

NGU rapport 91.252

**Geofysiske - og geologiske undersøkelser
i området Grønnsjøen - Nordre Holsjø,
Eidsvoll, Akershus**

Rapport nr. 91.252		ISSN 0800-3416	Gradering: <i>Åpen</i>	
Tittel: Geofysiske - og geologiske undersøkelser i området Grønnsjøen - Nordre Holsjø, Eidsvoll, Akershus				
Forfatter: Einar Dalsegg, Peter M. Ihlen & Torleif Lauritzen		Oppdragsgiver: Hedmark Gruvedrift A/S		
Fylke: Akershus		Kommune: Eidsvoll		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Hamar		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1915 - I Eidsvoll		
Forekomstens navn og koordinater: Grønnsjøen - Nordre Holsjø 6290 67020		Sidetall: 19	Pris: 140,-	
		Kartbilag: 7		
Feltarbeid utført: 22.05.-20.06.91, 16.-23.10.91	Rapportdato: 31.12.1991	Prosjektnr.: 67.2450.03	Ansvarlig: <i>Jens S. Rønning</i>	
Sammendrag: <p>Rapporten beskriver resultatene og geologiske og geofysiske undersøkelser i området Grønnsjøen - Nordre Holsjø, Eidsvoll. Hensikten med undersøkelsen var å påvise eventuelle nye gullholdige sulfidmineraliseringer i området.</p> <p>IP-gradientmålingene har resultert i defineringen av et relativt lite antall av svake til meget svake anomalier (3-6 % IP-effekt) som sjelden har en utstrekning på mer enn 50 m. Pol/pol-målinger over noen utvalgte anomalier ga ingen tolkbare resultater når det gjelder de sulfidmineraliserte soners forløp mot dypet. Dette skyldes sonenes små mektigheter og/eller lave sulfidinnhold. De påviste anomalier er sannsynligvis forårsaket av sulfidmineraliseringer langs skjærsoner i amfibolitter og øyegneiser og langs kvartsganger. Et av anomaliområdene er dessuten sammenfallende med en klorittbreksje.</p> <p>Tre anomaliområder anbefales for videre oppfølging med røsking, prøvetaking og kjerneboring.</p>				
Emneord:	Elektrisk måling			
Geofysikk	Gull			
Geologi			Fagrapport	

INNHold	Side
1. INNLEDNING	4
2. GEOLOGI	5
2.1. Berggrunnsgeologi	5
2.1.1 Strukturgeologi	7
2.1.2 Hydrotermale ganger og mineraliseringer	8
3. GEOFYSIKK	12
3.1 Målemetoder og utførelse	12
3.2 Resultater med tolkning	13
3.2.1 IP	13
3.2.2 Ledningsevne og SP	15
3.2.3 Pol/pol-målinger	16
4. KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER	17
5. REFERANSER	19

KARTBILAG

91.252.01	Oversiktskart 1:50 000
91.252.02	IP-tolkningskart
91.252.03	IP-kurveplott
91.252.04	Ledningsevne - kurveplott
91.252.05	SP-kurveplott
91.252.06	IP-, σ -, gradient- og pol/pol-kurveplott
91.252.07	Geologisk kart

1 INNLEDNING

I forbindelse med et samarbeidsprosjekt mellom NGU og Hedmark Gruvedrift a/s har NGU utført IP-målinger over et ca. 4 km² stort område mellom Grønnsjøen og Nordre Holsjø i Eidsvoll.

Brøstadgruva som er den største av de kjente gullgruvene i Eidsvoll ligger sentralt i måleområdet. Gullet i Eidsvoll-forekomstene opptrer knyttet til sulfidrike partier i kvartsganger.

Hensikten med undersøkelsen var derfor å påvise eventuelle nye gullholdige sulfid-mineraliseringer i området. Beliggenhet og utstrekning av måleområdet går fram av kartbilag 01.

Måleområdets berggrunnsgeologi har blitt kartlagt for å definere forkastninger som har innflytelse på både opptreden og forløpet av de enkelte systemer av kvartsganger. Dessuten har de geologiske undersøkelsene vært nødvendige for å gi en god tolkning av måledataene.

Gradientmålingene ble utført i tiden 22.5. - 20.6.1991 av E. Dalsegg, T. Lauritzen, J. Staw, E. Kvam og J.R. Johansen. De to sistnevnte deltok i hver sin halvdel av måleperioden. Pol/pol-målingene ble utført i tiden 16.-23.10.1991 av E. Dalsegg og T. Sjørdal. De geologiske undersøkelser ble foretatt i tiden 7.-19.10.1991 av P.M. Ihlen.

2 GEOLOGI

2.1 Berggrunnsgeologi

Berggrunnen i måleområdet (kartbilag 07) består av vekslende soner med mafiske, granittiske og suprakrustale bergarter som har NV-SØ strøk og steilt fall hovedsakelig mot øst. I den sentrale del av feltet opptrer også gjennomsettende granittganger som dels er parallelle med NØ-SV strykende forkastningssoner.

Måleområdet domineres av en sentral sone bestående av meta-gabbroiske og amfibolittiske bergarter som fører inneslutninger av grovkornete gneisgranitter og øyegneiser. I nord-øst grenser den mafiske bergartssone mot en tynn sekvens av båndete para-gneiser som dominerer berggrunnen mellom Raudvatnet og Ottsjøen i nord. De båndete gneisene intruderes av en grovkornet porfyrisk granodioritt som i omdannet tilstand utgjør en mektig øyegneissone mellom Grønnsjøen i nordvest og Nordre Holsjøen i sørøst. Øyegneisene utgjør vertsbergarten for de gullførende kvartsgangene i Brustad gruve. Grensen mellom den mafiske sentralsonen og gneisene i nordøst er lett definerbar i felt. Dette står i kontrast til sørvest-grensen hvor innfingrende intrusive kontakter og strukturelle forhold har kompliserte grenseforhold mellom de mafiske litologier i sentralsonen og grovkornete gneisgranitter som dominerer berggrunnen mot sørvest.

De enkelte bergartsenheter vil bli beskrevet i en rekkefølge som tilsvarende deres aldersmessige posisjon i den geologiske utvikling. De eldste bergartene vil bli beskrevet først.

De båndete para-gneisene omfatter vekslende bånd og soner av finkornete grå til rødlige biotittgneiser som stedvis fører innlagringer av amfibol-rike gneiser og amfibolitter. Biotittgneisene har et høyt innhold av kvarts og feltspat og kan betegnes som finkornete granittiske biotittgneiser. Strukturelt sett kjennetegnes de ved hyppig utvikling av makro- og mesoskopiske folder med flattliggende NV- og SØ-stupende akser. Både assymetriske isoklinale folder og mer åpne dragfolder kan defineres i felt. Deformerte kvartslinser har stor utbredelse i gneisene og spesielt langs skjærsoner i de mer mafiske bånd. De båndete gneisene gjennomsettes av mange subkonkordante ganger av grovkornet gneisgranitt, granodiorittiske til granittiske øyegneiser, grovkornete gneisgranitter og megakrystiske gneisgranitter og øyegneiser. Slike ganger med mektigheter på 1-15 m er spesielt utbredt nær kanten av den mafiske sentralsonen hvor også amfibolittiske innlagringer er mer vanlig.

Båndete amfibolittiske bergarter forekommer langs sørvestkanten av den mafiske sentralsonen. Amfibolitt-sekvensen er meget heterogent oppbygget og består av vekslende soner av finkornete biotitt-amfibolgneiser, finkornete grå til rødlige granittiske gneiser,

massive amfibolitter, gneisgranitter og diorittiske gneiser. Grensen mot gneisgranitt-massivet i sørvest er alltid skarp, mens grensen mot den sentrale sone av amfibolitter og metagabbroer er vanskelig å bestemme. De avmerkete grenser på kartet (kartbilag 07) er derfor meget usikre. De båndete amfibolittene utgjør enten deler av et eldre suprakrustal-kompleks eller de representerer sterkt skjærdeformerte og folierte utgaver av de massive amfibolittene. Også langs nordøst-grensen av den mafiske sentrale sone synes de massive amfibolittene å gli over i båndete varianter inn mot gneiskontakten.

Granodiorittiske øyegneiser har størst utbredelse i den nordøstlige del av feltet hvor de gjennomsetter de båndete gneisene eller finnes som avlange inneslutninger i de metagabbroiske bergartene i sentralsonen. De rødlig øyegneisene fører stedvis tynne subkonkordante amfibolittiske og aplittiske ganger. Kontakten mot de omgivende båndete gneiser er relativ skarp selv om den stedvis kan bli mer diffus ved veksel-lagring mellom båndete gneiser, øyegneiser, gneisgranitter og forgneisete aplitter.

De granodiorittiske øyegneisene kjennetegnes ved opptreden av 10-15 mm x 5-10 mm store K-feltspat-øyne i en matriks av mer finkornet biotitt og feltspat. Linseformete kvartssaggregater som er et karakteristisk trekk for de granittiske varianter er ikke utviklet selv om det finnes enkelte korn av kvarts sammenvokst med matriksmineralene. Feltspatøynenes form varierer fra avrundete rektangler i de minst deformerte typene til avlange (5-10 cm) og tynne (1-5 mm) slirer i de sterkest deformerte partiene som finnes langs en rekke tynne duktile skjærsoner konkordant med gneisenes foliasjon. Øyegneisene representerer sannsynligvis deformerte porfyriske granodioritter og granitter.

Biotittførende gneisgranitter dominerer berggrunnen i den sørvestlige del av målområdet. De omfatter megakrystiske gneisgranitter som danner avlange inneslutninger i de røde grovkornete gneisgranittene. De megakrystiske gneisgranittene som fører ovale til avrundete rektangulære K-feltspat krystaller med lengde på 20-50 mm får utseende som en meget grovkornet granittisk øyegneis i de sterkere defromerte partiene av gneiskomplekset. Lokalt viser også de grovkornete gneisgranittene gradvis overgang til granittiske øyegneiser. Gneisenes homogene sammensetning og oppbygning indikerer at de hadde en opprinnelse som granittiske intrusiver. Dette inntrykk forsterkes også av at de viser skarp grense mot de eldre litologiene som båndete gneiser og båndete amfibolitter.

Meta-gabbroiske bergarter dominerer berggrunnen i den sentrale del av måleområdet. De er representert ved middels- til grovkornete hornblendegabbroer som ofte viser magmatisk ofittisk tekstur. Stedvis fører de plagioklas-porfyre. Rektangulære K-feltspat xenokryster har stor utbredelse i metagabbroene og spesielt i områder med delvis assimilerte inneslutninger av øyegneis. De intrusive kontakt-forhold mellom gneisgranittene og metagabbroene kan best studeres i veiskjæringene langs Grønnsjøveien, spesielt sørvest for Tegermyr og lengre nord mellom 4800-5000 N og 3800-3900 Ø dvs. sørvest for Putten.

På disse steder fremgår det klart at gabbroene intruderer gneisgranitt-komplekset.

Metagabbroene viser ofte gradvis overgang til massive amfibolitter som i likhet med protolitten varierer fra relativt mafiske typer til mer stripete plagioklas-rike varianter. K-feltspat xenokrystene dras ut til øyeformete aggregater i amfibolittene. Amfibolittisering av metagabbroene skjer gjerne i grensesonen mot de eldre bergartskomplekser og langs inneslutninger av disse i gabbrokomplekset. På grunn av blotningsgraden er det ofte vanskelig å fastslå grensen mot de båndete amfibolittene i sørvest.

Grovkornete granitter finnes som små kropper en rekke steder i den mafiske sentralsone. Granittene er grå til rødlige og viser ofte et fiolett skjær grunnet tilstedeværelsen av rødlige og blålige sonerte feltspat-krystaller. De viser en magmatisk tekstur og synes ikke å ha blitt påvirket av den regionale deformasjon.

Granittkroppene danner ganglignende legemer både parallelt med den fremherskende forkastningsretning (vest for N. Holsjø, kartbilag 07) og parallelt med amfibolittenes foliasjon (vest for Kjuklingtjennsmyr). Deres opprinnelse er noe usikker. De representerer sannsynligvis post-orogene granitter som aldersmessig kan sammenlignes med Bohus- (Halden-) granittene dvs. ~ 900 mill. år. De er dermed i tid nært knyttet til dannelsen av de sulfid- og gullførende kvartsgangene dvs. ~ 800-900 mill. år (rekalkulert fra Ihlen et al. 1978). En annen mulighet som ikke helt kan utelukkes er at de er dannet ved partiell oppsmelting av øyegneisene i forbindelse med den gabbroiske intrusiv-aktivitet og at granittiske smelter har trengt inn på sprekker i allerede krystalliserte deler av gabbroene (såkalt back-veining). Dette skulle dog medføre at granittene i det minste lokalt ville vise deformasjonsstrukturer på samme måte som de gabbroiske bergarter de gjennomsetter.

2.1.1 Strukturgeologi

Foldestrukturer er mest utbredt i de båndete gneisene og amfibolittene hvor tette til isoklinale folder med flatlignende NV- og SØ-stupende akser er vanlig. Disse er overpreget av åpne S-folder med akser stupende 60-90° mot SØ. Disse folder som også er utviklet i de massive amfibolittene skyldes sene sinistrale skjærbevegelser som har ført til dannelse av et anastomoserende system av tynne skjærsoner hvor sterkt skifrige amfibolitter og mylonittiske øyegneiser er utviklet.

Forkastninger er lett definerbare langs nordøst-flanken av den mafiske sentralsone. Dette er ikke tilfelle i den sørvestlige del av måleområdet hvor uregelmessige intrusive kontakter gjør det vanskelig å skille mellom sprekkesoner og forkastninger.

Selv om forkastningsaktiviteten i stor grad postdaterer dannelsen av de hydrotermale kvartsganger (se under) så følger de ofte gangstrukturene. Derfor er fastleggingen av forkastninger viktig både for påvisningen av mineraliserte kvartsganger og forløpet av disse.

Forkastningene representerer i stor grad normal-forkastninger med en liten lateral komponent og ofte med betydelig vertikal spranglengde. De synes å være utviklet langs et reaktivisert system av sprekkesoner orientert NØ-SV og ØNØ-VSV. Helt lokalt er de orientert mer i Ø-V og ØSØ-VNV-retning (se kartbilag 07). Sprekkeutviklingen i måleområdet er sannsynligvis kontrollert av bevegelser langs de store N-S strykende forkastningssystemer langs Fløyta-vassdraget i vest og Holsjø-vassdraget i øst samt deres NV-forlengelse bl.a. gjennom Raudvatn og Grønnsjøen.

2.1.2 Hydrotermale ganger og mineraliseringer

I måleområdet finnes det ulike typer av sulfidmineraliseringer som vil ha innvirkning på tolkningen av de elektriske måledataene. Følgende typer av hydrotermale mineraliseringer er observert i området:

- Sulfidimpregnasjon og -slirer i skjær-deformerte mafiske bergarter.
- Sulfidårer og -impregnasjon langs serisitt-omvandlete skjærsoner.
- Tilfeldig fordelte sulfidaggregater i kvartsganger med assosiert sulfidimpregnert sidesteinsomvandling.
- Klorittsementerte krakuleringsbreksjer med aksessoriske sulfider.

De skjærdeformerte mafiske bergartene fører nesten alltid små mengder Fe-sulfider (hovedsakelig svovelkis) og aksessoriske mengder kopperkis. Sulfidinnholdet øker vanligvis inn mot lokale skjærsoner hvor kvartslinser er utbredt. I slike soner kan sulfidene være anriket langs kanten av kvartsslirene eller danne impregnasjon og tynne slireformete aggregater langs foliasjonsplanene. Sulfidinnholdet kan lokalt nå 1-2 volum %. Også de felsiske bergartene får ved økt deformasjon et høyere sulfidinnhold selv om dette neppe overstiger 0,1 %.

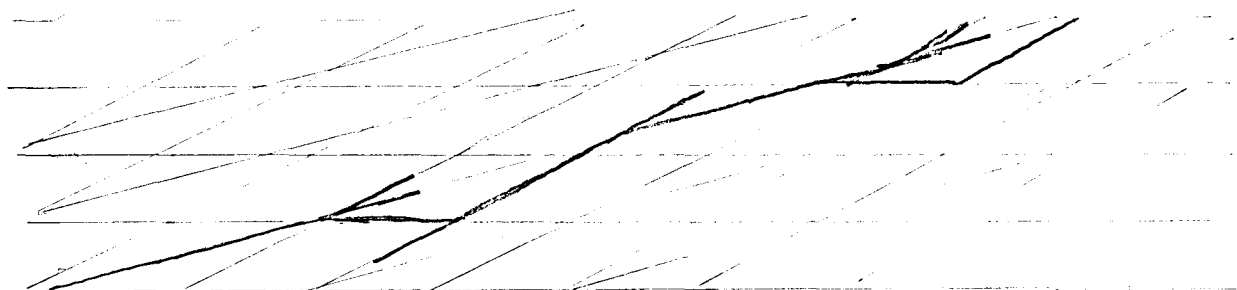
Serisitt-omvandlete skjærsoner finnes lokalt innenfor øyegneisssonen som huser Brustad gruve. 400-500 m sørøst for gruen har W. Tveter påvist flere tynne (0,1 - 0,5 m) serisitt-omvandlete skjærsoner med impregnasjon av svovelkis og med tynne (1-5 mm) tverrsprekker fylt med kopperkis og/eller svovelkis eller forvitningsmateriale bestående av Fe-hydroksyder (rust). Sulfidmineraliserte prøver inneholder mye gull (~ 20 g/t) (W.

Tveter, pers. meddel. 1991).

Kvartsganger bestående av massiv til druseaktig melkekvarts opptrer flere steder i feltet. Gangene er opptil 3 m brede og er flere steder utviklet som kvartssementerte tektoniske breksjer. Et karakteristisk trekk ved gangene er at de er omgitt av kvarts-serisitt omvandlet sidestein og fører omvandlete inneslutninger av denne. Når gangene opptrer i mafiske bergarter inneholder de omvandlete bergartene mer kloritt. Sidesteinen blir ofte svartfarget (svartfjell) rundt sene forkastninger som følger gangstrukturen.

Sulfidene som danner uregelmessig fordelte aggregater, druseromsfyllinger og årer i gangene består hovedsakelig av svovelkis og mindre mengder kopperkis, blyglans og gedigent gull. I de sulfidførende deler av gangene er det vanlig med svovelkis-disseminasjon i de kvarts+serisitt omvandlete bergartene.

Et viktig trekk ved gangene er at de ofte viser et buktende forløp forårsaket av to eller flere sprekkeretninger som har blitt fylt med kvarts og senere sulfider. Dette er skjematisk vist i figuren under.



Dette medfører at gangsystemets sanne forløp ikke kan bestemmes uten flittig bruk av røsker. De geofysiske målinigene vil vanligvis gi "gjennomsnittsretningen" for et sulfidførende gangsystem.

De viktigste gangsystemene som hittil er påvist i måleområdet er følgende:

- Brustad - Fremmingvang systemet
- Brustad - Putten systemet
- Bonanza systemet
- Grønnsjøen - Raudvatnet forkastningssone

Brustad - Fremmingvang systemet kan følges mer eller mindre sammenhengende gjennom en serie av skjerp som er anlagt på sulfidførende deler av gangsystemet. Breksjegangen

som er opptil 2 m bred kan følges 800 m østover fra det vestligste skjerpel ved Fremmingvangen. I det østligste skjerpel ved Putten forsvinner gangen under overdekket, men har sannsynligvis sammenheng med kvartsgangen i Sofie gruve like vest for Brustad hovedgruve.

Kvartsgangene har et lavt innhold av sulfider og bare helt lokalt som i skjerpel ved Grønnsjøveien er sulfidinnholdet høyt spesielt i den omvandlete sidestein.

Gangsystemet som stort sett opptrer i amfibolitter og metagabbroer er kontrollert av to hovedsprekkeretninger henholdsvis N50°Ø og N80°Ø. Gangene kjennetegnes ved sitt lave innhold av gull og lokalt høyt innhold av Cu og Pb.

Brustad - Putten systemet er sterkt sulfid- og gull-anrikt i dets østlige ende hvor Brustad og Prinsesse Louise gruve er anlagt. Kvartsgangene som er skåret av yngre forkastninger kan følges over en lengde av ca. 450 m. Ved Prinsesse Louise gruve, nær østbredden av Putten synes gangsystemet å splitte opp i to hovedretninger. Den ene gangen synes å fortsette vestover til grønnsjøveien (500 m fra vestbredden av Putten) hvor en sulfidfattig kvartsgang er blottet. Denne kan videre følges 300 m vestover før den forsvinner i et stort myrområde. Nær myrkanten fører gangen semimassive svovelkis aggregater og pyrittiserte fragmenter av sidesteinen.

Den andre forgreningen ved Prinsesse Louise gruve kan ha sammenheng med W. Tveters "52"-forekomst som ligger nær krysset mellom Putten-bekken og Grønnsjøveien (5525N 3830Ø). En ca. 1 meter bred sone inneholder der tynne sulfidfattige kvartsganger som lokalt fører høye gullgehalter (maks 52 g/t). En mulig fortsettelse av gangsonen er påtruffet 150 m mot VNV (5575N 3700Ø) (W. Tvetter, pers. meddel., 1991).

Gangsystemet i Brustad gruve er kontrollert av sprekkesoner med hovedretningene N95°Ø, N125°Ø og N150°Ø. Vest for Putten synes retningene N95°Ø og N125°Ø å være fremherskende mens den nordvestlige forgreining har hovedretning N125° - 135°Ø.

Bonanza systemet omfatter en serie kvartsbreksjeganger som er blottet langs veien 150 m sørøst for Grønnsjøkoia. Gangene representerer 1-2 m brede kvartssementerte breksjer med fragmenter av sidesteinen som er kvarts-serisitt-klaritt omvandlet. Kvartsårene fører lite sulfider, hovedsakelig svovelkis, som ofte er anrikt i omvandlete fragmenter av sidesteinen. Gangene som kjennetegnes ved klaritt-fylte druserom og sprekker gir et sted (Bonanza) meget høye analyseverdier for gull. Kjerneboring er utført flere steder langs veien mot sørøst hvor tilsvarende sulfidfattige kvartsganger er påtruffet inntil en avstand av 350 m fra det nordvestligste funnpunkt (Bonanza). Om kvartsgangene i borhullene tilhører samme gangsystem som Bonanza er svært usikkert da det i området er funnet ganger med annen orientering (W. Tvetter, pers.meddel., 1991). Bonanza systemet er kontrollert av sprekkeretningene N135°Ø og N150°Ø.

Grønnsjøen - Raudvatnet forkastningssone representerer forlengelsen av Holsjøvassdragets forkastningssystem (HFS). Sonen som følger vann og trange dalfører er fullstendig overdekket. Men langs kanten av sonen, spesielt på nordvestenden av Raudvatnet, er øyegneisene gjennomsett av et nettverk av tynne kvartsårer. Disse inneholder stedvis hematitt og gjennomsettes av albitt-fylte sprekker. Dette tyder på at det ihvertfall lokalt har vært hydrotermal aktivitet selv om de geofysiske målingene øst for Brustad gruve ikke indikerer tilstedeværelsen av sulfider i forkastningssonen.

Klorittsementerte krakuleringsbreksjer er blottet i veiskjæringene langs Grønnsjøveien på østsiden av Merramyra (4000 - 3950 N, 3800 - 3850 Ø). De sterkt deformerte amfibolittene er gjennomsett av et nettverk av klorittårer som flere steder sementer bergartsfragmenter. Slike klorittbreksjer finnes også på høyde 483,5, 200 m mot sørøst hvor flere 1-2 m brede og tilsynelatende parallelle breksjesoner finnes over en bredde av 100 m. Også mellom breksjesonene fører bergartene et svakt utviklet nett av årer. Breksjesonene synes grovt sett å følge bergartenes bånding. Den sydøstligste observasjon av klorittbreksje er gjort 200 m videre mot SØ (3750N 4125Ø). Klorittbreksjen fører bare stedvis aksessoriske mengder av svovelkis. På nordsiden av høyde 483,5 viser breksjesonene forkastningssprang langs NØ-SV rettete strukturer. En blotning av klorittbreksje er også funnet videre mot NØ ved Fremminvängen.

Tilstedeværelsen av klorittinnfylte druserom og sprekker i noen av gullførende kvartsgangene (Bonanza, Utsjøen etc.) kan indikere en genetisk sammenheng mellom kvartsganger og klorittbreksjer. De svake - og meget svake IP-anomaliene langs klorittbreksjens utgående skyldes ikke sulfidanrikning i dagoverflaten. De kan skyldes sulfider på dypet som kan være knyttet til kvartsganger som kiler ut mot dagen og som glir over i klorittbreksjer.

Det kan heller ikke utelukkes at breksjen utgjør toppen av et hydrotermalt breksjerør som er knyttet til en underliggende granittisk intrusiv av Bohus-Halden-type. Breksjer identiske med de ovennevnte er beskrevet av Larsson og Sandegren (1956) fra kartbladet Vårvik henholdsvis ved Gartjärn og V.Solsjön. På det førstnevnte sted som ligger ca. 15 km SØ for Harnäs-forekomsten har utgående sirkulær form og opptrer i et område med mange Bohus-type pegmatitter. Innsamlete prøver vil bli avsendt for gull-analyser.

3 GEOFYSIKK

3.1 Målemetoder og utførelse

Den målemetoden som ble benyttet var IP (indusert polarisasjon) kombinert med RP (motstands/ledningsevne måling) og SP (selvpotensial). Dette er den best egnede metoden for å påvise eventuelle svake sulfidimpregnasjoner.

IP-målinger gir informasjon om berggrunnens innhold av elektron-ledende mineraler, uansett om dette gir øket elektrisk ledningsevne eller ikke. Metoden egner seg derfor godt til å påvise impregnasjonsmalm, men kompakte sulfidmineraliseringer gir også IP-effekt.

RP-målinger gir informasjon om de relative elektriske ledningsevne-/motstandsforhold i et område. Måleverdien kan i mange tilfeller være av riktig størrelsesorden, men dette avhenger sterkt av målegeometri, ledernes geometri og eventuelle forstyrrelser i strømføringsnettet ut fra elektrodene. I det følgende presenteres RP-målingene som beregnet tilsynelatende ledningsevne, da dette er mest naturlig i malmletingssammenheng.

SP-målinger gir som regel anomalier over gode ledere dagnært, men kan også gi anomalier over impregnasjonsforekomster. Vannstrømming og biologisk aktivitet kan også gi SP-anomalier, men disse er som regel svake.

IP-, RP- og SP-målingene ble utført samtidig med gradient elektrodekonfigurasjon.

Ved gradientmålinger plasseres en to strømelektroder langt utenfor målefeltet, mens to målelektroder med liten innbyrdes avstand (vanligvis 25 m) flyttes langs måleprofilene. Disse målingene gir uten tilleggsopplysninger vanligvis små muligheter for å vurdere dybdeforholdene i området, men gir som regel gode opplysninger om anomaligivende legemers plassering i horisontalplanet. Dybderekkevidden er stor dersom de anomaligivende legemer er store og det i området ikke er grunne forstyrrende soner.

For å få et bedre inntrykk av dybdeforholdene ble det foretatt pol/pol-målinger langs profilene 4600 Ø, 4900 Ø, 5100 Ø og 5150 Ø. Ved pol/pol-målinger flyttes den ene strøm- og den ene potensialelektroden langs måleprofilet, mens den andre strøm- og potensialelektroden står fast langt utenfor måleområdet. Ved å variere avstanden mellom de elektrodene som flyttes, får en opplysninger som muliggjør en vurdering av dypet eller den horisontale avstand til de anomaligivende legemer. Dybderekkevidden for disse målingene er av samme størrelsesorden som avstanden mellom elektrodene som flyttes.

For nærmere informasjon om målingenes utførelse henvises til Dalsegg og Brandhaug (1990).

Det ble benyttet fire basislinjer (4100N, 5000N, 5300N og 6000N) alle med retning 100° i forhold til magnetisk nord. Disse ble stukket med egnet stikningsutstyr, mens profilene ble stukket med håndkompass samtidig med målingene. Profilavstanden varierte fra 25 m til 100 m, og målepunktavstanden langs profilene fra 12,5 m til 25 m avhengig av måleresultatene. Profilene er merket i terrenget med trestikker med angitte koordinater for hver 25 m. Basislinjene er i tillegg til trestikkene merket med fastmerker (2" x 2" imp.) for hver 200 m. Plasseringene av disse er angitt på kartbilag 02.

Det ble målt ca. 60 profilkm. fordelt på fire måleanlegg. Elektrodeplasseringer og strømstyrke i de fire måleanleggene var:

Anlegg	E ₁	E ₂	I
1	4475 Ø - 4200 N	4680 Ø - 5900 N	1,4 A
2	4350 Ø - 3050 N	4500 Ø - 5050 N	1,4 A
3	3670 Ø - 4440 N	3650 Ø - 6230 N	1,1 A
4	3700 Ø - 5200 N	3700 Ø - 7100 N	1,4 A

3.2 Resultater med tolkning

3.2.1 IP

Måleresultatene er presentert som kurveplott i kartbilag 03 til 05. I tillegg er det laget et tolkningskart for IP-målingene (kartbilag 02) som viser profilene og anomaliens plassering i terrenget. Ved gradering av styrken på IP-anomaliene er det tatt hensyn til nivået innenfor måleområdet.

Som tolkningskartet for IP viser (kartbilag 02) så framkom det innenfor det forholdsvis store undersøkelsesområdet få anomalier. De anomaliene som ble påvist var med ett unntak svake og meget svake, noe som gjør at sammenrekkingen mellom profilene blir noe usikker. Dette gjelder spesielt over klorittbreksjen i sørvest (3900 Ø - 3900 N) og over de serisitt-omvandlete skjærsonene like nordvest for Nordre Holsjø. I disse områdene har antatt strøkretning av bergartene vært avgjørende for valg av anomaliretning.

Den geologiske undersøkelsen har vist at det i området er ulike typer hydrotermale sulfidmineraliseringer (se side 8), og det synes naturlig å følge samme inndeling av måleområdet ved beskrivelsen av de geofysiske måledata.

Sulfidimpregnasjon i de skjærdeformerte mafiske bergartene omfatter området fra Grønnsjøen og ned mot Brustad gruve. I dette området er det flere spredte og meget

svake IP-anomalier, men felles for de fleste er at de er lite utholdende langs strøket. Dette i tillegg til lav styrke indikerer en ujevn og meget lav sulfidkonsentrasjon. Det er påvist en mineralisering ved Grønnsjøvegen på koordinat 3985 Ø - 5715 N. Mineraliseringen ligger i vestre avslutning på en meget svak IP-anomali med en maksimal utstrekning på ca. 150 m. Den lengste anomalien i dette området ligger i et område med forhøyet IP mellom Grønnsjøvegen og Grønnsjøen. Anomalien ser ut til å være avgrenset til ca. 250 m, men det ble ved de geologiske undersøkelsene i området ikke funnet sulfider i dagen som kunne forklare anomaliårsaken.

Serisitt-omvandlete skjærsoner finnes lokalt like nordvest for Nordre Holsjø. Dette området kommer klart fram på kartbilag 03 med forhøyet IP i tillegg til lokale topper. De fleste ser ut til å ha en liten strøkutstrekning med unntak av den sterkeste anomalien som har en strøklengde på ca. 250 m. Sonene har retning mot Brustad gruve, men ser ikke ut til å nå fram til gruva, selv om det er noen høyere IP-verdier i sonenes forlengelse mot nordvest.

Sulfidførende kvartsganger opptrer flere steder i feltet. Den geologiske kartleggingen har vist at gangene har et sterkt varierende, men generelt lavt sulfidinnhold, noe som forklarer at flere av de påviste kvartsgangene ikke har gitt IP-anomalier.

Brustad - Fremmingvang systemet som er påvist fra Fremmingvangen og inn mot Sofies gruve har ikke gitt IP-anomalier. Dette samsvarer med de geologiske observasjoner som viser et meget lavt sulfidinnhold i den østlige delen av dette systemet. Skjerpet ved Grønnsjøvegen som er det eneste med et høyt sulfidinnhold ligger utenfor måleområdet.

Brustad - Putten systemet er sterkt sulfid- og gullanrikt og omfatter Brustad og Prinsesse Louise gruve. Som tolkningskartet viser har dette gangsystemet gitt IP-anomalier sammenhengende fra 5000 Ø - 5100 N til 4400 Ø - 5250 N med mulig forlengelse til 4300 Ø. Styrken på anomaliene varierer sterkt langs gangen med den høyeste verdien ved Prinsesse Louise gruve (4600 Ø). Anomaliene her (4600 Ø - 5194 N) ligger 15-20 m nord for selve gruva, noe som tyder på at anomaliårsaken er en ny gang. Måledata viser at gangen faller mot nord. Årsaken til at en ikke har fått anomali over selve gruva er trolig at det alt vesentligste av sulfidene er drevet ut. Anomalimønsteret langs gangen har et buktende forløp, noe som trolig skyldes to eller flere sprekkeretninger (se side 9).

I følge den geologiske kartleggingen synes gangsystemet å splittes opp ved Prinsesse Louise gruve (4600 Ø). Den ene hovedretningen fortsetter mot vest gjennom Putten, mens den andre dreier mot nordvest og kan ha sammenheng med W. Tveters funnpunkt 52 som ligger ved Grønnsjøvegen (5525 N - 3850 Ø). Den sydligste hovedgrenen har gitt noen spredte, men meget svake anomalier på vestsiden av Putten, mens den nordligste har som tidligere nevnt gitt anomalien vestover til 4300 Ø - 5325 N. Det er ingen anomalier videre

langs dette systemet mot funnpunkt 52 eller ved selve funnpunktet, noe som indikerer at sulfidinnholdet i kvartsgangene her er for lavt til å detekteres med IP.

Bonanza systemet som omfatter en serie kvartsbreksjegang, har ikke gitt IP-anomalier over selve Bonanza eller over gangenes forlengelse mot sørøst. De eneste anomaliene som kan tilhøre dette systemet er to meget svake anomalier på de to vestligste profilene vest for Grønnsjøkoia. Det at en ikke får IP-anomalier over Bonanza hvor det er påvist sulfider betyr at mineraliseringen er meget lokal uten utstrekning langs strøket. Det er heller ingen indikasjon på en økning av mineraliseringen mot dypet.

Grønnsjøen - Raudvatnet forkastningszone er krysset med flere profiler øst for avslutningen av Brustad-Putten systemet (5000 Ø) uten at det ble påvist noen anomalier. Dette tyder på at sonen ikke er sulfidmineralisert, med forbehold i at bare en mindre del av den omfattes av vårt måleområde. Når det gjelder de spredte IP-anomaliene like vest for Lønntjernbråten så tyder måledata på at de tilhører de serisitt-omvandlede skjærsonene som er omhandlet tidligere.

Klorittsementerte krakuleringsbreksjer som er blottet i vegskjæring langs Grønnsjøvegen lengst sørvest i måleområdet, har gitt flere svake og meget svake IP-anomalier. Dette området lå i utgangspunktet utenfor vårt måleområde, men en meget svak anomali på profil 4100 Ø gjorde at måleområdet ble utvidet og en påviste da et område med flere parallelle soner. Området er ca. 150 m x 400 m og gir forhøyet IP med lokale topper, og anomalibildet er ganske likt det en fikk over de serisitt-omvandlede skjærsoner nordvest for Nordre Holsjø.

Den geologiske kartleggingen påviste ingen sulfidanrikninger i dagoverflaten, noe som tyder på at anomaliårsaken trolig ligger på dypet. Dette er neppe stort da anomalikurvene på de fleste profilene er forholdsvis skarpe. Anomaliområdet er ikke avgrenset i vest, mens det i øst stopper brått ved pr. 4100 Ø.

3.2.2 Ledningsevne og SP

I tillegg til måling av IP ble det også foretatt måling av ledningsevne og SP. Måledata for disse målingene er presentert som kurveplott i kartbilagene 04 og 05. Vanligvis vil disse målingene gi tilleggsopplysninger om variasjon i de forskjellige ledes ledningsevne og det blir da i likhet med IP også laget eget tolkningskart for disse målingene. I dette tilfellet er sulfidinnholdet i de sonene som har gitt IP-anomalier tydeligvis meget lavt da det ikke er påvist noen ledningsevne eller SP-anomalier som samsvarer med IP-anomaliene. Den økningen i ledningsevnen som på kartbilag 04 kommer fram på enkelte profil skyldes variasjoner i overdekket og ikke av ledende soner.

3.2.3 Pol/pol-målinger

Ved å utføre pol / pol-målinger som et supplement til gradientmålinger vil en vanligvis få et inntrykk av sonenes dybdeforhold. I dette tilfellet ble det målt to profiler over de serisitt-omvandlete skjærsonene (5100 Ø og 5150 Ø) og to profiler over Brustad - Putten systemet (4600 Ø og 4900 Ø). Som kartbilag 06 viser er IP-verdiene på samtlige profiler vesentlig lavere for pol/pol- enn for gradient-målingene. Gradientmålingene har i dette tilfellet vist seg å være mere følsomme enn pol/pol-målingene, noe som stemmer dårlig med tidligere erfaringer. Grunnen til dette er noe usikkert, men årsaken er trolig at sonene er meget smale i forhold til arealet. Dette kan være årsaken til at det oppnås bedre energisering ved gradient- enn ved pol/pol-konfigurasjon. Hvis dette er forklaringen på fenomenet tilsier det at sonene har en betydelig utstrekning mot dypet. I og med at sonene trolig er meget smale (cm-dm skala) måtte en ha benyttet meget små avstander mellom elektrodene for å ha fått tilsvarende anomalier for pol/pol- som for gradientmålingene.

Pol/pol-målingene over de to anomaliområdene har altså vist at mineraliseringene her er for smale (cm-dm skala) til at pol/pol-målingene gir noe bidrag til å vurdere sonenes utstrekning og fall mot dypet. Det at de har gitt anomalier ved gradientmålingene indikerer at sonene må ha en betydelig dybdeutstrekning uten at denne kan angis nærmere.

I og med at mineraliseringene i de to anomaliområdene som ble undersøkt med pol/pol-målinger ikke gav anomalier, ble det vurdert som nytteløst å utføre pol/pol-målinger over anomaliområdet (klorittbreksjen) i sørvest. I ettertid er en kommet til at mineraliseringen her er av en annen type enn i de to undersøkte områdene og det bør vurderes om det også her bør utføres pol/pol-målinger. Grunnen er at det her ikke er påvist mineraliseringer i dagen. Hvis dette er riktig må årsaken til anomalien ligge på dypet.

Ved en eventuell undersøkelse av dette området anbefales noen tilleggsmålinger i de to andre anomaliområdene. Dette for å få en sikrere indikasjon på om den tidligere angitte tolkningen på sonenes størrelse og utstrekning i disse områdene er riktig.

4 KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER

De geofysiske bakkemålingene viser at de sulfidmineraliserte soner i måleområdet enten er for tynne og/eller har for lavt sulfinnhold til å kunne gi kraftige IP-anomalier. De fleste anomaliene som har fremkommet gjennom IP-gradient målingene er svake til meget svake dvs. % IP-effekt i området 3-6 %. De definerte anomaliene har sjelden en utstrekning på mer enn 50 meter, noe som begrenser mulighetene for større tonnasje av gullholdig sulfidmalm. Av de kjente kvartsgang-systemene er det bare Brustad - Putten systemet som gir klare anomalier, og dette systemet kan følges over en strekning på 650 meter øst for Putten. Den sterkeste IP-anomali (> 6 % IP-effekt) langs gangdraget opptrer like nord for Prinsesse Louise gruve.

Pol/pol-målingene som ble utført over én sterk (Brustad) og én svak anomali (Lønntjernåsen) ga ingen tolkbare resultater når det gjelder forløpet av de sulfidmineraliserte soner mot dypet. Dette skyldes at sonene er for tynne og/eller for svakt mineralisert til å kunne gi klare IP-effekter ved større elektrode-avstander (> 25 m) dvs. ved økende dybde-penetrering.

De geologiske undersøkelser har vist at berggrunnen inneholder forskjellige typer av hydrotermale ganger og sulfidmineraliseringer som er årsak til IP-anomaliene. Gangene er forskjøvet langs senere forkastninger. Den hydrotermale aktivitet i området kan være knyttet til granittiske intrusiver som i det nåværende erosjonsnivå finnes som små udeformerte kropper. De er sannsynligvis av post-sveconorwegisk alder dvs. ca. 900 mill. år som tilsvarer den øvre grense for K-Ar aldre oppnådd på serisitt-omvandling langs kvartsgangene.

På bakgrunn av de geofysiske og geologiske undersøkelser anbefales videre oppfølging i følgende anomali-områder:

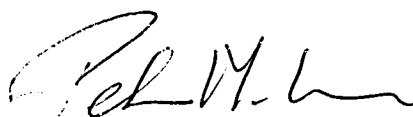
- Anomalien (4600 Ø - 5194 N) like nord for Prinsesse Louise skyldes sannsynligvis en sulfidmineralisert kvartsgang som bør avdekkes og prøvetas før boring vurderes.
- Anomaliområdet på østsiden av Lønntjernåsen skyldes serisitt-svovelkis-omvandlete skjærsoner (lokalt med høyt gullinnhold). De sterkeste anomaliene bør røskes og prøvetas eller helst kjernebores (1 hull på 100 m) for å teste eventuelle forandringer mot dypet.
- Anomaliområdet øst for Merramyra og Grønnsjøveien er sammenfallende med utgående av en klorittbreksje som ikke inneholder sulfider. Årsaken til anomaliene ligger derfor på dypet. Hvis innsendte prøver av breksjen gir anomale

analyseverdier for gull bør de tre sterkeste anomaliene testes med ett borhull (ca. 200 m). Anomaliområdet vil bli dekket med pol/pol-målinger før eventuell boring foretas.

Trondheim, 31. desember 1991



Einar Dalsegg
overingeniør



Peter M. Ihlen
forsker



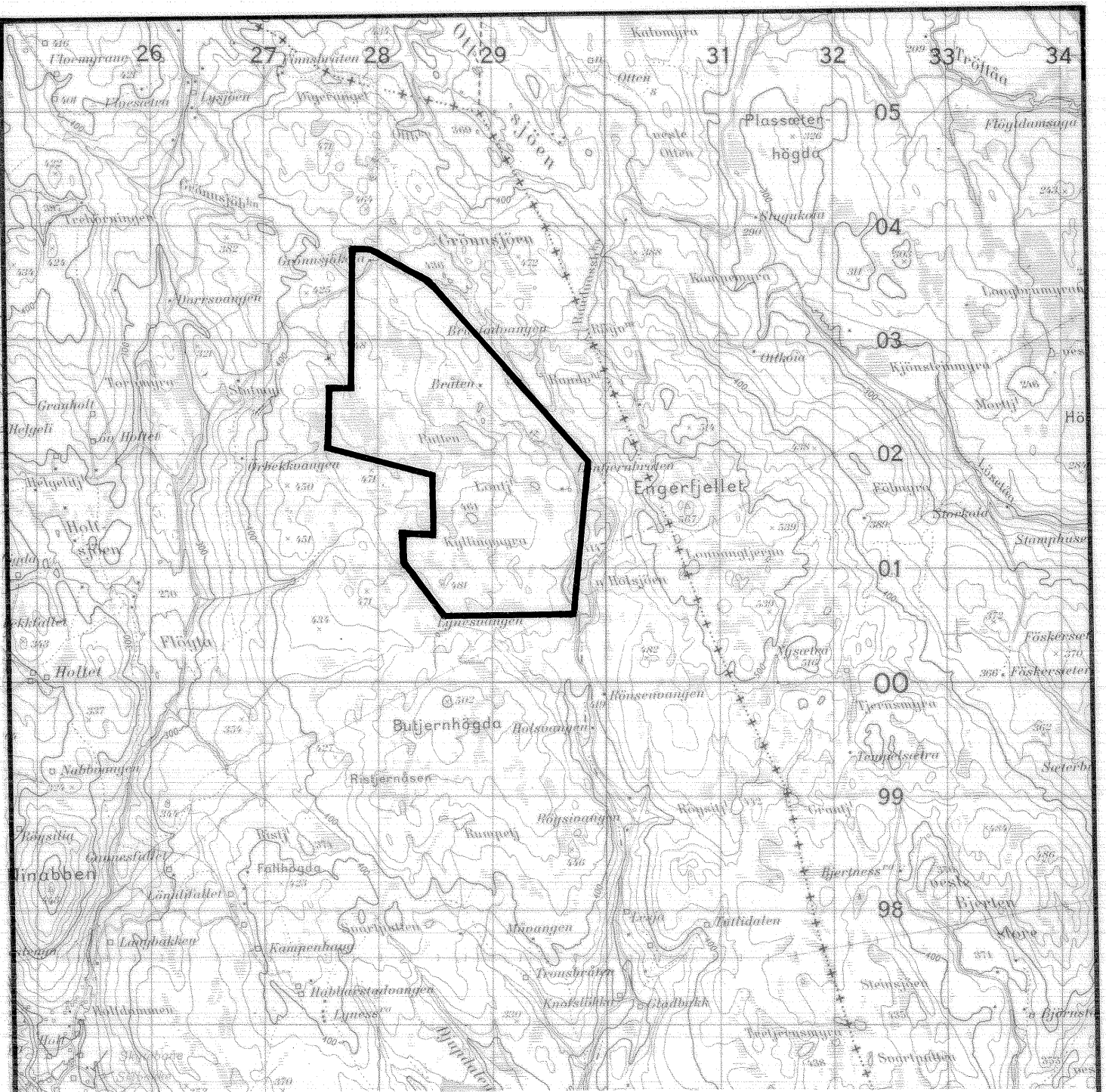
Torleif Lauritzen
avdelingsingeniør

5 REFERANSER

Dalsegg, E. og Brandhaug, K. 1990: Beskrivelse av IP. NGU Internrapport 90.001.

Ihlen, P.M., Ineson, P.R. & Mitchell, J.G. 1978: K/Ar-dating of clay-mineral alteration associated with ore deposition in the northern part of the Oslo Region. In: E.R. Neumann and I.B. Ramberg (Eds.) *Petrology and geochemistry of continental rifts*, D. Reidel publ. Company, p. 255-264.

Larsson, W. & Sandegren, R. 1956: Beskrivning til kartbladet Vårvik. *Sveriges Geol. Unders.*, ser. Aa no. 187, 166 pp.



UNDERSØKT OMRÅDE

HEDMARK GRUVEDRIFT A/S
 OVERSIKTSKART
 GRØNNSJØEN NORDRE HOLSJØ
 EIDSVOLL, AKERSHUS

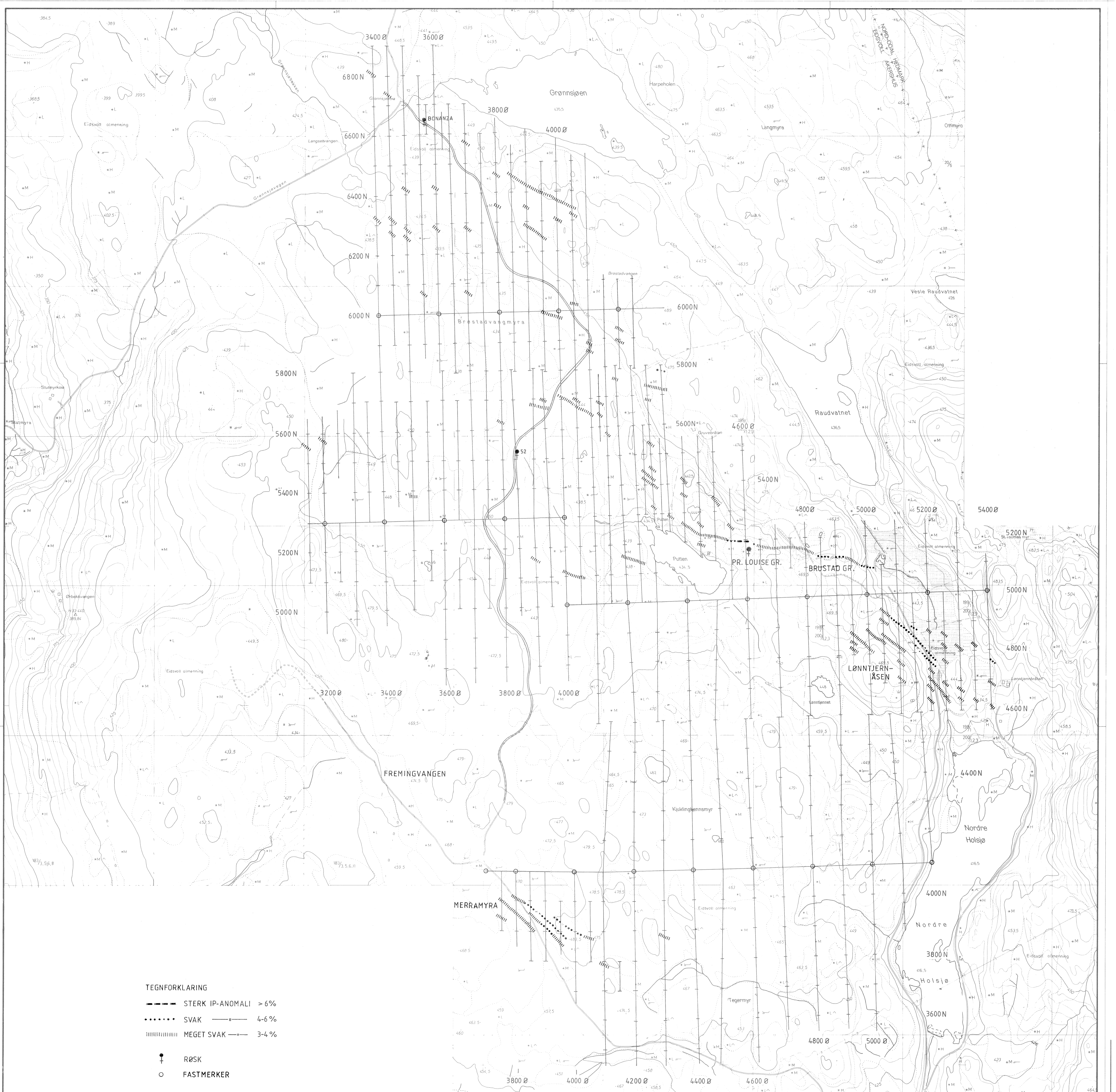
MÅLESTOKK
 1: 50000

MÅLT E.D., T.L.	JUNI -91
TEGN E.D.	NOV. -91
TRAC T.H.	— II —
KFR.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

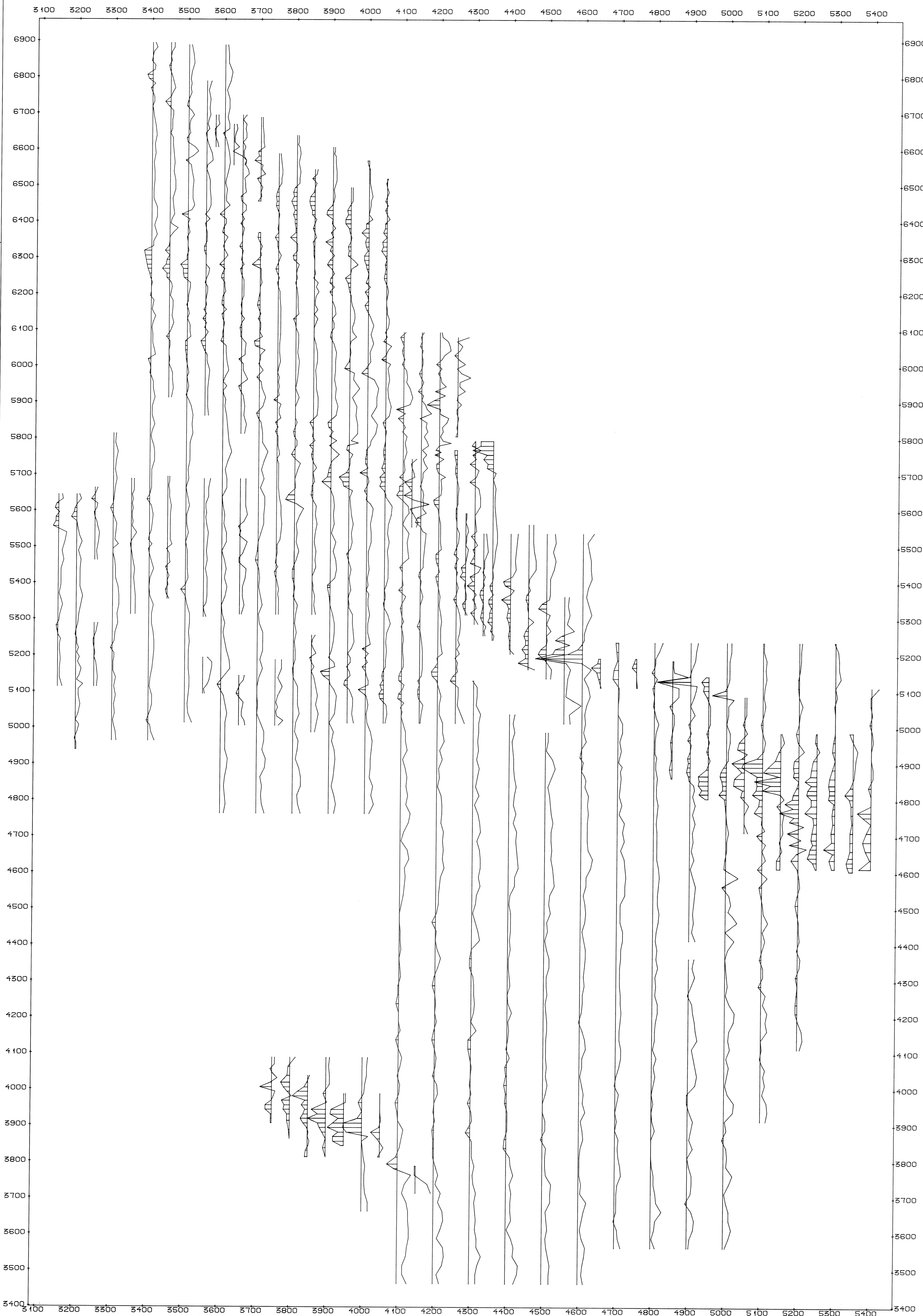
TEGNING NR.
 91.252-01

KARTBLAD NR.
 1915 I



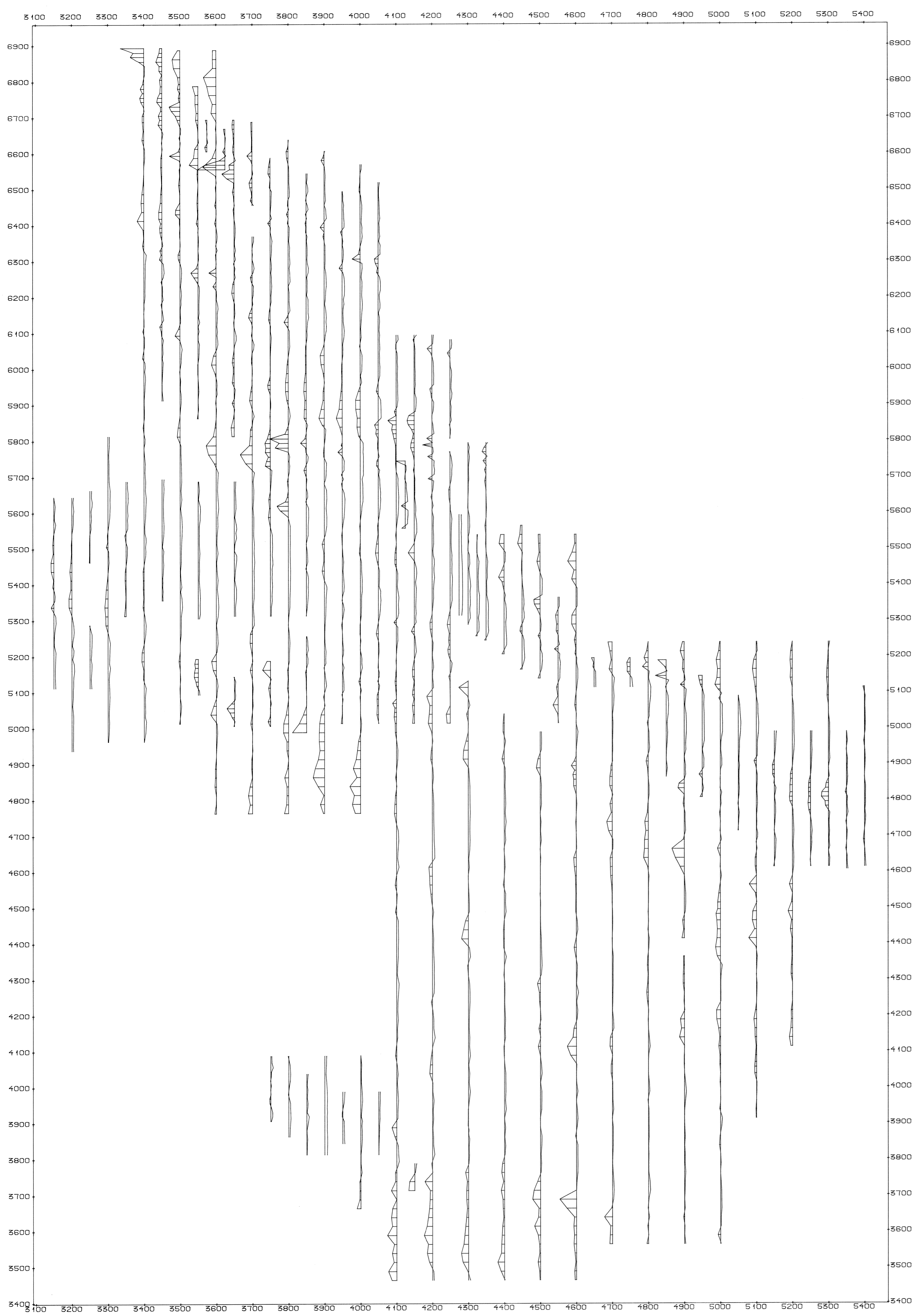
- TEGNFORKLARING**
- — — — — STERK IP-ANOMALI > 6%
 - SVAK 4-6%
 - ||||| MEGET SVAK 3-4%
 - † RØSK
 - FASTMERKER

HEDMARK GRUVEDRIFT A/S IP-TOLKNINGSKART GRØNNSJØEN - NORDRE HOLSJØ EIDSVOLL, AKERSHUS	MÅLESTOKK	OBS. E.D./TL	JUNI - 91
	1:5000	TEGN. E.D.	NOV. - 91
NORGES GEOLIGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TRAC. T.H.	— — — — —	
	KFR.	— — — — —	
TEGNING NR.	KARTBLAD NR.		
91.252-02	1915 I		



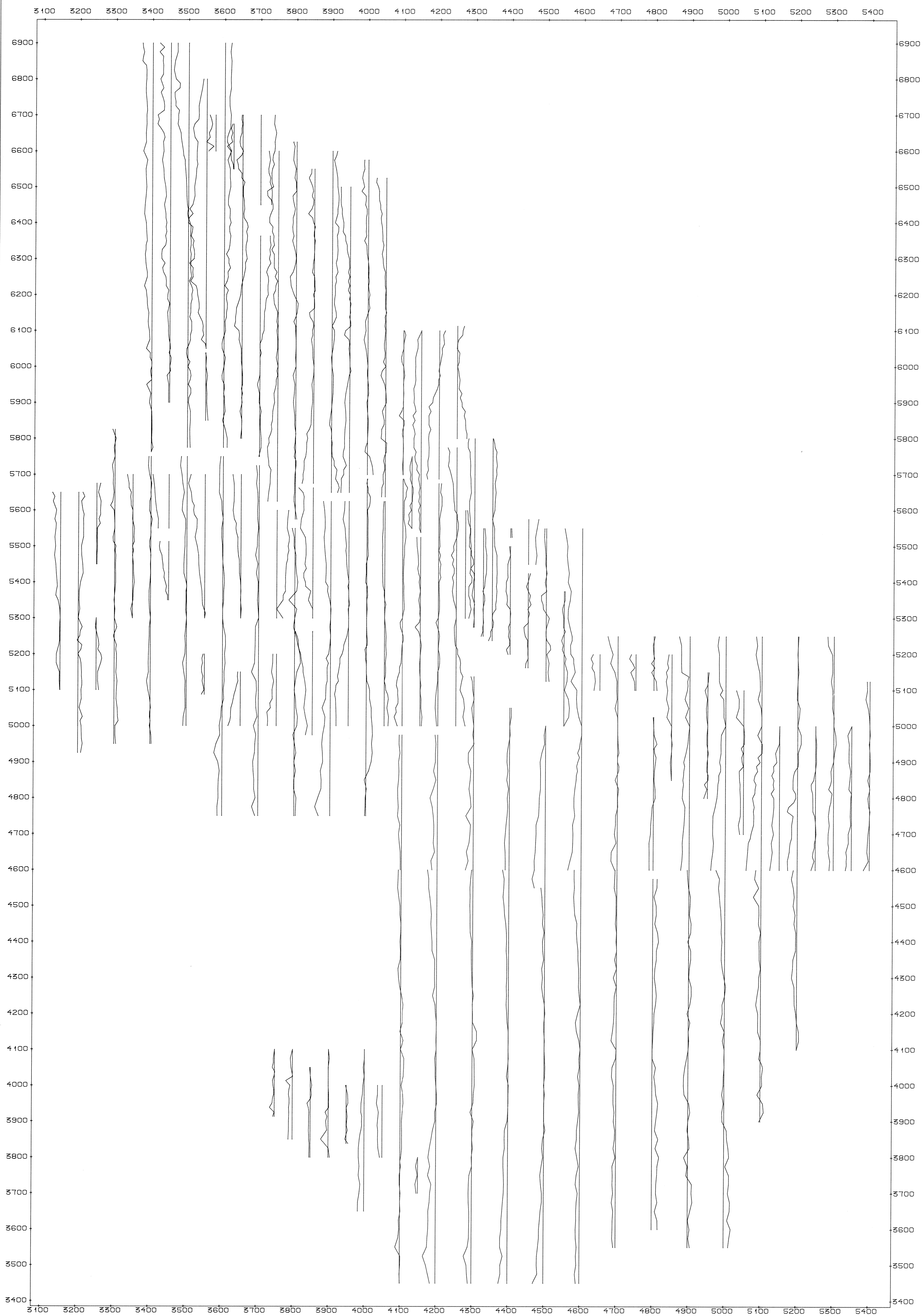
IP : 1 CM PÅ KURVEN TILSVARER 2.00 m
 SKJÆRINGS-PUNKTET MED MÅLELINJEN TILSVARER 2.50 m
 POSITIVE UTSLAG ER SKRAVERT

HEDMARK GRUVEDRIFT A/S IP - KURVEPLOTT GRØNNSJØEN-NORDRE HOLSJØ EIDSVOLL, AKERSHUS	MALESTOKK	OBS. ED-TL.	JUNI -91
	1:5000	TEGN.	DEC 1991
		TRAC.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	KARTBLAD NR.	
	91.252-03	1915 I	



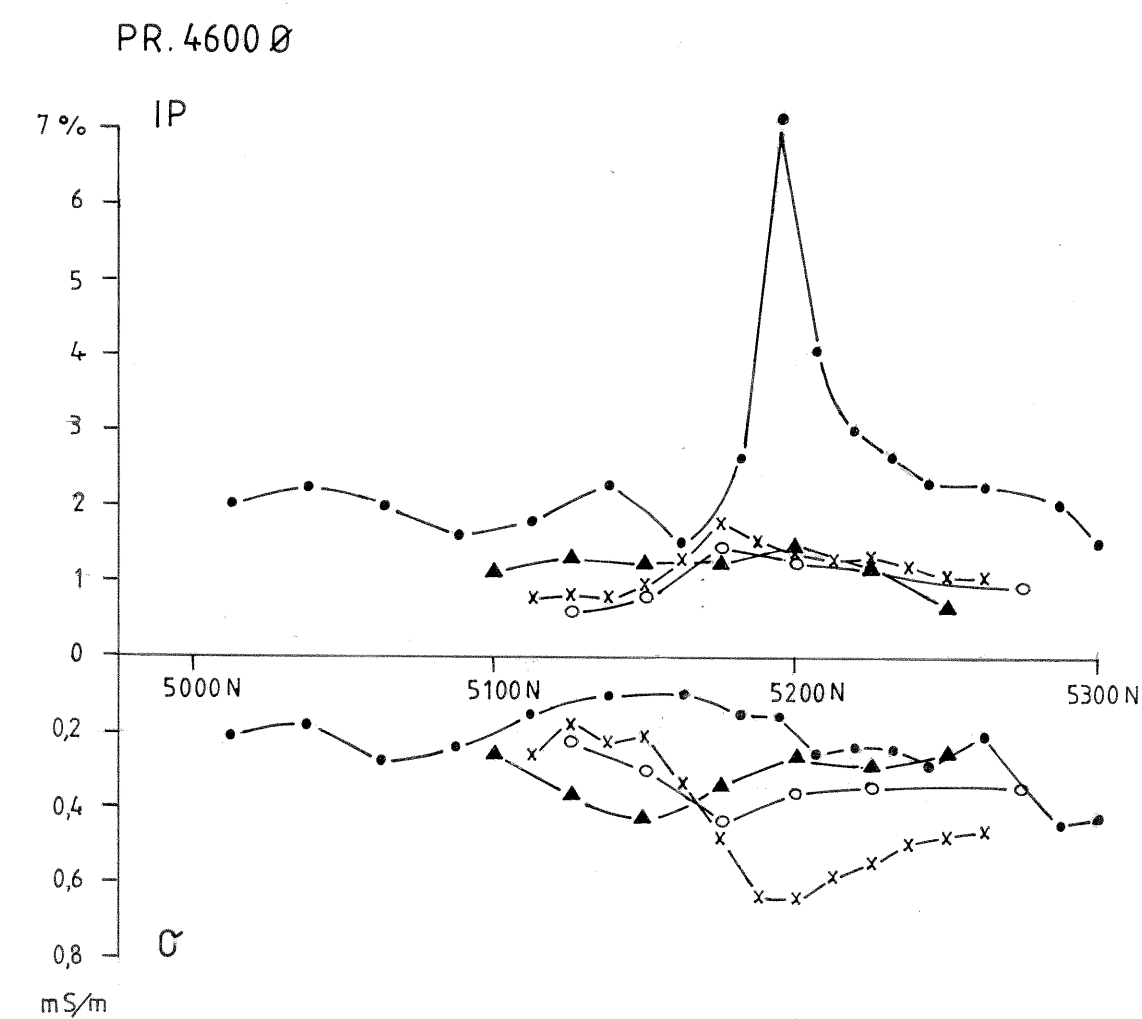
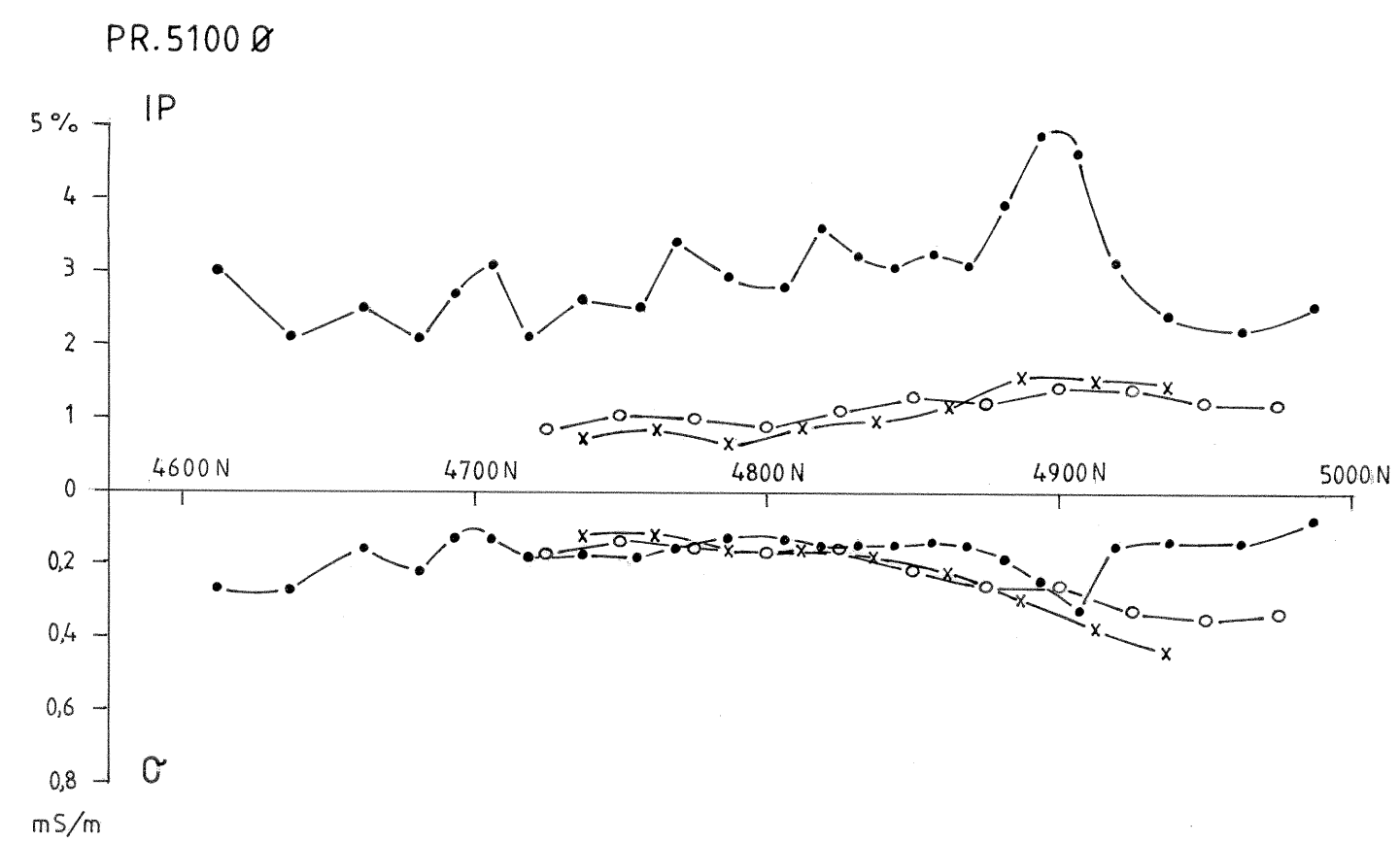
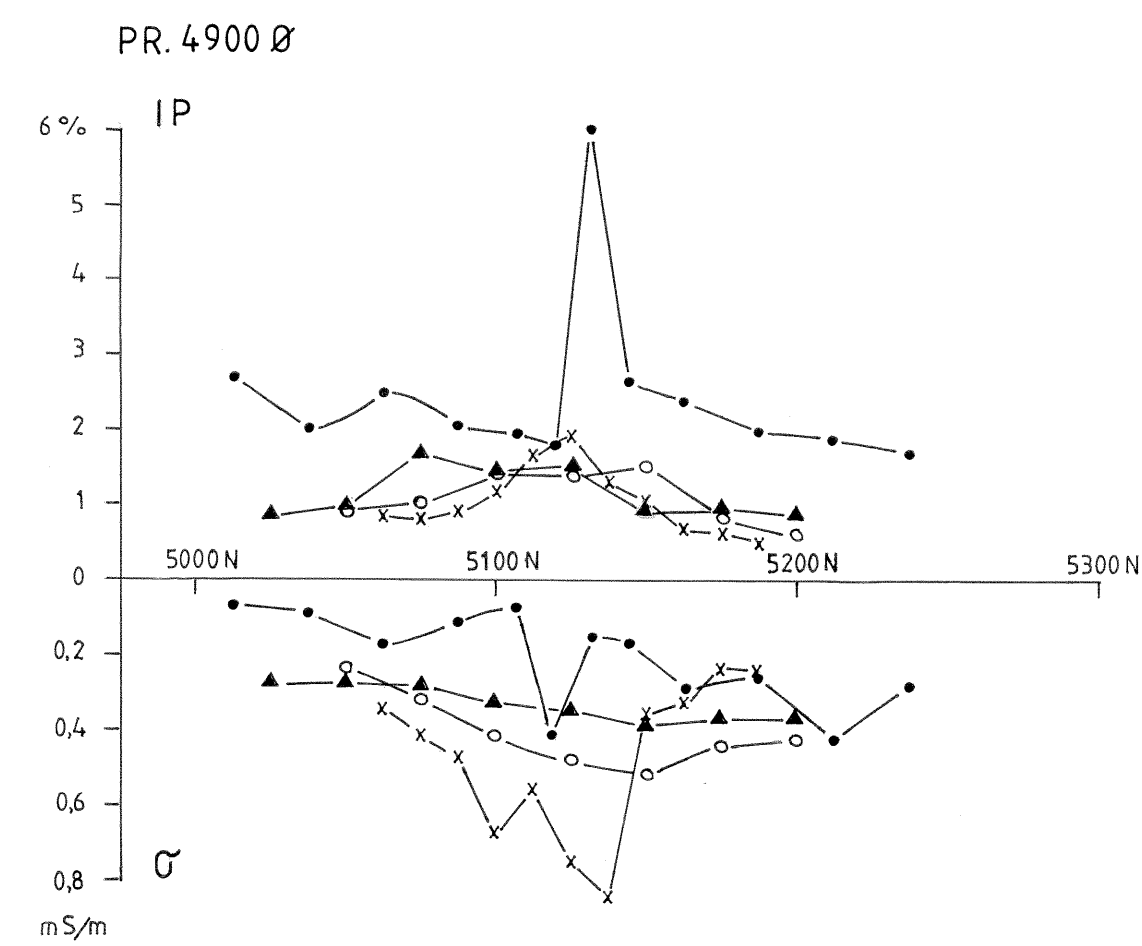
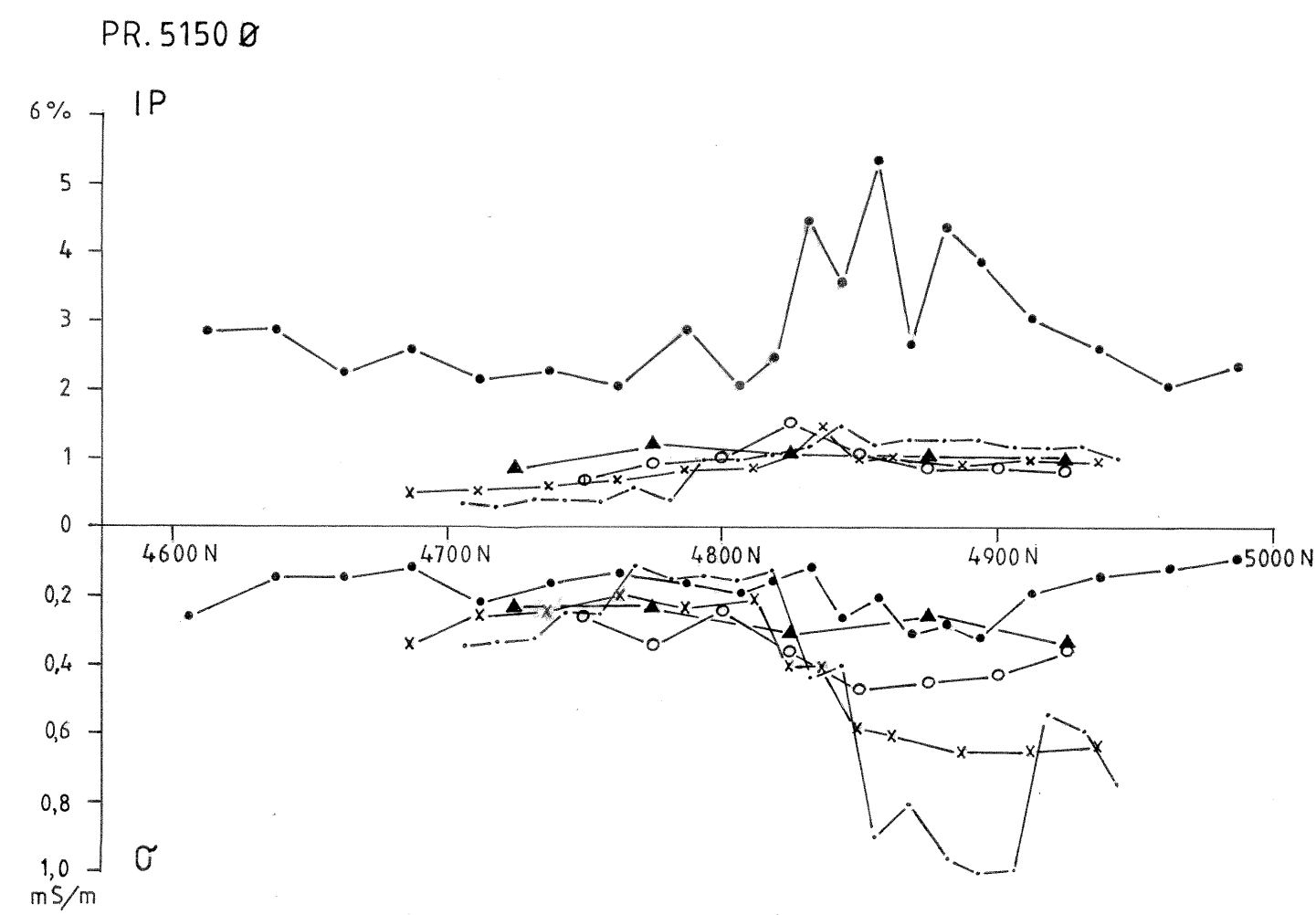
SIGMA : 1 CM PÅ KURVEN TILSVARER 1.00 mS/m
 SKJÆRINGSPUNKTET MED MÅLELINJEN TILSVARER .20 mS/m
 POSITIVE UTSLAG ER SKRAVERT

HEDMARK BRUVEDRIFT A/S LEDNINGSEVNE - KURVEPLOTT GRØNNSJØEN-NORDRE HOLSJØ EIDSVOLL, AKERSHUS	MÅLESTOKK 1:6000	OBS. ED-TL JUNI -91
	TRAC.	DEC 1991
	KFR.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 91.252-04	KARTBLAD NR. 1915 I

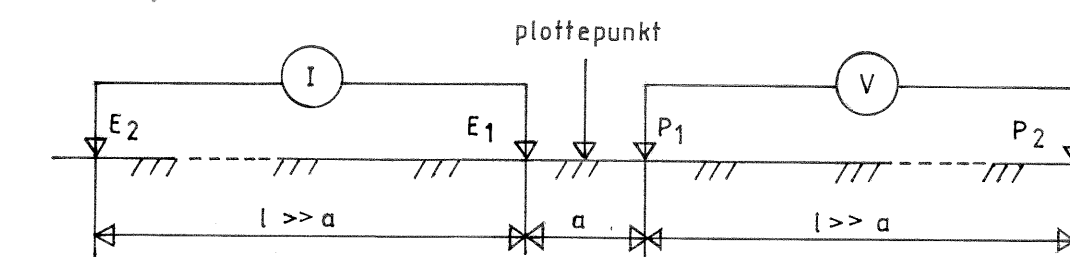


SP : 1 CM PÅ KURVEN TILSVARER 200.00 mV
 SKJÆRINGSPUNKTET MED MÅLELINJEN TILSVARER .00 mV

HEDMARK GRUVEDRIFT A/S SP - KURVEPLOTT GRØNNSJØEN-NORDRE HOLSJØ EIDSVOLL, AKERSHUS	HÅLESTOKK	OBS. ED-TL	JUN 1991
	1:5000	TEGN.	DEC 1991
		TRAC.	
	KFR.		
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 91.252-05	KARTBLAD NR. 1915 I	



POL/POL-MÅLINGER



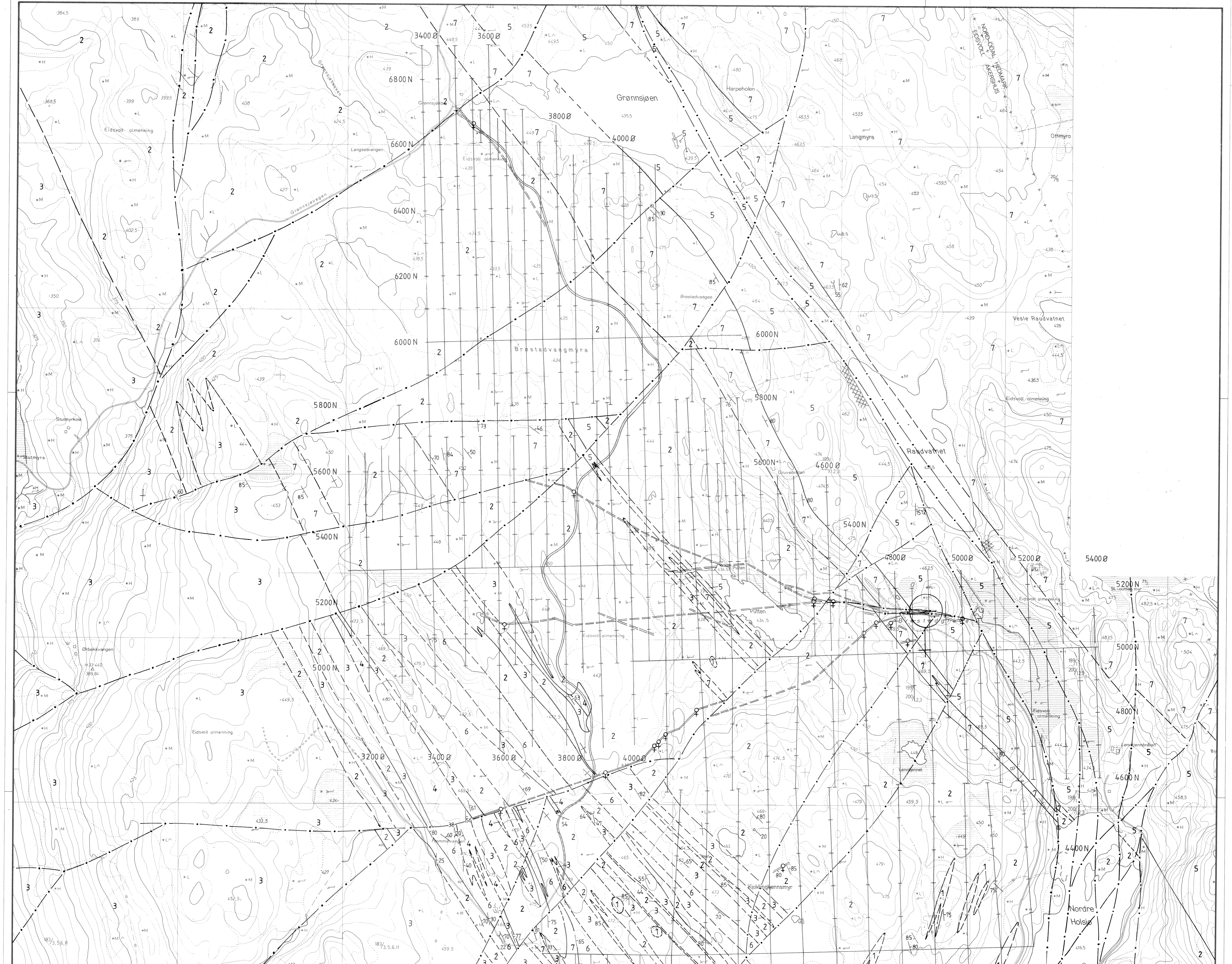
- GRADIENT
- POL/POL a = 12,5m
- x— " a = 25m
- o— " a = 50m
- ▲— " a = 100m

HEDMARK GRUVEDRIFT A/S
 IP OG σ , GRADIENT OG POL/POL
 GRØNNSJØEN- NORDRE HOLSJØ
 EIDSVOLL, AKERSHUS

MÅLESTOKK	MÅLT E.D.	SEPT. - 91
1:2500	TEGN E.D.	NOV. - 91
	TRAC T.H.	— —
	KFR	— —

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.	KARTBLAD NR.
91.252-06	1915 I



TEGNFORKLARING:

- 1 Granitt, udeformert (~ 900 m.å.)
- 2 Middelskornet metagabbro og amfibolitt med mindre innslutninger av gneisgranitt
- 3 Grovkornet gneisgranitt med mindre partier av megakrystisk type
- 4 Megakrystisk gneisgranitt og granittisk øygneis
- 5 Granodiorittisk øygneis
- 6 Heterogen amfibolittskvens bestående av sterkt folierte amfibolitter, gneisgranitter og finkornete båndete felsiske gneiser
- 7 Finkornete grå biotitt-gneiser og rødlige granittiske gneiser i veksling med tynne gneisgranitt- og øygneisjoner
- Nettverk av kvartsårer
- Kloritt-breksje
- Sikker/usikker bergartsgrense
- Sikkert/usikkert forløp av kvartsgang
- ♀ Gruve/skjerp på sulfid-mineralisering
- ♂ Strøk/fall (64°) på foliasjon
- Foldeakse
- Minerallineasjon
- Forkastning

GEOLOGISK KART
BRUSTAD - OMRÅDET
EIDSVOLL, AKERSHUS

MÅLESTOKK	OBS. P.M.I.	1991
1:5000	TEGN. "	
	TRAC. I. F.	JAN. '92
	KFR.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.	KARTBLAD NR.
91.252 - 07	