



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 946	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering Åpen
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr I-D 01609	Oversendt fra Per Sandvik	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Gullberg undersøkelse.				
Forfatter F.M. Vokes		Dato april 1962	Bedrift Stordø kisgruver a.s.	
Kommune Stord	Fylke Hordaland	Bergdistrikt Vestlandske	1: 50 000 kartblad 12144	1: 250 000 kartblad Haugesund
Fagområde Geologi	Dokument type Rapport	Forekomster Gullberg forekomstene		
Råstofftype Malm/metall	Emneord Kis Cu			
Sammendrag Linseformede forekomster av kis som ble drevet i 1860-årene og i perioden 1907 - 1909. I alt ble det drevet ut mindre enn 100 000 tonn malm. Kobbergehalten synes å ha ligget på rundt 2-3%. Forekomsten ligger like sør for Leirvik tettsted på veg mot Stord Verft. Dette arbeidet omfatter geologisk kartlegging og korrelasjon med geofysiske målinger. Tilslutt er det satt opp et forslag til borprogram. Bilagsmappen består av 7 karbilag og 5 feltkart.				

I-d. A
01609 11.5.67

A/S STORDØ KISGRUBER

GULLBERG UNDERSØKELSE

APRIL 1962

F.M. VOKES, OSLO.

- komplett med geologisk kart M 1:1000 (Kommunens kartgrunnlag).

Undersøkelse av Guldberg-området

Leirvik, Stord

Innledning	s 1
Konklusjoner	s 2
Historisk	s 4
Geologi	s 7
Tidligere arbeider	s 7
Den nåværende undersøkelse	s 10
Lithologi og stratigrafi	s 10
Struktur	s 12
Observasjoner på malmen	s 16
Malm-muligheter	s 19
Sammenligning med det geo- fysiske kartet	s 20
Forslag til diamantborprogram ...	s 22

I N N L E D N I N G

Etter anmodning av A/S Stordø Kisgrubers dir. Bøe foretok jeg i tiden 17.4. til 24.4.1962 en geologisk undersøkelse av Guldberg-halvøya syd for Leirvik, Stord. Hensikten med undersøkelsen var å skaffe grunnlaget til utarbeidelsen av et borprogram som skulle konstatere malm-mulighetene omkring de gamle gruver og skjerp på halvøya.

Undersøkelsen besto i å kartlegge området geologisk og å utføre de nødvendige strukturstratigrafiske analyser ved hjelp av tverrsnitt og profiler. Flybilder i målestokk ca. 1:5000 ble brukt til de preliminære, stereoskopiske strukturanalyser på kontoret og senere til kartlegging i feltet. Resultatene av feltarbeidet ble daglig overført på det kommune-kart i målestokk 1:1000 som senere også ble brukt i feltet for mer detaljerte, direkte observasjoner.

Et rentegnet kopi av det 1:1000 kart følger som et bilag til denne rapporten. Koordinatangivelser i rapporten refererer til dette kart. I tillegg følger også et oversiktskart i målestokk 1:500 og en serie tverrsnitt i målestokk 1:1000. Disse siste ble tegnet langs y-koordinatene på 1:1000 kartet.

I tillegg til kartleggingsarbeidet ble det tatt et par representative stykk-prøver (chip-samples) av Guldberg-malmen for å kunne få et mer konkret begrep om malmens metallinnhold. Disse kan ikke regnes å gi noe mer enn en grov ide om malmens sammensetning.

K O N K L U S J O N E R .

1. Grubene i Gullberg-området ble drevet i 1860-årene og igjen i 1907-1909. Ialt ble det vunnet mindre enn 10 000 tonn malm. Kobbergehalten synes å ha vært omkring 2-3 %.

2. Malmen forekom som adskilte linser, striper, klumper eller nyrer av forskjellig størrelse, den største omkring 7000 tonn. Der fantes svært liten sammenheng mellom disse kiskroppene - som måtte brytes hver for seg. Idag finnes det bare tynne striper eller linser igjen i de gamle strosser og skjerp.

3. Bergartene i området består av to hovedtyper, fyllitter og grønnskifre. Fyllittene viser en del variasjoner, og blant disse må nevnes kullholdige typer - "grafittskifre". Grønnskifrene ser ut til å ligge som en enhet av varierende tykkelse mellom de undre og øvre fyllitteneheter. I den østlige delen av Store Guldbergs malmsone har grønnskifrene tynnet seg ut betraktelig og endret sin karakter. Malmene i dette området lå like ved grensen mot disse tynne grønnskifrene. Ellers ligger kislegemer inni grønnskifrene, men opp mot grensen til overliggende fyllitter.

4. Strukturen i området består av en østlig stupende synklinal som er ganske sammenklemt i Midthaugen-Lille Guldberg-området, men som åpner seg ut østover mot Sponavik. Malm-mineraliseringer er funnet i både den nordlige og den sydlige sjenkel av denne synklinalen. Det er sannsynlig, men kan ikke påvises at disse hører til en og samme sone.

Tre hoved- og én mindre forkastningsretning kan skilles ut, men det er vanskelig å antyde noen bevegelsesretninger eller mengder for de fleste. Disse forkastninger viser visse paralleller med de i Litlabø-området.

5. Malmen er en forholdsvis homogen, tett, finkornig kis bestående helt overveiende av svovelkis, med mindre kobberkis og litt sinkblende. Den vil ikke være lett å opprede p.g.a. den tette mineralsammenvokringen.

6. Malm av brytbar størrelse er bare blitt funnet i den østlige delen av den sydlige sonen under Store Guldberg over en strøklengde av høyst 100 m.

Fra strukturene målt av Prof. Th. Vogt er det sannsynlige forløp av dette "malm"-førende parti N 30-40° Ø. På grunn av synklinalens form må det "malm"-førende partiet komme opp i dagen igjen omkring sydsiden av Sponavik. De maksimale dimensjoner av et slikt parti er da

ca. 100 m bredt og ca. 350 m langt.

Selv med de mest positive beregninger på sannsynlige eller mulige tykkelser, kan man maksimalt komme til en "malm"-mengde av 350 000 tonn; men dette ville nok holde ca. halvparten gråberg slik at gehalten av Cu og S vil nedsettes til henholdsvis ca. 1,5 og 22 %.

7. Det geologiske bilde synes å være så nedslående at forfatteren ikke kan finne det forsvarlig å anbefale et borprogram. Allikevel er det angitt borplass, retninger og hellninger for fire diamantborhull på en samlet lengde av ca. 450 m som skulle bekrefte det geologiske bilde, hvis dette trenges.

HISTORISK

Kilder.

Det foreligger følgende kilder for opplysninger om gruve-drift i Guldberg-området:

A. Helland: Ertsforekomster i Søndhordland og paa Karm-øen. Nyt Mag. f. Naturvid., XVIII, 1871, 244-247.

H. Reusch: Bommeløen og Karmøen med omgivelser, Kristiania 1888 ss. 198-200.

S. Foslie: Norges svovelkisforekomster, Norges geol. unders., nr. 127, 1926 s. 36.

N.G.U.'s Bergarkiv:

Rapport nr. 1471. Ukjent forfatter. En halvside som rapporterer en kort befaring. Ingen opplysninger av verdi.

Rapport nr. 2088. Chr. A. Munster, underskr. Drifts-rapporter for perioden 21.9.1907-30.9.1909. Produksjonstall og en del analyser.

Rapport nr. 2087. A. Egge og Chr. A. Munster, jan.-febr. 1906. 1 1/4 side av Egge over kort befaring, datert Båsmo 16.2.1906. En halv side om "maalinger" 1906 (E-M målinger ??), en side av Munster, et brev til hr. H. Fasting, datert 16.2.06, 2 "Certificates of Assay" fra et laboratorium i Newport, Monmouthshire til Comp. Minière Belgo-Norvegienne, Antwerp, datert 22.12.1908 og 10.9.1909 underskrevet R. Thompson. En side håndskrevne skisser og beskrivelser over en del av feltet.

Rapport nr. 405. A. Egge ?? Treogtyve håndskrevne sider om gruvene. Vanskelig å lese. Mange skisser og tegninger datert 12.2.1908. Hovedsakelig av Chr. A. Munster? Langt den mest verdifulle rapport.

G.M. rapport nr. 102, mars 1953. Geofysiske undersøkelser. Guldberg gruve, Stordø.

Notat om Guldberg grube, Stord. Th. Vogt 11.6.1957.

Ifølge Reusch (s. 200) hadde gruvene ved Guldberg en glimrende men kort periode i 1860-årene.

"Man forfulgte fra dagen en tarvelig ertsforekomst ind i fjellet og stødte her på en ægformig ertsnyre som var 35 m lang, 12 m bred og 8 m høj; den bestod af 3 til 7 000 ton kobberholdig (4 %) svovelkis og gav grubens eiere et netto-overskudd af 108 000 kroner. Foruden den har man også funnet en andre mindre, alligevel anseelig nyre. Siden den har all forsøgsdrift været forgjeves. Man har saaledes til ingen nytte anlagt grøftlignende dagbrudd og forsøgt at trænge ind i fjellets indre med stoler gaaende i nordlig retning."

Det finnes ingen beskrivelser over Guldberg fra den av Reusch inntil tidlig i 1906 når Chr. A. Munster i et brev til hr. H. Fasting, Antwerp ?, foreslår gjenopptagelsen av undersøkelsene omkring de gamle gruvene. "Denne forekomst fortjener oppmerksomhet fremfor nogen anden jeg kjender. Saasandt der findes malm er det "a poor man's mine" - den eneste mulig saadanne jeg kjender i Norge. Malmen er stykk-kis med over 40 % S og 4 % Cu".

Han setter malmverdien til kr. 35 pr. tonn og sier at hvis man kunne finne en gang av 1 meters mektighet, kunne det leveres fob for en tiendedel av dens verdi. Han foreslår videre at Egge skulle foreta "maalinger" for å konstatere malmens forløp. Siden han nevner at områdets "grafitt-skifer" ville forstyrre disse målinger, må man gå ut fra at de var av elektromagnetisk art. Egges rapport av 16.2. 1906 beskriver kort et profil han målte i en nord-sydlig retning fra "Synken ved Lilleguldberg", d.v.s. den nest vestligste av de nåværende dagskjæringer. Det ser ut som han registrerte hovedsakelig lag av kull-holdige fyllitter (se under), liggende både under og over malmsonen (se også bilag 7). Han sier at ved kisens utgående i dagen var det "ikke noget tegn til synderlig malm", en erfaring som for såvidt stemmer med de fra G.M.'s undersøkelse i 1953 (jfr.)

I en mer geologisk rapport av samme dato gir Egge noen få detaljer om visse av gruverummene, både langs den sydlige sonen (Store og Lille Guldberg) og langs den nordlige sone (Lerbanken). En skisse i samme rapport angir navnene som ble brukt for de forskjellige åpningene således:

Langs den sydlige sone fra øst mot vest Dokken, Storgruben, Midtgruben, Flaagen, Bækken, Kjøringsmauet og Lille Guldberg.

At driften på Guldberg-feltet ble tatt opp igjen fremgår av driftsrapportene for perioden 21.9.1907 til 30.9.1909. Tabell I viser malmengdene (med gehaltene) som ble vunnet i denne driftsperiode. Som det sees var det ialt tatt ut nær 420 tonn kis med en gjennomsnittsgehalt av 3-4 % Cu og ca. 45 % S. To analysesertifikater fra et laboratorium i Newport, Monmouthshire gir et litt mer detaljert bilde av malmens sammensetninger.

1. 22.12.1908. "Average sample of 180 tons from Guldberg"

"S in sample dried at 100° C	44,25 %
"Copper by electrolytic assay	2,87 %
2. 10.9.1909. "Gjennemsnittprøve af ca. 110 ton malm fra Dokken gr: Guldberg"

"Copper by electrolysis in sample dried	
"at 100° C	2,218 %

Det sees av dette at gehaltene angitt i driftsrapportene kanskje er litt for optimistiske, og at 2-3 % Cu må ansees som nærmere den virkelige gehalt. (Se også resultatene av analyser tatt under nåværende undersøkelser, under).

Etter driftsperioden i 1907-09 foregikk det ingen arbeider i Guldberg-området inntil en geofysisk (E-M) undersøkelse utført av Geofysisk Malmletning, Trondheim i A/S Stordø Kisgruber's regi. Resultatene av denne undersøkelse er diskutert i et senere avsnitt i denne rapport.

I en kort notat om gruveområdet behandler prof.dr. Th. Vogt mest de strukturelle forhold i Store Guldberg-området, særlig områdets synklinalstruktur, forkastninger og strekningsretninger som kunne tyde på malmens sannsynlige forløp i dypet. Vogt fant at fortsatte geofysiske målinger ikke ville gi noen vesentlig flere opplysninger, men derimot anbefalte han diamantboringer i området nord og nordøst for Store Guldberg.

Driftsrapporter Guldberg

1907 - 1907

	"Lille Guldberg" periode	m ³ brutt gangmasse	t skaidet malm	Cu %	S %
1.	21.9.-30.9.1907	0.2	0.4	4	42
	1.10.-10.10. "	0.3	1.0	4	42
	11.10.-20.10. "	?	0.9	4	45
	1.11.-20.11. "	?	0.9	4	45
	21.11.-20.12. "	?	3.5	4	45
2.	1.1. -10.3.1908	40	9.0	?	?
	11.3. -10.4. "	?	15.0	?	?
3.	10.4. -10.7. "	?	26.0	?	?
	10.7. -10.8. "	?	25.3	?	?
4.	10.8. -10.9. "	?	16.0	?	?
5.	10.9. -10.10. "	?	13.5	?	?
	13.10.-31.10. "	?	22.0	?	?
	1.11.-30.11. "	150.5	38.0	4	?
6.	1.12.-31.12. "	?	40.0	3	?
	1.1. -15.3. 1909	?	27.3	3	?
7.	16.3. -30.6. "	?	17.0	3	45
	1.7. -31.7. "	?	32.0	3	45
	1.8. -31.8. "	?	61.0	3	45
	1.9. -30.9. "	?	64.0	2.2	45
ca. 24 måneder		?	417.8	3-4	45

1. Lille Guldberg

2. Bækken

3. Bækken + Store Guldberg

4. Mellom Dokken + St. Guldberg

5. Dokken, Tvärgangen, Övregruben

6. Store Guldberg

7. Dokken

G E O L O G I

Tidligere arbeider.

Geologiske opplysninger om området omkring gruvene finnes i Helland og Reusch og i en del av rapportene i læsten på side 4. I tillegg til disse har A. Skordal beskrevet geologien i den sydøstlige delen av Stordö uten å behandle Guldberg-området i noen detalj. (Univ. i Bergen, årbok 1948, Naturvid. rekke nr. 2).

Av Skordals kart sees det at hele området for det meste er bygget opp av fyllitter som har en hovedstrøkretning NÖ-SV og et meget vekslende fall. Skordal sier at på enkelte lokaliteter - og han nevner særlig "ved og i området vest for Guldberg" - er større flak av fyllitter som følge av tektoniske bevegelser brukket løs, skjøvet og klemt inn i de øvrige skifrene. Disse som regel mer flattliggende skiferflak, danner på denne måten mindre, lokale, men tydelige diskordanser mot den undre mer steiltstående skiferserie.

Disse skifre (fyllitter) er grå til sorte, finskifrige og som regel kløver de meget pent etter skifriheten parallellt med den opprinnelige lagning. På disse kløvflatene sees til dels rikelig lys glimmer som er orientert parallellt en NÖ-SV-gående strekning (cf. Vogts måling av denne strekning i Guldberg-området).

Meget ofte forekommer en utpreget småfoldning i skiferen hvor foldningsaksene har skiferens strøkretning og ligger med mindre avvikelser gjennomgående horisontalt.

Bergarten er helt igjennom krystallinsk. I tynnsnip forekommer: Kvarts, plagioklas, kalkspat, muskovitt, som oftest finbladet serisitt, fint fordelt kloritt, litt erts og vekslende mengde grafitt. Av og til sees det en begynnende biotittdannelse.

Disse mineraler bygger opp hele fyllittserien, men deres innbyrdes forhold kan variere meget. Ofte er bergartene ren kvarts-muskovitt-kloritt-fyllitter. I andre lag er grafitter helt dominerende mens bare små mengder serisitt sees ved siden av kvarts. Skifrene er tildels helt sorte, og noen farger av når en berører dem; de er nærmest alunskifre (cf. Reusch's og Hellands beskrivelser). I andre tilfeller dominerer kvartsen ved siden av grafitt og små mengder glimmer. Kvartsmengden kan på disse steder ved siden av grafitt være så fremtredende at skifrene nærmer seg en mørk, grafittholdig kvartsskifer. I denne sees ofte større, meget regelmessige svovelkiskrystaller.

Skordals kart viser at inni fyllittene i Guldberg-området ligger et lag eller en sone med hva han kaller for "grønnstein og grønnskifer", men siden denne ikke er nærmere omtalt i teksten, er det ikke godt å få et begrep om hvordan den ligger i forhold til fyllittene. Bergartene av denne typen i Guldberg-området må betegnes som grønnskifer mer enn grønnstein, og er den dominerende type, særlig i den sydøst-

lige delen av Stord. Den har en utpreget planskifrig struktur, og etter Skordal er både flow cleavage og fracture cleavage iakttatt. I Guldberg-området har forfatteren ikke sett tegn til fracture cleavage. Bergarten består av plagioklas, kloritt, kalkspat, epidot og i mindre mengder kvarts, titanitt, serisitt, apatit, erts og svovelkis.

Skordal gir en analyse av enstaklik grønnskifer som viser en andesitt-basaltisk sammensetning. Han behandler også den "gjennomgripende metamorfose" som bergarten er blitt utsatt for.

Både Helland og Reusch beskriver i noen detaljer geologien rundt omkring de gamle gruvene. Etter Helland består Guldbergåsen "dels av grønn, glinsende leirskifere, dels av alunskifere med sort eller grå Streg". I det han kaller "Övre Grube" ? hadde alunskifrene et 5° fall mot NO, og under disse kom de "almindelige leirskifere". Et lag med kis, 5-6 cm tykt i dagen fantes ca. en meter under grensen mellom alunskifrene og "leirskifrene". Dette lag ble fulgt innover langs fallet, og 7 m inn fra utgående hadde det oppnådd en samlet tykkelse av 1,4 m, men begynte kort etter å gaffe og å kile seg ut. Det ble ialt fulgt ca. 10 m inn fra dagen og over en strøklengde av ca. 12 m.

I tillegg til dette lag fantes det to andre "Udmærkede Nyre" som ikke viste seg ved utgående av sonen. Den største av disse hadde dimensjoner av 34 m x 12 m x 8 m, mens den mindre var 6,5 m høy, 5,5 m bred og 14 m lang. Selv om de to nyrene ikke sto i forbindelse med hverandre, var skifrene mellom dem "temmelig kissprægt". Skifrenes strøk og fall var forstyrret av disse nyrene som mange steder viste avrundete grenser mot skifrene, og hadde også sendt ut forgreninger av forskjellige mektigheter langs skifrihetsplanene. Disse kilte seg snart ut uten å føre til noen nye ansamlinger. Kisen i dem skulle ha hatt en meget større kobbergehalt enn kisen i selve "nyrene". Helland illustrerer disse kislegemene med et tverrsnitt gjennom dem, og hans tegning er reproduisert som bilag 1. (a).

Helland sier videre at det er kun i leirskifrene at han har funnet kis. Alunskifrene har kisimpregnasjoner, men ingen større kiskropper. "Leirskifrene" ligger etter hans beskrivelse som et lag med alunskifre over og under dem. Han peker dog på at alunskifrene er så "snoet og vreden" at det ikke er mulig å bestemme strøk og fall i de underste alunskifrene, og at det kanskje kan være noen tektonisk grense mellom disse og de overliggende leirskifre.

Reusch's beskrivelser er noe forskjellig. Etter hans beskrivelse er bergartene omkring gruvene grå (tildels grønnlige) leir-glimmerskifer med noen innleiringer av "sort, alunskiferagtig leirglimmerskifer". Reusch's profil gjennom den store eggformede kisenyre er angitt i bilag 1 (b). Etter dette profilet skal malmen ligge i de leirglimmerskifer et stykke overfor det alunskiferaktige lag uten at det finnes denne siste typen over malmsonen som Helland

refererer til det alunskiferaktige lag

beskriver.

Reusch nevner at lagene er foldet med foldakser som stuper ca. 30° i en NO-lig retning. Han beskriver også mulige forkastninger som stemmer godt med det som ble kartlagt av forfatteren i år. Særlig peker Reusch på en forkastning mellom de to skifertypene helt ved østenden av malmsonen som kanskje også har forkastet selve malmsonen.

Det fremgår av det foregående at det er noen forskjell i detalj mellom Hellands og Reusch's tolkninger av geologien i gruveområdet. Begge avviker litt fra den tolkningen som forfatteren er kommet til (se under). Men forskjellen gjelder hovedsakelig betegnelsen av bergartstypene, og i det store og hele er de ikke særlig vesentlige.

Hverken Reusch eller Helland sier noe om Guldberg-områdets geologi som en helhet, og det er klart at man får ikke et helt fullstendig bilde ved å begrense seg bare til området ved sjøen under Store Guldberg.

Etter Helland og Reusch finnes det ingen nøyere beskrivelser av gruveområdets geologi inntil Th. Vogts rapport fra 1953 som allerede er blitt referert.

Den nåværende undersøkelse.

Lithologi og stratigrafi.

De følgende bemerkninger er basert utelukkende på feltobservasjoner og observasjoner av bergartene i landstykket med lupe, og ikke i noe tilfelle på mikroskopiske observasjoner i tynn- eller polerslip.

I hovedsaken ble to større lithologiske enheter skilt ut under kartleggingen som stort sett svarer til de som er beskrevet tidligere (se ovenfor). Som det fremgår av kartet og tverrsnittene er disse to avdelinger blitt kalt for henholdsvis fyllitter og grønnskifer, og det kan sees at de geologiske forhold er blitt tolket slik at det finnes to stort sett atskilte fyllitt-avdelinger som kan kalles for den øvre og den undre, og innimellom disse ligger den grønnskifrige avdelingen. Børsom den stratigrafiske rekkefølgen ikke er invertert, og det er det ingen grunn til å tro at den er, er denne rekkefølgen da:

3. Øvre Fyllitt-avdeling
2. Grønnskifers avdeling
1. Undre Fyllitt-avdeling

I den sydøstlige delen av området langs stranden under de høye klippene på sydsiden av Guldberg, ser det ut til at grønnskifrene tynner seg ut i en østlig retning til eventuelt å forsvinne slik at de to fyllittavdelinger da kommer sammen og ligger direkte på hverandre. (Se oversiktskart, bilag 2). Fyllittene består hovedsakelig av lys- til mørk grå meget finkornig kvartsglimmer-bergarter, sannsynligvis opprinnelig mer eller mindre kieselesyrerike leirbergarter som er blitt svakt metamorphosert. Innenfor det undersøkte området finnes det en del lithologiske varianter inni fyllittene, men på grunn av overdekningen og de topografiske forhold var det ikke mulig å få en detaljert oversikt over fordelinger av de forskjellige varianter.

Av kanskje den største interesse var de sorte, meget kullstoffholdige, ofte pyrittiske fyllitter ("grafittskifre") som er meget hyppige særlig i den undre fyllittavdelingen. Slike bergarter opptre i et belte i den nordlige delen av feltet hvor de kan sees særlig i hustomter i boligstrøket langs Skottebergveien nord for Midthaugen, og i blottninger langs Sponavikveien (ca. 30300 y, 297900 x). I dette området inneholder disse sorte fyllitter ofte meget svovelkis som velutviklede, kubiske krystaller opp til en millimeters størrelse. Under forvitringen blir det ofte mye rustdannelse langs sjiktsoner, og av og til kunne det sees at disse rustsoner var blitt røsket av tidligere skjerpere.

Kullstoffrike fyllitter er også hyppige i hustomtene i Ø. Hageby langs den vestlige siden av området. I den øvrige fyllittavdelingen er kullholdige fyllitter blitt observert langs veien fra Sponavik opp til Guldberg (ca. 30400 y) og på flere steder like ovenfor grønnskifrene langs det dalsøkk som munner ut i Sponavik.

Observasjoner på slike kullholdige fyllitter er meget viktige, særlig når det gjelder tolkningen av det geofysiske kartet. Som det vil vises senere kan en god del av de geofysiske indikasjoner refereres til slike fyllitter og ikke til sulfidsoner av økonomisk interesse.

Fyllittene i den øvre avdeling, særlig i høydedraget langs Store Guldberg, viser en noe forskjellig karakter. De er meget kvartsrike og tenderer ofte mot finkornige kvartsitter, men inneholder dog meget lys glimmer slik at betegnelsen fyllitt må ansees som riktig likevel. Etter de strukturelle tolkninger ligger disse mer kvartsrike fyllitter over de mer kullholdige typer langs nordsiden av Guldberg og er kanskje de yngste bergarter i området. De reagerte tydeligvis også på en forskjellig måte under de tektoniske bevegelser som har foregått. (Se nedenfor også).

Stedvis holder fyllittene meget kvarts som uregelmessige linser, slirer og anrikninger, oftest med litt karbonat som gir en gulbrun farge på forvittringsflaten. I de mørke fyllitter er det merkbart at kvarts også har en mørk til sort farge som kunne tyde på finfordelt kullstoff. På grunn av dette og av andre grunner, er det sannsynlig at kvartsen representerer en slags utvandring fra bergartene under metamorfosen. Kvarts av en noe annen karakter forekommer av og til i fyllittene. Den forekommer i forholdsvis store klumper, og har et grålig eller "melkaktig" utseende i motsetning til den første typen som er ganske glassaktig. Den andre typen forekommer ofte langs eller i nærheten av mulige forkastninger (f.eks. 30450 y, 197630 x). Den er da muligens introdusert langs disse forkastninger. Ingen mineralisering er blitt sett i disse to kvartstyper.

Grønnskifrene er en fin- til meget finkornet lagdelt eller skifrig bergart med en farge som varierer fra lys til ganske mørkt grønn. Den skiller seg ut fra de over- og underliggende fyllitter særlig p.g.a. fargen, men også p.g.a. dens mer kompetente strukturer og forskjellig foldmønster. Uten å ha utført en del mikroskopiske undersøkelser av disse skifrene, er det ikke mulig å beskrive deres mineralogi, men p.g.a. fargen må det antas at de inneholder rikelig med epidot og kloritt. (Se Skordals beskrivelse s. 6). Heller ikke kan det sies noe bestemt om opprinnelsen. Det er ganske sannsynlig at grønnskifrene representerer basiske til intermedieære materialer - kanskje både lava og tuff. Videre er det sikkert mange lag hvor dette vulkanske stoff er blandet med mer vanlige sedimenter slik at det finnes overgangstyper i retning av fyllittene.

Som nevnt tidligere så ser det ut som om grønnskifrene langs sydsiden av Guldberg tynner seg ut østover og kanskje kiler seg ut før den østlige enden av halvøya under Store Guldberg. Det er også klart at de forandrer sin lithologiske karakter østover også. De blir mer skifrig, og av og til er det ikke lett å skille dem fra visse lag i hva er blitt kalt for fyllittene. Som nevnt bruker både Helland og Reusch ordet "grønn" eller "grønnlig" når de

beskriver "leirskifrene" i gruveområdet. Det er sannsynlig at de "grønnlige" skifre her er de samme som forfatteren tolker som den østlige representant for grønnskifrene. Det har tydelig foregått en primer (sedimentær) facies forandring her slik at mer og mer leirmateriell er blitt blandet inn i grønnskifrene, så det blir ikke lett å skille mellom de to bergartstypene i området under Store Guldberg.

Så vidt det gjelder den nåværende undersøkelse har det ingen hensikt å utdype bergartenes petrologi. De tre ovennevnte enheter synes å være klare, og p.g.a. disse har det lyktes å fremstille et ganske tilfredsstillende strukturstratigrafisk bilde av Guldberg-området. At det kanskje kan finnes andre tolkninger er ikke utelukket - geologi er sjelden entydig. Men p.g.a. nåværende opplysninger er tolkningen som settes frem i denne rapport det mest rimelige å akseptere. På basis av de tre ovenfor beskrevne bergartsenheter har det vært mulig å løse strukturen av området, særlig i det området hvor en mulig fortsettelse av Guldbergs mineraliseringer skulle ventes.

Struktur. Alle bergartene i området har fått en mer eller mindre utpreget skifrichet under fjellkjedefoldninger, og i de enkle blottninger er det som oftest ikke mulig å bestemme om denne skifricheten faller sammen med den opprinnelige lagdelingen eller ikke. Imidlertid viser observasjoner ved grensene mellom de forskjellige bergartsenheter at det er ingen vesentlig forskjell mellom skifricheten og en opprinnelig lagdeling. Derfor refererer alle strøk og fallmålinger ^{x)} på kartet til den synlige skifricheten, og det er den som er blitt brukt til å utarbeide strukturene.

Hovedstruktur. Th. Vogt (1957) betegner strukturen i Guldbergområdet som en synklinal, og i GM's rapport av 1953 kommer et lignende strukturbilde frem. Denne undersøkelse har bekreftet disse tydingene og har fylt ut detaljene.

Synklinalens form kan best sees ved hjelp av grønnskifrene, og er illustrert i tverrsnittene som følger som bilag til denne rapport. Synklinalens akse har en retning ca. Ø 10-20° N (Se oversiktskartet, bilag 2), og den stuper østover ca. 20°. Den har sin enkleste form omkring midten av området, like vestenfor Store Guldberg (se tverrsnitt 30500 y på bilag 4). Her faller grønnskifrene på den nordlige sjenkel sydover, ca. 60°, mens de faller nordover på den sydlige sjenkel, ca. 40-50°. Kismineraliseringen (se nedenfor) som ligger her i øvre del av grønnskifrene, synes å følge denne synklinalform, uten at det kan påvises at det er noen sammenheng mellom de to soner som er blitt skjerpet.

Tverrsnitt 30500 y er det mest vestlige hvor man ser noe til sulfider, og det er liten grunn til å tro at disse er tilstede vestover (men se også på side 21). På grunn av dens stratigrafiske stilling og synklinalens form er det ikke mulig for sonen å fortsette vestenfor tverrsnittet 30700 y, da det er her omkring at synklinalen lukkes. Det er imidlertid ingen grunn til å synes at mineralisering av noen betydning finnes i det hele tatt i den vestlige halvdel av synklinalen, slik at tverrsnittene vestenfor kanskje, 30400 y

x) Alle målinger i denne rapporten er med 400^g sirkel.

er av mindre betydning for malmulighetene i området.

Men de viser hvordan lagstillingen blir steilere og steilere vestover, og hvordan synklinalen klemmes sammen og blir til en "dobbeltefold" (se særlig 30700 y). Denne formen er nødvendig p.g.a. en kile av fyllitter som finnes innimellom grønnskifrene i dalen mellom Midthaugen og Lille Guldberg.

Østover langs aksen åpner synklinalen seg slik at grønnskifrenes fall blir flatere og flatere ved utgåendet. Likevel er det ikke mulig å vite hvor dypt synklinalen går, og hvor langt innflytelsen av dobbeltefolden fortsetter. Forholdene under havets nivå på tverrsnittene må ansees å være ganske skjematisk, særlig når det gjelder dybden av synklinalen.

Allikevel synes det klart at østover blir synklinalen mer åpen eller "skålformet", og mindre sammenklemt, så vidt det gjelder grønnskifrene. Disse bergartene begynner imidlertid å tynne seg ut langs den sydlige sjenkel av synklinalen, slik at omkring 30300 y og østover er det ikke klart hvor mye av den som er tilstede - hvis i det hele tatt. I det østligste tverrsnitt (30200 y) kan det sies at grønnskifrene ikke finnes på den sydlige sjenkelen.

Mens grønnskifrene (og sannsynligvis de underliggende fyllitter) synes klart å danne en veldefinert synklinal, opptrer ikke de overliggende fyllitter helt konformt med denne struktur. Som kan sies fra de østlige tverrsnittene, står fyllittene i høydedraget langs Store Guldberg ganske steilt, og faller østest sydover når de etter synklinalens sannsynlige akse burde falle nordover. Dette kan enten tyde på at synklinalen ikke er symmetrisk, men at aksens er et stykke sydover fra Stillingen merket på det geologiske oversiktskart, eller at fyllittene langs Store Guldberg ikke ligger konformt med strukturen i grønnskifrene - d.v.s. at det er en slags tektonisk diskordans (muligens et skyveplan) under fyllittene på Store Guldberg. Som nevnt i avsnittet om "Lithologi og stratigrafi" er disse fyllitter av en annen type enn fyllittene forøvrig - de er hårdere, mer kvartsholdig, og viser en karakteristisk foldningsform (se under). Fyllittene nord for Store Guldberg's høydedrag er av en mer "normal" type, og til med kullstoffholdige lag, og de faller pent sydover, konformt med de underliggende grønnskifrene. En tilsvarende tykkelse av "konforme" fyllitter savnes syd for høydedraget. Her hviler de steiltstående, kvartsrike fyllitter direkte på det tynne grønnskifer-laget - eller direkte på "Malm-sone"-skifrene.

Det er for tiden ikke mulig å avgjøre hvilken av de to ovenfor antydte ~~helling~~ninger som er den rette, men for "malmens" vedkommende synes det å være likegyldig (i store trekk) hvilken det er. "Malmsonen" synes klart å ligge ganske konformt i synklinalen, og en eventuell tektonisk diskordans under de kvartsrike fyllitter vil allikevel ligge over malmsonen. Det eneste som det ikke er mulig å bestemme er hvor dypt synklinalen går, d.v.s. om det er en forholdsvis flat, skålformet fold eller om den er mer v-formet. Den første mulighet er mer rimelig etter forholdene, og er antydnet på tverrsnittene.

(Fallet helt i østenden av Store Guldberg's malmsone begynner å bli ganske flatt, ofte svevende, slik at i de østligste strosser faller skifrene faktisk sydover. Dette kan kanskje tyde på at skifrene begynner å gå over i en antiklinal som da eventuelt vil ligge med akse ut i sjøen.)

Mindre folder.

Bergartene i området, særlig grønnskifrene og fyllittene langs Store Guldberg, viser ganske karakteristiske småfolder av hvilke de fleste faller sammen med akse av synklinalen som en helhet. D.v.s. at hovedakseorientering for småfoldene i området er mellom 108 og 208 nord for øst, og stuper østover ca. 108-208-308. Helt i øst på nordsiden av Sponavik, begynner foldaksene å dreie seg mer nordlig til en retning 308-408 nord for øst.

Foldene i grønnskifrene har en karakteristisk "chevron"- eller V-form med en amplitude og bølgelengde som varierer fra noen få cm opptil en halv meter. I det nordlige området fra Midthaugen og østover, faller akseplanene sydover, og foldene viser at de er av "drag"-typen i samsvar med en større fold som har en synklinal form. På sydsiden av Lille Guldberg og østover er formen av disse småfolder tilsvarende, men akseplanene faller nordover og "dragene" tyder på at vi nå er på den motsatte sjenkel av en synform fold. Disse observasjoner bekrefter godt det større strukturbilde skissert ovenfor.

Fyllittene forøvrig har som oftest få tydelige folder og viser mest et fullstendig "knadd" utseende uten regelmessigheter. Dette er særlig forholdet i de undre fyllitter på begge sider av synklinalen (cf. Hellands bemerkninger s. 14). I de øvrige fyllitter, særlig de langs høydedraget som er hårdere og mer kompetent, vises igjen en regelmessig foldningsform. Her står bergartene ganske steile eller vertikale, men hvert lag er foldet med V-formige folder, ca. 1 m i bølgelengde, ofte noe større, slik at disse folder ligger over hverandre, og akseplanene ligger ganske flatt i motsetning til foldene i grønnskifrene. Dette kan bare sees i større tverrsnitt rett vinklet på akseorienteringen. Særlig vakre slike tverrsnitt sees langs de velmarkerte sprekke- eller forkastningssoner som skjærer høydedraget i en nord-syd retning. Igjen tyder denne ganske forskjellige foldningsmåte på at disse øverste fyllitter er tektonisk noe adskilt fra de andre bergartene.

Av og til er det målt mindre foldningsakser som løper nesten rett vinklet på de som nettopp er beskrevet, d.v.s. de stuper sydover eller litt øst for syd. Disse folder er særlig hyppige både i de under- og overliggende fyllitter på begge sider av ytre Sponavik og på Sponholmen, men er også iaktatt i grønnskifrene på Midthaugen og i fyllittene vestenfor Store Guldberg. De må da anses som et generelt trekk i geologien i området, men deres tolkning er ikke så enkel. De er underordnet i forhold til de østlig-stupende folder, og skyldes kanskje litt differensiale bevegelser under foldingen. Det er lite sannsynlig at det har vært to adskilte

foldningsperioder her. Iallfall synes ikke disse sydlige foldakser å ha noen større malmgeologisk betydning.

Forkastninger.

Oversiktskartet (bålag 2) viser de fleste antydete forkastninger i området. Disse er inntegnet p.g.a. tolkning av flybildene og det 1:1000 topografiske kart, og - observasjoner i feltet. I mange tilfelle har det ikke vært mulig å påvise bevegelser langs disse soner, og det er mulig at noen av dem i hvertfall er sprekkesoner uten noen særlig bevegelse. Allikevel er alle disse tatt med i den følgende beskrivelse.

Det kan skilles ut tre hovedretninger i Guldberg-området.

A. Nesten nord-syd soner. Denne retningen er representert ved en betydelig forkastningssone vest i området som løper fra den innerste delen av Leirvik sydover langs en tydelig sprekke dal, over Skottebergsveien og langs den bratte, vestlige skråning av Midthaugen - Lille Guldberg. Like vestenfor Lille Guldberg skjæres den muligens av en forkastning tilhørende en annen retning.

Andre N-S forkastningssoner (?) er de tre som skjærer over Store Guldbergs høydedrag, og særlig den ene som forårsaker dets bratte, vestlige stupning. Denne siste forkastning skjærer over den nordlige malmsonen, (Lerbanken), og sannsynligvis forkaster den slik at på dens østlige side er sonen flyttet nordover (en såkalt venstrehånd eller "sinistral" bevegelse). Forkastningens innflydelse på den sydlige malmsonen er ikke så påviselig, men evidenser tyder på at det er en tilsvarende "venstrehånd" bevegelse.

B. Soner som stryker N 20°-30° V. Av disse må nevnes sonene som skjærer tversover Sponholmen, og på nordsiden av Sponavik, og to soner som krysser grønnskifrene østenfor Midthaugen. Det har ikke vært mulig å påvise bevegelse langs disse soner.

C. Soner som stryker ca. NV. Disse er særlig å se langs kysten på sydsiden av Guldberg-halvøya, og er ansvarlig for mange av de små vikene som finnes der. En viktig sone med sannsynligvis flere forkastninger danner NØ-siden av viken ved Østre Hageby og løper mot den bratte, vestlige skråning under Lille Guldberg hvor den sannsynligvis overskjærer en forkastning tilhørende den N-S gruppen.

To forkastninger av denne gruppen kan observeres i nærheten av grubene under Store Guldberg, og den mer østlige av disse synes å danne en nordøstlig grense mot grubene (denne er nevnt av Heusch). Forkastninger i denne gruppen faller begge veier, de mer vestlige faller ca. 70-80° vest, mens de mer østlige faller østover 60-70°.

D. En fjerde retning som muligens skyldes forkastninger finnes langs kysten syd for Guldberg hvor det tydelig kan sees at kystens form bestemmes av en knusings-sone som stryker litt nord for øst (ca. 10-20° N for Ø).

I sin rapport av 1953 nevner Th. Vogt en låten forkastning

"ved dagstrossenes vestlige del" som har et strøk N 20° Ö, med 40g fall mot vest og en $1 \frac{1}{2}$ - 2 m spranghøyde. Forfatteren har ikke observert denne forkastningen, men den kunne høre til gruppe A's forkastninger.

Hvis man sammenligner disse forkastninger med de hovedforkastninger i Litlaböområdet, ser man at gruppe B har samme strøk som forkastninger av type VIII og X ved Litlabö, og at Litlabö's type I forkastning faller sammen med gruppe D i Guldbergområdet.

Observasjoner på malmen.

Ordet 'malmen' i det følgende må ikke oppfattes som et økonomisk begrep uten at dette er spesifisert. Det brukes til å betegne kistypen som ble brutt, eller undersøkt i driftsperioden og som kan studeres idag i de gamle brudd.

Malmen sees på overflaten idag i to hovedsoner som er betegnet på oversiktskartet som henholdsvis den nordlige sone 1, og den sydlige sone 2. Disse svarer henholdsvis til de som ble kalt "Lerbanken" og "Lille Guldberg-Store Guldberg" i de gamle rapportene.

Malmens sammensetning, må ansees som ganske ensartet over hele feltet. Den opptrer som linser, klumper eller striper av forholdsvis tett kis med som oftest ganske tydelige og skarpe grenser mot de omgivende bergarter. Ofte består malmen av en enkelt stripe eller linse av homogen, solid kis, men i et bergfeste i de østlige strosser langs sone 2 består malmsonen av flere nærliggende, parallelle striper, adskilt av bergarts-sjakter med mer eller mindre svovelkis-impregnasjon. Ellers synes impregnasjons-typen å være helt underordnet; det ble ikke iaktatt in situ men på berghallene, og av og til såes en del blokker med svovelkisimpregnasjon. Av og til, men ganske sparsomt, opptrer en noget finkornet magnetit-bergart langs malmsonen.

Malmen er en finkornig type, tilsvarende Lökken-Grong-typen stort sett. Den består hovedsakelig av svovelkis med en kornstørrelse som varierer mellom 0,1mm og 0,5 mm. (Gjennomsnitt omkring 0,2 mm). Oftest sees det ikke andre kiser. Av og til opptrer uregelmessige slirer av kobberkis og sinkblende, det siste i linser eller striper som ligger parallelt med malmens sidegrenser. Kisen er som regel veldig tett, og ikke-sulfidmineraler er helt underordnet. (Bortsett fra i impregnasjonstypen som ikke er vesentlig). En mer detaljert, mikroskopisk undersøkelse av malmen blir foretatt senere.

To stykkprøver av malmen, en fra Sone 1 og en fra sone 2, ble tatt og analysert ved A/S Stordö Kisgrubers laboratorium.

Resultatene:

Sone 1: Co < 0,1, Pb = 0,06

Sone 2: Co < 0,1, Pb = 0,08

Malmens tykkelse.

Idag er det forholdsvis få steder hvor Guldberg-kisen er blottet, og de ligger helt overveiende i de gamle gruverum, strosser og skjerp. Siden det er klart at den tykkeste og beste malm er blitt tatt ut av disse strossene, gir malmen som står igjen i bergfester og i veggene et uriktig bilde av malmens opprinnelige tykkelse.

På den nordlige sone (sone I) synes det at det ikke har foregått noen egentlig strossing av malmen. De stoller og grøfter som er blitt drevet, må ha vært utelukkende for å undersøke malmen, og fra disse er det klart at malmen på den siden av synklinhalen var ganske tynn. Den forekommer som striper, linser og klumper av ganske varierende tykkelse fra et par cm til høyest 20 cm. Gjennomsnittstykkelsen må være under 10 cm.

På den sydlige sone unntagen de mest østlige, viser alle de tilgjengelige strosser og brudd lignende forhold. Fra malmens vestligste bløtning i en liten skjering ca. 30550 y inntil ca. 30300 y er det blottet malmstriper på åtte-ni steder, og ingen av disse viser mer enn 20 cm kis i en bestemt stripe. Det er ganske sikkert at det ikke er samme stripe som er blottet på alle disse forskjellige steder, og av og til er det klart at det ligger minst to, av og til tre striper nogenlunde parallelle med hverandre. Men da er det så meget gråberg innimellom dem at de må betraktes hver for seg.

I hovedstrossen, 30275 y, ser man et bergfeste med en meter forholdsvis sammenhengende kis, men selv denne tykkelse har ingen utstrekning. I den nordligste veggen av den østlige strossen her ser man to veldig uregelmessige, linseformige kisbånd som varierer fra noen få cm til kanskje en halv meter. De er adskilt fra hverandre med opptil 2-3 m gråberg.

30-40 m lenger øst i de åpne strosser under den bratte fjellveggen, ser man et bergfeste med ca. 1 m båndet eller stripet kis. Bergarts-sjiktene innimellom kisen betyr at omkring halvparten av denne tykkelsen er egentlig kis. Strossen her er kanskje 5 m bred, målt nordover langs fall-let, og på denne korte distanse har selv den ringe halvparten kis forsvunnet slik at det ikke finnes malm i veggen eller siden av strossen.

Hvis man skulle ta et aritmetisk gjennomsnitt av alle de bløtninger av kistypene som finnes i de gamle gruverum, vil dette bli noe mellom 10-20 cm. Det er helt klart at malmer av drivverdig mektighet bare er blitt funnet over en strøklengde av ca. 50 m i den mest østlige del av den sydlige sonen, og selv her har den ikke vært sammenhengende for mer enn 10-20 m ad gangen. En ganske optimistisk regning av gjennomsnittstykkelsen i denne 50 m's utstrekning er 1 m, d.v.s. et malmareal på ca. 50 m².

Malmens utstrekning. Når man tar hensyn til de foregående bemerkninger om malmens tykkelse, uregelmessigheter osv.

er det klart at det har liten hensikt å oppgi tall for malmsonens lengdeutstrekning langs strøket, da denne vil ta med lengder hvor det ikke er noen grunn til å tro at det finnes et sammenhengende kislegeme. Men bare "for the record" kan man si at den nordlige sone (1) har en maksimal strøklengde på 100 m, mens den sydlige sone (2) har en maksimal strøklengde på 350 m. Som nevnt ovenfor er bare 50 m av disse av noen som helst interesse, og det er bare i disse 50 m at malmen er blitt fulgt nedover langs fallet. P.g.a. utilgjengelighet, vann o.s.v. er det ikke mulig idag å gi mer enn en ide om hvor langt langs fallet man har kunnet følge malmen (men se også det historiske avsnitt). I den største strossen kan fall-dimensjonen anslås til 20 m, mens i de åpne strosser østenfor her er denne dimensjonen ikke mer enn 5-10 meter.

P.g.a. at mesteparten av malmen er blitt tatt bort er det ikke lett å få en riktig ide om den detaljerte formen eller oppbygningen av malmkroppene.

I den vestligste av stollene på den nordlige sonen forekommer kisen i taket som uregelmessige striper som ligger delvis konkerdant med grønnskifrenes foliasjon, og delvis slakt overskjærende. Disse striper varierer ganske raskt i tykkelse, og av og til forsvinner de helt. Hele bildet viser langstrakte, uregelmessige linser som ligger etter hverandre i samme sone, men som ikke danner et sammenhengende kislegeme for mer enn 5-10 m ad gangen. Det er også en del "overlapping" av linsene slik at i visse strekninger ligger to parallelle med hverandre med opptil en meter grønnskifer innimellom. Det kan tyde på en slags "en"echelon" oppbygning.

Bortsett fra hovedstrossen ser man ellers bare enkelte striper av kis som, så vidt det kan sees, ligger ganske konformt med skifrenes foliasjon eller lagdeling. Men p.g.a. de korte strøk- og fall-lengder som kan undersøkes, kan ikke denne relasjon klarlegges helt.

I hovedstrossen er størsteparten av malmen borte, og oppbygningen er da vanskelig å se, men etter det man kan se på den nordlige veggen, ligger kisen i uregelmessige linser i samme stil som i stollen i sone II, men gjennomsnitts-tykkelsen er noe større.

Disse observasjoner sammen med de tidligere beskrivelser referert i det historiske avsnitt, peker på ganske uregelmessige kislegemer i Guldbergs malmsonen. Disse legemer er i form av linser eller "nyrer" som kan ha ganske varierende areal og tykkelser - helt fra et par kvadratmeter x 10 cm opp til den store kroppen som Helland beskriver og skisserer og som var 35 m x 8 m x 12 m, og som leverte ca. 7 000 tonn malm. Det er ingen grunn til å tro at malmen kommer til å endre denne karakteren med f.eks. dybden og at noen større, sammenhengende kislegemer er tilstede.

Fortsettelsen av malmsonen.

Det ovenfor skisserte bilde av adskilte linser eller klumper er viktig å ha foran seg når man diskuterer malmsonens mulige fortsettelse, da det er en slik sone av adskilte legemer det

er snakk om, ikke en sammenhengende, brytbar kiskropp.

Det er viktig for dette formål å kunne måle retningen av den sannsynlige aksen for malmsonen, og siden de gamle strosser ikke er store nok til å gi et begrep om denne retning, må man stole på de bergarts-strukturer som man vet av erfaring ofte ligger parallelt med malmens lengdeakse. Imidlertid er disse lineære strukturer ikke så utpreget i de forholdsvis lav-metamorfte bergarter i området, og forfatteren kunne ikke finne en struktur av den type som muligens kunne gi lengdeaksens retning. Han støtter seg derfor til professor Th. Vogt's målte retning av N 30-40° O i hans rapport av 1957. Her angir Vogt mulige grenser for malmen etter denne retning.

Som antydnet tidligere i denne rapporten synes forfatteren at man ikke kan regne med malm-muligheter i den sydlige sonen over en strøklengde på mer enn 50 m. Hvis man sier 100 m for å være helt sikker, kan man sette den vestlige grense for sonen omkring 30340 y, og den østlige grense omkring 30240 y. Dette betyr at malm-sonens egentlige bredde, rettvisklet på dens lengde-akse er ca. 90 m. På grunn av synklinalens form må denne sone komme opp i dagen igjen ved eller ovenfor grensen mellom de øvre fyllittene og grønnskifrene nær den sydlige siden av Sponavik (se skisse bilag 5). Det er ingen tegn til dette på stedet, men det er få blottninger akkurat der. Dette betyr en lengde projisert til det horisontale plan på ca. 250 m. Langs synklinalen blir denne lengden i virkeligheten noe større, helt avhengig av synklinalens form. Profil AA (bilag 6) viser den mest sannsynlige form etter hva vi nå vet om geologien, og fra dette kan man måle at malmsonens mulige lengde er ca. 350 m. Dvs. at malmsonen har et flateareal på 350×90 (si $\times 100$) = 35 000 m². Hvis man regner med en gjennomsnittstykkelse på 1 m, som må ansees som optimistisk etter de observasjoner man kan gjøre, er det da 35 000 m³, eller for å avrunde det oppover

ca. 50 000 m³ malm.

Malm-muligheter.

Det er klart fra de gamle beskrivelser og fra observasjoner som kan gjøres idag at "malmen" i Guldberg-området består av forholdsvis små, adskilte, dog tette eller massive kislegerer som kan variere i størrelse fra noen få tonn til kanskje en 10 000 tonn. Det er ingen som helst grunn til å vente at malmen vil endre seg på dypet, eller at det kan finnes større, mer sammenhengende partier av malm andre steder i området. Det er kanskje den oppdelte karakter av malmen som er det mest nedslående når det gjelder utsiktene til moderne gruvedrift i området. Mønster antydnet at Guldberg-malmen var en fin type for en liten, kapitalfattig operasjon med få deltakere - en slags "bonde-drift". Men selv det gjaldt bare når en av de større, rike klumper ble funnet. Det er klart at de 2 års drift i 1907-1909 ikke fant en av disse klumper til tross for ganske omfattende undersøkelser med stoller, synk og grøfter. Det var ingen gjentakelse av 1860-årenes kr. 100 000,- overskudd. Men selv om det fantes en rekke av de største klumper, er det på langt nær sikkert at det ville lønne seg å bryte dem hver for seg under

dagens forhold, og å bryte sonen som en helhet ville medføre for mye fortykning av malmen med gråberg slik at dens 2-3 % Cu ville nedsettes til en altfor lav gehalt.

Med disse forbehold må den østlige delen av den sydlige sone under Guldberg ansees som den eneste hvor det i det hele tatt er muligheter for malm av betydning. Og selv om de uregelmessige kisløsemer som hittil er kjent skulle gå over til en sammenhengende malm på dyptet, fremgår det av det siste avsnittet at p.g.a. den synklinale strukturen er det ikke plass i området for en malakropp av økonomisk betydning.

I siste avsnitt ble det regnet ut at $50\,000\text{ m}^2$ malm var en forholdsvis rimelig, om enn noe optimistisk maksimums "estimate" for malmlåten i området under og NO for Guldberg. Med en forholdsvis flat malm må det kanskje brytes omkring 2 m strosser av hvilken høyde vel halvparten må være gråberg. D.v.s. $50\,000 \times 2 \times 3,5 = 350\,000$ tonn å bryte. Men i det tilfellet ville gehaltene av Cu og S nedsettes til halvparten av de i den massive kisen, altså 350 000 tonn å 1,5 % Cu og 22 % S.

Det er imidlertid forfatterens oppfatning at det ikke eksisterer noen malm av denne størrelsesorden i Guldberg-området, det er bare å gi et begrep om hva det er "plass til" under de mest lovende omstendigheter. Det virkelige bilde ville være nærmere at det forekommer en spredt sone av kisklumper og nyrer som alt i alt kanskje utgjør noen få titusener tonn.

Sammenligning med det geofysiske kartet.

Kartet som følger med G.M.'s rapport av 27.4.1954 viser en rekke elektromagnetiske indikasjoner som etter geologisk kartlegging nå kan tolkes med ganske stor sikkerhet. Det mest slående er hvordan det geofysiske kart gjenspeiler det geologiske, og hvordan "indikasjoner" i høy grad er bundet til fyllittene. Særlig kan man se hvordan de øvre fyllitter i synklinale kjerne er årsaken til den store V-formige indikasjon i den sentrale-østlige delen av det geofysiske kartet. Den sterke (strekete) indikasjonen svarer nesten nøyaktig til de undre lagene i disse fyllitter, hvor man vet det forekommer meget kullstoffholdige skifre. Disse siste må være årsaken til denne indikasjon. Igjen ser man en sone med indikasjoner som svarer til de øverste lagene av de undre fyllittene og som strekker seg østover fra G.M.'s koordinater 1350 V, 100 N inntil 800 V, 0N. En del av indikasjonene i denne sonen kan dog skyldes kisen, særlig i den østlige delen.

I den vestlige delen av feltet, vestenfor den store antatte forkastningen ca. G.M.'s koordinat 1350 V, ser man en del indikasjoner som løper omtrent O-V d.v.s. parallelt med hovedstrøkretningen i fyllittene. Disse må skyldes meget kullstoffholdige lag i fyllittene. "Kilen" av fyllitter som ligger øst for forkastningen (se det geologiske kart) gjenspeiles også på det geofysiske kart i området 1350 V til 1150 V og 300 N til 375 N.

En ganske bred, men forholdsvis svak indikasjon er tegnet på G.M.'s kart i dets nordlige del, nord for ca. 350 N og mellom 1200 V og 750 V med en noe usikker grense langs dens nordlige kant. Denne indikasjonen skyldes de kullholdige lag i de undre fyllittene som ble observert i flere hustomter i Skottebergområdet.

Det er merkbart hvordan nesteparten av grønnskifrene er fri for indikasjoner, noe som er ganske forklarlig ut fra deres sammensetning og hvor svake de indikasjoner er som egentlig er knyttet til de kjente kisser. Dette er også kanskje å vente når man vet hvor liten utstrekning hvert kislegeme har. En forutsetning for at kis skal gi en merkbart indikasjon er at den skal ha et forholdsvis stort sammenhengende areal. Linsene og "nyrene" i Guldbergs malmsone har opplagt ikke denne nødvendige sammenheng.

Selv om resultatene av G.M.'s målinger kanskje ikke gir noen større direkte pekepinn til malm, er det ganske verdifullt å få en gjensidig bekreftelse av områdets geologiske struktur fra det geofysiske og det geologiske kart.

Bilag 7 er et forsøk på å sette sammen de geofysiske og de geologiske opplysningene. P.g.a. visse topografiske unøyaktigheter i G.M.'s kart er ikke overensstemmelsen hundre prosent, men det er allikevel så nær at det kan være liten tvil om tolkningen. Det sees hvordan den geologiske strukturen vises av de forholdsvis sterke indikasjonene som skyldes kullholdige lag i fyllittene, og hvordan disse er avbrutt av forkastninger som stemmer godt med de som ble kartlagt geologisk.

Hvis man nå ser på de geofysiske indikasjonene som ikke skyldes kullholdige fyllitter, særlig de i grønnskifrene, kan man legge merke til:

1. I det nordlige grønnskiferbelte. Svake indikasjoner følger kisserne I (Lerbanken) særlig langs dens vestlige utstrekning, vestenfor den antatte forkastning. Strøklengden her er ca. 60 m. Like SV for her er en svak, oppdelt indikasjon med en strøklengde av ca. 60 m som ligger helt i grønnskifer og som også kunne tyde på en lignende tynn kisserne.

Ca. 200 m vest for Lerbankens stoll sees en 90 m lang indikasjon av samme intensitet som de ovennevnte som ligger i grønnskifrene nord for kilen av fyllitter. Muligheten for en kisserne her er tilstede.

Indikasjoner som høyst sannsynlig skyldes kis er også tilstede i grønnskifrene langs den sydlige sonen, særlig i dens vestlige del (Lille Guldberg) men som de langs den nordlige sonen, er disse forholdsvis svake sammenlignet med de indikasjoner som skyldes fyllittlagene. Kanskje på grunn av terrengforholdet har ikke de geofysiske målinger gitt noen større indikasjoner langs den østlige delen av malmsonen.

Forslag til diamantborprogram.

Etter de foregående avsnitt må det være klart at malm-mulighetene ikke er store nok til å bekoste et større diamantborprogram. Forfatteren er av den mening at de er så små at det er lite forsvarlig å bruke penger på diamantboringer i det hele tatt. Det som følger er forslag til et begrenset antall bormeter som vil tjene til å bekrefte de malm-geologiske resonnementer - at det ikke finnes brytbar malm i området. Borhullene må tilsiktes å treffe den mulige fortsettelse av malmsonen fra de gamle gruvene langs sydsiden av Guldberg. P.g.a. de vanskelige terrengforholdene blir det nødvendig, etter mest hensiktsmessig, å bore fra den nordlige siden av Guldbergs høydedrag. P.g.a. strøket og fallet vil dette medføre at noen av hullene kommer til å skjære fyllittens skiffrighet i en ugunstig vinkel i de øvre deler av hullene ihvertfall. Dette kan muligens føre til noen avbøying av hullene.

I første omgang foreslås 4 hull med et maksimum antall bormeter på omkring 450. Disse foreslås boret fra to borplasser under den nordlige skråning fra Guldberg. Disse er merket på kartet i 1:1000 målestokk, samt på det aktuelle geologiske tverrsnitt eller profil.

Borhull 1 og 2. Profil AA (bilag 6). Borplass 197620 x, 30155 y.

Borhull 1. Retning 38° V, hellning + 30°, lengde ca. 150 m - for å treffe den mulige fortsettelse av malmen langs fallet fra den gamle hovedstrossen.

Borhull 2. Hellning + 100°. Bore gjennom fyllittene og inn i grønnskifrene, lengde mellom 70 og 90 m, maksimum 100 m.

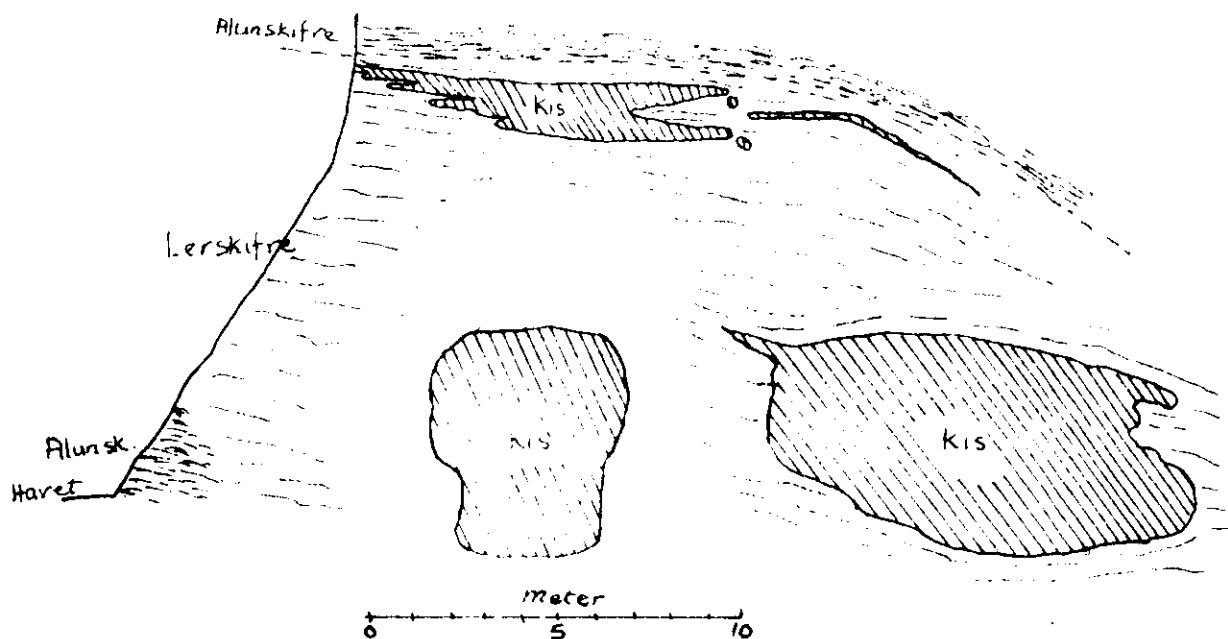
Borhull 3 og 4. Profil 30300 y (bilag 3). Borplass 197605 x, 30300 y.

Borhull 3. Retning S (i.e. 200°) hellning + 50°, lengde 100-120 m d.v.s. godt inn i grønnskifrene - for å skjære malmsonen på den østlige kant av den mest lovende stripe.

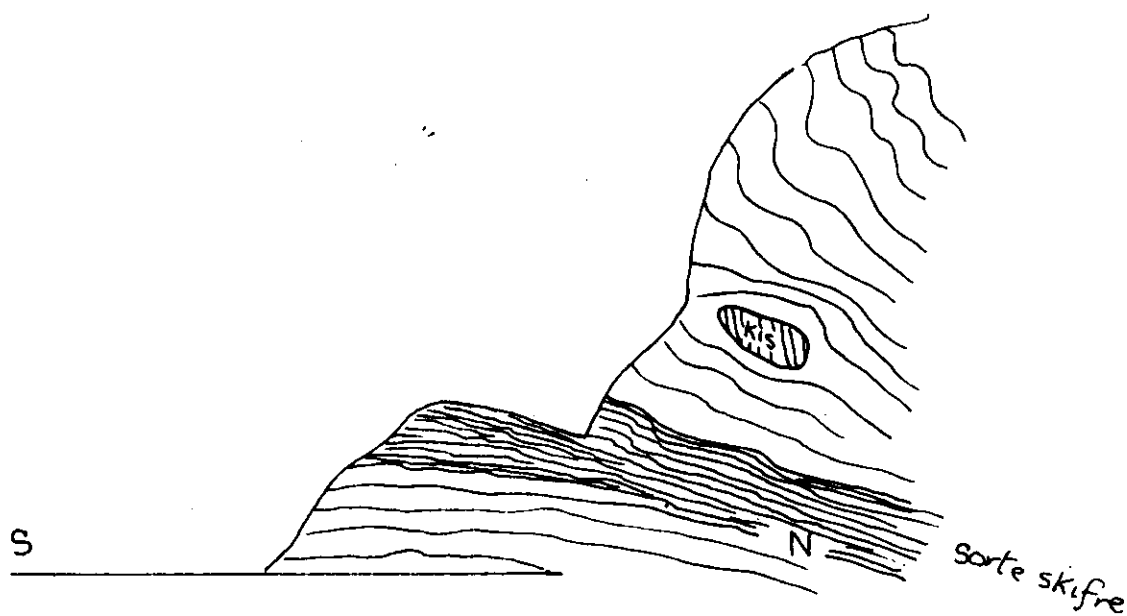
Borhull 4. Hellning + 100°, lengde 60-80 m, maksimum 100 m - for å prøve malm-mulighetene utenfor den mest lovende stripe og i midten av synklinalen.

Som tidligere nevnt i denne rapporten har man få faste holdepunkter når det gjelder hvor dyp synklinalen er under Store Guldberg. Lengdene av borhullene er basert på tolkning av strukturen som vises i tverrsnittene. Man må være forberedt på at hullene muligens blir noe lenger enn angitt p.g.a. at synklinalens "bunn" eller "kjøl" kan ligge dypere.

Det er klart at muligheten er tilstede for at et av hullene kan skjære en av de kisklumpene eller "nyrene" som tidligere beskrevet. Men at 4 hull skulle skjære hver sin "nyre" er lite sannsynlig. Fire eller tre negative resultater må ansees som helt negativt når det gjelder malm-muligheter som en helhet. På den annen side må tre eller fire positive resultater føre til anbefaling av et større borprogram. Med to positive resultater må det overveies å bore en begrenset mengde hull til.



a) Profil gjennom malm 'nyrene' ved Store Gullberg. Efter Helland, 1871.



b) Profil efter Reusch, 1888.

Gullberg, Leirvik Snitt gjennom malmsonen efter Helland og Reusch	Målestokk	Tegn.	FMV
		Trac.	FMV
		Kfr.	May 1962
Erstatning for:			
Bilag 1			

Arb. Nr. 100 6. 60. 1000

Leirvik

Skotteberg

Sponavik

Sponholmen

Store Gullberg

Little Gullberg

Midthaugen

Hageby



-  Grønnskifer
-  Fyllitter
-  Foldningsakser
-  Forkastninger (Sannsynlige)
-  Sulfid-soner
- ① Den nordlige sone
- ② Den sydlige sone

Gullberg, Leirvik
Geologisk oversiktskart

Bilag 2

1:5000

Malin	Tegn.	7.11.17
Tec.	Tec.	3.11.17
Kf.	Kf.	11.11.17

Erstatet av:

Erstatet for:

VIII

S

N

197500x

50-

30400y

Den sydlige sone

Vei

Vei

bekk

Den nordlige sone

bekk

0-

30300y

50-

0-

Borhull 4

Borhull 2

100m

100m

30200y

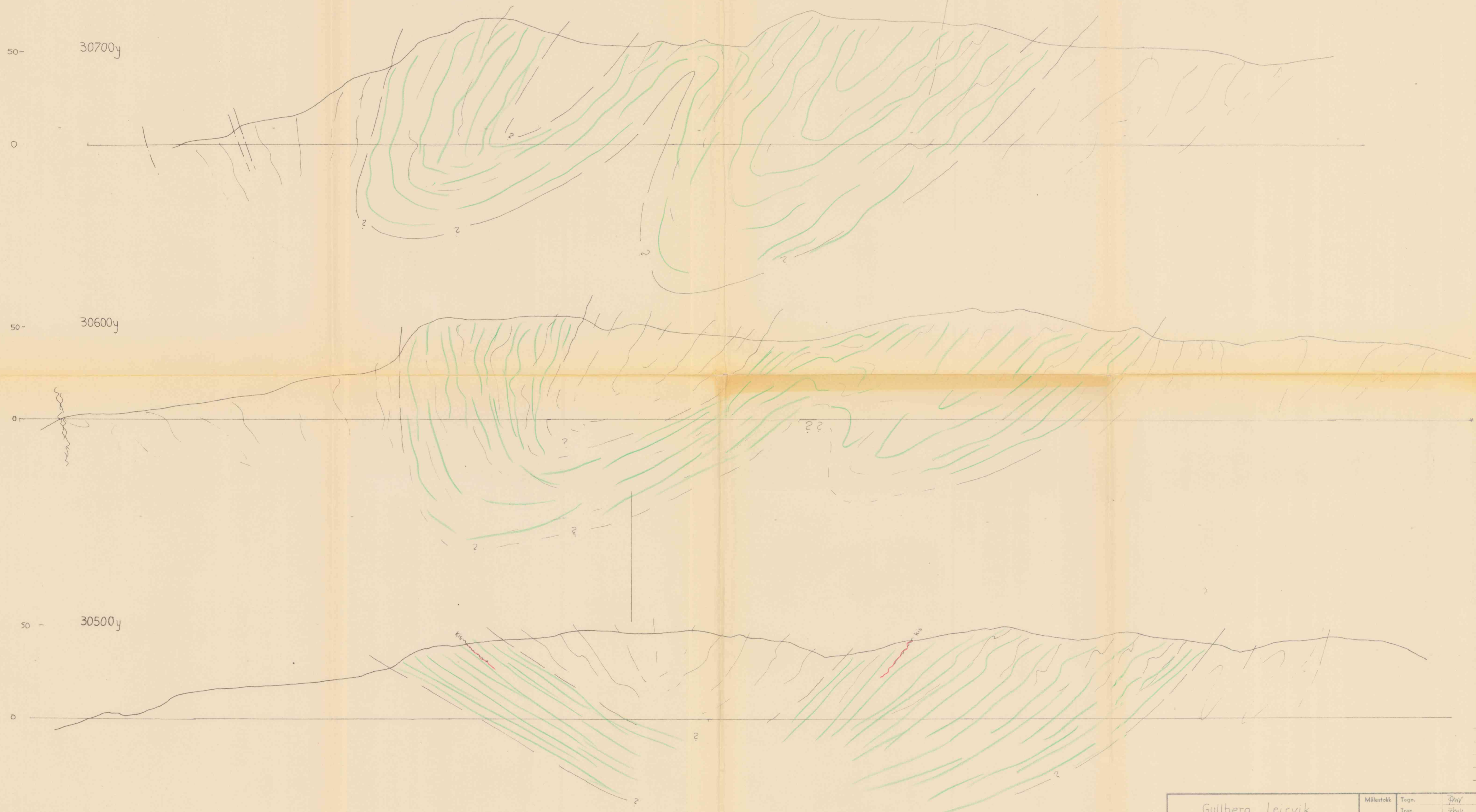
50-

0-

Gullberg, Leirvik.
Geologiske tversnitt (1)

Bilag 3

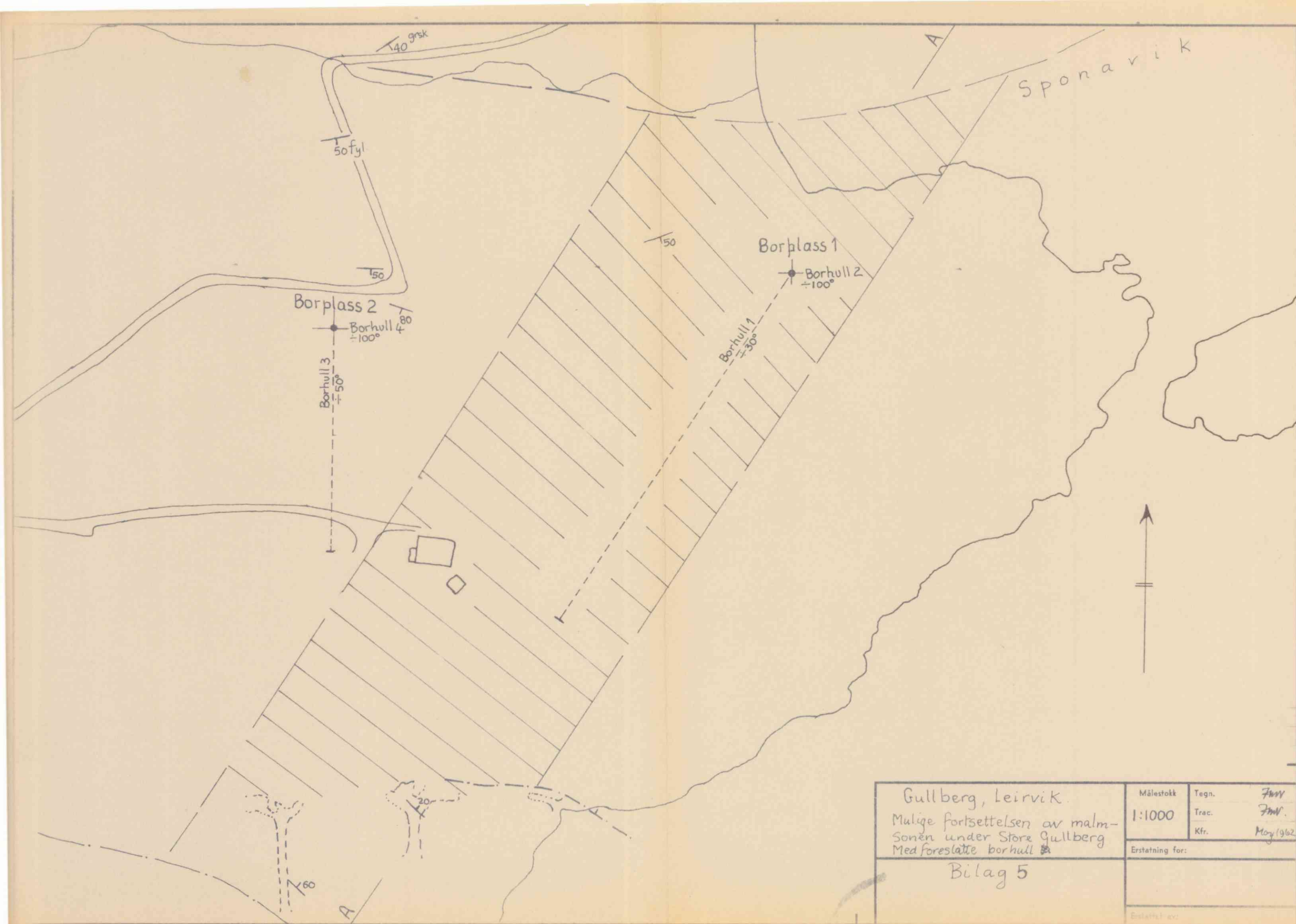
Målestokk	Tegn.
1:1000	Trec.
	Kfr.
Erstatning for:	
Erstatet av:	



Gullberg, Leirvik
Geologiske tversnitt (2)

Bilag 4

Målestokk	Tegn.	7my
1:1000	Trac.	7my
	Kfr.	
Erstatning for:		
Erstattet av:		



Gullberg, Leirvik. Mulige fortsettelsen av malmsonen under Store Gullberg Med foresatte borhull	Målestokk	Tegn.	FNV
	1:1000	Trac.	FNV
		Kfr.	Mog 1962
Erstatning for:			
Erstattet av:			

A

S 38° V

Profil parallel med mulig malmsonens
lengde-akse

A

N 38° Ø

50m

SL

Bor hull 2

Sponavik

Bor hull 1
± 30°

150m

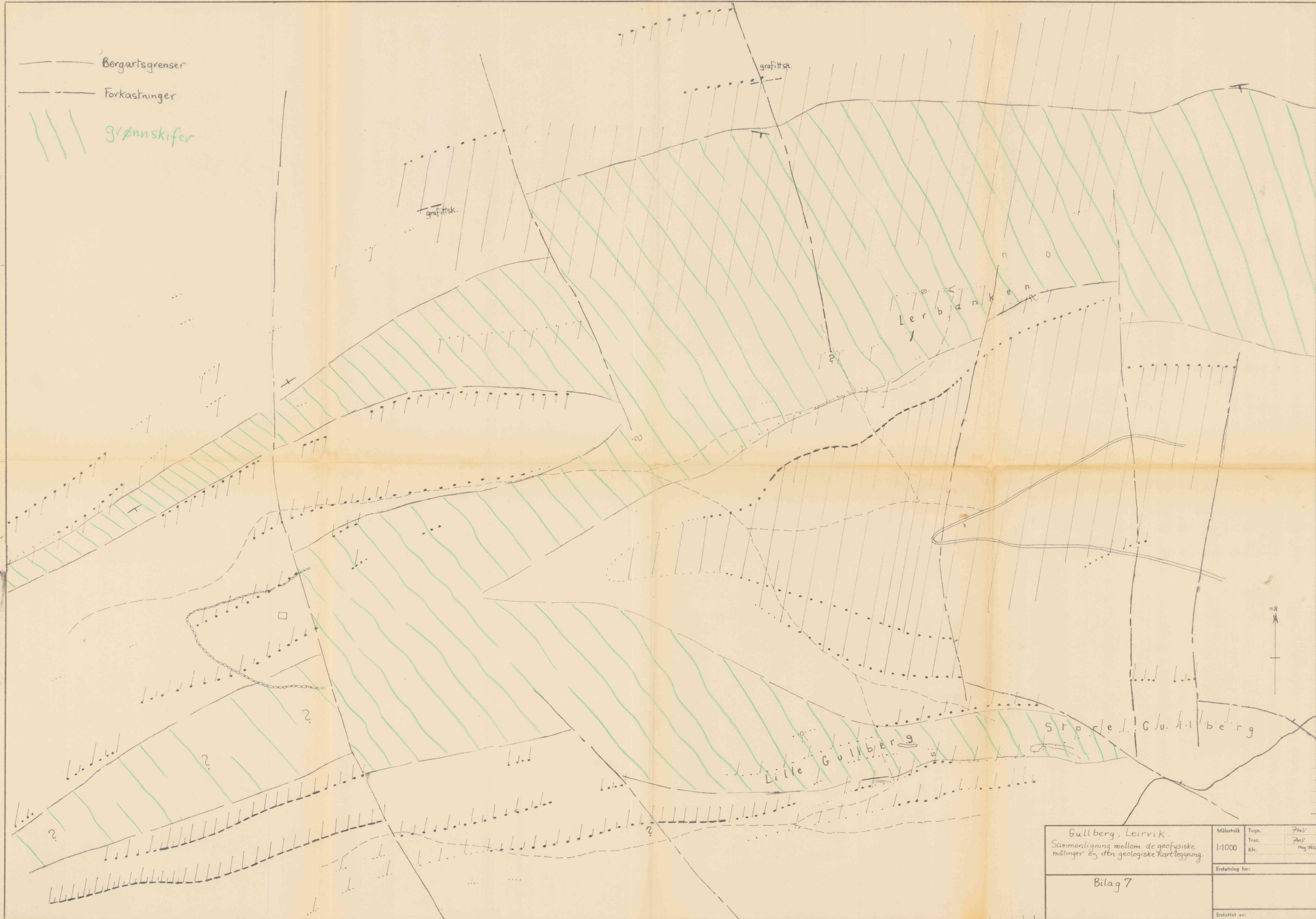
100m

Geologisk Profil AA
Gullberg, Leirvik

Bilag 6

Målestokk:	Tegn.	FmV
1:1000	Trac.	FmV
	Kfr.	May 1962
Erstatning for:		
Erstattet av:		

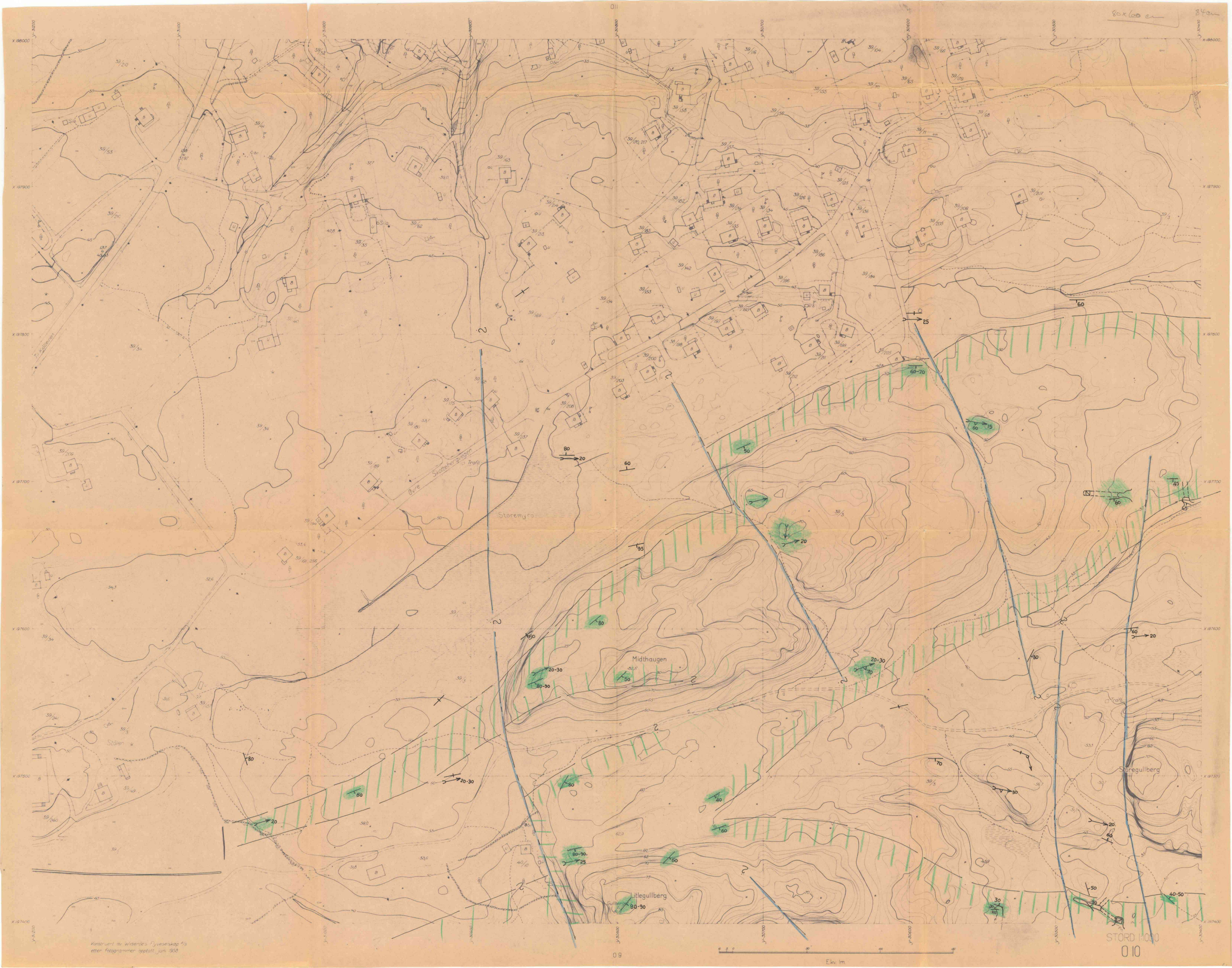
————— Bergartsgrenser
 - - - - - Forkastninger
 /// grønnskifer



Gullberg, Leirvik.		Målestokk	Tegn.	7/24/1
Sammenligning mellom de geofysiske		1:1000	Trac.	7/24/1
målinger og den geologiske kartlegging.			Kfr.	May 1962
Bilag 7		Erstatning for:		
		Erstattet av:		







Konstruert av Vidar's Tjvesset 1953
etter fotogrammetr oppsett juni 1953

STORD 1000
0 10



Konstruert av Widerøe's Flyveselskap A/s
etter fotogrammer opptatt juni 1958

STORD 1:1000
P9

