkenbergs kart, sees en rekke uregelmessigheter langs Indien. Ved opptegningen ble tidligere slike uregelmessigheter som sikkert nok skyldes forskyvninger av malmen, ofte utjevnet på kartet. Omtrent midt på dette er imidlertid inntegnet en avslitning av Indien forårsaket av en sleppe med strök omlag N-65° og fall 60° mot nord-nordvest. To andre slepper med strök mere øst-vest og fall 35° og 43° mot nord gjennomsetter kisingen, og lengst øst er Störung II inntegnet. Det er mest sannsynlig at alle disse slepper kommer inn under den tidlige nevnte gruppe 1. Den vestligste med fall 35° har også forårsaket en forskyvning av kisingen. På Lökken antok man at uregelmessighetene ellers var forårsaket av slepper med strök og fall omtrent som de som allerede er nevnt. Over alt viste det seg at man under oppfaringen måtte gå mot sørvest for å holde kontakten med kisen ved slike uregelmessigheter når man gikk fra øst mot vest med feltortene. Det ser faktisk ut som om nordre blokk har hatt en horisontalkomponent vestover i forhold til søndre blokk. Under oppfaringen av Bakindien har man hatt lignende forhold som også fremgår av kartet.

En markant sleppe med fall 72° mot vest-nordvest har skapt en kraftig forskyvning i malmen der den vestlige del er forskjøvet sørover i forhold til den østlige. Det ser ut som om man har hatt horisontale forskyvninger i malmen, men som tidligere nevnt, kan man få lignende innbyrdes beliggenhet av de to deler på hver side av sleppen ved bare en forskyvning langsetter fallet etter

som kisgangen her har fall mot nord. Den sistnevnte sleppe har også skapt forskyvninger i Bakindien, der man under oppfaringen først gjorde den feil å gå nordover i stedet for sydover for å finne igjen malmen. Det er også meget sannsynlig at noen uregelmessigheter i kisgangene skyldes mere "nord-sydgående" slepper slik som denne siste.

En skjöl med fall 55° mot nord ser ut til å følge kisgangen et stykke fra dennes ligg-grense. Hvis det er den samme som går igjen hele veien, er den forkastet av de tidligere nevnte slepper og således eldre enn disse. Dette er et meget interessant trekk.

Av slepper tilhørende gruppe 2 er det bare den sørligste med fall 84° mot sør-sørvest som kan komme på tale. Fallet er større enn for de som er omtalt tidligere i denne gruppen.

En del slepper har strök omlag nordsyd. Noen av disse har fall 75° - 80° mot øst og en 20° mot øst, og en annen faller forholdsvis steilt mot vest.

På et annet kart av Nybom fra den østlige del av gruva kunne man se at noen av diabasgangene ble forkastet av slepper. En slik gang med strök $N23^{\circ}Ö$ ble gjennomslått av en sleppe med strök $N55^{\circ}V$ og fall 80° mot sør-sørvest. Etter Falkenberg's inndeling skulle denne sleppe komme inn under gruppe 2, og disse er da yngre enn diabasgangen. En annen diabasgang med strök $N33^{\circ}Ö$ og vertikalt fall ble skåret av en sleppe med strök omtrent øst-vest og fall 25° mot syd.

Professor Strand har i sin rapport også tatt med en fremstilling av sprekke- og sleppe-flater både fra gruva der han har benyttet Nybom's karter og fra egne målinger ellers. En del glidestriper er også tatt med. Til fremstilling av flater og retninger har han benyttet flatetro projeksjon (övre kulekalott), og her er tatt med 4 av hans figurer. Fig. 6 på neste side gir forklaring på fremstillingsmåten, og fig. 7 har en del sleppeflater med tilhørende glidestriper som skal omtales senere. Fig. 8 og 9 viser sleppers og sprekkers flatenormaler. Den siste er hentet fra den

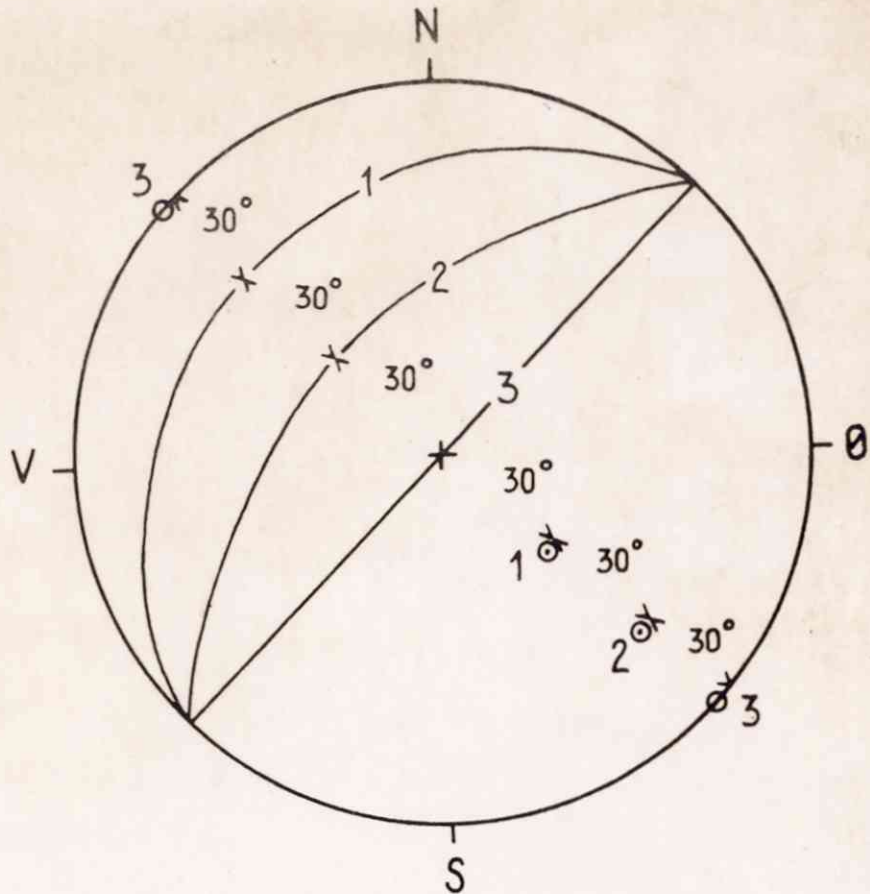


Fig. 6.

Til forklaring av diagrammene fig. 7 - 9.

Sirkelen fremstiller en halvkule i flatetro (ikke stereografisk) projeksjon. Sirkellinjens omkrets er horisontalplanet, sentrum er zenit. Vinkelavstandene langs halvkulens vertikale storsirkler (sirkelens diametre) er tilnærmet (ikke nøyaktig) proporsjonale med de lineære avstander langs radiene, like store vinkelavstander er noe lengere nær sentrum enn ved periferien.

Flater og retninger som skal fremstilles tenkes forskjøvet så de går gjennom kulens sentrum. En hver flate skjærer da kulen i en storsirkel. Flatens strøk er dens skjæringslinje med horisontalplanet (sirkelens omkrets). Flatens normal stikker gjennom kulen 90° fra flaten, regnet langs storsirkelen loddrett på flaten, flatens vinkelavstand fra horisontalplanet eller normalens vinkelavstand fra zenit er fallet.

Normalenes gjennomstikkspunkter bestemmer flatens stilling helt entydig, og det er bare disse som er avsatt på diagrammene fig. 8 og 9.

På diagrammet ovenfor er fremstillet tre flater med $N0 - SV$ og 30 og 60° fall sydøstlig (øvre halvkule er fremstillet), den tredje flate står steilt.

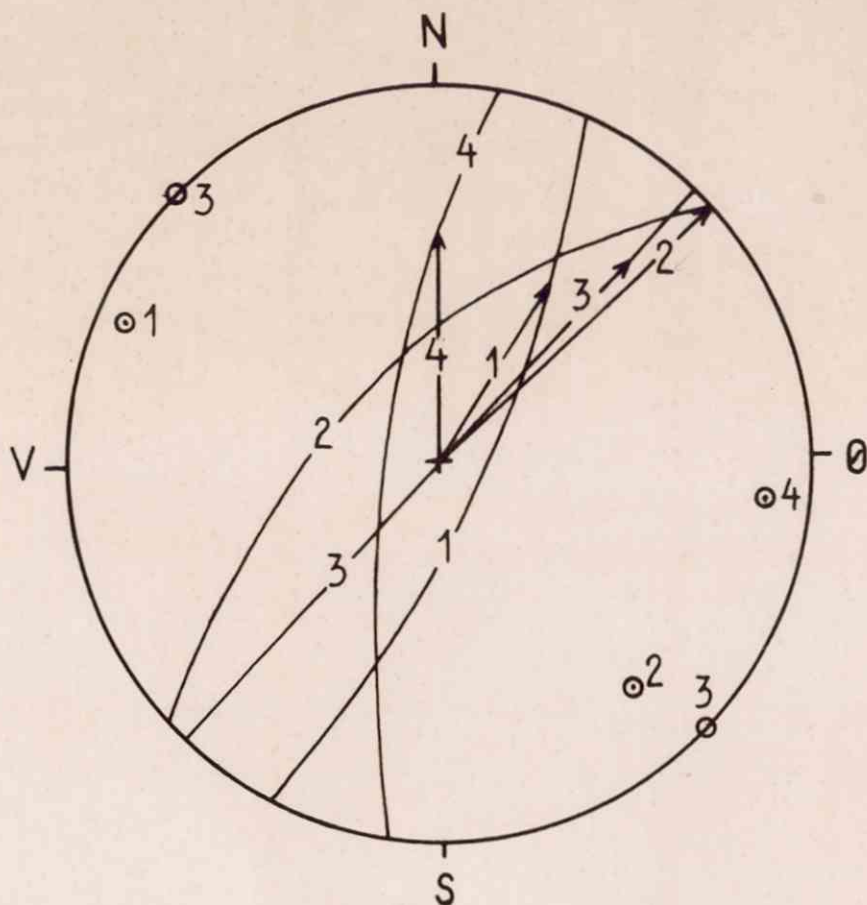


Fig. 7.

Sleppeflater med glidestriper.

Både flatene, deres normaler og glidestripenes retning er fremstillet.

1. Sleppe fall $80^{\circ}V25^{\circ}N$, glidestriper fall 45° sydlig. Veisvingene ovenfor Løkken.

2. Sleppe fall 70° sydøst, glidestriper horisontale. Lokaltet som 1.

3. Sleppe strøk nordøst, fall steilt, glidestriper fall 25° sydvestlig. Vei ved østre åpning av transportbanens tunnel.

4. Sleppe fall $80^{\circ}Ø10^{\circ}S$, glidestriper fall 40° sydlig. Østsiden av dalen omkr. 500 m nord for Løkken.

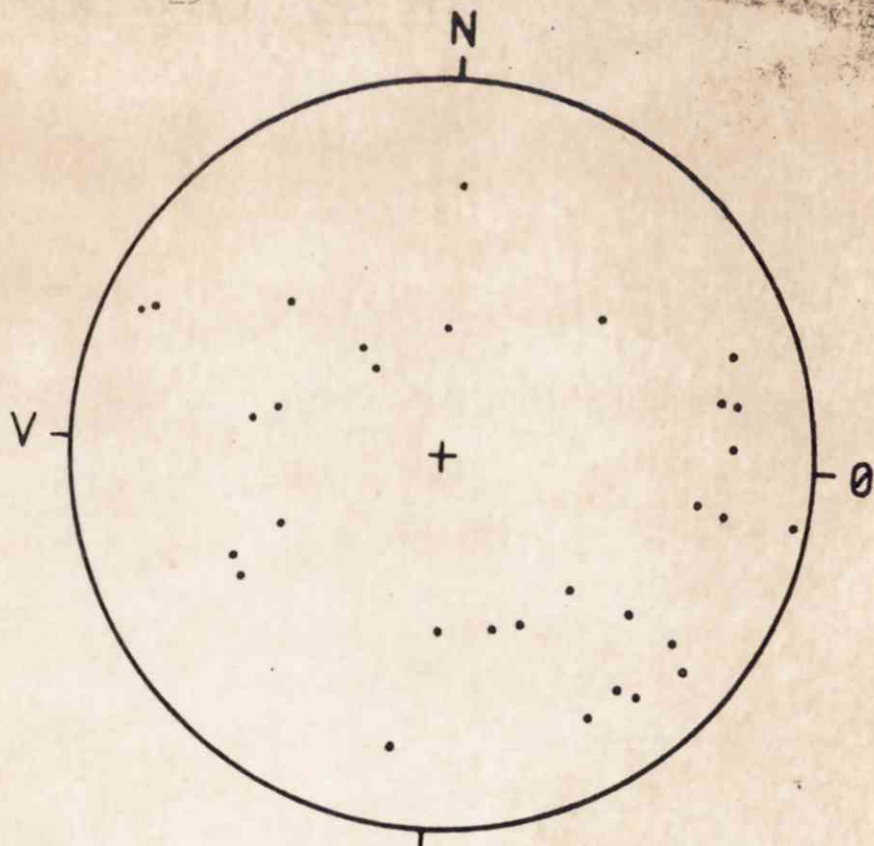


Fig. 8.
Sprekker og slepper efter egne målinger i dagen og i
gruva (flatenormaler).

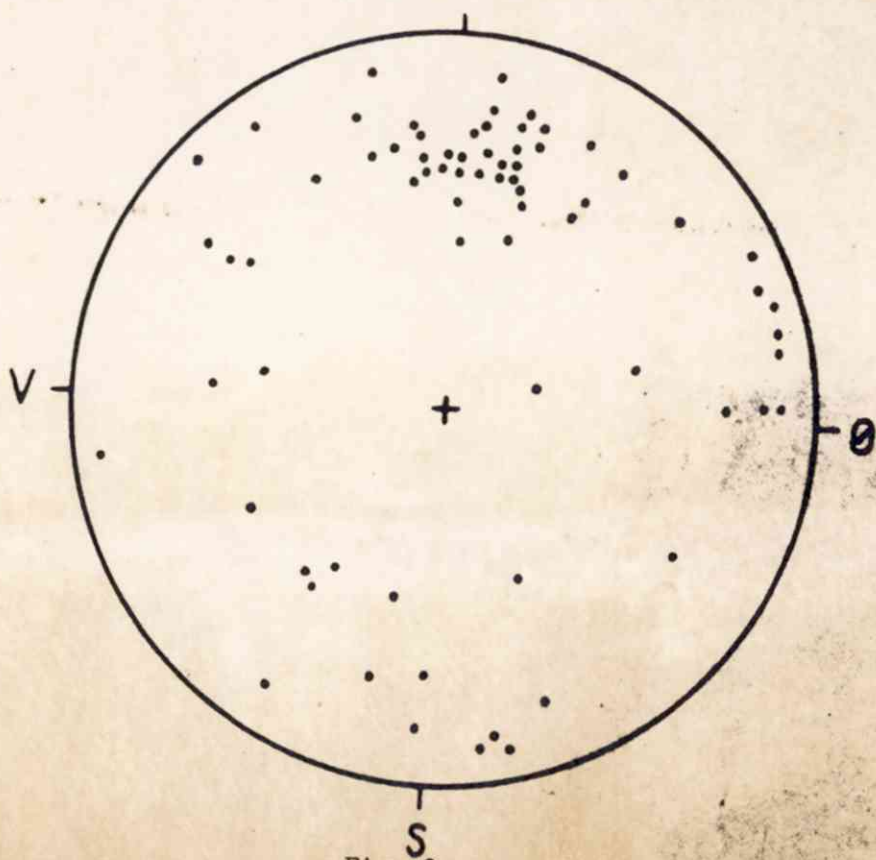


Fig. 9.
Sprekker og slepper fra den østligste del av Løkken gruve,
efter gruvekart (flatenormaler).

östlige del av gruva og viser at slepper med øst-vestlig retning og fall omlag 60° - 70° mot nord er de dominerende (gruppe 1). En del slepper som skulle tilsvare gruppe 2 synes og å være representert. Videre er det også kommet med noen slepper med strök tilnærmet nord-syd og fall både mot øst og vest. Strand skriver: "På en del slepper er det blitt observert glidestriper (fig. 7). Direkte observasjoner av nord-syd-gående småforkastninger viser at det østlige stykke er beveget mot nord i forhold til det vestlige, glide-stripene viser at bevegelsen i mange tilfeller har hatt en komponent (relativt) oppover for det østlige stykke."

En annen iakttagelse av professor Strand: "I ligg-korn omkr. prof. 60 på 380 m nivået er grønnstenen full av kalkspat som kommer inn selv på de minste stikk i bergarten. En 1 m lang sprekk fylt med kalkspat var omkring 5 cm tykk på midten, avsmalnende mot endene, en typisk tensjonssprekk loddrett på retningen for minste hovedspenning. Den stryker omkring nord-syd og faller 70° østlig, den står noenlunde loddrett på malmforekomstens akse."

Denne sprekkens stilling i rommet passer bra når man ser den i relasjon til Hovedforekomstens tilsvarende stilling.

2. Skyveplanet.

Et viktig trekk ved tektonikken på Lökken utgjör det skyveplanet som er inntegnet på det tidlige beskrevne kart over Lökkenmalmene. Det ligger over de tre forekomstene og er skilt fra disse ved et grønnstenslag. Mellom nivåene 430 og 380 skal det visstnok ha ligget helt i kontakt med Hovedforekomstens heng, men dette parti var nu ikke tilgjengelig.

Over skyveplanet ligger gabbro, men også her er det et mellomlag av grønnsten. Gabbro av denne type finnes ikke i Hovingruppens bergarter og er altså eldre enn disse, men samtidig har man bevis for at de er yngre enn grønnstenene.

Når det gjelder gabbroen på Lökken, er denne skjøvet på plass i kold tilstand, og Carstens teori om at den har utgjort modermagmaet for gangkisene blir da noe tvilsom. Nå behøver selvagt ikke forskyvningen å ha vært så stor slik at gabbroen likevel kan ha vært modermagmaet. Grønnstenen er imidlertid kraftig oppknust, og på nivå 481 der man kan studere skyveplanet, har den faktisk en ca. 10 cm mektig leirkjerne. Leiren er her så løs at den kan taes ut med bare fingrene. Ved en stadig forskyvning frem og tilbake av for eksempel den øvre blokk kunne tenkes en lignende oppknusning eller oppmaling av grønnstenen. Denne er heller ikke noe særlig motstandsdyktig overfor breksjæring, slik at man tross alt kunne ha med en forholdsvis liten relativ bevegelse å gjøre. Man har imidlertid ikke kunnet påvise hverken gangkis, vasskis eller andre sedimentære lag på vestsiden av skyveplanet. Man har boret gjennom skyveplanet (diamantboring) omtrent i nivå 830 uten å finne noe på vestsiden og det samme er tilfelle over malmene. Disse forhold tyder på at man kanskje har med en større forskyvning å gjøre.

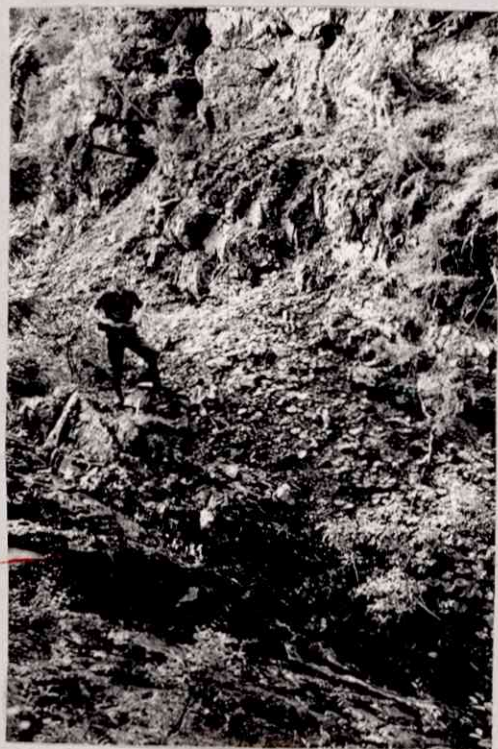
Den nye forekomsts beliggenhet i forhold til skyveplanet bør nevnes i denne forbindelse. Man kjenner ikke dens utseende i detalj, og det er ting som tyder på at man har med flere kiskropper å gjøre. Som tidligere nevnt ligger de omtrent i forsettelsen av Hovedforekomstens lengdeakse mot vest. Videre ligger de som de øvrige forekomster, under skyveplanet, altså på dets østside. Ved nivå 705 har man kommet i kontakt med et ca. 8 m mektig kislav som lengst syd ser ut til å gå opp under skyveplanet. I et annet profil har man boret gjennom kis på nivå 867, og denne ligger 30 m under skyveplanet. Dette er det dypeste nivå man har påtruffet malm i. Kiskroppene synes å ha samme lengdeakse som de øvrige forekomstene.

Skyveplanet går ut i dagen ved veien langs den sydvestligste del av Björnlivannet. I en veiskjæring her kan man se at både grønnstenen og den overliggende gabbro er tektonisert. Björnlivannet er det nordligste av to større vann vest for Lökken. Det sydligste vann heter Fagerlivannet, og skyve-

planet har sydover sitt utgående i dette. Ved visse gruvearbeider i forbindelse med oppdemning av en omlag nord-sydgående bekk som renner ut i Fagerlivannet på dets sydside, støtte man i sommer på en mektig leirsleppe som viste seg å være skyveplanet. Bildet nedenfor er tatt mot vest ved demningen og viser hvor oppknust grønnsteinen er over selve leirsleppen.



Bekken ser ut til å følge utgående av skyveplanet på sin vei nordover mot Fagerlivannet, og spesielt der bekken renner i en markert forsenkning er bergartene, særlig på vestsiden, sterkt forskifret. På østsiden kunne man her se et par meter mektig vasskislag med strøk omlag øst-vest, men på vestsiden av bekkedalen kunne det ikke oppspores. Neste bilde er tatt mot syd-vest, og nesten nederst kan man se bekken renne over en litt mørk bergart som er vasskislaget.



Vasskis

Et stykke syd for demningen har professor Strand ved et myrdrag (-1200x, -1300 y etter det lokale koordinatsystem) påvist en sterkt mylonittisert grønnstein som kunne tyde på at man har skyveplanet i nærheten. Terrenget her er sterkt overdekket.

Fra veiskjøringen ved sydvestenden av Björnlivannet fortsetter skyveplanet langs vestenden av vannet. Professor Strand mener at det deretter svinger over på vannets østside, går så øst-vest et stykke for så å fortsette nordover mot Jordhustjernet. Han har nemlig på denne siden av Björnlivannet og videre nordover iaktatt tektoniserte bergarter med bevegesplan.

På vedlagte kart som viser strukturer i dagen, er skyveplanet tegnet inn med brunt. Når man studerer terrenget ved hjelp av flyfotos og stereoskop, ser det mere naturlig ut at skyveplanet fortsetter til nordvestre del av Björnlivannet og svinger over mot vestsiden av Graagaardstjernet. Skyveplanets tenkte fortsettelse er streket opp på kartet både nordover og sørover. Skulle skyveplanet svinge over Björnlivannet og fortsette mot Jordhustjernet, ville det krysse flere mektige vasskislager, men her fortsetter disse også på vestsiden av det.

Det er av stor viktighet å få klarlagt skyveplanets videre forløp, spesielt sydover der man kommer inn i Hovin-gruppens bergarter.

I gruva kan skyveplanet studeres på nivåene 481, 430 og 380, kanskje best på nivå 430 der det skjærer igjennom flere tverrslag. På de vedlagte nivåkart er det avsatt med grønt, og strøket er på nivå 481 målt til omtrent N50 og fallet 22° mot vest. På 430 er strøket omlag N7°V, fallet 18°-20° mot vest, og på nivå 380 er strøket N12°V og fallet 15° mot vest. Fallet ser her ut til å øke mot dypet, og strøket til å svinge mere mot øst, men det kan jo være tilfeldige variasjoner, da et skyveplan ofte vil ha et noe ujevnt forløp.

Det er flere spørsmål som melder seg i forbindelse med skyveplanet. Det første er om det er eldre eller yngre enn malmdannelsen. Dersom det er eldre, kunne man tenke seg at det hadde virket som tilførselskanal for oppløsninger som så avsatte kisen. Hvis skyveplanet er yngre enn malmdannelsen, er det og av viktighet å klarlegge hvilken retning bevegelsen har hatt.

Når det gjelder det siste spørsmål, antar professor Strand at den øvre blokk har beveget seg oppover mot øst-sydøst langs skyveplanet i forhold til undre blokk, og han mener det godt kan ha fungert som kanal for oppløsninger.

Fra det nordligste av de to øst-vestgående tverrslag mellom profil 82b og 84 på nivå 430, der skyveplanet er avsatt med et fall på 18° , er tatt med en liten skisse, fig. 20. Ca. 8 m vest for der hovedkisens heng skjærer ligger i tverrslaget går skyveplanet ned i dets ligg. Under skyveplanet går noen 10-20 cm mektige, litt uregelmessige kisårer. De ligger i grønnstein eller en mer kloritrik bergart som fører meget tynne og lite utholdende vasskisstriper, vanligvis bare noen mm mektige. Kisårene som er inntegnet på figuren, fører kis av omtrent vanlig gangkissammensetning. Øvre åre fører en del kvarts og litt jaspis langs hengen. Om disse årene går sammen med selve hovedkisen på et høyere nivå vet man ikke, men de synes å nærme seg denne ved profil 82b. I tverrslaget sønnenfor er det bare en ca. 4 cm mektig åre under skyveplanet, mens diamantboringer synes å vise en tiltagende mektighet på de to kisårer lengere nord i samme profil. I profil 84b fikk man på grunnlag av diamantboringer følgende profil i et hull nedenfra og oppover: Først hovedkisen omlag 14 m mektig, så et grønnstenslag over 1 meter mektig, deretter et 0,9 m mektig kislav som holdt 32,12% S, 1,14% Cu og førte en del kalk og jaspis. Deretter fulgte et grønnstenslag ca. 1,60 m mektig. Til slutt fulgte et 0,45 m mektig kislav som inneholdt 28,53 % S og 1,05 % Cu. Det blir opplyst at denne kis førte striper av grønnstein og svartfjell. Over her skulle glideplanet komme inn et sted, men det var ikke oppgitt noe om dette.

I profil 85 b har man på grunnlag av boringer ikke kunnet konstatere noe kislag over hovedmalmen der analysen viste 43,7% S og 3,90 % Cu. Lagene har sannsynligvis kilt ut her.

I tverrslaget der figuren er hentet fra, er det på et sted i den øverste kisåren noen strukturer som kan tyde på en meget svak bånning. Det er ikke usannsynlig at disse kislagene over hovedkisen som kan følges fra profil 82b - 85, primært er vasskislag som da senere kan ha fått en tilførsel av tungmetaller.

Kisårene under skyveplanet har vært utsatt for tektoniske forstyrrelser. Enkelte små forkastninger kan sees (fig.20), og ellers er kislagene gjennomført av en mengde små stikk, for det meste fylt med kalkspat. Det gikk en elektrisk kabel langs dette tverrslaget, så kompasset var ikke helt å stole på, men da retningene ble kontrollert ved å sammenligne med gruvekartet, ble ikke målingene så unøyaktige likevel. Kalkspatstikkene sannsynligvis tensjonssprekker som delvis fortsetter i den kloritrike bergarten kislagene ligger i, ser ut til å gå nord-syd og står omtrent loddrett. Mellom kisårene er bergarten delvis skifrig og noen steder fylt med kalkspat som løper parallellt med skyveplanet og kisen.

Forkastning A har strök omlag N10°V med fall 45° mot øst og er delvis fylt med kalkspat.

Forkastning B som er fylt med kalkspat, har strök omtrent N50°. Fallet er 75° mot vest. Bildet nedenfor er tatt i det samme tverrslaget og viser øverst sleppen med kislagene under.



Fig. 1 viser også at man har hatt en strekning øst-vest under skyveplanet, og denne kan utmerket godt ha vært forårsaket av dette. Det er derfor et moment som taler for at det kan være yngre enn selve malmdannelsen. En annen mulighet kunne være at man først hadde en forskyvning langs skyveplanet, hvoretter disse kislagene hadde avsatt seg i selve skyvesonen, og til slutt en ny forskyvning, spesielt i den øvre del av sleppen. Bergarten kislagene ligger i, er imidlertid ikke så forskrifret at dette skulle være mulig.

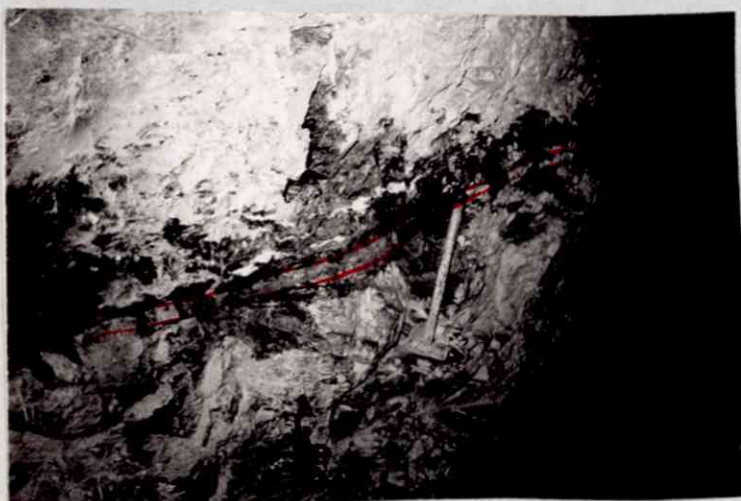
Dersom skyveplanet er eldre enn kisdannelsen, er det merkelig at man ikke skulle finne spor av malm på dets hengside (vestside). Dette kunne imidlertid forklares ved en ny forskyvning etter at eventuelle løsninger var avsatt.

Mellom nivå 340 og 380 ligger skyveplanet faktisk i kontakt med malmens heng flere steder. Dersom skyveplanet er yngre enn malmdannelsen, skulle man her vente å finne glidespeil i kisen heng. Om malmen hadde slike strukturer akkurat i kontakten, vites ikke. Under brytningen her var man imidlertid plaget av en god del glideslepper eller glidespeil gjennom kisen like under skyveplanet. Disse gikk omtrent parallelt med det. Dette område er nu ikke tilgjengelig. Forholdene taler i alle fall for at det har foregått bevegelser langs skyveplanet etter malmdannelsen.

Neste problem er skyveretningen. En strekning øst-vest kan tyde på en bevegelse i denne retning. Sleppemateriale der øverste kislag ser ut til å være avslitt, skulle tyde på at vestre blokk har beveget seg oppover mot øst i forhold til østre blokk. Glidestriper ble ikke iaktatt noen steder langs glideplanet. Enkelte slepefolder i sleppemateriale kunne sees, men de var ikke typiske for en bestemt relativ bevegelse. På siste bilde, venstre hjørne, er det imidlertid strukturer som også tyder på den bevegelse mot øst for øvre blokk i forhold til den undre.

I øst-vestgående tverrslag syd for det som nu er beskrevet, er det bare et kislag (ca. 4 cm mektig) under skyveplanet. Denne kisen så ikke ut til vanlig gangkis å være, og det ble

foretatt en analyse av den. Den viste seg å inneholde 37,8% S, 1,03% Zn og 0,77% Cu så den er i alle fall rikere enn vanlig vasskis. Mellom skyveplanet og kislaget ligger et par cm mektig lag av et mørkt sediment, sannsynligvis grafittholdig. Her ble det og tatt et bilde (mot nordöst), men kontrasten mellom kislaget og sleppen kommer ikke så godt frem. Kisen er avgrenset med rødt, og over denne sees et mørkt bånd som er sedimentet, men dette laget vises best i søndre ortvegg. Noe kvart₂ sees også, og den er nok yngre enn forskyvningen. Kisen er også her oppsprukket.



I det sørligste tverrslag som går nord-syd, er som nevnt også det siste kislaget forsvunnet. Bildet nedenfor er tatt mot nord, og her sees noen yngre kvart₂sårer i sleppen, men de forteller ingen ting om bevegelsen.



Det er ikke godt å si hvor stor bevegelsen langs skyveplanet har vært. Man har visstnok aldri kunnet følge et vasskislag inn mot sleppen fra østsiden og konstatert at det ikke fortsetter på vestsiden av den. Det er mulig at vasskislagene bøyer av slik som Hovedforekomsten og går langsetter skyveplanet lengst mot vest. Man kjenner lagenes forløp for dårlig, men i alle fall går det vasskislag under liggen av malmen også i denne delen. Området rundt skyveplanet synes ikke nevneverdig påvirket av dette, så man bør ikke med sikkerhet gå ut fra at man har med store forskyvninger å gjøre.

3. Forkastninger i gruvas vestlige del.

I denne del av gruva er det akkurat som i den østlige del, slepper eller knusningssoner med strøk fra N70⁰ til omtrent rett øst-vestgående slepper som dominerer. De fleste av disse har nordlig fall. Sleppene som gjennomsetter Hovedforekomsten, lager ofte forskyvninger i denne, og disse vil svært ofte tre frem som uregelmessigheter på profilkartene. Profilene legges nemlig langs retningen N10⁰. Her er med en unntagelse tatt med noen profiler vest for Wallenberg sjakt.

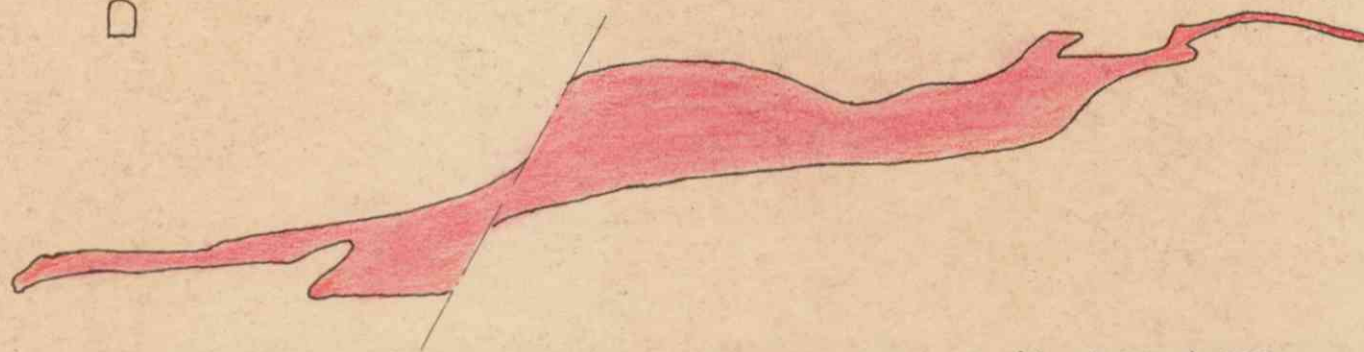
Den forkastning som har forårsaket størst forskyvning i Hovedforekomsten, vises på alle profilkart mellom profilene 76 og 80, en avstand på over 100 meter. Sleppen har i grønnstenen under kisen et strøk på N77⁰ og fall 70⁰ i sydlig retning. Den skjærer heng- og liggkorn på nivå 430 like øst for profil 79b der disse møtes og er her en mektig kloritsleppe. På neste side er profil 78b gjengitt, og kisen er her som på de neste profiler, farvet rød. Den omliggende grønnsten er ikke farvelagt. I dette profil er den vertikale forskyvning godt og vel 8 meter. Den er ca. 6 m i profil 77, 77b og 78 - 4 m i profil 76b. Vest for profil 78b er ikke konturen av malmen trukket opp nøyaktig på kartene, men som nevnt, kan man se at kisen er forkastet også i profil 80.

Den eventuelle horisontale forskyvning er ikke så lett å få observert da disse sleppenegår omtrent parallelt med malmaksen, og å komme til på de strategiske steder er vanskelig

Profil 78.b

Nivå

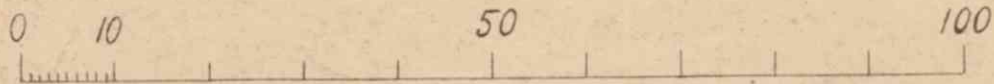
-380-



-430-



Målestokk 1:800



når det gjelder eldre drifter. Glidestriper ble observert i denne sleppen i hengkorn, og de hadde strök omtrent $S10^{\circ}\ddot{O}$ (svært ujevne). I dette tilfelle dreier det seg altså om en forkastning praktisk talt etter fallet, der hengsiden er forskjøvet nedover i forhold til liggsiden (normal fault).

Leirsleppen eller skyveplanet som her ligger like over Hovedforekomstens heng, blir også forkastet av denne sleppen og er altså eldre enn den.

En annen markant sleppe som man har vært oppmerksom på både på nivå 380 og 430, er den som på sistnevnte nivå går igjen i alle de nærmeste tverrslag vest for profil 51. Den går noe ujevnt med strök fra $N40^{\circ}\ddot{O}$ til $N60^{\circ}\ddot{O}$ og faller fra 60° - 70° mot nordvest. På nivå 380 var man ikke sikker på om den mot nord gikk frem til jernmalmorten (se vedlagte profil 53), men her ble det omtrent 25 m vest for tverrslag 8 som skulle tilsvare profil 50b, funnet en mektig kloritsleppe med strök ca. $N55^{\circ}\ddot{O}$ og fall 60° mot nordvest. Sannsynligvis er det den samme sleppen.

I hengkorn på nivå 430 ved tverrslag 14 (profil 53b) er sleppen ca. 1 meter bred. Grønnstenen er oppknust og i midten er det nesten bare klorit. Bildet nedenfor til venstre er hentet herfra og er tatt mot nordöst. Henggrensen er trukket opp med rødt.



Profil 53

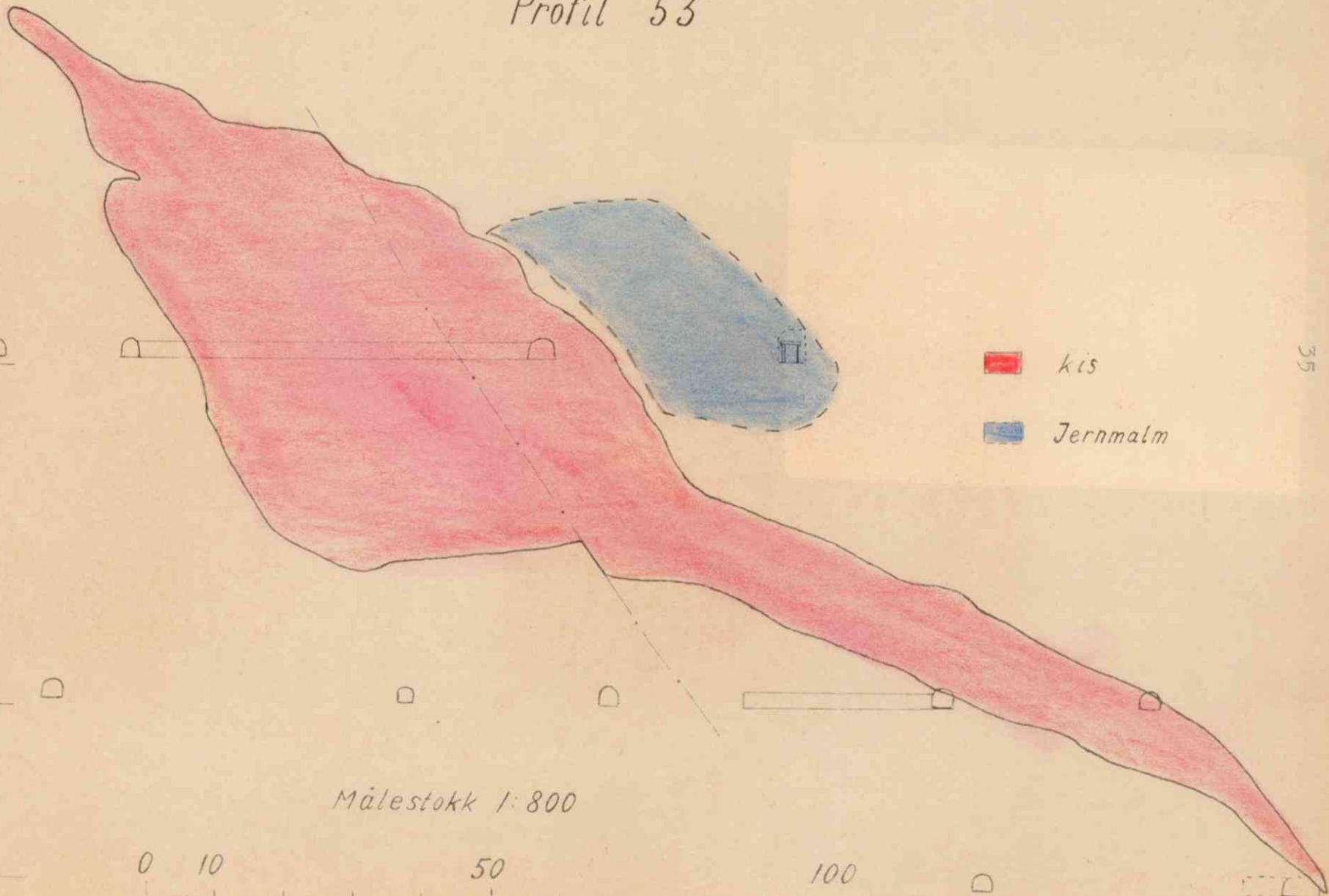
□ Nivå

□ 340

□ 380

□ 430

□ 456



□ kis

□ Jernmalm

Målestokk 1:800

0 10

50

100

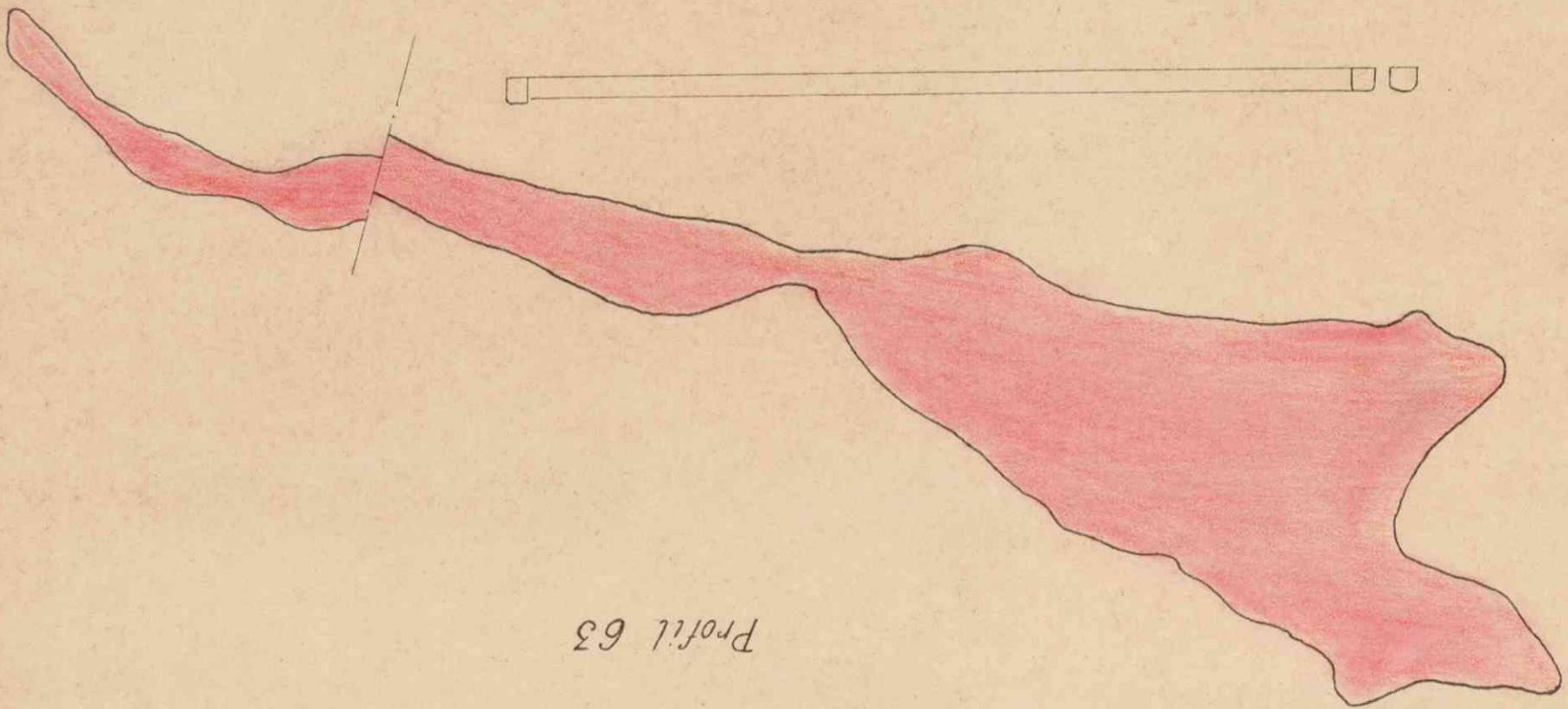
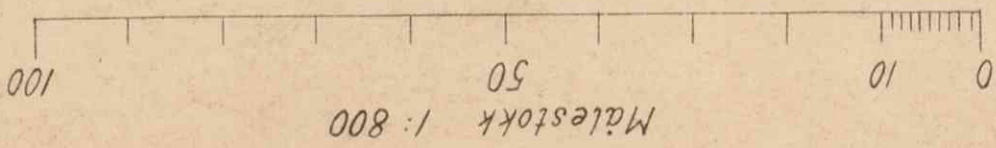


I nordligste feltort ved profil 51 på samme nivå skjærer sleppen gjennom kisen. Den har her form av en knusningssone som faktisk er over 10 meter bred. Bildet til høyre viser et parti fra denne.

I profil 53 som er gjengitt, er den vertikale forskyvning omlag 5 m, og i profilene 52 og 53b er den etter kartene ca. 4 m. Kisens liggrense på profilkart 51 tyder og på en vertikal forskyvning. Om knusningssonen strekker seg helt opp i kisens heng i for eksempel profil 53, er ikke direkte påvist, men hengens forløp kan faktisk tyde på at også denne er forkastet.

Ved å studere kartene rundt profil 63 ser det ut som om den nordre del av Hovedforekomsten på dette sted har vært utsatt for en forkastning. Fra nest nordligste feltort i profil 64b var det mulig å komme opp i liggen av kisen. Her kunne sees en rekke øst-vestgående knusningssoner i kisen på det sted den ser ut til å være forkastet. De har et fall på ca. 75° mot syd, og foruten breksjert kis kunne man også se noe klorit i sleppene. Selve liggrensen kunne ikke sees, men et tilnærmet horisontalt lag av grønnsten inne i kisen kunne iakttas på hengsiden av en sleppe med strök omlag $N77^{\circ}O$, fall 65° mot syd, derimot ikke på liggssiden. Det var flere bruddstykker av grønnsten enn av kis i sleppen, samt litt sekundær kalkspat. Det er derfor ikke tvil om det her har foregått forskyvninger i kisen, og i profil 63 er forkastningen opptegnet på grunnlag av disse iakttagelser samt det tidligere opptegnede profil. Den vertikale forskyvning er her nesten 3 meter. I profil 62 ser den ut til å være 1 meter, i profil 64 virker det som om den nordre del er avslitt, og i profil 64b der liggen ikke er nøyaktig inntegnet, er det også tydelige uregelmessigheter. Det ble observert glidestriper i den ene sleppen. Disse gikk tilnærmet etter ströket, og det så faktisk ut som om nordre blokk hadde beveget seg østover i forhold til søndre, stikk imot det man har funnet i den østlige del av gruva. Strukturene var imidlertid utydelige, og i samme sleppe ble på et annet sted funnet noen svake glidestriper etter fallretningen.

Den nordlige malmspiss ser også etter kartene å dømme ut til å være forkastet mellom profiltene 67 b og 69 b. Inne ved



430

380

Niva

Profil 63

37

stuppen i tverrslag 44 (profil 68b) er det nedgang til skrapesystemet, og ved å følge dette vestover kan man komme til i den knekken i kisen som vises så tydelig på profil 69. Begge disse profilene er tegnet av. Överst i denne knekken kan man se en sleppe som skjærer kisens heng, og sleppen kan følges nedover mot nord i en faringsort som munner ut i en strosse nord for innsnevringen som så tydelig gir seg til kjenne i dette profilet. Et parti av sleppen inneholdt breksjert kalkspat, ellers oppknust grønnsten og kis. Malmen er en vasskis, men så ut til å være forholdsvis rik på kopper i forhold til vanlig vasskis. Sleppens strök ble målt til \ddot{O} -6 $^{\circ}$ S og fallet til 57 $^{\circ}$ mot nord. Den vertikale forskyvning ble i profil 69 målt til 3,5 meter. I profil 67b ser den i følge kartene ut til å være omtrent 1,5 m, mens liggen ikke er tilstrekkelig kartlagt vest for profil 69 til å si noe om forløpet og eventuelt størrelsen. Kisens form tyder på at forskyvningen har foregått etter fallet og at det dreier seg om en normal fault.

Profilkart 70 b viser at liggen av Hovedforekomsten har vært utsatt for tektoniske forstyrrelser, hvorav en del kan observeres i tverrslag 48 på nivå 380. I alt 12 større knusningssoner gjennom kisen kan sees i tverrslaget, de fleste lengst mot nord. Noen er fylt med 5 cm brede kalkspatårer som ikke ser ut til å være breksjert. Det er mulig at det først har foregått i skjær-bevegelse og deretter en viss utvidelse av disse soner. Forkastning 4 var allerede innmålt i en tapning under tverrslaget. Ströket var N65 $^{\circ}$ -70 $^{\circ}$ Ö, fallet 75 $^{\circ}$ mot nordvest, og den vertikale forskyvning ble funnet å være 3,2 meter. De 3 nordligste forkastninger var ikke innmålt, og kisen er her opptegnet slik den synes å gå.

Der kisen ender lengst nord i tverrslag 48, er den oppknust og grønnstenen er kloritisert. I hengen kan man se at malmen er en opprinnelig vasskis. Sleppens strök er N 87 $^{\circ}$ Ö og fallet 60 $^{\circ}$ mot nord, vertikal forskyvning ca. 4 m. Det er store sjangser for at sleppen er den samme som forkaster den nordre malmspiss ca. 40 meter lengere öst (se forrige profilkart), og den ser også ut til å fortsette i alle fall et profil lengere vest. Dersom dette er korrekt, har sleppen

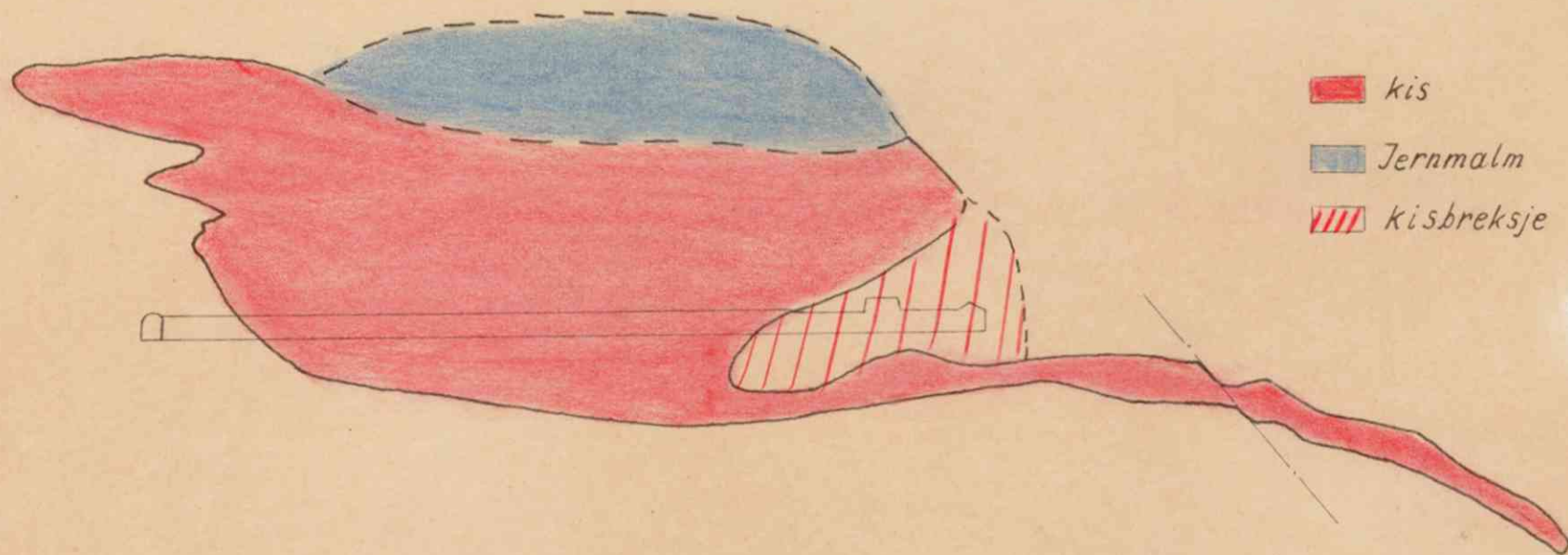
Profil 68 b

Nivå

340

380

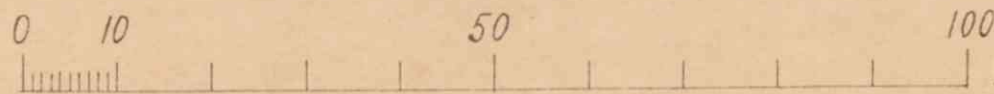
430



-  *kis*
-  *Jernmalm*
-  *kisbredsje*



Målestokk 1:800



Profil 69

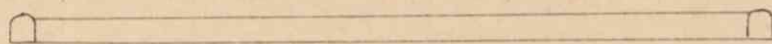
Nivå

 *kis*
 *Jernmalm*

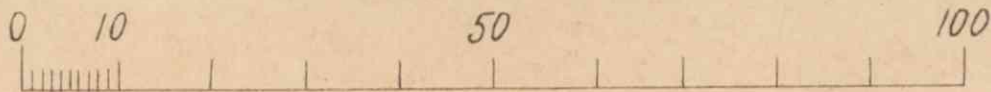
380

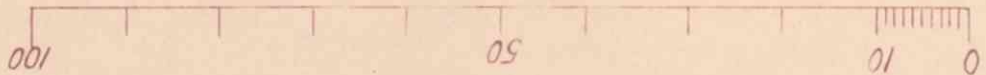
430

40

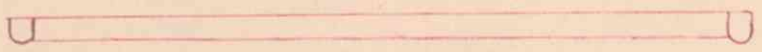


Målestokk 1:800

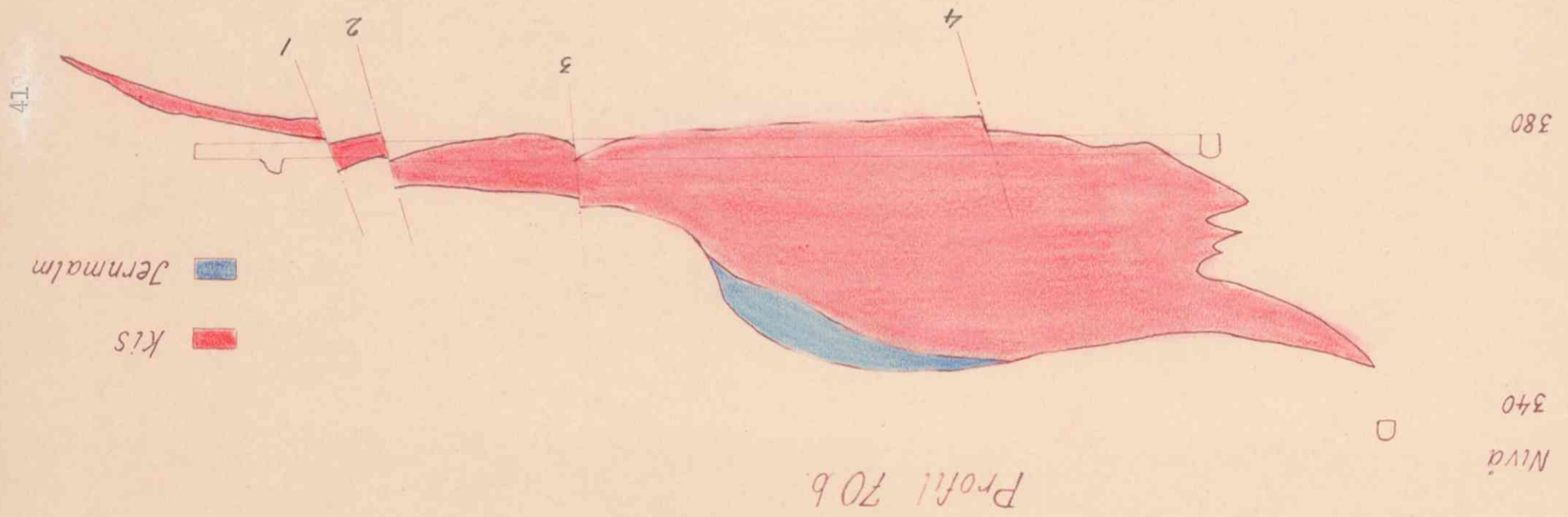




Malesstokk 1:800



430



en utstrekning på over 100 meter i strökretningen.

Forkastning 2 markeres ved en kraftig knusningssone, spesielt i kisen, men også i grønnstenen. Neste bilde er tatt mot øst, og grensen mellom kis og grønnsten er trukket opp, kis til høyre.



Strökretningen er omlag $08^{\circ}S$, fallet 72° mot nord og den vertikale nedsenkning av nordre parti ca. 4 meter. Malmens liggrense er ikke helt oppmålt i profilene 70 og 71, men det er visse uregelmessigheter som tyder på at forkastning 2 også på disse steder skaper forstyrrelser i liggeren.

Den tredje forkastningen ser ut til å være forårsaket av en knusningssone med strök ca. $N80^{\circ}O$ og fall 80° mot nord. Den vertikale nedsetning av nordre blokk i forhold til søndre er etter kartene å dømme omlag 2,5 meter. Forkastningen ser og ut til å tre frem på profilkart 71 med vertikal forskyvning ca. 3 meter og på profilkart 71b.

De øvrige knusningssoner i tverrslaget skaper sikkert også småforskyvninger av malmens liggrense, men de kan ikke iakttas her. I pillarort ca. 22 meter over tverrslag 44 sees flere knusningssoner i malmen med strök fra $N72^{\circ}O$ til $05^{\circ}S$, og som faller steilt mot nord. Disse er også fylt med senere opptrengt kalkspat. I pillarorten omlag 8 meter over

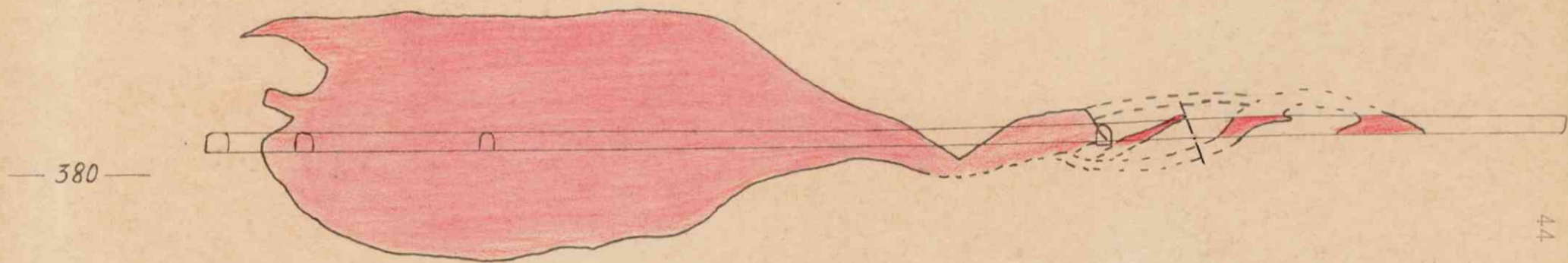
tverrslaget sees imidlertid enda flere av disse knusningssonene, og lengst mot nord kan man se disse omtrent øst-vestgående soner forårsake småforkastninger i hengen der den nordre blokk er skjøvet ned mot nord i forhold til søndre. Under kisen, på nivå 430, er grønnsteinen akkurat her gjennom-satt av en mengde tilnærmet øst-vestgående slepper med fall for det meste mot nord. Disse forhold gjør seg også gjeldende videre vestover på dette nivå. Forøvrig kunne man ca. 14 m nordøst for forkastning 1 se en forskyvning langs en sleppe nede i strossen. Sleppens strök var omlag 035°S , fallet 60° mot nordøst, og den hadde forkastet den båndete kisen over 2 m etter fallet (dip slip).

I tverrslag 52 (profil 72b) på nivå 380 har også kisen et uregelmessig forløp. Hele den nordlige klumpen er primært en vasskis. Man kan tydelig se svartfjell- og enkelte steder jaspis-bånd i den, men da den er forholdsvis rik på kopper som sannsynligvis er tilført sekundært, har den vært gjenstand for avbygging. Midt i kisklumpen går en glidesleppe med strök ca. $N10^{\circ}\text{V}$ og fall 28° mot vest. Den har glidestriper etter fallet, og små uregelmessigheter på sleppeflaten tyder på at det dreier seg om en reverse fault. Størrelsen på forskyvningen går det ikke an å måle. Denne sleppen har samme strök som skyveplanet og et noe større fall, men det er meget mulig at den er forårsaket av de samme krefter som er opphavet til skyveplanets bevegelse. Hvis dette er tilfelle, understreker den det som tidligere er sagt om bevegelsen langs dette.

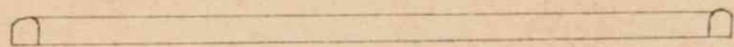
Glidesleppen skjæres av en knusningssone med strök øst-vest og fall 72° mot nord, og den så ut til å være forkastet noe. I alle fall er knusningssonene yngre enn glidesleppen. Det ble tatt et bilde på dette sted (mot vest). En del av knusningssonen er krittet opp, og øverst til høyre sees glidesleppen som er noe ujevn akkurat her. Midt på bildet, litt til høyre for knusningssonen, kan man ane båndingen i kisen.

Profil 72b

Nivå

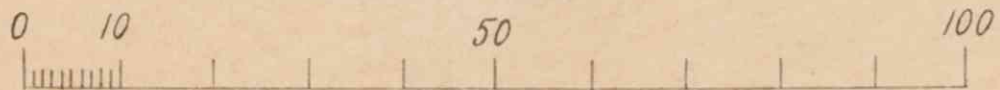


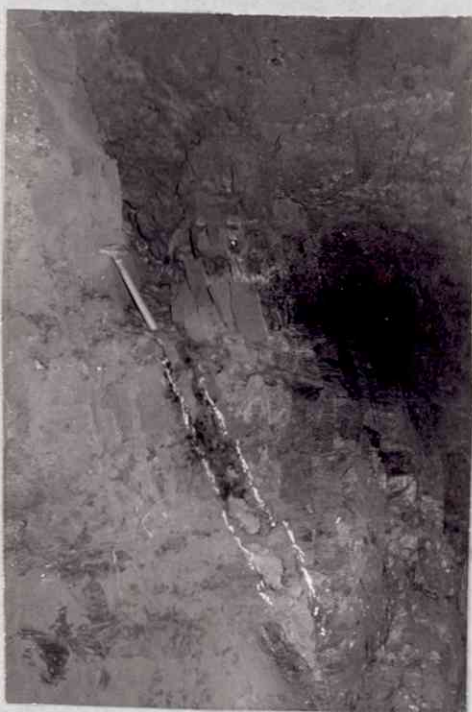
— 380 —



— 430 —

Målestokk 1:800





Lengere sør i tverrslaget står det nok en kisklump, og grønnstenen mellom dem virker temmelig tektonisert. En god del av denne kisen er båndet, særlig i midten, og jaspis finnes også. Den tenkte forbindelse mellom de to nordligste malmer er streket opp, men det kan godt tenkes at den nordre del er forkastet noe nedover i forhold til den andre etter det som er nevnt om grønnstenen mellom dem.

Like nord for øst-vestgående ort stikker en mindre enn en $\frac{1}{2}$ meter mektig kisstjert gjennom tverrslaget som ser ut til å kile ut mot hengen. Den ser ut som gangkis, fører meget kvarts med en del jaspis og synes å være begrenset av ren grønnsten. Rett øst for denne stjerten går en klorit-sleppe med strøk $013^{\circ}S$ og fäll 62° mot nord.

Ved den øst-vestgående orten er det skarp overgang mellom kis og grønnsten uten tektoniske forstyrrelser. Kisen ser ut som vanlig gangkis. I borhull 386 som er påsatt 2 meter sør for den tverrgående orten, ble det påvist et ca. 1 meter mektig kislag med omtrent 1% Cu 4 meter under sålen. Over og under dette går det også et tynt kislag. Det er ikke godt å si hvordan de to nordligste klumper er forbundet med resten av kisen akkurat her, da dennes forløp ikke er tilstrekkelig kartlagt. Strekene antyder at det er forbindelse via kislaget som går under sålen. En opprinnelig forbindelse med kisstjerten og en senere forskyvning langs sleppen er mulig, men som tidligere nevnt synes den å kile ut opp mot hengen i tverrslaget. En utløper over hengen av den øst-vestgående ort kan meget godt tenkes, og ved profil 73b står det en 1,5 m mektig kis i denne orten som har forbindelse med hovedkisen sørover og

stiger nordvestover. Denne kan også tenkes forkastet av sleppen. Det er ikke umulig at sleppen er den samme som forårsaker forkastning 2 i profil 70b.

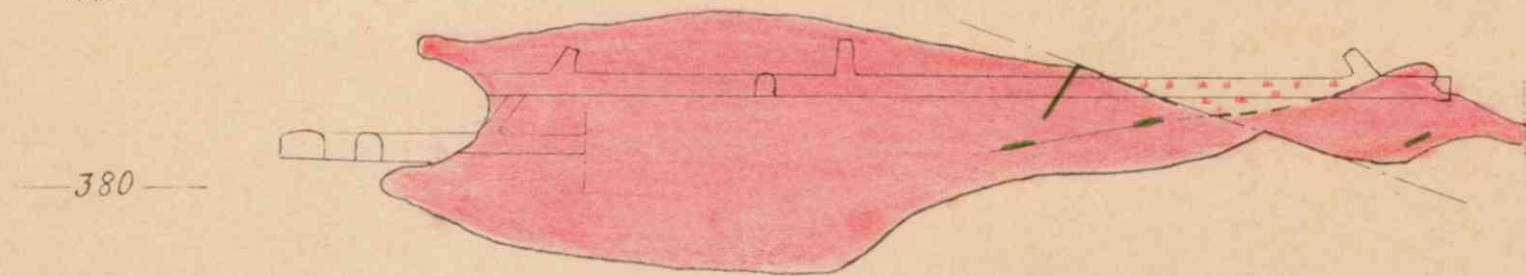
I pillarorten over nivå 380 i profil 73b vil man se at hengen stuper nedover mot nord for ca. 20 m nordenfor å komme opp i orten igjen. Grønnsten er her kisimpregnert, hvilket den ofte er der den stikker ned i kisen. Grensen mellom kis og grønnsten er for det meste dratt opp på grunnlag av diamantboringer og er ikke helt å stole på. Overgangen skjer enkelte steder langs hengen via et lag med magnetit, men det er ikke inntegnet på profilet.


Langs kisens heng der denne faller nordover, går en kloritsleppe der sleppematerialet er for det meste leireaktig eller små bruddstykker av grønnsten. Grønnstenen er og tektonisert (forskifret) over selve sleppen, og det er også små grønnstensfliker som stikker nedi kisen. Flikene er adskilt fra resten av grønnstenen over hengen ved selve sleppen, som synes å være yngre enn forskifringen. Denne tilsvarer kanskje de tilsvarende strukturer som Falkenberg nevner. Bruddstykker av kis kunne ikke sees i sleppen, og det er en mulighet at den ikke skyldes tektoniske forstyrrelser. På profilet er sleppen tegnet igjennom kisen, og den tenkes å forkaste denne. Kisens forløp kan tyde på det, men man vet ikke noe sikkert. Sleppens strøk er $N85^{\circ}O$ og fallet 16° mot nord. 10 meter lengere nord står det en kloritsleppe med strøk $N75^{\circ}O$ og fall 70 mot syd.

Der hengen kommer opp i pillarorten igjen, går det også her langs denne en lignende sleppe som gikk langs hengen lengere sør. Enkelte steder er den ca. 10 cm mektig, andre steder går kisen nesten rett over i den impregnerte grønnsten. Strøket er $N78^{\circ}O$ og fallet 18° mot syd. 19 meter lengere mot nord forkastes hengen og sleppen over denne av en 10 cm mektig knusningssone med strøk $N88^{\circ}O$ og fall 75° mot nord. Dette er en reverse fault med dip slip ca. 12 cm. Den stopper straks over hengen der den skaper noe som kunne ligne en fleksurfold i den forskifrede grønnstenen.

Profil 73.b

Nivå



 kisimpregnasjon

 kis

Målestokk 1:800



Fortsettelsen av kisen videre mot nord er ikke skikkelig kjent, og streken lengst nord markerer ikke noen forkastning.

På profil 73b er tegnet en grønn strek fra hengen og ned i kisen. Det er en kloritsleppe (3-5 cm mektig) med strøk om lag øst-vest og fall 45° mot syd. Den synes å stoppe mot hengen som her nærmest kisen hadde et 30 cm tykt leireaktig lag og utenom dette et lag med kloritflak og deretter grønnsten. En forskyvning langs hengen kan muligens ha forkastet sleppen også. Kloritten i denne sleppen kan ha kommet fra grønnstenen ovenfra, men det kan og opprinnelig ha vært en diabasgang som det senere har foregått forskyvninger langs (herom senere). Kisen langs sleppen synes ikke å være breksjært, men i en parallell kloritsleppe 5 m lengere sør var det iblandet breksjært kis. Akkurat her var et parti av malmen temmelig oppknust, men på bildet nedenfor som er tatt mot vest, kommer dette ikke så godt frem p.g.a. borslam på veggene.

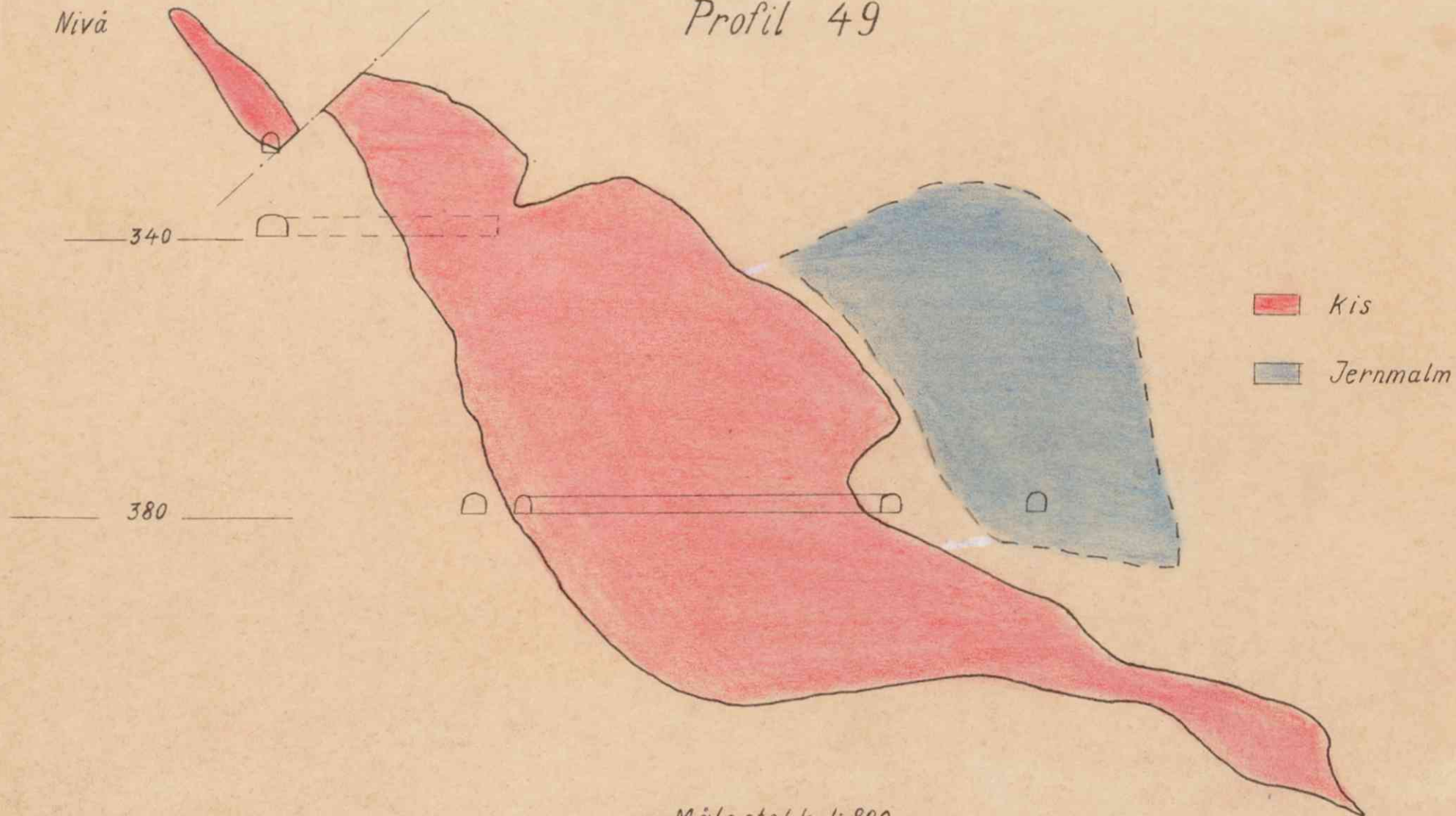


Ved diamantboringer er lokalisert et grønnstenslag i kisen som antydnet på profilkartet.

Mellom profilene 47 og 52 opptrer det visse uregelmessigheter i den øvre spiss av Hovedforekomsten, og dette kommer tydeligst frem i profil 49. Denne del av forekomsten er nå utilgjengelig, men man husket at det her ble påtruffet en kloritsleppe under avbygningen som kunne tilsvare den som

Nivå

Profil 49

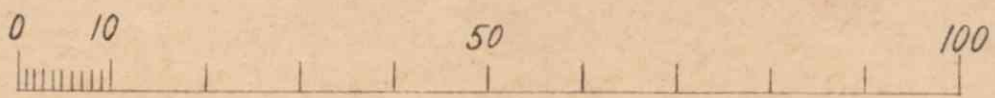


340

380

- Kis*
- Jernmalm*

Målestokk 1:800



er påtegnet profilet. Om kisen var oppknust inntil sleppen, var man ikke sikker på, men dens utforming i forhold til sleppen tyder på at man her har en forkastning som skyldes en øst-vestgående sleppe.

I profil 49 skulle man således ha en forskyvning etter fallet på omtrent 10-12 meter, og siden man finner de samme forhold på profilkart 47 og frem til profilkart 52, skulle sleppen ha en utstrekning langs strøket på minst 135 meter.

En kjent forkastning gjennomsetter kisen like øst for Wallenberg sjakt. Dens strøk er $N40^{\circ}O$ og fallet er 60° mot nordvest.

5. Beskrivelse av nivå 430.

Litt av den nordre del av Hovedforekomsten kommer med på dette nivå og er farvet brunt på det vedlagte kart over nivå 430. Fra foreliggende profilkart av malmen som opptegnes for hver 13,5 meter langs dennes lengdeakse, er kisens grense mot sidebergarten overført til dette nivåkart. Mellom disse avsatte punkter er så grenselinjen trukket idet malmens skjæring med ortsålen legges til grunn. Det ble foretatt målinger så vel i kis som i den omliggende grønnsten. På kartet er bare inntegnet slepper som inneholder sleppemateriale i form av finmalt eller grovere oppknust fjell. Det som er kalt markante slepper, er de med metighet større enn omlag 5 cm. En sleppe kan ha meget varierende mektighet, og i slike tilfelle vil grensen mellom de to grupper selvsagt bli noe flytende. Når det gjelder kisen, er det forøvrig gjort et unntak, idet det på kartet er avsatt noen markante sprekker med strøk rundt $N15^{\circ}V$ som ikke er fylt med sleppemateriale. Disse og andre sprekker som det da tilsynelatende ikke har foregått noen bevegelse langssetter, betegnes som stikk. Under opptegning av diagrammer er disse stikkene skilt ut fra sleppene. I motsetning til professor Strand er sleppe- og sprekke-

normalene plottet inn på den øvre halvkule i stereografisk (vinkeltro) projeksjon, ikke i flatetro projeksjon.

Sleppe- og knusningssoner observert i kis.

Fig. 1 viser sleppe- og knusningssoner gjennom malmen, i alt vesentlig fra nivå 430, men enkelte av punktene stammer fra noen av de forkastninger som ble omtalt i forrige avsnitt. Det er tilsammen 57 punkter. Fig. 2 har 130 punkter, og her er det stikk gjennom kisen på nivå 430 som er plottet inn.

Det er tydelig at det er knusningssoner med strök rundt $N80^{\circ}O$ som dominerer i denne del av malmen. Fallet varierer fra $60-90^{\circ}$ mot nord til $65-85^{\circ}$ mot sør. Som man ser av nivå-kartet, er det relativt kraftige knusningssoner det dreier seg om, og det er spesielt mellom profil 59 og 62 at kisen gjennomsettes av et flertall slike soner. I dette området, visstnok 14. magasin (profil 60) løsnet det under strossingen en kjempeblokk langs en slik sone med strök ca. øst-vest og fall 80° mot syd. Blokken var visstnok over 10 meter lang. Disse soner med nordlig fäll tilsvarener sikkert Falkenberg's gruppe 1 og de som Strand har på sitt diagram fra den østlige del av gruva. Sannsynligvis tilsvarener de med sydlig fall gruppe 2 som skulle være yngre enn gruppe 1, men noen skjæring mellom slepper fra de to grupper ble ikke iaktatt på noe sted. Da knusningssonene i alle fall i den vestlige del av Hovedforekomsten, faller steilt i begge retninger, er de sannsynligvis av noenlunde samme alder. I forrige avsnitt er vist med noen eksemplær hvordan de forkaster malmen.

I nordligste feltort rett vest for tv. 32 (profil 62b) ser man at kisens heng blir forkastet av en meget tynn og noe ujevn sleppe. Dens strök er omlag nord-øst-sydvest, fallet er 65° mot sydøst og dip slip ca. 25 cm. Langs hengen går det her på vestre side av forkastningen en på sine steder 15 cm mektig kloritsleppe. På østsiden av denne fortsetter den i grønnstenen et stykke for så å legge seg langsetter hengen igjen. Bildet på neste side er tatt mot nordøst og kisens heng samt forkastningen er trukket opp med kritt. Der "heng-sleppen" fortsetter i grønnstenen er den streket opp.



På fig. 21 som viser det samme, er antydning i kisen, dog er den noe overdrevet. Langs hengen var den imidlertid tydelig nok på sine steder. Av bildet og figuren fremgår at kloritsleppen er yngre enn forkastningen som ikke kan sees i grønnstenen over. Den må videre være yngre enn kisdannelsen, noe som bekräftes ved enkelte bruddstykker av kis i "hengsleppen". Som fig. 1 viser, er det ikke funnet flere slepper gjennom kisen med samme beliggenhet i rommet. Falkenberg har imidlertid med på sine figurer forkastninger med samme strök, men med fall nordvestover. Et par slike slepper er også å finne på sleppediagrammet.

Fig. 1 (7)
To slepper med samme strök som skyveplanet er og avsatt på diagrammet. Den ene med fall 28° mot vest som synes å bli forkastet av en øst-vestgående knusningssone med nordlig fall, er allerede omtalt. Den andre med fall 37° mot vest, er avmerket på nivåkartet like øst for skyveplanet. Denne synes og å bli forkastet av en lignende knusningssone. Da sleppen står 15° steilere enn skyveplanet, er det ikke sikkert de har noe med hverandre å gjøre, og man kan ikke bestemt si at skyveplanet er yngre enn malmdannelsen på grunnlag av denne ene sleppen.

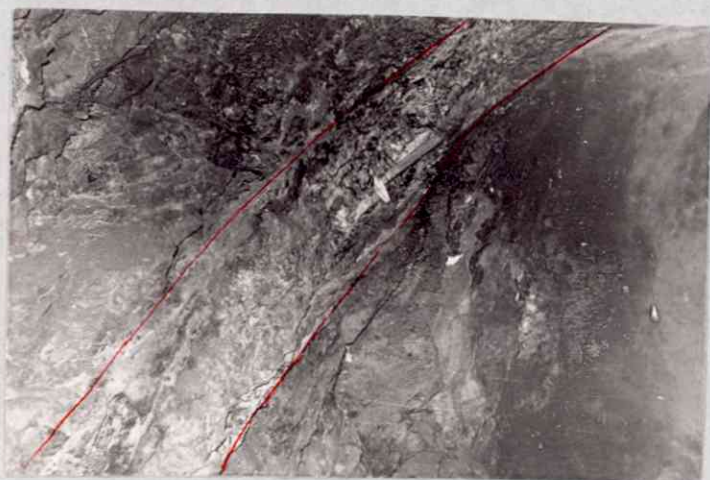
Den siste sleppen samt noen av de øst-vestgående fører bortsett fra oppknust kis noe kalkspat, ofte i form av årer og linser. Disse synes bortsett fra et tilfelle i en øst-vestgående forkastning med nordlig fall, ikke å være breksjerte,

så man kunne tro kalken var tilført etter bevegelsen. Dersom trykket er høgt nok ved dennes slutt, kan imidlertid kalken lett omkrystallisere å gi et sekundært utsyn. I noen øst-vestgående kunne det og være noe kvarts sammen med kalken, av lignende form som denne.

Fig. 22 er hentet fra nordligste feltort ved profil 51. Ved kisans heng som her er noe båndet, kan man se den tidligere omtalte nordøst-sydvestgående knusningssone med fall mot nord som forkaster kisen. På nordsiden av orten går det et stykke langs hengen en 20-30 cm kloritsleppe med strøk Ö-2°S og fall 70° mot nord. Sleppen fortsetter mot øst inn i grønnstenen, men om den fortsetter inn i kisen mot vest er ikke helt sikkert. Grønnstenen på nordsiden synes ikke å være påvirket av knusningssonen. Den øst-vestgående sleppen er da sannsynligvis yngre enn denne.

I tverrslag 26 (profil 59b) er malmens heng lengst mot nord forstyrret av flere småforkastninger (fig. 24). Her er kisen vakkert båndet, men mot sør går den over i vanlig gangkis som antydnet på figuren. Langsetter hengen går det også i dette tilfelle en sleppe, ca. 40 cm mektig, med strøk omlag øst-vest og fall 36° mot nord. Den inneholder enkelte kisbiter, men mest breksjært grønnsten. De to øvrige knusningssonene har strøk henholdsvis Ö13°S og ca. rett øst-vest. Forkastning C står litt annerledes enn de øvrige. Den har strøk N55°Ö, og av figuren fremgår at det dreier seg om en normal fault. Man kan tydelig se glidestriper som går omtrent etter fallet, men visse uregelmessigheter langs sleppen tyder mere på en reverse fault enn på en normal fault. Dette kan imidlertid forklares ved at det for eksempel kan ha foregått en mindre bevegelse i motsatt retning etter selve hovedbevegelsen. Denne siste bevegelse kan være forårsaket av en av naboforkastningene.

Bildet på neste side av sleppen langs hengen er tatt mot sørøst. Kisen står på høyre side av den, men båndingen kommer ikke frem av bildet.



Stikk observert i kis.

De observerte stikk gjennom kisen er plottet inn på fig. 2 (130 punkter). Diagrammet viser en konsentrasjon av stikk med omtrent samme strök og fall som de mest dominerende slepper i fig. 1, og de representerer nok det samme system i en mindre utviklet form (gruppe a). Videre er det en gruppe b som går omtrent nordsyd og faller steilt, for det meste mot vest. Nesten 1/3 av punktene representerer noen markante stikk som er nevnt tidligere (gruppe c). Disse har strök rundt N15V, og fallet varierer mellom 35-50° mot vest. Det er tvilsomt om de har noe med skyveplanet å gjøre, da enkelte står over 25° steilere enn dette. Likeledes synes det ikke å ha vært noen nevneverdig bevegelse langs etter dem. Dessverre har det ikke lyktes å finne igjen disse stikk helt inne ved hengen av malmen der man lettere kan fastslå om det har foregått noen forskyvning langs dem. Det følgende bilde er tatt omtrent mot nord i nest nordligste feltort ved profil 56.



I en pillar på nivå 441 et sted mellom profil 83 og 85 ble funnet tilsvarende stikk med strök fra $N10^{\circ}V$ til $N22^{\circ}V$ og fall $30-45^{\circ}$ mot vest. Dette er ikke langt under skyveplanet, og stikkene står mindre steilt enn lengere öst.

Av diagrammet ser man videre at det er en liten konsentrasjon av stikk med strök nordvest-sydöst og fall på $80-85^{\circ}$ mot sydvest (gruppe d). De utgjör imidlertid en meget beskjeden gruppe. En del med vekslende fall mot nordvest og svært varierende strök er også representert. Disse synes ikke å være fylt med kalk i motsetning til de övrige. Til en viss grad gjelder dette også de som faller steilt mot vest. Et stikk med fall 80° mot sør var fylt utelukkende av kvarts, og ellers sto det i 25. magasin (profil 71) en 10 cm bred kvartsgang som blant annet förte kopperkis (herom senere). Gangen fallt 80° mot sørvest.

Noen bestemt aldersfølge mellom de forskjellige grupper av oppsprekning i kis var ikke så enkelt å bestemme. De om lag öst-vestgående knusningssoner er i alle fall yngre enn

stikkene tilhørende gruppe b og c, da de forkaster disse.

Selv om det er satt et skille mellom stikk på den ene side og slepper og knusningssoner på den andre, vil disse ofte vise seg å gå over i hverandre. I denne forbindelse kan nevnes en iakttagelse i et tverrslag som går nord-syd. På den ene side av orten sto en øst-vestgående knusningssone som på den andre side fortsatte som en smal jevn sprekk fylt med kalkspat.

Slepper observert i grønnsten.

Fig. 4 viser hvordan sleppene står i grønnstenen på nivå 430. 114 punkt er plottet inn på diagrammet. Som i kisen er det de omlag øst-vestgående slepper som er de mest tallrike. Dette fremgår også som kjent av kartet over nivå 430. Fallet er litt forskjellig fra fig. 1 der en god del av sleppene har fall mot syd. I grønnstenen ligger dette stort sett mellom 30° og 78° mot nord. Det er en kjent sak at to forskjellige bergarter som for eksempel blir utsatt for et bestemt trykk i en bestemt retning, ikke nødvendigvis sprekker opp etter flater som er parallelle i de to bergarter. Bildet nedenfor er tatt mot øst i feltorten like vest for profil 66. Man ser en oppsprekning, tilsynelatende uten større forskyvning i dette tilfelle, med strøk omlag øst-vest og fall 68° mot syd. Loddrett denne sees langs hengen øverst til høyre på bildet en glidesleppe med samme strøk og fall 30° mot nord.



Det er mulig disse to systemer markerer det man på engelsk betegner som et "conjugate joint system".

Diagrammet viser også at en del slepper løper omtrent nordøst-sydvest, men fallet varierer svært: 40° - 65° mot nordvest (gruppe e) og 35° - 70° mot sydøst (gruppe f). Ellers finnes noen spredte som går omtrent nord-syd med varierende fall (helst vestover).

Foruten oppknust eller finmalt grønnsten (kloritt) fører enkelte slepper i samtlige grupper noe kalkspat på samme måte som knusningssonene i malmen.

Stikk oververt i grønnsten.

Fig. 3 viser hvordan stikkene går i grønnstenen, og i dette tilfelle er det 184 punkt som er avsatt. Det synes ikke å være noen bestemt retning som skiller seg ut, men man ser for eksempel at gruppe d går igjen og kanskje gruppe a, skjönt fallet er mindre enn det man finner i kisen. En større sleppe med strøk N77Ö og fall 62° mot nord forkaster et stikk tilhørende gruppe d og er altså yngst.

De fleste stikk er fylt med kalkspat, og det er ingen bestemt gruppe som synes å være foruten. Enkelte stikk i gruppe c er fylt med kvarts eller både kvarts og kalkspat, og det samme er tilfelle med stikk som faller mot nordøst, men de er av underordnet betydning. Noen få stikk med varierende fall mot nord er også kvartsfylte. Epidot fantes og i enkelte stikk, uten at de var retningsbestemte.

Mens stikkene i kisen danner bestemte mønstre, er dette ikke tilfelle i grønnstenen. Nå er imidlertid observasjonene i malmen foretatt på et mye mindre område enn tilfellet er i grønnsten, og det er mulig at man ved å måle over et større område også i denne ville få en større spredning av punktene i diagrammet. Eksempelvis kan nevnes at de stikk som kommer inn under gruppe d på fig. 3 hovedsaklig stammer fra et felt vestligst i liggkommunikasjonsorten. Gruppe a på samme diagram stammer tilsvarende overveiende fra området rundt profil 63 lengst syd.

Fordi om man i dette tilfelle finner slepper og stikk i grønnstenen som knapt forekommer i malmen eller helt mangler, kan man ikke bestemt fastslå at de må være eldre enn malmdannelsen. Som diagrammene viser, er det jo også i kisen systemer som igjen synes å mangle i grønnstenen.

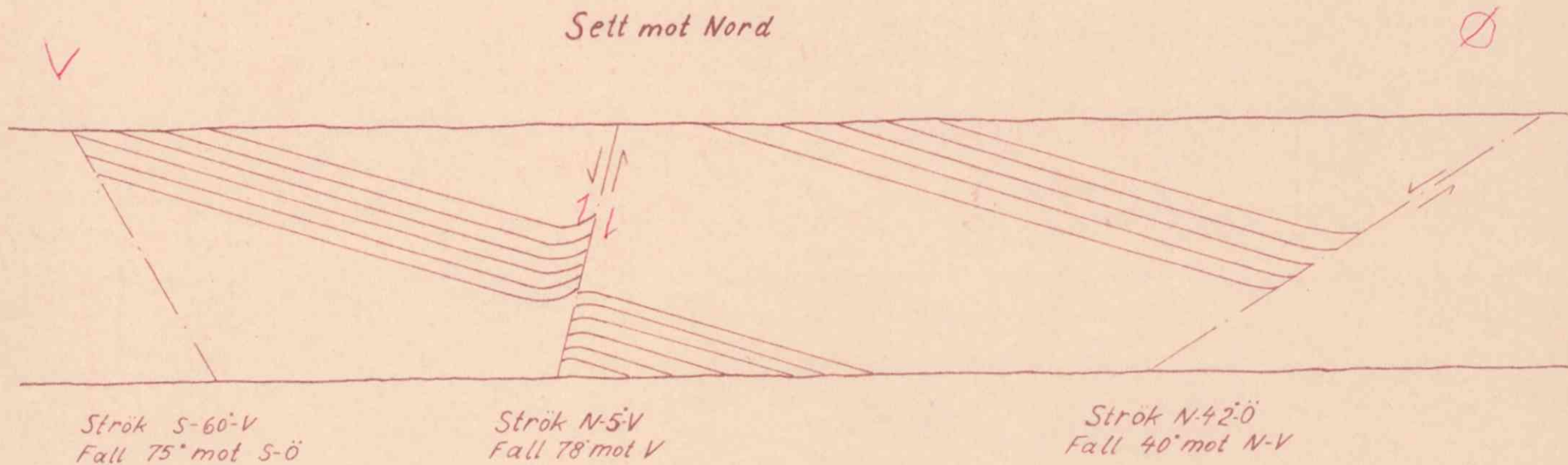
Mellom profil 65 og 66 i nordligste feltort kan man se svartfjell- vasskis-lag som er blitt utsatt for forkastninger etter mindre slepper med varierende strök og fall. En skisse fra dette området er gjengitt på neste side. Her kunne man tydelig se "drøgs" i lagene inn mot sleppene, og den relative bevegelse mellom blokkene er inntegnet på grunnlag av den form disse har. Fortsettelsen av lagene mot øst og vest ble ikke funnet. Lagene på begge sider av den nord-sydgående forkastning hadde samme strök og fall, så noen rotasjon av blokkene syntes ikke å ha foregått. En lignende iakttagelse ble gjort i forbindelse med en sleppe med fall 75° mot nord, og her var det heller intet som tydet på noen rotasjon. Bildet nedenfor viser forkastning av et vasskislav der dennes ligg er krittet opp. Det er også delvis sleppen som har strök $N66^{\circ}O$ og fall 67° i nordlig retning. Bildet er tatt mot vest et stykke nord for hengkorn i nærheten av profil 66.





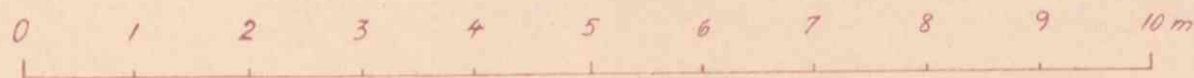
Sleppenes hyppighet er det vanskelig å gi noe bestemt mål for. Man kan lett overse en sleppe når ortveggen er tilsølet av slam og annet belegg man ofte finner i kisgruver, og dessuten varierer den ofte. I feltorten mellom profil 66 og 72 er det observert 9 tilnærmet øst-vestgående slepper med fall over 68° . Fallet er både nordlig og sørlig. Regner man derfor

Forkastninger i nordligste ort mellom profil 65 og 66

Sett mot Nord



-  Grønnsten
-  Svartfjell med vasskisstriper



at sleppene står vertikalt, og at de dessuten er forholdsvis utholdende, får man på dette sted en gjennomsnittlig avstand mellom dem på 6-7 meter.

En ting som synes å gå igjen, er at mektigheten av knusningssonene tiltar idet de forlater grønnstenen og fortsetter inn i malmen. Det kommer sannsynligvis av at den siste er sprøere enn grønnstenen. Partier av kisen som virker temmelig breksjert, synes ofte ikke å ha gjennomgått noen større forskyvning nettopp på grunn av dette.

Glidestriper observert på glideflater (430).

På fig. 5 er vist hvordan glidestripene går på de sleppeflater der de er observert. Det er de målinger som er foretatt på sleppeflater som tydelig hører til et bestemt sleppesystem, som har størst verdi, i dette tilfelle de med strök rundt $N80^{\circ}V$. Hos disse slepper har som man ser, forskyvningene for en god dels vedkommende foregått etter fallet, men for enkeltes vedkommende synes forskyvningen å ha foregått mer langs ströket.

Når det gjelder den første gruppen, tyder uregelmessigheter i sleppeflaten på at det for det meste dreier seg om normal faults der hengblokken har glidd nedover i forhold til liggblokken. På enkelte flater ser det imidlertid ut som om hengblokken er forskjøvet oppover i forhold til liggblokken (reverse fault), hvilket også fremgår av en av Falkenbergs skisser. Som tidligere nevnt ble det i tv. 26 (fig. 19) funnet en forkastning som tilhørte typen normal fault, men der studium av sleppeflaten syntes å gi det stikk motsatte resultat. Man må være oppmerksom på at strukturer i sleppeflaten kun forteller om den siste bevegelse som har foregått, og den behøver ikke å være den største og viktigste.

Nyboms kart fra Fortunasålen synes som før nevnt, å tyde på en forskyvning vestover for den nordlige blokk i forhold til søndre. I den vestlige del av gruva ble på sleppeflater der glidestripene går langs ströket, funnet strukturer som tyder på det samme, men også på det motsatte. Ser man på det geologiske kart over Lökken-feltet, vil man finne at bevegelsen

i forbindelse med den kjente øst-vestgående forkastning i gabbro-massivet på Reusefjeldet har foregått østover for den nordligste blokks vedkommende i forhold til den sydligste.

De flater som har strøk mellom N10°V og N30°V på fig. 5, skriver seg i motsetning til de som allerede er omtalt, fra fig. 3 (stikk i grønnsten). Man bør kanskje derfor ikke legge så stor vekt på disse da de bare representerer ubetydelige forskyvninger. Langs den flaten som har fall mot øst, og der glidestripene går i fallretningen, synes det å ha foregått en reverse fault. Det omvendte er tilfelle for den med fall vestover. For de slepper hvis glidestriper går mer horisontalt, synes østre blokk å være skjövnet i sydlig retning i forhold til vestre blokk. Dette stemmer ikke med tidligere observasjoner på Lökken av nord-sydgående slepper.

5. Beskrivelse av nivå 481 (vest.).

Målingene på dette nivå er utelukkende foretatt i gabbroen som ligger over skyveplanet, og under opptegningen av diagrammene for flatenormalene er det også i dette tilfelle satt et skille mellom slepper og knusningssoner på den ene side og stikk på den andre.

Slepper observert i gabbro.

Fig. 10 representerer 81 sleppenormaler som også er opptegnet på det vedlagte kart over nivå 481. De omlag øst-vestgående slepper er også representert på denne side av skyveplanet, men de dominerer ikke så meget som tidligere. De står omtrent på samme måte som i kisen, nemlig med steilt fall både mot nord og syd, de fleste mot nord.

Videre er det en tydelig konsentrasjon av slepper med strøk nord-syd eller N10°Ö og fall 40°-60° mot vest (gruppe g). Man kan for såvidt også skille ut som en egen gruppe (h) de slepper som står omtrent loddrett på disse med omtrent samme strøk, men fall mot øst. De viser imidlertid en stor spredning. Bildet på neste side er tatt sydover i profil 106

og viser hvordan en sleppe i gruppe g har virket inn på brytingen under selve drivingen av orten.



En del nordöst-sydvestgående slepper med fall rundt 80° mot nordvest er også å finne på diagrammet (gruppe i). Noen få slepper med samme strök faller mot sydöst. Gruppe i har samme strök som gruppe e i fig. 4, men fallet er steilere.

Innen samtlige grupper finnes i enkelte slepper og knusningssoner noe kalkspat slik som på nivå 430. I en sleppe med fall mot nord og i en med fall mot syd virket det som om en sprekkefylling av feltspat var oppknust ved en senere forskyvning. Noe kvarts inngår i enkelte av de med nordlig fall sammen med kalkspat. Interessant er det at enkelte inneholder epidot, tildels med impregnasjon av sulfider (herom senere). Dette gjelder gruppe g og h, dog gjelder dette bare et fåtall av sleppene. Epidot er også funnet i en sleppe med nordlig fall.

Stikk observert i gabbro.

Stikkene er lagt inn på fig. 11, og i alt er det avsatt 136 punkt. Av diagrammet fremgår at det er en konsentrasjon

av stikk med strök omkring N10⁰ og fall fra 30⁰-75⁰ både i vestlig og østlig retning. Disse tilsvarer sannsynligvis gruppe g og h i fig. 10, dog ser man at førstnevnte gruppe er mer spredt i fig. 11. Man har videre en del stikk som stort sett faller mellom 60⁰ og 80⁰ mot nordvest og ikke ligger langt fra gruppe i i forrige diagram over slepper fra samme nivå.

Nordvest-sydöstgående stikk med vekslende fall i begge retninger er også representert. De har stort sett mindre fall enn stikkene i gruppe d for kis og grønnsten.

Det synes som om stikkene i gabbroen på nivå 481 ikke på langt nær er fylt med så meget kalkspat som stikkene i malm og grønnsten på nivå 430. Enkelte i gruppe g og h har litt kalkspat og i et par tilfelle også noe kvarts sammen med denne. Epidot finnes også i denne gruppe, akkurat som i fig. 10.

Når det gjelder aldersfølgen mellom de forskjellige grupper på nivå 481, er det ikke nok konkrete iakttagelser til å fastlegge denne bestemt. Et sted kunne man imidlertid se en sleppe med strök V35⁰N og fall 65⁰ mot sydvest forkaste en med strök N5⁰Ö og fall 52 mot vest. Videre var et stikk i gruppe g med fall 33⁰ forkastet av en omtrent vertikal sleppe med strök N78⁰Ö. I følge dette skulle teoretisk gruppe g være eldre enn de ca. øst-vestgående slepper samt gruppe d.

Glidestriper observert på glideflater (481).

Glidestripene med tilhørende flater er opptegnet på fig. 12. De fleste angår slepper i gruppe g, og diagrammet viser for disses vedkommende at forskyvningen for de fleste synes å ha foregått tilnærmet i fallretningen, og strukturer i flatene tyder på normal faults. Langs en av sleppene med omtrent horisontale glidestriper synes vestre blokk å være skjøvet nordover i forhold til østre blokk. På en sleppeflate i gruppe g var det forresten både horisontale og vertikale glidestriper som kan tyde på flere bevegelser. Stripene var ikke krumme så det synes ikke å ha foregått noen rotasjon heller.

For de øst-vestgående sleppers vedkommende synes denne gang i begge tilfelle den nordre blokk å være skjøvet vestover i forhold til søndre blokk, hvilket også som tidligere nevnt, synes å ha foregått i den østlige del av gruva.

Hvordan den relative bevegelsen har vært langs de to siste slepper på fig. 12 som skulle tilhøre gruppe i, er ikke helt sikkert. Strukturene i glideflatene gav ikke noe entydig bilde. Langs den ene virket det som om nordvestre blokk var skjøvet i sydvestlig retning i forhold til den andre blokk, mens det motsatte syntes å ha foregått langs den andre sleppen.

6. Andre tektoniske iakttagelser.

A. Strukturer i svartfjellag.

Flere steder på nivå 430 kan man se at de øst-vest strykende svartfjellag er gjennomsatt tett i tett av små stikk fylt med kalkspat. Disse stryker ca. nord-syd, altså omlag tvers på lagene, og synes å falle steilt mot vest. På bildet som er tatt mot nord i hengkorn ved tverrslag 17 (profil 55), kommer forholdene tydelig frem.



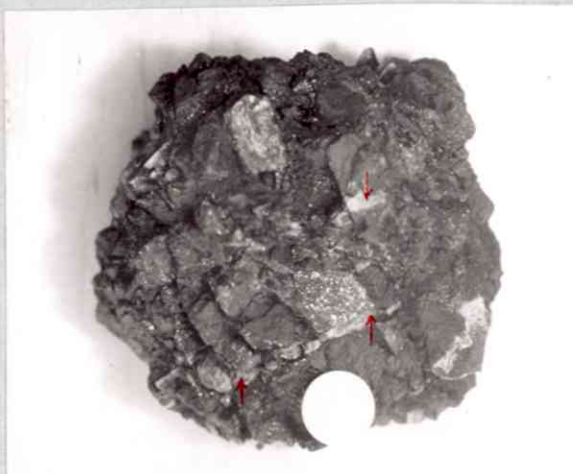
Svartfjellaget går her i liggen av malmen, og overgangen mellom dem er meget skarp. Malmen har karakter av vanlig gangkis helt inntil kontakten (kisans ligg vises øverst på bildet). I svartfjellet opptrer på dette sted opp til 4 cm mektige vasskislager av vekslende utholdenhet (grå striper langsetter bildet).

Disse finner man helt opp mot malmens ligg der de ikke ser ut til å være det spor omdannet.

Ser man nøye etter går det også en del kalkårer langs-etter skifriheten. De blir gjennomsluttet av de steiltstående stikk, som må være yngre. Derimot er det bare de aller tynneste vasskisstriper som skjæres av dem, idet enkelte striper forkastes opptil 1 cm (dip slip). Vel er vasskislagene forholdsvis sprøe, men svartfjellet er det i langt høyere grad og har svært lett for å sprekke opp. Grønnstenen i liggen av svartfjellet er også fri for denne intense oppsprekning. Man ser her hvor avhengig denne er av bergartenes kompetense.

Enkelte av kalkspatstikkene kan ha en lengde på 1 meter langsetter fallet og en mektighet opp til 1 cm. Sannsynligvis er det fjærsprekker (små tensjonssprekker) det dreier seg om. Et sted kunne man se et stikk fylt med kalkspat forkaste de nord-sydgående fjærsprekker noen m.m. Dette hadde et strök på $N75^{\circ}O$ og sto tilnærmet loddrett (gruppe a?).

I en skrapeort mot nord mellom nivå 430 og nivå 456 ble iaktatt en øst-vestgående knusningssone som krysset et svartfjellag. Dette hadde en mengde slike fjærsprekker fylt med kalkspat som gikk nord-syd, og også disse var breksjierte (se bildet der pilene peker mot en del kalkspat).



Fjærsprekkene må fölgelig være eldre enn disse slepper og knusningssoner.

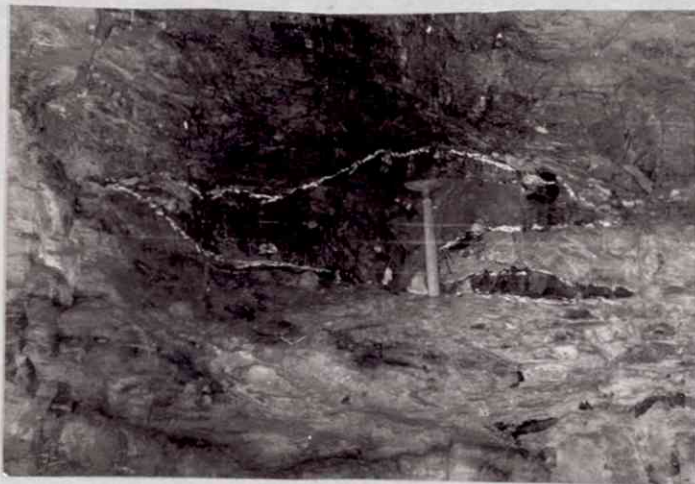
I nordligste feltort mellom profil 65 og 66 står det og et øst-vestgående svartfjellag med vasskisstriper og med fjærsprekker fylt med kalkspat. I et par prøver herfra synes det å følge noe kis sammen med kalken. Kalken skjærer vasskisstripene enkelte steder, og det kan tenkes sulfidene stammer herfra. Det er ikke utenkelig at kisen i enkelte lag kan ha vært mobilisert noe under eller etter kalkavsetningen i sprekkene og derved gir inntrykk av at sprekkene stopper mot de aller fleste kisstriper. Et sted synes det nemlig som om sulfider skjærer tvers igjennom kalken som i dette tilfelle skulle være eldst.

Det er ikke godt å si når og hvorledes fjærsprekkene i svartfjellet er dannet. Skjærkrefter som har virket i lagenes strøkretning, kan ha forårsaket glidninger i disse. For at tensjonssprekkene skal stå slik de gjør i forhold til lagene må i så fall et øvre lag ha glidd vestover i forhold til et undre. Dette kan ha foregått under foldningen, men også på et senere stadium, dog ikke etter dannelsen av det øst-vestgående sleppesystem.

B. Forskifring av grønnstenen nær malmen m.m.

Forskifringen kan sees på forskjellige steder både i heng og ligg av Hovedforekomsten. De iakttagelser som her er gjort, er bare tilfeldige i forbindelse med undersøkelserne over sleppesystemene. Det virker som om forskifringen er mest hyppig i den vestligste del, men da den sannsynligvis representerer samme fenomen som Falkenberg beretter om (allerede sitert), er den også utbredt i den østlige del av gruva.

På profilkart 73b som er gjengitt før, er det kisimpregnerte grønnstenspartiet som stikker ned i kisen, en god del forskifret. Det samme er tilfelle i profil 72b der det tilsvarende parti burde vært betegnet som kisimpregnasjon. I grønnstenen gikk det her konkordant med skifriheten flere små kisårer eller linser. De viste ikke tegn til bånding og lignet makroskopisk en vanlig gangkis. Noe jaspis kunne ledsage dem. Følgende bilde er tatt mot øst i dette parti og viser en slik linse der grensen mot den forskifrede grønnsten er krittet opp.



Grønnstenen mellom de nordligste kisklumpene i samme profil er som før nevnt også sterkt tektonisert.

Ifølge professor Strand er malmens liggbergart "sterkt forskifret og kloritisert". I dette området ligger skyveplanet like over kisen.

I profil 82b, nord for synken, er grønnstenen under malmen skifrig og noe kisimpregnert. Kisliggen følger skifriheten og begge går svakt bølgeformet. Malmen ser ut som en gangkis.

I tverrslag 50 (profil 71b) på nivå 380 kommer kisens liggrense opp et godt stykke nord i orten. Grønnstenen som fører noen tynne lag av svartfjell med vasskisstriper i, er forskifret. Parallelt skifriheten går flere tykke kvartsårer. En øst-vestgående knusningssone gjennom malmen forkaster ligger 10-15 cm vertikalt. Knusningssonen dør ut i den forskifrete grønnstenen under, der den frembringer en fleksurfold i denne. Forkastningen må være yngre enn den primære skifrihet. Kvartsåren er også gjennomslått av små skjærsprekker parallelt knusningssonen. Bildet er tatt mot øst og viser øverst malmens ligg med litt av sleppen. Svartfjellagene i grønnstenen kommer dårlig frem, men kvartsen vises tydelig.



I ligger av malmen inne i tverrslag 42 (profil 67b) er også grønnsteinen forskifret. Tynne kisårer danner et nettverk i denne, og det ser ut som om forskifringen har hatt innvirkning på nettverkets utforming. I tverrslag 44 på samme nivå er det på det tidligere omtalte profilkart 68b avsatt en kisbreksje. Grønnsteinen er imidlertid ikke så forskifret her som i tverrslag 42. Det ble tatt et planslip (nr. 1) loddrett på en kisåre herfra (prøve 53), og bildet nedenfor viser en del av dette. (Forstørrelse 12x).



Det lyse er svovelkis og det mørkere kopperkis. Noen kom av sinkblende inne i kopperkisen er sirklet inn. Det aller mørkeste er bergartsmineraller. Som man ser inneholder sulfidåren usedvanlig meget kopperkis i forhold til svovelkis. Sinkblende forekommer bare som spredte korn. Svovelkisen må være avsatt før kopperkisen. En prøve av breksjemalmen i den østlige del av gruva (prøve 50, planslip 2) inneholdt ikke på langt nær så meget kopperkis som denne prøven. Dette gjaldt en kisåre i en kvartsrik bergart som det ble tatt slip av. Her var det også tydelig å se at kopperkisen og sinkblenden var avsatt senere enn svovelkisen. Egentlig bør disse malmtyper betegnes som malmbreksjer og ikke breksjemalm.

Til slutt skal nevnes en sterkt forskifret bergart i ligg av kisen ved profil 61b der den nordre spiss skjærer nivå 430. Den ser svært kloritrik ut og inneholder flere cm tykke kalkspatlag parallelt skifriheten. Kalken er sekundær. Kisliggen går parallelt skifriheten, og en senere øst-vestgående knusningssone forkaster kisen noe og fortsetter ned i den forskifrete grønnsten.

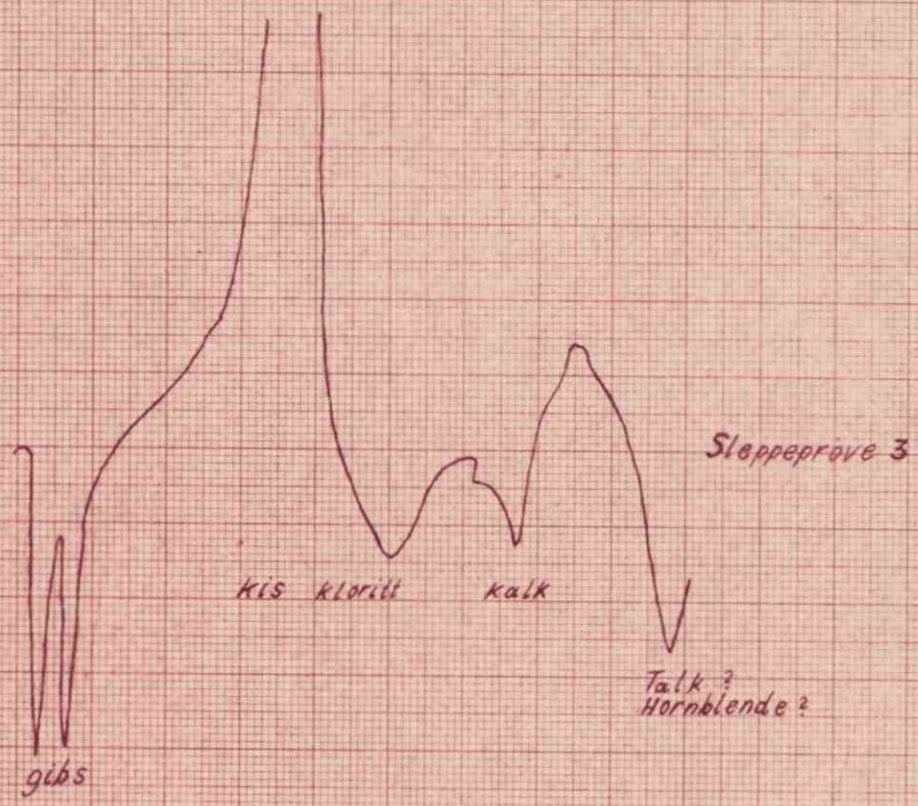
7. Analyse av sleppemateriale samt slipbeskrivelser.

D.T.A. analyser.

Ved den differensialtermiske analyse registrerer man de ekstra varmetoninger som oppstår på grunn av mineralsammensetningen etter hvert som en prøve oppvarmes. En nikkeldigel med flere rom fylles med den ukjente prøve i et av disse rom, mens et annet fylles med en kjent prøve (Al_2O_3). Man tilfører varme elektrisk, og i dette tilfelle er temperaturstigningen $7,8^{\circ}C$ pr. minutt. Et termoelement påvirkes av temperaturdifferensen mellom de to prøver, og det er denne som registreres (avsatt oppover ordinataksen). Dersom to mineraler har omtrent samme utslag ved samme temperatur, vil man få overlapping, og diagrammet blir vanskelig å tyde. Utslagenes størrelse gir beskjed om det kvantitative innhold av de forskjellige mineraler i prøven. På neste side er gjengitt kurvens forløp for to forskjellige prøver. Prøvene er knust ned, og det er bare materiale $< 20 \mu$ som er analysert.

D.T.A. analyse.

Temp. stign. 78° C pr. min.



100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000°C

Pröve 3 er hentet fra skyveplanet i tværrslaget vest for synken (vest) på nivå 430. Analysen viser:

Klorit	ca.	30 %
Kalkspat	"	5 %
Kis	"	3 %
Gips	"	2 %

Det siste utslaget kan skyldes talk eller hornblende (kloritisert).

Pröve 7 stammer fra den nordligste sleppe i tværrslaget like øst for profil 66 (430). Sleppen går langs hengen av et vasskislager. Sleppematerialet består av hele 70-80 % klorit, forholdsvis mye kis, og til slutt talk eller hornblende. Et pulverpreparat av prøve 7 viste overveiende klorit, spor av kalkspat, noen epidotkorn samt en del nåler med brytningsindeks $> 1,610$. Talk har brytningsindeks $< 1,610$, og den opptrer heller ikke stenglig. Sannsynligvis skyldes utslaget i begge prøver hornblende.

Planslip fra sleppe på nivå 481.

Pröve 31 er tatt i profil 100 like syd for krysset der den øst-vestgående ort tar av vestover. Fra denne prøve stammer planslip 3 som det er tatt bilde av.



Et bånd av hovedsakelig magnetkis strekker seg over bildet (grå av farve). En del svovelkis som er lysere enn denne,

sees også. Koppækis er det heller ikke så rent lite av, men mesteparten er ikke kommet med på bildet, der den har fått omtrent samme farve som magnetkisen. Litt av kopperkisen er sirklet inn. Det mørke er bergartsmineraler, vesentlig epidot.

I slipet finnes det også noen korn av sinkblende, og et grått ertskorn uten indre reflekt som må være magnetit.

Den kisen som finnes i disse sleppene i gabbroen, er altså av en helt annen type enn for eksempel gangkisen på Lökken, da det viser seg at magnetkis utgjør hovedmineralet. Kis-mineralene synes å være bundet til epidot.

Tynnslip av diabaser.

Tynnslip 2 er av prøve 48, en diabasgang gjennom kisen i 3. magasin i den østlige del av gruva (se tidligere bilde). Ca. 90% av mineralsammensetningen utgjøres av plagioklas og amfibol (sannsynligvis hornblende) omtrent likt fordelt mellom de to. De smale hornblendenålene som er uorienterte og danner et nettverk, er grønne og pleokroittiske og har skjev ut-slokning. Noen større hornblendekrystaller har spalteriss som danner 120° vinkel med hverandre. Hornblendenålene er ofte omvandlet til klorit langs randsonene. Noe klorit har også gråbrune anomale interferensfarver. Den er grønn og pleokroittisk. Noen små mineralkorn med høyt relieff og blågule interferensfarver kan være epidot.

Plagioklasen er meget finkornig og vanskelig å bestemme. Den synes å ha brytningsindeks større enn for canadabalsam. Et tog av frisk plagioklas har enkelte tydelige albittvillinger. Utslokningsvinkel 17° . Andesin med 35% AN.kunne da passe (eventuelt 5% An.). Den friske plagioklasen er kanskje sprekkefyllinger. De opake korn er erts (kis).

Kisen ved kontakten til diabasen er meget grovkornet i forhold til kisen ellers som har vanlig gangkisstruktur. Planslip 4 er tatt i kontakten og viser høyt innhold av magnetit. Noe magnetit finnes og som inneslutninger i svovelkiskornene som kan komme av omkrystallisasjon og påfølgende vekst av denne langs kontakten. Magnetiten er sannsynligvis genetisk knyttet til diabasen. Små spredte korn av magnetkis kan også sees

inne i svovelkisen, ellers sees små spor av kopperkis. For-
øvrig gjennomsettes diabasen av små stikk fylt med kalkspat
som går ca. nord-syd og faller steilt, sannsynligvis tensjons-
sprekker.

I 26. magasin øst for profil 72b på nivå 380 skjærer en
gang gjennom kisen med strøk omlag $N55^{\circ}O$ og fall 70° mot
sydøst. Gangen som er opptil 40 cm bred, kiler ut mot sydvest,
men kisen er oppknust videre i denne retning. Den inneholder
en sterkt oppknust eller kloritrik masse og ligner på den
sleppen som er avmerket på profilkart 73b. Visse steder er
materialet som en fast bergart, prøve 54. Tynnslip 1 er av
denne prøven. Nesten halvparten av slipet består av grønn og
pleokroittisk klorit som har anomale interferensfarver. Over
50% er plagioklas, delvis listeformete. Ved å måle brytnings-
indeksen for en porfyroblast ble funnet $n_2 \approx n_{cb}$ og $n_1 > n_{cb}$.
Plagioklasen skulle da være en oligoklas med ca. 24% An. En
del feltspat ser friskere ut enn den øvrige og kan være sprekk-
fyllinger. Maks. utslokningsvinkel for disse ble målt til 16°
som skulle tilsvare 6% An (eventuelt 34% An).

Forøvrig finnes over hele slipet en mengde små nåler med
paralløll utslokning. De er nærmest farveløse eller svakt
grønne, og finnes også inne i feltspatkrystallene. Sannsynlig-
vis er det sericit med noe klorit og viser at det også har
foregått en sericitisering etter malmdannelsen. En god del
kalkspat finnes langs sprekker, også der man finner den friske
plagioklasen. De brunaktige årene som ofte følger kálken og
har høyt relieff, kan være titanit. Titanit forekommer visst-
nok ofte der man har albitisering. Mineralet er forøvrig
funnet i slip fra Höidal. Noen opake korn er ertsminerale.

C.W. Carstens har beskrevet en diabas fra den østlige
del av gruva som inneholdt "innsprengning av eiendommelig om-
vandlete krystaller helt omvandlet til et aggregat av sericit
og klorit". Prøve 54 er sannsynligvis en diabas som senere
har vært utsatt for tektoniske påkjenninger hvorunder meste-
parten av den er blitt breksjært og kloritisert. Dette kan
for eksempel ha foregått samtidig med de senere forkastninger
gjennom kisen. Når man finner slike steiltstående og utholdende
klorit-grønnstens-slepper midt inne i kisen, er det derfor
sannsynlig at man har med tidligere diabasganger å gjøre.

Planslip 5. Kisførende kvartsgang.

Dette slip er tatt av en prøve fra den tidligere omtalte kvartsgang som gjennomsetter kisen i 25. magasin (ca. nivå 380). En del av slipet er fotografert.



Makroskopisk ser man at kvartsen fører en god del kopperkis samt mindre mengder av noe som kunne ligne markasit. Under mikroskopet fantes enkelte korn med vekslende anisotropieffekt ved + N, men de aller fleste viste ingen slik effekt. Sannsynligvis er mesteparten av markasitten gått over i svovelkis som opptrer som pseudomorf etter denne, men omvandlingen er ikke helt fullført. Markasit er et lavtemperaturmineral, slik at kisen i kvartsgangen er avsatt ved en temperatur som antagelig ligger under 350 °C. På bildet er svovelkisen lysest og kopperkisen noe mørkere. Denne fyller sprekker og mellomrom i markasitten og er avsatt etter denne. Det innsirklete korn er sinkblende, det har tydelig indre refleks. Sinkblendene forekommer som små spredte korn. Det aller mørkeste på bildet er bergartsmineraler, overveiende kvarts.

8. Dagoverflatens utforming.

Sprekkemålinger.

Noen spredte målinger av sprekker ble også foretatt i

dagen, men disse er ikke inndelt i slepper på den ene side og stikk på den annen. Fig. 15 gjelder sprekker målt langs den sydøstre bredd av Björnlivannet samt et lite område nord for idrettsplassen (ved Festivitetten). De 36 punkter skriver seg altså fra liggsiden av skyveplanet. Det er for få målinger til å gi et pålitelig bilde av forholdene, men det øst-vestgående system er representert, likeså noen nord-sydgående fortrinnsvis med fall mot øst. Enkelte sprekker med strök omlag nordøst-sydvest er også kommet med og endelig noen nordvest-sydøstgående som står svært steilt.

Sprekker i gabbroen like over skyveplanets utgående mellom Hybelhuset og Fagerlia er plottet inn på fig. 16 (23 punkter). Det er stort sett de øst-vestgående og nord-sydgående systemer som er kommet med på dette diagrammet. Tre av de sistnevnte representerer faktisk en form for ganger som er fylt med feltspat og midt i kan det gå en kalkspatåre (nærmest bladig karbonat). De går noe uregelmessig, og man kan ikke se bort i fra den mulighet at de kanskje representerer tensjonssprekker i forbindelse med skyveplanet. Siden sprekkene står steilt, er det i så fall mest sannsynlig at øvre blokk har glidd ned mot vest i forhold til undre. Det er i strid med det som tidligere er antatt her, men det stemmer med Hovedkisens beliggenhet i forhold til skyveplanet dersom man går ut fra at dette er yngre enn malmdannelsen (se kart over Lökkenforekomstene).

Fig. 17 viser glidestripenes retning målt på sleppeflater i dagen øst for skyveplanet (eller under dette), og fig. 18 viser tilsvarende retninger vest for skyveplanet (over dette).

Når det gjelder de omtrent øst-vestgående system, viser figurene at bevegelsene må ha hatt en stor horisontalkomponent, men ujevnheter i glideflatene gir ingen pekepinn om noen entydig relativ bevegelse.

Strukturer i alle de nord-sydgående flater på disse to figurer viser at vestre blokk er skjøvet nordover i forhold til den østre, hvilket også strukturer i flatene på nivå 430 og 481 syntes å tyde på.

Når det gjelder de nordöst-sydvestgående sleppeflater, synes i et tilfelle den nordvestre blokk å være skjövret sydvestover i forhold til den andre, men det motsatte synes å være foregått i et annet tilfelle.

Studier av overflatestrukturer ved hjelp av flyfotos.

En del utmerkete flyfotos over et område rundt Lökken er gransket gjennom stereoskop, og strukturer i dagoverflaten som kan skyldes sprekker og forkastninger, er avmerket og overført til et stykke fotoplast. Denne kan legges over et vedlagt flyfoto som dekker det aktuelle området. I det man passer på at det innlagte koordinatnett dekker hverandre, vil man finne hvor i terrenget strukturene hører hjemme. Man kunne selvsagt ha lagt disse direkte inn på flyfotoet, men kopiene av kartet er ikke så gode slik at det lett kunne bli en svært unøyaktig overføring. De røde strek står for særlig tydelige strukturer, de blå for mindre tydelige, og de gule for lite tydelige strukturer.

På fig. 19 er gjengitt 3 forskjellige sprekkeroser, idet strukturenes retning i forhold til sann nord er målt på kartet, og radiene i rosene er proporsjonale med antall strukturer i tilsvarende retninger. Sprekkerose 1 gjelder strukturer øst for skyveplanet som er avmerket med blått og gult (133 målinger). 2 viser tilsvarende for de som er merket med rødt, (58 målinger), og 3 gjelder alle strukturer vest for skyveplanet (40 målinger). Dette er merket med brunt langs utgående og streket opp der det antas å fortsette.

Samtlige diagram^a viser noe overraskende at en nordöst-sydvestgående oppsprekning skulle være den dominerende i feltet. På nivåene 430 og 481 i gruva spiller denne retning en forholdsvis underordnet rolle, men Strand har den bra representert på sitt eget diagram (fig. 8). Dette representerer imidlertid bare 30 punkter.

Det øst-vestgående system kommer best frem i sprekkerose 1. Samtlige diagram har en konsentrasjon rundt $N75^{\circ}V$ som passer dårlig med målingene i gruva. Nord-sydretningen kommer tydeligst frem i sprekkerose 3 (vest for skyveplanet) slik man kan vente seg.

Sannsynligvis bör man ikke legge for stor vekt på disse sprekkerosene. Det er nemlig mange feilkilder som kommer inn når man måler ut strukturenes strökretning på kartet. Terrenget er meget kupert, og det vil for eksempel medføre at mere flattliggende knusningssoner vil få en tilsynelatende strökretning på kartet som er forskjellig fra den virkelige. Likeledes kan strukturer som skyldes isen, bli tatt for å være tektoniske.

De mest kjente knusningssoner som trer frem i dagen på Lökken, er de som sees i bratthellingen på Lökkendalens öst-side, like ovenfor bebyggelsen. Knusningssonere er nå utformet til bekkedaler som går omtrent öst-vest, hvilket stemmer med sonenes opprinnelige strökretning (fallet er steilt). Bildet nedenfor er tatt mot öst oppover en slik bekkedal. Det er noe uskarpt, men man kan se en liten bekk överst i knusningssonen.



Sökk og klöfter i terrenget som skyldes sprekker eller forkastninger, er på grunn av den rike overdekning i feltet ofte lite synlige. Ikke skjelden trer de frem som myrslögder.

Neste bilde er tatt nordover like nord for Festiviteten og viser en kløft som står parallelt med en oppsprekning med strök N12⁰Ö og fall 70⁰ mot vest (grönnssten). Den ble först av-merket på kartet, og deretter gjenfunnet i terrenget.



I en fjellknaus öst for Styggstjern (sirklet inn på foto-plasten) kan man se flere strukturer som skyldes sprekker og knusningssoner. Neste bilde er av denne knausen.



Helt til venstre (1) går et stup etter en oppsprekning med strök N33⁰Ö (fallet omtrent loddrett). En knusningssone (2)

med strök omlag $N80^{\circ}V$ og fall 30° mot syd går oppe i fjellsiden. Midt på bildet går et søkk (3) langs en sleppe med fall 75° mot nord, og det kan såvidt skimtes noen kløfter (4) som går parallell en vertikal oppsprekning med strök nordvest-sydöst.

På grunn av terrengforholdene vil de fleste av disse kløfter tre frem som strukturer med andre strökretninger når man studerer fjellknausen ved hjelp av flyfoto og stereoskop (se kartet).

Sør for Höidal grube går det noen søkk i terrenget (avmerket på kartet) som følger en nordöst-sydvestgående oppsprekning med nesten loddrett fall. En rekke jevne stikk med fall 45° mot syd sees også i grønnstenen som har vel utviklete pillow strukturer.



Bildet er tatt mot syd langsetter en av veggene i kløften.

Bustadvannet rett øst for Lökken har sannsynligvis fått sin utforming etter to knusningssoner som skjærer hverandre. På flyfotoet sees to tydelige forsenkninger, og der disse skjærer hverandre, er vannet bredest.

Elva som kommer fra Svorksjöen og renner ut i Stavelitjern, følger etter at den har passert dette, flere kraftige knusningssoner som er merket med rødt på kartet.

Öst for Fagerlivann står en omlag 15 m høy skrent som tilsynelatende følger en oppsprekning med strök N70°V og faller 68° mot nord. På veien like nedenfor Styggjtjern står en knusningssone med fall 25° mot nordvest med glidestriper langsetter ströket.

Det ble beregnet hvor den öst-vestgående sleppe som forkaster malmen og skyveplanet rundt profil 78, eventuelt ville komme opp i dagen. På dette sted er det en svær myr, og det er ingen spor å se etter forkastningen. Det samme ble foretatt i forbindelse med den nordöst-sydvestgående forkastning like vest for Wallenberg sjakt. Fra sjakten oppe i dagen og bortover mot sydenden av Björnlivann går en skrent som ikke passer så aller verst, men strökretningen stemmer ikke helt. Her som ellers rundt Lökken gjør overdekningen sitt for å skjule de primære strukturer i fjellgrunnen.

Lökkendalen som utgjör en tydelig forsenkning i retningen nord-syd, skyldes sannsynligvis en innsynkning eller forkastninger i denne retning.

9. Sammendrag.

På nivå 430 er det knusningssoner med strök rundt N80°Ö og fall fra 60°-90° både mot nord og sør som dominerer (gruppe a). De er representert både i malmen og i grønnstenen, i den siste er det de med nordlig fall mellom 30° og 75° som dominerer. Gjennom grønnstenen går og en del slepper i nord-sydlig retning med varierende fall samt noen slepper nordöst-sydvest med fall 40°-65° mot nordvest (gruppe e) og fall 35°-70° mot sydöst (gruppe f). Disse to strökretninger er bare såvidt konstatert i malmen.

Diagrammet over stikk i kisen viser blant annet en konsentrasjon av slike med strök omlag öst-vest med steilt fall. Videre finnes en gruppe b som står steilt og stryker nord-syd, en mindre gruppe d som faller steilt mot sydvest og en meget konsentrert gruppe c med strök rundt N15°V og fall 35-50° vestover. For såvidt finnes og noen spredte stikk med strök nordöst-sydvest (gruppe e?), men de er svært ukonsentrerte.

Tilsvarende diagram i grønnsten er vanskelig å tyde da spredningen er stor. Denne spredning kommer sannsynligvis av bergartens innhomogenitet p.g.a. dens forskjellige strukturer, som for eksempel pillows, og kanskje vekslende lag av tuffer og lavastrømmer. Malmen derimot er adskillig mere homogen av natur.

Ingen av gruppene skiller seg nevneverdig ut makroskopisk p.g.a. mineralinnhold. Kalkspat er det mest hyppige sprekke-material som er tilført. Kvarts forekommer mer skjelden.

De aller fleste forkastninger gjennom malmen forårsakes av de øst-vestgående knusningssoner. Der forskyvningen synes å ha foregått etter fallet, er typen normal faults mest hyppig. I den østlige del av gruva tyder forholdene på at man også har hatt en horisontalkomponent under forskyvningene der den nordlige blokk er skjøvet noe ned mot vest i forhold til sydlige blokk. Observasjoner på glideflater andre steder tyder på at den motsatte relative bevegelse også kan ha foregått. Ofte følger de øst-vestgående slepper kisens heng, eller de skaper forskyvninger langsetter lagdelingen i svartfjell-vasskislag. På bildet nedenfor sees fotografi av en prøve hentet fra en kraftig øst-vestgående knusningssone som forkaster malmen (profil 61b, nordligste sleppe).



På Falkenberg's figurer er og et par forkastninger med strøk nordøst-sydvest avmerket, og det virker som om nordligste blokk er skjøvet noe sydvestover i forhold til den sydligste. Tilsvarende sleppeflater observert andre steder, viser at man ikke må se bort fra at det motsatte også kan ha skjedd.

På nivå 481 der målingene er foretatt i gabbro, er også de øst-vestgående slepper bra representert, de faller forholdsvis steilt både mot nord- og syd. Gruppe g, slepper med strök omlag $N10^{\circ}Ö$ og fall 40° - 60° mot vest går ofte igjen og er godt konsentrert på diagrammet. En gruppe h, har omtrent samme strök som forrige gruppe, har vekslende fall østover, men viser stor spredning. Endelig er observert noen slepper med strök rundt nordøst-sydvest og fall ca. 80° mot nordvest (gruppe i). Noen få med samme strök faller også sydøstover.

På dette nivå er det funnet sulfidimpregnasjon i en del slepper tilhørende gruppe g og h (overveiende magnetkis), men ikke i andre grupper.

Når det gjelder de observerte stikk i gabbroen, faller disse stort sett inn under gruppe g, h og i. Retningene rundt nord-syd og nordøst-sydvest er altså sterkest representert. En del stikk med strök omkring nordvest-sydøst finnes også, derimot er det lite med stikk som stryker øst-vest. På grunn av gabbroens homogenitet er systemene bedre utviklet i denne enn i grønnstenen. Slepper og stikk er ikke i den grad fylt med kalk som de er i malmen og grønnstenen.

Glidestriper på omlag nord-sydgående sleppeflater viser at bevegelsen har en stor horisontalkomponent, ofte går de tilnærmet etter ströket. Strukturer i glideflatene tyder på at vestre blokk er skjövnet nordover i forhold til østre, noe som ikke stemmer med tidligere observasjoner.

Diabasgangene som hyppigst forekommer i den østlige del av gruva, gjennomsetter kisen etter forskjellige strökretninger hvorav kan nevnes $N23^{\circ}Ö$, $N35^{\circ}Ö$, $N55^{\circ}Ö$ og $N72^{\circ}Ö$. Samtlige faller steilt, og enkelte har forårsaket forskyvninger i malmen. Den sistnevnte diabasen er gjennomført av tilnærmet vertikale nord-sydgående tensjonssprekker som er fylt med kalkspat. Tensjonssprekker som faller steilt mot vest er også ofte å finne i svartfjellagene vest for Wallenberg sjakt. Om slike strukturer finnes i tilsvarende lag lengere øst ble ikke undersøkt.

I to lag av nærmest gangkissammensetning under skyveplanet rett vest for synken (vest) på nivå 430 finnes ca. vertikale sprekker fylt med kalkspat som stryker nord-syd (sannsynligvis tensjonssprekker). Lagene er forkastet noen ganger av sprekker med omtrent samme strøk.

Grønnstenen er sterkt forskifret enkelte steder i heng og ligg av malmen, og det synes som om heng og ligg følger forskifringen.

Det er funnet glidespeil gjennom kisen som etter uttalelser løper omtrent parallelt med skyveplanet like under dette. Skyveplanet, forskifringen i grønnstenen og oppsprekningen i svartfjellet er eldre enn de øst-vestgående knusningssoner da de breksjærer eller forkaster disse. Her bør skytes inn en bemerkning om en øst-vestgående sleppe som har forårsaket en forskyvning langs et vasskislag i svartfjell i en skrapeort mellom nivå 430 og 456 (profil 61b). Prøve 32 som stammer herfra, viser hvordan vasskislaget har fått karakter av en glideflate. Svartfjellet på begge sider er noe breksjært og er gjennomtrengt av fine, tynne kisårer som stråler ut fra den polerte kisflate. På grunn av trykk og temperatur under forskyvningen må kisen ha mobilisert og er blitt presset inn i det fint oppsprukne svartfjell. En vertikal diabasgang med strøk N35⁰ forkastes og av en sleppe tilhørende samme system (fall 25⁰ mot syd). En annen diabasgang med strøk N23⁰ forkastes av en sleppe med strøk N55⁰V og fall 80⁰ mot sydvest.

Det øst-vestgående sleppesystem forkaster også: en sleppe i kis med strøk nordøst-sydvest, i grønnsten stikk i gruppe d, i kis stikk i gruppe c og b, i gabbro stikk i gruppe g, samt en glidesleppe gjennom en foredlet vasskis. Denne glidesleppe har 6⁰ større fall enn skyveplanet, samme strøkretning, og det synes å ha foregått en overskyvning oppover langs fallet.

Øst-vestgående stikk forkaster i kis stikk i gruppe b og c.

Endelig forkaster en sleppe med fall mot nordvest (gruppe i) i gabbro en sleppe med fall vestover (gruppe g).

Her er ikke tilstrekkelige sikre opplysninger til å foreta en inndeling av gruppene etter alder, men den sannsynlige aldersfølge synes å være:

1. Oppsprekning etter strökretninger mellom nord-syd og nord 90° med inntrengning av diabas.
2. Oppsprekning med strök ca. nord-syd (spesielt gruppe g i gabbroen).
3. Oppsprekning i nordöst-sydvestlig retning (gruppe i i gabbroen, gruppe e?).
4. Oppsprekning etter strök omlag øst-vest. Ifølge Falkenberg er de med fall mot syd, yngre enn de med fall mot nord.

En gruppe d som faller mot sydvest, har vært nevnt, og denne skulle komme inn et sted mellom 2 og 4.

Skyveplanets alder er svært viktig og det er mulig det kommer inn sammen med de øvrige slepper og stikk med strök omlag nord-syd. Dersom hengblokken har glidd nedover langs fallet, kan gruppe g representere tensjonssprekker som er forårsaket av skyveplanet. Er de utholdende slepper, kan man ikke fastslå dette ved bare å få et utsnitt av dem på et bestemt nivå. Denne teori synes kanskje noe tvilsom, men slike forhold er kjent fra Nea-anlegget der imidlertid selve skyvesonen (skjærsonen) var dårlig utviklet. På nivåkart 481 er det avmerket to slepper på liggsiden av skyveplanet noen få meter fra dette. De faller noe steilere enn dette, men er sannsynligvis en funksjon av de samme krefter som har bevirket hovedforskyvningen.

Stikkene innen gruppe c (i kis) synes tydelig å være oppstått p.g.a. skjær, og de har som før nevnt også et noe steilere fall enn skyveplanet.

Tensjonssprekkene i svartfjellagene og deres eventuelle sammenheng med skyveplanet er diskutert tidligere, der det ble antydnet et moment som peker hen mot en felles opprinnelse.

Det er også nevnt at forskifringen i grønnstenen synes å ha hatt betydning for utformingen av kisbreksjene i profil 68b på nivå 380.

Man må være oppmerksom på at mere flattliggende slepper og stikk vil bli dårlig representert på diagrammene når man holder seg til et bestemt nivå. Dersom sprekker i de forskjellige retninger skal bli likeverdig representert, må målingene foregå i et område av sfærisk form, noe som ikke lag seg gjennomføre.

Etter det som er antydnet om sprekkesystemenes relative alder, følger at samtlige systemer synes å være yngre enn malmdannelsen. Dette vil passe dårlig med en eventuell epigenetisk dannelselse, skjönt man har fremdeles de forskifrete grønnstener som påtreffes enkelte steder langs heng og ligg eller "die Auswalgungszonen" som Falkenberg nevner, å støtte seg til. Ser man imidlertid på diagrammet over slepper og knusningssoner i kis (fig. 1), er det faktisk bare et lite fåtall som ikke kommer inn under den øst-vestgående gruppe. Dette kunne igjen tyde på at kun dette system er yngre enn malmen. Falkenberg har imidlertid flere forkastninger fra den østlige del av gruva som går temmelig nøyaktig nordøst-sydvest, og tar man med diagrammet som gjelder observerte stikk, får man andre systemer inn i bildet. Målinger over et større område ville sannsynligvis gitt større spredning også i malmen.

Selv om det her er satt opp en hypotese når det gjelder aldersfølgen mellom sprekkesystemene, er det godt mulig at det kan ha vært bevegelser langs et bestemt system i flere perioder, hvilket også noen observasjoner for såvidt kan tyde på. En nøyere tektonisk undersøkelse der man også trekker inn detaljstudier av andre tektoniske strukturer av interesse, kunne kanskje bringe en enda et steg nærmere løsningen av tektonikken i feltet.

Av de tidligere omtalte sprekkeroser fremgår at den nordøst-sydvestgående oppsprekning har hatt størst betydning for dagoverflatens utforming. De øst-vestgående knusnings-

soner er imidlertid de man først biter seg merke i i dagen.

I hvilke geologiske tidsepoker de forskjellige tektoniske forstyrrelser har funnet sted er ikke lett å si, men det mest sannsynlige er at de fant sted i devon og/eller tertiær. I Fosdalen har undersøkelser over sprekkesystemene gitt som resultat en markert oppsprekning omlag nord-syd og en mindre oppsprekning øst-vest.

Gruvedriften på Lökken har forårsaket lokale sprekke-dannelser, og disse synes ofte å følge gamle svakhetssoner i fjellgrunnen. Vedlagt følger et kart der de inntil nå opp-tredende sprekker på Fagerliåsen er avmerket med rødt. Bildet nedenfor er tatt mot øst og viser en av sprekkenes lengst vest på åsen. De går for det meste øst-vest.



En del utdrevne partier har forårsaket en mer kraterformet oppsprekning i terrenget.

VII Andre strukturelle iakttagelser.

Strukturer som skal behandles i dette kapittel, skriver seg fra tilfeldige observasjoner i forbindelse med måling og kartlegging av sprekkesystemene. Det er altså ingen systematiske undersøkelser.

1. Over skyveplanet.

Gabbroen på nivå 481 tar seg ofte forskjellig ut på ulike steder. Den kan ha pegmatittisk utseende med cm. store feltspatkrystaller, mens den andre steder er mere finkørnig. Noen steder virker den forholdsvis frisk og uomvandlet, mens den atter på andre steder er svært sausrutisert og uralitisert. En 10 cm finkørnig og lysåre er det tatt tynnslip av (tynnslip 3). Den inneholder ca. 90% plagioklas - Toakset +, har enkelte albittvillinger med maks. utslokningsvinkel 15° som skulle gi albit (8%An.). Plagioklasen er ufrisk og er under omvandling til ren albit og epidot. Den siste har høyt relieff, viser anomale interferensfarver og inngår med ca. 3%. Videre finnes ca. 5% amfibol som er brun og pleokroittisk, har to spaltesett som danner en vinkel på 120° med hverandre, er toakset, men fortegn vanskelig å bestemme, og den har maks. utslokningsvinkel på 24° (hornblende). Den er grønn enkelte steder, sannsynligvis under omdannelse. Klorit? synes å inngå med omlag 1%, og noen farveløse, trådformete mineraler med lavt relieff og gråaktige interferensfarver som ligger langs sprekker, er sannsynligvis chrysotil?. De har parallell utslokning. Åren går som en ca. 10 cm gang i gabbroen.

Under diamantboringer har man påtruffet partier som minner lite om gabbro, og som er tydet som grønnstensinnslutninger. Av og til virker det imidlertid som om det er ganger man har å gjøre med.

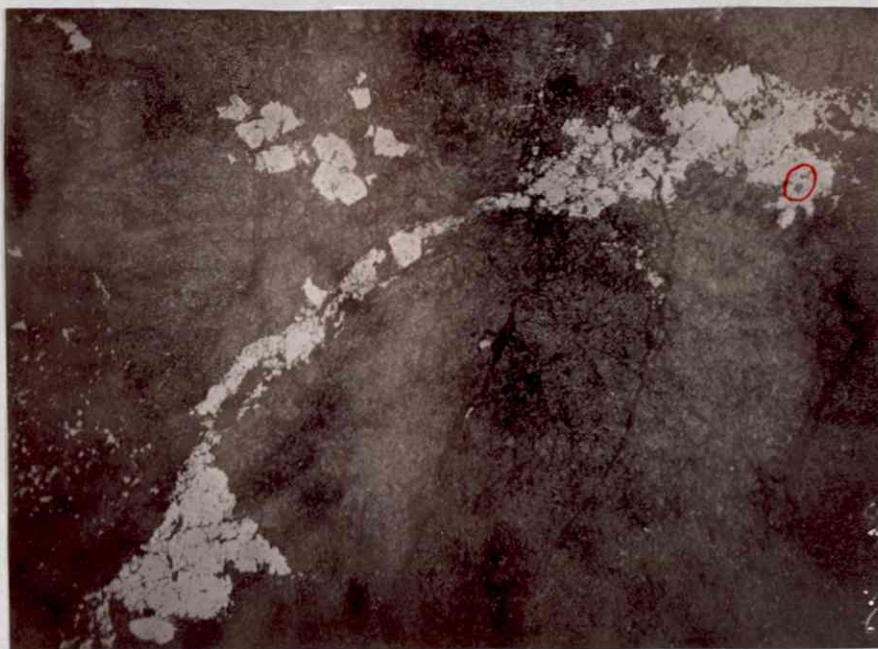
2. Under skyveplanet (strukturer i malmen).

a) Forholdet kis-magnetit i profil 73b.

Det er nevnt at magnetit ofte opptrer i hengen av Hovedforekomsten, og den er også inntegnet på profilkartene. På museet på Lökken ligger noen prøver, visstnok fra profil 61 på nivå 380, der man kan se bruddstykker av magnetit i en grunnmasse av kis. Kisen i denne prøve skulle da være yngre enn jernmalmen.

I profil 73b er visstnok mektigheten av jernmalmen svært liten. Her er den ikke inntegnet på profilkartet. Prøve 56

er tatt fra dette profil, der det virket som om jernmalmen førte en god del kis. Av prøven er det tatt et malmslip (planslip 6) som det er gjengitt noe av på bildet. Det synes som om kisen i høy grad er tilført langs sprekker.



Bildet (12 x forstørrelse) viser mest svovelkis som er lysest, men øverst til høyre er det meget kopperkis som er noe mørkere og som snor seg blant svovelkisen og synes å være avsatt etter denne. En del sinkblendekorn sees også, og noen av dem er sirklet inn. I hele slippet var det omtrent 3 ganger så meget svovelkis som kopperkis. Det som ikke er sulfider, er overveiende magnetit.

Det virker som om sulfidene er tilført etter dannelsen av magnetiten, men man kan ikke derfor bestemt fastslå at selve hovedkisen er yngre enn denne. Noe kis kan ha mobilisert ved senere tektoniske forstyrrelser og trengt inn i sprekker i magnetiten.

b) Båndete strukturer vest for Wallenberg sjakt.

I forrige kapitel ble det allerede nevnt en del om båndete strukturer, og de er kommet med på en del skisser i forbindelse med behandlingen av tektonikken. Innledningsvis ble det også nevnt at vasskislager opptrer hyppig i ligg av

Hovedforekomsten og stundom også i heng av denne. Det vedlagte og tidligere omtalte profilkart 59b viser hvorledes vasskislagene går i forhold til forekomsten i dette snittet, selv om det kanskje er noe idealisert.

Fig. 24 viser forholdene nord i profilet der kisens heng er tydelig båndet og har vakre små foldninger med akseretning $N55^{\circ}V$. De små foldningene er ikke inntegnet på figuren. Sörover tverrslaget blir båndingen svakere, og tilslutt ser malmen ut som en vanlig homogen gangkis. Det er neppe tvil om at man ved hengen har med et primært vasskislag å gjøre, som imidlertid er rikere på kopper enn den vanlige vasskisen (betegnes ofte foredlet vasskis).

Pröve 25 er tatt like inntil den öst-vestgående knusnings-sone langs hengen. Makroskopisk ser man örsmå - til dels ujevne stikk som skjærer lagene på tvers. Stikkene er fylt med kis, sannsynligvis mest kopperkis. Noen eiendommelige kuler som visstnok tidligere bare er funnet i Bakindien, kan også sees. De synes å ligge langsetter lagene. Bildet nedenfor er tatt fra et planslip av prøven, men kulen som er kommet med i slipet er ikke så typisk av form som den kan være. (12 x forstørrelse).



Kontrasten mellom kopperkisen og svovelkisen er ikke blitt stor, men man ser tydelig magnetit-bergartsbåndene (mörke).

Det virker som om kulen er en konkresjon av svovelkis-krystaller. Spredt rundt i kulen og ellers blant svovelkis sees små korn av kopperkis og sinkblende som nok hører til den primære struktur. Et bånd av kopperkis med noe sinkblende skjærer tvers over det brede lag av svovelkis (avmerket på bildet). Ellers finnes noen ansamlinger av kopperkis (innsirklet). I de mørke bånd er de grå mineraler magnetit.

Det virker som om konkresjonen av svovelkis har funnet sted før tilførselen av tungmetallene.

Den båndete malmen er langs hengen forstyrret av forkastninger (se fig.), og parallelle knusningssoner sees og lengere sør i tverrslaget. Foldningene må være eldre enn forkastningene og kan være forårsaket av f.eks. glidninger på havbunnen.

I tverrslag 19 er det også bånding langs hengen av lignende type som i tverrslag 26 (profil 59b), men adskillig svakere og ikke på langt nær så utholdende. Den synes bare helt inntil kontakten mot grønnsteinen.

Prøve 4 er tatt ved hengen i dette tverrslag, men viser ikke den båndingen som her er beskrevet. Derimot viser den ørsmå stikk fylt med kopperkis, og den er dessuten rik på kuler, noen opptil 4 mm i diameter. Kopperkisanrikninger (sekundære) sees ofte langs periferien av kulene, og stikkene synes også å skjære noen utydelige kvartsbånd.

Forholdene ved malmens heng mot nord i tverrslaget like øst for profil 55 er også meget interessante. Her er tatt et bilde nordover tverrslaget.



Nederst til venstre ved hammerskaftet sees malmens heng som er båndet ved kontakten til grønnstenen. Deretter følger et ca. 1 m mektig grønnstenslag som virker noe avbleket (kvartsrik). Over dette følger to temmelig parallelle kislager som er skilt fra hverandre ved et ca. 20 cm mektig grønnstenslag av lignende type som forrige. Kislagene er også omtrent 20 cm mektige, og det nærmest hengen viste nydelig bånding enkelte steder, hvilket bare kunne anes i det øverste lag. Over dette følger grønnsten og jaspis. Begge lag synes å være forholdsvis rike på koppar. På ortens østside der det nederste kislager nærmer seg ligger i tverrslaget, deler det nederste lag seg og sender årer inn i grønnstenen. Disse synes delvis å følge små stikk eller en svak forskifring i denne, og ligner her på den tidligere omtalte kislager på nivå 380.

Det virker som om man har hatt en tilførsel av sulfider, der disse stort sett har fulgt sedimentære kislager. Der disse kiler ut, har oppløsningene trengt inn i grønnstenen. På bildet kan man også se noen fliker av kis som kommer fra det ene kislaget.

Lengere sør i tverrslaget er det inneslutninger av jaspis (prøve 33). Avstandene til malmens heng og ligger på dette sted er etter profilkartet henholdsvis ca. 5 og 8 meter. Falkenberg skriver at det er vanlig å finne inneslutninger av jaspis i malmen (østlige del av gruva).

Tidligere er nevnt at malmen ved profilene 50, 51 og 52 er båndet ved kontakten mot hengen (fig. 22). Her ble og observert et kislager over malmen, men det så ikke ut til å ha noen utbredelse østover.

Lengst nord i tverrslag 32 (profil 62b) er malmens heng vakkert båndet (fig. 21). Videre vestover i feltorten får malmen mer og mer karakter av en vasskis som ligger i svartfjell. Ca. 33 m vest for tverrslaget synes lagene å kile ut, og her ser man tydelige vasskisstriper som ligger i svartfjell. Enda lengere vest kommer et vasskislag til syne i orten. Det

kan være samme laget som står lengere øst og som kan være forkastet. Det nye vasskislag forkastes flere ganger videre vestover. Lengst nord i tverrslaget øst for profil 66 kan man se to slepper som går langs heng og ligg av laget (se nivåkartet).

Langs ligger av malmen på nivå 430 kan man se vasskissvartfjellag i kontakt med malmen flere steder, for eksempel i profil 55, profil 59b og videre vestover på samme nivå. Fig. 25 er hentet fra 6. magasin (profil 52) mellom nivå 430 og 456 i en tapningsrygg. Under drivingen av tapninger i en skrapeort støtte man på en uregelmessighet i malmens ligg. Den skyldtes ingen forkastning. Svartfjellaget under malmen falt plutselig steilt nordover for så å fortsette med samme fall som tidligere. Malmens ligg syntes å følge svartfjellaget helt og holdent. Svartfjellaget førte opp til 3 m mektige vasskisstriper som syntes å være rike på kopper.

I forrige kapittel er nevnt at malmen er båndet flere steder i den nordlige spiss i profiler lengere vest på høyere-liggende nivå. I tverrslag 52 (se profilkart 72b) på nivå 380 synes hele den nordligste malmklump å være en vasskis som imidlertid er rik nok på kopper til at den er drivverdig. Den nest nordligste kisklump er også båndet midt i.

I tverrslag 48 (se profilkart 70b) på samme nivå er også malmen ved den nordligste forkastning en opprinnelig vasskis. Det samme synes å være tilfelle ved forkastningen i profil 69 (se profilkartet). Når det gjelder forkastningen i profil 63, (se fig. 27 samt profilkartet), ble det i forbindelse med bkaliseringen av denne også iaktatt en viss bånding (svak) i malmen på dette sted. På et nivå lavere enn det figuren skriver seg fra, så imidlertid malmen ut som en vanlig gangkis uten bånding.

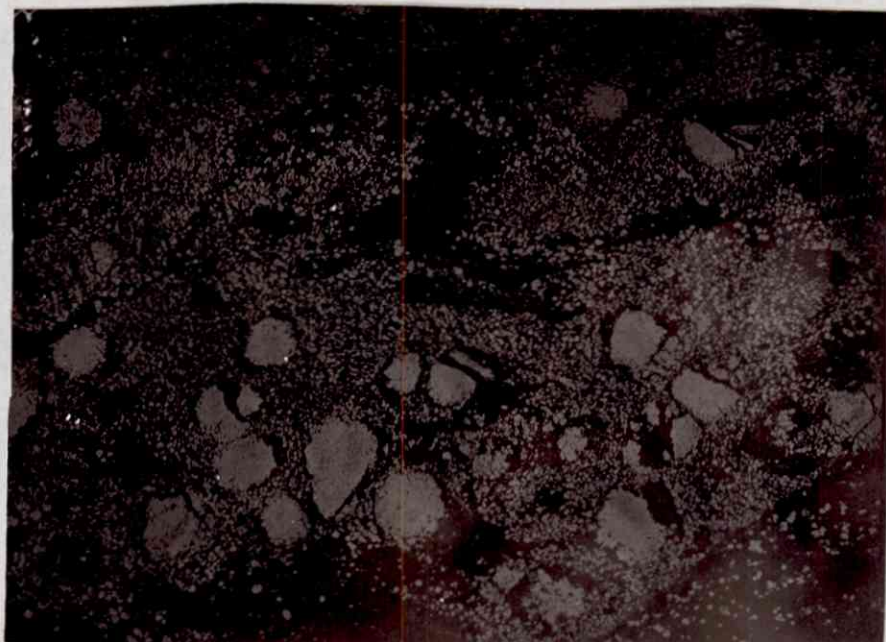
Det man får ut av disse iakttagelser, er at malmen langs hengen av den nordre malmspiss primært synes å være en vasskis enkelte steder, og ellers viser den en tydelig bånding. Langs ligger av denne del av malmen er det ikke gjort så mange iakttagelser, men det synes som om den følger svartfjell og vasskislag. Rundt profilene 70-72 virker det som om hele den

nordlige del av malmen er båndet. Det er derfor opplagt at store deler av den nordre malmspiss i alle fall mellom profilene 49 og 72b primært er en sedimentær malm, og vasskislagenene her må ha hatt stor betydning for avsetning av eventuelt senere tilførte oppløsninger av tungmetaller.

Fig. 27 viser også et grønnstenslag som ligger konkordant med den båndete malm. I den første pillarort over tverrslag 48 i profil 70b står et 5-10 cm forskifret grønnstenslag inne i malmen som her har utseende av vanlig gangkis. Grønnstenslaget faller ca. 20° mot syd. Kisen synes ikke å være brekkert inntil laget. På det tidligere omtalte profilkart 73 b er og inntegnet lag av grønnsten inne i kisen.

Fra partiet ved de to nordligste slepper som er avsatt i tverrslaget langs profil 61b på nivå 430, er fig. 23 hentet. Malmen har karakter av homogen gangkis, og midt i denne ligger et lag av svartfjell med enkelte vasskisstriper. Noen slirer av klorit sees under dette laget. I følge profilkartene går kisligen ca. 2 meter under ortens ligg på dette sted.

I profil 82 er malmen under 10 meter mektig, og man treffer ofte på forholdsvis flattliggende kloritslepper i denne som synes å gå parallelt malmligen. En slik sleppe hadde varierende mektighet fra 1" - 4". Den falt omlag 17° mot nordvest, og der den hadde størst mektighet, var den ikke kloritisert (prøve 42). Den har her karakter av et grønnstenslag som fører vasskisstriper, under 1 cm mektige. De stryker langsetter laget. Noe jaspis er og tilstede. En av prøvene fører vasskis med kulestrukturer, slik bildet nedenfor viser (forstørrelse x 12, planslip 8).



Kulene virker som konkresjoner av små svovelkiskrystaller, og noen av kulene synes etter dannelsen å ha vært utsatt for tektoniske krefter som har delt de opp i flere biter.

Kulene består som nevnt for det meste av svovelkis, men spredte små korn av magnetkis og kopperkis kan og sees. De er sannsynligvis primære.

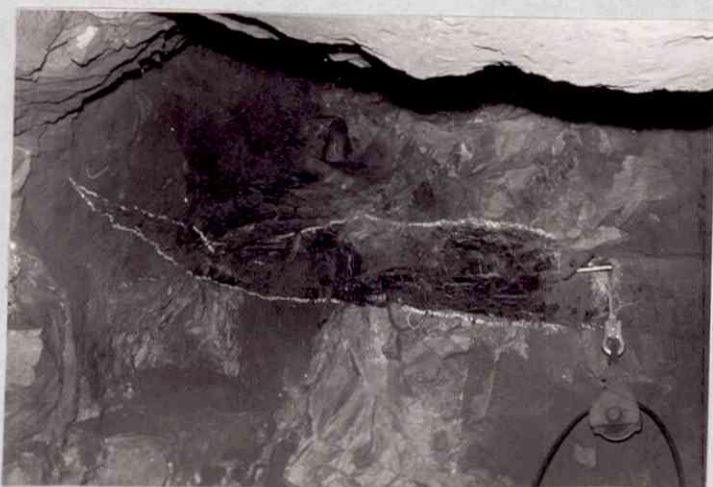
Blant svovelkisen utenfor kulene sees enkelte lysegråe korn som synes å ha indre reflekser ved + N. Det er sannsynligvis sinkblende. Den omslutter enkelte svovelkiskorn og virker yngre enn disse. Det mørke på bildet er bergartsmineraler.

Denne sleppe eller grønnstenslag ligger sannsynligvis 2 meter over malmens ligg, og malmen ser ut som en typisk gangkis. Omlag 1,5 m høyere opp gikk en lignende parallell sleppe, der det langs hengkontakten mot malmen sto vel utviklete kalkspatkrystaller (romboedriske), mindre enn 1 cm store. Kisen var noe mylonittisert langs kontakten til sleppen der kalkspatkrystallene sto, så det må også ha vært bevegelse langsetter grønnstenslaget. Dette var da også sterkt kloritisert enkelte steder.

Bildet som er gjengitt nedenfor, stammer fra en strosse i nærheten av det sted som her er beskrevet. Det viser et flattliggende klorit-grønnstens-lag i kisen, ca. 15 cm mektig (hammeren er lagt tvers over laget). Laget går et par meter over malmens ligg, omtrent parallelt med denne. Malmens kontakt med grønnstenen er noe båndet, ellers ser den ut som gangkis både over og under denne.



Fig. 26 skriver seg fra Magasin 2 vest (profil 48) mellom nivå 380 og 430. Et maksimum 30 cm mektig svartfjellag kiler seg inn i malmen (gangkis, ikke båndet) fra dennes ligg og har en utstrekning på ca. 6 meter mot nord. Her kiler laget ut ca. 1,7 meter over kisligen. Det var såpass meget sten i strossen at man ikke kunne se overgangen til ligger, noe man imidlertid hadde kunnet gjøre tidligere. Hele veien langs denne hadde man iakttatt svartfjellag. Det virket faktisk som om laget i selve kisen en gang var blitt bøyet opp ifra ligger. Laget førte omtrent horisontale vasskisstriper, som kan anes på bildet nedenfor.



Bildet er tatt mot øst, og den nordre tuppen av svartfjellaget er krittet opp.

Forholdene med kloritlag og svartfjellag som fører vasskis, inne i homogen gangkis, kan godt støtte opp om den teori man heller til på Lökken i dag når det gjelder forekomstenes dannelsesmåte. Man mener at oppløsninger av tungmetaller har trengt frem langs sedimentære svartfjellvasskislag som kan ha åpnet seg eller blitt slitt av p.g.a. tektoniske påkjenninger. En del av malmen kan således være gangfyllinger, idet oppløsningene har avsatt seg i hulrommene. Oppløsningene kan og ha trengt inn i de primære vasskislag og omvandlet disse metasomatisk.

For om mulig å komme et skritt på veien når det gjelder å få klarhet i malmdannelsen, må man kartlegge vasskislagen i forhold til forekomstene nøye, og videre studere de forskjellige malmtyper mikroskopisk. Det er for tiden stor diskusjon når det gjelder våre kisforekomsters genesis, og det skal bli interessant å se hvilke resultater man vil komme til i fremtiden.

Anvendt litteratur.

- Lahee, Frederic, H: Field Geology.
- Nevin, Charles Merrick: Principles Structural Geology.
- Billings, Marland P: Structural Geology.
- Badegely, Peter C: Structural Methods for the Exploration Geologist.
- Mc Kinstry, Hugh Exton: Mining Geology.
- Lökken Verks jubileumbok: En norsk grube gjennom 300 år.
- Trygve Strand: Rapport til Orkla Grube-Aktiebolag om Lökken-feltets geologi.
- Sæther, Egil: Mikroskopering av Mineraler og Bergarter.
- Schneiderhöhn, H: Lehrbuch der Erzmikroskopie.
- E. Grip og Å. Wirstram: Hållfasthet, spricksystem och ras i nordsvenska sulfidmalmsgruvor. Jernkontorets Annaler Årg. 133 H12 1949.
- Otto Falkenberg: Geologisch-petrographische Beschreibung einiger süd-norwegischer Schwefelkiesvorkommen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Genesis. Zeitschrift für praktische Geologie März 1914.
- Selmer-Olsen, Rolf: Ingeniørgeologi II.

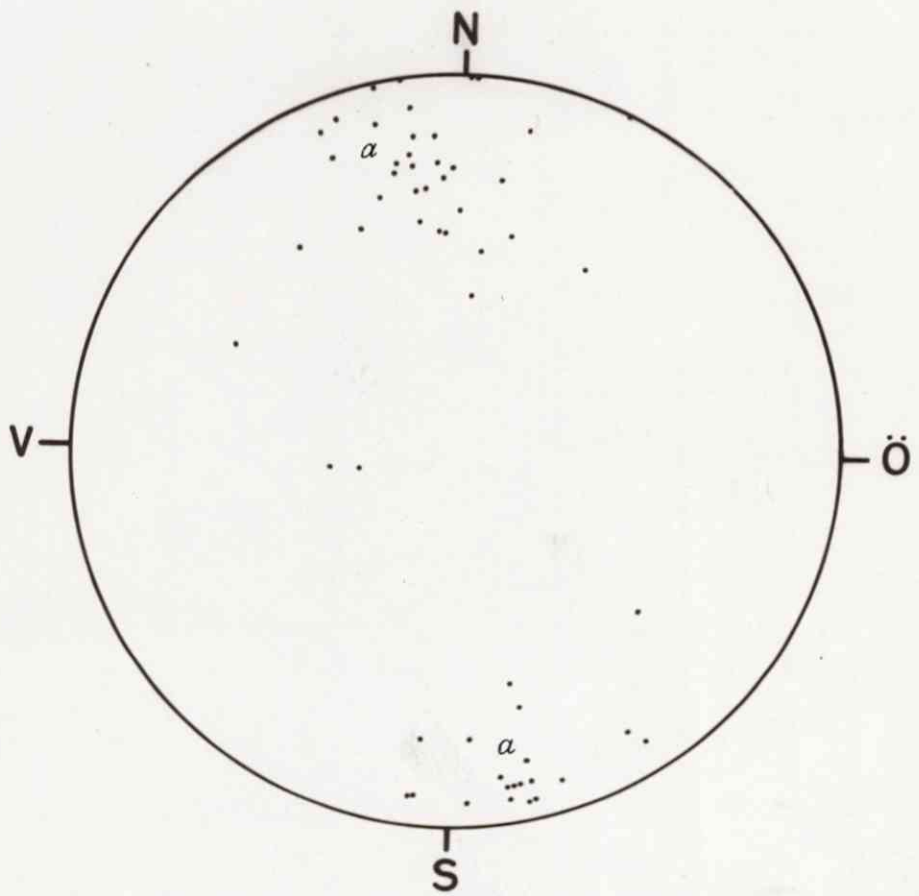


Fig.1

Slepper og knusningssoner observert i kis.

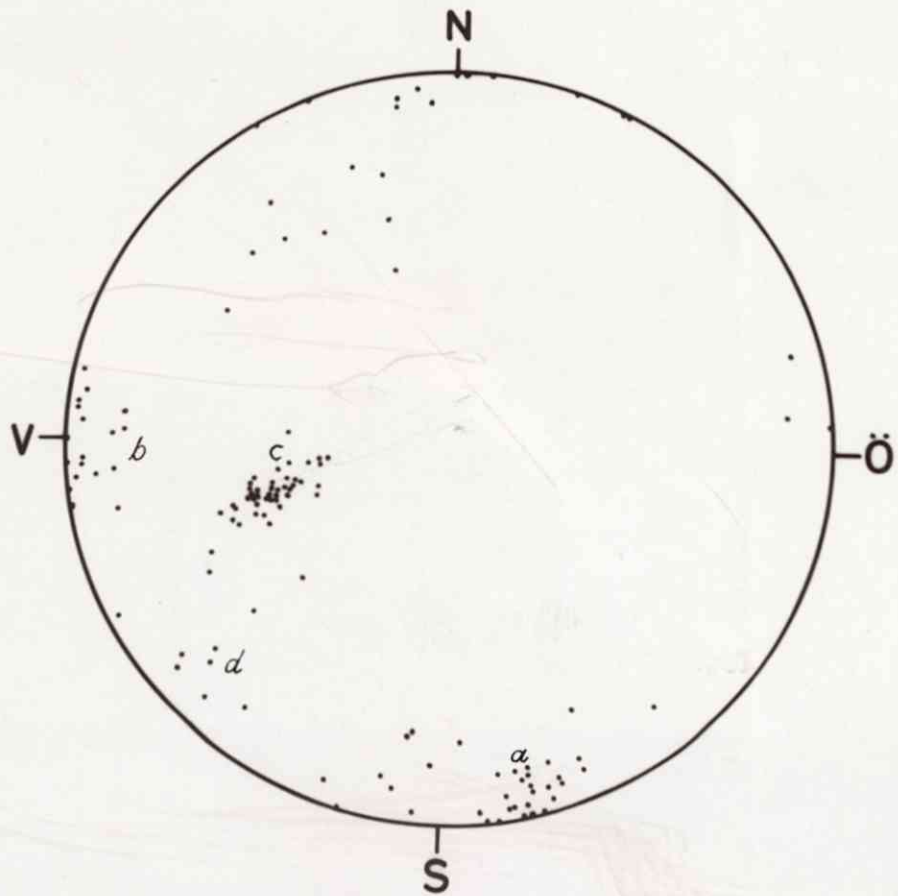


Fig.2

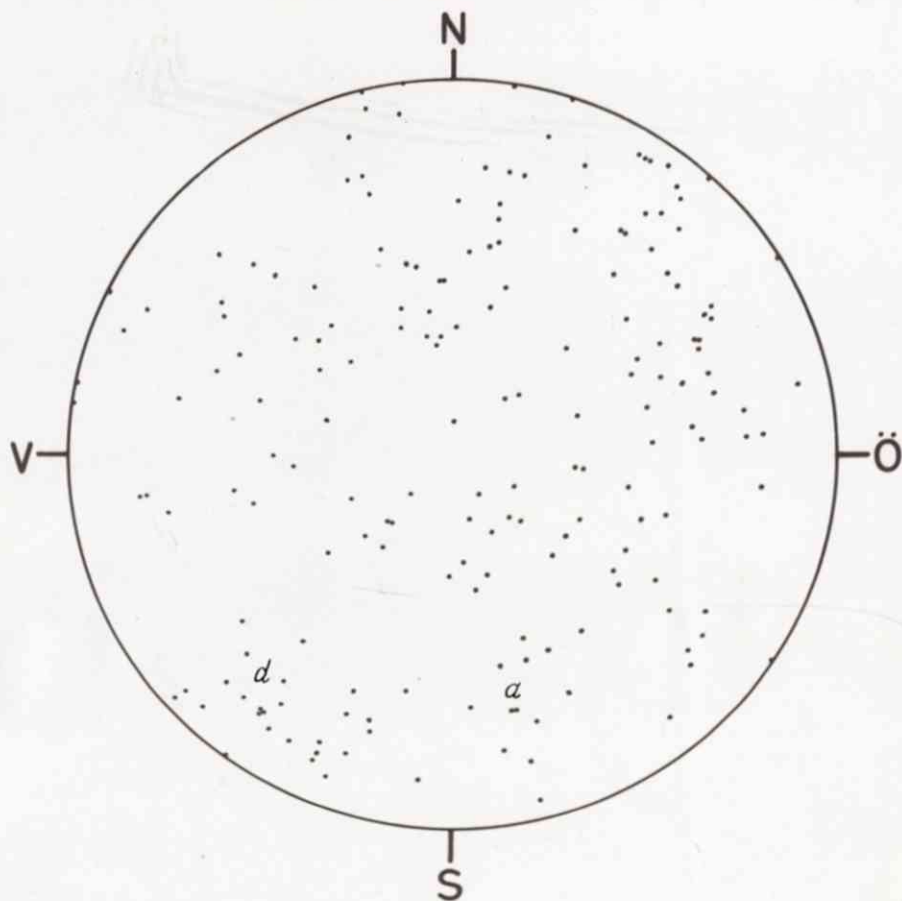


Fig.3

Stikk observert i grönsten.

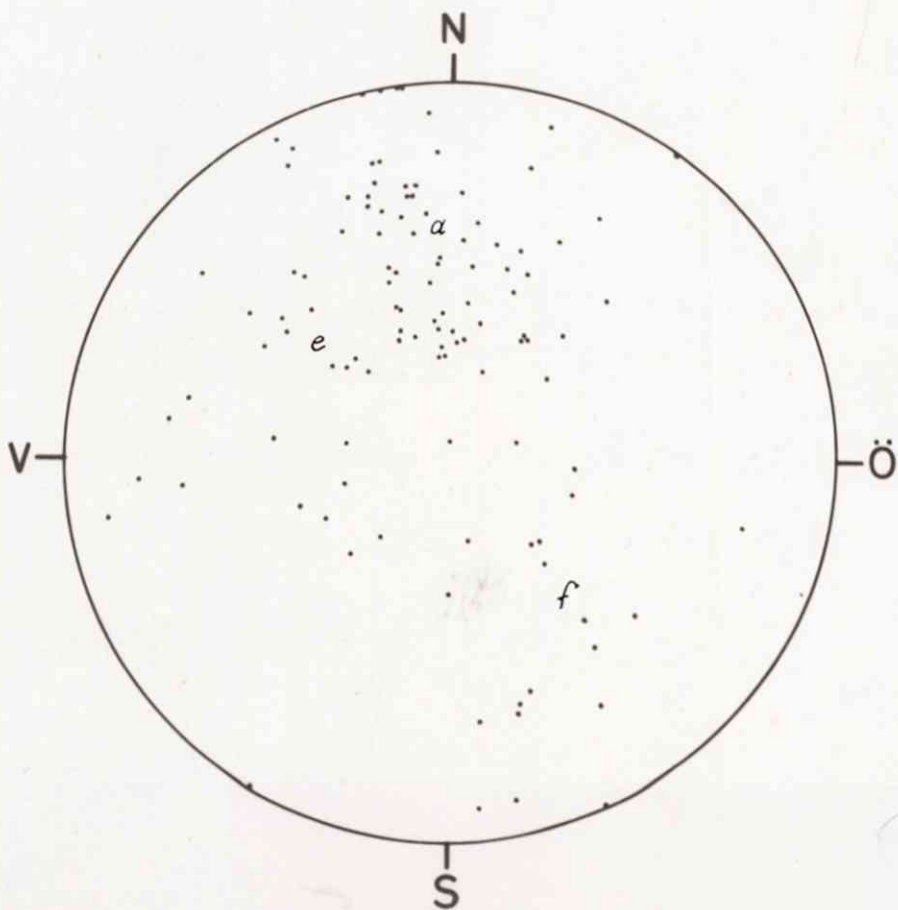


Fig.4

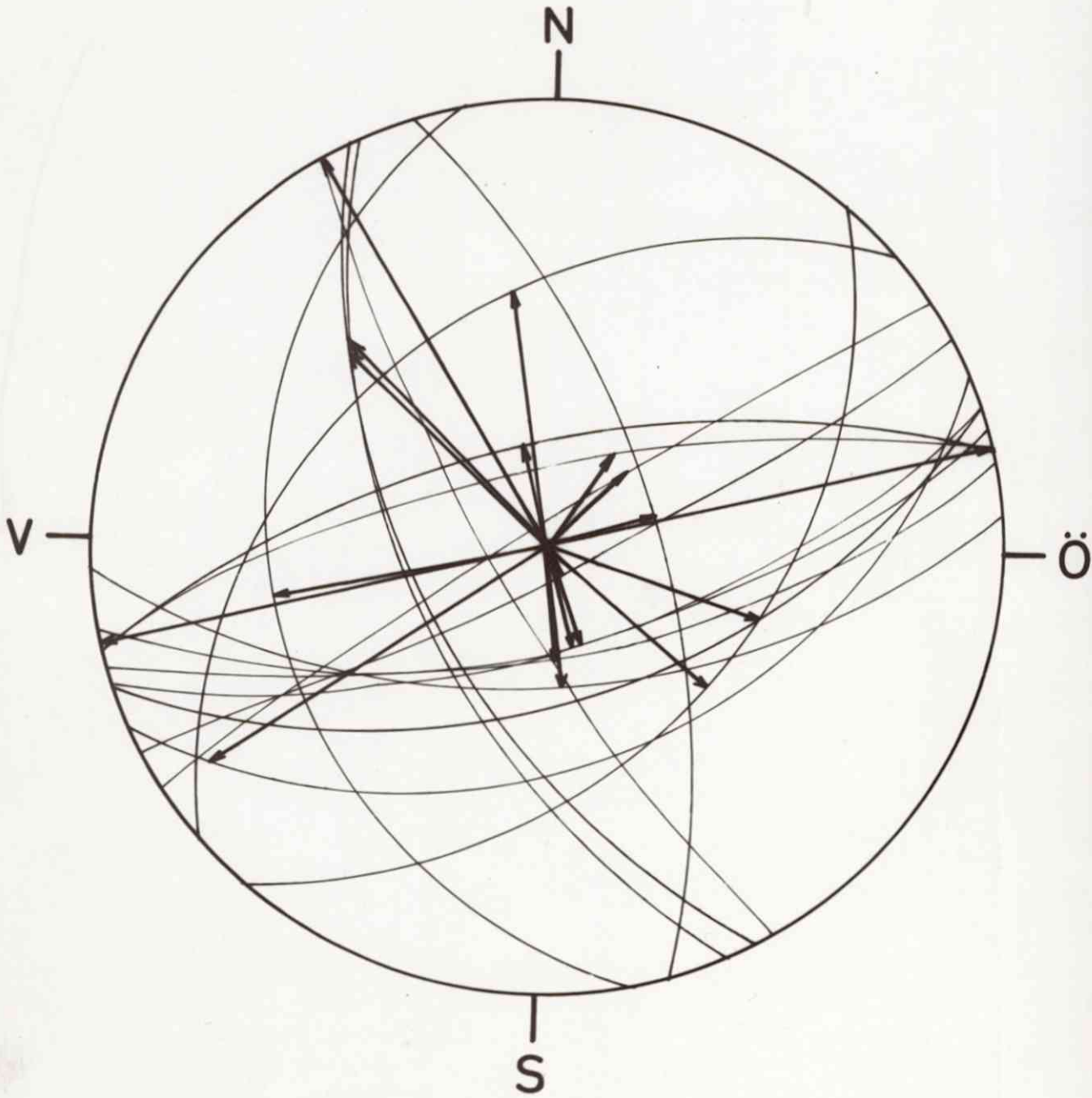


Fig.5

Sleppeflater med glidestriper observert på nivå 430.

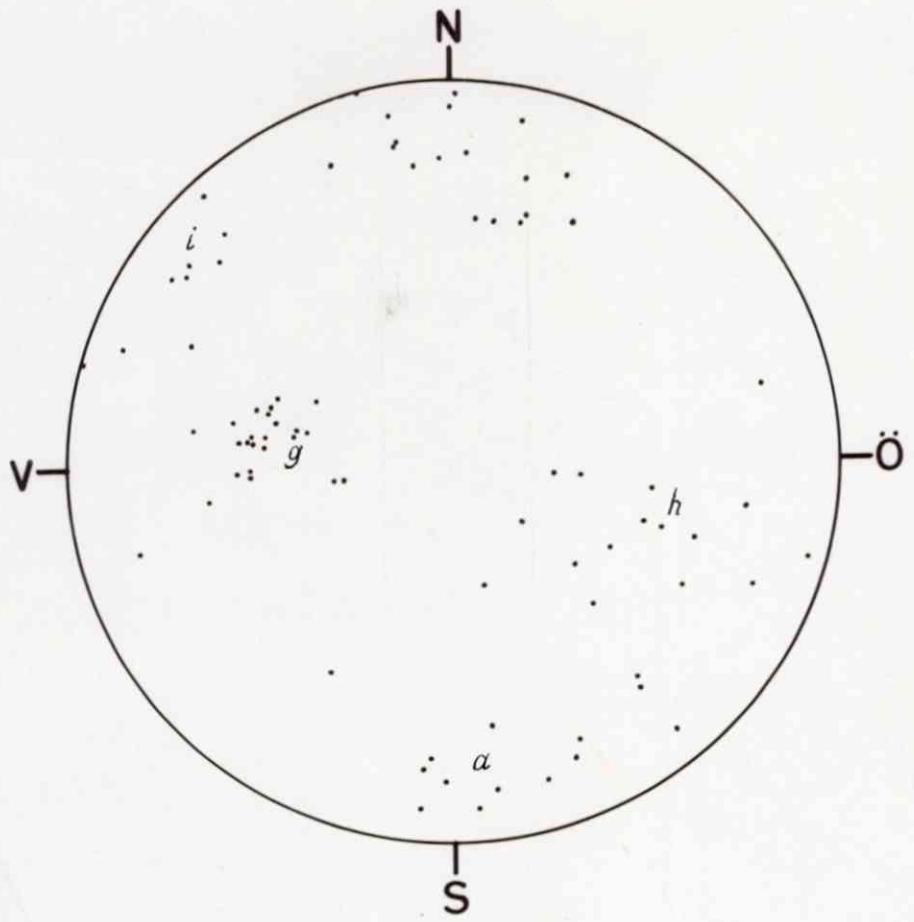


Fig.10

Slepper observert i gabbro.

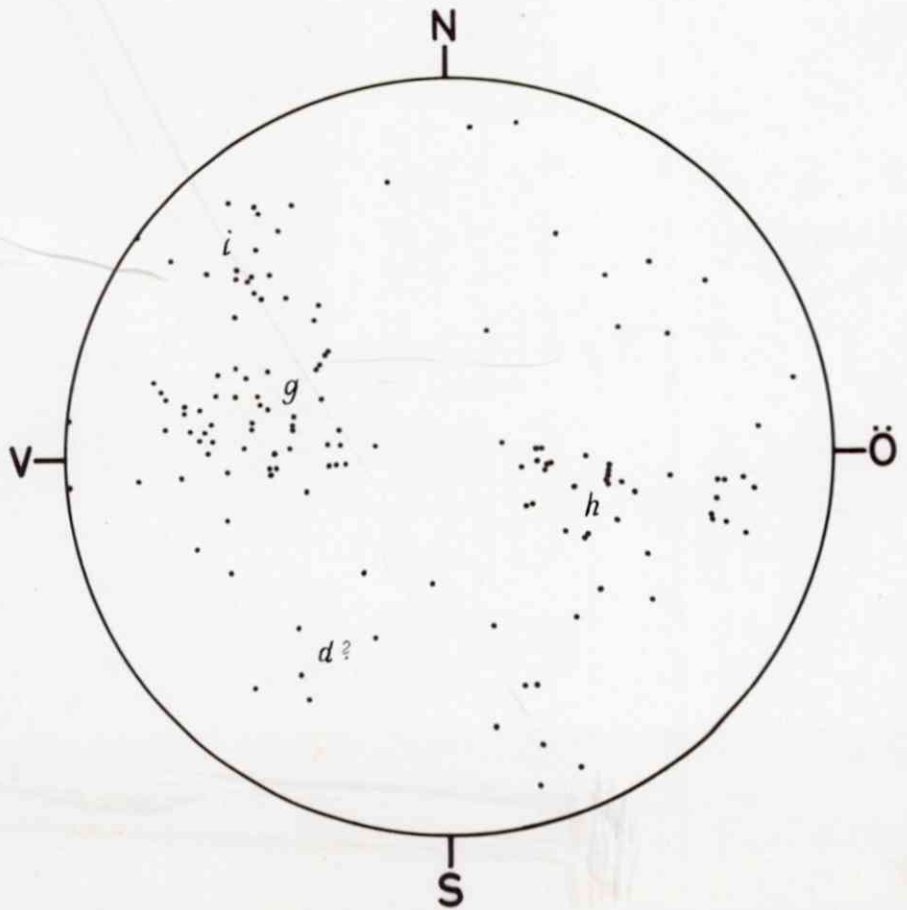


Fig.11

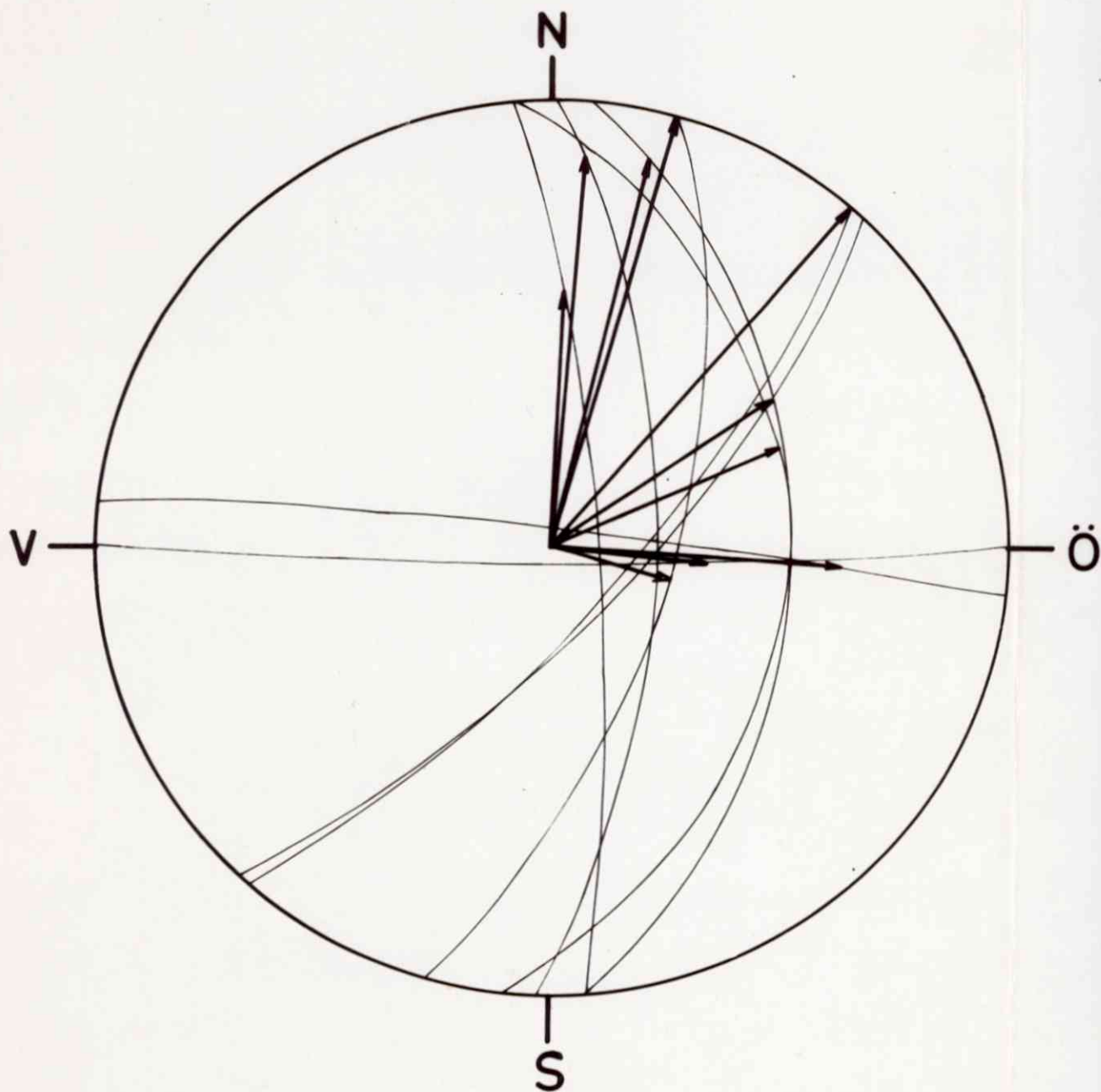
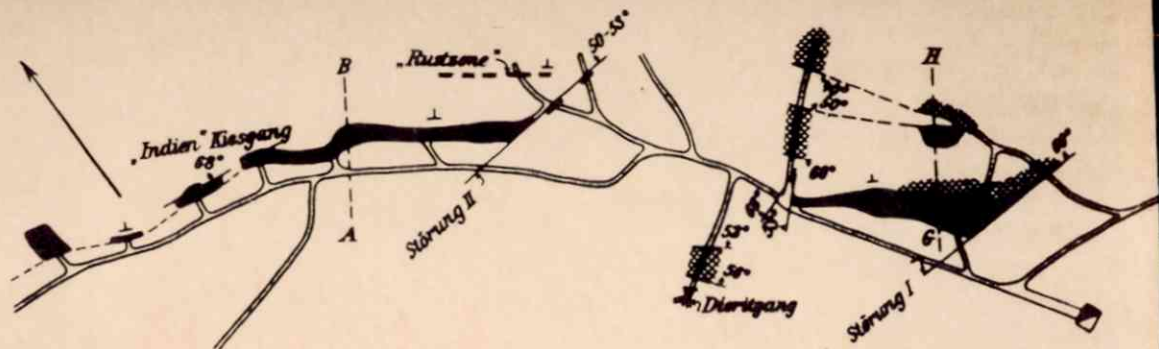
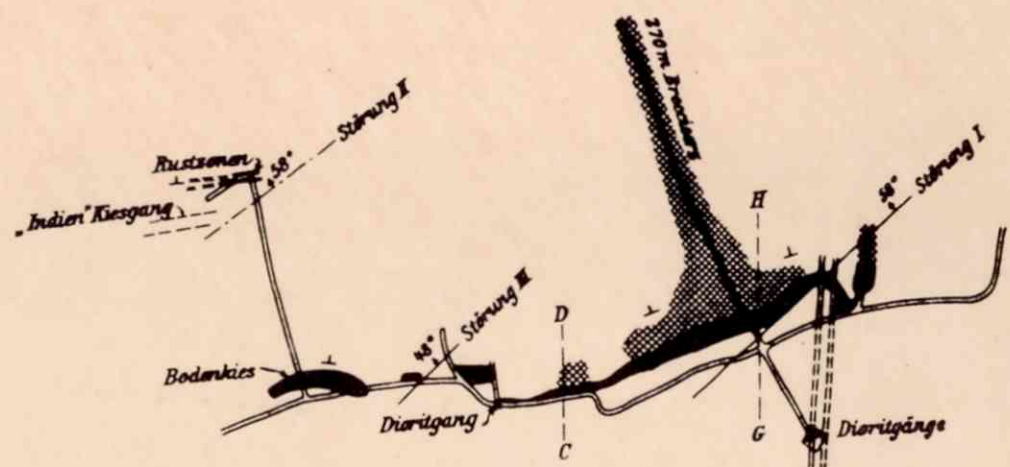


Fig.12

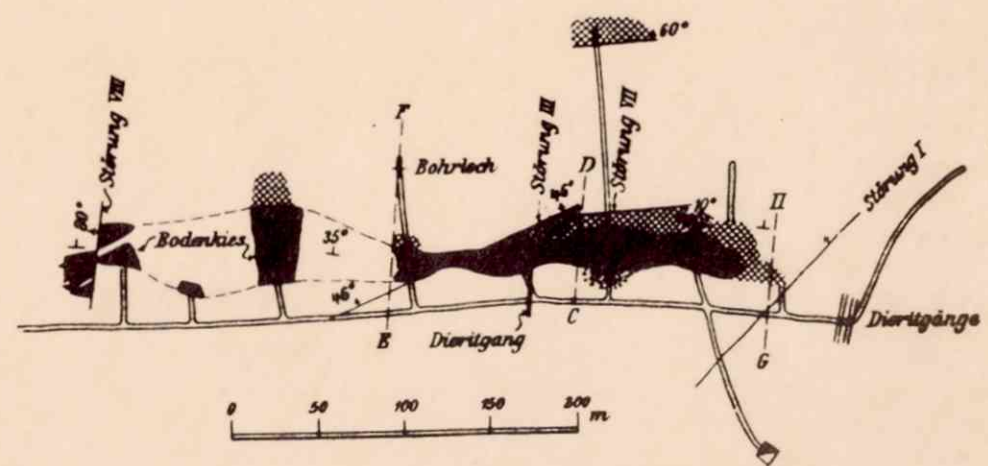
Sleppeflater med glidestriper observert på nivå 481.



Stollensohle.



Mittelsehle.



Tiefsohle.



Fig. 13.

Grundrißliche Darstellungen der 3 Sohlen der Lökken-Grube (z. T. nach den vorhandenen Grubenrissen).

Falkenberg

Garnett Garnett Garnett Garnett Garnett

Garnett Garnett Garnett Garnett Garnett

Garnett Garnett Garnett Garnett Garnett

Garnett Garnett Garnett Garnett Garnett

Garnett Garnett Garnett Garnett Garnett

Garnett Garnett Garnett Garnett Garnett

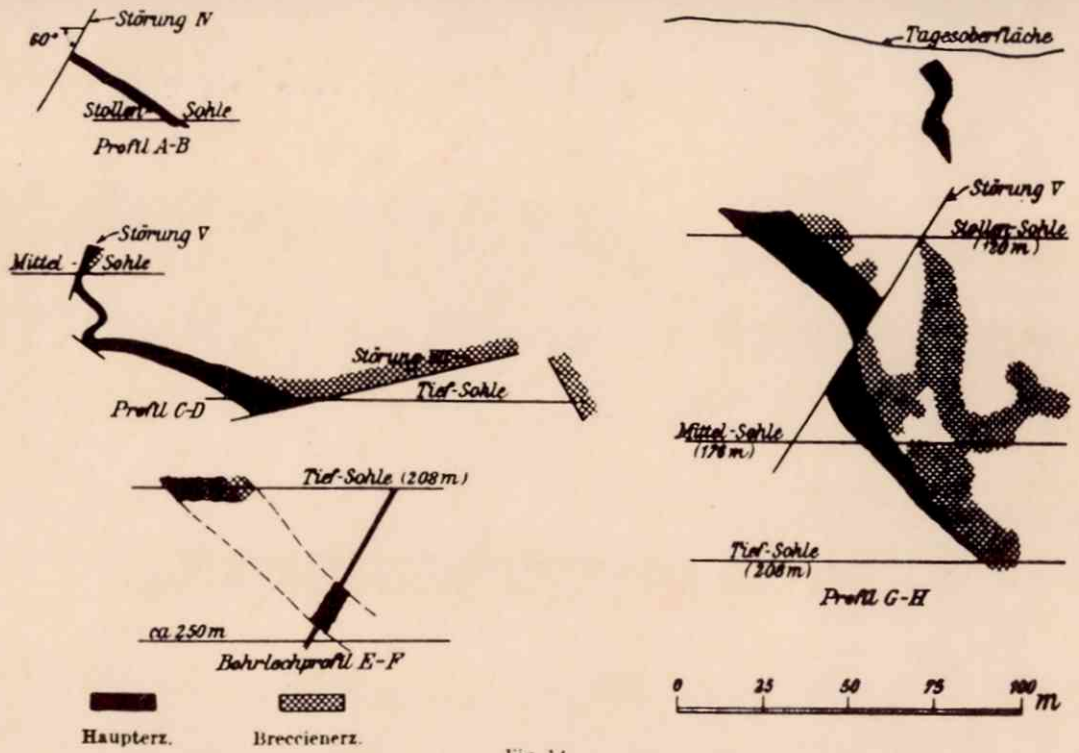
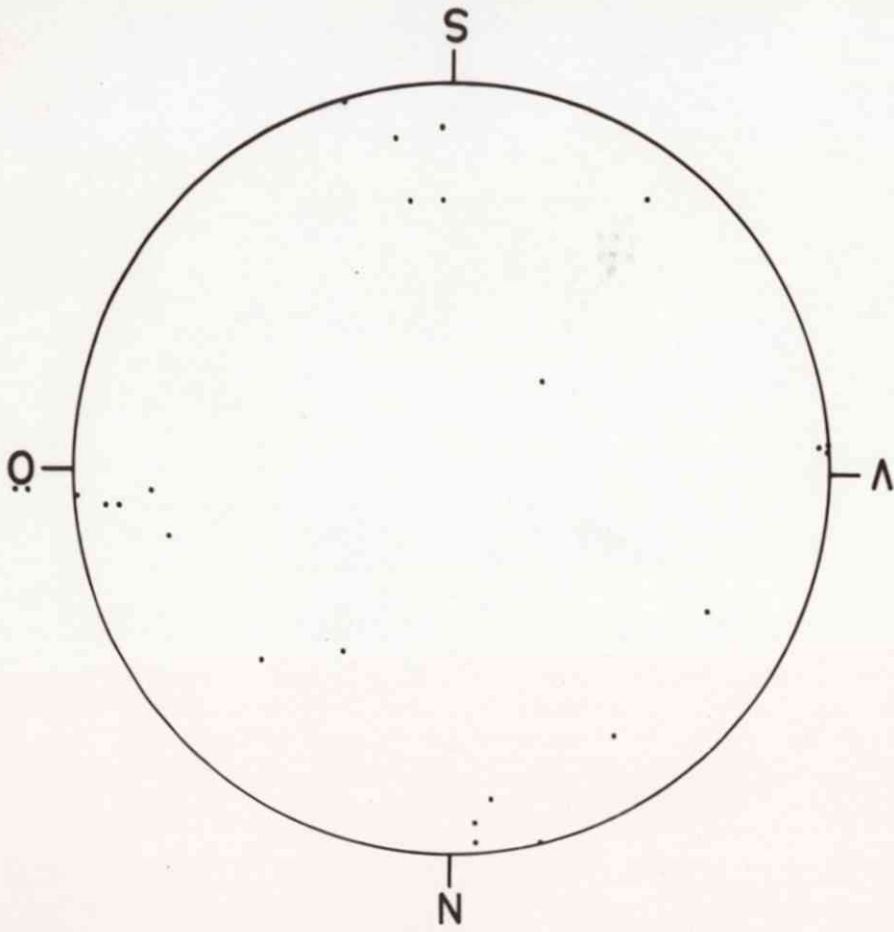


Fig. 14.

Profile der Lökken-Grube. (z. T. nach den vorhandenen Grubenrissen.)

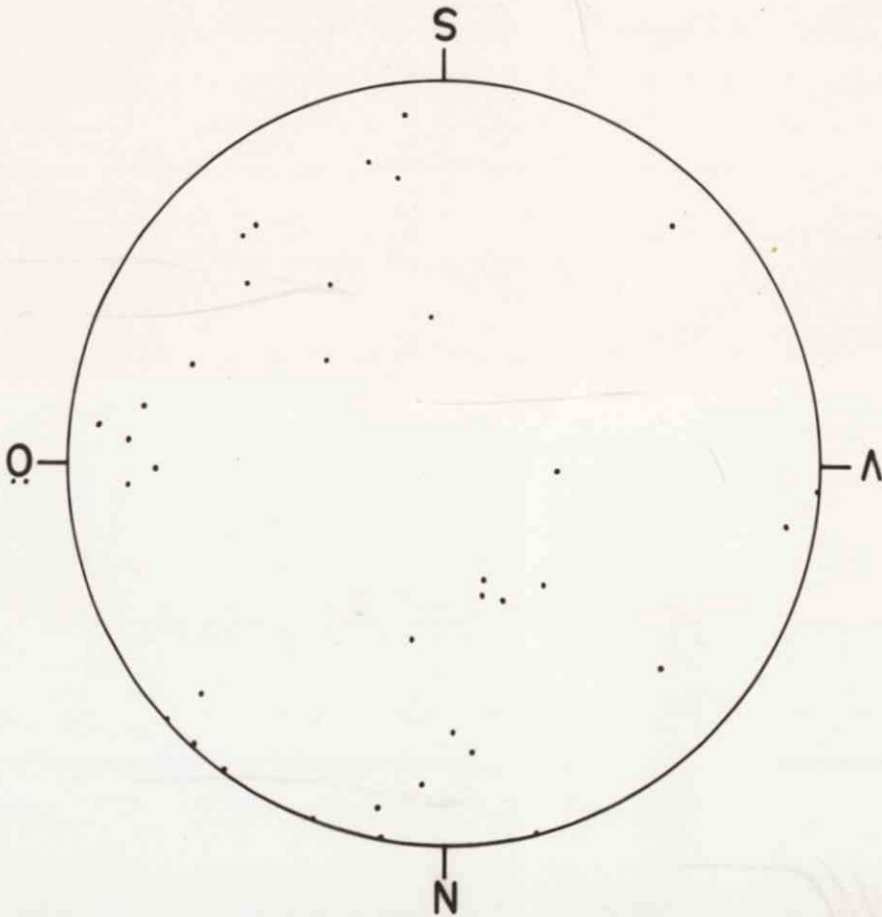
Falkenberg

Fig. 16



Sprekker observert i dagen på skyveplanets östside.

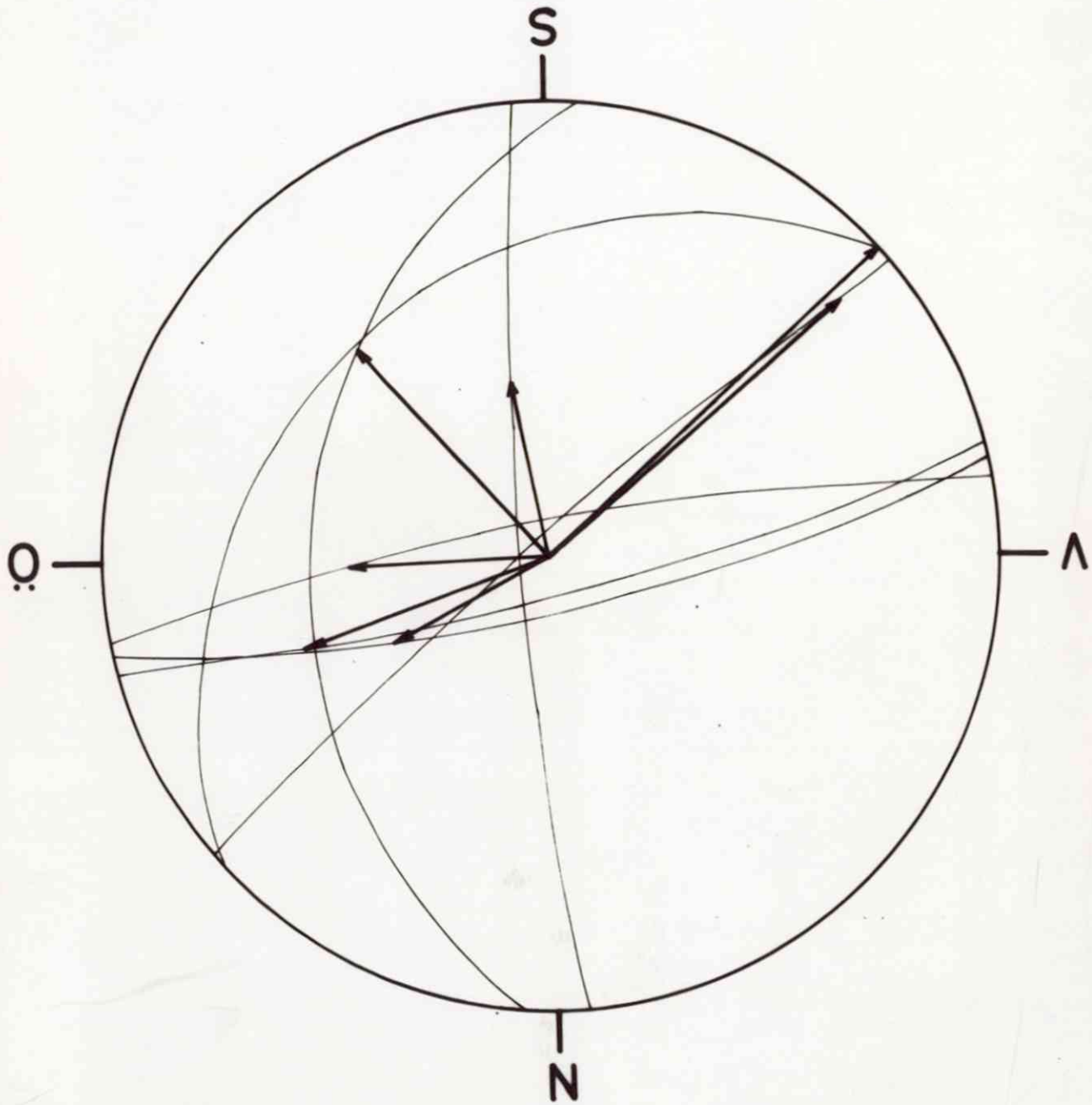
Fig. 15



Γ 15-16

slæpeflåter med glidestriper observert på skyveplanets østside.

Fig. 17



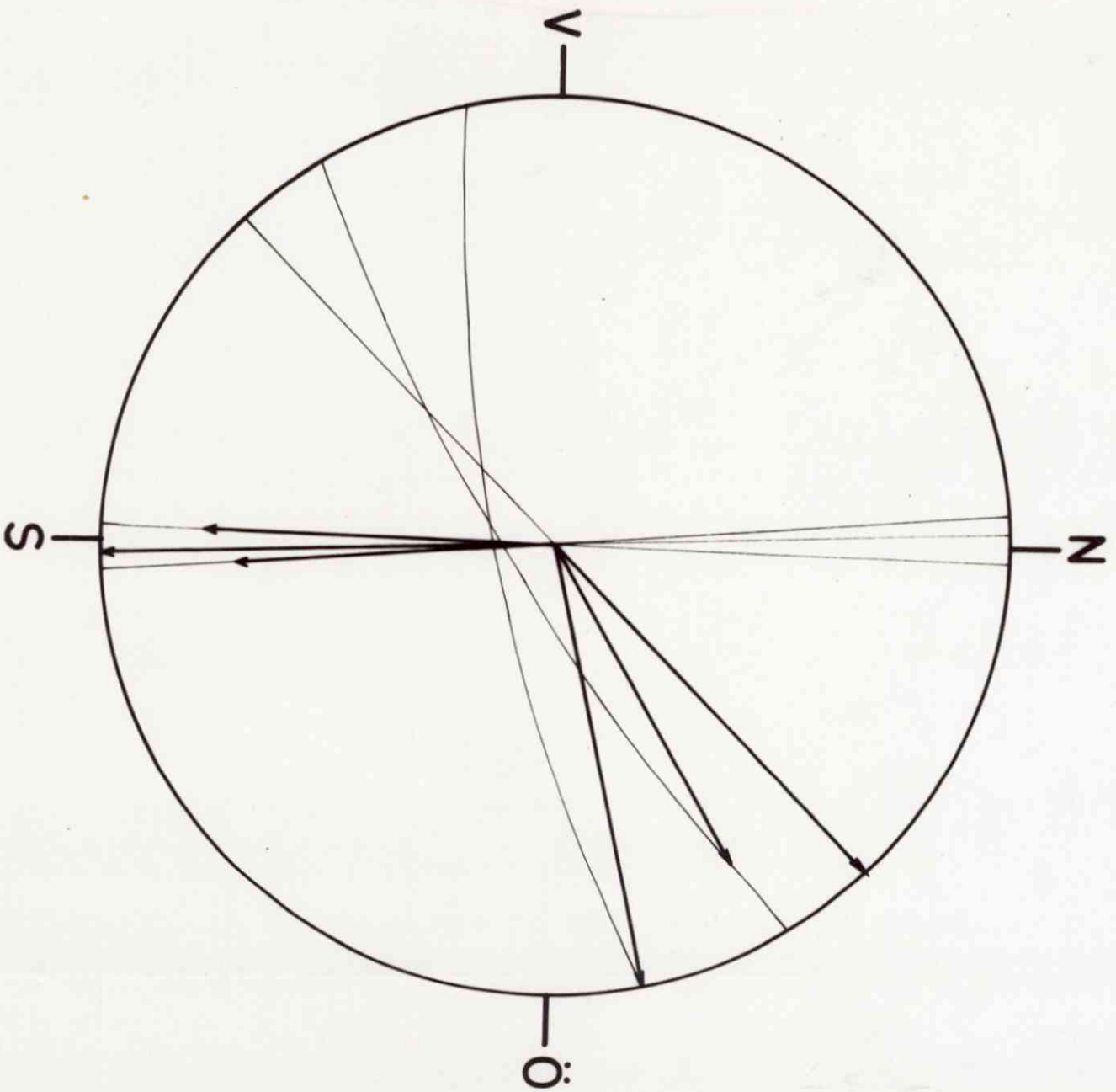


Fig. 18

Sløppeflater med glidestriper observert på skyveplanets vestside.

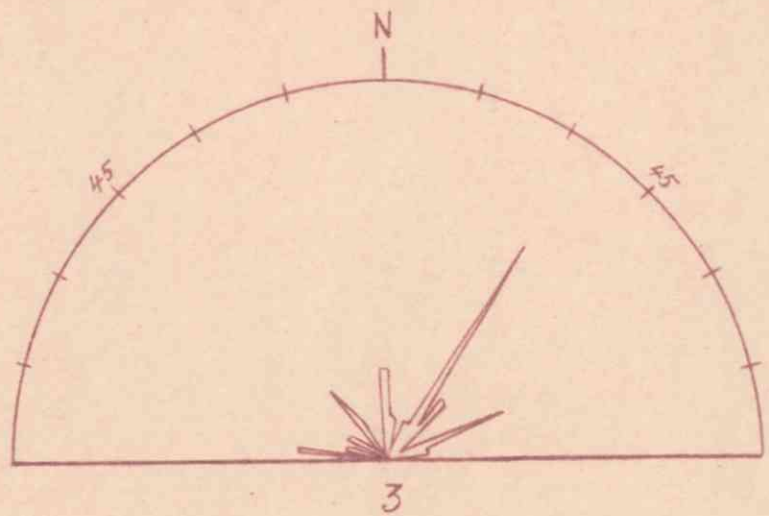
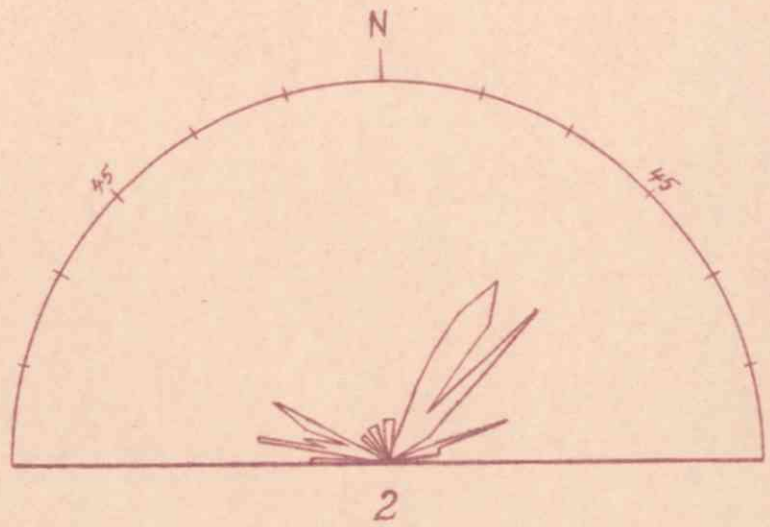
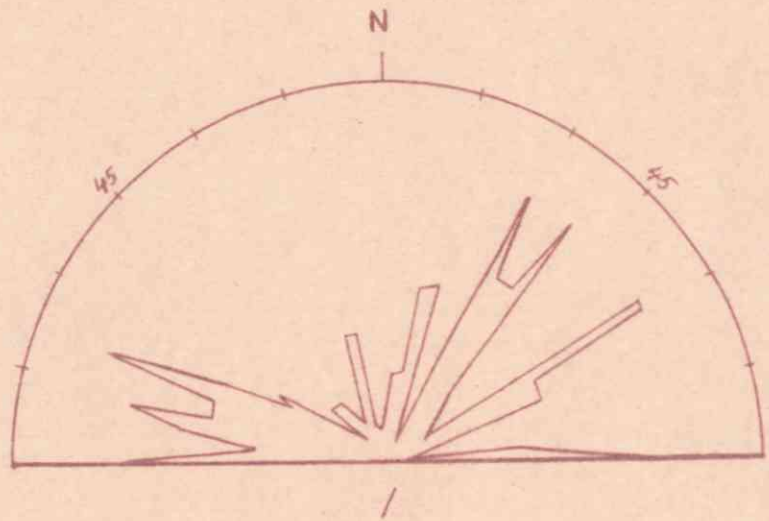
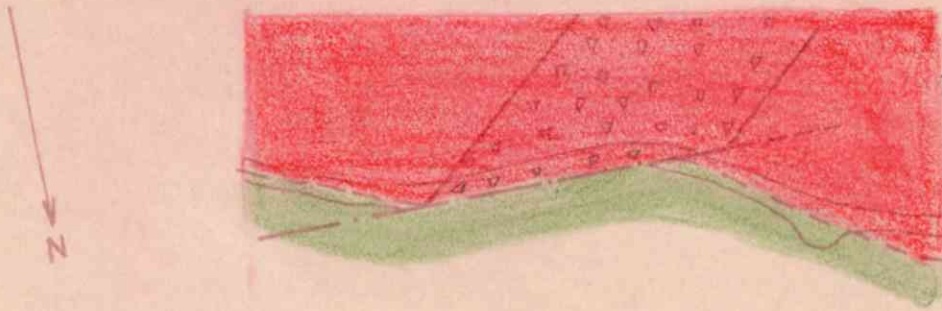


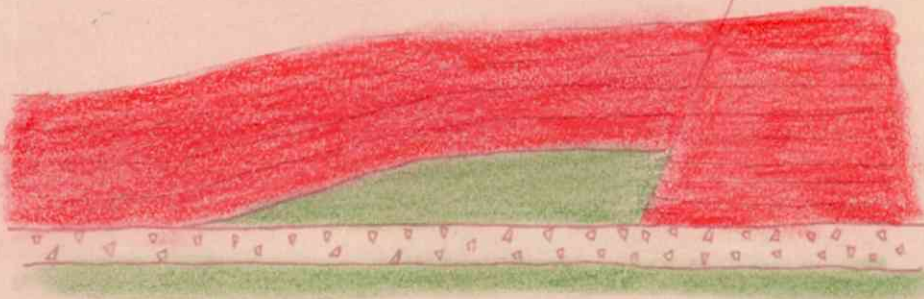
Fig.19

M = 1:600
 == Feltort
 --- Henggrense
 --- Sleppe
 ■ K'is, båndet ved heng
 ■ Knusningssone



M = 1:25
 Fig. 21

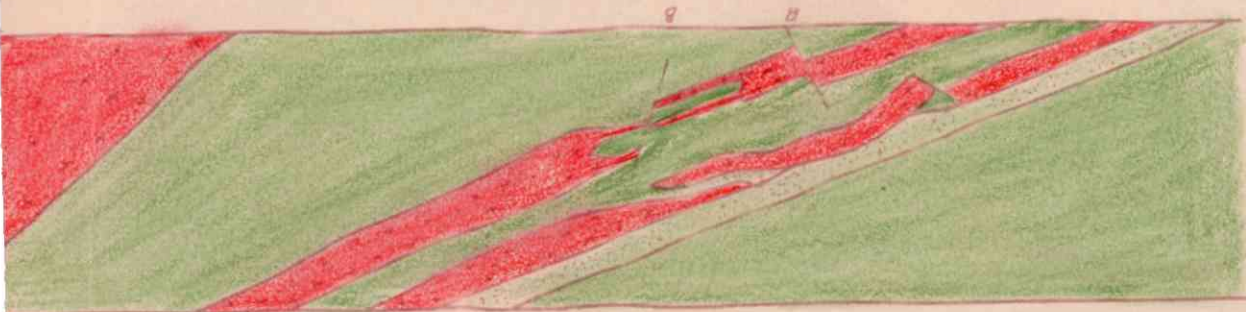
■ Sleppe
 --- Forkastning
 ■ K'is
 ■ Grønsten



Not nord

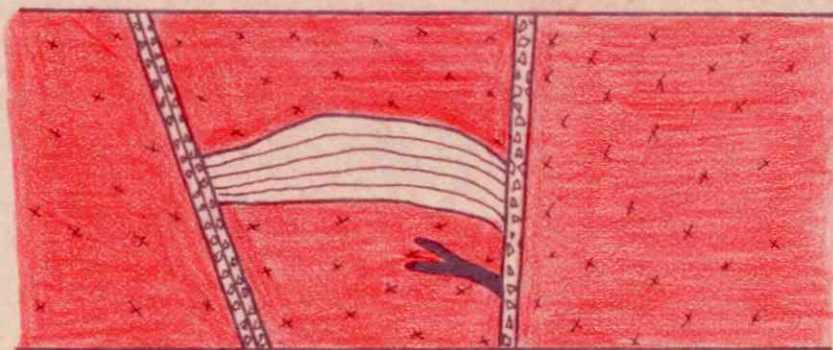
M = 1:60
 Fig. 20





■ K'is
 ■ Grønsten
 ■ Skyveplanet



Not nord

Mot öst

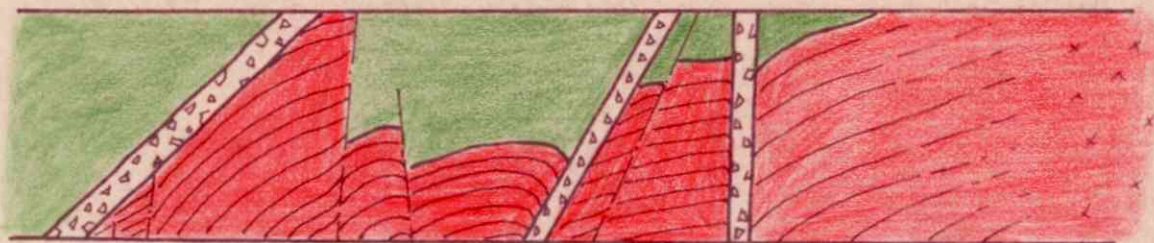




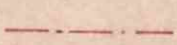
- | | |
|---|---|
|  Gangkis |  Svartfjell med vasskisstriper |
|  kloritslire |  Breccie |

$M \approx 1:65$

Fig.23

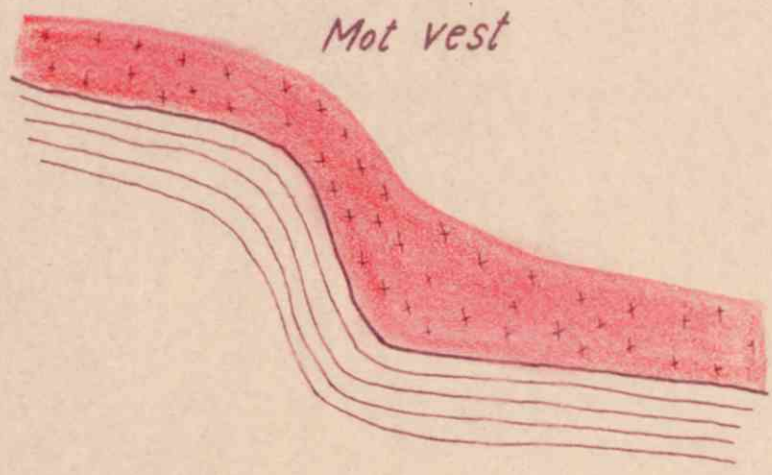
Mot öst



- | | | |
|---|---|---|
|  Breccie |  Bändet kis (Foredlet vasskis) | |
|  Gangkis |  Grönsten |  Forkastning |

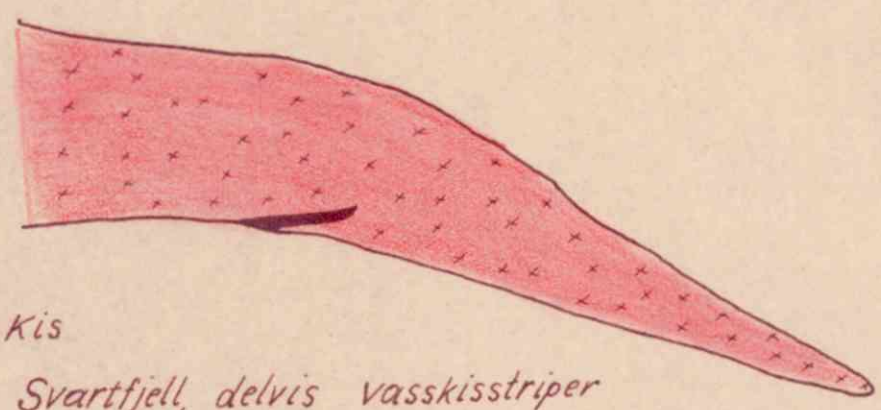
$M \approx 1:100$

Fig.24



Svartfjell med vasskisstriper Gangkis
 M ≈ 1:50
 Fig.25

Mot vest (nordre malmspiss)



Kis
 Svartfjell, delvis vasskisstriper
 M ≈ 1:400
 Fig.26

Mot vest

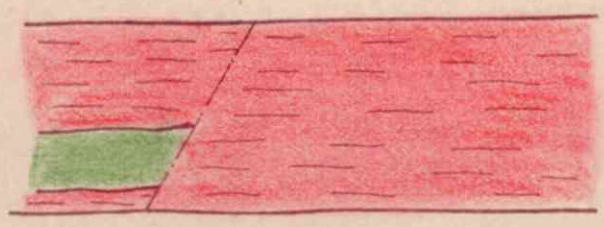


Fig.27
 Kis, noe båndet Grønnsten
 M ≈ 1:80