



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 1361	Intern Journal nr 694/87	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering Åpen
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr Hydro 739	Oversendt fra Norsk Hydro A/S	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Statusrapport for prospektering etter porfyr-type MoS ₂ mineraliseringer i Sandekalderaen 1982. Rapport fra geologisk kartlegging av vestre del av Sandekalderaen, sommeren 1982.				
Forfatter Aggerholm, Viggo Eigil Rasmussen		Dato 10.02 1983	Bedrift Norsk Hydro A/S	
Kommune Hof Sande	Fylke Vestfold	Bergdistrikt Østlandske	1: 50 000 kartblad 16143	1: 250 000 kartblad Oslo
Fagområde Geologi	Dokument type Rapport	Forekomster		
Råstofftype Malm/metall	Emneord Mo			
Sammendrag Del 1 inneholder statusrapporten mens del 2 inneholder Rasmussens feltrapport med kart (uten farge). Som oppfølging av anbefalinger i statusrapport 1981, er Sandekalderaens vestre del geologisk kartlagt og sporlett. Med kjennskap til betydningen av de ekstrusive bergarter i Ramnes ble det i feltsesongen besluttet også å kartlegge deler av Hillestadkalderaen samt området mellom de to kalderaene. Feltinnsatsen i Sandekalderaens vestre del kom ut med negativt resultat, og mutingene i området ble oppgitt. Nye MoS ₂ mineraliseringer eller omdannelser ble ikke funnet ved sommerens innsats.				



Norsk Hydro

Postadr.: Postboks 2594, Solli
Oslo 2 - Norway
Kontoradr.: Lørenfare 3, Økern
Telefon: (02) 15 90 10
Telegram: norskhydro
Telex: 16473 hydro n

F. 17.90.00

☒ Rapport	☐ Notat	☐ Referat	☐ PM	Polydoc nr. (NR) 739	Arkivnr. (BI)
Rapport nr.	Eksempel nr.			Antall sider (BI)	Arkivsted (BI)
Sirkulasjon	Fordeling			Tittel (TI)	
40	1. T.Vrålstad 2. V.Aggerholm <u>3. Grønn kopi</u> 4. Rød kopi			Statusrapport for prospektering etter porfyr-type - MoS_2 - mineraliseringer i Sandekalderaen 1982.	
				Divisjon T-stab	
				Avdeling/seksjon Prospekteringsavd.	Dato (BI) 10.2.1983
				Forfattet av (FO) Viggo Aggerholm	Ref. VA/Skj
				Godkjent av	
Emneord (EO) Statusrapport			Molybden		

Resymé/konklusjon (RE)

Som oppfølging av anbefalinger i statusrapport 1981, er Sandekalderaens vestre del geologisk kartlagt og sporlett.

Med kjernskap til betydningen av de ekrusive bergarter i Ramnes, ble det i feltsesongen besluttet også å kartlegge deler av Hillestadkalderaen samt området mellom de to kalderaer.

Feltinnsatsen i Sandekalderaens vestlige del kom ut med negativt resultat, og mutingene i området er oppgitt.

Nye MoS_2 mineraliseringer eller omdannelser ble ikke funnet ved sommerens innsats.

Anbefaling videre arbeid

Samarbeid med S.V. gjeldende for Sandekalderaens sydlige del er under etablering.

Områdene omkring Herstad molybdenskjerp og nærliggende områder med kjente MoS_2 -mineraliseringer, samt et mindre område med intens sericittomvandling foreslås belagt med jordprøver. Innsatsen vil dreie seg om ca. 200 jordprøver - totalcost ca. kr. 40.000.

SANDEKALDERAEN VESTRE DEL

Som oppfølging av anbefaling i statusrapport for prospektering i Sandekalderaen 1981, ble vestre del av Sandekalderaen kartlagt sommeren 1982 (Rasmussen, E., bilag 1).

Formålet med undersøkelsen var - i tillegg til sporleting og detaljkartlegging - å finne ut om den sirkulære struktur (K.Buer) kunne relateres til omvandlinger og evt. MoS_2 mineraliseringer.

Resultater

Det ble i forbindelse med kartleggingen ikke funnet spor av MoS_2 mineraliseringer, og kun sporadiske omvandlinger ble observert hvor ringgangssyenitten intruderer suprakrustallene.

Den sirkulære struktur påvist av K.Buer, retolkes som et interferensmønster av lineære forkastninger.

På basis av ovennevnte resultater, betraktes feltet som uinteressant, og 60 mutinger som var lagt på feltet er oppgitt.

HILLESTADKALDERAEN OG SØRØSTLIGE DEL AV SANDEKALDERAEN

Med vårt kjennskap til betydninger av de ekstrusive bergarter i Ramneskalderaen, ble det i feltsesongen besluttet å kartlegge deler av Hillestadkalderaen og sørøstlige del av Sandekalderaen, samt suprakrustallene mellom de to kalderaer (Eigil Rasmussen, bilag 2).

Resultater

Kartleggingen viser et meget mer komplisert geologisk bilde enn tidligere arbeider av Oftedahl antyder. Det ble påvist 3 generasjoner sprekker og forkastninger i det undersøkte område (se kart bilag 2). Yngste fase med NV-SØ-løpende strukturer skjærer alle andre strukturer, og sericittisering synes å være relatert til denne fase.

Nye MoS_2 -mineraliseringer er ikke observert ved feltinnsatsen 1982.

Av allerede kjente mineraliseringer skal nevnes molybdenskerpet ved Herstad (mutet av S.V.), samt stockwerk-molybden-mineralisering observert i tilknytning til kvartsfeltspat ganger (F.D.Pedersen 1979), ca. 500 m vest for skjerpet.

Anbefalinger

Et samarbeid med S.V., gjeldende for Sandekalderaens sydlige del er under etablering.

En mindre feltinnsats foreslås i feltsesongen 1983.

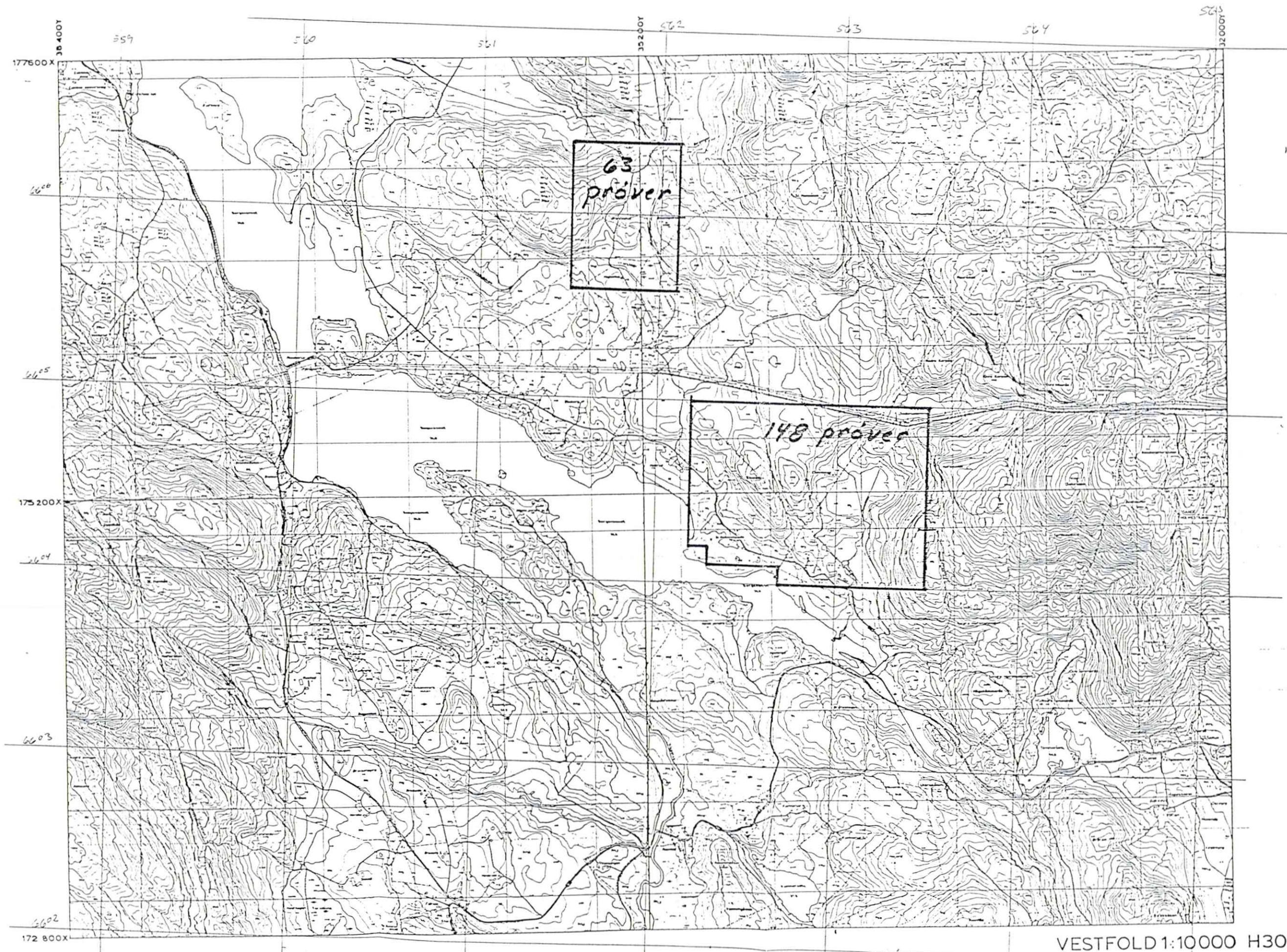
Områdene omkring Herstad skjerp og nærliggende områder med kjent MoS_2 mineralisering, belegges med jordprøver i 100 x 100 m grid. Et mindre felt med intensiv sericittisering belegges med jordprøver, likeledes i 100 x 100 m nett (se kartblad p.3).

Denne innsats bør utføres tidlig på feltsesongen. Resultatene - hvis positive - bør følges opp med sporleting senere på sesongen.

Innsatsen med jorprøvegeokjemi vil dreie seg om ca. 200 prøver - totalcost. ca. kr. 40.000.

Oslo, 10.2.1983

Viggo Øggerhaug



Utgitt 17.8.82
E.R.

RAPPORT FRA GEOLOGISK KARTLEGGING
AV VESTRE DEL AV SANDEKALDERAEN.

Sommeren 1982

Eigil Rasmussen

<u>I n n h o l d s f o r t e s n e l s e</u>	side
Sammendrag.....	1
Innledning.....	1
Petrografi.....	1
Feltgeologi.....	3
Omvandlinger.....	4
Konklusjoner.....	5
Referanseliste.....	6
Bilag: Geologisk kart over vestlige del av Sandekalderaen (to fargelagte kopier)	

S a m m e n d r a g . Suprakrustalbergartene øst for Eikeren og inn mot Sande-sentralpluton er detaljkartlagt i skala 1 : 10 000. Området består av Downtonsk sandstein overlagt av permiske basalter og rombeporfyrrer. Suprakrustalstratigrafien er kraftig blokkforkastet slik at kartbildet er relativt komplisert.

Det ble ikke påvist molybden-omvandlinger av noe slag. Propylittisk omvandling med epidot og hematitt er vanlig i forbindelse med ringgangssyenitten i nordvest. I det samme området er et gammelt jern-skjerp påvist og beskrevet. Sirkulære strukturer påvist av K. Buer retolkes som et interferensmønster av lineære strukturer.

I n n l e d n i n g . Etter fjorårets undersøkelser i Sande-kalderaen stod det igjen et omlag 12 km² stort ukartlagt område øst for Eikeren. I dette området påviste K. Buer (pers. meddelelse) en sirkulær struktur på flyfoto. Formålet med årets undersøkelse var i tillegg til sporleting og detaljkartlegging, å finne ut om den sirkulære strukturen kunne relateres til omvandlinger av noe slag.

Kartleggingen ble utført nordover til de sure pyroklastiske bergartene ved Gravdalstjern - beskrevet av F. Pedersen 1981 - og sørover til Hurtåsen-Eidsfoss området, kartlagt av L. Rasmussen og R. Kristensen 1981. Som kartgrunnlag ble brukt økonomisk kartverk TRYTERUD CG 039 og OREVIKA CG 038 i skala 1 : 10 000. Arbeidet omfatter 12 dager i felt.

P e t r o g r a f i . Det skal i det følgende gis en kort petrografisk beskrivelse av bergarter skilt ut under kartleggingen.

Downtonsk sandstein forekommer i laminerte benker i den nordvestre del av området, og danner her basis for lavastratigrafien. Bergarten er gråsort til grønnsort og vanligvis omdannet til en kvartcittisk hornfels.

Basalter finnes hovedsakelig i B₁-nivå, diskordant over Downtonsk sandstein. Basaltsekvensen er 25-30 m tykk og består av minst to

strømmer; en undre afyrisk strøm med vesikulær topp og en øvre strøm med spredte 0.5 til 3 cm store plagioklasfenokrystaller. Basalten kan være kontaktmetamorfisert med blæreromsfyllinger og sprekker av finkornige epidot-aggregater.

Rombeporfyrrer utgjør mesteparten av berggrunnen i det kartlagte området. Flere ulike strømmer er skilt ut på grunnlag av fenokrystallenes form og pakning. Strømmene er klassifisert etter beskrivelser av Oftedahl (1952). Fenokrystallene kan være blekgrå med en rosa rand, men også usonerte blekrosa fenokrystaller er observert. Grunnmassen er gråsort til brunlig, men kan bli rødlig-brun, særlig langs sprekker.

Asketuffer finnes som 0.5 til 4 m tykke lag mellom RP-strømmene. Tuffene er gråligsorte, laminerte og kan inneholde pumice- og lapilli-fragmenter.

Sentralplutonen er grovkornig og homogen langs hele den vestlige randsonen. Bergarten består av 80-85 % rødlig, subhedral alkali-feltspat, 5-15 % interstitsiell kvarts og 5 % sortgrønn amfibol. Variasjonene i kvartsinnhold gjør at bergarten klassifiserer som nordmarkitt til kvartsrik nordmarkitt.

Eiker-ekeritt opptrer helt nordvest i det kartlagte området. Bergarten er svært grovkornig og inneholder 60-70 % blekrosa alkalifeltspat, 25-30 % kvarts og omlag 5 % sortgrønn amfibol.

Ringgangssyenitt finnes i en 200-500 m bred sone mellom Eiker-ekeritt og vulkanitter. Bergarten er porfyrisk med blekrosa rektangulære alkalifeltspatfenokrystaller (omlag 2×4 til 3×8 mm store) i en finkornig, rosa grunnmasse.

Sfærulittiske ganger opptrer i hele det kartlagte området. Gangene har en pent utviklet planparallell flytefoliasjon mot sidebergarten og kan i midtsonen ha opptil 4 cm store runde til ovale sfærulitter med radiær krystallvekst. Gangene kan være fra 0.5 til 4 m tykke og er grålige til grårosa på farge. Gangene er ofte tett oppsprukket og kan følges som forsenkninger i terrenget.

Kvarts-feltspat-porfyriske_ganger opptrer sammen med de sfærulittiske gangene. Grålig euhedral kvarts (3 mm) og rosa euhedral alkali-feltspat (3-5 mm) ligger spredt i en svært finkornig gråhvit grunnmasse.

Diabasganger finnes som 1-4 m tykke steiltstående dikes, vanligvis med strøkretning N90-100°Ø. Gangene er sorte afyriske til plagioklasporfyriske.

F_e_l_t_g_e_o_l_o_g_i . Berggrunnen i det kartlagte området består av en 1-1.5 km bred nordløpende sone av lavabergarter, begrenset i øst av Sande-sentralpluton, i vest av ringgangssyenitt og Eiker-ekeritt. Lavabergartene stryker N-NØ og faller 5-30° mot Ø-SØ. De stratigrafisk laveste enhetene finnes i nordvest med Downtonsk sandstein diskordant overlatt av en lavasekvens med B₁-basalt (25-30 m tykk), RP₁ (60 m tykk) og RP₂ (omlag 100 m tykk). Sentralt og sør i området finnes stratigrafisk høyere RP-strømmer som det ikke er gjort forsøk på å skille i felt. Ved Hesthammer gård i sørvest opptrer en omlag 10 m tykk listelava, muligens i B₂ nivå. På Hovåsen-Hurtåsen helt i sørøst finnes den stratigrafisk høyeste RP-strømmen (skilt ut under kartleggingen). Lavastratigrafien har tykkelse i størrelsesorden 450-500 m (basalter + RP-strømmer). Helt i sør - muligens konkordant over lavabergartene - følger en serie av agglomerat-tuffer og ignimbritter (kartlagt av L. Rasmussen og R. Kristensen 1981).

Kartleggingen viser at lavasekvensen er blokkforkastet, hovedsakelig etter nordvest gående sprekker. Det er påvist spranghøyder i intervallet 10 til 200 m. Lavabergartene grenser diskordant mot tuffer og ignimbritter i nord (beskrevet av F. Pedersen 1981). Dersom denne sekvensen en gang lå på toppen av lavastratigrafien - slik som lengre sør ved Hurtåsen og Hovåsen - betyr det at ignimbrittene og tuffene er nedforkastet minimum 500 m i forhold til lavaene lengre sør.

Helt i nord ved Sandseteråsen finnes Downtonsk sandstein opp til 450 m over havet - i et topografisk nivå omlag 400 m høyere enn utenfor kalderaen. Dette må bety at deler av lavasekvensen ble domet opp omlag 400 m ved de senere pluton-intrusjonene.

Sentralplutonen blir middelskornig til finkornig inn mot vulkanittene, og kan lokalt inneholde desimeterstore lavaxenolitter. Metertykke apofyser av sentralplutonen er observert flere steder i lavakomplekset. Ved Orevika i sørvest finnes en 100X500 m nordøst-løpende sone av middelskornig syenitt - sannsynligvis relatert til sentralplutonen.

Ringgangssyenitten opptrer i en 200 til 500 m bred sone mellom Eiker-ekeritten og vulkanittene. Bergarten er rik på lavaxenolitter, særlig like ved suprakrustalgrensen. Grensen mellom Eiker-ekeritt og ringgangssyenitt er ikke funnet blottet, men Pedersen (1981) finner at Eiker-ekeritten postdaterer ringgangsbergarter lengre nord.

Sfærulittiske og kvarts-feltspat-porfyriske ganger opptrer ofte i parallele gangsvermer som kutter lavaene, ringgangssyenitten og Eiker-ekeritten. Gangene kan i noen tilfeller følges 400-500 m i terrenget. Sfærulitt-gangene har strøkretning N 140° Ø i det sørlige området, N 0° Ø i det sentrale området og N 30° Ø i nord. Gangene faller omlag 50-70° mot øst. Gangenes regionale opptreden tyder på at de er del av et større "cone-sheet" system som følger Sandekalderaens sirkulære storstruktur.

Øst-vest gående diabasganger kutter alle andre bergarter, inklusiv sfærulitt-gangene, og representerer den siste magmatiske hendelse i Sandekalderaen.

O m v a n d l i n g e r . Det ble ikke funnet molybden-mineralisering av noe slag under kartleggingen.

Propylittisk omvandling er funnet spredt i hele området, men er spesielt vanlig i området øst for Thorrud, hvor ringgangssyenitten intruderer suprakrustalene. Omvandlingene inneholder ett eller

flere av mineralene epidot, hematitt, flusspat og kalsitt. Langs Sparkoppveien (skogsbilvei østover fra Thorrud) er B₁-basalten kraftig propylittisert og gjennomsett av 1 mm til 10 cm tykke kvartsårer. I noen nysprengte veiblotninger er også små mengder sinkblende og malakitt observert. Et gammelt jernskjerp er lokalisert i B₁-basalten like sørøst for svingen i Sparkoppveien. En stoll er drevet inn i B₁-basalten, og på tipphaugen utenfor finnes malmklumper av massiv jernglans. Foruten hematitt opptrer epidot, flusspat, kalsitt og rosa alkalifeltspat. Også i ringgangssyenitten lengre nord forekommer små omvandlingssoner med hematitt og epidot.

Flusspat og kalsitt er observert flere steder i veiskjæringer langs riksvei 35 ved Eikeren. Mineralene finnes i opptil 5 cm tykke sprekker på kryss og tvers i suprakrustalbergartene. Kalsitt-flusspat mineraliseringene postdaterer også sfærolitt-gangene.

Serisittisering med pyritt er observert to steder - i nord ved Setertjern og på odden sør for Thorrud. Omvandlingene er helt ubetydelige, og kan muligens relateres til ringgangsintrusjonen.

K o n k l u s j o n e r . Berggrunnen i det undersøkte området er langt mer komplisert enn arbeider av Oftedahl (1953) gir inntrykk av. En omlag 500 m tykk lagpakke av permiske basalter og rombeporfyrer ligger diskordant over Downtonsk sandstein. Suprakrustalbergartene er sterkt blokkforkastet, vesentlig etter nordvest gående forkastninger med spranghøyder i intervallet 10 til 200 m. Lavapakken i nord - ved Sandseteråsen - er domet opp omlag 400 m ved senere intrusjoner.

Sirkulære strukturer påvist av K. Duer, retolkes som et interferensmønster av lineære forkastninger. Strukturens østlige begrensning utgjøres av en regional forkastning som løper sørøst fra Vesle Gravdalstjern, over Store Svarttjern og sør til Bergsvann, mens dens nordlige begrensning utgjøres av en forkastning som går vestover fra Prestevann (i sentralplutonen) til Eikeren. Strukturens

vestlige begrensning kan være sfærulitt-gangsvermer i skråningen øst for Eikeren. Det var heller ikke mulig å påvise omvandlinger som kunne relateres til den "sirkulære strukturen".

Omvandlingene i området er vesentlig av propylittisk type, og kan ikke settes i forbindelse med molybden-mineraliseringer av noe slag. De propylittiske omvandlingene postdaterer all magmatisk aktivitet, men det har ikke vært mulig å koble omvandlingene til noen bestemt sprekkeretning eller tektonisk aktivitet.

R e f e r a n s e l i s t e .

- Oftedahl C. 1952: Studies on the igneous rock complex of the Oslo region. XII. The lavas. Skr. Norske Vidensk.-Akad. i Oslo, Mat.-naturv. Kl. 1952, No. 3
- Oftedahl C. 1953: Studies on the igneous rock complex of the Oslo region. XIII. The cauldrons. Skr. Norske Vidensk.-Akad. i Oslo, I. Mat.-naturv. Kl. 1953, No 3
- Pedersen F. D. 1981: Geologisk kortlægning af den nordvestlige del af Sandekalderaen og sporledning efter mulige porfyr-type MoS_2 -forekomster, Intern feltrapport, Norsk Hydro
- Rasmussen L. og Kristensen R. 1981: Rapport over geologisk kortlægning af sydvestlige del af Sande Calderaen, intern feltrapport, Norsk Hydro
-

12/8 82
Eigil Rasmussen

RAPPORT FRA GEOLOGISK KARTLEGGING
AV HILLESTADKALDERAEN OG SØRØSTLIGE
DEL AV SANDEKALDERAEN

Sommeren 1982

Eigil Rasmussen

<u>I n n h o l d s f o r t e g n e l s e :</u>	side
Sammendrag.....	1
Innledning.....	1
Tidlige arbeider.....	2
Petrografi.....	2
Feltbeskrivelse med tektonikk.....	5
Omvandlinger.....	8
Konklusjoner.....	8
Referanseliste.....	10

Bilag: 2 geologiske kart i skala 1:10 000 (to kopier av hver):

- Geologisk kart over sørøstlige del av Sandekalderaen
- Geologisk kart over Hillestad-Bergavann området

S_a_m_m_e_n_d_r_a_g . Deler av Hillestadkalderaen og sørøstlige del av Sandekalderaen samt de mellomliggende suprakrustaler er detaljkartlagt i skala 1:10 000. Det geologiske bildet er langt mer komplisert både petrologisk og strukturelt enn tidligere arbeider av bl.a. Oftedahl (1953, 1977) gir inntrykk av. Blandt annet er store mektigheter av basalter, ignimbriter og mulige tallus-breksjer (såkalte B₃-sekvenser) påvist både i Hillestad- og Sandekalderaen. Sirkulære innsynkinger gir dessuten Hillestadkalderaen større utbredelse enn tidligere antatt.

Omvandlinger er bare påvist i liten grad, og består vesentlig av et propylittisk mineralselskap med en eller flere av mineralene epidot, hematitt, flusspatt og kalsitt. Serisittisering + pyritt er observert et par steder i tilknytning til sene NV-SØ gående sprekkesoner.

I_n_n_l_e_d_n_i_n_g_. Et omlag 8 km² stort område i sørøstlige del av Sandekalderaen og et omlag 10 km² stort område i sentrale og nordlige Hillestadkalderaen er blottningskartlagt i skala 1:10 000. Arbeidet er utført etter oppdrag fra Norsk Hydro i forbindelse med selskapets molybdenprospektering i Vestfold.

Undersøkelsen i Sandekalderaen er konsentrert om området rundt Bondivann, avgrenset i nord av sentralplutonen, i sør og øst av ringforkastningen og i vest av fjorårets kartlegging (L. Rasmussen og R. Kristensen 1981). Kartleggingen i Hillestadkalderaen omfatter berggrunnen nord og øst for Hillestadvann, Haugestadvann og Viksvann, og nord til riksveg 318 ved Bergsvann. I tillegg er berggrunnen mellom de to kalderastrukturene raskt undersøkt (ikke blottningskartlagt), og kartbilde og bergarter noe redefinert i forhold til fjorårets kartlegging (L. Rasmussen og R. Kristensen 1981).

Arbeidet omfatter tolv dager i felt. Som kartgrunnlag er brukt økonomisk kartverk CJ 037, CH 037 og CH 036.

Tidlige arbeider. Området er tidligere kartlagt av Brøgger og Schetelig (1926) og Oftedahl (1952, 1953, 1977). Ifølge Oftedahl (1953) består Sandekalderaens sørøstlige del av en innsunket 2 km bred blokk av rombeporfyrrer, begrenset i nord av Sande-sentral-pluton, i sør av ringforkastning og ringgangsbergarter rundt Bondivann. Fjorårets kartlegging viste imidlertid at det geologiske bildet er mer komplekst, med stratigrafisk høye basalter og ignimbritter innenfor kalderastrukturen (L. Rasmussen og R. Kristensen 1981). Ifølge Oftedahl (1977) er Hillestadkalderaen todelt, med en vestlig sone av stratigrafisk høye ignimbritter som blir intrudert fra øst av Hillestad-sentralpluton. Berggrunnen mellom Hillestad- og Sandekalderaen består av stratigrafisk lave enheter med Downtonsk sandstein, B₁-basalt, RP₁ og RP₂ (Brøgger og Schetelig 1926).

Petrografi. Det skal i det følgende gis en kort petrografisk beskrivelse av bergarter som er skilt ut under kartleggingen.

Downtonsk sandstein opptrer i 0.5 m tykke laminerte benker, noen ganger med tynne leirsteinshorisonter. Primære sedimentære strukturer som gradert lagning og kryss-skiktning er vanlig. Bergarten er gråhvit til gulhvit på farve, men opp mot de overliggende permiske vulkanitter blir sandsteinen gråsort og må klassifiseres som kvartsittisk hornfels.

Basalter finnes i to stratigrafiske nivå; i B₁-nivå utenfor kalderaene og i B₃-nivå i kalderaene. B₁-basalten utgjøres av en svært inhomogen sekvens med asketuffer, agglomerattuffer, afyriske strømmer, pyroksen- og plagioklasporfyriske strømmer. Noen steder er også sedimentære horisonter observert. B₃-basaltene består vesentlig av gråsorte, laminerte asketuffer, men også plagioklasporfyriske lavastrømmer forekommer. Det ble ikke gjort forsøk på å skille ut enheter i basalt-sekvensene.

Rombeporfyrrer utgjør mesteparten av suprakrustalbergartene i det kartlagte området. RP₁ og RP₂ opptrer i området mellom de to

kalderastrukturene og i et mindre område sør i Sandekalderaen. Innenfor kalderagrensen finnes stratigrafisk høyere RP-strømmer. Bergartene er karakterisert ved rombiske til uregelmessige fenokrystaller - 0.5 til 4 cm store - i en svært finkornig grunnmasse. Fenokrystallene er gråhvite til svakt rosa på farge, mens grunnmassen er sortbrun til rødbrun.

Tallusbreksjer. Både i Sande- og Hillestadkalderaen finnes tykke RP-sedimenter. Avsetningene er lagdelte, og sedimentære strukturer som gradert lagning og imbrikering er påvist. Bollematerialet er svakt rundet til angulært, og avsetningene svært dårlig sortert. Fragmentstørrelsen varierer fra 20 cm og ned til sandstørrelse. I Sandekalderaen er også tynne leirsteinshorisonter observert. Bergartenes beliggenhet like innenfor kalderagrensen gjør det rimelig å anta at de representerer tallusbreksjer dannet ved raske sedimentinnfyllinger like etter kalderainnsynkinger.

Krystall-ignimbritter og lapillituffer opptrer vesentlig sentralt i Hillestadkalderaen, men også i en tynn horisont i Sandekalderaen. Lapillituffene er rike på 0.5 til 3 cm store svakt rundede xenolitter av basalter, rombeporfyrrer og felsitter. Svakt utklemt pumicefragmenter er også vanlige. Krystall-ignimbritter er av to typer; en lysgrå variant rik på xenolitter og med pent utviklet eutaxittisk struktur, og en mørkere variant med rektangulære til skarpkantede rosa alkalifeltspat-fenokrystaller spredt i en sort, afanittisk grunnmasse. Små spredte pumice-fragmenter - 1 til 2 mm lange - viser at også den mørke varianten er en ignimbritt.

Rhyolitt-dome er påvist i et mindre område i Hillestadkalderaen. Bergarten er gråhvit på farge og har tydelige turbulente flytestrukturer, ofte med autobreksjering. Den hvite til grålige fargen kan skyldes autoserisittisering.

Sande-sentralpluton består av kvarts-feltspat-porfyriske og feltspat-porfyriske bergarter i det kartlagte området. Tekstur og mineralogi er identisk med ringgangsbergartene beskrevet under.

Hillestad-sentralpluton utgjøres av flere mineralogisk og tekstorelt forskjellige intrusivbergarter. I området ved Prestehøgås finnes en middelskornig syenitt. Blekrosa alkalifeltspat utgjør 95 % av bergarten. Biotitt og kvarts forekommer i små mengder. Mot suprakrustalgrensen i vest blir bergarten porfyrisk, med 2X4 mm store alkalifeltspat-fenokrystaller i en svært finkornig grunnmasse. Ved Bakkeåsen lengre nordøst er bergarten middelskornig til grovkornig og inneholder foruten rosa alkalifeltspat også hornblende og opptil 10 % kvarts.

Ringgangsbergarter i Sandekalderaen omfatter flere tekstorelt og mineralogisk forskjellige varianter. Den vanligste typen er en kvarts-feltspat-porfyr, med 3 - 4 mm store euhedrale krystaller av grålig kvarts og blekrosa alkalifeltspat i en grålig til grårosa finkornig grunnmasse. Feltspat-porfyrer med 4 - 5 mm store fenokrystaller av alkalifeltspat i en finkornig til afanittisk grunnmasse er også vanlig. Enkelte steder - som på nordøst siden av Bondivann og vest for Kuåsen - finnes middelskornig biotitt-syenitt. Sfærulittiske ganger er vanlige i Sandekalderaen og i suprakrustalene mellom Sande- og Hillestadkalderaen, men aldri påvist i Hillestadkalderaen. Gangene er grålig til grårosa på farge, og har vanligvis en yttre rand med planparallele flytestrukturer og en sentral sone med opptil 1 cm store radiære sfærulitter. Gangene er fra 0.5 til 3 m tykke.

Felt beskrivelse med tektonikk.

Berggrunnen mellom kalderastrukturene utgjøres av stratigrafisk lave enheter med Downtonsk sandstein diskordant overlatt av B_1 -basalt. B_1 -basalten har minimumstykkelse 100 m i dette området. Nord for Bergsvann ligger grensen mellom sandstein og basalt i et topografisk nivå på 30 - 80 m.o.h. Ved Bondenseterstulen (nord for Hillestad-sentralpluton) går grensen 300 m.o.h., mens den lengre sørøst ved Holmestrand finnes i havnivå. Dette må bety at supra-krustalbergartene ved Bondenseterstulen og Seteråsen ble domet opp 250-300 m ved intrusjonen av Hillestad-sentralpluton.

I området sørvest for Bergsvann finnes en lavastratigrafi med B_1 -basalt, RP_1 og RP_2 . RP_1 har tykkelse omlag 20 m, mens den overliggende RP_2 har mektighet i størrelsesorden 150 m. RP_2 består av flere strømmer, og grensen mellom strømmene er vanligvis markert med vesikulære til scorisiøse topplag med tynne sandsteinsinnfyllinger. Lavastratigrafien i dette området faller omlag 5° mot sørvest.

Berggrunnen mellom kalderastrukturene er kuttet av en rekke N-S gående småforkastninger med spranghøyder i intervallet 5-20 m. Området kuttet i tillegg av to sene NV-SØ løpende forkastninger som går h.h.v. mellom Bergsvann-Kjennerudtjern-Viksvann og Bergsvann-Foksetjern (se kart Hillestad - Bergsvann). Spranghøyden er i størrelsesorden 50-100 m. Topografi og landskapsformer er i høy grad styrt av disse sene forkastningene.

Sørøstlige del av Sandekalderaen. I det undersøkte området er kalderagrensen vanligvis markert med en 50-300 m bred ringgangsbergart som skiller Downtonsk sandstein og B_1 -basalt utenfor kalderaen fra stratigrafisk høyere RP-strømmer i kalderaen. Enkelte steder, som sør for Bondivann og lengre vest ved Nedre Korpås, finnes ikke ringgangsbergarter og kalderagrensen er markert med en tynn breksjesone.

I området sør for Bondivann finnes RP_1 og RP_2 , slik at kaldera-innsynkingen her kan beregnes til 100-150 m. Lengre nordøst og vest

opptrer stratigrafisk høye RP-strømmer like innenfor kalderagrensen, og dette gir innsynking i størrelsesorden 600-700 m.

Lavastratigrafien faller alltid inn mot sentrum av kalderaen. Like ved ringforkastningen er det målt fall på opptil 80° , lengre inne i kalderaen er fallet $5-10^{\circ}$.

Konkordant over RP-strømmene ligger en B_3 -basalt. Lokalt i basaltsekvensen er det funnet 0.5 meter tykke RP-konglomerater, og nordøst for Bondivann har RP-sedimenter (mulige tallus-breksjer) en tykkelse på 50-60 m. Noe lengre vest er også tynne ignimbritt-horisonter observert i basaltsekvensen. Stratigrafisk høye basalter, ignimbritter og sedimenter er vanlige i kalderaområder i Oslo-feltet og vanligvis omtalt som B_3 -sekvenser. Kartleggingen viser at B_3 -sekvensen i Sandekalderaen har minimumstykkelse 200 m.

Suprakrustalbergartene er intrudert av ringgangsbergarter i området rundt Bondivann. Ringgangsbergartene opptrer i et komplekst mønster, og kan betraktes som to halvmåneformede intrusjoner - 200 til 400 m brede - som muligens har intrudert etter sirkulære svakhetssoner i berggrunnen. Ved suprakrustalgrensen kan ringgangsbergartene noen ganger vise vertikale flytestrukturer. Ringgangsbergartene kan lokalt inneholde store mengder xenolitter av rombeporfyrer. I tillegg finnes også opptil 1 m store xenolitter av en svært grovkornig alkaligranitt, som ikke ligner kjente intrusjoner i dette området.

Raske profiler i sentralplutonen viser at denne har samme mineralogi og tekstur som ringgangsbergartene, slik at skillet på kartet muligens er fiktivt.

Den siste magmatiske hendelsen i dette området er intrusjonen av sfærulittiske ganger. Gangene har strøk og fall som gjør det trolig at de tilhører et større cone-sheet system tilknyttet Sandekalderaen.

Endel NNW-SSØ løpende forkastninger postdaterer den magmatiske aktivitet i Sande-kalderaen, f.eks. forkastningen langs vestsiden av Bondivann. Denne har en relativbevegelse på 20-30 m.

Hillestadkalderaen er markert med minst tre ulike ringforkastninger i nord. Den nordligste forkastningen skjærer i RP_2 og representerer en innsynking på omlag 100 m. Ringforkastningen nord for Viksvann skiller stratigrafisk høye RP-strømmer fra en B_3 -basalt. Forkastningen er noen steder fulgt av ringgangssyenitt med samme mineralogi som Hillestad-sentralpluton. Sørøst for den innerste ringforkastningen finnes en tallus-breksje, sannsynligvis oppstått ved raske sedimentinnfyllinger etter kalderainnsynkingene. Tallus-breksjen har maksimumstykkelse på 90-100 m og synes å tynne ut mot nord. Stratigrafisk over tallus-breksjen følger raskt vekslende sekvenser med ignimbritter og lapilli-tuffer. Den stratigrafisk høyeste enheten finnes på Nøtnesåsen nord for Hillestadvann. Her ligger en mørk krystall-ignimbritt med minimumstykkelse 80 m. Totalt har B_3 -sekvensen i Hillestadkalderaen en minimumstykkelse på 350 m (basalt + tallus-breksjer + ignimbritter).

Områdene vest for Viksvann, Haugestadvann og Hillestadvann er svært overdekket, men endel veiblotninger viser at tallus-breksjer og stratigrafisk høye RP-strømmer dominerer i berggrunnen. Dette tyder på at kalderagrensen kan settes flere km lengre vest enn tidligere antatt av Oftedahl (1977).

Hillestad-sentralpluton viser klar intrusivkontakt til ignimbrittene øst for Viksvann-Haugestadvann. Sentralplutonen inneholder flere meterstore xenolitter av ignimbrittene, og i områdene nord og øst for Hillestadvann og Haugestadvann finnes 10-20 m tykke apofyser fra sentralplutonen som kutter suprakrustalene. Mineralogiske og teksturelle variasjoner i Hillestad-sentralpluton tyder på at plutonen består av flere adskilte intrusjoner. Det ble ikke gjort forsøk på å skille disse i felt.

I et lite område øst for Viksvann finnes blotninger av en rhyolitt-dome. Denne kutter klart suprakrustalene, men aldersforholdene relativt til sentralplutonen er ukjent.

O m v a n d l i n g e r . Det ble ikke observert molybden-mineraliseringer av noe slag under kartleggingen. Propylittiske omvandlinger (epidot + hematitt) synes å forekomme spredt i forbindelse med ringgangskomplekset i Sandekalderaen, mens svak serisittisering er påvist et par steder, muligens i tilknytning til sene forkastninger.

Propylittisk omvandling består av ett eller flere av mineralene epidot, hematitt, flusspat og kalsitt. Ofte opptrer epidot og hematitt sammen, som i området rundt Bondivann (kart: Sørliche Sandekaldera). Mineraliseringene opptrer på sprekker eller som disseminerte aggregater som klart postdaterer vertsbergarten. Omvandlingssonene er i størrelsesorden 0.5 til 2 m. Det synes ikke mulig å relatere omvandlingene til spesielle sprekkesoner. Lignende omvandlinger er funnet i B₃-basalten nord for Viksvann.

I friske veiblotninger finnes ofte tynne sprekker med flusspat og kalsitt. Ikke alle disse mineraliseringene er avmerket på kartet.

Serisittisering + pyritt er observert i området Foksetjern - Tømmeråstjern. Ved Tømmeråstjern ligger omvandlingen på grensen mellom syenitt og suprakrustaler. Berggrunnen er her omvandlet i flere meters lengde, og har gråligvit til rusten farve som skyldes serisitt og nedbrutt pyritt. Nordvest for Foksetjern er berggrunnen serisittisert i flere hundre meters lengde. Noen ganger er serisittiseringen mer gjennomgripende og bergarten mister sitt primære preg og blir gråhvit og strukturløs.

K o n k l u s j o n e r . Berggrunnen i det undersøkte området viser seg å være langt mer komplisert - både petrologisk og tektonisk - enn tidligere arbeider av Oftedahl (1953, 1977) gir inntrykk av. Blandt annet er B₃-sekvenser med basalter, ignimbritter og tallus-breksjer påvist både i Sande- og Hillestadkalderaen.

B₃-sekvenser er i Oslo-feltet forbeholdt kalderastrukturer. B₃-basalter telkes tradisjonelt som rester etter sentralvulkaner, mens ignimbritter tolkes som kalderakollaps- og kalderainnfyllings-

bergarter.

I Sandekalderaen finnes opptil 150 m tykke B_3 -basalter konkordant over stratigrafisk høye RP-strømmer. Øst i det kartlagte området finnes ignimbritter og tallus-breksjer imellom B_3 -basalter. Denne vekslingen kan bety at sentralvulkanstadiet med basaltiske erupsjoner skjedde samtidig som kalderainnsynkingen med ignimbritter og tallus-breksjer.

I Hillestadkalderaen synes B_3 -basalter ved Viksvann å predatere kalderainnsynkingen, mens tallus-breksjene og de overliggende ignimbrittene postdaterer innsynkingen og må tolkes som kaldera-innfyllingsbergarter.

Det er mulig å påvise tre generasjoner sprekker og forkastninger i det undersøkte området;

- en tidlig N-S gående sprekkefase som idag er best synlig i området mellom kalderastrukturene.
- en intermediær sprekkefase med sirkulære innsynkinger knyttet til kalderadannelsen.
- en siste fase med NV-SØ løpende strukturer som kutter alle andre strukturer og bergarter i området.

Det er mulig at serisittiseringen ved Foksetjern og Tømmeråstjern kan relateres til denne sene sprekkefasen. Ved Tømmeråstjern har også L. Rasmussen og R. Kristensen (1981) påvist små mengder molybden, og gamle molybdenskjerp ved Herstad nordøst for Bergsvann ligger langs den nordvestlige fortsettelsen av den samme strukturen. Det anbefales derfor at det blir utført detaljert sporleting langs strukturen som går fra Foksetjern via Tømmeråstjern og nordvest til Bergsvann.

R e f e r a n s e l i s t e .

- Brøgger W. C. og Schetelig J. 1926: Geologisk kart Moss, skala
1 : 100 000. Norges Geologiske Undersøkelser
- Oftedahl C. 1952: Studies on the Igneous rock complex of the Oslo
region. XII. The lavas. Skr. Norske Vidensk.-Akad. i Oslo,
Mat.-naturv. Kl. 1952, No. 3
- Oftedahl C. 1953: Studies on the igneous rock complex of the Oslo
region. XIII. The cauldrons. Skr. Norske Vidensk.-Akad. i Oslo,
I. Mat.-naturv. Kl. 1953, No. 3
- Oftedahl C. 1977: Cauldrons of the permian Oslo rift; Journal of
Volcanology and Geothermal Research, 1978
- Rasmussen L. og Kristensen R. 1981: Rapport over geologisk kort-
lægning af sydvestlige del af Sande Calderaen; intern felt-
rapport, Norsk Hydro
-

GEOLOGISK KART OVER SØRØSTLIGE
DEL AV SANDEKALDERAEN Skala 1:10 000

Fargevalg

Suprakrustaler

- Downtonsk sandsten
- B₁-basalt
- RP₁
- RP₂
- Stratigrafisk høyere RP-strømmer
- B₃-basalt
- Ignimbriter
- Tallusbresjer

Intrusiver

- Sande sentralpluton
- Ringangs bergarter
- Hillestad sentralpluton
- Sferulittiske ganger
- Sprekker eller forkastninger
- Forkastninger med sikker relativ bevegelse
- Blotninger

Omvandlinger

- Serisitt
- Pyritt
- Epidot
- Flusspat
- Hematitt
- Kalsitt
- Fe-Mn oksyder

GEOLOGISK KART OVER VESTLIGE DEL
AV SANDEKALDERAEN Skala 1:10 000

Fargeforklaring

Suprakrustaler

- 71 Downtonsk sandsten
- 39 B₁-basalt
- 6 RP₁
- 58 RP₂
- 62 Stratigrafisk høyere RP-strømmer
- 22 Høyeste RP-strøm
- 33 Ignimbriter og tuffer (udifferensierte)
- 52 Askelag

Intrusiver

- 47 Sande sentralpluton
- 3/4 Eiker ekeritt
- 48 Ringgangs syenitt
- 45 Middelskornig syenitt (apofyser fra sentralpluton)
- 22 Sferulittiske ganger
- 7 Kvarts-feltspat-porfyriske ganger
- Sprekker eller forkastninger
- Forkastninger med sikker relativ-bevegelse
- Glotninger

Omvandlinger

- Serisitt
- Pyritt
- Zn sink
- Epidot
- + Flusspat
- × Hematitt
- c Kalsitt

GEOLOGISK KART OVER HILLESTAD-
BERGSVANNS OMRADET Skala 1:10 000

Fargevalg

Suprakrustaler

Intrusiver

-  Downtonsk sandsten
-  B₁-basalt
-  RP₁
-  RP₂
-  Stratigrafisk høyere RP-strømmer
-  B₃-basalt
-  Igneimbriter og tuffer
-  Mørke igneimbriter
-  Tallusbreksjer
-  Rhyolitt-dome

-  Hillestad sentralpluton
-  Sferulittiske ganger
-  Sprekker eller forkastninger
-  Forkastninger med sikker relativ bevegelse
-  Blotninger

Omvandlinger

-  Serisitt
-  Pyritt
-  Epidot
-  Flusspat
-  Hematitt
-  Kalsitt
-  Fe-Mn oksyder

