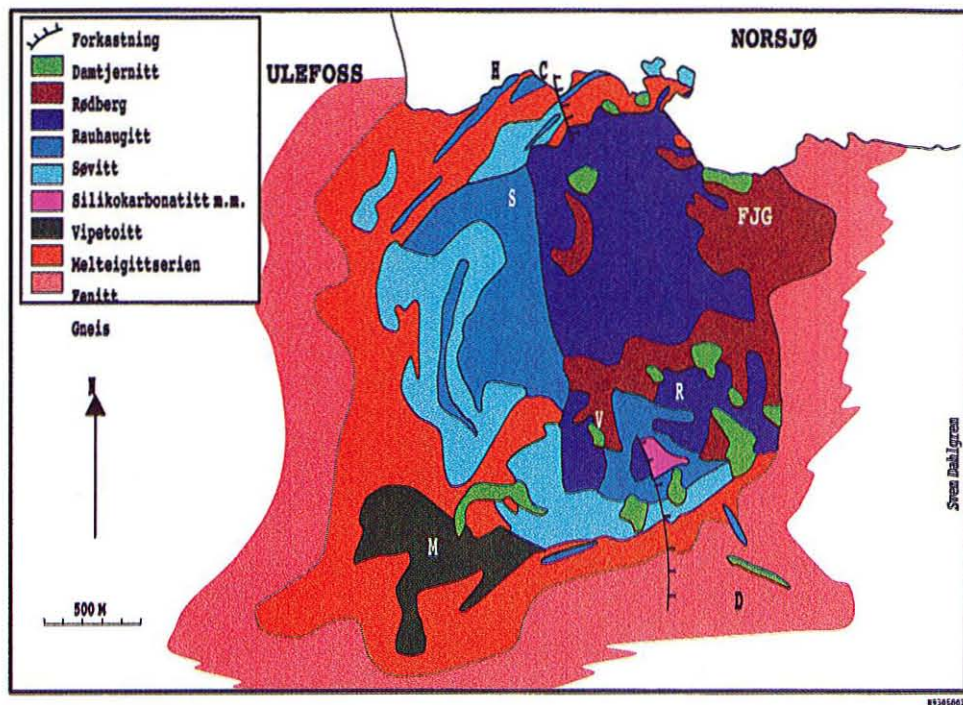


FENSFELTET – ET STYKKE EKSPLOSIV GEOLOGI

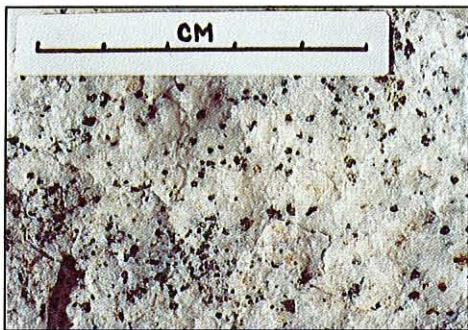
Geolog Sven Dahlgren



1. Forenklet geologisk kart over Fensfeltet (vesentlig etter E.Sæther 1957). Dette kartet viser berggrunnen slik den antas å se ut under løsmassene.

M = Melteig; S = Søve; R = Rauhaug; V = Vipeto; D = Damtjern; H = Hydrobruddet (Hydro quarry); C = Cappelenbruddet (Cappelen quarry); FJG = Fen jerngruver (Fen

Fensfeltet er internasjonalt berømt blant geologer, og er utvilsomt noe av det mer eksotiske stykke geologi Telemark har å by på. Fensfeltet ligger ved Norsjø like sørøst for Ulefoss. Det er grovt sett sirkulært på overflaten og måler bare ca. 2 km i tverrmål. På tross av denne beskjedne størrelsen er geologien komplisert, og mange høyst uvanlige bergarter forekommer. Noe av kompleksiteten kommer fram på det geologiske kartet (Figur 1) selv om dette er en sterk forenkling av de faktiske forholdene. I tillegg er det aller meste av Fensfeltet dekket av store mengder løsmasser, noe som selvfølgelig vanskeliggjør arbeidet med å undersøke berggrunnen. Nedenfor vil jeg gi en kort innføring i hva som gjør Fensfeltet så spesielt, summarisk beskrive de viktigste bergartene og enkelt redegjøre for hovedtrekkene i feltets dannelseshistorie.



2. Typisk søvitt fra Søve. Hvite mineraler er kalsitt og apatitt, mens de mørke er flo-gopitt, magnetitt og pyroklor.
 Typical søvitt. White minerals are calcite and apatite, whereas the dark minerals are phlogopite, magnetite and pyrochlore.

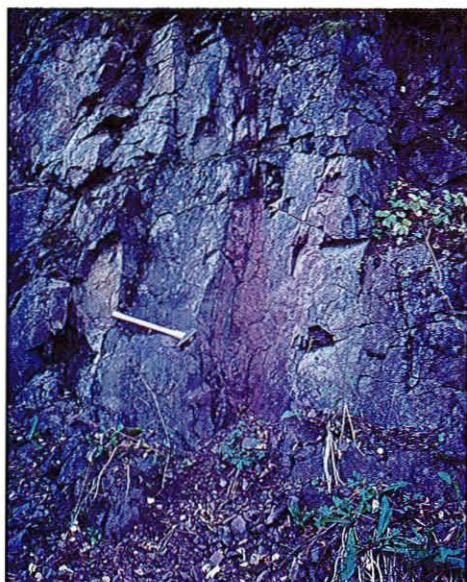


3. Hvit søvittgang som skjærer mørk fenitt. Begge bergartene er igjen gjennomskåret av brunlige, tynne, radioaktive ankeritt-karbonatitt ganger, Cappelenbruddet.
 White søvitt dike cutting dark fenite. Both rocks cut by ankerite-carbonatite dikelets.

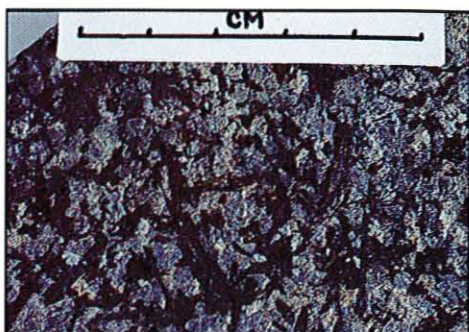
Fensfeltet representerer et erosjonstverrsnitt av tilførselsrøret på en vulkan som nå er erodert ned til minst 1-2 km under jordoverflaten som eksisterte på den tiden da vulkanen ble dannet. Forskjellige typer dateringer viser at Fensfeltet ble til for ca. 580 millioner år siden, d.v.s. helt mot slutten av prekambrium. Restene etter hovedtilførselsrøret er det som tradisjonelt kalles Fensfeltet. Imidlertid kan en også finne forskjellige tynne ganger og små eksplosjonsrør med "Fen-bergarter" som gjennomsetter de prekambriske gneisene i et stort område utenfor Fensfeltet. Dette området kaller jeg for "Fenprovinsen", og det strekker seg til Lifjell i nord, til Skåtøy ved Kragerø i sør, til Drangedal i vest og Oslofeltet i øst.

Fensfeltet ble først beskrevet skikkelig av Professor W. C. Brøgger i 1921. I dette arbeidet konkluderte han med at flere av bergartene var kalksteiner dannet ved vulkanisme, d.v.s. at de var krystallisert fra karbonatmagmaer (karbonatsmeltemasser). Dette er til forskjell fra normale magmaer som består av silikatsmelter. De magmatiske kalksteinene kalte Brøgger med et fellesnavn for "karbonatitter"; dette for å skille dem fra normale kalksteiner som er sedimentære. Ingen hadde beskrevet magma-

tiske kalksteiner før, og derfor er Fensfeltet å anse som en typelokalitet for karbonatittkomplekser. En vulkansk opprinnelse for karbonatbergartene på Fen ble ikke uten videre akseptert av de fleste andre geologer i Brøggers samtid. En svært berømt amerikansk geolog, N.L. Bowen, tok turen over til Fen for selv å se på disse bergartene straks etter at Brøggers arbeide ble publisert. Bowen var både før og etter han hadde besøkt Fen helt overbevist om at alle karbonatbergartene der var av en "hydrotermal-metasomatisk opprinnelse". I prosessene som foregår ved en slik dannelse tenker en seg at varmt vann med oppløst karbonat trengte seg opp på sprekker nede i dypet og omvandlet omkringliggende bergarter til rene karbonatbergarter eller silikatførende karbonatbergarter. Slike prosesser er vel kjent fra bl.a. mange malmforekomster. Brøgger mente også selv at noen av bergartene på Fen var av en hydrothermal-metasomatisk opprinnelse (fenitt og rødberg), men Bowen avviste enhver mulighet for at noen av kalksteinene kunne ha et magmatisk opphav. Dette var opptakten til "karbonatitt-kontroverset" blandt geologer. Først i 1960-årene, da det ble oppdaget at kalksteinslavaer strømte ut av en vulkan i Tanzania, ble en magmatisk



4. Rødberg med en spesielt rød og radioaktiv sone. Veiskjæring Bolladalen.
 "Rødberg" ("redrock") with a particularly red and radioactive zone.



5. Ijolitt som består av klinopyroksen (mørk) og nefelin (grå) fra Melteig.
 Ijolite consisting of clinopyroxene (dark) and nepheline (gray).

opprinnelse for noen karbonatitter akseptert. Ingen geolog betviler idag at mange av karbonatittene i Fensfeltet har en magmatisk opprinnelse. Like klart er det også at andre karbonatitter er dannet ved hydrotermal-metasomatiske prosesser.

Mange av lokalitetene på Fen er meget små (ofte bare noe få kvadratmeter) og derfor meget sårbare mot inngrep. Flere viktige lokaliteter har i løpet av de siste 20 årene blitt borte for alltid p.g.a. husbygging, veibygging etc. Flere av disse lokalitetene kunne med letthet ha vært skånet uten å hindre brukerinteressene nevneverdig. For å bevare dette nasjonalklenodium for fremtidens geologi-interesserte er derfor en fredning av de viktigste lokalitetene nå underveis. Selv et lite hammerslag kan forringe verdien av enkelte forekomster og jeg oppfordrer alle besøkende om å heller bruke fotoapparat. Mye av Fensfeltet er også åkerland og ferdsel over jordene er ikke populært i tiden det ikke er frost i bakken. Vis hensyn!

Under sine undersøkelser av Fensfeltet fant Brøgger en mengde bergarter som aldri før hadde blitt vitenskapelig beskrevet og han nølte ikke med å introdusere en mengde nye bergartsnavn. Han oppkalte bergartene etter forskjellige steder i Fensfeltet. Flere av navnene har det i ettertid vært umulig å bruke selv på Fen, f.eks.: "Kåsenitt" (Kåsene), "ringitt" (Ringsevja), "hollaitt" (Holla), "kamperitt" (Kamperhaug), "tveitåssitt" (Tveitåsen). Enkelte navn blir bare brukt på Fen, f.eks.: "Vipetoitt" (Vipeto) og "damtjernitt" (Damtjern). Andre navn er internasjonalt anerkjente og blir brukt i karbonatittkomplekser over hele kloden, f.eks.: Fenitt (Fen), søvitt (Søve), rauhaugitt (rauhaug), melteigitt (Melteig), sannaitt (Sanna), juvitt (Juvet).

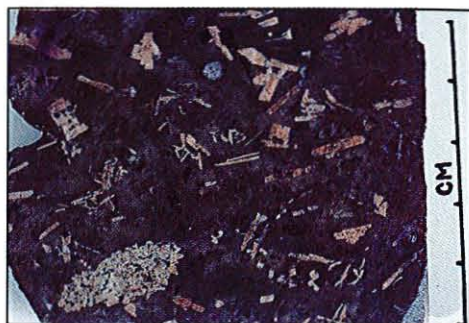
Karbonatittene er arealmessig de vanligste bergartene på overflaten i Fensfeltet. Nedenfor vil jeg kort gi en oversikt over hvilke mineraler de består av og hvor de kan sees.

Søvitt består vesentlig av kalsitt og fører alltid noen prosent apatitt (figur 2). Det forekommer åpenbart ulike søvitt-varianter, noe som skyldes sterkt varierende innhold av flogopitt, magnetitt, blålig amfibol, pyroklor, kolumbitt, pyritt og zirkon. Søvittganger kan en lett studere i veiskjæringene ved Cappelenbruddet (Figur 3).

Kalsitt er det eneste karbonatmineralet som



6. Fonolittisk gang (mørk) som skjærer granittisk gneis ved Bånaråsen nord for Fen. Rødfargingen av gneisen på begge sider av gangen skyldes fenittisering. Både fonolitt og fenitt er seinere blitt omvandlet. Dark phonolite dike cutting granitic gneiss. Red coloring of the gneiss adjacent to the dike is due to fenitization.



7. Porfyrittisk fonolitt-gangbergart fra Lunnebruene sørvest for Fen. Kalifeltspatkrystallene er røde og nefelin-krystallene (omvandlet til muskovitt) er mørke grå med firkantet tverrsnitt.

Porphyritic phonolite dike rock containing red potassic feldspar and altered nepheline (dark with square outlines).

forekommer i silikokarbonatittene. I tillegg er det variable mengder silikatmineraler av grønn klinopyroksen, biotitt, apatitt, titanitt, kalifeltspat og nefelin (alltid omvandlet til muskovitt). De beste silikokarbonatittforekomstene lå ved Kåsene, men er idag helt borte under nye hus og veier. Bare hvis en leiter grundig, kan en finne enkelte dårlig bevarte silikokarbonatitter i busk og kratt i Kåsene-distriktet.

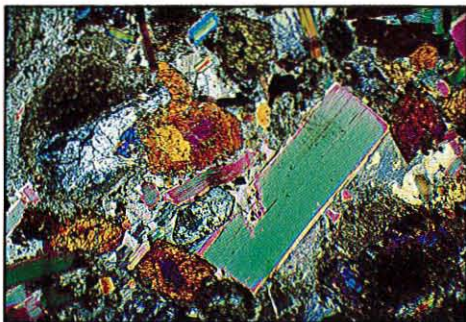
Rauhaugitt består av dolomitt eller Fe-holdig dolomitt med litt apatitt. Rauhaugittene er oftest fattige på andre mineraler. Idag er det en tendens til ikke å bruke navnet rauhaugitt i internasjonal litteratur, men heller kalle denne bergarten for dolomitt-karbonatitt. Kremgule, sukkerkornete rauhaugittganger med en jernfattig dolomitt kan sees ved Hydrobruddet, mens rauhaugitt fra området ved Rauhaug gård inneholder en noe mere jernrik dolomitt og blir rustfarget på forvitret overflate.

Ankeritt-karbonatitter forekommer i tynne ganger, f.eks. ved Cappelenbruddet (figur 3). En breksje-variant, med rustbrun farge, finnes bl.a. i veiskjæringene nordvest for Fen jerngruver. Foruten ankeritt inneholder disse karbonatittene bl.a. kloritt, kvarts,

albitt, barytt, samt mindre mengder av REE-fluorokarbonater (bastnäsitt, parisitt, synchisitt), monazitt, fluoritt og allanitt. Alle disse uvanlige mineralene forekommer kun i små korn som knapt er synlig i vanlig mikroskop.

Rødberg er en burgunderrød bergart (figur 4), og navnet ble opprinnelig brukt av gruvearbeiderne ved Fen jerngruver. Bergarten består av kalsitt, hematitt, pyritt og kvarts. Hematitt utgjorde i de tidligere malmsonene nærmest ett hundre prosent av bergarten, og det er finfordelt hematitt som gir bergarten rødfargen. Bergarten er et hydrotermalt-metasomatisk omvandlingsprodukt av forskjellige andre Fen-bergarter, særlig ankeritt-karbonatittene. Også i rødberget finner en i mikroskopet de samme, uvanlige mineralene som i ankeritt-karbonatittene. Rødberg finnes i hele den østlige delen av feltet, og særlig fint er det å studere denne bergarten i veiskjæringene ved Fen jerngruver.

Søvitt, dolomittkarbonatitt og ankerittkarbonatitt forekommer også i ganger som gjennomskjærer gneisene utenfor Fensfeltet. Disse karbonatittgangene er oftest svært tynne, sjelden over 5 cm tykke, og er



8. Damtjernitt fra originallokaliteten ved Damtjern sett i tynnslip i mikroskop. Rektangulære krystaller med grønn farge er flogopitt. Den lengste er ca 2 mm. Gulbrune til fiolette krystaller er titanrik klinopyroksen. Svarte korn er spinell, og den lyse grunnmassen består av kalsitt og noe apatitt.

Damtjern damtjernite seen in microscope. Largest, green crystal is phlogopite (2 mm long). Yellowish-brown to violet crystals are titanium-rich clinopyroxenes. Black grain is spinell, and the light-colored groundmass consists of calcite with some apatite.

derfor vanskelig å få øye på. Gode eksempler kan du finne i veiskjæringer på Strømtangen (tynne, flattliggende ganger like nord for der brua over Norsjø kommer inn på tangen) og på nordsida av Øvre Stavsjø. På Fensfeltet finnes også en gruppe svært alkalirike, magmatiske silikatbergarter. Disse inneholder ikke noe eller bare litt kalsitt. På overflaten er disse bergartene arealmessig helt underordnet i forhold til karbonatittene. Geofysiske målinger tyder imidlertid på at enkelte av disse silikatbergartene er mere vanlig enn karbonatittene mot dypet. Det er helt klart at dannelsesmessig er det en nøye sammenheng mellom karbonatittene og silikatbergartene, og mye av karbonatittforskningen idag går ut på å finne ut av disse sammenhengene. De magmatiske silikatbergartene i Fensfeltet er:

Melteigitt-ijolitt-urtitt-serien er bergarter hvor nefelin og pyroksen utgjør hovedmi-

9. Overflate av damtjernitt ved Damtjern (tåler ikke ett hammerslag!) full av fragmenter fra Jordas øvre mantel (60-80 km dyp).

Damtjernite at Damtjern (No hammering, please !) containing a large number of fragments from the Earth's upper mantle (60-80 km depth).

neralene. Melteigitt består vesentlig av pyroksen, urtitt består nærmest bare av nefelin, mens ijolitt har omtrent like mengder av begge mineralene (figur 5). Av andre mineraler forekommer det mindre mengder apatitt, kalsitt, titanitt, titanrik granat (melanitt-schorlomitt), biotitt og perovskitt. I enkelte ijolitter kan det også være noen prosent kalifeltspat. Ofte er nefelinen mer eller midre omvandlet til skapolitt, muskovitt eller kankrinit. Disse bergartene forekommer i området rundt Melteig, men lokalitetene er ikke lette å finne.

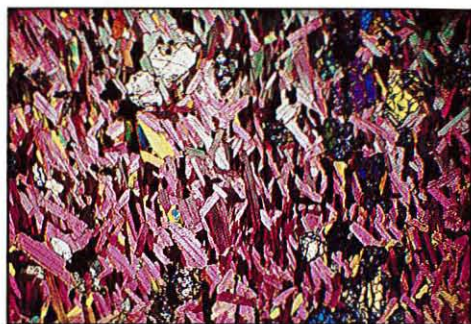
Juvitt ble beskrevet av Brøgger fra en ørliten lokalitet ved plassen Juvet sør i Fensfeltet. Bergarten består stort sett av kalifeltspat og nefelin (omvandlet), og er en slags nefelinsyenitt. Juvitt er en svært underordnet bergartstype på Fensfeltets overflate (det meste ble nok samlet av Brøgger), men den er funnet i større områder i enkelte andre karbonatittkomplekser, f.eks. på Alnö i Sverige.

Fonolittganger forkommer knapt innenfor Fensfeltet, men er den desidert vanligste gangbergarten i Fenprovinsen. Nærmest flattliggende, opptil to meter tykke fonolittganger sees i mange veiskjæringer rundt



10. Øvre mantel spinel-lherzolitt fragment fra Damtjern sett i mikroskop. Bergarten består av klinopyroksen, ortopyroksen, olivin, amfibol og krom-spinell.

Fragment of spinel-lherzolite from Damtjern seen in microscope. The rock consists of clinopyroxene, orthopyroxene, olivine, amphibole and chromium-spinel.



11. Fragment av en glimmer-rik bergart fra Damtjern sett i mikroskop. Fiolette krystaller er flogopitt, og gule og blå korn er olivin.

Fragment of a micaceous rock from Damtjern seen in microscope. Violet crystals are phlogopite, and yellow and blue grains are olivine.

Fensfeltet (figur 6). Uomvandlet fonolitt har en grønnlig farge, noe som skyldes finfordelt, mikroskopisk ægirin. Ofte er fonolittene så finkornete at en ikke kan se de enkelte mineralkornene (kalifeltspat, nefelin og ægirin) med det blotte øye, men i noen av gangene kan en finne synlige krystaller av kalifeltspat, nefelin, ægirin, biotitt, titanitt og en sjelden gang titan-granat (figur 7). Når fonolittene er omvandlet, og det er de nesten alle sammen, blir kalifeltspaten rød, ægirin blir til kloritt og nefelin til muskovitt. Omvandlede fonolitter er røde, grå eller brunligsorte.

Fenitt er en karakteristisk bergart for Fensfeltet og andre liknende komplekser rundt omkring i verden. Fenittene (det er flere varieteter) finner vi i de perifere delene av Fensfeltet, særlig på vestsida i nærheten av der melteigittseriens bergarter og silikokarbonatittene forekommer. Fenitt er et godt eksempel på en metasomatisk bergart, og selve dannelsesprosessen kalles fenittisering. Utgangspunktet for å danne fenittene var de prekambriske, granittiske gneisene (sammensatt av bl.a. kvarts, kalifeltspat, plagioklas, biotitt og hornblende), lik dem vi finner i store områder utenfor Fensfeltet idag. Da magmaer, som gav opphav til

melteigittserien og silikokarbonatittene, strømmet opp i jordskorpa, avgav de varme væsker som trengte seg inn på sprekker og langs mineralgrensene i de omgivende granittiske gneisene. Disse væskene besto av vann og CO₂ og inneholdt særlig mye natrium. Disse væskene var uhyre aggressive, og der de kom i kontakt med biotitt og hornblende spiste de disse mineralene og dannet ægirin og natriumamfibol isteden. I enkelte fenitter er også kvartsen totalt oppspist, og feltspatene er omdannet til en spesiell type perthittfeltspat og albit. Fenitter kan en studere godt i de nordvestre delene av Fensfeltet. Særlig typisk er store flater, opprinnelig sprekker i gneisene som væskene kunne flyte langs, med blålige alkali-amfiboler.

Damtjernittene (en gruppe lamprofyrbergarter) er en lett kjennelig bergartsgruppe i Fensfeltet, og damtjernittganger er funnet helt nede på Skåtøy ved Kragerø, i Drangedal og på Brånan ved Lifjell. Typisk for damtjernitt er bronsefargete flogopittkrystaller som kan bli flere cm i tverrmål. Damtjernittene er en bergartsgruppe som varierer en god del m.h.t. mineralinnhold. Enkelte damtjernitter inneholder olivin, klinopyroksen, flogopitt, magnesiumamfi-



12. "Anne-Milly gangen" på Brennebu sørvest for Fen skjærer amfibolitt og sees foran Anne Milly og mot nedre høyre bildehjørne. Gangen har en sammensetning som ligger mellom damtjernitt og fonolitt, noe som indikerer en genetisk sammenheng mellom disse bergartene. I denne gangen er det også bruddstykker av en nefelinsyenitt som ikke finnes på overflaten, men som må være utbredt på dypet sørvest for Fensfeltet. Du kan sikkert spørre Anne Milly om en omvisning, men husk at det er bomvei til Brennebu.

"The Anne Milly dike" which is compositionally something between damtjernite and phonolite and suggest a genetic link between the two rock types.

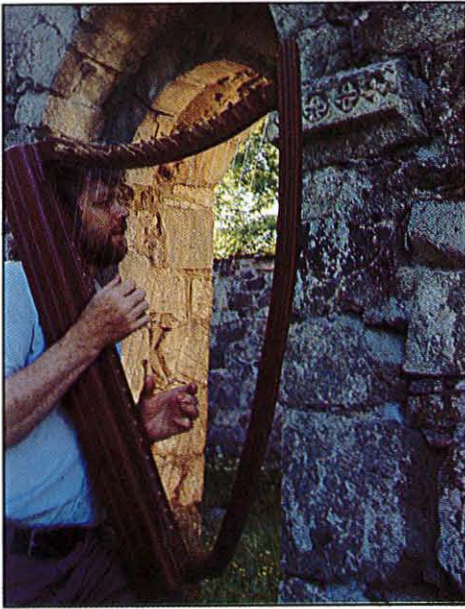
bol, apatitt, kromspinell, magnetitt, perovskitt og kalsitt (figur 8). Andre varieteter inneholder alkalifeltspat, titanitt og titangranat. Kalsittinnholdet viser at damtjernittmagmaene var en blanding av silikat- og karbonat-magma når de kom opp i jordskorpa. Damtjernittene er derfor viktig for å forstå dannelsen av karbonattittene.

Enkelte steder danner damtjernittene vertikale, rørformede bergartslegemer som vi kaller eksplosjonsrør eller diatremer. På overflaten har disse gjerne et sirkulært, ellipsoidisk eller irregulært tverrsnitt. Damtjernitten ved Damtjern er egentlig to diatremer ved siden av hverandre. Typisk er også at denne damtjernitten er full av bergartsfragmenter (figur 9) som magmaet plukket med seg fra store dyp, antakelig der hvor damtjernitten ble dannet. To viktige grupper av disse fragmentene er: Lherzolit-

13. Sannaitt fra Ormen sørvest for Fen. Store, svarte amfibolkrystaller og bruddstykker fra omgivende gneiser er det fullt av i denne bergarten som med en eksplosiv kraft kom opp til overflaten.

Typical sannaite with black amphibole crystals and fragments of surrounding gneisses.

ter og glimmer-amfibol bergarter. Lherzolitene inneholder olivin, ortopyroksen, klinopyroksen, kromspinell og amfibol (figur 10). Enkelte inneholder i tillegg pyropgranat. De granatførende lherzolitene er meget viktige da vi kan bruke dem til å beregne trykket og temperaturen de ble dannet under, og derved dypet damtjernitten kom ifra: 60-80 km og ca 1110°C. Dette er nede i mantelen. Beregninger viser at Damtjern-damtjernitten brukte mellom 30 min. og 3-4 timer på å stige opp fra dette dypet til overflaten, og gjennombruddet til overflaten skjedde garantert med brask og bram. Glimmer-amfibol-bergartsfragmentene (figur 11) er trolig dannet ved oppbrytning av allerede krystalliserte deler av de "opprinnelige" Fen-magmaene, disse som ved forskjellige prosesser til slutt gav de mange spesielle bergartene vi har på Fensfeltets overflate idag. Damtjernitter kan du finne mange steder i Fensfeltet, f.eks. ved Hydrobruddet, ved pistolskytebanen ved Fen jerngruver og helt sørøst i feltet, men alle disse er mer eller mindre omvandlet. Enkelte ganger har en sammensetning som ligger mellom fonolittene og damtjernittene og er derfor viktig for å forstå relasjonen mellom disse bergartene



14. Portal med ornamenter hogd ut i søvitt ved Holla kirkeruin oppe på høyden på vestsida av Fensfeltet.

Ornamented søvite used in the 12th century Holla church (now ruin) on the hill at the western side of the Fen area.

(figur 12).

Vipetoitt forekommer kun i et lite område ved Vipeto. Denne bergarten består av amfibol, klinopyroksen, flogopitt, magnetitt, apatitt og kalsitt.

Sannaitt er kun kjent fra tre steder i Fen-provinsen: Bjoremyråsen vest for Steinsrud gård, og to lokaliteter på Ormen nord for Sanna (7 km sørsørvest for Fen). Sannaittene kan minne litt om damtjernitt ved første øyekast, men har en annen historie. Alle stedene forekommer sannaittene som diatremer, men disse har nok bare kommet opp fra magmakamre som lå oppe i jordskorpa. Karakteristisk for sannaittene er innholdet av flere cm store krystaller av en brunligsvart amfibol (figur 13).

I middelalderkirkene rundt Norsjø (Hollaruinen, Romnes og Nes) er det brukt en bløt, lett bearbeidbar kalkstein til ornamenter og rundt dørpartiene (figur 14). Lenge



15. Norsk Bergverk på Søve i 1960-årene. Heisetårnet sees i midten, Cappelenbruddet til høyre og oppredningen foregikk i de røde bygningene til høyre for tårnet. Mining buildings at Søve in the early 1960-ies.

har man trodd at dette deide seg om en importert marmor. For noen år siden oppdaget jeg at det var brukt søvitt i alle tre kirkene, og etter utseendet å dømme kom råblokkene fra området ved Cappelenbruddet. Dette er m.a.o. den eldste utnyttelse av Fenbergartene vi kjenner til, omenn trolig i svært beskjeden grad.

Jerngruvedriften (ca 1650-1925) var imidlertid betydelig. Jernet ble utvunnet fra hematitt-malm i rødberget, og i mindre målestokk magnetittmalm fra ankerittkarbonatittene. All jerngruvevirksomhet foregikk i de østlige delene av feltet, og særlig i det nordøstre området er det mange severdige gruveganger. De fleste er imidlertid sperret for almen ferdsel.

Den tredje gruvedriftsperioden begynte etter siste verdenskrig og varte til ut i 1960-årene. Denne driften foregikk i de nordvestre delene av feltet, ved Cappelenbruddet og i en stoll som går inn vest for Hydrobruddet og sørover mot Tuft. Pyroklor, som var anrikt i enkelte soner i søvittene, ble utvunnet for sitt niobinnhold. Gruvene ble kalt "Søvitt gruver" og ble drevet av Norsk Bergverk (figur 15).

I 1970- og 1980-årene foregikk det en omfattende undersøkelse etter sjeldne jordartselementer (REE), som er særlig anrikt i rødberget og i ankerittkarbonatittene.

Resultatene fra disse undersøkelsene kjennetegner jeg ikke da disse er hemmelige, men foreløpig ligger tydeligvis planene om gruve drift på is. I tillegg er det kjent betydelige thoriumreserver i rødberget og ankerittkarbonatittene. Imidlertid brukes thorium ikke til noe særlig idag, og thoriumressursene på verdensbasis er meget store.

Thorium og uran er radioaktive elementer som finnes naturlig i svært små mengder i alle bergarter. Uraninnholdet i bergartene på Fen er ikke høyere enn i en gjennomsnittlig granitt. Thoriuminnholdet er derimot skyhøyt i rødberget og ankerittkarbonatittene i forhold til i andre normale bergarter. Den radioaktive nedbrytningen av thorium gjør at det utvikles radongass ("thoron") og gammastråler. Dette representerer imidlertid ingen helsefare for besøkende, men hvis en skulle arbeide i gruveganger i lengre tid eller har sprengt bolighus ned i disse bergartene, må det tas visse forholdsregler m.h.t. utluftning etc.

Hvordan er så Fensfeltet dannet?

Lherzolitt-fragmentene fra Damtjern viser at vi må minst 60-80 km ned i dypet for å finne kildeområdet for det "opprinnelige" Fen-magmaet. Damtjernittene, med sitt karbonatinnhold, forteller oss også at vi kan ha en blanding av silikat- og karbonatmagma. Bringer vi dette magmaet fort til overflaten blir det en damtjernitt. Bringer vi derimot damtjernittiske magma opp og lar det bli stående i et kammer på et eller annet sted i jordskorpa, skjer det prosesser hvor silikat- og karbonat-magmaene skiller lag. Karbonatmagmaer er lettere enn silikatmagmaer, og vil derfor lett kunne stige opp og lage en karbonatittvulkan på overflaten. Dette blir billedlig på samme måte som når vi lar råmelk stå stille så vil fløtepartiklene stige opp og legge seg som et lettere fløtelag ("karbonatmagma") på toppen av melka ("silikatmagma"). Fløtelaget blir som vi vet volummessig mye mindre enn melkevolumet. Helt analogt er det at karbonatitt-volumet ved overflaten er mye

mindre enn silikatbergarts volumet som har blitt igjen i dypet under Fen.

Mange har lett for å tenke seg at Fensfeltet ble dannet i en eneste stor smell. Dette er ikke riktig. Fensfeltet må sees på som et sted i jordskorpa der det fra større eller mindre dyp kom pipende opp magma som hadde gjennomgått mange forandringer på sin ferd opp mot overflaten. Dette er bakgrunnen for kompleksiteten vi ser på Fensfeltet. En forutsetning for at vi fikk karbonatitter var at det opprinnelige magmaet i dypet av en eller annen grunn hadde oppløst karbonatmagma i seg.

Hvor lenge Fen-vulkanen var aktiv vet vi ikke, men ved sammenlikning med relativt nye vulkaner av tilsvarende type har det trolig dreid seg om under en million år. En aktiv vulkan, Oldoinyo L'engai, finner vi i Tanzania i Øst-Afrika. Ved Kaiserstuhl sør i Tyskland finner vi også en relativt ung karbonatittvulkan. Felles for begge disse vulkanene er at de ligger i en sone hvor jordskorpa blir trukket fra hverandre. Det er sannsynlig at Fensfeltet, og et liknende felt på Alnø ved Sundsvall i Sverige, også er knyttet til en episode hvor jordskorpa i Skandinavia ble trukket litt ifra hverandre. Da Fensfeltet ble beskrevet av Brøgger, var karbonatitter noe nytt for vitenskapen, men i årene som har gått er det funnet flere hundre slike komplekser spredt over alle kontinentene på kloden. Mange av disse kompleksene er større og bedre blottlagt enn Fensfeltet, og Fensfelt er derfor ikke noe unikum. Imidlertid, siden Fensfeltet er "original-lokaliteten", må all karbonatittforskning alltid bruke Fensfeltet som et referanseområde. Derfor er Fensfeltet så viktig.

Summary

The classical Fen area near Ulefoss in Telemark is the type area for carbonatites, i.e. carbonate rocks of volcanic origin. Many rocks were first found and described from this area by Brøgger in 1921. Most important rocks are søvite (calcite carbona-

tite), rauhaugite (dolomite carbonatite), ankerite carbonatite, fenite (alkali-metasomatized granitic gneisses) and melteigite-ijolite-urtite series (pyroxene-nepheline rocks). The rock rødberg (= "redrock") which occupies the eastern part of the complex, was formed by alteration of mainly ankeritic carbonatites, and is fairly radioactive due to high content of thorium. The Fen area is the cross-section of a volcanic pipe about 1-2 km below the original surface which existed when the volcano was active some 580 million years ago. Damtjernite, which is a lamprophyric dike-rock also found at long distances

away from Fen, in one exceptional case contains rock fragments from the Earth's upper mantle. The rødberg was mined for iron for some centuries, and the søvite was mined for pyrochlore (niobium) after the second world war.

Referanse

Brøgger, W.C. (1921) Das Fengebiet in Tlemark, Norwegen. Vid. Selsk. Skr. 9. 402 pp.

Sæther, E. (1957) The alkaline rock province of the Fen area in Southern Norway. Det kongl. Norske Vid. Selsk. Skr. 1. 150 pp.

Klokker – Mineraler – Termometere – Råstein

Penneholdere – Steinknekkere

Bokstøtter



Kort leveringstid
Konkurransedyktige priser



**MINERALER, SLIPEUTSTYR, RÅSTEIN
SKIVER, INNFA TNINGER, CABOCHONER.**

STOR 50 SIDERS KATALOG

Kunstmia

A.B.C. GATEN 5, 4000 Stavanger - Tlf. 04 52 08 82