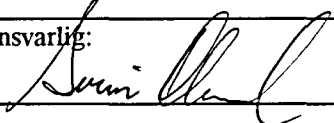


NGU Rapport 95.147

Samtolkning av geodata i Grongfeltet

status pr. 15.12.95

Rapport nr.: 95.147		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Samtolkning av geodata i Grongfeltet - status pr. 15.12.95			
Forfatter: Jan Sverre Sandstad, Einar Dalsegg, Harald Elvebakk, Tor Grenne, Michael Heim og Gurli B. Meyer		Oppdragsgiver: NGU/Nord-Trøndelag Fylkeskommune	
Fylke: Nord-Trøndelag		Kommune: Grong, Namsskogan, Lierne, Røyrvik	
Kartblad (M=1:250.000) Grong		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1823 I, 1823 IV, 1824 I-III, 1924 I-IV	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 36	Pris: kr 200,-
		Kartbilag: 1	
Feltarbeid utført: juli-okt. 95	Rapportdato: 10.01.96	Prosjektnr.: 67.2509.47	Ansvarlig: 
<p>Sammendrag:</p> <p>Rapporten oppsummerer undersøkelsene som er utført innenfor prosjektet "Samtolkning av geodata i Grongfeltet" i løpet av 1995, inkludert feltarbeidet og med de foreløpige resultatene fra dette. Oppfølgende undersøkelser har i hovedsak bestått av geofysiske bakkemålinger (TFEM og Slingram), geologisk kartlegging og fastfjellsprøvetaking. Kjerneboring ble utført i den nordlige delen av Grongfeltet, i Kirma-området, med to borehull (totalt ca. 300 m), og årsakene til de tidligere påviste elektriske anomalier ble påvist. Men de foreløpige resultatene fra boringene gir ingen indikasjoner på funn av sulfidmineraliseringer som kan ha økonomisk verdi. Oppfølging av EM-anomalier i den sørlige delen av feltet har i hovedsak ført til funn av ekshalittmineraliseringer med lavt innhold av kobber og sink. Videre oppfølgende undersøkelser foreslås i to områder, sørvest for Tunnsjøflyin og vest for øvre Nesåvatn. Berggrunnskartlegging i målestokk 1:20.000 er gjennomført i Tunnsjøflyin-området og en ny modell for vulkanittstratigrafien innenfor Gjersvikgruppen er foreslått. En foreløpig arbeidsmodell for den magmatiske og metallogenitiske utviklingen av Gjersvikdekkets bergarter presentert i rapporten. Denne vil testes ved tolkning av kjemiske analyser og aldersdateringer i løpet av 1996. Gravimetriske data er innsamlet for å utføre gravimetriske modellberegninger innenfor Gjersvikdekket.</p> <p>Prosjektet ble presentert ved Prospekteringsmessen i Toronto, Canada i mars 1995, bl.a. med en brosjyre og presentasjon av data ved bruk av pc. Tilbakemeldingene fra møtet har vært positive. Norway Gold Exploration har i løpet av året mutet flere områder i Grongfeltet, og et canadisk juniorselskap vurderer små-skala gruvedrift i den sørlige delen; Skiftesmyr- og Godejord-forekomstene.</p>			
Emneord: Malmgeologi	Berggrunn	Geofysikk	
Sulfid	Samtolkning		
		Fagrapport	

INNHold

1 INNLEDNING	5
2 PÅVISE NYE MALMRESERVER SOM KAN BIDRA TIL Å SIKRE VIDERE GRUVEDRIFT I GRONGFELTET	6
2.1 OPPFØLGENDE UNDERSØKELSER I DET NORDLIGE GRONGFELTET.....	6
2.2 OPPFØLGENDE UNDERSØKELSER I DET SØRLIGE GRONGFELTET	7
2.2.1 <i>TFEM målinger sørvest for Tunnsjøflyin (H. E)</i>	11
2.2.2 <i>Geologisk oppfølging av EM-anomalier</i>	12
2.2.3 <i>Oppfølgende undersøkelser langs Sanddøladalen</i>	15
3 VIDEREUTVIKLE EN METODE FOR DIGITAL SAMTOLKNING AV GEODATA.	16
4. BESTEMME MALMGEOLOGISKE MODELLER FOR DANNELSE OG OPPTREDEN AV VULKANITT-TILKNYTTETE SULFIDMALMER (VMS- FOREKOMSTER) I GRONGFELTET	17
4.1 BERGGRUNSGEOLOGIEN I TUNNSJØFLYIN-OMRÅDET (M.H.)	18
4.2 FELTFORHOLD TIL GABBROISKE INTRUSJONER OG GANGBERGARTER I GRØNDALSFJELLOMRÅDET (G.B.M).....	21
4.3 SAMMENSATTE MAFISKE-FELSYSKE INTRUSIVKOMPLEKSER OG DERES FORHOLD TIL VULKANITTSTRATIGRAFIEN (T.G.).....	23
4.3.1 <i>Grøndalsfjellet-Heimdalshaugen intrusivkompleks</i>	23
4.3.2 <i>Tromsfjellet intrusivkompleks</i>	25
4.3.3 <i>Møklevassintrusjonen</i>	27
4.4 MAGMATISK OG METALLOGENETISK UTVIKLING AV GJERSVIKDEKKETS BERGARTER - EN ARBEIDSMODELL (T.G.).....	27
5 TILRETTELEGGE ALLE TILGJENGELIGE GEODATA SOM KAN VÆRE TIL NYTTE VED PROSPEKTERING I GRONGFELTET	31
6 PÅ BASIS AV DEN TOTALKUNNSKAP SOM FRAMKOMMER MEDVIRKE TIL AT EN ELLER FLERE PROSPEKTERINGSSELSKAP TREKKES INN I GRONGFELTET.	32
7 KONKLUSJON OG VIDERE ANBEFALINGER	33
8 LITTERATUR	35

FIGURER

Figur 1. <i>Alternativ tolkning av flakgrensene innenfor Gjersvikdekket</i>	19
Figur 2. <i>Skjematisk snitt gjennom vulkanittstratigrafi og intrusjoner i Tunnsjøflyinflaket</i> ...	20
Figur 3. <i>Skjematisk framstilling av forholdet mellom de magmatiske bergartene i Grøndalsfjellområdet</i>	23
Figur 4. <i>Forenklet kart over Gjersvikdekkets bergarter</i>	24
Figur 5. <i>Kjemiske plott for bergarter som tilhører Gjersvikdekket</i>	25
Figur 6. <i>Skjematisk utvikling av Gjersvikdekkets magmatiske og metallogenetiske historie</i> ..	29

TABELLER

Tabell 1. Elektromagnetiske anomalier innenfor Gjersvikdekket registrert ved helikoptermålinger i 1994 i den sørlige delen av Grongfeltet.....	8
--	---

DATABILAG

Vedlegg 1. Profilplott av TFEM-målinger ved Tunnsjøflyin	
--	--

KARTBILAG

Kart 1. Berggrunnskart over Grongfeltet - foreløpig utgave desember 1995	
--	--

1 INNLEDNING

Prosjektet 'Samtolkning av geodata i Grongfeltet' er et samarbeidsprosjekt mellom NGU/Nord-Trøndelagsprogrammet og Nord-Trøndelag Fylkeskommune. Prosjektet startet i 1993 i samarbeid med Norsulfid/Outukumpu, som avsluttet sin økonomiske bistand ved årsskiftet 1993/1994. Prosjektet er planlagt slutført i 1996. Målsettingene for prosjektet er:

1. **Påvise nye malmreserver som kan bidra til å sikre videre gruvedrift i Grongfeltet**
2. **Videreutvikle en metode for digital samtolkning av geologiske, geofysiske og geokjemiske datasett for å identifisere områder som er gunstige for objektrettet malmløting**
3. **Bestemme malmgeologiske modeller for dannelse og opptrøden av vulkanitt-tilknyttede sulfidmalmer (VMS-forekomster) i Grongfeltet**
4. **Tilrettelegge alle tilgjengelige geodata (grunnlagsdata og resultater) som kan være til nytte ved prospektering i Grongfeltet.**
5. **På basis av den totalkunnskap som framkommer gjennom forannevnte medvirke til at en eller flere prospekteringselskap trekkes inn i Grongfeltet**

En geologisk oversikt over Grongfeltet med modell for vulkanittstratigrafien innenfor Gjersvikdekket og forekomstmodeller for Skorovass-Gjersvik- og Joma-type forekomster er gitt av Sandstad & Reinsbakken (1994). Det henvises også til sistnevnte rapport for en oversikt over bakgrunnen for prosjektet. Grunnlagsdata og resultatene av tidligere undersøkelser innenfor prosjektet er i tillegg beskrevet av Sandstad o.a. (1994a,b), Elvebakk & Dalsegg (1995a,b,c,d), Grenne (1995) og Meyer (1995a,b). Regionale geofysiske målinger fra helikopter er rapportert av Rønning (1995) og Skilbrei (1994).

Denne rapporten oppsummerer undersøkelsene som er gjort innenfor prosjektets målsettinger i løpet av 1995, og de foreløpige resultatene fra disse. Arbeidet innenfor disse målsettingene er beskrevet hver for seg og vi har valgt å la overskriftene til kapitlene følge disse. Initialene til forfatterne av de forskjellige kapitlene er gitt i parentes når ikke hovedforfatteren har skrevet kapitlet. En vurdering av resultatene som er oppnådd og en begrunnet anbefaling av oppfølgende objektundersøkelser innenfor prosjektområdet er gitt. Styringsgruppen for Fylkesprogrammet for Nord-Trøndelag og Fosen forutsetter imidlertid at slike oppfølgende undersøkelser gjøres i samarbeid med andre interessenter. En foreløpig arbeidsmodell for den magmatiske og metallogenetiske utviklingen av Gjersvikdekkets bergarter er presentert.

2 PÅVISE NYE MALMRESERVER SOM KAN BIDRA TIL Å SIKRE VIDERE GRUVEDRIFT I GRONGFELTET

Arbeidet innenfor denne målsettingen har hovedsakelig bestått av videre oppfølging av tidligere undersøkte områder i den nordlige delen av Grongfeltet (Sandstad o.a. 1984b) samt undersøkelser av EM-anomalier påvist ved helikoptermålinger i 1994 i den sørlige delen av feltet (Tabell 1). Inkludert i sistnevnte var også befaring og prøvetaking av tidligere registrerte skjerp, hovedsakelig sør for Skorovatn. Inndeling i en nordlig og sørlig del av Grongfeltet følger her gjennomføring av helikoptermålingene; den nordlige delen ble målt i 1993 og den sørlige delen i 1994.

2.1 Oppfølgende undersøkelser i det nordlige Grongfeltet

Kartlegging og bearbeiding av fastfjellsgeokjemien viser at sulfidmalmførende deler av vulkanittstratigrafien (Skorovass-Gjersvik modell, Reinsbakken 1992, Sandstad & Reinsbakken 1994) finnes i Annlifjell-Kirma-området og omkring Gjersvikklumpen hvor mindre sulfidmineraliseringer, også av tilførselssone-type, er påvist i dagen ved tidligere undersøkelser. Vi ønsket å undersøke om det finnes sulfidmalmer på større dyp, ned til 4-500 m, i disse områdene. Bakkegeofysiske målinger ved bruk av Transient-EM (TFEM) som ble foretatt sommeren/høsten 1994 i Annlifjell-Bjørkvatn området og over den vestlige delen av Gjersvikklumpen, er ferdig bearbeidet og rapportert (Elvebakk & Dalsegg 1995a,b). Ingen nye gode elektriske ledere ble imidlertid påvist og videre undersøkelser er ikke foretatt. Meget effektive målinger ble foretatt på snø videre nordover mot Kirma-Austvatnet området i slutten av april i år. En rekke elektriske ledere ble påvist. To tidligere kjente soner, Kirmasonen og Kirma-vest ble karakterisert som gode/meget gode ledere (Elvebakk & Dalsegg 1995c). Det er kjent at disse har lavt tungmetall-innhold. En ny leder ble registrert nordøst for Kirma-vest. Dypet til denne er 100-175 m og lengdeutstrekningen er 800 - 1000 m. Ledningsevnen er klassifisert som dårlig, men lederen ble undersøkt med et borhull (243 m) i sommer. Påvisning av interessante kobbergehalter i en mineralisering ved Austvatnet, bidro til å motivere denne boringen. En god, grunn leder ble indikert sør-sørvest for Kirmasonen. Anomalien var ikke spesielt sterk, men ledningsevnen ble tolket til å være god. Anomalien lå i fortsettelsen av den kjente Kirmasonen, men ikke direkte i forlengelsen av denne. Den ble undersøkt med et kort hull (64 m).

Resultatene fra disse boringene er under bearbeiding (Sandstad i arbeid). De foreløpige resultatene fra disse boringene gir ingen indikasjoner på funn av sulfidmineraliseringer som kan ha økonomisk verdi. I det lengste borehullet ble det ikke påvist massiv sulfidmineralisering med mere enn 10 cm's mektighet. Det øvre del av hullet gjennomskjærer en hovedsakelig kvartsporfyrisk granodioritt/kvartsdioritt i veksling med dolerittiske ganger. Mindre

disseminasjoner av magnetkis, svovelkis og kobberkis finnes, spesielt i deformerte soner av den felsiske intrusiven med opptil 0,6 % kobber over 0,4 m. Den rikeste sulfidmineraliseringen opptrer imidlertid i en 17,5 m lang skjæring av grønnstein som ligger over en 7,5 m bred kvartskeratofyr. Mineraliseringene, som ligger på 180-195 m's dyp, består av smale bånd med massiv magnetkis med noe kobberkis (opptil 10 cm mektig), årer og aggregater av magnetkis, svovelkis og kobberkis i mm-cm skala i grønnsteinen som dels er omvandlet, hovedsakelig silifisert. Maksimale metallinnhold er 0,9 % Cu og 0,1 % Zn over 0,6 m. Svakere sulfiddisseminasjon og årenettverk finnes også i kvartskeratofyren. Under denne følger 16 m med dolerittisk grønnstein og grønnstein med svært svak sulfidmineralisering på tynne årer før hullet ble avsluttet.

Ved boringen av den grunne, meget gode lederen ble det påvist massive sulfidsoner som hovedsakelig består av massiv, finkornet svovelkis; vasskis. Lagfølgen er lik den som tidligere er påvist omkring Kirmasonen i nord, og ved røsking foretatt av Grong Gruber i 1978 sør for Kirmavannene, med den massive vasskisen i nær kontakt med overliggende felsiske vulkanitter (dels agglomeratiske/pyroklastiske) med lyse grønnsteiner over og mørke grønnsteiner under. To vasskishorisonter, som hver er 30-40 cm mektige, ble påvist ca. 30 m under overflaten i det korte borehullet. Den øverste av disse inneholder 0,37 % Zn.

I dette området gjenstår det å finne årsaken til den meget gode lederen ved Kirma-vest. I de tidligere boringene foretatt av Grong Gruber i 1978 er det ikke funnet tilsvarende mineraliseringer som de som ble påvist ved årets boringer selv om transient-EM indikasjonen er meget god.

De planlagte TFEM målingene østover fra Gjersvikklumpen ble ikke fullført p.g.a. problemer med instrument og andre prioriteringer, men målinger i 2/3 av området ga negativt resultat. Det er derfor fortsatt usikkert hvor en eventuell massiv malm ligger i forhold til den tidligere registrerte dype omvandlingssonen sørvest for Gjersvikklumpen, ved Rørvatnet (Sandstad o.a. 1984a,b). Hvis den ikke er erodert bort, ligger den vest for Rørvatnet.

2.2 Oppfølgende undersøkelser i det sørlige Grongfeltet

Arbeidet fram mot sommeren besto hovedsakelig i samtolkning av de ulike datasett for å påvise områder som er aktuelle for videre oppfølging. En rekke områder med elektriske ledere ble påvist og en liste over oppfølgingsområder ble utarbeidet (m/ gjennomført geofysisk metode); sørvest for Tunnsjøflyin (TFEM), nordvest for Godejord og nordvest for Finnbur (Slingram), nord for Tunnsjøflyin mot Møkkelvikfjellet og Hausvika, vest for Ingjelsvatn, sør for Skorovatn og vestsida av Grøndalsvatn (Tabell 1 og Kart 1). I de sistnevnte områdene er geologisk kartlegging og prøvetaking gjennomført. Klassifiseringen av anomalistyrkene i Tabell 1 må betraktes som kvalitative og gjelder for anomaliene innenfor Gjersvikdekket. Resultatene

Tabell 1. Elektromagnetiske anomalier innenfor Gjersvikdekket registrert ved helikoptermålinger i 1994 i den sørlige delen av Grongfeltet

Nr	Sted	Kartblad	UTM-øst	UTM-nord	Anomalistyrke	Kommentarer-årsak
1	SV for Tunnsjøflyin	1824 II	408250 - 407100	7175220 - 7174350	svært sterk til svært svak	1,5 km lang sone undersøkt med TFEM i 1995, ekshalittmin., massiv po i NØ-sulfdisseminasjon og mt-malm i SV, tidligere skjjerpet
2	V for Hausvika	1824 II 1924 III	414280 - 414840	7177620 - 7178250	svak-sterk, dels parallele soner	Hausvika sør skjerpene, ekshalithorison med lavt basemetallinnhold, massiv til kraftig disseminert magnetis og pyritt, Hausvika nord skjerpene med tilsvarende mineraliseringer kun svært svake EM
3	NØ for Vestre Møkkelvikfjellet	1824 II	413950 414020	7179680 7179700	middels	ekshalithorison, semi-massiv py-po malm, opp til 1 m mektig, utholdende sone, fortsettelse av Hausvik-sonen
4	SV for Møkkelvikfjellet	1824 II	413280 413400	7179340 7179420	middels	ekshalithorison, semi-massiv po malm, 40 cm mektig, forts. av Hausvik-sonen
5	Volltjørnbekken	1824 II	412750	7178580	sterk., enkeltpkt	Nær Volltjørnbekken-skjjerpet, massiv po, lite cpy, trolig fortsettelse av Hausvik-sonen
6	Ø for Volltjørnklumpen	1824 II	411820	7177100	middels-svak lang 2 profil	overdekket, årsak ikke påvist, samsvar med Turam (Singsaas 1973)
7	Langvassjøenna	1824 II	411940 412140 412270	7176250 7176360 7176360	sterk-middels	overdekket, mulig fortsettelse av Hausvik-Tunnsjøflyin SV sonen, boret av Grong Gruber
8	SV for Langvassjøenna	1824 II	411800	7175840	middels, enkeltpkt.	som 6
9	SV for Småvatna gård	1824 II	409150 409330 409560	7176590 7176670 7176690	middels, på 3 profiler	sulfdisseminasjon (py-po) i omv. grunnstein/keratofyr, langs kontakten til granodioritt
10	Småvatna gård	1824 II	409400 - 410400 409920	7176800 - 7177300 7176910	område med mange svake-middels middels	i stor grad overdekket, samsvar med Turam (Singsaas 1973) mulig fortsettelse av 8
11	NV for Småvatna gård	1824 II	409040	7177530	middels, enkeltpkt	Småvatna hovedskjerp, massiv po, dels breksjert, spor av cpy, langs kontakt grunnstein/felsisk vulkanitt

Tabell 1. forts.

Nr	Sted	Kartblad	UTM-øst	UTM-nord	Anomalistyrke	Kommentarer-årsak
12	S for Storåsen (nord for veien)	1824 II	407220 407290 407500 407630 407760	7176350 7176420 7176360 7176340 7176350	svak svak svært svak svært svak svært svak	sulfiddisseminasjon i grunnstein og granodioritt langs kontakten og massiv py-po (30 cm mektig)
13	V for Tunnsjøflyin, langs og sør for Tunnsjøelva	1824 II	407200 - 407700	7175500 - 7175800	område med flere svært svake	sulfiddisseminasjon som 11, nedre del av VHMS-omvandlingssystem eller kontaktsonemin.
14	V for Lillefjellklumpen	1824 II	411000 - 411900	7173400 - 7173000	område med middels - svært svake	sulfiddisseminasjon langs skjærsoner/skifrihetssoner i østlige del av gangkomplekset over Skorvassklumpen
15	Skjenvåkberget	1824 II	411850	7171520	svak, enkeltpkt	kraftlinje?
16	V for Havdalsvatnet	1924 III	417330	7168330	svak, enkeltpkt.	ekshalitthorison, chert-py-mt-kl, i lys, ep-karb rik grunnstein, tilknytt negative EM-anomalier
17	V for øvre Havdalsjørmn	1924 III	419030 418780 418720	7170730 7170820 7170860	middels svak svak	ekshalitthorison, chert-py-mt-kl, 80 cm massiv py og py disseminasjon i kvartsrik bergart, tidligere skjerp, tilknytt negative EM-anomalier
18	V for Ingjelsvatnet	1924 III	421720 421780 422050 422320 422620	7172460 7172500 7172680 7172750 7172800	svak middels middels svak middels	overdekket i øst, ekshalitthorison, chert-py-mt, massiv py og både jaspis og blåkvartsitt, i lys grunnstein, mørk Fe-rik grunnstein under, tilknytt negative EM-anomalier
19	Skorvassmalmen	1824 II	409200 - 409250	7168350 - 7168800	område med svært sterke til middels	gjenslående massiv sulfider i gruva gir kraftige anomalier
20	1 km Ø for Skorvassmalmen, V for Gruvetjønn	1824 II	410250	7168080	sterk, enkeltpkt.	samsvar med Turam, massiv py i utgående, tidligere undersøkt ved boring og bakkegeofysikk
21	Nordsida av øverste Nesåvatnet (Drikkevattet)	1824 II	409550	7166650	middels	samsvar med Turam, kjerneboring 1977, to smale soner med cpy-sl malm ved 26 og 36 m
22	Sørsida av øverste Nesåvatnet	1824 II	408060 - 408940	7165460 - 7165550	middels - svært sterk	ekshalitthorison, chert-py-po-mt-kl, dels mange meter mektig chert, tidligere skjerp
23	Ø og V for Nesåflyin	1824 II	410530 410220 410100 409730 409400 409370	7164700 7164400 7164280 7164120 7164210 7164120	svært sterk svært sterk svak sterk svak svak	en rekke EM-anomalier med ulik styrke - mellomprofil med svært svake/manglende utslag en rekke ekshalitter i området; py-po-mt-chert, sterkt deformert, 1-20 m mektige, tidligere skjerp, dels tilknytt negative EM-anomalier

Tabell 1. forts

Nr	Sted	Kartblad	UTM-øst	UTM-nord	Anomalistyrke	Kommentarer-årsak
24	NV for øvre Nesåvatnet (Tredjevatnet)	1824 II	407400 - 407600	7162820 - 7163500	område med mange svært svake	flere soner med svak til sterk sulfiddisseminasjon og en 0.6 m mektig massiv sulfidsoner som følges 100m
25	N for øvre Nesåvatnet (Tredjevatnet)	1824 II	406280	7162240	sterk, enkeltpkt	ekshalithorison, 0.5-2 m mektig, vasskis - mt- malm - chert, foldet og danner domstruktur med diameter 100 m
26	Ø for Blindtarmen (østre, øverste Nesåvatn)	1824 II	412380 412300 412320 412169	7165980 7165950 7165620 7165480	svak middels svært svak middels	flere ekshalithorisoner, py-mt-chert-kl, dels fint båndet chert, opp til 2 m mektige
27	SØ for Gaajsjaevrie (Gaizervann)	1824 II	410200	7159120	middels	sulfiddisseminasjon langs kontakten mellom trondhjemitt/grønnstein, tidligere antatt porphyry- type min. (ikke befart i dette prosjektet)
28	S for Gaajsjaevrie (Gaizervann)	1824 II	409050	7158510	svak	som 27
29	NØ for Gaajsjaevrie (Gaizervann)	1824 II	413620 413640	7162200 7162250	middels svak	(ikke befart i dette prosjektet)
30	V for Grøndalsvatnet	1824 II	402200 402360 402390 402510	7167720 7167980 7167680 7167690	sterk middels sterk svak (under vann)	i stor grad overdekket, 20 cm bred ekshalithorison, py-mt-kl i epidotrik grønnstein
EM-anomalier langs Sanddølalalen undersøkt i 1995						
31	Rognhaugen, VNV for Finnbu gruve	1823 I	390770 - 391620	7152090 - 7152330	svak-middels, dels parallele soner	undersøkt med Slingram i 1995, to sulfidsoner, 0,6 m mektig vasskis (py) og semi-massiv po-malm i Godejord-grønnstein (Devik-grønnstein)
32	Finnhusia, VNV for Godejord-skjerpet	1823 IV	378920 - 379220	7150480 - 7150670	svært svak-middels	undersøkt med Slingram i 1995, i 'Skiftesmyr'- grønnstein

av disse oppfølgende undersøkelsene er under bearbeiding, men de foreløpige resultatene fra feltarbeidet er gitt her.

Størst interesse var knyttet til området *sørvest for Tunnsjøflyin* (Nr. 1; Tabell 1) hvor det var registrert en meget sterk EM-anomali med 1 km's utstrekning under helikoptermålingene i 1994. Styrken på anomalien tilsvarer utslagene over Skorovassforekomsten. Den nordøstlige delen av sonen var registrert allerede i 1943 av Geofysisk Malmleting (Sakshaug 1943) og videre fulgt opp av NGU i 1969 (Logn 1972). Opptil 2 m mektig massiv magnetkis er observert på et nes nede ved Tunnsjøflyin. Anomalien strekker seg sørover fra dette langs en markert bekkekløft.

2.2.1 TFEM målinger sørvest for Tunnsjøflyin (H. E)

Måleområdet lå ved vestenden av Tunnsjøflyin (Nr. 1, Kart 1) og strakk seg fra strandkanten og 1,5 km sørvestover opp på fjellet. Det ble målt 1,4 - 1,5 km lange profiler med en profilavstand på 200 m (Elvebakk & Dalsegg 1995d). Mineraliseringen er tidligere kjent, og det er gjort både EM, SP og magnetiske målinger over utgående av sonen nede ved vannet. Nye helikoptermålinger indikerte en leder fra vannkanten og nesten 1 km sørvestover. Anomalien avtok i styrke sørvestover. Dette, sammen med geokjemiske indikasjoner, gjorde at TFEM-målinger ble igangsatt for å se hvordan sonen utviklet seg sørvestover og om dype ledere kunne indikeres i tilknytning til sonen.

Tidsdomenemålingene indikerte en leder fra vannkanten og ca. 1,3 km sørvestover opp på fjellet. Anomalien var meget svak lengst sørvest. Ledningsevnen karakteriseres som god-meget god de første 500 m fra strandkanten. Anomalistyrken er svak-meget svak og dypet varierer fra utgående til 50-75 m. Lederen ligger like sørøst for bekken (forkastning) som går opp på fjellet. Både lokalisering og styrke stemmer bra med helikopterdata.

Frekvensdomenemålingene på 25 Hz ga imidlertid sterk anomali på flere profiler også lengst sørvest der tidsdomeneanomalien var meget svak. Dypet er tolket til 50 - 125 m. Også primærfeltmålingene ga anomali på samme måte. Vedlegg 1 viser resultatene fra profil 1800N hvor tidskanalene gir meget svak anomali og 25 Hz og primærfeltmålingene gir meget tydelig anomali. Dypet er ca. 125 m med 25 Hz-målingene og indikasjonen er noe lenger mot sørøst enn for den grunnere primærfeltanomalien. Dette tyder på et fall mot sørøst dersom det er samme nivå som indikeres. Det er noe usikkert hvordan dette skal tolkes. Vanligvis gir de sene tidskanalene sammenfallende anomali med 25 Hz. Meget gode ledere kan imidlertid i helt spesielle tilfeller oversees i tidsdomenet, mens de indikeres ved 25 Hz målingene. Om en her har et slikt tilfelle er usikkert da en ikke har erfaring med denne effekten fra tidligere målinger. Årsaken til at meget gode ledere kan oversees ligger på den måletekniske siden i instrumentet. Ellers kan en tenke seg at geometrien til en eventuell god leder gir dårlig EM-kobling slik at det induseres lite strøm i lederen. De konduktive strømmene vil i større grad gi anomalier i

frekvensdomenet. En tynn leder med liten bredde (stokk med lite areal) kan f.eks gi en slik effekt.

På grunn av en viss usikkerhet i tolkningen er det også vanskelig å gi en entydig anbefaling om videre oppfølging. Med de erfaringer en har med TFEM-målinger kan en vanskelig tenke seg at noen malm av betydning er blitt oversett. Det er imidlertid også klart at 25 Hz-målingene indikerer en noe dypere strømkonsentrasjon uten at en med sikkerhet kan si hva denne skyldes.

Regional kartlegging av Michael Heim i 1995 viser at det undersøkte området ligger rett vest for et gangkompleks som dominerer berggrunnen over Skorovassklumpen. Foreløpige tolkninger av Heim indikerer at en komplett, men sterkt fortynnet vulkanittlagrekke følger stratigrafisk over dette gangkomplekset innenfor det målte området. Videre bearbeiding av vulkanittkjemien er nødvendig for eventuelt å bekrefte dette. Kobberinnholdet er lavt både i den massive magnetkis-sonen ($< 0,05\%$ Cu) og i jernoksidsoner som finnes i fortsettelsen av denne videre mot sørvest. Interessant er det imidlertid at omvandlet grønnstein sørvest for det geofysisk målte området er anrikt på kobber (opptil $0,1\%$ Cu) og at kobberanrikninger også er påvist i de øvre delene av gangkomplekset. Sulfidmineraliseringer opptrer der oftest langs kontakten mellom felsiske ganger, og opptil $0,13\%$ kobber er registrert i 20-30 cm brede, sterkt skifrige soner med kraftig disseminasjon av jernsulfider vest for Skorvassklumpen (408090-7173420). Dette indikerer kobberførende hydrotermale løsninger i øvre deler av gangkomplekset.

2.2.2 Geologisk oppfølging av EM-anomalier

Den mineraliserte sonen sørvest for Tunnsjøflyin kan tilhøre det samme stratigrafiske nivået som *Hausvika-Møkkelvikfjellet-Volltjørnbekken* mineraliseringene (Nr. 2-5, Tabell 1 og Kart 1). Berggrunnskartlegging av Michael Heim i 1995 viser at disse opptrer på det samme stratigrafiske nivået et godt stykke opp i den øverste primitive Ca-Mg rike grønnsteinsenheten innen Gjersvikgruppen. En rekke mindre skjerp er registrert langs denne sonen. De består hovedsakelig av jernsulfid, mere båndet svovelkis-rik malm og/eller massiv magnetkis, dels breksjemalm med spor av kobberkis. Innholdet av basemetaller er svært lavt, den høyeste verdien, $0,6\%$ kobber er registrert i et skjerp ved Volltjørnbekken, langs Hausviksonen og over Møkkelvikfjellet er det registrert maksimalt $0,1-0,2\%$ Cu. Grønnsteinene er svært lite omvandlet i tilknytning til disse mineraliseringene og felsiske vulkanitter opptrer i svært underordnet mengde. Mineraliseringene er antatt å representere distale ekshalitter som dels er kraftig deformerte med utvikling av magnetkis-dominert breksjemalm. Kraftige EM-anomalier sør for Langvatnet (Nr. 7-8) opptrer langs den samme horisonten, men årsaken til disse er ikke blottet. Kjerneboring foretatt av Grong Gruber ga skjæring gjennom den samme mineraliseringstypen (A. Haugen pers.meddel.)

Det er uklart om de registrerte sulfidmineraliseringene lengre vest, omkring *Småvatna gård* og *vest for Tunnsjøflyin* (Grøndalsdammen) (Nr. 9-13) er av samme type som de som er nevnt ovenfor. Stratigrafisk kan de tilhøre det samme nivå, men lavere innhold av massive sulfider er observert og de ser romlig ut til å være sterkere knyttet til kontakten mellom Tunnsjøflyin granodioritt og grønnsteinene. Sterk til moderat sulfid disseminasjon i skifrighetssoner er vanligst. Men det kan ikke utelukkes at de dels tilhører de nedre deler av et omvandlingssystem tilknyttet dannelsen av massive sulfidforekomster, da kvarts-kloritt årer opptrer hyppig, spesielt vest for Grøndalsdammen. Liknende mineraliseringer, som ikke ble registrert av helikoptermålingene i dette området, finnes også vest og sørvest for Volltjørnklumpen (410950-7177360/410490-7176910) med maksimalt 0,15 % Cu i prøver innsamlet i år.

Svake sulfidmineraliseringer, dels i silisifisert dolerittisk grønnstein, ble påvist *vest for Lillefjellklumpen* (Nr. 14). De opptrer gjerne langs tilnærmet øst-vest orienterte skifrighetssoner parallelt kontakten mellom mafiske ganger i gangkomplekset. Også de felsiske gangene er dels sulfidmineraliserte, men lite basemetaller er funnet. Liknende mineraliseringer er påvist også lengre vest i dette gangkomplekset, som strekker seg over Skorovassklumpen, som diskutert i sammenheng med EM-anomalien sørvest for Tunnsjøflyin.

Årsaken til EM-anomaliene *vest for Havdalsvatnet* og videre nordøstover (Nr. 16-18, Tabell 1) er basemetall-fattige ekshalitt-mineraliseringer. De er dels tilknyttet negative EM-anomalier som indikerer høyt innhold av magnetitt. Det er mulig at de tilhører samme stratigrafiske nivå. De er imidlertid ikke sammenhengende og kan maksimalt følges i få hundre meters lengde langs strøket. De representerer distale ekshalitter som er sammensatt av varierende mengde chert-pyritt-magnetitt-kloritt. Massiv finkornet pyritt danner lag som er opptil 1 m mektige. De har lavt innhold av basemetaller men opptil 0,5 ppm gull er påvist i en prøve vest for Ingjelsvatnet (421870-7172650). Magnetitt-rike horisonter er prøvetatt for å studere variasjoner langs strøket og påvise eventuell nærhet til hydrotermale sentra. Cherten er også jernrik, dels jaspis og dels blåkvartsitt. Prøvetaking av omkringliggende grønnstein er gjort for bedre å plassere dem på riktig nivå i vulkanittstratigrafien. Foreløpig tolkninger antyder at de kan tilhøre nedre nivå av den øvre, lyse grønnsteinen nær kontakten mot den underliggende mørke Fe-Ti rike grønnsteinen. Felsiske vulkanitter finnes i svært underordnet mengde.

Tilsvarende ekshalittmineraliseringer som nevnt ovenfor finnes også *øst for Blindtarmen* (Nr. 26, Tabell 1). Karakteristisk for cherthorisontene er en fin bånding mellom forskjelligfargede lag og et lokalt høyt mangan-innhold (max. 8,1 % MnO, 411950-7165240). De ser også ut til å ha samme begrensede utstrekning som de vest for Havdalsvatnet, og dette har trolig dels primære og dels tektoniske årsaker. Slike ekshalitthorisonter er registrert også i områder uten EM-anomalier. Området omkring den kraftigste EM-anomalien er i stor grad dekket med løsmasser, men en mindre blotning med en semi-massiv pyrittzone er funnet: Den er få dm mektig og ligger i lys grønnstein, som dels er silisifisert og har svak til moderat pyrittdisseminasjon. Båndet magnetittmalm finnes 150 m lengre nord i strøkretningen.

Området omkring den nedlagte *Skorovass* gruve er ikke nærmere undersøkt, men kraftige EM-anomalier er registrert både over gruveområdet (Nr. 19) og 1 km øst for dette, rett vest for Gruvetjønna (Nr. 20). I likhet med en middels EM-anomali på nordsida av øverste Nesåvatnet (Nr. 21) er disse grundig undersøkt tidligere i forbindelse med gruvedriften.

På *sorsida av øverste Nesåvatnet* (Nr. 22) er en rekke EM-anomalier med varierende ledningsevne registrert. Disse samsvarer med tidligere Turam-målinger (Singsås 1960). Relativt utholdende sulfidførende ekshalittmineraliseringer kan følges tilnærmet sammenhengende over 1,6 km. Mindre skjerpning er tidligere foretatt langs denne sonen som opptrer langs kontakten mellom øvre og midtre grønnstein (Kapittel 4.4). Massiv til semi-massiv magnetkis og pyritt finnes i opptil 1 m mektige lag, med noe forhøyde sink-verdier (0,13 % Zn, 409550-7165445). De veksler med magnetittrike lag og chert. Chertlagene kan være 10-20 m mektige og er lokalt magnetittførende; blåkvartsitt. Grovkornet hydrotermal kvarts finnes lokalt på årer.

Cherthorisonene er også relativt mektige omkring *Nesåflyin* (Nr. 23), spesielt på vestsida av vannet. De er der dels sterkt guldfarget på overflata p.g.a. sekundær svovelutfelling, men sulfidinnholdet er lavt. Blåkvarts, jaspis og magnetittbenker finnes lokalt. I en mindre røsk vest for vannet er en 40 cm mektig sone med massiv magnetkis blottet. De sterkeste EM-anomaliene er registrert på østsida av vannet. Minimum 0,5 m mektig massiv svovelkis forekommer langs kontakten mellom lys grønnstein og chert og sammen med oksidfacies jernformasjon i grønnstein. EM-målingene indikerer at sonene ikke er utholdende, men ser ut til å opptre på samme stratigrafiske nivå. Det mest karakteristiske for dette området er imidlertid de store mengdene med chert.

Nordvest for øvre Nesåvatn (Tredjevatnet) (Nr. 24) er det registrert en rekke svært svake EM-anomalier i et 200 x 700 m stort område. Både massiv svovelkis i opptil 1 m mektige lag og moderat til kraftig sulfid disseminasjon i dels omvandlet silisifisert/albittisert, grønnstein, er påvist. Den massive sulfidsonen finnes nær kontakten mellom grønnstein og strukturelt underliggende felsisk vulkanitt som dels er agglomeratisk. Chert eller jernoksider er ikke påvist tilknytta denne sulfidsonen. Rustsoner med noe sulfid disseminasjon i liknende omvandlet grønnstein finnes stedvis videre nordover. Små felsiske, dels kvartsporfyriske, intrusjoner forekommer spredt innenfor området med de svake EM-anomaliene. Innholdet av basemetaller er imidlertid lavt med maksimalt 400 ppm kobber.

En sterk punktanomali *vest for øvre Nesåvatn* (Nr. 25) skyldes distale ekshalittmineraliseringer, chert-pyritt-magnetitt, som danner en tilnærmet sirkulær struktur med diameter 100 m. Ekshalittthorisonen er opptil 1,5 m mektig, mens den sulfidmineraliserte sonen er 3 m mektig når også underliggende grønnstein med sterk sulfid disseminasjon inkluderes. Videre østover mot Nesåvatn finnes flere lokaliteter med mektig jaspis.

Området *vest for Grøndalsvatnet* (Nr. 30) med en øst-vest orientert EM-anomali er i stor grad overdekket. Lys, tildels epidot-rik og fint båndet grønnstein finnes her sør for kontakten til en hornblendedioritt. En opptil 20 cm bred pyritt-magnetitt horisont opptrer i den epidotrike grønnsteinen, og kan forklare den observerte elektriske anomalien. Basemetall-innholdet er imidlertid lavt.

2.2.3 Oppfølgende undersøkelser langs Sanddøladalen

I tillegg til rapportering angående undersøkelsene av Godejordforekomsten, har to områder i Sanddøladalen blitt fulgt opp med geofysiske bakkemålinger (Slingram), geologisk befarings og kartlegging. Målingene ble utført på tradisjonell måte med NGUs Genie-utrustning med tre frekvenspar. Mer detaljert beskrivelse av disse undersøkelsene er under bearbeiding (Dalsegg o.a. i arbeid). Videre oppfølging av andre EM-anomalier mellom disse to områdene er ikke blitt prioritert i 1995 da store deler av det området er belagt med mutinger av Norway Gold Exploration.

Rognhaugen (Nr. 31, Tabell 1) ligger 2,2 km vestnordvest for Finnbu gruve. Berggrunnen i området består hovedsakelig av relativt lys, grågrønn grønnstein med mindre innslag av dolerittisk grønnstein, sure vulkanitter/kvartskeratofyr og magnetittførende chert (blåkvartsitt). De er antatt å tilhøre nedre del av Godejordgrønnsteinen (Devikgrønnsteinen) innenfor Limingengruppen (Heim 1993, Sandstad o.a. 1994b). Bergartene er invertert med dominerende strøk tilnærmet øst-vest med steilt fall mot nord (50° - 70°). En 1 km lang basislinje ble strukket. Det ble målt med profilavstand 100m og profillengden varierer fra 200 til 400 m. Flere tilnærmet parallelle, sterke ledere som skyldes sulfidmineraliseringer ble påvist. Den nordligste av disse består av en minst 55 cm mektig, massiv finkornet svovelkismalm (vasskis), med kraftig omvandlet kvarts-albitt-glimmer rik bergart i strukturell ligg. Over vasskisen (i nord, strukturell heng) finnes en få meter mektig kvartskeratofyr med svak pyrittdisseminasjon. Sekvensen er delvis blottet i 200 meters lengde og det er mulig denne sekvensen repeteres i sør på grunn av sterk isoklinal foldning. Røsking er tidligere gjort over den sørligste lederen. Mineraliseringen kan være opptil 4 m bred og består av kraftig disseminasjon av magnetkis og mindre mengder svovelkis i en kloritt-kvarts rik bergart.. Basemetallinnholdet er svært lavt, opptil 0,04 % kobber i vasskisen og 0,04 % sink i den sørligste mineraliseringen.

Den markerte helikopteranomali nordvest for Godejord, **Finnhuslia** (32, Tabell 1) er også tidligere undersøkt ved røsking. Selve anomalien er ikke blottet, men prøver kunne taes fra en smal gjengrodd røsk. Prøvene er sulfidrike og ser ut til å inneholde i hovedsak Fe-sulfider. Materialet er under analysering og vil bli rapportert senere (Dalsegg o.a. i arbeid). Hengbergartene (NV for anomalien) består av tuffogene sedimenter. Umiddelbar ligg er ikke blottet, men putelava og kvartskeratofyr finnes videre mot sørøst. Den sørligste enden av anomalien er tilknyttet en meget sterk, lokal magnetisk anomali som trolig skyldes magnetitt.

Bearbeidningen av resultatene fra boringene av Godejordforekomsten har blitt sterkt forsinket, hovedsakelig p.g.a. forsinkelser med analyseresultatene. En rapport over kjerneboring i 1994 ble slutført før feltsesongen (Grenne 1995), mens 3D modelleringen har pågått i høst. Analyser av malmsonen i de tre borhullene boret i 1994 viser at malmens kvalitet avtar sterkt mot dypet. Forlengelsen av borhull 121 skjærer meget svak mineralisering med ubetydelige metallgehalter. Borhull 126 skjærer 6 m mineralisering med opp til 3% Zn, mens borhull 127 har 10 m med ½ til 3½ % Zn. Cu, Pb, Ag og Au er meget lavt i alle tre hull. Uttrykt som kobberekvivalenter har borhull 126 ca 1½ m og borhull 127 ca. 3 m med mellom 1-2% total metallgehalt.

3 VIDEREUTVIKLE EN METODE FOR DIGITAL SAMTOLKNING AV GEODATA.

Fra årsskiftet 1994/95 ble ny programvare tatt i bruk både på pc og Unix. Bildebehandlingssystemet Erdas Imagine, versjon 8.1 ble installert på Silicon Graphics arbeidsstasjon. Denne gir en langt bedre funksjonalitet m.h.p. sammenstilling og samtidig redigering av både vektor- og rasterdata (geologi og geofysikk) da den inneholder en vektor-modul som har mange av funksjonene til Arc/Info. Alle typer data kan sammenstilles og forskjellige sammenstillinger kan vises i ulike vinduer på skjermen. Vinduene kan sammenkobles slik at de forskjellige datasett viser det samme geografiske utsnittet. En ny versjon, Erdas Imagine 8.2, ble installert i løpet av sommeren og inneholder ytterligere forbedringer. En transparent-funksjon gjør det mulig å sette sammen delvis overlappende bilder. Dette var tidligere et problem når det nordlige og sørlige helikoptermålte områdene skulle sammenstilles.

ArcView 2.1 er installert på pc og er et svært nyttig verktøy for sammenstilling, analyse og presentasjon av data og kan også benyttes for å hente ut data fra de sentrale Oracle-databasene ved NGU, f.eks. Mineralressursdatabasen. Denne programvaren benytter data framstilt både ved bruk av Arc/Info og Erdas eller andre databaser/regneark. Den kan raskt presentere og sammenstille de forskjellige datatypene, men redigeringsmulighetene er mere begrenset enn ved bruk av den tyngre programvaren. ArcView ble brukt under presentasjonen av prosjektet i Toronto i mars.

En rekke presentasjoner av datagrunnlaget og arbeidsmetodikken er gitt til både innenlandske og utenlandske institusjoner; bl.a. de geologiske undersøkelsene i Eritrea og Etiopia og UNIT-AVH, med positiv respons.

4. BESTEMME MALMGEOLOGISKE MODELLER FOR DANNELSE OG OPPTREDEN AV VULKANITT-TILKNYTTETE SULFIDMALMER (VMS-FOREKOMSTER) I GRONGFELTET

Hovedvekten er lagt på å forbedre den geologiske modellen for den stratigrafiske utviklingen av Gjersvikgruppens vulkanitter og forholdene til og mellom de forskjellige intrusivbergartene. Distale ekshalitter, spesielt oksid-facies jernformasjoner er i tillegg prøvetatt for å prøve å bestemme deres stratigrafiske nivå og eventuelle nærhet til hydrotermale sentra. Det har dessverre ikke vært mulig å få kandidater interessert i å utføre en studentoppgave av Gjersvikforekomsten selv om alle forhold ligger svært godt til rette, bl.a. logistiske forhold, datagrunnlag og klart definert problemstilling. Kapasiteten til faste prosjektmedarbeidere har heller ikke tillatt en prioritering av denne oppgaven

Kjemiske analyser av prøver av magmatiske bergarter og vulkanitter innsamlet før prosjektperioden og fra prøvetakingen i 1994 er under bearbeiding. PER (Pearce element ratio) analyser er benyttet for metavulkanittene for bedre å skille ut omvandlede bergarter. Det interessante grønnsteinsnivået m.h.p. dannelse av massive sulfidforekomster (Skorovassmodell, Reinsbakken (1992) og Sandstad & Reinsbakken (1994)) innenfor Gjersvikgrønnsteinene er påvist en rekke steder, fra Saksvatnet i nord til Skorovas i sør. Det er da nyttig å se på Ti- og Zr-innholdet i metavulkanittene, da det ser ut til at sterkere differensierte grønnsteiner med høyere innhold av disse elementene opptrer omkring og like under malmnivået. Dette vil være svært nyttig i en videre vurdering av oppfølgingsområder. Dette arbeidet er imidlertid forsinket og ytterligere utsettelse er nødvendig p.g.a. sykdomsfravær.

Bearbeiding av vulkanittgeokjemi fra det sydlige Grongfeltet tyder foreløpig på at Skiftesmyrforekomsten ligger på et annet stratigrafisk nivå enn Skorovass, trolig noe høyere i lagpakken. Godejordvulkanittene antas å være enda yngre og regnes nå som en del av Limingengruppen. Innenfor Godejordvulkanittene opptrer de to kjente forekomstene, Godejord og Finnbur, på forskjellig stratigrafisk nivå, men begge innenfor den tuffittdominerte øvre del av stratigrafien.

Tolkning av sammensetningen til vulkanittene sørvest for Gåsvatnet, midt mellom Limingen og Joma, viser at vulkanittnivået der trolig er for høyt i forhold til malmdannelsen (Joma-modell, Sandstad & Reinsbakken (1994)), og videre undersøkelser i dette området er ikke planlagt. En totalvurdering av området omkring Gåsvatnet viser likheter med områdene sør for Sydmalmen i Joma, som er mindre interessante bl.a. på grunn av liten mektighet på grønnsteinene.

Michael Heim ble engasjert i tre uker i sommer for å gjøre kartlegging fra Skorovatn i sør og videre nordover mot Tromsfjell-området, som han undersøkte i 1994. Hensikten var å få en bedre forståelse av berggrunnen mellom Tromsfjellområdet og det tidligere godt kartlagte Skorovatn-området. Vi har mottatt rapport og kart som vil utgis som en NGU-rapport, og

bare sammendraget er foreløpig tatt med her (Kapittel 4.1). I tillegg ble ytterligere prøvetaking og kartlegging, dels i profiler, gjort vest og øst for Tromsfjellet, omkring Lille Tromselv skjerp og Visletten forekomsten (Kart 1), for å få en bedre kontroll på vulkanittstratigrafien som M. Heim foreslo for dette området i 1994 (Sandstad o.a. 1994b). Analyser av prøver innsamlet av M. Heim indikerte muligheten for at vulkanitter sammenlignbare med vulkanittene omkring Godejord kunne eksistere i nærheten av Lille Tromselv skjerp. Den noe spesielle sammensetningen av malmen i dette skjerp, anrikning av Pb og Ag, pekte også på denne muligheten. Ny prøvetaking av denne malmen i sommer bekrefter tidligere analyser og viser også nærmere 2 ppm gull i en prøve med 0,9 % Cu, 5,5 % Zn og 1,5 % Pb.

En beskrivelse av de ulike magmatiske bergarter og deres aldersforhold fra områder sør og vest for Skorovatn er gitt etter feltarbeidet i 1994 (Meyer 1995 a,b). I tillegg er hennes hovedkonklusjoner etter årets undersøkelser for de nedre/eldre deler av intrusivkomplekset i Grøndalsfjell-området tatt med her (Kapittel 4.2). De yngre deler av intrusivkomplekset er beskrevet av T. Grenne (Kapittel 4.3) og en foreløpig arbeidsmodell for den magmatiske og metallogenitiske utviklingen innenfor Gjersvikdekket er presentert i Kapittel 4.4. Denne vil testes i løpet av 1996 bl.a. ved tolkning av kjemiske analyser og aldersdateringer

4.1 Berggrunnsgeologien i Tunnsjøflyin-området (M.H.)

En sørsørøstfallende (skandisk?) skyvesone av regional betydning lengst nordnordvest i det kartlagte område skiller Tromsfjellets fra Skorovassklumpens vulkanittkompleks. For disse to adskilte skyveflakene innenfor Gjersvikdekket foreslås navnene **Tromsfjellflaket** og **Tunnsjøflyinflaket** (Figur 1).

Tunnsjøflyinflaket består av en invertert vulkanogen lagrekke som danner en VSV-ØNØ rettet, lett VSV-stupende synform (Skorovassklumpen - Hausvikruet) intrudert av Tunnsjøflyins yngre tonalittkompleks (Figur 4).

Vulkanittlagrekken innenfor Tunnsjøflyinflaket omfatter, nedenfra og oppover (Figur 2) (fra sentrum mot periferien av synformen). For bergartsnummer i parentes () henvises til Figur 2:

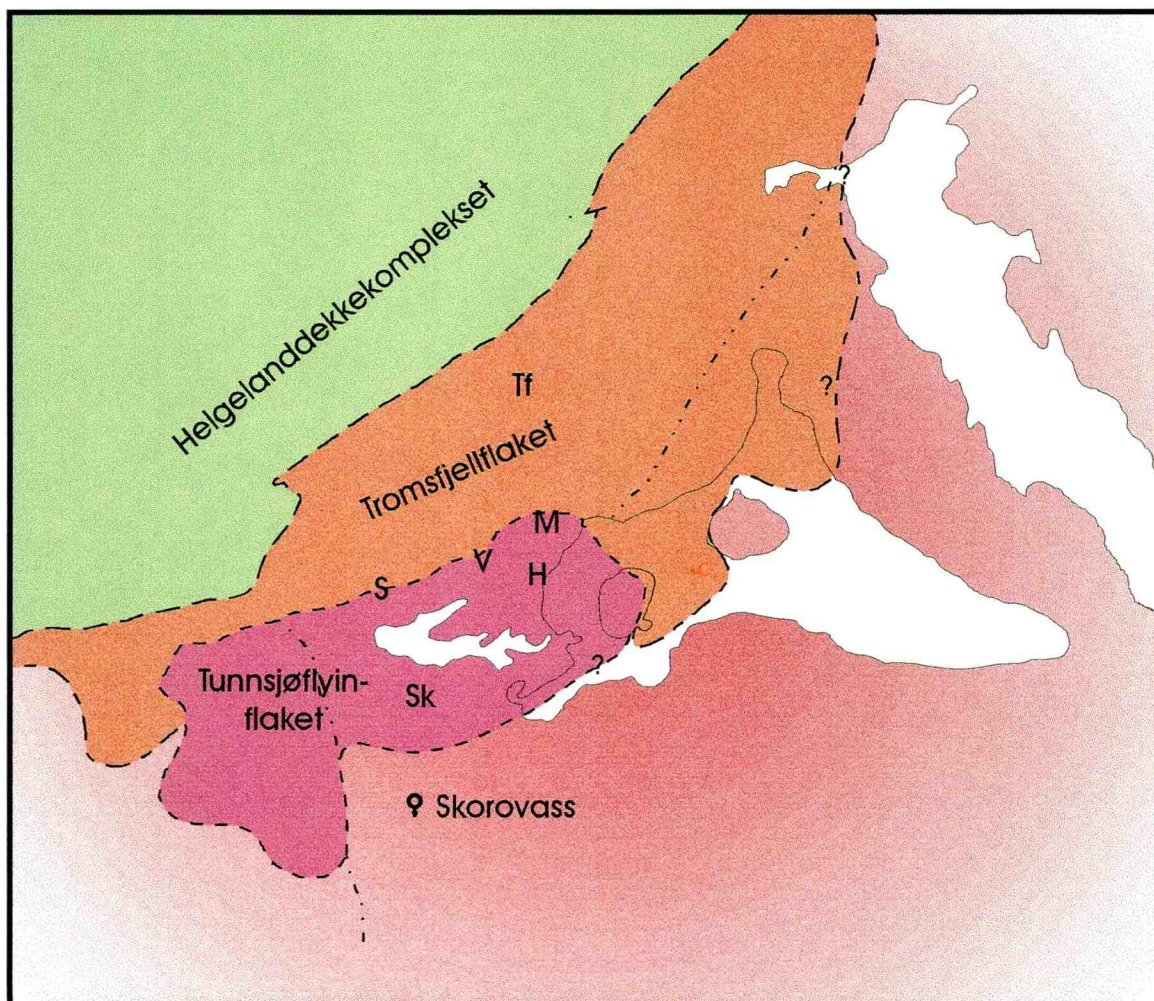
- dolerittisk gangkompleks (15) med generelt steiltstående, VNV-ØSØ-strykende ganger (varierende, men overveiende lavmagnetisk)
- nedre grønnstein (14): mørk, klorittrik, dels amfibolittisk, ofte båndet (lavmagnetisk)
- midtre grønnstein (13): diffust strukturert, overveiende afanittisk med grålig fargeskjær; høymagnetisk
- øvre grønnstein (11/12): lys, dels kalkholdig, lavmagnetisk; putelava i vekslinger med dolerittiske lag; flere ekshalittnivåer/-soner
- båndede tuffittiske vulkanitter (6-7), overveiende basisk til intermediaær med (kvarts-) keratofyriske soner

Den siste, tuffittiske enhetens forhold til grønnsteinene er ikke entydig avklart. Sterkt diskordante forhold (primært eller tektonisk) observeres bl.a. ved Småvasskardet og muligens også nord for Stor-Skorovatn.

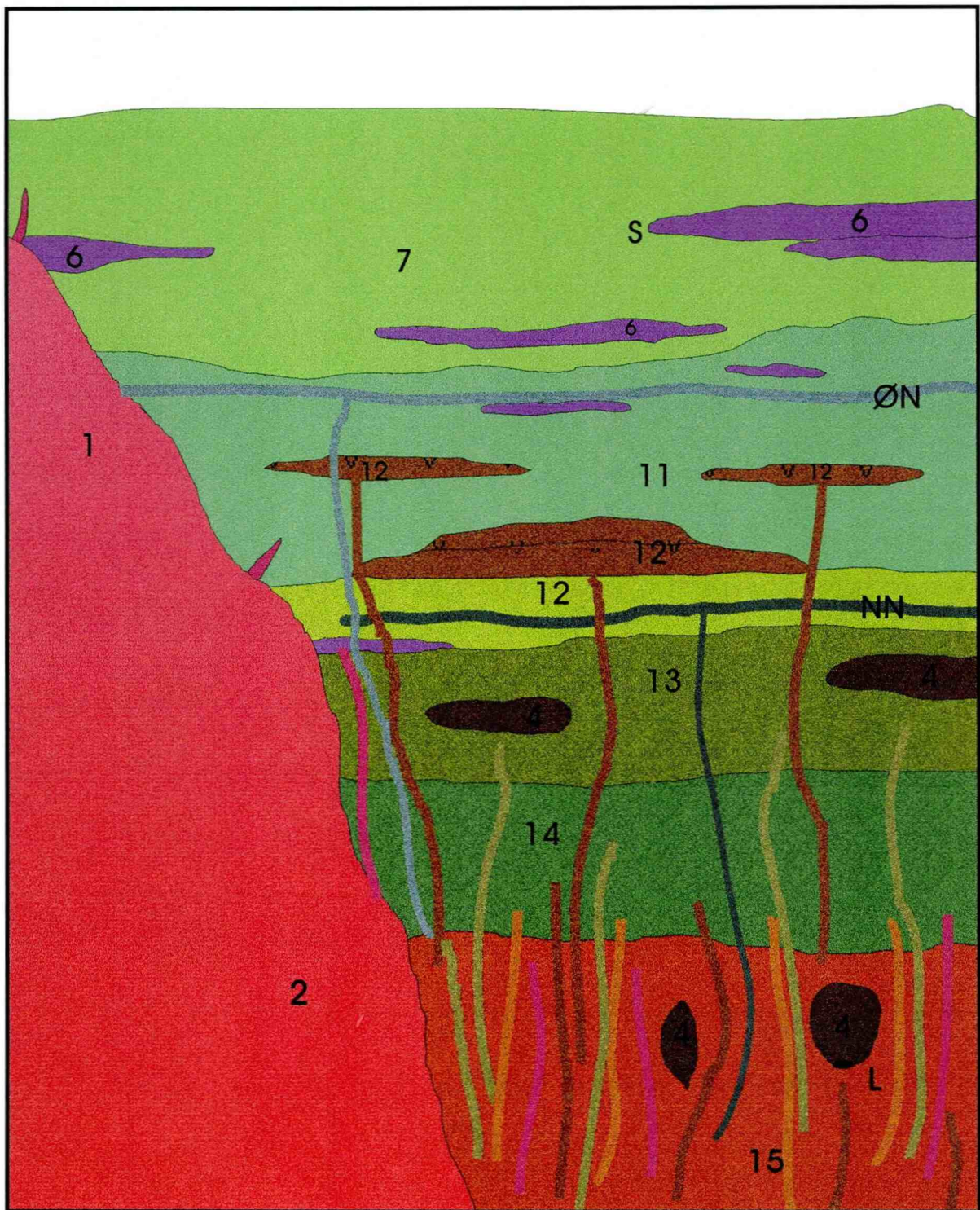
Hele vulkanittrekken blir gjennomskåret av den Ø-V-strykende, skålformede intrusjonen av **Tunnsjøflyin-biotitt-tonalitten** (-leukotonalitten) (1) som har flytende overgang mot hornblende-biotitt-(kvarts)-tonalitt (2) i vest og øst..

Flakintern deformasjon, som også påvirker tonalitten, omfatter bl.a. en rekke forkastninger med kataklastiske produkter. Minst to av disse er eldre enn skyveflakdannelsen.

Mineraliseringene ved Volltjørbekken, på Møkkelvikfjellet og Hausviksonen ligger på samme stratabundne jernoksid-sulfid-ekshalitnivå (ØN), stratigrafisk høyt oppe i øvre grønnstein. Mellom Langvassklumpen og Møkkelvikfjellet ligger et lignende, Fe-oksiddominert (sulfidfattig) nivå (NN) i den laveste, lavastrøm-dominerte delen av samme enhet. Mineraliseringene i vestenden av Tunnsjøflyin er antagelig en sulfidrik, vestlig fortsettelse av dette siste nivået. Lillefjellklumpens nikkelmalm ligger i bunnen av en liten gabbrointrusjon (4) i gangkompleksets øvre del.



Figur 1. Alternativ tolkning av flakgrensene innenfor Gjersvikdekket. Sk - Skorovass-klumpen, H - Hausvika, M - Møkkelvikfjellet, V - Volltjørbekken, S - Storhaugen, Tf - Tromsfjellet.



Figur 2. Forenklet skjematisk snitt gjennom vulkanittstratigrafi og intrusjoner i Tunnshøflyinflatet.. Mineraliseringer: L - Lillefjellklumpen, NN - Nedre nivå (Småvasskardet, Langvatnet?), ØN - Øvre nivå (Hausvika, Volltjørbekken), S - Storhaugen. Se tekst for forklaring av nummer på figuren.

4.2 Feltforhold til gabbroiske intrusjoner og gangbergarter i Grøndalsfjellområdet (G.B.M).

Denne beskrivelsen er basert på feltarbeid gjort i august 1995 i Grøndalsfjellområdet (Kart 1), vest for Skorovatn. Feltarbeidet er dels utført med henblikk på å framstille data til Grongprosjektet under Nord-Trøndelagsprogrammet og dels som et ledd i Gurli Meyers Ph.D. studie med prosjektittelen: "Magmatisk og hydrotermal utvikling af Gjersvik Nappens intrusivkompleks, Grongfeltet, Norge". På basis av feltarbeid utført i august/september 1994 (Meyer 1995a,b) ble Grøndalsfjellområdet valgt som gjenstand for de videre feltstudier. Dette skyldes at det utgjør en av de minst deformerte deler av Gjersvikdekkets intrusiver og kun i begrenset omfang er påvirket av metamorfose. I tillegg representerer området en viktig brikke i forståelsen av Gjersvikgruppens magmatiske utviklingshistorie. Det er på lengre sikt ønskelig å korrelere den vulkanske stratigrafien med den magmatiske utviklingshistorie for derved å framstille en genetisk modell for dannelsen av de vulkanogene massive sulfidmalmen i Grongfeltet. Under feltarbeidet er det lagt vekt på å kartlegge relasjonene mellom forskjellige gabbroiske intrusjoner og gangbergarter, samt variasjonene innenfor de enkelte intrusjoner. Samtidig har arbeidet vært rettet mot bedre å forstå de hydrotermale prosessene, som har påvirket intrusivene under det magmatiske stadiet. Beskrivelsen omhandler primært relasjonene mellom de enkelte intrusiver og gangbergarter og vil kun i begrenset omfang berøre den hydrotermale utvikling.

De vesentligste konklusjoner som kan trekkes ut av feltarbeidet i Grøndalsfjellet er omtalt nedenfor og skjematisk framstilt i Figur 3.

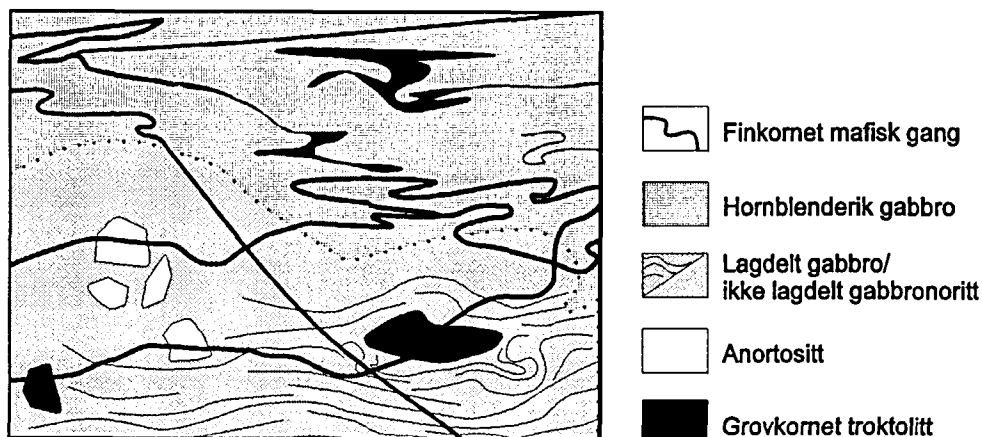
1) En grovkornet troktolittisk bergart opptrer stedvis i den nordlige delen av Grøndalsfjellområdet hovedsakelig som xenolitter i lagdelt gabbro og olivingabbro, men også som enkelte større sammenhengende partier i gabbronoritt. Enkelte finkornete mafiske ganger intruderer den troktolittiske bergarten og har i denne forbindelse alltid regelmessig intrusjonsforløp. Gangene følger tilsynelatende sprekkesystemer i troktolitten, og noe kontaktmetamorfose sees i kontakt med disse gangene. En anortosittisk bergart opptrer på samme måte som xenolitter i lagdelt gabbro og olivingabbro, men sees i tillegg også som xenolitter i intrusivbreksjer, hvor matriks består av hornblenderik gabbro. Da hverken troktolitt eller anortositt intruderer andre bergarter, regnes de å tilhøre den eldste delen av Grøndalsfjellkomplekset. Det er ikke påvist skjærende relasjoner mellom anortositt og troktolitt og dette gjør det vanskelig å bestemme deres innbyrdes relasjoner.

2) Lagdelt gabbro, olivingabbro og lagdelt olivingabbro utgjør hele den sentrale nordlige delen av Grøndalsfjellet og regnes å tilhøre en del av ett og samme kompleks. Bergartene intruderer et eldre kompleks av grovkornet troktolitt og anortositt som beskrevet i 1). Det sees en gradvis overgang fra disse bergarter til en ikke-lagdelt gabbronoritt med varierende mengder poikilittisk hornblende. Denne bergarten inneholder xenolitter av anortositt og kan

sannsynligvis utgjøre en del av komplekset med olivingabbro og lagdelt gabbro/ olivingabbro. Komplekset av lagdelt gabbro og olivingabbro kalles under ett for Grøndalsfjellgabbroen. Stedvis intruderes dette komplekset av regelmessige finkornete mafiske ganger uten avkjølingsrender. Disse antas å ha intrudert etter at komplekset har krystallisert, men før dette er blitt avkjølt. I tillegg til disse gangene finnes partier med en finkornet gabbroisk bergart med tydelig avgrensning til vertskomplekset, men med uregelmessig form. Disse partier intruderes også av de regelmessige mafiske gangene, og må derfor predatere disse. Men mens de regelmessige mafiske gangene klart post-daterer dannelsen av Grøndalsfjellgabbroen, viser de større grad av samtidighet med de finkornete gabbroiske partier i form av et flettende intrusjonsmønster. Dette indikerer, at den finkornete gabbroiske bergart i de uregelmessige partier ennå har vært helt eller delvis i smeltefase på tidspunktet for dannelsen av de mafiske gangene.

3) I Skorovassellen samt i området mellom Grøndalstjørna og Grøndalsfjellet forekommer et kompleks som består av hornblendegabbro, mafiske ganger samt en hybridbergart som representerer en blanding mellom disse to bergartene. I tillegg finnes tidlige granittiske ganger og årer som en del av det samme komplekset. Mengden av mafiske ganger, hybridbergart og granittiske årer varierer i hornblendegabbroen. Dette komplekset betegnes under et som Elvekomplekset. Avgrensningen til de øvrige bergarter i Grøndalsfjellområdet er uklar, men ved enkelte lokaliteter sees intrusivbreksjer, hvor matriks har likheter med Elvekomplekset. Xenolittene i disse breksjene kan tilsvare gabbronoritt i gabbrokomplekset (se punkt 2). Da det ikke sees xenolitter av troktolitt eller anortositt i hornblendegabbroen er Elvekomplekset sannsynligvis yngre enn Grøndalsfjellgabbroen. Elvkomplekset skjæres av regelmessige mafiske ganger som kan være samtidige med gangene i Grøndalsfjellgabbroen. Geokjemiske analyser må benyttes for å bestemme et eventuelt slektskap mellom gangbergarterne og dermed også de to kompleksene.

4) En serie av trondhemittiske ganger med øst-vestlig orientering skjærer hele sekvensen i Grøndalsfjellet og postdaterer dermed alle øvrige intrusjonsfaser.



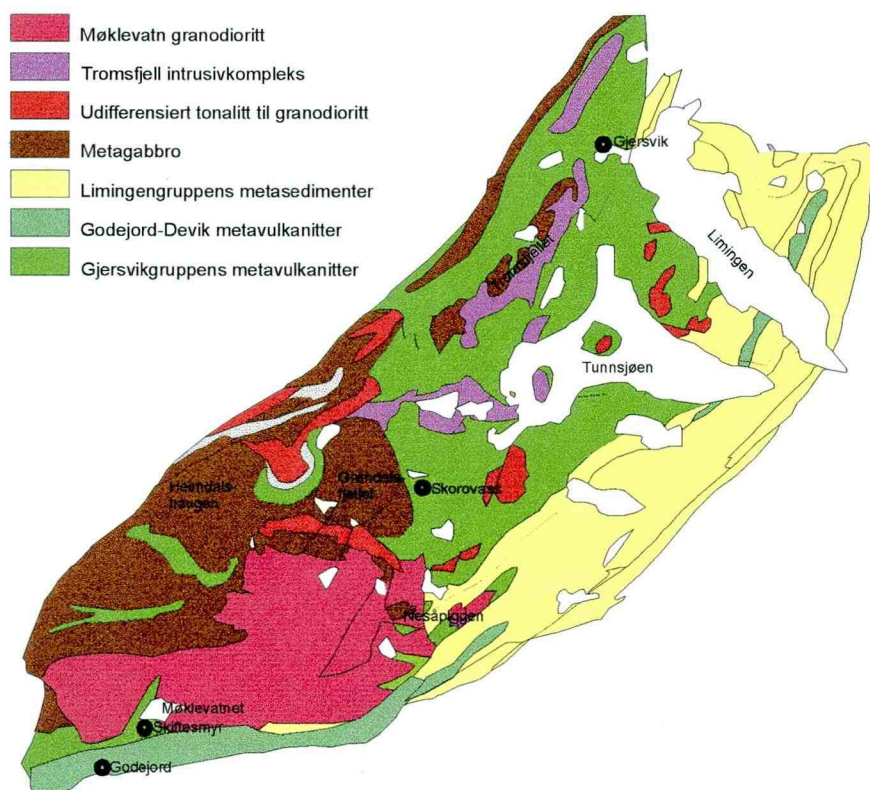
Figur 3. Skjematiske framstilling av forholdet mellom de magmatiske bergartene i Grøndalsfjellområdet.

4.3 Sammensatte mafiske-felsiske intrusivkomplekser og deres forhold til vulkanittstratigrafien (T.G.)

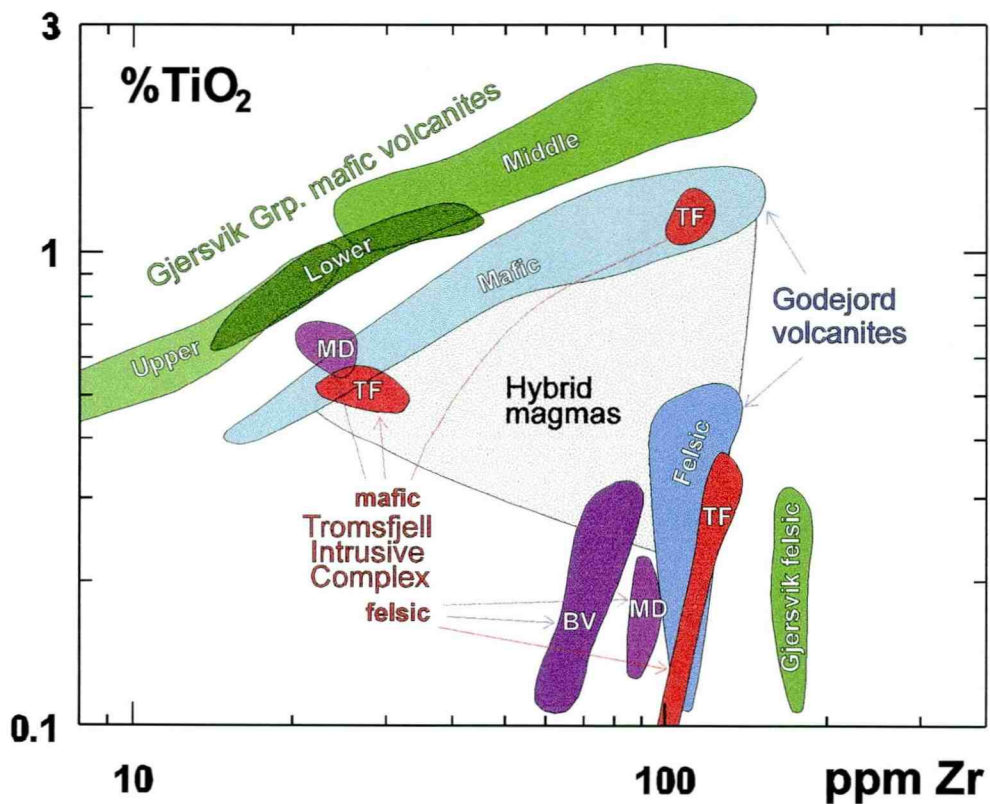
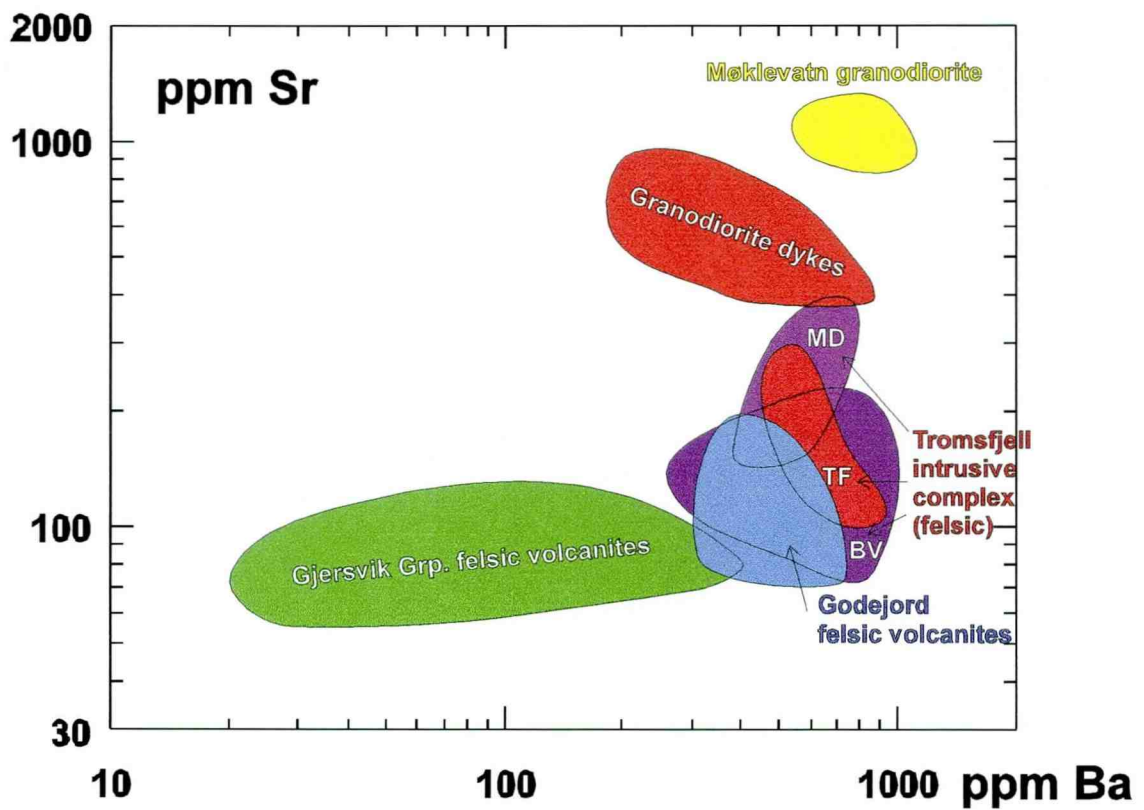
4.3.1 Grøndalsfjellet-Heimdalshaugen intrusivkompleks

Området blir undersøkt i større detalj av Gurli Meyer (Meyer 1995a) og Kapittel 4.2 i denne rapport). Hovedtrekkene dannes av et eldre, tildels lagdelt ledd bestående av troktolitt og anorthositt som utgjør deler av Grøndalsfjellområdet (Figur 4). Dette intruderes av et kompleks av gabbro, gabbonoritt, hornblendegabbro, hornblendedioritt og kvartsdioritt med samtidige mafiske ganger («hornblendegabbrokomplekset»). Sistnevnte kompleks karakteriseres av et høyt innhold av primærmagmatisk hornblende. Pegmatittiske partier er hyppige, dels i form av hornblenderike appinittganger.

Relasjoner til vulkanittstratigrafien er noe vanskelig å bestemme ved hjelp av geokjemi fordi storparten av bergartene representerer kumulater og ikke en opprinnelig smelte. Dette gjelder særlig det eldre, lagdelte ledd. I den yngre, hornblenderike del av komplekset viser noen av de samtidige mafiske ganger en geokjemi som er meget lik det en finner i Gjersvikgruppens midtre lavaenhet, som f.eks. et karakteristisk høyt TiO_2 -innhold og relativt lavt Zr -innhold (Figur 5). Hornblendedioritt og kvartsdioritt er stedvis relativt finkornige og kan representere smeltesammensetning, og enkelte prøver svarer geokjemisk til mafiske til intermediære ledd av midtre lavaenhet.



Figur 4. Forenklet kart over Gjersvikdekkets bergarter.



Figur 5. Strontium vs. barium for felsiske intrusjoner sammenlignet med Gjersvikgruppens og Godejordvulkanittenes felsiske metavulkanitter, og TiO_2 vs. zirkonium for mafiske og felsiske metavulkanitter sammenlignet med mafiske og felsiske ledd i Troms fjell intrusivkompleks. TF - Tunnsjøflyin, MD - Møklevikdalen og BV - Bjørkvatnet-Saksvatnet.

Nord for Grøndalsfjellet opptrer i Skorovassklumpen et større gangkompleks. Flere generasjoner ganger kan påvises i felt og de eldste av disse er også geokjemisk sammenlignbare med midtre lavaenhet. Blant de eldste gangene her, som ofte er assosiert med sulfidimpregnasjoner og sterk epidotomvandling, er videre et betydelig innslag av felsiske ganger som har en kjemi identisk med de felsiske ledd i midtre lavaenhet.

4.3.2 Tromsfjellet intrusivkompleks

En rekke større intrusjoner opptrer i områdene Tunnsjøflyin, Tromsfjellet og Bjørkvatnet-Saksvatnet. De omtales her som Tromsfjellet intrusivkompleks (Figur 4). Komplekset intruderer dels bergarter som tilsvarer det ovenfor omtalte hornblendegabbrokomplekset i Tromsfjellet, dels i Gjersvikgruppens vulkanitter. Kartlegging av Michael Heim viser at intrusjonene gjennomsetter alt fra nedre til øverste lavaenhet.

Intrusjonene er som helhet sammensatt av felsiske og mafiske ledd og blandingsmagma av endeleddene, selv om de felsiske ledd kan dominere i visse områder som i den store intrusjonen mellom Bjørkvatnet og Saksvatnet. De felsiske ledd er karakterisert av en markert kvartsporfyrisk tekstur med store kvarts fenokrystaller sammen med plagioklas, omvandlet hornblende og biotitt. Bergartene er for omvandlet til å klassifiseres eksakt i QAPF-diagrammet på grunnlag av modalsammensetning. Normativt faller de på grensen mellom granodioritt- og tonalitt-feltene. Fordi de har inneholdt primær hornblende og biotitt er det imidlertid sannsynlig at deres opprinnelige sammensetning var innenfor tonalittfeltet.

De mafiske ledd av Tromsfjellkomplekset danner delvis klart gjennomsettende og rette ganger med mer eller mindre utviklet avkjølingsrand mot felsiske bergarter som har vært størknet på det tidspunkt da den mafiske smelten intruderte. Mer karakteristisk er imidlertid relasjoner som viser at de mafiske og felsiske ledd intruderte som samtidige smelter. Dette vises blant annet som meget uregelmessige mafiske ganger som 'fingrer inn' i tonalitt, mafiske ganger som intruderer tonalitt og som samtidig inneholder årer og ganger av den tonalittiske sidebergarten, og putelignende mafiske intrusjoner med diffus avkjølingsrand mot tonalitt. Mange steder observeres gradvise overganger mellom de mafiske og de felsiske endeled. Det generelle inntrykk er at de felsiske magma intruderte først og at de ble etterfulgt av mafiske smelter mens de i hovedsak enda var i smeltefase.

Geokjemisk karakteriseres Tromsfjellkomplekset ved et mer 'utviklet' preg på de felsiske ledd enn det en finner i Gjersvikgruppens vulkanitter, blant annet et høyere innhold av LIL-elementer som Ba, Rb og K_2O , og samtidig et lavere innhold av Zr og mer varierende og gjennomgående lavere Y/Zr-forhold. Det er likevel betydelige variasjoner mellom felsiske ledd i geografisk adskilte deler av komplekset. En spesiell variant finnes i den nordlige del, i områdene Tromsvatnet-Sæterlifjellet, og Bjørkvatnet-Saksvatnet (BV - se Figur 4). Denne del

karakteriseres av en markert anrikning av Th, noe som også gjenspeiles i de radiometriske helikoptermålingene.

Også de mafiske ledd av Tromsfjellkomplekset har en variert geokjemisk sammensetning men skiller seg fra Gjersvikgruppens mafiske vulkanitter ved sitt markert lavere TiO_2/Zr -forhold. Tre hovedtyper av mafiske endeledt kan skilles ut: 1) noe utviklede mafiske intrusjoner med middels høyt TiO_2 og Zr; 2) primitive, lav- TiO_2 -Zr intrusjoner; og 3) alkaline biotitt- eller flogopitt-porfyriske intrusjoner med høyt K_2O , Th og LREE og ekstremt innhold av Zr (600-700 ppm). Type 1 og 2 kan kanskje være beslektet gjennom krystallfraksjonering (type 2 derivert fra type 1). Type 3, som utgjør en underordnet andel av de mafiske ledd, må imidlertid stamme fra et helt forskjellig primærmagma. Den spesielle geokjemien av type 3 med høyt Th kan kanskje peke på et genetisk slektskap med de felsiske bergarter ved Bjørkvatnet-Saksvatnet.

Intermediære bergarter faller på geokjemiske blandingskurver mellom de felsiske og mafiske endeledt. Ved Tunnsjøflyin (TF) har det vært stor grad av blanding mellom felsisk smelte og mafisk magma av type 2 og bare i liten grad type 1. I Tromsfjellet-Møklevikdalen (MD) har blanding skjedd mellom felsisk smelte og mafisk magma av type 1 mens type 2 ikke finnes. Ved Bjørkvatnet-Saksvatnet (BV) er det ikke observert mafiske intrusjoner. Tilsvarende hybridmagma er representert i gangsvermer ved Nesåpiggen hvor lav- TiO_2 -Zr, høy-Cr-MgO ganger stedvis kan ha intermediært SiO_2 -innhold og inneholde store xenokrystaller av kvarts.

Både mengdeforholdene mellom de store volum av felsisk magma og de mindre mengder mafisk magma, og geokjemiske forhold tilsier at de felsiske ledd av Tromsfjellkomplekset ikke er derivert fra de mafiske ledd ved prosesser som f.eks. krystallfraksjonering, men at de representerer forskjellige primærmagma som er kommet på plass omtrent samtidig. Videre kan relasjonene mellom de felsiske og de ulike typer mafiske intrusjoner tyde på at hele komplekset representerer en rekke med vekslende felsiske og mafiske intrusjoner hvor Tunnsjøflyin representerer den eldste fase (intrudert av mafisk magma av type 1, 2 og 3) etterfulgt av Tromsfjellet-Møklevikdalen (intrudert av mafisk type 2) og til slutt av Bjørkvatnet-Saksvatnet (ingen mafiske intrusjoner). En U-Pb zirkondatering fra sistnevnte område tyder på at kompleksets yngste deler er omkring 483 ± 4 Ma (Stephens et al. 1993).

Tromsfjellkomplekset viser markerte geokjemiske likhetstrekk (Figur 4) med vulkanittbeltet som strekker seg fra Godejord i sør mot Devikgrønnsteinen øst i Gjersvikdekket. Dette gjelder både mafiske og felsiske ledd med unntak av den mafiske type 3 (høy-Th-Zr) som ikke er funnet blant vulkanittene. En genetisk sammenheng er sannsynlig, der Tromsfjellkomplekset kan representere subvulkanske intrusjoner i et mulig magmatisk senter under utviklingen av Godejord-Devik-vulkanittene. Disse vulkanittene opptrer i den nedre, kalkrike del av Limingengruppens sedimentpakke som overlager Gjersvikgruppens vulkanitter stratigrafisk.

4.3.3 Møklevassintrusjonen

Møklevatn granodiorittkompleks utgjør et sammenhengende bergartsmassiv i den sydlige del av Gjersvikdekket hvor det intruderer alle Gjersvikgruppens intrusive og vulkanske bergartsledd og de nedre deler av Limingengruppens sedimentpakke. Ganger av samme sammensetning kutter Godejordvulkanittene. Komplekset er lokalt direkte overlappet av grove konglomerater og arkoser derivert i hovedsak fra granodiorittkomplekset. Granodioritten representerer det yngste kjente ledd i Gjersvikdekkets magmatiske historie og er datert (U-Pb zirkon) til 456 ± 2 Ma (Roberts og Tucker 1991). Bergartene inneholder i motsetning til de eldre felsiske intrusjoner relativt mye kalifeltspat og klassifiseres både modalt og normativt som klare granodioritter i QAPF-diagrammet. Mineralogisk (og geokjemisk) svært like bergarter opptrer i gangsvermer blant annet i Grøndalsfjellet på nordsiden av granodiorittmassivet.

Geokjemisk skiller granodiorittene seg klart fra de eldre bergarter i Tromsfjellkomplekset og Gjersvikgruppens felsiske ledd ved bl.a. et vesentlig høyere innhold av Al_2O_3 og spesielt Sr og Pb, samtidig som Zr-innholdet er noe høyere og Y/Zr-forholdet vesentlig lavere (Figur 4). Intrusivkomplekset kan ikke relateres til kjente vulkanittenheter i Gjersvikdekket.

4.4 Magmatisk og metallogenetisk utvikling av Gjersvikdekkets bergarter - en arbeidsmodell (T.G.)

Den magmatiske og metallogenetiske utvikling av Gjersvikdekkets bergarter er vist i Figur 6. De ulike trinn i figuren er nummerert i samsvar med nummereringen i avsnittene nedenfor:

1: Den eldste del av den magmatiske utviklingshistorien er trolig representert ved Gjersvikgruppens nedre lavaenhet (Reinsbakken 1992). Denne består av en relativt homogen sekvens av submarine basalter med IAT geokjemisk signatur. Det er usikkert om subvulkanske intrusjoner knyttet til disse vulkanittene er bevart i Gjersvikgruppen eller om de tilhørende magmakammer var dypere liggende og er kuttet bort under dekketransporten. I Figur 6 er det eldste, dels lagdelte ledd av troctolitt til anorthositt i Grøndalsfjellet-Heimdalshaugen intrusivkompleks antydningssvis satt som det underliggende magmakammer til nedre lavaenhet, men disse intrusjonene kan like gjerne være relatert til et tidlig stadium av midtre lavaenhet. Ingen kjente malmforekomster er knyttet til noen av disse bergartene.

2: Nedre lavaenhet intruderer av mafisk magma med sammensetning tilsvarende det i nedre lavaenhet. Dette differensierer og krystalliserer til et vidt spekter av bergarter, inkludert bl.a. store volum av primært hornblenderike gabbroer til kvartsdioritter og tonalitter. Det er mulig at utviklingen av de hornblenderike intrusivbergarter ble forårsaket av et samspill mellom magma og hydrotermale løsninger (sirkulerende sjøvann) langs randsonen av magmakammeret

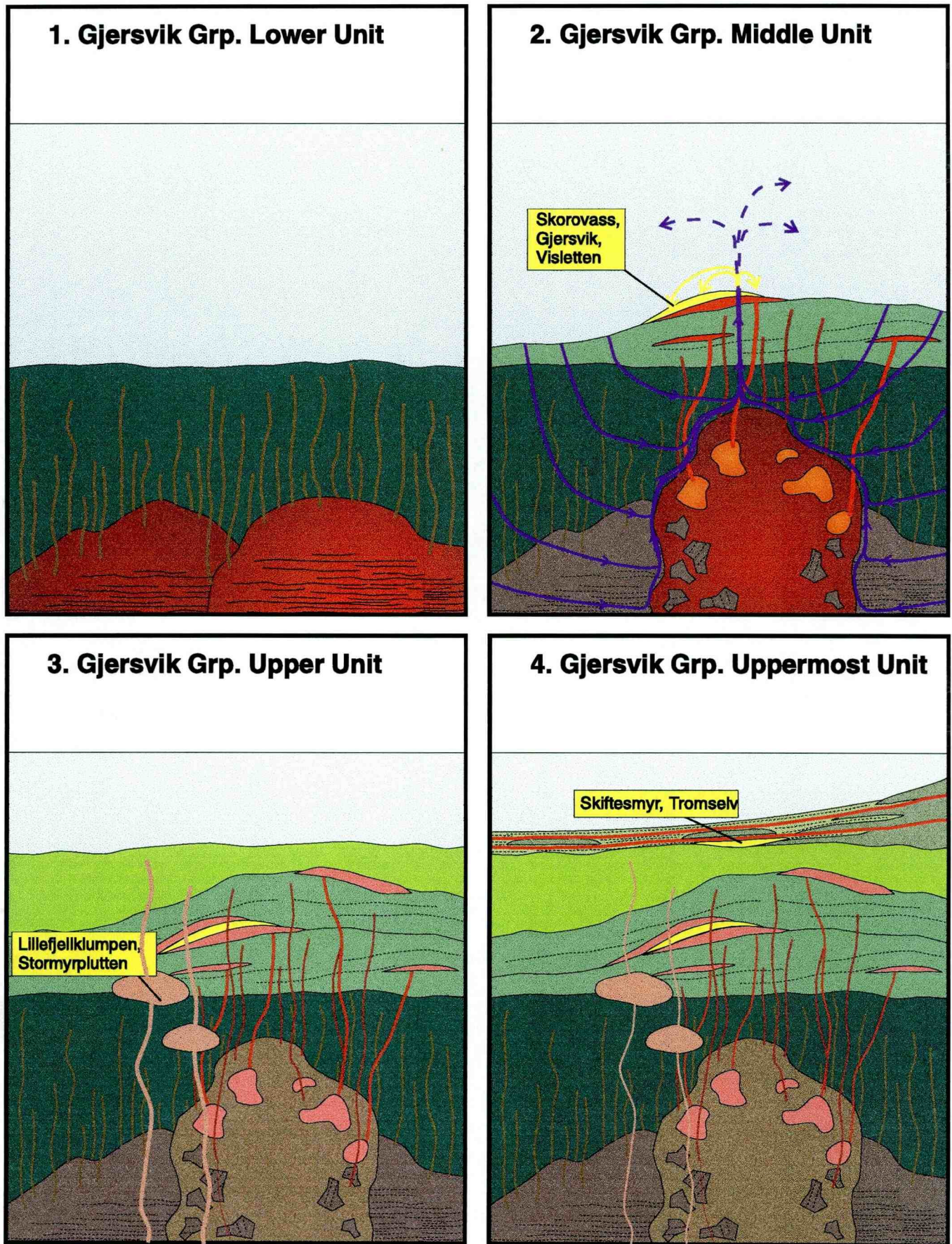
(eller magmakamrene). En modell som kan forklare et slikt samspill må trolig innbefatte en prosess med vedvarende eller stadig gjentatt assimilasjon av hydrerte sidebergarter langs randsonen av magmakammeret. Økt H₂O og oksygentrykk i den mafiske smelten ville kunne påvirke krystallisasjonsbetingelsene slik at mineraler som hornblende og magnetitt kunne krystallisere mye tidligere enn i et normalt, 'tørt' gabbroisk magma og dermed utvikle større volumer av intermediaære og felsiske restsmelter.

Disse intrusjonene representerer magmakamre til Gjersvikgruppens midtre lavaenhet (Reinsbakken 1992) som består av submarine basalter, andesitter og lav-K rhyolitter, samt ekshalittformasjoner som vasskis, jaspis og Mn-rike sedimenter og VMS-forekomster. De viktigste VMS-forekomstene som kan relateres til denne del av utviklingen er Skorovass, Gjersvik og Visletten.

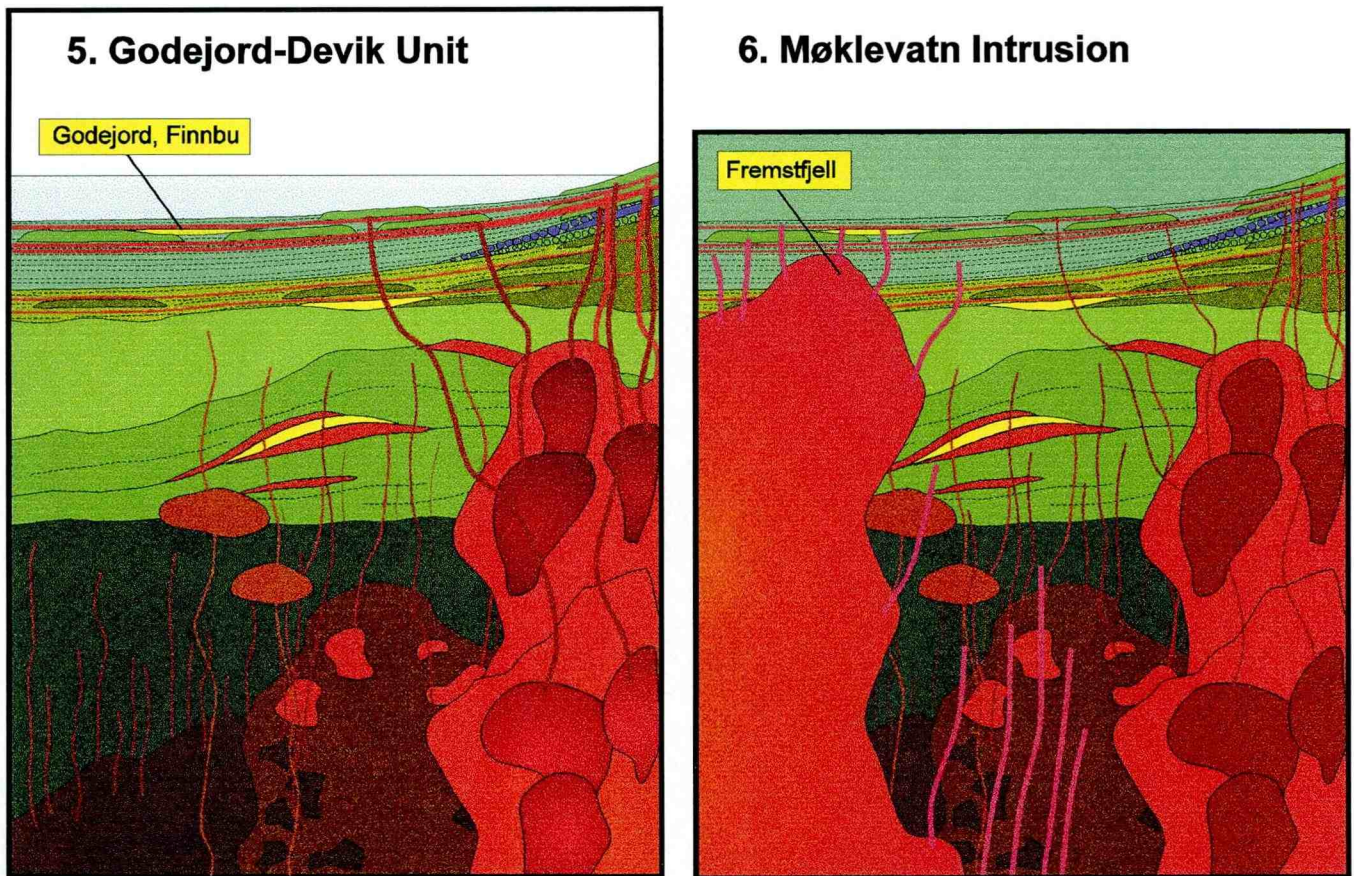
3: Gjersvikgruppens øvre lavaenhet (Reinsbakken 1992) ble avsatt som hovedsakelig submarine basalter med helt underordnede mengder av lav-K rhyolittiske vulkanitter. Basaltene er geokjemisk beslektet med de tidligere IAT-type magma, men er mer primitivt og dels av ultramafisk, dels boninitisk karakter. Tilhørende større magmakamre er ikke kjent og antas å ha vært dyptliggende og derfor fjernet under dekketransporten. Mindre gabbrointrusjoner (lagerganger?) i midtre og nedre lavaenhet er tidligere tolket å være relatert til disse vulkanittene (Larsen og Grenne 1995). Disse inneholder magmatiske Cu-Ni-PGE-mineraliseringer ved Lillefjellklumpen og Stormyrplutten. Ingen kjente VMS-forekomster kan knyttes til denne del av utviklingen.

4: En «øverste enhet» i Gjersvikgruppen er identifisert i Tromsfjellområdet (Michael Heim, feltrapport 1995 og Kapittel 4.1) og er avsatt som en sekvens av blandete mafiske-felsiske tuffitter vekslende med lav-K rhyolitt-tuffer og mer lokale basalter. Det store innslag av tuffittiske sedimenter tolkes som et resultat av erosjon fra et nærliggende vulkansk landområde med subaerisk vulkanisme som ga de utbredte rhyolitt-tuffer. De mafiske vulkanittene har fremdeles et primitivt IAT-preg men med en kjemi som tyder på en mantelkilde forskjellig fra det som gjelder for nedre til øvre lavaenhet. Større intrusjoner som kan regnes som subvulkanske ekvivalenter er ikke identifisert med sikkerhet, men foreløpige data kan tyde på at de er representert i felsisk-dominerte intrusjoner ved austre Møkkelvikfjellet (Tromsfjellet) og Stamtjern (nord for Godejord). VMS-forekomstene Skiftesmyr og Tromselv er knyttet til vulkanitter i dette stadium.

5 (ca.483 Ma): Den yngste registrerte vulkanske enhet i Gjersvikdekket er Godejord-Deviksonen som opptrer i nedre del av Limingengruppens sedimentdominerte lagpakke. Vulkanittene består av submarin basalt og mindre mengder andesitt, vekslende med lav-K rhyolitt-tuffer og tildels tykke lag av tuffittisk opprinnelse. Tuffittene består av blandet mafisk og felsisk vulkanogent materiale med et varierende men ofte stort innslag av karbonater. Kalkkonglomerater og ren kalkstein opptrer tilsynelatende stratigrafisk under vulkanittene i området Gaizervatn-Blåmuren. Vulkanitt/tuffitt-sekvensen er karakterisert av flere



Figur 6. Skjematisk utvikling av Gjersvikdekkets magmatiske og metallogenetiske historie. Se tekst for forklaring.



Figur 6 forts. Skjematisk utvikling av Gjersvikdekkets magmatiske og metallogenetiske historie.

ekshalittformasjoner (blåkvarts, jaspis, jernformasjoner med magnetitt og/eller pyritt, magnetitt/pyrittrik tuffitt, lag av Mn-rik granatfels).

Det store innslag av kalkrikt, tuffittisk materiale sammen med kalk-konglomerater og kalkstein tolkes å reflektere et nærliggende grunt-marint til subaerisk kildeområde. Den submarine sekvensen representerer både lokal submarin, mafisk til intermediær vulkanisme og mer utbredt, subaerisk rhyolittvulkanisme. Forskjellige kilder har bidratt til de ulike mafiske smelter, som er samtidige med, men ikke genetisk knyttet til de store mengder felsisk magma. Store, relativt grunne subvulkanske intrusjoner er representert i Tromsfjell-komplekset. De viktigste mineraliseringene som kan knyttes til denne del av utviklingen er de Zn-dominerte VMS-forekomstene Godejord og Finnbu (Kart 1).

6 (ca.456 Ma): Intrusjon av det store Møklevatn granodiorittkompleks i det eldre magmatiske/sedimentære kompleks, fulgt av dyp erosjon og avsetning av granodiorittderiverte konglomerater og arkoser (Limingengruppens øvre del). Relaterte vulkanitter er ikke kjent i den bevarte del av sekvensen. Metallogenetisk er denne magmatiske aktiviteten representert i Cu-Mo porfyrtipe mineraliseringer nær taksonen av intrusjonen ved Fremstfjell og Gaizervatn (Kart 1).

5 TILRETTELEGGE ALLE TILGJENGELIGE GEODATA SOM KAN VÆRE TIL NYTTE VED PROSPEKTERING I GRONGFELTET.

De geofysiske målingene fra helikopter fra 1994 er ferdig prosessert i løpet av vinteren 94/95 og ferdigstilte rapporter med kart for målingene både fra 1993 og 1994 er utgitt (Rønning 1995). Helikoptermålingene fra 1994 er overført til bildebehandlingssystemet på tilsvarende måte som 1993-målingene (magnetiske og VLF data; 50x50 m cellestørrelse) og konduktansen er beregnet for elektriske ledere. I tillegg er resultatene av målingene fra 1985 (omkring Joma), 1993 og 1994 slått sammen (100x100 m cellestørrelse, magnetiske, VLF og radiometriske data) (Skilbrei 1995). Geosoft programvare og bildebehandlingssystemet har i løpet av høsten vært benyttet til å framstille en rekke kart og bildebehandlingsfiler hvor ulike deler av data fra helikoptermålingene blir framhevet. Disse vil benyttes ved samtolkning i løpet av våren 1996. Utfyllende gravimetrisk målinger som ble utført i 1995, vil benyttes til modellberegninger for å tolke mektigheten på Gjersvikdekket.

Resultatene av geofysiske bakkemålinger (hovedsakelig Turam foretatt i 70-årene av NGU og eldre tyske målinger) er digitalisert og overført til Arc/Info (Kirma-Austvatnet, Litlfjellet nord for Gjersvik, Halvvegsvann og Borvasselv, Tunnsjøflyin og Småvatnan-Hausvik, nord og sør for Skorovatn, Finnbur og Skiftesmyr). Andre bakkegeofysiske målinger er ikke funnet hensiktsmessig å legge inn; VLF-målinger, som i all hovedsak er utført av Grong Gruber, er gjort i lokale stikningsnett og er vanskelig å koordinatfeste nøyaktig og SP- og CP- målinger, som er foretatt i forbindelse med mange forekomster er gjerne for detaljerte til å være til nytte ved den regionale sammenstillingen.

Arbeidet med å sammenstille en komplett oversikt over kjente sulfidmineraliseringer i Grongfeltet pågår. Innleggingen av data til det sentrale Malmregisteret ved NGU er ferdig med unntak av enkelte analyseresultater som fortsatt gjenstår. I tillegg vil det utarbeides en rapport hvor plasseringen av alle forekomstene i den antatte vulkanittstratigrafien for Gjersvikgruppen diskuteres.

Arbeidet med å tilrettelegge alle data til bruk av ArcView2 er nå kommet langt og data kan raskt presenteres på skjerm for aktuelle interessenter.

6 PÅ BASIS AV DEN TOTALKUNNSKAP SOM FRAMKOMMER MEDVIRKE TIL AT EN ELLER FLERE PROSPEKTERINGSSELSKAP TREKKES INN I GRONGFELTET.

Hovedvekt er lagt på presentasjon av prosjektet og malmpotensialet i Grongfeltet ved Prospekteringsmessen i Toronto i mars. Mye tid ble brukt til å utarbeide en brosjyre som også ble vist på et møte i London i april. Tilbakemeldingene på Toronto-møtet var svært positive.

Det mest konkrete resultatet så langt er at Norway Gold Exploration (Geologiske Tjenester v/B. Flood og Ontario Ltd) har mutet flere områder i Grongfeltet (Sanddøla, Skorovatn, Tromsfjell og Mariafjell). De har sammen med andre canadisk prospekteringselskap besøkt NGU og også deltatt i møter med Nord-Trøndelag Fylkeskommune. Selv om vi har hatt flere samtaler med denne gruppen og de har foretatt flere befaringer, har det framkommet få konkrete planer om deres videre arbeid i Grongfeltet. Et canadisk juniorselskap er imidlertid nå i gang med å vurdere mulighetene for småskala gruvedrift av Skiftesmyrforekomsten, samt Godejord.

Malmpotensialet er i tillegg presentert for Cominco Resources, Europa, men de større prospekteringselskapene ser ut til å sette større krav til malmføremsternes størrelse og gehalter enn det som hittil har vært påvist i Grongfeltet.

Grongprosjektet er også beskrevet i en artikkel i NGU's Årsrapport for 1994 (Sandstad 1995).

Markedsføringen av Grongprosjektet og dermed malmpotensialet i Grongfeltet vil være omfattende under slutføringen av prosjektet i 1996. Rapporter over ulike delemner vil bli skrevet, og i tillegg vil det være aktuelt å samle alle digitale data og lagre disse på CD-rom. En utfordring er fraværet av norske selskaper som er interessert i å prospektere etter norske metallforekomster, og resultatene må derfor lanseres internasjonalt. Planer foreligger nå om å presentere prosjektet på Internet, på egne sider i det internasjonale Infomine og med mulig kobling til NGU's sentrale sider. Ytterligere publisering av resultatene vil skje i løpet våren 1997.

7 KONKLUSJON OG VIDERE ANBEFALINGER

Boringene i den nordlige delen av Grongfeltet ga ingen indikasjoner på nye økonomiske malmforekomster i dette området. Likevel bør borhullslogging foretaes i det lengste borehullet for å undersøke om den registrerte skjæringen er gjennom den beste lederen i området. Videre tolkning av TFEM-anomalien over Kirma-vest og dens lokalisering i forhold til et borhull utført av Grong Gruber i 1978 bør gjennomføres. Det er tilsynelatende ikke samsvar med styrken på denne anomalien og de registrerte mineraliseringene i borehullet.

Den nordlige delen av Grongfeltet er nå godt dekket med bakkegeofysiske dypmålinger med TFEM-målingene fra Bjørkvatnet til Austvatnet og over Gjersvikklumpen (Elvebakk & Dalsegg 1995a,b,c), Turam-målinger over Lillefjellet nord for Gjersvik gruve (Singsaas 1978) og Syscal-EM ved Rørvatnet (Elvebakk 1990). Økonomiske, massive sulfidforekomster er ikke påvist i disse områdene. Muligheten for en massiv malm tilknyttet den dype omvandlingssonen ved Rørvatnet er imidlertid hittil ikke avklart. Resultatene av TFEM-målingene utelukker at den ligger øst for Rørvatnet. Alternativene er da om den ligger vest/sørvest for vannet eller om den er erodert bort. Videre tolkning av geologien i dette området er nødvendig for å kunne bestemme hvilke av disse to alternativene som er den mest sannsynlige.

Prosjektet har med unntak av prøvetaking og kartlegging omkring Gåsvatnet ikke prioritert oppfølging innenfor Jomagronnsteinen. Dette har dels sammenheng med fordelingen av ansvarsområder mellom Grong Gruber og prosjektet, og fraværet av mektigere Jomagronnstein i andre deler av Grongfeltet utenfor foldeombøyningene ved gruveområdet.

Oppfølging av EM-anomalier i den sørlige delen av Gjersvikgrønnsteinene har hovedsakelig ført til funn av ekshalittmineraliseringer med lavt innhold av kobber og sink. Videre bearbeiding av resultatene, geologisk og geofysisk tolkning og kjemiske analyser vil være med på å bestemme om disse tilhører samme stratigrafiske nivå, eventuelt om de kan være tilknyttet proksimale sulfidmineraliseringer med høyere innhold av basemetaller. Foreløpige resultater indikerer imidlertid at økonomiske sulfidforekomster ikke finnes langs Hausvika-Møkkelvikfjellet-Volltjørnbekken-Tunnsjøflyin sonen. Samme vurdering gjelder også for ekshalitt-mineraliseringene fra Ingjelsvatnet i nordøst til Nesåflyin i sørvest.

Området sørvest for Tunnsjøflyin kan imidlertid ikke helt avskrives selv om magnetkis-mineraliseringene nede ved vannet er fattige på kobber og sink. Den elektriske lederen som er registrert ved 25 Hz-målingene er ikke forklart og forhøyde kobberverdier i omvandlete grønnsteiner og i gangkomplekset indikerer kobberførende hydrotermale løsninger i øvre deler av gangkomplekset. Området bør følges opp med ytterligere TFEM-målinger.

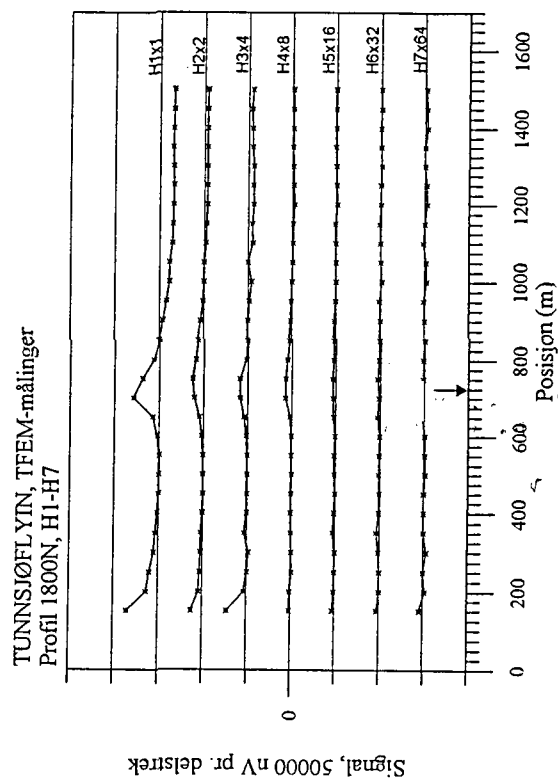
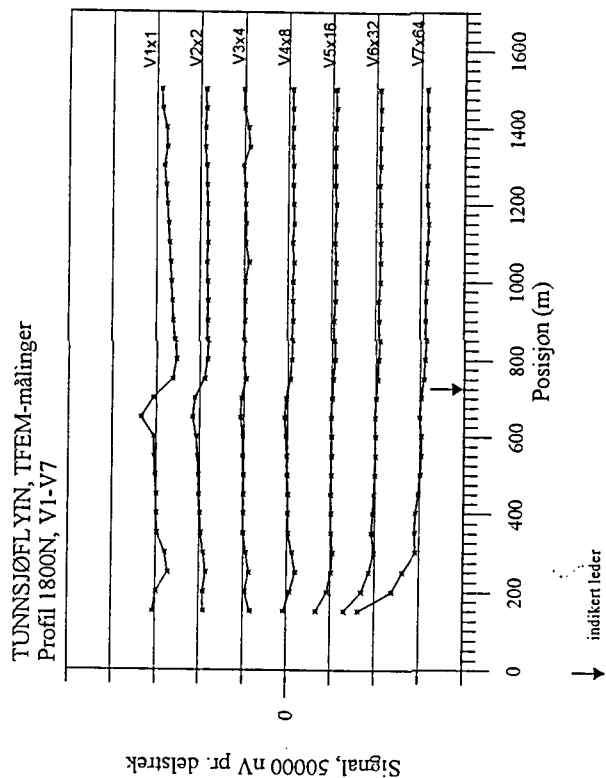
Området vest og nordvest for øvre Nesåvatn (Tredjevatnet) (Nr. 24, Tabell 1) ser imidlertid ut til å være mere lovende, med både massive sulfider, stringer-sone type mineralisering og omvandling av grønnsteinene. Området bør derfor undersøkes med bruk av TFEM-målinger. Intrusivene sør for dette området, som danner Nesåpiggen, kan være varmekilden for et større hydrotermalt system. En markert nord-sør orientert forkastningssone går gjennom øvre Nesåvatn og fortsetter nordover rett øst for Grøndalsfjellet og over nordre Grøndalsfjellet. Denne kan dels representere en synvulkansk forkastning. Avsetningen av basalkonglomeratet til Limingengruppen med materiale derivert fra grønnsteinsområdet på østsida av vannet indikerer iallfall at det kan være en tidlig hovedstruktur. Med tilbakeføring av en tidligere sinistral forskyvning på ca. 4 km langs denne forkastningen, vil området vest for vannet ligge på samme nivå som Skorovassforekomsten. Denne strukturen fortsetter tilsynelatende ikke gjennom Godejord/Devik-grønnsteinen ned mot Sanddøladalen i sør.

Det er imidlertid vedtatt av Styringsgruppen for Fylkesprogrammet for Nord-Trøndelag og Fosen at det ikke er aktuelt å gjennomføre oppfølging av disse områdene innenfor prosjektet uten at andre interessenter kommer inn og bidrar med støtte. Hovedoppgaven for prosjektet vil være i tillegg til å sikre en solid dokumentasjon av alle grunnlagsdata, å teste den foreløpige arbeidsmodellen for den geologiske og metallogenetiske utviklingen innenfor Gjersvikdekket gjennom tolkning av kjemiske analyser og aldersdatering. Samtidig vil en regional geofysisk tolkning både av magnetiske og gravimetrisk data gjennomføres for å få en bedre forståelse for fordelingen av bergartene i tre dimensjoner. Gjennom dette arbeidet er målet å kunne peke på områder med potensiale for økonomiske massive sulfidforekomster hvor objektrettede undersøkelser kan fokuseres.

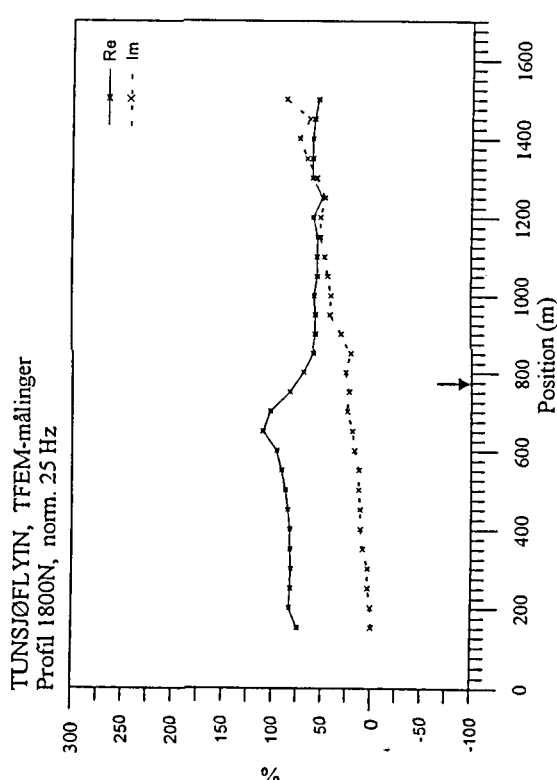
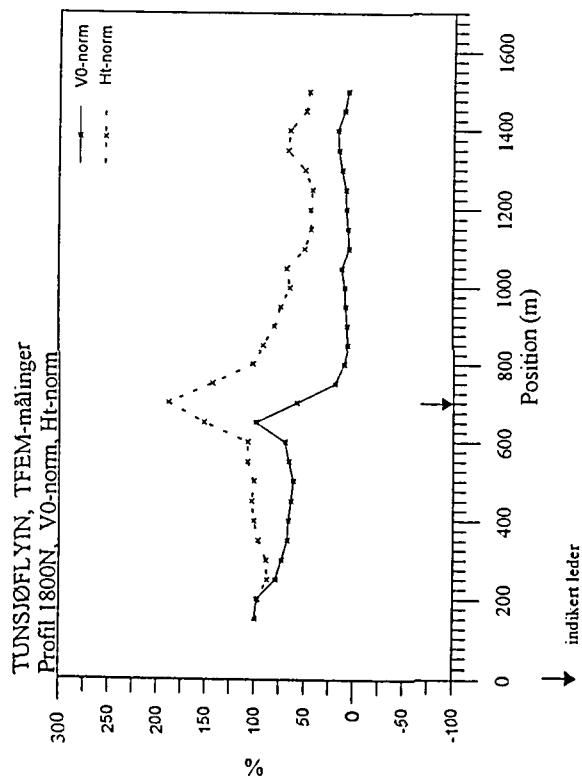
8 LITTERATUR

- Elvebakk, H. & Dalsegg, E. 1995a: TFEM-målinger, Annliffjell, Røyrvik, Nord-Trøndelag. *NGU Rapport 95.001*, 34s.
- Elvebakk, H. & Dalsegg, E. 1995b: TFEM-målinger, Gjersvikklumpen, Røyrvik, Nord-Trøndelag. *NGU Rapport 95.004*, 36s.
- Elvebakk, H. & Dalsegg, E. 1995c: TFEM-målinger, Kirma, Røyrvik, Nord-Trøndelag. *NGU Rapport 95.065*, 46s.
- Elvebakk, H. & Dalsegg, E. 1995d: TFEM-målinger, Tunnsjøflyin, Namsskogan, Nord-Trøndelag. *NGU Rapport 95.125*, 32s.
- Grenne, T. 1995: Kjerneboring i Godejord 1994. *NGU Rapport 95.101*, 22s.
- Heim, M. 1993: Berggrunnsgeologiske undersøkelser i det sørvestlige Grongfeltet (Rosset - Godejord - Skiftesmyr - Finnbu). *NGU Rapport 92.311*, 36s.
- Larsen, R & Grenne, T. 1995: Cu-Ni-PGE mineralization hosted by boninitic gabbro, central Norwegian Caledonides: character and tectonic setting. *Trans. Instn Min. Metall.* 104, B87-B98.
- Logn, Ø. 1972: Grøndalsfossen kisforekomst. Geofysisk-geokjemisk rekognosering og prøvetaking, Namsskogan, Nord-Trøndelag. *NGU Rapport 905, objekt 13*, 16s.
- Meyer, G.B. 1995a: Foreløpig undersøgelse af intrusive bjergarter i Gjersvikgruppen, Grongfeltet. *NGU Rapport 95.063*, 13s.
- Meyer, G.B. 1995b: Feltrapport over undersøgelser af intrusive bjergarter i Gjersviknappen, Grongfeltet. *NGU Rapport 95.086*, 23s.
- Reinsbakken, A. 1992: The Skorovass volcanogenic massive sulphide deposit. Volcanostratigraphy, petrochemistry, hydrothermal alteration and paleotectonic setting. *Upubl. NTH dr.ing. avh. 1992:92*, 363 s.
- Roberts, D. & Tucker, R.D. 1991: U-Pb zircon age of the Møklevatnet granodiorite, Gjersvik Nappe, Central Norwegian Caledonides. *Nor. geol. unders.* 421, 33-38.
- Rønning, S. 1995: Helikoptermålinger over Grongfeltet, Nord-Trøndelag 1993 og 94, *NGU Rapport 95.057*, 14s.
- Sakshaug, G.F. 1943: Elektromagnetisk undersøkelse Hausvik-Grøndalsfossen, Røyrvik. *Geofysisk Malmleting Rapport 38*, 12s.
- Sandstad, J.S. 1995: Kartlegging av nye malmreserver i Grong. *NGU Årsrapport 1994*, s. 8-9.
- Sandstad, J.S. & Reinsbakken, A. 1994: Samtolkning av geodata i Grongfeltet - status pr. 31.12.93. *NGU Rapport 93.145*, 44 s.
- Sandstad, J.S., Reinsbakken, A., Ryghaug, P & Skilbrei 1994a: Samtolkning av geodata i Grongfeltet - status pr. 30.06.94, *NGU Rapport 94.062*, 48 s.
- Sandstad, J.S., Dalsegg, E., Elvebakk, H., Grenne, T., Heim, M., Meyer, G.M., Reinsbakken, A., Roberts, D., Solli, A. & Dyrstad, G.S. 1994b: Samtolkning av geodata i Grongfeltet - status pr. 15.12.94, *NGU Rapport 94.094*, 36 s.
- Singsaas, P. 1978: Turammålinger, Lillefjell i Gjersvikfeltet. *NGU Rapport 1600*.

- Skilbrei, J.R. 1994: Kartframstilling av helikoptermåledata fra Røyrvik, Nord-Trøndelag. *NGU Rapport 94.040*, 6s.
- Stephens, M.B., Kullerud, K. & Claesson, S. 1993: Early Caledonian tectonothermal evolution in outboard terrane, central Scandinavian Caledonides: new considerations from U-Pb zircon dates. *Journ. Geol. Soc. London* 150, 51-56.



Figur 5a. Vertikal og horisontalkanaler profil 1800N



Figur 5b. Normalisert VO, Htot og 25 Hz, profil 1800N

BERGGRUNNSKART OVER GRONGFELTET

0 5 10 km

foreløpig utgave, desember 1995

TEGNFORKLARING

GJERSVIKDEKKET

- Dypbergarter**
- 11 Grønndioritt, kvartarioritt, tonallitt, trondhjemsitt
- Hornblendedioritt
- Gabbro, hornblendegabbro, metagabbro, inkludert mafiske gangkomplekser
- Ultramafitt, pyrokseinit, hornblenditt
- Låningsgruppe**
- 18 Kalkrik mafisk til felsisk tuffitt med magnetittrike soner
- 19 Kalkpatrisk sandstein og fyllitt, konglomerat
- 20 Arkosisk til subarkosisk sandstein og konglomerat
- 21 Sandstein, konglomerat med boller av grønnstein, korallfyr og jasp
- 22 Båndet gråbrun kalkfyllitt
- 23 Kalkrik skissolitt sandstein, tykkbåndet skiss
- 24 Grønnstein, grønnskifer (Devikgrønnsteinen)
- 25 Kalkholdig fyllitt og allstein, båndet gråvacke
- 26 Konglomerat eller brekke med boller/fragmenter av karbonat
- 27 Kalkpatrisk marmor
- 28 Basal polymikt konglomerat med boller av grønnstein, tonallitt og gabbro
- Gjersvikgruppe**
- 30 Båndet mafisk-felsisk tuffitt og brekke
- 31 Kvartarkorallfyr, metachrysolitt
- 32 Grønnstein, lys Mg-Ca rik basalt
- 33 Grønnstein, mørk grågrønn, Fe-Ti basalt, basaltisk andesitt
- 34 Grønnstein, grønn kloritrik basalt, delvis amfibolittisk
- 35 Grønnstein, udiffusert
- 36 Båndet aktinolittskifer, amfibolittisk grønnstein
- 37 Båndet amfibolitt/metagabbro

ORKLUMPDEKKET

- Røyrvikgruppe**
- Gabbro
- Serpentinit
- 42 Kalkfyllitt (Brakfjell fyllitt)
- 43 Kvartaritt
- 44 Ornatstein (Jomagnuststeinen)
- 45 Kvartarfyllitt, delvis graffitiferende
- 46 Marmor
- 47 Gråvacke, sandstein
- Haldningsdalsgruppe**
- 51 Kvartarkorallfyr, tonallitt
- 52 Båndet grønnskifer, grønnstein, tuffitt
- 53 Fyllitt, grafit- og kvartaritt
- 54 Kvartaritt, kvartarfyllitt
- 55 Fyllitt, kalkpatrisk og kvartaritt
- 56 Båndet, kalkpatrisk fyllitt (Blåvattfyllitt)
- Nordliggruppe**
- 61 Amfibolitt
- 62 Fyllitt, glimmerkifer

GEOLOGISKE SYMBOLER

- Skyvegense under Helgelandsdekket
- Skyvegense under Gjersvikdekket
- Skyvegense under Orklumpdekket
- Skyvegense under Skjotingsdekket
- Skyvegense under Oftefjellsdekket
- Skyvegense under Fomofossdekket
- Kisten skyvegense
- Ferkastning
- Målforkonstanseminskede skjerp
- 16 EM-anomalier undersøkt i 1995 (Nr. i Tabell 1)

Geologien er digitalisert fra de foreløpige berggrunnskartene (M 1:50 000): Røyrvik (Lutro & Kollung 1983), Jomafjell (Fossen & Kollung 1988), Skorvass (Reinsbakken & Halle 1987), Tunnsjøen (Reinsbakken 1987), Låningen (Reinsbakken 1986) og upublisert materiale fra A. Nilsen og M. Heim. Rutemottet tilsvarende kartbladinddelingen. Sammenstilt ved NGU av A. Soll og J.S. Sandnes.

Digital vektoriser, NSO fra Statens Kartverk. Tillatelse L. KS 4 1512

