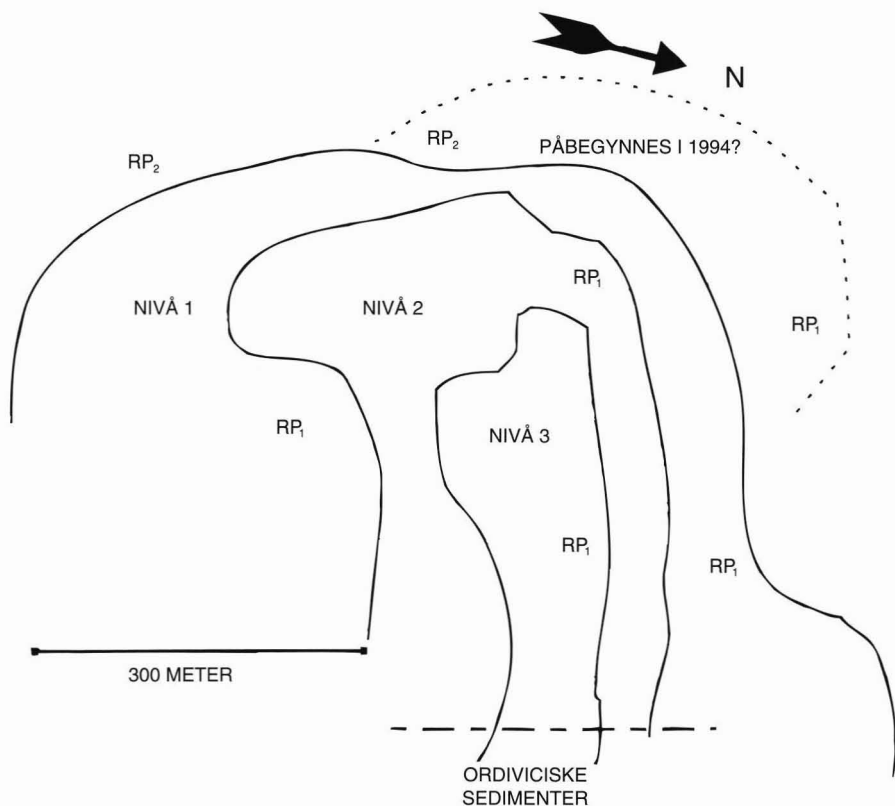


BJØNNDALEN BRUK

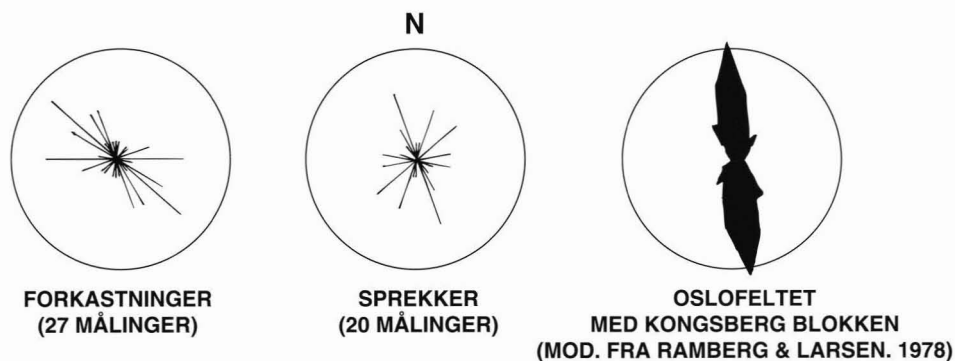


Figur 1. Skjematisk kart over Bjønndalen bruk (oktober 1993).

Bjønndalen bruk har vist seg å være en av de mest interessante mineralforekomstene i Oslos nærområde. Stadige sprengninger og uttak av ny masse har i mange år gitt samlere nye bidrag til samlingen sin. Spesielt mikromineralene har vist seg meget interessante. Foreløpig er det identifisert 43 mineraler fra bruddet, og ingenting tyder på at antallet vil stoppe her. Flere mineraler venter på en endelig identifisering. I tillegg viser de mange typene av sidestensomvandling at fluider med forskjellige kjemiske egenskaper har sirkulert i bergartene. Dette gjør bruddet også interessant fra et geokjemisk synspunkt.

BJØNNDALEN BRUK

FORDELINGSDIAGRAM OVER SPREKKER OG FORKASTNINGER



Figur 2. Fordelingsdiagram over sprekker og forkastninger i Bjønndalen bruk og i Oslofeltet.

INNLEDNING

Bruddet ligger ca. 17 km nordøst for Oslo, like nord for tettstedet Haga. Det eies av Ollendorf og er en del av Feiringkonsernet. Bjønndalen bruk ble startet opp i 1965. Bruket har et årlig konsesjonstak på 750000 tonn masse, og i 1993 ble det tatt ut ca. 340000 tonn. Det produseres hovedsakelig pukk i forskjellige størrelser til vei og anlegg, asfalt, etc. Bergarten er meget slitesterk og velegnet til dette bruket. I tillegg leverer de også matjord. Man er i ferd med å planlegge en utvidelse av bruddet i nordvestlig retning. Dette vil sannsynligvis skje i løpet av 1994. Bruddets eiere har intet i mot besøk av samlere utenom arbeidstid, men presiserer at man ferdes i bruddet under eget ansvar. Foreninger og større grupper bør ta kontakt med bruddets ansvarshavende før man besøker stedet.

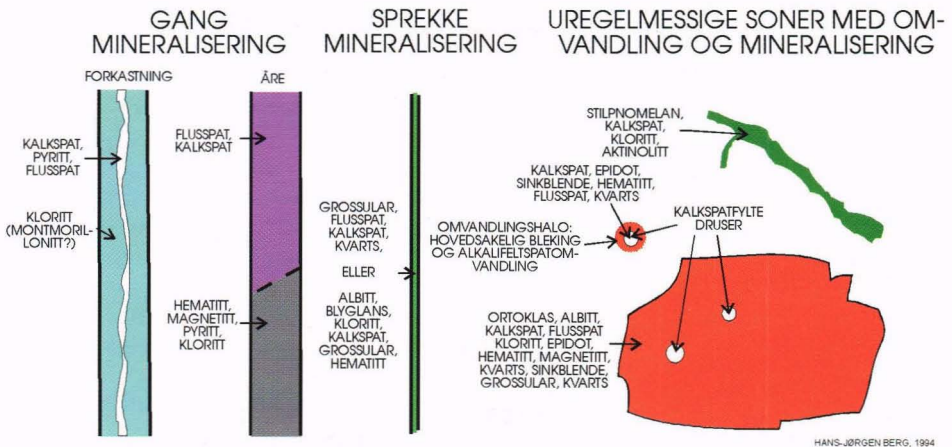
GENERELL GEOLOGI

Bruddet drives på rombeporfyr (RP1 og RP2). Mesteparten av massen som tas ut består av RP1. Denne rombeporfyren er i dette området ca. 50 meter tykk (Ramberg & Larsen, 1978). RP2 finner man i nivå 1 i

de vestre delene av bruddet. Kontakten mellom RP1 og RP2 består her av en hiatus med et tynt lag sedimenter lokalt i kontakten. Utseendet av kontakten indikerer at RP2 her har flytt utover i en paleodal.

I de østre delene av bruddet er sterkt omvandlete ordoviciske bergarter dominerende. Kontakten mellom rombeporfyr og ordoviciske sedimenter er tektonisk, dvs. en forkastning. Denne kontakten er vanskelig å observere, fordi den ser ut til å være intrudert av en senere diabasgang. Basalt (B1) ble observert i sålen av nivå 3 da denne delen av bruddet ble påbegynt. Foldede og omvandlete ordoviciske sedimenter danner i Nittedalsområdet en hiatus med B1 (Holtedahl & Dons, 1977; Ramberg & Larsen, 1978). Dette gir en maksimum vertikal forkastningsbevegelse på 270 meter, basert på stratigrafiske data fra Ramberg & Larsen (1978) og Henningsmoen (1977).

Hele bruddet er gjennomslutt av større og mindre forkastninger. De største forkastningene kan observeres i de østre og midtre delene av bruddet. De opptrer som opp



HANS-JØRGEN BERG, 1994

Figur 3. Skjematisk skisse over mineraliseringenes opptreden i Bjønndalen bruk.

til 1 m tykke soner med klorittmineralisering eller klorittisert oppknust vertsbjergart. Kalkspatmineralisering med druser er ikke uvanlig i disse forkastningene. Pyritt og hematitt/magnetitt forekommer også. Et overveiende flertall av forkastningene har både en lateral og en vertikal bevegelseskomponent, og er geografisk orientert som vist i Figur 2. Sprekkes geografiske orientering divergerer noe fra forkastningenes, som vist i Figur 2. Totalt sett avviker både sprekkens og forkastningens geografiske orientering noe fra det regionale sprekk- og forkastningsmønster (jfr. Figur 2). En årsak kan være at de observerte sprekk- og forkastningsretningene er et lokalt fenomen relatert til dannelsen av den omgivende Nittedalscauldronen, og er mindre påvirket av de regionale tektoniske bevegelser.

Sidestensomvandling og geokjemi.

Mineraliseringene opptrer som skjematisk vist i Figur 3. Generelt sett opptrer mineraliseringene på tre måter:

- "Gang"-mineralisering. Denne typen mineraliseringer er kalt ganger kun på grunn av at de visuelt opptrer som ganger. De er ikke dannet ifm. intruderende smelter, men er et resultat av sirkulerende løsninger i sprekker og forkastninger, og er derfor et resultat av disse sprekkens og forkastningens form og orientering. Det er

generelt sett to varianter av "gang"-mineraliseringer:

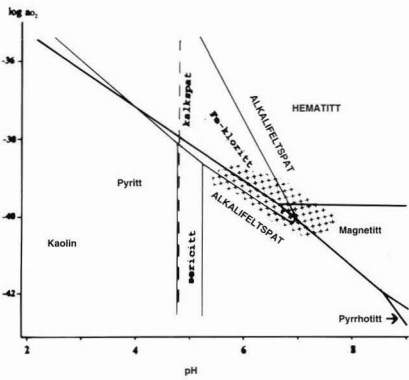
- Forkastningsrelatert. Kan bli opp til en meter tykk og består hovedsakelig av en grønnhvit leirsleppe. Denne inneholder ofte omvandlede relikter av rombeporfyrrens romber. I sentrum forekommer det ofte linseformede druser med kalkspat og pyritt, og av og til flusspat.

- Årer. Opptrer som til en halv meter brede og opptil tyve meter lange ganger. Årene kan være dominert av flusspat og noe kalkspat, eller hematitt/magnetitt, pyritt og kloritt. Det er mulig at disse to typene mineraliseringer kan opptre i forskjellige deler av samme åre. Det ble observert indikasjoner på dette i nivå 3, men den direkte kontakten ble dessverre ikke observert.

- Sprekke mineralisering. Mineraliseringene er sjelden mer enn tre til fire centimeter tykke og sidestensomvandlingen minimal eller helt fraværende. Mineraliseringer består vanligvis av grossular, flusspat, kalkspat og/eller kvarts. I de østre delene av nivå 2 er det funnet kalkspatdominerte ganger med blyglans, kloritt, albitt, grossular og hematitt.

- Uregelmessige soner med omvandling og mineralisering. Det er tre typer av denne typen mineralisering:

- Uregelmessige gangformede, kalkspatdominerte soner med stilpnomelan, kloritt



Figur 4. Fasediagram over mineraliseringene i Bjøndalen bruk. Modellert ved 200°C. Skravert felt indikerer observert mineralisering. Modellerings parametere (molal): K: 0,05. Na: 0,05. Ca: 0,3. Ba: 0,001. Mg: 0,05. Cl: 0,7. Sum total S: 0,05 molal. Sum total C: 0,01 molal. Log sum Cu: -6.

og aktinolit. Disse mineraliseringene kan bli opp til 20 cm tykke og er kun observert i nivå 3.

- Kalkspatfylte druser med omvandlingshalo. Disse blir sjelden mer enn en halv meter i diameter og er kalkspatfylt i sentrum. Drusene er vanligvis mineralisert med epidot, sinkblende, hematitt, flusspat og kvarts. Som en sjeldenhet kan illitt opptrre.

- Store, uregelmessige soner med ortoklas som hovedmineral. Sonene kan bli opp til 5 meter i diameter. Mineralogien kan være relativt kompleks. Så og si alle mineralene som er beskrevet i denne artikkelen er en eller annen gang observert i denne mineraliseringstypen. Meterstore soner med kun epidot og hematitt er også observert. Noen mineraliseringer av denne typen kan også være kalkspatdominert med bl. annet aktinolit, ortoklas, wulfenitt, pyritt som aksessoriske mineraler. Denne typen mineralisering er vanligst i nivå 3 og de østre delene av nivå 2.

Det må presiseres at kombinasjoner av disse mineraliseringstypene kan forekomme.

De mest interessante mineraliseringene i Bjøndalen bruk er relatert til sidestensomvandlingen av rombeporfyrene. Sidestensomvandling dannes ved reaksjoner forårsaket av hydrotermale løsninger som trenger inn i deler av den omgivende bergarten. Mange sidestensomvandlinger viser sonering i mineralogi forårsaket av endringer i de hydrotermale løsninger som passerer gjennom sidestenen, f. eks. endringer i temperatur, pH, kjemi, etc. Slike endringer er ofte et direkte resultat av selve sidestensomvandlingen.

Sidestensomvandlingen i bruddet er lokalt meget intensiv. Omvandlingen er enten tett relatert til sprekker og forkastninger, eller opptrer som uregelmessige soner opp til 10 meter i tverrsnitt, ofte med kalkspatfylte druser. Sistnevnte er spesielt hyppige i østre deler av nivå 2 og 3. Følgende omvandlinger er observert:

Klorittisering: Dette er den vanligste omvandlingstypen i bruddet, og opptrer i så og si alle typer omvandlinger i dette bruddet.

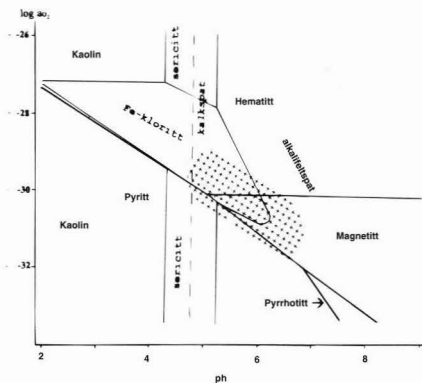
Epidotisering: Meget vanlig omvandlingstype i dette bruddet. Den er hovedsakelig relatert til soner med og uten druser og sprekker, men er sjelden observert i de større forkastningene. Lokalt kan epidot helt erstatte den opprinnelige rombeporfyren.

Illittisering: Kun observert i et fåtall mindre områder med druser i den nordvestre delen av bruddet og i nivå 3.

Karbonatisering: Er observert i noen av de største forkastningssonene og i lokale soner og nær kontakten med de ordoviciske bergartene i den østre delen av bruddet, hvor kalkspat opptrer sammen med albitt i en totalt omvandlet rombeporfyr.

Alkalifeltspatomvandling: Vanlig i hele bruddet, men kan være vanskelig å observere fordi omvandlingen har så og si samme farge som den opprinnelige rombeporfyren.

Albittisering: Opptrer langs de største mineraliserte sprekke/forkastningene i den østre delen av bruddet.



Figur 5. Fasediagram over mineraliseringene i Bjønnaldalen bruk. Modellert ved 300°C. Skravert felt indikerer observert mineralisering. Modellerings parametere (molal): K: 0,05. Na: 0,05. Ca: 0,3. Ba: 0,001. Mg: 0,05. Cl: 0,7. Sum total S: 0,05 molal. Sum total C: 0,01 molal. Log sum Cu: -6.

Hematittisering: Opptre som uregelmessige soner i hele bruddet sammen med epidot.

Bleking: Vanlig i hele bruddet, men er ofte overpreget av senere omvandlinger.

De ordoviciske bergartene i den østre delen er også lokalt kraftig omvandlet. Omvandlingen består av hornfelsesdannelse, silisifisering og epidotisering.

De ovenfor beskrevne omvandlingstypene opptrer sjelden separat. Ofte erstatter eller overpreger en omvandlingstype en tidligere. Sonerte omvandlinger forekommer også.

Tabell 1 viser den generelle mineralogien i uomvandlet og omvandlet rombeporfyr. Tabellen viser tydelig at de uregelmessige sonene med druser har en betydelig mer kompleks mineralogi enn de kloritt- og kalkspatmineraliserte forkastningssonene. Forskjellen mellom primær mineralogi i rombeporfyren og de nye mineraliseringene gir kvantitativt hvilke elementer som er fjernet fra bergarten og hvilke som er tilført (Tabell 2). Også her viser de uregelmessige sonene med druser seg mer kom-

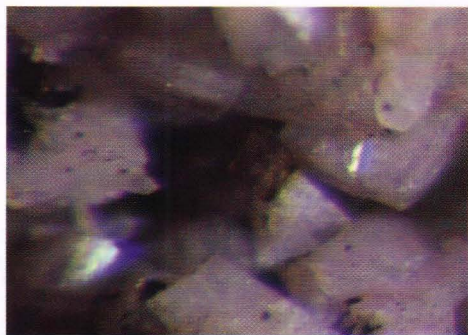
pleks enn de kloritt- og kalkspatmineraliserte forkastningssonene. Begge typene mineraliseringer er tilført Fe, S, Mg, F, H₂O og CO₂. De uregelmessige sonene er i tillegg tilført Zn, Cu og Pb. Mo, Be og Ti kan også være tilført. Disse elementene opptrer ofte som sporstoffer i bergarter. Mo, Be og Ti kan derfor være et resultat av sidestensomvandlingen. Anatas, titanitt, bertranditt og wulfenitt er kun funnet i beskjedne mengder som mikromineraler, og hovedsakelig i og nær større områder med sidestensomvandling. Dette styrker denne antagelsen.

Forskjellen i mineralinnhold i de kloritt-dominerte forkastningssonene og de uregelmessige sonene kan skyldes følgende:

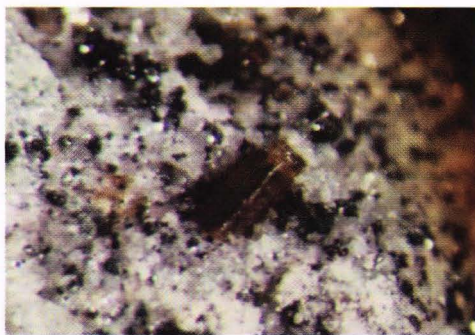
- Forkastningene danner forholdsvis åpne kanaler for de mineraliserende hydrotermale løsningsene. Disse strømmer så raskt igjennom uten at mineraler felles ut. Elementer som utlutes under sidestensomvandlinger fjernes også før de får anledning til å felles ut som nye mineraler. Eventuelle utfelte mineraliseringer i forkastningen vil også bli ødelagt hvis forkastningen reaktiveres. Kun i forkastningens slutfase kan mineraliseringer bevares.
- Hydrotermale løsninger som trenger gjennom rombeporfyren bruker relativt lang tid på dette. Løsningene får derfor god anledning til reagere med rombeporfyren og felle ut nye mineraler. Sporelementer blir ikke fjernet og kan derfor felles ut som mineraler.

Ved hjelp av et dataprogram kalt FO2PH (Ripley & Ohmoto, 1979) er det mulig å beregne et omtrentlig temperaturintervall som mineraliseringene er dannet under. Programmet krever at brukeren har godt kjennskap til geokjemi og termodynamikk for at resultatene skal bli gode. Jeg vil derfor ikke gå nærmere inn på beskrivelse og bruk av programmet, men henviser spesielt interesserte til Ripley & Ohmoto, 1979 og Berg, 1992.

Temperaturintervallet for dannelsen av mineraliseringene bestemmes ved at mineraler blir stabile eller ustabile over eller



Figur 19. Wulfenitt på albitt. Krystallen er ca. 0,4 mm. Foto og samling H-J. Berg.



Figur 12. Parisitt på albitt fra Bjørndalen. Krystallen er 0,8 mm. Samling J. Hagebakken. Foto H-J. Berg.

under en bestemt temperatur. Ved å studere mineralogien i mineraliseringene nøye, og så forsøke å rekonstruere denne ved hjelp av FO2PH kan man få et temperturintervall for mineraliseringen. Nedre temperaturgrense for mineraliseringene i Bjørndalen bruk er ca 180°C. Denne bestemmes ved at Fe-kloritt (chamositt, klinoklor) ikke er stabil under denne temperaturen. I og med at kloritt er allestedsnærværende i bruddet er dette derfor sannsynlig nedre temperaturgrense. Ved ca. 350°C begynner kloritt å stabiliseres på bekostning av alkalifetspat (ortoklas, albitt). Alkalifetspat og kloritt koeksisterer i hele bruddet. 350°C er derfor en sannsynlig øvre temperaturgrense. Generelt sett er mineraliseringene i bruddet dannet i temperaturintervallet 200 til 300°C, med muligheter for at enkelte kan ha blitt dannet både ved lavere og høyere temperaturer enn indikert.

Figur 4 og 5 viser fase-diagram modellert ved hjelp av FO2PH. Sericitt er brukt i stedet for illitt i modelleringen fordi programmet ikke har stabilitetsberegninger for illitt innebygget. Illitt kan betraktes som en vannholdig lavtemperatur sjiktsilikatfase med en lavere grad av ordening av atom-sjiktene enn sericitt. De skyggelagte feltene angir mineraliseringenes omtrentlige plassering som en funksjon av pH og oksygenaktivitet ved 200 og 300°C.

Mineralogi

De følgende mineralbeskrivelser er basert på opplysninger fra Bjørn Hansen (pers. com.), Gunnar Raade (pers. com.), Johan Hagebakken, Ljøstad (1989), og egne observasjoner i bruddet.

Aktinolit: Mineraliet er funnet som massive, radiære grågrønne vifter i sterkt omvandlet rombeoporfyrr nær kontakten mot ordoviciske bergarter i nivå 3. Viftene kan bli opp til 5 cm lange. Kan også opptre som tynne nåler i druser sammen med kvarts eller kalkspat.

Albitt: Opptre vanligvis som opp til 1 cm store, hvite eu- til subhedrale krystaller. Mineraliet er vanligst i mineraliserte sprekker/forkastninger i de østre delene av bruddet og opptre ofte sammen med kloritt, kalkspat og stilpnomelan.

Anatas: Relativt sjeldent mineral i dette bruddet. Observert som opp til 1,5 mm store dipyramidale krystaller. I en nå bortsprengt del av nivå 3 ble det funnet opp til 1 mm store plateformete guloransje krystaller. I nivå 2 ble anatas funnet som pent utviklede oktaedriske mikrokrystaller med metallisk glans sammen med finkornet albitt og kvarts, magnetitt og parisitt.

Anglesitt: Opptre som grønne prismatiske krystaller, opp til 1 mm store.

Azuritt: Mineraliet er funnet som belegg sammen med malakitt rundt kobberkis.

Barytt: Er funnet som opp til 2,5 mm store



Figur 6. Grossular og epidot fra nivå 3. Stoffen er 8 x 5 cm. Foto og samling H-J. Berg.



Figur 7. Grossular (4 x 3 cm) fra Bjønndalen. Samling J. Hagebakken. Foto H-J. Berg.

klare, pent terminerte «øksekrytaller». Kun et fåtall eksemplarer er funnet.

Bertranditt: Funnet høsten 1992 i nivå 3. Opptre som vannklare mikrokrytaller i kalkspatfylte druserom, sammen med alkalifeltspat. Mineralet må ansees som sjeldent.

Biotitt: Mineralet er vanligst som mikrokrytaller, men er også observert som opp til 1 cm store krystallagregater.

Blyglans: Opptre som sub- til anhedrale krystaller i kalkspatmineraliserte ganger. I en slik sone i den østre delen av nivå 2, er det funnet opp til 3 mm store pent terminerte krystaller sammen med albitt, kloritt, hematitt og grossular. Habitus var en kombinasjon av kube og oktaheder. Blyglans er også funnet i de østre delene av nivå 3 som opp til 2 cm store, uregelmessige krystaller sammen med kalkspat, aktinolit, grossular og pyritt.

Brochantitt: Er observert som opp til 1 mm store grønne euhedrale krystaller.

Cerusitt: Opptre som blanke euhedrale krystaller, opp til 1 mm store, i samme matriks som wulfenitt.

Chamositt (var. Thuringitt): Opptre som klinoklor, men kan være mørkere i fargen. Chamositt er vanskelig å skille fra klinoklor.

Epidot: Meget vanlig mineral i bruddet. Mineralet opptre massivt eller som jord-

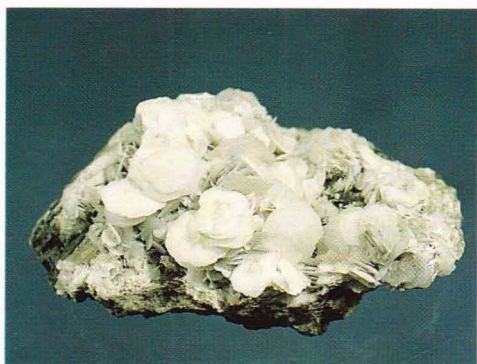
aktige masser i rombeporfyr, ofte sammen med hematitt, eller som euhedrale krystaller opp til 5 mm store i kalkspatfylte druser.

Flusspat: Opptre i druser og mineraliserte sprekker, eller som impregnasjonssoner i rombeporfyr. Flusspaten er vanligvis massiv, men kan påtreffes som eu- til subhedrale krystaller opp til 5 cm store i kalkspatfylte druserom. Krystallene har vanligvis kubisk habitus, men oktahedere er påtruffet. En 2 cm stor, blå krystall med oktahedrisk habitus ble funnet i nivå 3 høsten '92. Fargen er vanligvis blå til mørkeblå, men rosa og lilla varianter eksisterer. Sonerte krystaller forekommer også. Vannklare mikrokrytaller er også påtruffet. Enkelte flusspatmineraliseringer fra bruddet har en dyp fiolett fluoresensfarge.

Gips: I en oksidert sulfidførende intrusiv gang er det funnet grupper av opp til 1 mm store, prismatiske krystaller.

Goethitt: Mineralet er funnet som rustfarget belegg på eller i nærheten av pyritt eller kobberkis. Goethitt er også funnet sammenvokst med kloritt i nivå 3.

Grossular: Mineralet finnes vanligvis som brune sub- til anhedrale massive krystaller i kalkspatfylte ganger og druser. Opp til 7 cm store krystaller er observert. Et enkeltfunn av brune euhedrale krystaller i en kalkspatfylt druse, ca. 2 cm store, ble gjort



Figur 8. Kalkspat fra Bjønndalen. Størrelse 7 x 4 cm. Samling J. Hagebakken. Foto H-J. Berg.

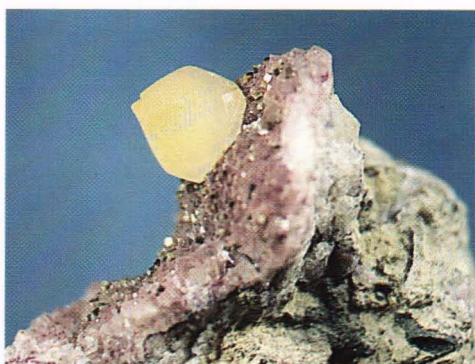
i nivå 3. Grønnlige mikrokrystaller av grossular forekommer flere steder i bruddet. I nivå 3 er det i sprekker funnet grønne, opp til 3 mm store euhedrale krystaller. Hematitt: Opptreer som regel som centimeterstore store sub- til anhedrale krystaller i druser. Varianten specularitt kan finnes som mikrokrystaller, men er relativt sjelden. Hematitt er assosiert med kvarts, kalkspat og epidot. Enkelte av de største klorittdominerte forkastningene kan lokalt inneholde massive soner med hematitt og pyritt. Hematitten er ofte helt eller delvis omvandlet til magnetitt.

Hemimorphitt: Opptreer som hvite euhedrale krystaller, opp til 1 mm store, i samme matriks som wulfenitt.

Hydrosinkitt: Mineralet er funnet som et hvitt belegg på og ved sinkblende.

Illitt: Opptreer som transparente, svakt grønnlige, opp til 1 mm store krystallaggregater og er kun funnet i den nordvestre delen av nivå 1 og nivå 3. Sitter på albitt eller ortoklas sammen med magnetitt og kloritt. Kan forveksles med sericitt, men sistnevnte er hittil ikke funnet i dette bruddet.

Kalkspat: Meget vanlig mineral i bruddet. Opptreer vanligvis massivt i sprekker og druserom, ofte sammen med kloritt. Pene euhedrale krystaller kan påtreffes i druser i de større klorittmineraliserte forkastnings-



Figur 9. Kalkspat (1 x 1 cm) på matriks av flusspat og pyritt. Samling J. Hagebakken. Foto H-J. Berg.

sonene. Krystallene kan bli opp til 8 cm, og er vanligvis hvite, men også rosa og transparente krystaller er påtruffet. Kalkspat opptreer vanligvis som skalenøedre eller pseudoheksagonale prismer. Rombhedriske mikrokrystaller av kalkspat er funnet i druserom i nivå 3. Centimeterstore krystaller med multiple fantomer og påvokst med millimeterstore pyrittkrystaller, både med kubisk og filiform habitus, ble funnet i oktober 1993. Kalkspaten fluoreserer med en oransje farge. Pent utviklete grupper med centimeterstore bladspat er funnet flere steder i bruddet

Kalsedon: Kan opptre i kantsonen av mineraliserte druser og ganger. Er som regel hvit til gulhvitt eller grønn av farge.

Kaolin: Mineralet er funnet som hvite melaktige klumper i sprekker.

Klinoklor: Meget vanlig mineral i dette bruddet, og opptreer vanligvis som grønne til svarte, kuleformete krystallaggregater med en diameter opp til 2 mm. Funnet i kalkspatfylte druser og mineraliserte sprekker/forkastninger over hele bruddet. Klinoklor er også funnet som grønnlige jordaktige masser sammen med andre klorittmineraler. Aggregater med en diameter på 2 cm er funnet i de vestre delene av nivå 2. I nivå 3 kan oransje klorittaggregater påtreffes. Fargen er forårsaket av goethittinneslutninger i kloritten.



Figur 10. Kvarts med påvokst pyritt, Bjønndalen bruk. Lengste krystall er 3,5 cm. Samling M. Ånensen. Foto H-J. Berg.



Figur 11. Prasemkvarts fra Bjønndalen. Lengste krystall er 7 cm. Samling J. Hagebakken. Foto H-J. Berg.

Kobberkis: Opptrer som sub- til anhedrale krystaller i kalkspatfylte druserom. Krystallene kan bli opp til 1 cm store.

Kvarts: Mineralen opptrer vanligvis som euhedrale mikrokrytaller i druser og mineraliserte sprekker/forkastninger. Opptrer sammen med de fleste mineraler beskrevet i denne artikkelen. Større krystaller kan påtreffes, opp til 3 - 4 cm store. Brektsjerte soner med massiv kvarts er heller ikke uvanlig. Ametystkrystaller er tidligere funnet i den østre delen av bruddet. Prasemvarianten er også tidligere funnet som krystaller opp til 7 cm lange. Kvartskrystaller dekket av kalkspatkrystaller eller pyritt ble funnet våren 1993. I nivå 3 er det også funnet aggregater av mikrokrytaller som utseendemessig kan forveksles med stilbitt.

Magnetitt: Opptrer som blanke metalliske euhedrale krystaller i druserom og mineraliserte ganger, opp til 2 mm store. Plateformete aggregater opp til 2 cm store er funnet i sålen av nivå 2. Denne typen magnetitt er vanlig. Magnetitt opptrer sammen med illitt i den nordvestre delen av bruddet, og sammen med kvarts og kloritt i andre deler av bruddet. Pseudomorfoser etter hematitt er relativt vanlig

Malakitt: Mineralen opptrer som belegg på eller rundt kobberkis.

Muskovitt: Opptrer på samme måte og størrelse som biotitt.

Laumontitt: Er funnet som klare euhedrale krystaller, opp til 2 mm store, påvokst på sideflatene til kvarts og kalkspat.

Ortoklas: Opptrer som oftest massivt eller lokalt som opp til 2 cm store eu- til subhedrale krystaller. Fargen er rødlig eller rosa. Mineralen er vanlig i hele bruddet, men de best utviklede krystallene er funnet i de nordre delene av nivå 3. Kloritt er et vanlig følgemineral til ortoklas.

Parisitt: Mineralen er funnet i samme matriks som den metalliske anatasen. Parisitt opptrer med tønneformet habitus og kan bli opp til 1,5 mm lang. Fargen er brun. Mineralen er meget sjeldent i dette bruddet.

Pyritt: Vanlig forekommende mineral i de større klorittmineraliserte forkastningssonene. Habitus er kubisk og sideflatene kan ha et tverrmål på opp til 5 cm. De beste krystallene ble funnet i en klorittmineralisert gang i nivå 1 i den vestre delen av bruddet og høsten 1993 i nivå 3. Pyritt er også funnet i noen av de mineraliserte druseronene sammen med ortoklas, flusspat og kloritt. Filiforme mikrokrytaller er funnet påvokst kalkspat i nivå 3 og i den østre delen av nivå 2.

Pyrrhotitt: Mineralen er funnet som innslutninger i pyritt.

Serpentin: Opptrer som opp til 1 cm tykke grågrønne belegg i forkastningssprekker.

Sinkblende: Opptrer vanligvis som sub- til



Figur 13. Stilpnomelan på albitt. Krystall-agregatene er ca. 0,6 mm i diameter. Foto og samling H-J. Berg.



Figur 14. Pyritt på kalkspat fra Bjønndalen. Stuffen er 7,5 x 6,5 cm. Samling J. Hagebakken. Foto H-J. Berg.

anhedrale brune krystaller, opp til 2 cm store, i kalkspatfylte druserom, hovedsakelig i nivå 2.

Smithsonitt: Opptrer som sub- til anhedrale hvite til gråhvite krystaller, opp til 1 mm store.

Stilpnomelan: Er et av de mer uvanlige mineraler i dette bruddet. Opptrer som kuleformete bronsjefargete krystallaggregater opp til 1 mm i diameter. Sitter innesluttet i kalkspat, eller på albittkrystaller innesluttet i kalkspat. Kun funnet i uregelmessige kalkspatfylte ganger og soner i de østre delene av bruddet, hovedsakelig nivå 2 og 3.

Talk: Opptrer på samme måte som serpentin, men fargen er gråhvit.

Titanitt: Er funnet som svakt rødlig mikrokrystaller.

Tremolitt: Opptrer på samme måte som aktinolit, men er noe lysere i fargen.

Wulfenitt: Relativt sjeldent mineral i dette bruddet. Opptrer som euhedrale plateformete oransje krystaller, opp til 1 mm store, i en omvandlet rombeporfyr bestående av finkornet ortoklas, kvarts, kloritt, flusspat og grossular. Funnstedet var nær kontakten mot de ordoviciske bergartene i nivå 3, og er nå bortsprengt.

Det er også funnet flere mineraler som hittil ikke er identifisert:

- Svarte belegg som sannsynligvis er manganoksid eller -hydroksid.

- Grågrønne aggregater som opptrer på samme måte som, og ofte sammen med stilpnomelan, og som kan være et beslektet mineral.

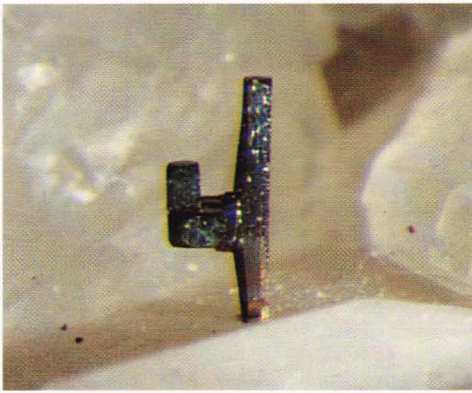
- Fibrige, elastiske mikrokrystaller med metallisk glans i kalkspat, av og til med et rødt belegg av ukjent sammensetning. Metallisk glans. Sannsynligvis et sulfosalt.

- Montmorillonitt er ikke positivt identifisert, men det er ikke usannsynlig at mineralet forekommer i det leireaktige materialet som finnes i flere av de større kloritt- og kalkspatmineraliserte forkastningssonene.

- Et mineral som muligens er stilbitt er funnet i den nordvestlige delen av nivå 2. Mineralet ble funnet i en gang med bladspat som dessverre var veldig oppløst og forvitret.

Abstract

The Bjønndalen quarry is situated about 17 km north-east of Oslo. They mainly produce gravel of different dimensions. The dominating rock in the quarry is a 50 meter thick sequence of rhomb-porphyr (RP1 and RP2). In the eastern part of the quarry there is a tectonic contact between RP and Ordovician sediments. The vertical fault displacement is about 270 meters. The quarry is cut by multiple larger and smaller faults. They may be up to 1 meter thick with a chloritic fault gauge with relicts of the feldspar rhombs. Most of the faults have both a vertical and horizontal compo-



Figur 15. Filiform pyritt fra Bjønndalen. Krystallen er 1,2 mm. Samling S. ydegård. Foto H-J. Berg.



Figur 16. Kalkspat og kvarts (4,5 x 2,5 cm) fra Bjønndalen. Samling M. Ånensen. Foto H-J. Berg.

ment of movement. Fractures are also common. The geographical orientation of both fractures and faults diverges from the regional, and are probably a result of cauldron subsidence. The mineralisations are found in the faults or as irregular areas in RP. Many different kind of wall rock alteration are observed. The most common ones is chloritization and propylitic alteration. Geochemical modelling indicates a mineralisation temperature between 200 and 300°C.

Litteraturreferanse

Berg, H-J., 1992, Geokjemi av gull i hydrotermale systemer, anvendt på tre norske forekomster. Upublisert hovedfagsoppgave ved universitetet i Oslo. 304 sider.
Henningsmoen, G., 1977, Kambrosiluriske avsetnings-bergarter. I Dons, J.A. (Ed.): Geologisk fører for Oslo-trakten. Universi-

tetsforlaget. Side 21 - 36.

Holtedahl, O. & Dons, J.A., 1977, Geologisk kart over Oslo og omegn. Tillegg til Dons, J.A. (Ed.): Geologisk fører for Oslo-trakten. Universitetsforlaget. 173 sider.

Ljøstad, O.T., 1989, Mineralene i Bjønndalen Brug. NAGSnytt 16 årgang, nr. 2, side 16 - 17.

Ramberg, I.B. & Larsen, B.T., 1978, Tectomagmatic Evolution. I Dons, J.A. & Larsen, B.T. (Eds.): NGU nr. 337; the Oslo Paleorift. Universitetsforlaget. Side 55 - 73.

Ripley, E.M. & Ohmoto, H., 1979, A fortran program for plotting mineral stabilities in the Fe - Cu - S - O system in terms of log (SO₄/H₂S) or log fO₂ vs. pH or T. Computers & Geoscience 5, side 289 - 300.

Tabell 2. Kvantitativ oversikt over elementer tilført og fjernet fra de to hovedtypene sidesteins- omvandling i Bjønndalen Bruk. (Elementer i parentes kan være utlutet fra den opprinnelige bergarten)

Klorittmineraliserte forkastninger		Uregelmessige soner med druser	
Fjernet:	Tilført:	Fjernet:	Tilført:
K	Fe, S, CO ₂ , H ₂ O, F, Mg	?	Fe, Zn, F, Cu, S, H ₂ O, CO ₂ , Pb, Mg, (Be), (Ti), (Mo)



Figur 17. Blyglans på albitt og kloritt fra Bjønndalen. Krystallen er 2 mm lang. Foto og samling H-J. Berg.

Addendum.

Eter at denne artikkelen ble innsendt for trykking er følgende nye mineraler identifisert ved hjelp av røntgen: **Sepionitt:** Opptrer som filtrige gråhvite aggregater (bergpapp) i en sprekk i den vestre delen av nivå to. **Markasitt:** Er funnet som opp til 2 mm store krystaller innesluttet i kalkspat i nivå 3. Tvillinger er vanlige. Det er hittil identifisert 45 mineraler fra dette bruddet. I løpet av sommeren 1994 ble sprengningen av den nye delen av nivå 1 påbegynt. Desverre ser det ut at denne delen av bruddet er relativt kjedelig. Bortsett fra 2 cm store, blanke pyrittkrystaller i matriks, er det ikke foreløpig oppdaget noe tilsvarende det som ble funnet i den tiden det ble jobbet i nivå 2 og 3. La oss håpe på bedre tider. Personlig har jeg liggende materiale som kan by på overraskelser når jeg får tid til å se på det nærmere. Og jeg har en mistanke om at jeg ikke er den eneste. Mikromineralene fra Bjønndalen bruk har vist seg svært interessante. Det er ikke usannsynlig at mange har uidentifisert materiale liggende hjemme. Gjør noe positivt for å få bestemt dem! H-J.B.

Tabell 1.

Generell mineralogi til uomvandlet rombeporfyrt og to hovedtyper sidesteinsomvandling i Bjønndalen bruk. (Aksessoriske mineraler i parentes)

Uomvandlet RP:

Plagioklas Alkalifeltspat
(Kvarts)

Klorittdominerte forkastninger:

Kalkspat Pyritt Kloritt
Montmorillonitt? (Hematitt)
(Flusspat)

Uregelmessige soner med druser:

Epidot Hematitt Magnetitt
Kloritt Kalkspat Kvarts
Alkalifeltspat Plagioklas
Albitt Pyritt Flusspat Illitt
Grossular (Blyglans)
(Sinkblende) (Bertranditt)
(Stilpnomelan)

Following minerals have been found in the quarry:

Actinolite	Albite	Anatase		
	Anglesite	Azurite	Baryte	
Bertrandite		Biotite	Brochantite	Calcite
Cerussite		Chalcedony	Chamosite	Clinochlore
Chalcopyrite			Epidote	Fluorite
Galena			Goethite	Grossular
Gypsum			Hematite	Hemimorphite
Hydrozincite			Illite	Kaolinite
Magnetite			Malachite	Muscovite
Laumontite		Orthoclase	Parisite	Pyrite
	Pyrrhotite	Quartz	Serpentine	
	Smithsonite	Sphalerite	Stilpnomelane	
	Talc	Titanite	Tremolite	
	Wulfenite			