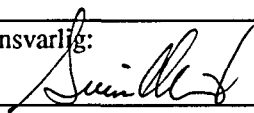


NGU Rapport 96.001

Feltforhold af gabbroiske intrusjoner og
gangbergarter i Grøndalsfjellområdet,
Grongfeltet

| | | | | |
|--|--|--|-----------------------------------|--|
| Rapport nr.: 96.001 | | ISSN 0800-3416 | Gradering: Åpen | |
| Tittel: Feltforhold af gabbroiske intrusjoner og gangbergarter i Grøndalsfjellområdet, Grongfeltet | | | | |
| Forfatter: Gurli B. Meyer | | Oppdragsgiver: NGU/ Nord-Trøndelag Fylkeskommune | | |
| Fylke: Nord-Trøndelag | | Kommune: Namsskogan | | |
| Kartblad (M=1:250.000) Grong | | Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1824 II, Skorovatn | | |
| Forekomstens navn og koordinater: | | Sidetall: 24 | Pris: kr 251,- | |
| Feltarbeid utført: 1995 | | Rapportdato: 1/1 1996 | Prosjektnr.: 67.2509.47 | Ansvarlig:  |
| Sammendrag: <p>Denne rapport er baseret på feltarbejde udført i sommeren 1995 indenfor projektet "Samtolkning af geodata i Grongfeltet" under NGU og Nord-Trøndelag Fylkeskommune. Rapporten beskæftiger sig med feltforhold, petrografi og mineralogi af gabbroiske intrusjoner og gangbjergarter i Grøndalsfjellområdet i Grongfeltet. Undersøgelserne har bestået af en kombination af kortlægning/ prøve-tagning og mikroskopering af tyndslib fremstillet på basis af prøvetagning i 1994. Hovedmålet for disse undersøgelser er, at belyse den magmatiske udvikling af Grongfeltets intrusive bjergarter for derigennem at opnå en bedre forståelse af de magmatiske og hydrotermale processer, der har været aktive under dannelsen af Grongfeltets vulkanogene massive sulfider. På baggrund af feltarbejde i Grongfeltet i 1994 er Grøndalsfjellområdet udvalgt som hovedområde for studierne, idet visse af områdets bjergarter viser teksturelle og geokemiske paralleller til dele af den vulkanske stratigrafi i Grongfeltet. Samtidig er området velblottet og tilgængeligt og, sammenlignet med øvrige dele af Grongfeltet, det område der rummer de bedste betingelser for studier af de primære magmatiske processer og kontaktrelationerne mellem forskellige intrusiver. Rapporten fokuserer på relationerne mellem et kompleks bestående af lagdelte og ikke lagdelte gabbroer og et kompleks bestående af hornblenderige gabbroiske bjergarter. Samtidig lægges der vægt på beskrivelsen af mafiske og ultramafiske gange og disses relationer til hhv. lagdelt gabbro og hornblenderig gabbro.</p> | | | | |
| Emneord: | | BERGGRUNNSGEOLOGI | KARTLEGNING | |
| PETROLOGI | | OMDANNING | GABBRO | |
| GANGBERGART | | GRANODIORIT | FAGRAPPORT | |

INDHOLD

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INDLEDNING..... | 5 |
| 2 | GENERELT OM FELTOMRÅDET..... | 5 |
| 3 | BJERGARTSBESKRIVELSER..... | 7 |
| 3.1 | Anorthosit..... | 7 |
| 3.2 | Grovkornet troktolit..... | 7 |
| 3.3 | Gabbro, gabbronorit, olivingabbro..... | 8 |
| 3.4 | Hornblendegabbro, mafiske gange og dioritiske differentiatier..... | 10 |
| 3.5 | Appinitiske gange..... | 14 |
| 3.6 | Mafiske/ ultramafiske gange..... | 14 |
| 3.7 | Granodioritiske gange..... | 17 |
| 4 | BJERGARTSRELATIONER..... | 18 |
| 4.1 | Anorthosit/ troktolit i forhold til øvrige bjergarter..... | 18 |
| 4.2 | Interne forhold i Grøndalsfjellkomplekset..... | 18 |
| 4.3 | Interne forhold i Elvekomplekset..... | 19 |
| 4.4 | Grøndalsfjellkomplekset i forhold til Elvekomplekset..... | 20 |
| 4.5 | Granodioritiske gange i forhold til øvrige bjergarter..... | 22 |
| 5 | HOVEDKONKLUSIONER..... | 23 |
| | REFERENCER..... | 24 |

FIGUROVERSIGT

| | |
|-----------------|----|
| Figur 1..... | 8 |
| Figur 2a+b..... | 9 |
| Figur 3..... | 10 |
| Figur 4..... | 11 |
| Figur 5..... | 12 |
| Figur 6..... | 12 |
| Figur 7..... | 13 |
| Figur 8..... | 15 |
| Figur 9..... | 15 |
| Figur 10..... | 16 |
| Figur 11..... | 17 |

| | |
|---------------|----|
| Figur 12..... | 20 |
| Figur 13..... | 21 |
| Figur 14..... | 22 |

BILAG

Bilag 1: Geologisk kort over Grøndalsfjellområdet

Bilag 2: Figuroversigt

1 INDLEDNING

Denne rapport er baseret på feltarbejde gjort i august 1995 i Grøndalsfjellområdet i Grong-feltet. Feltarbejdet er dels udført med henblik på at fremstille data til Grongprojektet under Nord-Trøndelagsprogrammet og dels som et led i rapportforfatterens Ph.D. studium med projekttitlen: "Magmatisk og hydrotermal udvikling af Gjersvikgruppens intrusivkompleks, Grongfeltet, Norge". Det er på længere sigt ønskeligt at opstille en genetisk model for sammenhængen mellem dannelsen af de vulkanogene massiv sulfid malme og den hydrotermale og magmatiske udviklingshistorie i Gjersvikgruppen. På basis af feltarbejde udført i august/ september 1994 (Meyer 1995a+b) blev Grøndalsfjellmassivet udvalgt som hovedområde for nærmere feltstudier. Der er mange mineralogiske og geokemiske ligheder mellem Grøndalsfjelllets gabbroiske intrusioner og dele af den vulkanske stratigrafi i Gjersvikgruppen, og området regnes derfor som en vigtig brik i forståelsen af Gjersvikgruppens magmatiske og vulkanske udviklingshistorie.

Hovedmålene med studierne er at: 1) give en detaljeret beskrivelse af de forskellige intrusionsfaser i området samt den indbyrdes intrusionsrækkefølge, 2) beskrive teksturer og strukturer der afspejler krystallisationsforhold, kumulatprocesser og magmablanding, 3) beskrive bjergarternes petrografiske, mineralogiske og geokemiske signaturer, 4) afklare graden af assimilation af xenolitter og sidesten, 5) undersøge betydningen og sammensætningen af fluider, 6) sammenligne stratigrafien i intrusivkomplekset med stratigrafien i metavulkanitterne for derefter at opstille en model for udviklingen af Gjersvikgruppens magmatiske og hydrotermale udvikling. Rapporten beskæftiger sig fortrinsvist med punkt 1 og 2, men vil også komme ind på dele af de øvrige punkter.

I rapporten refereres der til det geologiske kort i bilag 1. Dette kort baserer sig dels på tidligere kortlægning i området (Halls et al., 1977, Reinsbakken og Halls, 1987 og Heim, 1995), hvorfra omridset af det gabbroiske kompleks og fordelingen af opgrænsende bjergarter er aftegnet, og dels på feltarbejde udført af rapportforfatteren i 1994 og 1995.

2 GENERELT OM FELTOMRÅDET

Generelt er området velblottet, særligt langs elve og vandløb og i områder der ligger over 500m. I lavereliggende strøg dominerer løsmasse og bevoksning over spredte rygformede blotninger, og i bilag 1 er enkelte områder med fuldstændigt overdække af myr og løsmasse markeret. En stor del af studierne er foregået langs Skorovassellen og Grøndalselven (bilag 1), hvor bjergarterne er særlig godt blottede.

Grøndalsfjellområdet består overvejende af hornblendegabbro, gabbro og olivinholdig til dels lagdelt gabbro, og der ses både klare grænser og gradvise overgange mellem de forskellige

gabbrovarianter. På det geologiske kort i bilag 1 er der skelnet mellem to hovedgrupper af intrusioner:

1) Grøndalsfjellkomplekset udgør den centrale del af Grøndalsfjellet og består af lagdelt og ikke-lagdelt gabbro (orange) og olivingabbro (lilla). De to bjergartstyper regnes som en del af samme intrusive hændelse blot afspejlende sammensætningsmæssige variationer. Dette kompleks intruderer et kompleks bestående af troktolit og anorthosit.

2) Elvekomplekset består af hornblendegabbro (brun signatur) med store modale og teksturelle variationer. Langs dele af Skorovasselve og i området omkring Grøndalstjørna er hornblendegabbroen intruderet af mafiske og ultramafiske bjergarter i form af uregelmæssige gange, pudeformede legemer og diffust afgrænsede blandingsbjergarter mellem gang- og værtsbjergarter. Disse gangbjergarter regnes som en del af Elvekomplekset.

Grøndalsfjellområdet afgrænses både af tektoniske og primære kontakter mod et omgivende kompleks af metavulkanitter med enkelte gabbroiske, granodioritiske og tonalitiske intrusivbjergarter. Mod NV afgrænses Grøndalsfjellområdet af dækkegrænsen til Tunnsjøelvdækket, som domineres af biotitførende gnejs og folieret kvartsdiorit/granodiorit (Reinsbakken & Halls, 1987). Mod Skorovassklumpen i NØ danner Grøndalsfjellet tektonisk kontakt til et doleritisk gangkompleks med rester af metavulkanitter (Heim, 1995). Primære magmatiske kontakter mellem metavulkanske og gabbroiske bjergarter findes i området SØ for Grøndalsfjellet, hvor en gabbroisk bjergart intruderer metavulkanitter med pudelignende strukturer (Reinsbakken, pers. komm.). Langs gabbrokompleksets sydlige grænse (ikke vist i bilag 1) er kontakten til metavulkanitterne overvejende tektoniske (Halls et al. 1977), mens kontaktrelationerne mod vest er mere usikre.

Internt i det gabbroiske kompleks forekommer mindre overskydninger og forkastninger med forsætningsbevægelse fra få meter til flere hundrede meter. Overskydningsplanerne stryger overvejende nord-syd og hælder mod øst og nord-øst. Forkastninger er stejltstående og fortrinsvist NØ-SV orienteret, mens de fleste shearzoner har øst-vestlig orientering og hælder ca. 45° mod nord.

Hele sekvensen af gabbroiske bjergarter og metavulkanitter skæres af granodioritiske gange. Disse er markeret som trondhjemitiske gange på kortet i overensstemmelse med tidligere kortlægning i området. Gangene er overdrevet i tykkelse på det geologiske kort i bilag 1 og er normalt fra 1 til 20 meter mægtige. Generelt er gangene vertikaltstående eller svagt hældende mod NW og strygningen er NØ-SV drejende mod ØV i områdets vestlige del. De granodioritiske gange skæres sammen med den øvrige del af bjergartskomplekset af forkastninger og overskydninger (dekkegrænser).

De primære magmatiske træk af Grøndalsfjellkomplekset er i vid udstrækning bevarede, da områdets bjergarter kun i begrænset omfang er påvirket af den deformation og metamorfose, der

præger de vulkanske bjergarter. De gabbroiske intrusioner har tilsyneladende virket mere kompetente overfor deformationen end de vulkanske bjergarter og har kanaliseret deformation langs interne svaghedszoner og langs kontakten til metavulkanitterne. Hornblendegabbroen i Elvekomplekset er i nogle områder påvirket af metamorfose gennem dannelse af metamorf amfibol efter primær magmatisk hornblende og pyroksen og gennem saucuritisering af plagioklas og serpentinisering af olivin. Endvidere kan en svag øst-vestlig foliation være udviklet i hornblendegabbroen. Epidotisering langs sprækker og forkastninger ses i hele Grøndalsfjellområdet dog mest markant i forbindelse med mafiske gange og metavulkanitter.

3 BJERGARTSBESKRIVELSER

3.1 Anorthosit

Anorthosit forekommer som decimeter til meter store xenolitter i gabbronorit og lagdelt gabbro og repræsenterer sandsynligvis rester af et ældre magmatisk kompleks. I de fleste tilfælde er xenolitterne afrundede i form og danner impactstrukturer i den omgivende lagdelte gabbro. Dette tyder på, at de anorthositiske xenolitter er sunket gennem det gabbroiske magma som løsrevne blokke fra tag og vægge i magmakammeret. I et enkelt tilfælde forekommer anorthosit som tætliggende kantede blokke i en matriks af gabbronorit, og her må gabbronoritten enten have intruderet anorthositten in situ eller have intruderet en stor xenolitisk blok af anorthosit langs revner og sprækker. Plagioklas optager mere end 95 % af bjergarten og er i varierende grad saucuritiseret. Det resterende volumen optages af epidot. Bjergarten virker homogen uden lagdeling og opbygges af en tæt kumulattekstur.

3.2 Grovkornet troktolit

En grovkornet troktolitisk bjergart findes dels som xenolitisk blokke i Grøndalsfjell-komplekset og dels som et større sammenhængende område omgivet af Elvekomplekset NØ for Hiterfjellet. Olivin udgør den dominerende mineralfase i bjergarten og har kumulusstatus. Udover olivin indeholder bjergarten mellem 5 og 40 modalprocent plagioklas, samt 2-10 procent klinopyroksen, ortopyroksen, brun hornblende og magnetit. Ortopyroksen optræder stedvist som en reaktionsrand i forbindelse med olivin, mens plagioklas forekommer som kumulusfase omgivet af interstitiel (poikilitisk) klinopyroksen og/eller brun hornblende. Magnetit er dels interkumulusfase og dels reaktionsprodukt efter serpentineret olivin. Korn af olivin og poikilitisk klinopyroksen kan være op til 20 mm store, og bjergarten får en karakteristisk "hullet" forvittringsoverflade idet olivin bortforvitrer, mens poikilitisk klinopyroksen og plagioklas står frem på overfladen (Fig. 1).

En svag modalgraderet lagdeling er stedvist udviklet, hvor lagene markeres af et opadtil stigende plagioklasindhold, skarpt afløst af næste lags olivinrige bundgrænse. Lagtykkelsen varierer fra

decimeter til meterskala og ofte ændrer tykkelsen sig gennem enkelte lag. Flere steder ses forstyrrelser af lagpakken i form af bølgende lag og belastningsstrukturer (Fig. 1).



Fig. 1. Modalgraderet lagdeling i grovkornet troktolit. Stratigrafisk op regnes som værende mod venstre i samme retning som opadtil stigende plagioklasindhold indenfor hvert lag. Lagtykkelsen varierer fra decimeter til meterskala.

3.3 Gabbro, gabbronorit og olivingabbro (Grøndalsfjellkomplekset)

De gabbroiske bjergarter i Grøndalsfjellkomplekset varierer i såvel tekstur som mineralogi og kan både forekomme i lagdelte og ikke lagdelte varianter. Hovedsageligt er bjergarterne mellemkornede med ækvigranular kumulattekstur opbygget af plagioklas, klinopyroksen, olivin og/eller ortopyroksen og interkumulus hornblende og ortopyroksen (Fig. 2a+b). Men bjergarten kan også være inækvigranular, med 0,5-1cm store fænochryster af plagioklas i en ækvigranular grundmasse bestående af plagioklas, klinopyroksen og poikilitisk hornblende og/ eller ortopyroksen. Nogle steder udgør interkumulusmaterialet af hornblende og ortopyroksen op mod 40% af det samlede modalvolumen, som store sammenhængende korn med indeslutninger af plagioklas og klinopyroksen. Under kortlægningen af gabbroerne er der skelnet mellem olivinholdige og ikke olivinholdige kumulater. Dette kortlægningskriterie bliver sløret lidt af metamorfose eftersom metamorf olivingabbro ligner umetamorf olivinfri gabbro, og de optrukne grænser i bilag 1 bør derfor kun betragtes som vejledende for udbredelsen af olivinholdige kumulatbjergarter.

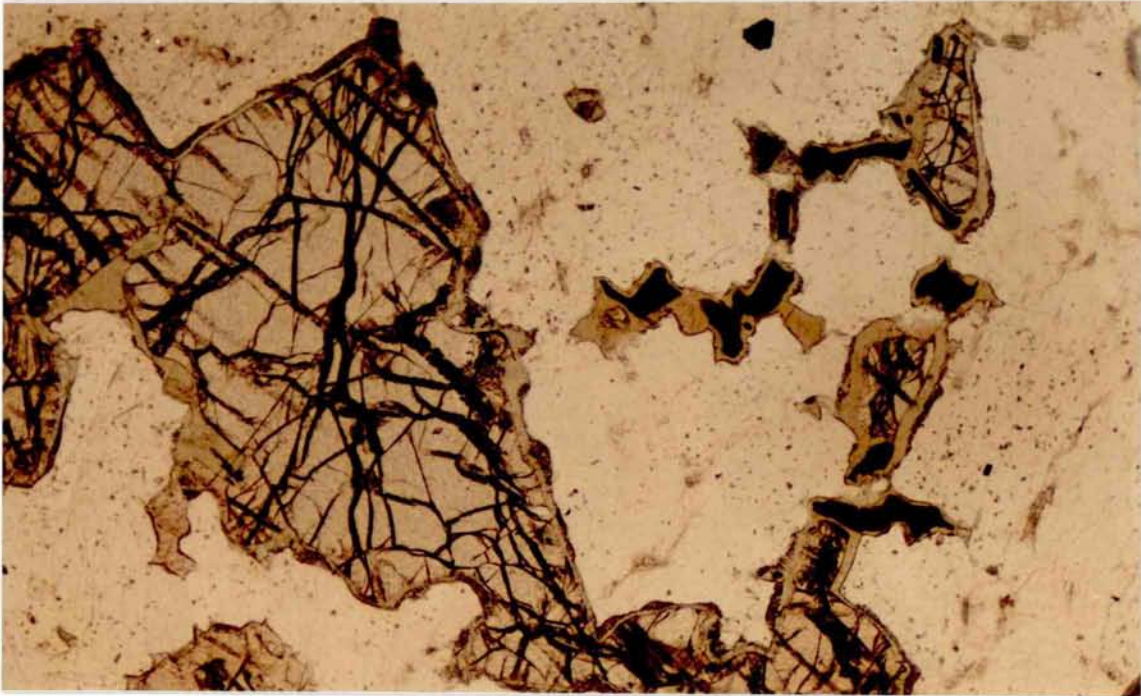


Fig. 2a Mikrofoto af olivinrig gabbro i planpolariseret lys. En rand af brun hornblende omgiver korn af magnetit og en tynd reaktionsrand af ortopyroksen omgiver korn af olivin.

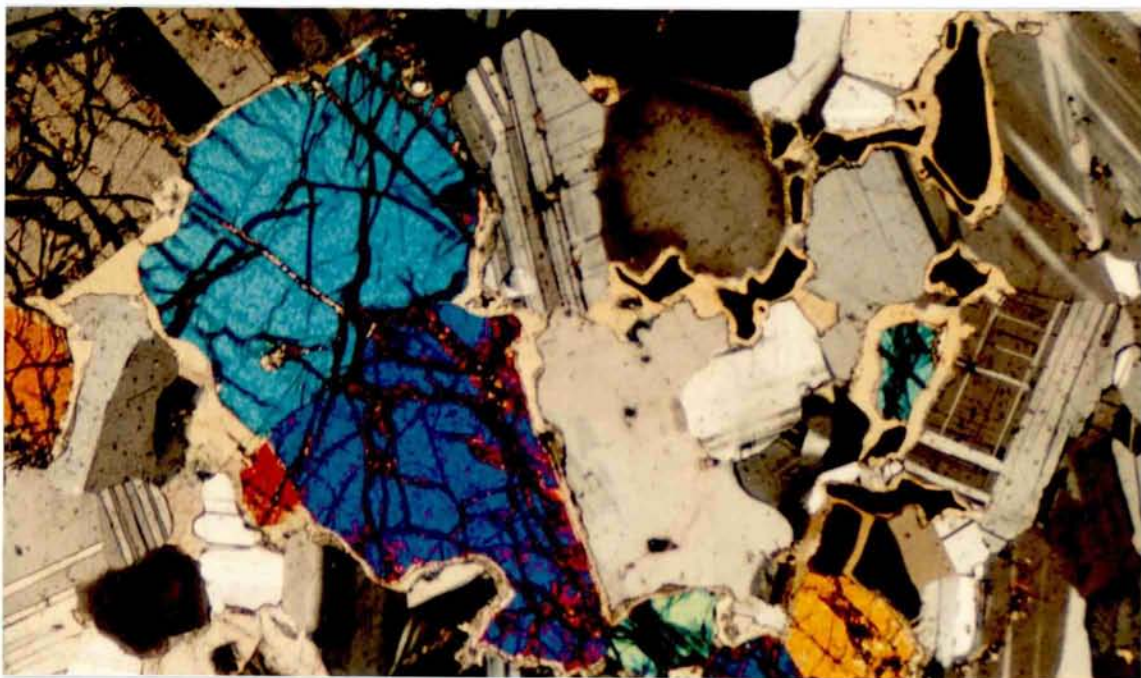


Fig. 2b Mikrofoto af olivinrig gabbro under krydsede polarisatore. En rand af brun hornblende omgiver korn af magnetit og en tynd reaktionsrand af ortopyroksen omgiver korn af olivin.

Modalt graderet lagdeling er fortrinsvist vertikalt til stejltstående med en øst-vestlig strygning og slumpstrukturer indikerer, at stratigrafisk op er mod S-SE. Lagtykkelsen varierer mellem 1 og 50 cm (Fig. 3).

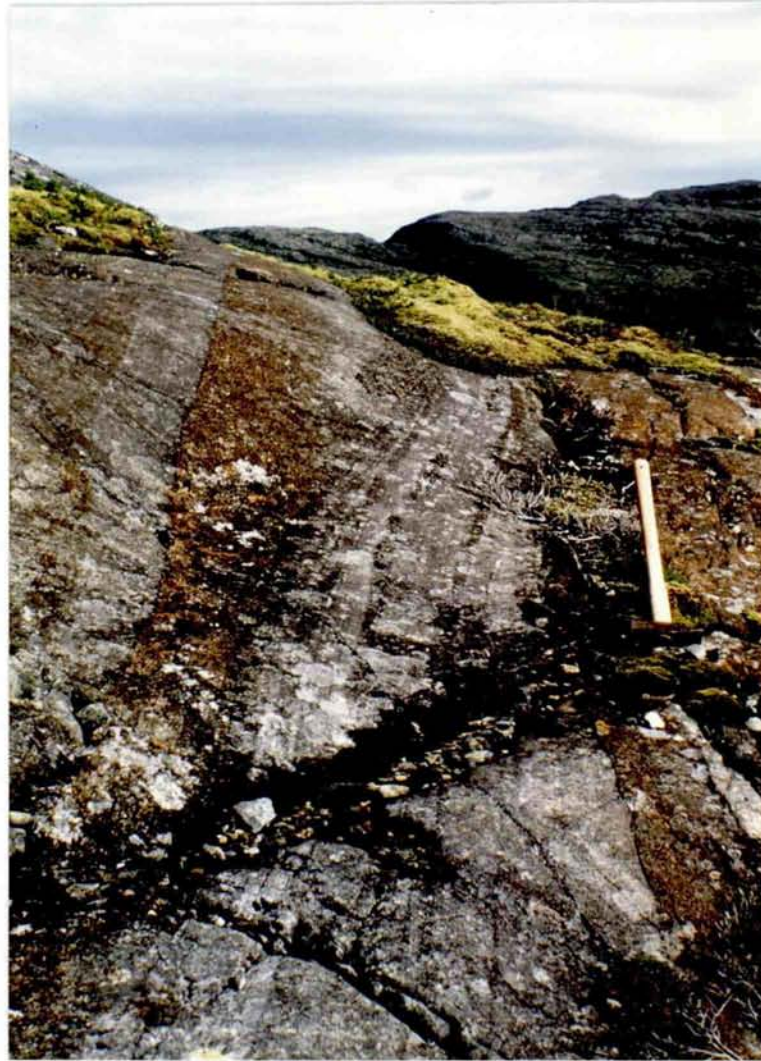


Fig. 3. Delvis metamorf olivingabbro med modalt graderet lagdeling. Lagdelingen er vertikaltstående og stratigrafisk op regnes som værende mod højre (syd). De brunlige partier udgør olivinrige lag, mens de grålige partier består af olivinfattige lag og/eller metamorfe partier i den lagdelte gabbro.

Gabbrokomplekset intruderes af finkornede NS-gående mafiske til ultramafiske gange. Der ses ingen tegn på afkølingskontakt mellem gangbjergarterne og gabbroen.

3.4 Hornblendegabbro, mafiske gange og dioritiske differentiatier (Elvekomplekset)

Som det ses af det geologiske kort, optager hornblendegabbro volumenmæssigt den største del af Grøndalsfjellmassivet. Bjergartsbetegnelsen hornblendegabbro dækker en bred vifte af bjergarter, der alle har det til fælles, at primærmagmatisk hornblende er den dominerende mafiske mineralfase. Ud over hornblende indeholder bjergarten mellem 10 og 80% plagioklas, op til 5% magnetit og mellem 2 og 10% klino- og ortopyroksen. Sulfider, fortrinsvist pyrit, kan forekomme som accessorisk mineral. I nogle partier er bjergarten hornblenditisk, mens den i andre partier er anorthositisk og ellers gabbroisk. Langs Grøndalselven og i området mellem Grøndals-

vatnet og Grøndalsfjellet er bjergarten snarere en pyroksengabbro (gabbronorit) end en hornblendegabbro, men eftersom der ikke kan fastsættes nogen klar grænse mellem de to varianter, regnes gabbronorit med i kategorien af hornblendegabbro. Kornstørrelsen varierer fra ca. 2 mm til flere cm, og tekturen er enten vækstpræget med dendritiske hornblendekrystaller (Fig. 4) eller kumulatpræget (Fig. 5). I kumulatprægede bjergarter udgør plagioklas den vigtigste kumulufase enten som enkelt korn eller som aggregater af korn omsluttet af flere cm-store poikilitiske hornblendekorn. Klinopyroksen, ortopyroksen og magnetit forekommer i små mængder som kumulufaser.



Fig. 4. Dendritiske krystalvækst af hornblende i en grundmasse af plagioklas og magnetit.

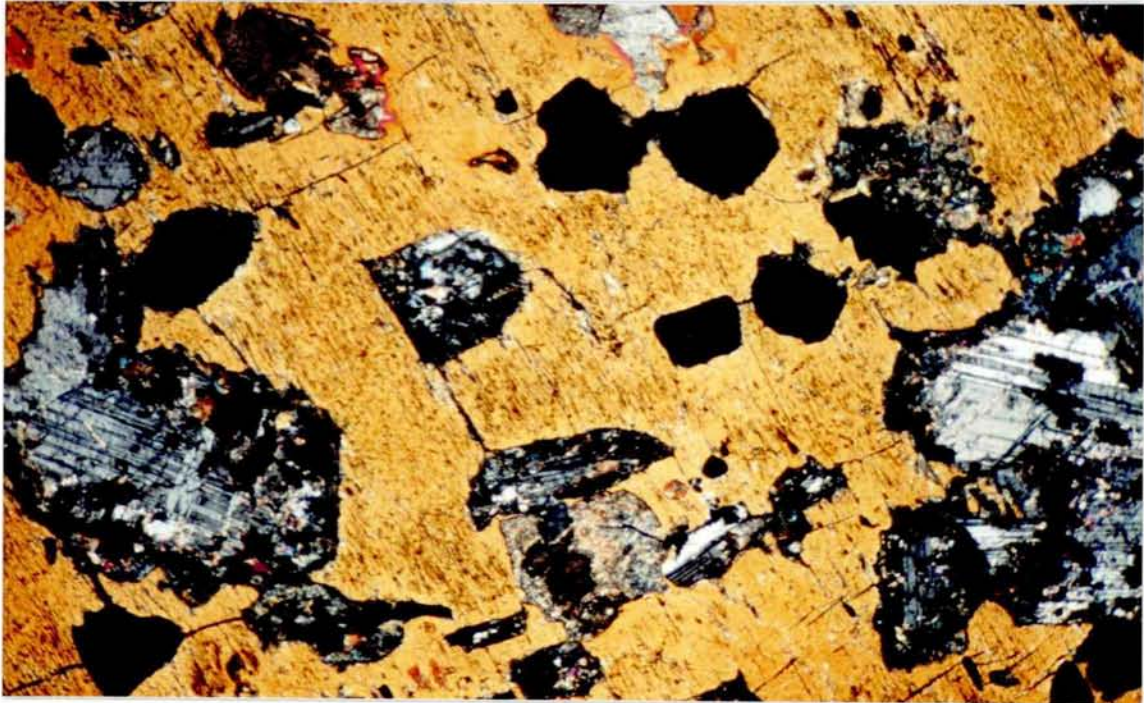


Fig. 5. Mikrofoto af cm store korn af poikilitisk hornblende med indeslutninger af plagioklas og magnetit.

Komplekset af hornblendegabbroiske bjergarter viser interne grænser mellem hornblenderige og plagioklasrige partier og mellem partier med forskellige teksturer. Grænserne mellem de forskellige varianter kan både være skarpe og mere (Fig. 6).



Fig. 6. Blok af ækvigranular gabbroisk bjergart (lyseste partier) i hornblendegabbro med dendritisk hornblende tekstur.

De mineralogiske, teksturelle og kornstørrelsesmæssige forskelle mellem de forskellige varianter er relativt små og grænserne kan ikke følges over længere strøg. På det geologiske kort i bilag 1 er der derfor ikke skelnet mellem de forskellige varianter af hornblendegabbro. Kun områder

De mineralogiske, teksturelle og kornstørrelsesmæssige forskelle mellem de forskellige varianter er relativt små og grænserne kan ikke følges over længere strøg. På det geologiske kort i bilag 1 er der derfor ikke skelnet mellem de forskellige varianter af hornblendegabbro. Kun områder med et højt antal mafiske uregelmæssige gange er markeret med egen signatur. Hornblenderig gabbro kan være vanskelig at skelne fra visse typer gabbro og gabbronorit i Grøndalsfjellkomplekset, men generelt er susceptibiliteten lidt højere for hornblenderig gabbro (gennemsnitligt $25-50 \times 10^{-5}$ SI enheder) end for gabbrokomplekset (gennemsnitligt mellem $5-40 \times 10^{-5}$ SI enheder).

Både langs Skorovasselven og Grøndalselven forekommer der feldspatrige gange og årer, der tilsyneladende er nært beslægtet med hornblendegabbroen, idet mineralogi og tekstur er ens i gange og værtsbjergart (Fig. 7). De feldspatrige gange skæres af mindst to generationer af mafiske gange, men skærer selv tidlige mafiske gange. Dette betyder, at der må være flere generationer af feldspatrige gange, som tidsmæssigt er intruderet tæt på de mafiske gange og på et tidspunkt, hvor hornblendegabbroen tildels har været i smeltefase.



Fig. 7. Hornblendegabbro intruderet af mafiske gange, samt flere generationer af feldspatrige gange.

Enkelte steder langs Skorovasselven forekommer uregelmæssige partier med SiO_2 rige differentiatier, som skæres af de uregelmæssige mafiske gange. Differentiatierne er enten placeret samtidigt med hornblendegabbroen eller differentieret fra denne dannet på et tidligt tidspunkt i krystallisationshistorien. Disse differentiatier er prøvetaget med henblik på zircondatering.

3.5 Appinitiske gange

Pegmatitiske gange med et markant båndet udseende og krystalvækst vinkelret på gangkontakten ses i området mellem Skorovasselven og selve Grøndalsfjelltoppen. Gangene skærer visse dele af Grøndalsfjellgabbroen og dennes lagdeling, men er ikke set i forbindelse med hornblenderige gabbrovarianter. Mafiske og ultramafiske gange intruderer samtidig med eller umiddelbart efter dannelsen af appinitgangene. Eftersom mafiske og ultramafiske gange af samme litologi er samtidige med hornblendegabbro i Elvekomplekset, er det sandsynligt at de appinitiske gange er samtidige med de hornblenderige gabbroer.

3.6 Mafiske/ ultramafiske gange

Et betydeligt antal mafiske og ultramafiske gange optræder i Grøndalsfjell massivet. Disse kan overordnet inddeles i fire forskellige typer afhængig af deres intrusionsmønster, mineralogi og kornstørrelse:

- 1) Gange med uregelmæssigt intrusionsforløb i Elvekomplekset, mellemkornede til finkornede bestående af plagioklas, hornblende og magnetit, samt varierende mængder apatit.
- 2) Uregelmæssige partier af finkornet gabbroisk bjergart i Grøndalsfjellkomplekset.
- 3) Gange med regelmæssigt intrusionsforløb i Grøndalsfjellkomplekset, mellem- til finkornede med plagioklas, hornblende og magnetit.
- 4) Hornblenditiske gange med regelmæssigt intrusionsforløb i såvel Grøndalsfjellkomplekset som Elvekomplekset.

Type 1 gange er den mest almindelige gangtype i de hornblenderige gabbroer og er samtidig den gangbjergart der optræder i største volumener. Ved enkelte lokaliteter kan type 1 gange have udbredelser på over 20 meter som store uregelmæssige partier, med xenolitter af hornblendegabbro og apofyser ind i gabbroen. Normalt er tykkelsen af gangene dog bare fra 0.2 til 1 m (Fig. 8). På grund af det uregelmæssige intrusionsforløb er det vanskeligt at vurdere længden af gangene, men et parti med mafiske uregelmæssige gange kan sjældent følges længere end 20 m. Et almindeligt træk i forbindelse med type 1 gange er, at tynde åre og gange af værtsbjergarten intruderer tilbage i gangene (Fig. 9). I mange tilfælde ses endvidere opblanding og dannelse af hybridbjergarter mellem gangbjergart og værtsbjergart (se senere). Kornstørrelsen og teksturen varierer i gangene, men mineralogien er forholdsvis ensartet med plagioklas, hornblende og magnetit.



Fig. 8. Mafisk gang, med tynde apofyser og løsrevne pudeformede legemer i hornblendegabbro.



Fig. 9. Synmagmatisk intrusion af finkornede mafiske gangbjergarter (Type 1) i hornblendegabbro. Gabbroen danner back-veining i den mafiske gangbjergart. Enkelte fænochryster af plagioklas og små fragmenter af værtsbjergarten optræder i gangbjergarten.

Type 2 gange består af uregelmæssige domæner af en finkornet gabbroisk bjergart i mellemkornet olivinførende gabbro. Størrelsen af domænerne varierer fra 0,1 til 10 m. Afgrænsningen mellem domæner og værtsbjergart er veldefineret, mens formen varierer fra afrundede puder til blokformede domæner (Fig. 10). I forbindelse med flere af disse type 2 gange optræder en rand eller mindre lommer af pegmatitisk gabbro. Pegmatitiske partier forekommer også udenfor de finkornede domæner og indeholder en matrix med ligheder til værtsgabbroen. Forholdet mellem den pegmatitiske bjergart og den omgivende olivingabbro er mindre klar, idet der stedvist ses skarpe grænser og stedvist gradvise overgange mellem pegmatitiske partier og værtsgabbroen. Hovedminerallerne i de pegmatitiske partier er plagioklas og pyroksen.

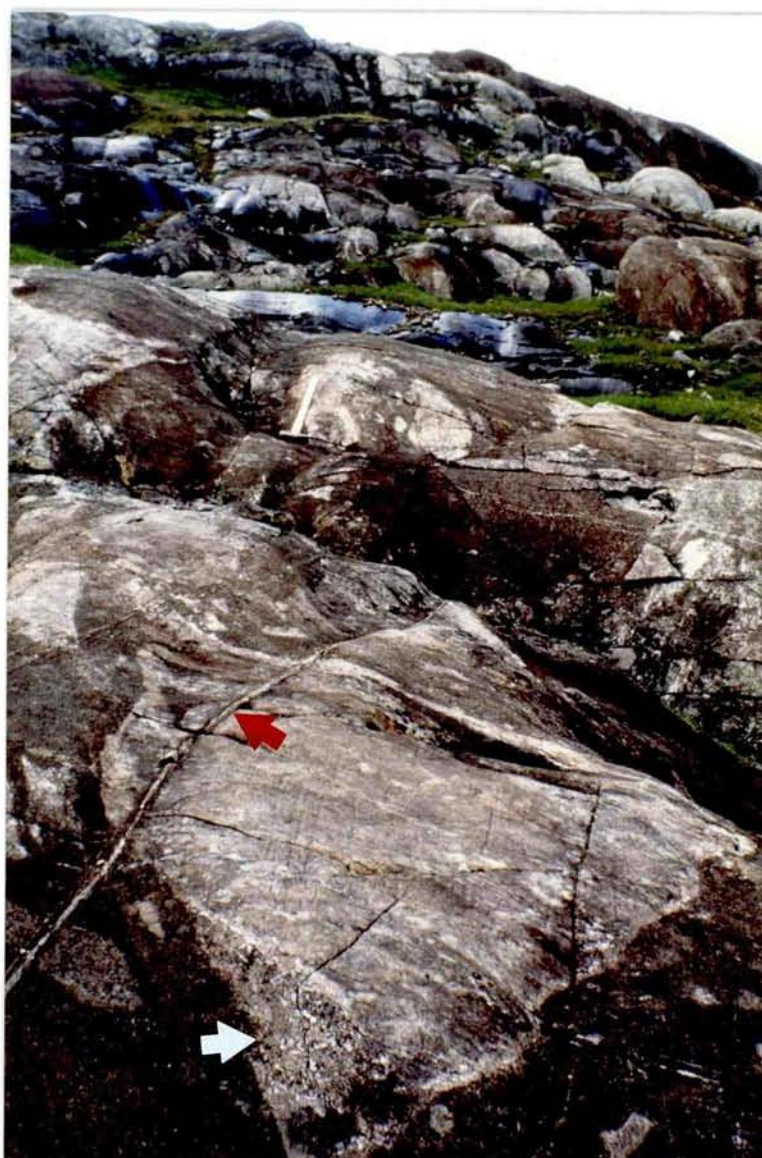


Fig.10. Lyse partier af finkornede gabbroiske type 2 gange i mørkebrun olivingabbro uden lagdeling. Pegmatitiske partier optræder stedvist i forbindelse med de lyse partier (afmærket med hvid pil). Tynde mafiske type 3 gange (afmærket med rød pil) skærer værtsgabbroen og de finkornede partier.

Type 3 gange forekommer i den centrale og nordlige del af Grøndalsfjellet og er mellem- til grovkornede. Gangene er fra 0,1 til 1 meter brede og skærer lagdelingen i Grøndalsfjell-

komplekset (Fig. 11). De skærer også de finkornede type 2 gange og må således repræsentere en relativt sen gangfase. Gangene er kontinuerlige over mere end 50 m før de kiler ud eller springer. Endvidere ses der ofte forgreninger og mindre apofyser fra de større gange ind i værtsbjergarten. Mineralogien og tekstur varierer, idet nogle af disse gange er mellemkornede og viser ligheder til de uregelmæssige type 1 gange i Elvekomplekset, mens andre er mellem- til grovkornede og har dunitiske til olivingabbroisk i sammensætning.



Fig. 11. Tre generationer af mafiske regelmæssige gange (type 3) i modal lagdelt gabbro (Foto: Tor Grenne).

Type 4 ses i det meste af området som gennemskærende gange med klar afgrænsning til værtsbjergarten. I Skorovasselveen forekommer decimeter til meter tykke gange af denne type. I den øvrige del af Grøndalsfjellet optræder denne gangtype mere spredt; enkelte type 4 gange ses nær 930 m toppen, flere dm tykke gange ses SØ for Hiterfjellet og enkelte ses i området NØ for Grøndalsfjellet. Kornstørrelsen varierer fra fin- til meget finkornet og mineralogien er stærkt domineret af hornblende og stedvist kvarts. Der ses kun svage indikationer på afkølingskontakt mod de gabbroiske bjergarter, men kantede xenolitter af værtsbjergarten optræder langs randen af gangene, hvilket indikerer, at de er intruderet efter at værtsbjergarten er færdigkrystalliseret/konsolideret. Type 4 regnes som den yngste generation af ultramafiske gange.

3.7 Granodioritiske gange

Gange af granodiorit ses i hele Grøndalsfjellområdet og repræsenterer den sidste intrusionsfase i området eftersom gangene skærer alle øvrige bjergarter. Bredden varierer fra 2 til 20 meter, men enkelte gange kan blive op til 50 m tykke. Orienteringen af gangene varierer lidt gennem

området, men er hovedsageligt nordøst-sydvestlig. Xenolitter og blokke af løsreven sidesten indikerer at intrusionsretningen har været mod nord-øst. Mineralogien er domineret af plagioklas, kvarts og mikroklin, samt varierende mængder biotit, hornblende og titanit. Ofte følger shearzoner i Grøndalsfjellområdet de granodioritiske gange, hvilket indikerer, at disse har virket mindre kompetent overfor deformation end den omgivende gabbro.

4 BJERGARTSRELATIONER

4.1 Anorthosit/ troktolit i forhold til øvrige bjergarter

Anorthosit findes som xenolitter i lagdelt gabbro og lagdelt olivingabbro, men forekommer også som xenolitter i intrusivbreccier, hvor matrix består af gabbro med et højt indhold af interkumulat hornblende. Med den grovkornede troktolit forholder det sig lidt anderledes. Denne bjergart ses, på samme måde som anorthosit, som xenolitter i lagdelt gabbro og lagdelt olivingabbro, men forekommer endvidere som enkelte større sammenhængende partier i hornblendegabbro. Bjergarten kan derfor have udgjort et relativt stort sammenhængende kompleks som helt eller delvis er assimileret og intruderet af Grøndalsfjellkomplekset og Elvekomplekset. I dele af den lagdelte gabbro ses høj tæthed af troktolitiske og anorthositiske xenolitter. Disse er hyppigt ledsaget af impactstrukturer i den lagdelte gabbro, og det er derfor sandsynligt, at den troktolitiske bjergart sammen med anorthositten har udgjort vægge eller tag for det magmakammer, hvori den lagdelte gabbro er krystalliseret. Xenolitterne udgør således løsrevne fragmenter som er sunket gennem magmaet og har dannet impactstrukturer i den helt eller delvist konsolideret lagpakke på magmakammerets gulv. Der ses også partier og fragmenter af troktolit og anorthosit i kontakt med lagdelt gabbro uden ledsagende impactstrukturer. Disse kan være intruderet in situ af gabbroen.

De større troktolitiske partier skæres af finkornede mafiske gange med regelmæssigt intrusionsforløb. Disse gange følger tilsyneladende sprækkesystemer i troktolitten og ledsages af kontaktmetamorfose i en 50 til 100 cm bred zone omkring gangen, hvor olivin omdannes til serpentin og magnetit, hvor plagioklas seritiseres og hvor pyroksen omdannes til fibrøs grøn amfibol.

4.2 Interne forhold i Grøndalsfjellkomplekset

Lagdelt gabbro, lagdelt olivingabbro og isotrop olivingabbro i Grøndalsfjellkomplekset regnes som tilhørende et og samme kompleks. Bjergarterne intruderer det ældre kompleks af grovkornet troktolit og anorthosit som beskrevet ovenfor. Der ses gradvise overgange fra lagdelt gabbro og lagdelt olivingabbro til isotrope varianter af samme bjergarter. Disse ikke-lagdelte bjergarter ændrer stedvist karakter mod gabbronorit med store mængder poikilitisk hornblende.

Gabbronorit indeholder ligeledes xenolitter af anorthosit og troktolit, hvilket bekræfter at bjergarten tilhører komplekset af isotrop olivingabbro og lagdelt gabbro/ olivingabbro.

Stedvist intruderes Grøndalsfjellkomplekset af regelmæssige finkornede mafiske gange uden afkølingskontakt (Type 3). Disse regnes som værende intruderet efter komplekset er krystalliseret, men før dette er blevet afkølet. Udover disse gange optræder partier af finkornede gabbroisk type 2 gange og pegmatitiske partier. Såvel gabbro som finkornede domæner og pegmatitiske partier intruderes af appinitiske gange og finkornede hornblende og magnetitholdige gange (Type 3). De mafiske type 3 gange danner skarpe kontakter til gabbroen, men er mere diffuse og "flydende" i de finkornede type 2 gange. Derfor antages det, at de finkornede domæner har været helt eller delvist i smeltefase på det tidspunkt hvor først de appinitiske gange og siden de hornblende/magnetittrige gange intruderede.

Shearbevægelse og rotation af dextral karakter ses i forbindelse med appinitgangene og tynde mafiske gange. Denne bevægelse må være foregået samtidig med intrusionen af de mafiske gange eftersom gangene både påvirkes af bevægelsen og skærer strukturer dannet gennem samme bevægelse. Disse gange må derfor være intruderet på et tidspunkt, hvor værtsgabbroen har været sprød nok til at sprække op, men varm nok til at forhindre dannelsen af afkølingskontakter.

4.3 Interne forhold i Elvekomplekset

Elvkomplekset er bedst blottet i Skorovasselven samt i området mellem Grøndalstjørna og Grøndalsfjellet og består af hornblendegabbro, mafiske gange samt en bjergart der repræsenterer en blanding mellem disse to bjergarter. Endvidere forekommer der feldspatrige gange og kvartsrige differentiaten som en del af samme kompleks. De finkornede mafiske og ultramafiske gange er intruderet samtidigt eller kort efter placeringen af den hornblendegabbroiske bjergart, men graden af opblanding mellem gangbjergarter og hornblendegabbro varierer stærkt. I nogle tilfælde har opblandingen tilsyneladende været fuldstændig med dannelsen af en hybridbjergart. Hybridbjergarten er som regel mellemkornet og grålig og indeholder ofte fænokryster af plagioklas. I andre tilfælde blandes de to magma typer kun mekanisk således at den ene type danner pudeformede legemer og afrundede enklaver i den anden bjergart (Fig. 8). Gangbjergarten kan også optræde som serier af elongerede afrundede legemer indenfor afgrænsede bånd i hornblendegabbroen. I sådanne zoner har opblandingen være begrænset, og der ses sjældent tegn på back-veining eller opblanding mellem de to magmatyper. Det mest almindelige er, at den mafiske gangbjergart optræder som enklaver eller flydende bånd i hornblendegabbroen (Fig. 9). Samtidig er hornblendegabbroen eller en hybridbjergart af denne ofte intruderer tilbage i den mafiske gangbjergart. Der ses eksempler på, at samme mafiske gang over ca. 20 meter viser såvel skarpe kontakter til hornblendegabbro som mere flydende overgange præget af back-veining. Endvidere kan flere generationer af uregelmæssige mafiske gange eller hornblendegabbroiske hybridbjergarter være trængt ind i samme område eller langs samme gang blot til

forskellig tid. Intrusions- og opblandingsmønstret afhænger tydeligvis af krystalliniteten af hornblendegabbroen og tidspunktet for intrusion af de mafiske gange. Hvor de mafiske gange har intruderet en hornblendegabbroisk smelte uden krystaller har forudsætningerne for dannelse af et homogent hybridmagma været opfyldt. Hvor gangene har intruderet et delvist krystalliseret magma har blandingen været ufuldstændig, og endelig hvor hornblende-gabbroen har været fuldstændigt eller tilnærmelsesvist fuldstændigt krystalliseret, er gangene intruderet langs sprækker og svaghedszoner eller områder med lommer af restsmelte. Det er sandsynligt, at sammensætnings- og temperaturforskellen mellem de to magmatyper i nogle tilfælde har været for stor til at opblanding har kunnet ske, selvom begge magmatyper har været i smelteform. De feldspatrige gange og de kvartsrige differentiatier viser på tilsvarende måde samtidig med hornblendegabbroen.

4.4 Grøndalsfjellkomplekset i forhold til Elvekomplekset

Afgrænsningen til den grovkornede troktolit i forhold til Elvekomplekset er nogenlunde klar, idet en plagioklasrig hornblendegabbroisk bjergart associeret med uregelmæssige type 1 gange tydeligvis intruderer troktolitten (Fig. 12). Samtidig ses der indikationer på, at de større partier af troktolit i området øst for Hiterfjellet (Bilag 1) er intruderet af en tilsvarende hornblendegabbroisk bjergart.



Fig. 12. Plagioklasrig hornblendegabbro der intruderer mørkebrun grovkornet troktolit. (Hammeren er afmærket med rød pil.)

Afgrænsningen mellem Elvekomplekset og Grøndalsfjellkomplekset er imidlertid mindre klar, men det antages, at Elvekomplekset er yngre end Grøndalsfjellgabbroen. Denne antagelse støttes af flere observationer. For det første forekommer der lokaliteter med intrusivbrecchier, hvor en pyroksenrig tildels olivinførende gabbro intruderer af plagioklasrig hornblendegabbro. Intrusionen sker langs sprækker og andre svaghedszoner i den pyroksenrige gabbro, og kantede xenolitter af den pyroksenrige gabbro ses i den plagioklasrige gabbro (Fig. 13). Tidlige mafiske



Fig. 13. Pyroksenrig gabbro og en finkornet tidlig mafisk gang intruderet af plagioklasrig hornblendegabbro.

gange i den pyroksenrige bjergart intruderer ligeledes af den plagioklasrige hornblendegabbro (Fig. 13). Ved enkelte lokaliteter ses der imidlertid tendens til flettende kontakter mellem gabbroiske bjergarter med ligheder til Grøndalsfjellkomplekset og hornblendegabbroiske bjergarter med ligheder til Elvekomplekset, hvilket tyder på, at den hornblendegabbroiske bjergart er placeret på et tidspunkt, hvor den pyroksenrige gabbro endnu ikke har været helt konsolideret (Fig. 14). Det er dog stadig klart, at den hornblendegabbroiske bjergart må være yngre end den pyroksenrige gabbro eftersom mafiske gange, der klart skærer pyroksen-gabbroen, viser egenskaber som "back-veining" og appofysedannelse i forhold til hornblendegabbroen (Fig. 14).

En anden indikation der støtter antagelsen om, at Elvekomplekset er yngre end Grøndalsfjellkomplekset er, at mafiske og ultramafiske gange tydeligvis er samtidige med hornblendegabbroen i Elvekomplekset (Type 1), mens gange af samme litologi skærer lagdelingen i Grøndalsfjellkomplekset (Type 3).

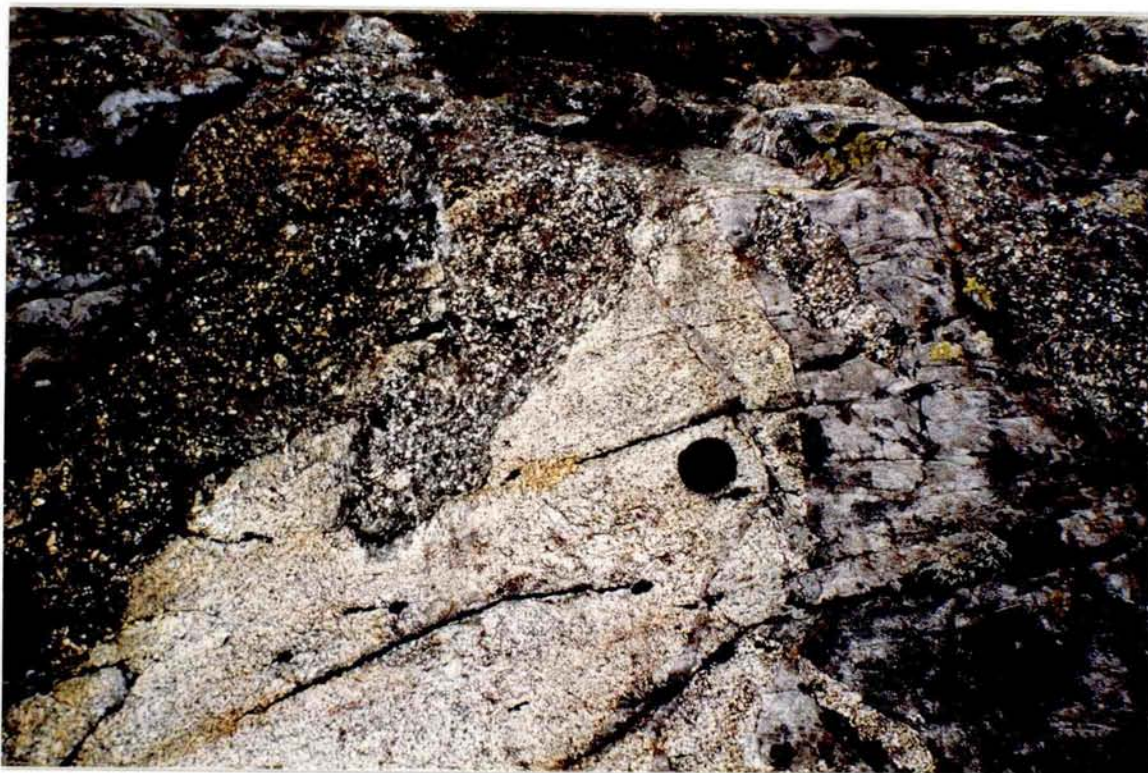


Fig. 14. Plagioklasrig hornblendegabbro der intruderer mørk pyroksenrig gabbro i et flettende intrusionsmønster. Til højre i billedet ses en mafiske finkornet gang som intruderer både pyroksenrig gabbro og hornblendegabbro. Gangen danner apofyser ind i hornblendegabbro, der intruderer tilbage i gangbjergarten (nederst i billedet).

Konkluderende kan det siges, at Elvekomplekset enten har intruderet Grøndalsfjellgabbroen forskellige steder til forskellig tid i krystallisationsprocessen, eller også at Grøndalsfjellgabbroen har været ujævnt krystalliseret på tidspunktet for intrusion af Elvekomplekset.

4.5 Granodioritiske gange i forhold til alle øvrige bjergarter

En serie af granodioritiske gange med nordøstlig-sydvestlig orientering skærer hele sekvensen af bjergarter i Grøndalsfjellet og postdatere således alle øvrige intrusionsfaser. Gangene skæres imidlertid selv af forkastningsplaner og overskydninger, og må derfor prædatere den deformation, der har resulteret i dannelsen af sådanne strukturer.

5 HOVEDKONKLUSIONER

De væsentligste konklusioner der kan drages ud fra feltarbejdet i Grøndalsfjellet er:

1) Anorthosit og troktolit findes som xenolitter i lagdelt gabbro og lagdelt olivingabbro, men forekommer også som xenolitter i intrusivbrecchier, hvor matrix består af gabbro med et højt indhold af interkumulus hornblende. Troktolit forekommer endvidere som enkelte større sammenhængende partier i hornblendegabbro. Det regnes som sandsynligt, at anorthosit og troktolit har udgjort dele af tag og vægge for det magmakammer, hvori de lagdelte gabbroer er krystalliseret. De større troktolitiske partier skæres af finkornede mafiske gange med regelmæssigt intrusionsforløb (sandsynligvis type 3). Disse gange følger tilsyneladende sprækkesystemer i troktolitten og ledsages af kontaktmetamorfose i en 0,5 til 1 m bred zone omkring gangen.

2) Lagdelt gabbro, lagdelt olivingabbro og isotrop olivingabbro udgør hele den centrale nordlige del af Grøndalsfjellet og regnes som tilhørende et og samme kompleks. Bjergarterne intruderer det ældre kompleks af grovkornet troktolit og anorthosit som beskrevet i 1). Stedvist intruderer Grøndalsfjellkomplekset og dennes lagdeling af regelmæssige finkornede mafiske gange uden chilled margin. Gangene må være intruderet på et sent stadium i gabbrokompleksets krystallisation og helt sikkert før komplekset er blevet afkølet. Udover disse gange optræder partier af en finkornet gabbroisk bjergart med klar afgrænsning til værtsgabbroen, men med stærk uregelmæssig form. Disse partier regnes som dannet/ placeret i et tidligt stadium af gabbrokompleksets krystallisation.

4) I Skorovassellen samt i området mellem Grøndalstjørna og Grøndalsfjellet forekommer det såkaldte Elvekompleks, der består af hornblendegabbro, mafiske gange samt en hybridbjergart, der repræsenterer en blanding mellem disse to bjergarter. Endvidere forekommer der tidlige feldspatrige gange og årer som en del af samme kompleks. Mængden af mafiske gange, hybridbjergart og feldspatrige årer varierer i hornblendegabbroen. Det antages, at Elvekomplekset er yngre end Grøndalsfjellgabbroen.

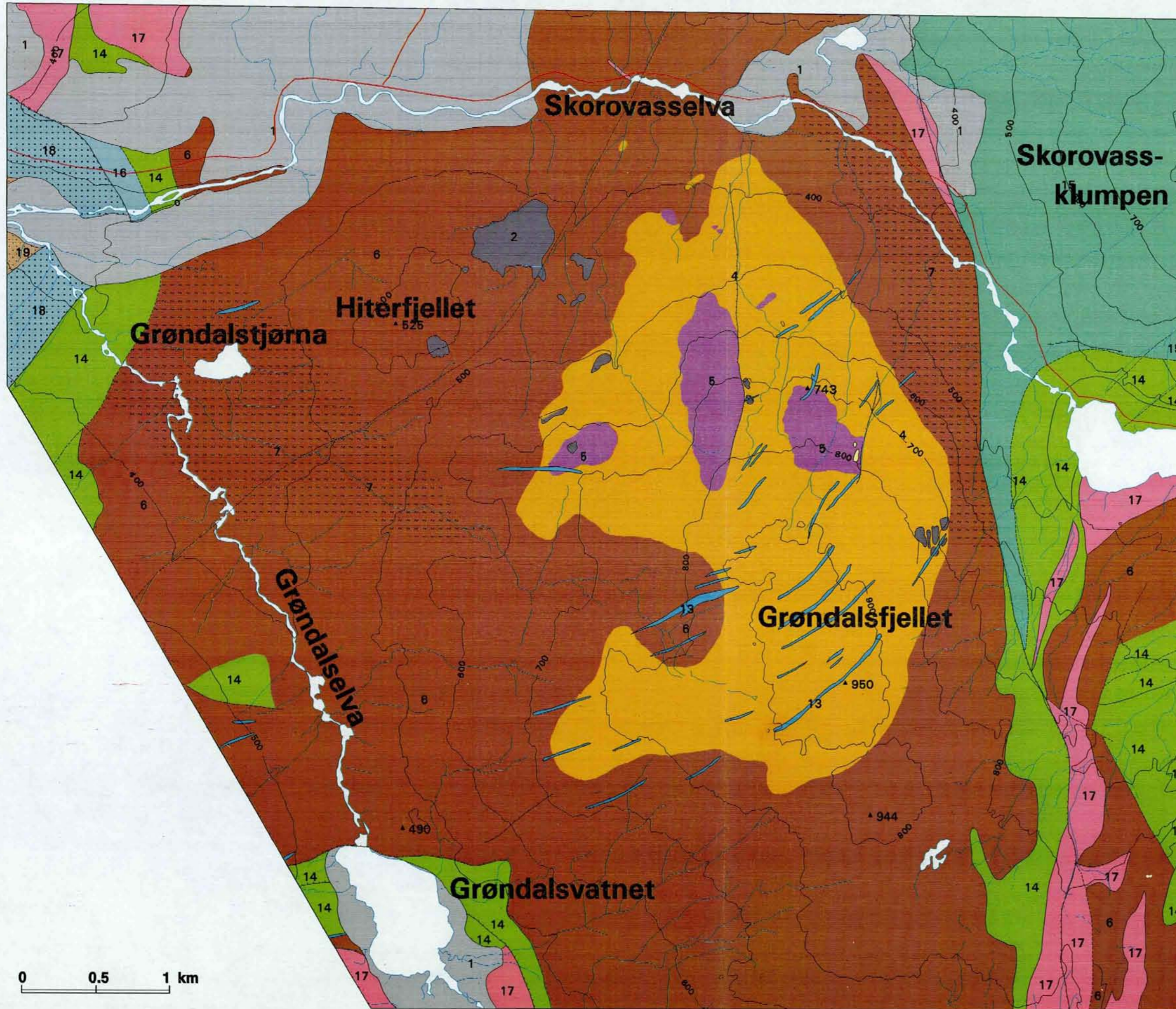
5) En serie af granodioritiske gange med øst-vestlig orientering skærer hele sekvensen i Grøndalsfjellet og postdatere dermed alle øvrige intrusionsfaser.

REFERENCER

Halls, C., Reinsbakken, A., Ferriday, I. & Rankin, A. 1977: Geological setting of the Skorovass orebody within the allochthonous volcanic stratigraphy in the Gjersvik Nappe, Central Norway. *"Volcanic processes in ore genesis" - Special paper No. 71. M. M. - Geol. Soc. of London*, pp. 128-151.

- Heim, M. 1995: Berggrunnskart (1:20.000) over Tunnsjøflyin-området (Vestre Møkkelvikfjellet-Skorovatn-Nordre Grøndalsfjellet). Ikke publiceret.
- Meyer, G. B. 1995a: Foreløbig undersøgelse af intrusive bjergarter i Gjersvikgruppen, Grongfeltet. NGU rapport nr. 95.063.
- Meyer, G. B. 1995b: Feltrapport over undersøgelser af intrusive bjergarter i Gjersviknappen, Grongfeltet. NGU rapport nr. 95.086.
- Reinsbakken, A. & Halls, C. 1987: Skorovatn, berggrunnskart 1824 2 - 1.50 000, foreløpig udgave. *Norges. Geol. Unders.*

BERGGRUNNSKART OVER GRØNDALSFJELLET



0 0.5 1 km

TEGNFORKLARING

- 1 Overdekke
- GJERSVIKDEKKET**
 - 2 Grovkommet troktoilt
 - 3 Anorthosit
 - 4 Lagdelt gabbro
 - 5 Olivinggabbro
 - 6 Hornblenderik gabbro
 - 7 Hornblenderik gabbro med mafiske ganger og hybrid bergart
 - 8 Magmatisk breksje
- 13 Trondhemittiske ganger
- 14 Grønnstein, udifferensiert
- 15 Gangkompleks Skorovassklumpen
- 16 Biotittførende lys gneis
- 17 Granodioritt, kvartsdioritt
- TUNNSJØELVDEKKET**
 - 18 Biotittførende gneis
 - 19 Kvartsdioritt, granodioritt

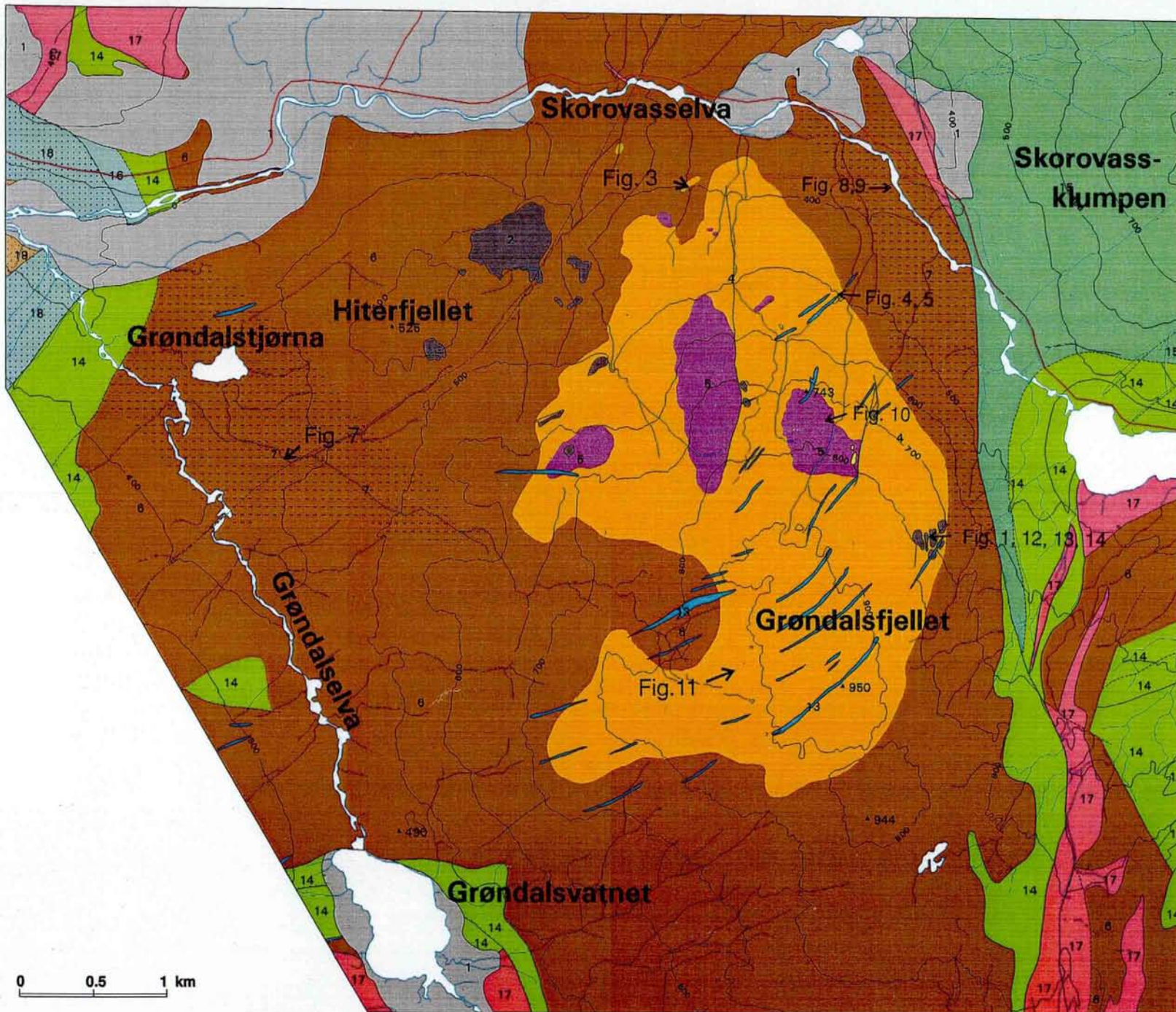
Geologiske symboler

- Skyvegense under Tunnsjøelvdekket
- Intern skyvegense
- Forkastning



Bilag 1
Rapportnr. 96001

BERGGRUNNSKART OVER GRØNDALSFJELLET



TEGNFORKLARING

- 1 Overdekke
- GJERSVIKDEKKET**
 - 2 Grovkornet troktolett
 - 3 Anorthosit
 - 4 Lagdelt gabbro
 - 5 Olivingabbro
 - 6 Hornblendrik gabbro
 - 7 Hornblendrik gabbro med mafiske ganger og hybrid bergart
 - 8 Magmatisk breksje
 - 13 Trondhjemitiske ganger
 - 14 Grønnstein, udliferensiert
 - 15 Gangkompleks Skorovassklumpen
 - 16 Blottførende lys gneis
 - 17 Granodioritt, kvartsdioritt
- TUNNSJØLVDEKKET**
 - 18 Blottførende gneis
 - 19 Kvartsdioritt, granodioritt
- Geologiske symboler**
 - Skyvegrense under Tunnsjølvdekket
 - Intern skyvegrense
 - Forkastning

0 0.5 1 km

