

Bijchriften bij de kleurenfoto's, IV

13. **Bazziet**, $\text{Be}_3(\text{Sc,Al})_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$, blauwe, scandium-houdende beryl; beeldhoogte 12 mm, Heftetjern, Tørdal, Telemarken; komt ook in Midtmoen voor.
14. **Bertrandiet**, $\text{Be}_4\text{Si}_2\text{O}_7(\text{OH})_2$, kleurloos; beeldgrootte 2,5 mm, Hurdal.
15. **Janhaugiet**, $(\text{Na,Ca})_3(\text{Mn}^{2+},\text{Fe}^{2+})_3(\text{Ti}^{4+},\text{Zr,Nb})_2[\text{Si}_4\text{O}_{15}(\text{OH,F,O})_3]$, bruinige langprismatische kristallen; 5 mm, Gjerdingen.
16. **Kupletskiet**, $(\text{K,Na})_2(\text{Mn,Fe})_4(\text{Ti,Nb})\text{Si}_4\text{O}_{14}(\text{OH})_2$, bruine latjes; 5 mm, Gjerdingen.
17. **Aegirien**, $\text{NaFe}^{3+}\text{Si}_2\text{O}_6$ (pyroxeengroep), groene naalden in radiaalstralige aggregaten, en witte albiet; 6,5 mm, Harestua 2, Nordmarka, Oppland.
18. **Titaniet**, CaTiSiO_5 , oranje, 3,5 mm, Fjellsjøen.

Mineralen uit de collectie van R. Werner, Grua, Noorwegen.
Kleurenfoto's: P. Stemvers, Weesp.

De verzamelaar van micromount-mineralen, die de moeite neemt gedurende de vakantie in het Oslo-gebied rond te reizen, en zo veel mogelijk vindplaatsen te "checken", komt gegarandeerd thuis met fraai materiaal. Verder moet hierbij aangetekend worden, dat er behalve de genoemde vindplaatsen nog legio andere interessante vindplaatsen in dit gebied voorkomen. Bijvoorbeeld de Langesundsfjord-pegmatieten, de secundaire Cu / Pb / Zn-mineralen van Konnerud, legio skarnvindplaatsen met granaat en de smaragdlijn van Byrud (17).

Referenties

- (1) Brøgger, W.C. (1890): Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der südnorwegischen Augit- und Nephelin-syenite. Zeitschr. Kryst., 16.
- (2) Dietrich, R.V. et al. (1965): Studies on the igneous rock complex of the Oslo region; XX: "Petrology and geochemistry of Ekerite". Skrifter No. 19; Universitetsforlaget, Oslo.
- (3) Dons, J.A. (1978): "Terminology and history of investigations"; blz. 9-16 in: "The Oslo Paleorift, A review and Guide to

excursions"; Norges geologiske undersøkelse, Nr. 337; Universitetsforlaget.

- (4) Eldjarn, K. (1981): Drusematerialer fra Gjerdingen i Nordmarka. NAGS-nytt nr. 2, april / juni 1981, blz. 6-10.
- (5) Eldjarn, K. & Fylling, H. (1982): Drusemineraler fra granitter og syenitter i Oslo-feltet. NAGS-nytt nr. 4, okt. / des. 1982, blz. 6-23.
- (6) Goldschmidt, V.M. (1911): Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet. Vid.-Ak.Skr. I, No. 1.
- (7) Kvamsdal, L. (1993): "Noen mineraler fra Nordmarkitten mellom Roa og Maura"; Stein Nr. 1, jan. / mars 1993; blz. 30-46.
- (8) Neumann, E.-R. (1978): "The petrology of the Plutonic Rocks", blz. 25-34 in "The Oslo Paleorift, A Review and Guide to excursions"; Norges geologiske undersøkelse, Nr. 337; Universitetsforlaget.
- (9) Oftedal, I. & Saebö, P. Chr. (1965): Contributions to the Mineralogy of Norway, No. 30. Minerals from Nordmarkite Druses. Nor. Geol. Tidsskr. 45, 171-175.
- (10) Olerud, S. (1986): Metallogeny associated with the Oslo Paleorift. Guide book: S.G.U. Ca 59. "Introduction", blz. 5-17.
- (11) Raade, G. (1969): Contributions to the mineralogy of Norway, No. 40. Cavity minerals from the Permian biotite granite at Nedre Eiker Church. Nor. Geol. Tidsskr. 49, 227-239.
- (12) Raade, G. (1972): Mineralogy of the miarolitic Cavities in the Plutonic Rocks of the Oslo Region, Norway; The Mineralogical Record, Vol. 3, Nr. 1, 1972; blz. 7-11.
- (13) Raade, G. & Haug, J. (1980): Rare Fluorides from a soda granite in the Oslo Region, Norway. The Mineralogical Record, Vol. 11, Nr. 2, blz. 83-91.
- (14) Raade, G. & Haug, J. (1982): Gjerdingen, Fundstelle seltener Mineralien in Norwegen; Lapis, Jg. 7, Nr. 6, blz. 9-15.
- (15) Ramdohr, P. & Strunz, H. (1978): Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie; Enke-Verlag, Stuttgart.
- (16) Sæther, E. (1962): Studies on the igneous rock complex of the Oslo region; XVIII: "General investigations of the igneous rocks in the area north of Oslo". Oslo University Press.
- (17) Wilke, H.-J. (1976): Mineral-Fundstellen, Band 4, Skandinavien. Christian Weise Verlag.
- (18) Fehr, T. (1984): Neue Mineralien; Lapis, Jg. 9, Nr. 4, blz. 40.

De (Nederlandse) auteur, die verbonden is aan het Hadeland Bergverksmuseum te Grua, gelegen ten noorden van Oslo, is bereid geïnteresseerde verzamelaars gegevens te verschaffen over de mineralen en hun vindplaatsen. Het adres luidt: R. Werner, Hadeland Bergverksmuseum i Jernbanestasjon, Postboks 83, N - 2742 Grua, Norge.

Geologische trekpleisters in Noorwegen

door J. Stemvers-van Bommel

In dit artikel zullen we een aantal bekende en minder bekende plaatsen in het land aandoen, waar iets van onze geologische gading bezichtigd of gezocht kan worden. De volgorde is niet als een te volgen route bedoeld - die bepaalt u natuurlijk zelf - al is het mogelijk dat u in de opeenvolging een vage logische lijn kunt terugvinden. Veel bekende Noorse mineralenstekjes worden druk bezocht. Het is bij deze vindplaatsen allerminst zeker of de beschrijving van de laatstaantetroffen situatie nog overeenstemt. Dit zeggen we er vooraf wel even bij. De trekpleisters die we zullen bezoeken liggen langs twee denkbeeldige trajecten:

- I. een zuidoostelijke route, die begint vanaf de richting van de havenplaats Göteborg (Zweden), en
- II. een zuid - noordroute, gedacht vanaf de havenplaats Kristiansand naar de Noordkaap.

Noorwegen is een uitgestrekt, langgerekt land en voorbij Trondheim is het eind nog lang niet in zicht. Onderweg valt er op verschillend terrein veel te genieten, zeker landschappelijk. Naar toeristische gegevens over de steden, de staafkerkjes, de kabelbanen, campings en veerdiensten zult u in dit verhaal vergeefs zoeken: daar zijn goede gidsen voor met talloze tips voor prachtige tochten.

- | | | |
|--|---------------------|----------------|
| 1. Oslo | 31. Lom | 45. Sulitjelma |
| 2. Het Cambro-Siluur
in het Oslo-district | 32. Geiranger-fjord | 46. Andøya |
| 3. Grua | 33. Videdalen | 47. Narvik |
| 4. Kolsås en Krokskogen | 34. Norddal | 48. Myre |
| 5. Konnerud | 35. Åheim | 49. Lakselv |
| 6. Larvik | 36. Lalm | 50. Nordkapp |
| 7. Langesundsfjord | 37. Oppdal | |
| 8. Het Fen-gebied | 38. Kroghaug | |
| 9. Rognstranda | 39. Røros | |
| 10. Het Bamble-gebied | 40. Folstad | |
| 11. Kragerø-omgeving | 41. Løkken | |
| 12. Søndeled-omgeving | 42. Trondheim | |
| 13. Arendal-omgeving | 43. Mo i Rana | |
| 14. Herefoss | 44. Fauske | |
| 15. Evje - Iveland | | |
| 16. Tørdal | | |
| 17. Kongsberg | | |
| 18. Dypingdalen | | |
| 19. Kristiansand | | |
| 20. Knaben | | |
| 21. Egersund | | |
| 22. Blåfjell, Tellnes,
Størgangen | | |
| 23. Vikeså | | |
| 24. Gloppedalen | | |
| 25. Prekestolen | | |
| 26. Strand | | |
| 27. Hardangervidda | | |
| 28. Bergen | | |
| 29. Jostedalsbreen | | |
| 30. Jotunheimen | | |



Afb. 1. Kaart met de ligging van de "trekpleisters".

De groeven, waar we zo graag ons geluk beproeven, hebben uiteraard een eigenaar. Toestemming vragen om er te mogen zoeken is een vorm van goed fatsoen, die doorgaans het gewenste effect zal hebben. Waar lieden met een gebrek aan wellevendheid en een overmaat aan hebzucht u vóór waren, kan het "klimaat" echter zijn verslechterd. In de bekende mineralengebieden beseffen de eigenaren terdege de waarde die hun spullen voor een liefhebber hebben en vragen zij geld voor hun toestemming. Wat zou u doen, als u in hùn schoenen stond? Onderaan de beschrijving staan doorgaans een of meer nummers tussen haakjes. Deze slaan op de bronnen uit de literatuur die werden geraadpleegd en waarin vaak meer over het onderwerp te vinden is. De betreffende literatuurlijst staat achteraan.

Vindplaatsen in Zuidoost-Noorwegen

1. Oslo

Hier is op het terrein van de Universiteit in het stadsdeel Blindern het complex van het Naturhistorisk Museum gevestigd. Het adres is Sarsgate 1, Oslo 5 ('s maandags gesloten). Er is een mineralogisch/geologische afdeling en een paleontologisch deel. Beide exposities zijn beslist een bezoek waard. Een absolute topper en grote trots is het fossiel *Mixopterus kiaeri*, een ± 75 cm lange, gave Eurypteride (zeeschorpioen) uit de Ringerike zandsteen (Boven-Siluur - Onder-Devoon).

Mogelijk zijn er geologische kaarten en boeken over het Oslo-gebied en Noorwegen in zijn geheel te koop; de Universitetsforlaget geeft o.a. "Småskrifter", kleine boekjes, uit.

In het Frognerpark bevinden zich de ongeveer 150 beelden van de Vigelandsanlegg. Deze zijn gehouwen uit Østfold-graniet, die aan de Iddefjord bij Halden, aan weerszijden van de Noors-Zweedse grens, gewonnen wordt. (2)

2. Het Cambro-Siluur in het Oslo-district

De kalkstenen en schalies uit het Cambrium, Ordovicium en Siluur werden door de Caledonische Orogenese geplooid. Afzettingen uit het Cambrium (50-60 m), Ordovicium (tot 400 m) en Siluur (tot 670 m) vormen een pakket van zo'n 1100 m; ze zijn vaak zeer fossielrijk. De uitbreidingen van de Oslo-agglomeratie hebben helaas tot gevolg gehad, dat goede en vermaarde vindplaatsen onder huizen, asfalt of vuilstort zijn verdwenen. Dit was al geruime tijd geleden het geval met de beroemde "graptolietenvallei" bij Slemmestad, ooit een van de rijkste voorkomens van deze fossielgroep. Trilobieten, zeer geliefd en gezocht, zijn zeldzaam geworden. Andere fossielen zijn o.a. koralen, brachiopoden, gastropoden, delen van rechte Nautiloiden, fragmenten van crinoidenstelen.

Geologische gegevens zijn veel schaarser en het bijebrengen daarvan eiste al onze aandacht op.

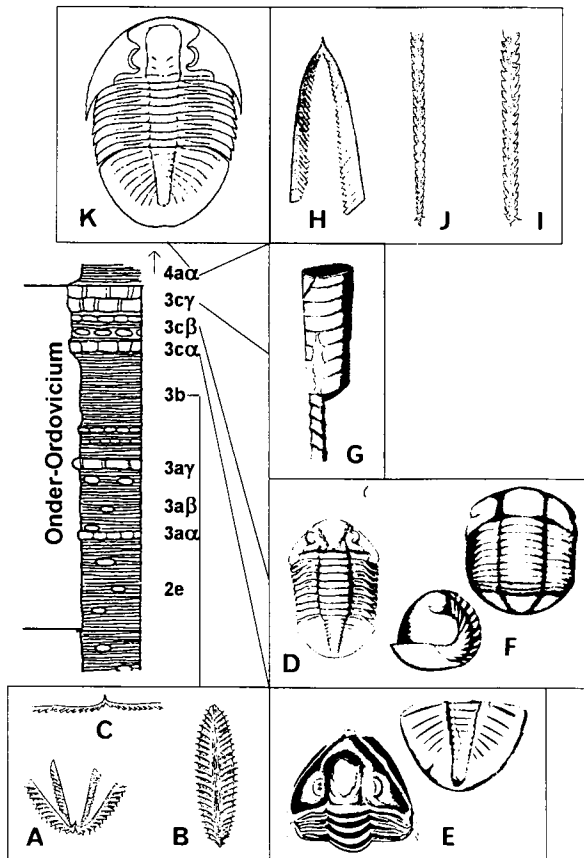
De ligging van de besproken plaatsen zal globaal worden aangegeven. De "trekpleisters" hebben een nummer, dat correspondeert met de kaart van afb. 1. Aan de hand van deze plaatsbepaling is de naam op een autokaart vrij gemakkelijk terug te vinden. Hiervoor werden gebruikt de bekende Cappelen auto- en toeristenkaarten 1 : 325.000, 1-2, 3-4, 5-6. De kaarten 7-8 en 9-10 beslaan het deel ten noorden van Trondheim.

Voor de exacte ligging van de "trekpleisters" verwijzen we naar de gedetailleerde topografische kaarten 1 : 50.000 of 1 : 100.000 van de Norges Geografisk Oppmåling (NGO). Deze zijn in de meeste plaatsen bij de lokale boekhandel voor de omgeving te verkrijgen.

Op een schiervlakte van Precambrium liggen lagen uit het Midden Cambrium. In het Boven-Cambrium komen aluinschalies voor met de 1 cm grote trilobiet *Agnostus*.

Het Onder-Ordovicium heeft afwisselende lagen van schalies en kalken. Bekend is de Onderste Didymograptus-lei, met rijkelijk graptolieten (laag 3b): *Tetragraptus*, *Phyllograptus*, *Didymograptus*. Afb. 2-1.

Daarboven ligt de Megistaspis-kalksteen (laag 3c α) met *Megistaspis*, een lange trilobiet. De laag 3c β , erboven, is de Expansus-schalie, met de trilobieten *Asaphus expansus*, *Megistaspis limbata* en *Iliaenus sarsi*. Hierboven ligt de Endoceras-kalksteen (laag 3c γ) met de rechte, gekamde schaaldelen van "Endoceras".



Afb. 2-1. Stratigrafische kolom van een deel van het Ordovicium en belangrijke fossielen in enkele fossielrijke lagen.

Llandeilo	4a α_{3-4}	<i>Ogygiocaris sarsi</i> (afb. 2-1: K, x 0,3) <i>Trinucleus foveolatus</i>
Llanvirn	4a α_{1-2}	<i>Didymograptus geminus</i> (H, x 1) <i>Glyptograptus teretiusculus</i> (I, x 1) <i>Climacograptus wilsoni</i> (J, x 1)
Arenig	3c γ	"Endoceras" (G, x 0,3)
	3c β	<i>Asaphus expansus</i> (D, x 0,5) <i>Megistaspis limbata</i> (E, x 0,5) <i>Iliaenus sarsi</i> (F, x 0,5)
	3c α	<i>Megistaspis limbata</i>
	3b	<i>Tetragraptus serra</i> (A, x 1) <i>Phyllograptus angustifolius</i> (B, x 1) <i>Didymograptus extensus</i> (C, x 1)

Het Midden-Ordovicium begint met graptolietenrijke lagen van de Boven-Didymograptus-leien, waarin de gevorkte *Didymograptus geminus*, *Glyptograptus* en *Climacograptus* voorkomen (laag 4a α_{1-2}). Laag 4a α_{3-4} , die daarboven ligt, is de *Ogygiocaris*-schalie, met de trilobieten *Ogygiocaris* en *Trinucleus*.

Het zijn vooral de hier beschreven Arenig- en Llanvirn-lagen, die fossielhoudend zijn (bovenste Onder-Ordovicium en onderste Midden-Ordovicium). Boven deze lagen werden nog jongere Ordovicische afzettingen gevormd.

De fossielen kunnen onder meer dáár worden gezocht waar huizenbouw en wegeaanleg voor ontsluitingen zorgen, bij de kust en op eilandjes in de Oslo-fjord. Een voorbeeld is Ramtonholmen, een eilandje voor de camping Ramton. In de buurt van een duikplank kan men zwarte lei-plaatjes uit de grond trekken, waarin graptolieten uit laag 3b zitten. Het eilandje is half vulkanisch. Zie ook afb. 2-2.



Afb. 2-2. (Boven) Het oostelijke deel van het eiland Gjeitungholmen met geplooide Onderordovicische lagen. Op de voorgrond een gang van rhombenporfier.

In het Siluur komen schalies voor met de éénrijige graptolieten van het genus *Monograptus*. Ook zijn er kalksteenlagen, die veel brachiopoden- en slakkensoorten bevatten. De top van de formatie wordt gevormd door de Ringerike-zandsteen uit het Downtonian (= overgangslaag tussen Siluur en Devoon), die bij Ringerike wel 1000 m dik is. Het is een rode tot grijze continentale afzetting, die uit een soort flagstones bestaat. Bij het optillen van zo'n plaat vond men de *Mixopterus*, nu in Oslo.

Fossielhoudende Silurische lagen liggen aan de westkant van de Stensfjord, de NO-uitloper van de Tyrifjord. Een ontsluiting van de (fossielarme) Ringerike-zandsteen ligt aan de oostoever van de Stensfjord; het is een beschermd gebied.

De Paleozoische lagen werden waarschijnlijk in het Onder-Devoon, tijdens de Caledonische orogenese, geplooid; de strekking loopt WZW - ONO. De lagen ondergingen epidermis-plooiing, vergelijkbaar met de Alpen geplooid Juragebergten. Er zijn nog vele andere voorkomens van Cambro-Silurische afzettingen in de Oslo-slenk (zie afb. 1 bij het artikel "Mineralen van de granieten en syenieten uit het Oslo-gebied" op pag.17). Bij Fiskum, tussen Hokkesund (W van Drammen) en Kongsberg, komen (incomplete) trilobieten uit het Onder-Ordovicium voor, o.a. staarten van *Megistaspis* sp.

Helaas staan bij plaatsen waar fossielen voorkomen vaak bordjes dat het zoeken verboden is. En daar hebben we ons dan aan te houden. (2), (3), (4).

3. Grua, mineralen- en mijnmuseum

Grua, een plaatsje in Hadeland, aan weg nr. 4 ten N van Oslo, herbergt sinds kort het Hadeland Bergverksmuseum, in het oude spoorwegstation. Er is een expositie met zowel mineralen als kunst. Aandacht wordt geschonken aan de geschiedenis en de



Afb. 3-1. Blik op het interieur van het Hadeland Bergverksmuseum te Grua.

mijnen van de omgeving van Grua en aan de rijke mineraal-voorkomens in het gebied. Afb. 3-1.

Het museum is geopend in de weekends en op verzoek. Behalve oude mijnen (Austhagan, Mullagruvene, Skjaerpemyr, Nysaeter) heeft het Grua-gebied voor micromounters interessante voorkomens van miarolen: kleine mineraalrijke holtes in graniet en syeniet. Zie het artikel "Mineralen van de granieten en syenieten uit het Oslo-gebied".

4. Kolsås en Krokskogen, rhombenporfieren (trachy-andesieten)

Rhombenporfieren behoren tot de bekendste Noorse gesteenten. Lichte, vaag ruitvormige fenokristen zitten in een vaak bruinrode matrix. Deze fenokristen zijn plagioklaas: oligoklaas of andesien (vooral An_{30}). Petrografisch heten deze rhombenporfieren trachy-andesieten; het zijn tussenvormen van trachiet en andesiet. De dieptegesteente-equivalent van deze vulkanieten is larvikiet. De trachy-andesieten zijn afkomstig van spleeterupties, die in het Perm herhaaldelijk in het Oslo-gebied optraden. Ook verscheidene bazaltuitvloeiingen zijn uit spleten afkomstig. Het materiaal van de elkaar opvolgende uitbarstingen vormt een dik pakket, de lagen kunnen worden onderscheiden op grond van de vorm van hun fenokristen en de volgorde. Ze worden aangeduid met letters en nummers: B voor bazalten en RP voor de rhombenporfieren. Over Onderpermische sedimenten (zandsteen of conglomeraat) stroomde eerst een bazaltlaag: B₁. Eigenlijk bestaat B₁ uit een serie bazaltstromen, die plaatselijk in dikte en/of aantal verschillen. Daarna traden, uit andere spleten, trachy-andesitische erupties naar buiten (RP₁). RP₁ heeft een grote uitgestrektheid en dikte bereikt: 100 - 200 m dik met een oppervlakte van tenminste 10.000 km², en dat is voor een taai-vloeibaar vulkanisch gesteente bijzonder veel.

Daarna volgden nog meer RP-lagen, die niet zozeer in samenstelling als wel in de vorm van de fenokristen verschillen. Een overzicht van deze vormen geeft afb. 4-1. RP₂ heeft de grootste fenokristen; deze laag ligt boven RP₁ die kleine feno's heeft. Afb. 4-2. Tussen RP₂ en RP₃ bevindt zich een bazaltlaag (B₂), waarin RP₃ zit ingesloten. Na RP₃ eindigde de eerste eruptie-periode. In de tweede fase, beginnend met B₃, stroomde zeer veel bazalt uit centrale eruptiepunten. Dit waren tamelijk grote vulkanen. Naderhand zakten de magmakamers in en ontstonden ronde caldera's, bv. de Baerum-caldera. Aan de zuidkant van deze vulkaan is de B₃-laag tot 1000 m dik. Ook kwamen explosiekraters voor; hieruit ontsnapten o.a. zure vulkanieten, zoals tuffen en ignimbrieten. Vier duidelijke (Baerum, Drammen, Glitrevann en Saude) en twee

onduidelijke caldera's zijn in de Oslo-slenk aangetroffen. Langs ringvormige breuken zakten nagenoeg ronde blokken omlaag: in de duidelijk ronde Baerum-caldera welke in ringbreuken porfirische syeniet omhoog. De derde vulkanische fase bracht opnieuw spleeterupties: RP₄ tot RP₁₀, en bazaltstromen, tot B₃ toe. Deze hebben een overwegend plaatselijk karakter; in de Baerum-caldera zijn vulkanieten uit de tweede en derde fase bewaard gebleven.

Het is dank zij het afzinken van een slenkgebied, dat de Permische en andere Paleozoïsche gesteenten voor erosie gespaard bleven. Het vulkanisme strekte zich ook buiten het Oslo-gebied uit, maar de lava's zijn daar verdwenen. Hooguit wijzen diepe delen van oude vulkaanpijpen, die soms als necks in reliëf in het landschap staan, nog op deze activiteit. Ook komen er gangen van zg. Oslo-essaxieten voor, die veelal een syenodioritische samenstelling hebben, bv. aan de zuidkant van de Tyrifjord, bij Dignes.

De **Kolsås**: dit vulkanische plateau, tot 372 m hoog, heeft als onderste vulkanische laag een bazalt: B₁, die op Onderpermische afzettingen ligt. Verder bestaat de berg bijna geheel uit RP₁. Er is een prachtig geologisch

uitzicht met o.a. WZW - ONO verlopende richels van gelaagde, Vroegpaleozoïsche sedimentgesteenten. Afb. 4-3.

In **Krokskogen** is het vooral de weg E7 naar Hønefoss die mooie ontsluitingen heeft, en wel op het traject tussen Nes - Skaret - Sollihøgda (NW van Oslo) in de RP₁₀. Vanaf Nes passeert u achtereenvolgens Bovensilurische kalklagen, RP₁, bij de afslag naar Sønsterud (even de boerenweg op, en dan aan de linkerkant daarvan). Bij Homledal verschijnen RP₂₀ en RP₃₀, gescheiden door een 30 cm dikke conglomeraatlaag, en zo vervolgens RP₄, RP₅ en RP₆. Bij Sollihøgda is het RP₆.

Wie vanuit Oslo de bus naar Nes neemt, kan terug lopen tot Sollihøgda. Stoppen met eigen auto is langs de drukke hoofdweg vaak heel moeilijk. (1), (6)

5. Konnerud, zink-lood-kopermijnen ten W van Drammen

In de heuvelrij ten Z van de Drammenselva bij Konnerudkollen komt vlakliggende Bovensilurische kalksteen voor, die bij het contact met een granietmagma tot skarn is omgezet. Deze skarn, die deels granaatrijk, deels clinopyroxeenrijk is, wordt doorsneden door graniet- en dolerietgangen en door rhyolieten. Ook komt hoornrots voor. Via een breukzone aan de westelijke rand van de

Bijchriften bij de kleurenfoto's, V

19. **Zirkoon**, $ZrSiO_4$, bruin prisma met piramide; 20 mm, Tvedalen, Langesundsfjord.
20. **Draviet** (bruine toermalijn), $NaMg_3Al_6B_3Si_6O_{27}(OH,F)_4$, op plagioklaas; 20 mm, Havredal.
21. **Prehniet**, $Ca_2Al_2Si_3O_{10}(OH)_2$, lichtgroene radiaalstralige bol op calciet en hoornblende; 20 mm, Ravneberget, Søndeled. Om overstraling door de witte calciet te voorkomen zijn de fotolampen zo geplaatst dat het licht over de oppervlakte van de prehniet scheert. Het mineraal werkt nu als een prisma en de kleurreflectie is hierdoor afwijkend van het origineel.
22. **Robijn**, chroomhoudende variëteit van korund, Al_2O_3 , 30 mm, Froland.
23. **Babingtoniet**, $Ca_2Fe^{2+}Fe^{3+}Si_5O_{14}(OH)$, grijszwart, kortprismatisch, triklien, en groene prisma's van epidoot; 6 mm, Bråstad groeve, Arendal.
24. **Zilver**, Ag; beeldbreedte 10 mm, afkomstig uit Kongsberg, aangekocht.

Nrs. 19, 20, 21, 22, 24 uit de collectie H. Drost te Rhenen; nr. 23 uit de collectie J.J. Graaff, Amersfoort. Kleurenfoto's: P. Stemvers, Weesp.



19

20

22

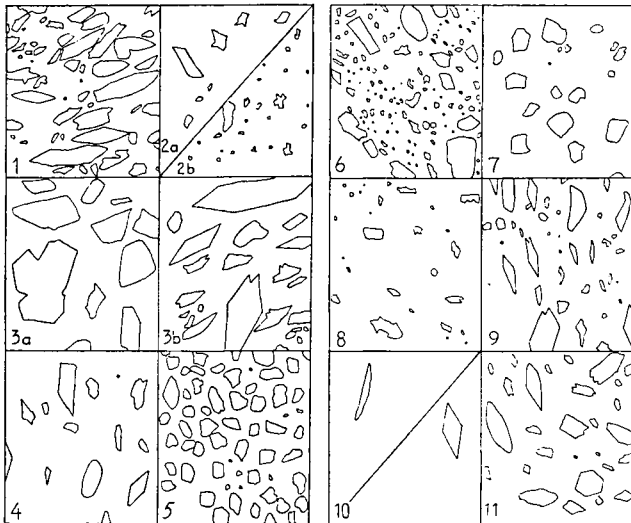
21



23

24



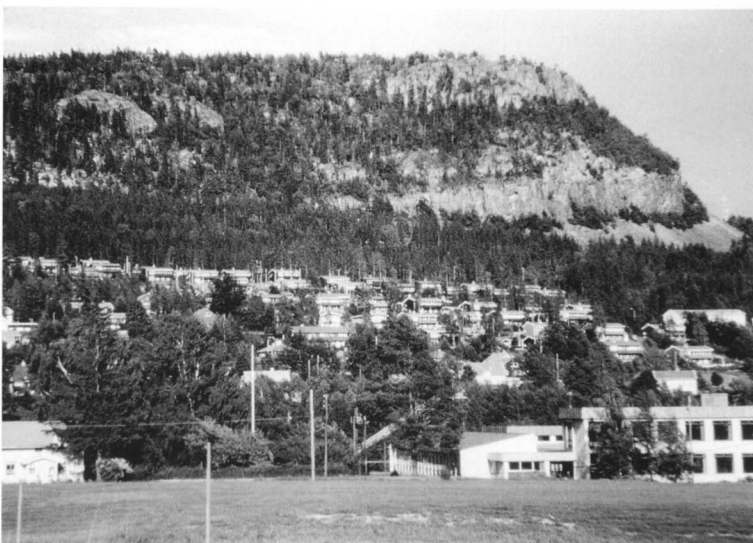


Afb. 4-1. De rhombenporfyriertypen RP_1 - RP_{11} van het lavaplateau in Krokskogen, x 0.375 (naar C. Oftedahl, 1952).

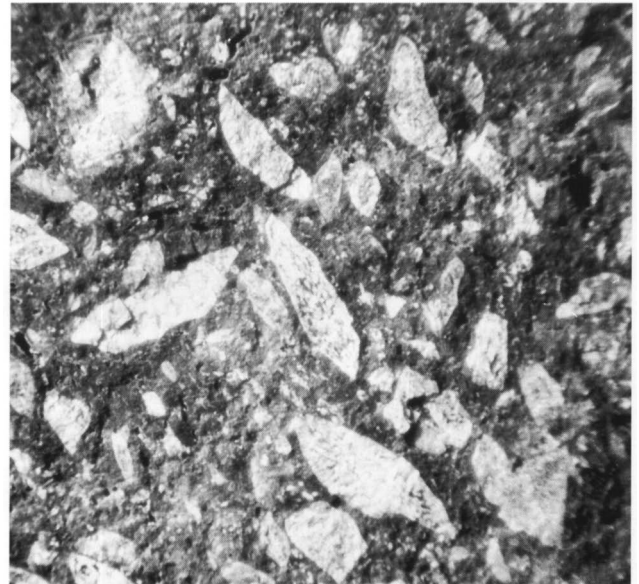
granietintrusie drongen hydrothermale fluïden de skarn en de andere gesteenten binnen. Deze werden geïmpregneerd door sfaleriet, galeniet, chalcopryiet, borniet. Deze sulfides worden vergezeld van kwarts, calciet, fluoriet, chloriet, e. a. Al in 1646 werden de erts van Konnerud ontdekt. Met onderbrekingen zijn de mijnen en groeven van 1729 - 1913 in exploitatie geweest. Het gehalte van de ertslichamen was $\pm 5\%$ Zn, $0,5\%$ Pb, $0,5\%$ Cu. De storthopen in het mijngebied leveren de verschillende gesteenten en mineralen op. Ook zijn er ontsluitingen van de granaatskarns te vinden. (6), (7)

6. Larvik, larvikiet en lardaliet

Larvikiet is een van de Permische dieptegesteenten van de Oslo-slenk. Chemisch gezien is het de dieptegesteente-vorm van de vulkanische rhombenporfyrien: het is een monzoniet met plagioklaas, die op fijne schaal antiperthitisch vergroeid is met alkali-veldspaat. Door de vergroeiing wordt het "schiller-effect" opgewekt, dit is het blauwe oplichten van het grofkorrelige gesteente, waaraan het veel van zijn aantrekkelijkheid dankt. Het gehalte alkali-veldspaat is ongeveer even groot als dat van de plagioklaas.



Afb. 4-3. De Kolsås, een lavaplateau dat hoofdzakelijk uit RP_1 bestaat; blik naar het oosten.



Afb. 4-2. RP_{30} afkomstig van de weggkant van de weg Oslo - Hønefoss, bij het café Skaret. De grootste fenokristen in het handstuk zijn ongeveer 4 cm lang.

Donkere mineralen zijn titaanaugiet, biotiet en natrium-amfibool. Kwarts of nefelien zijn er niet of nauwelijks.

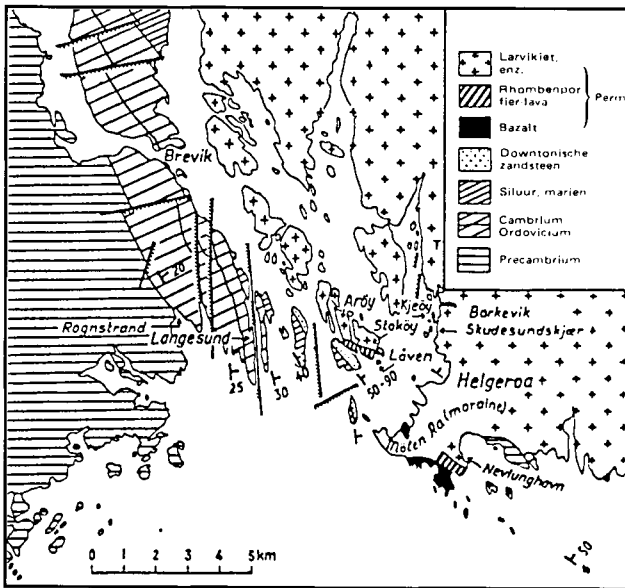
De larvikiet komt bij Larvik voor in een massief van $\pm 25 \times 50$ km. Er is een lichte, grijze en een donkere, haast zwarte variëteit, die microscopisch weinig van elkaar verschillen. Afb. 1 op pag. 17. De donkere variëteit wordt geëxploiteerd in een groeve bij Klåstad; de lichte variëteit wordt in verscheidene groeven gewonnen, o.a. bij Tvedalen, aan de westkant van het voorkomen. In de larvikiet komen pegmatitische aders en gangen voor. De cryptoperthitische veldspaat hierin kan grofkorrelig zijn en verdient soms de naam "maansteen". Bij de badplaats Ula ligt zo'n pegmatiet. In de larvikiet-pegmatieten komen, naast zirkoon, zeldzame mineralen voor als pyrochloor en polymigniet.

Lardaliet is een wat afwijkend gesteentetype, met vaak grote, grijze veldspaatkristallen, maar ook tamelijk grote nefelienkristallen. Dit mineraal is kleurloos-grijs, glasglanzend, het zet vaak om en is dan troebel, rossig. Biotiet en augiet zijn de voornaamste donkere mineralen; hun onderlinge verhouding wisselt. Petrografisch is het gesteente een nefelien-syeniet; deze drong in de larvikiet en is dus jonger dan deze. Lardaliet komt voor ten noordoosten van Larvik, ten westen van het Farris-meer, in de omgeving van Lysebö, Gjone, Lövmoen en Ono. Op het genoemde kaartje staat het lardalietvoorkomen met een "L" aangegeven. Ook in de lardaliet komen pegmatieten voor.

Dwars door het schiereiland, van Helgeroa via Larvik naar Sandefjord, loopt een brede, gecultiveerde strook land. Dit is de grote eindmorene: de Ra, die na het terugtrekken van het landijs achterbleef. Waar deze morene de zee bereikt, op het schiereilandje Mölen, NW van Nevlunghaven, hebben de golven het losse materiaal weggespoeld. Op het strand ligt de grove fractie: een prachtige verzameling zwerfstenen van gegarandeerd Noorse herkomst! Afb. 7-1. (1), (8)

7. Langesundsford, nefelien-syenietpegmatieten

Deze grofkorrelige intrusies worden beschouwd als de pegmatitische equivalenten van de lardaliet (onder stop 6



Afb. 7-1. Geologische schets van het Langesund-gebied, met de Ra-morene en de ligging van Rognstranda. T = Tvedalen.

beschreven), ze liggen in de grenszone van het larvikietmassief. Voorkomens liggen aan de oostkust van de Langesundsfjord (afb. 7-1) in een strook ten noorden van Nevlungshavn tot Tvedalen. Afb. 7-2. Diverse kleine schereneilandjes in de Langesundsfjord bestaan, geheel of gedeeltelijk, uit deze pegmatieten. In de pegmatieten zijn vele zeldzame mineralen gevonden, die hierin gesteentevormend, dus niet in holtes, voorkomen. Twintig daarvan werden voor het eerst hier gevonden. Låven, Stokøy, Arøy, Skudesundskjær (drie kleine eilandjes) zijn bekende namen - er mineralen hakken wordt echter niet toegestaan. Op Låven zijn hamers verboden - als men al toestemming heeft er te komen. Afb. 7-3.

Enkele mineraalnamen zijn: barkevikiët (een natrium-amfibool, genoemd naar Barkevik, een lokaliteit op het vasteland); apatiët,



Afb. 7-2. (Links) Nefeliënsyeniet-pegmatiet in larvikiet. Wegtalud Helgeroa - Tvedalen bij "grusvei", na de wegverbreding.

Afb. 7-3. (Boven) Skudesundskjær-eilandjes in de Langesundsfjord, met gezicht op het larvikietmassief bij Tvedalen.

mosandriet, astrophylliet, zirkoon (kleurenafb. 19), thoriët, datoliet, låveniet, wöhleriet, titaniët, catapleiet, toermalijn.

De nefeliën-syenietpegmatieten zijn zeer grofkorrelig. De lichte mineralen zijn witte, microperthitische alkali-veldspaat; kleurloze, glasglanzende nefeliën, die echter vaak is omgezet naar dof-rose of bruine eleoliet; grijze sodaliet. De donkere mineralen zijn aegiriën (een natriumrijke, groene pyroxeen); lepidomelaan (een glimmersoort) en magnetiet. (6)

8. Het Fen-gebied, carbonatiëten en per-alkalische (Al-arme) gesteenten

Het Fen-gebied ligt net buiten de Oslo-slenk, ten oosten van Ulefoss (Telemarken) aan de zuid-oever van de Norsjø; het is onder petrologisch wereldberoemd om zijn ontsluitingen van o.a. carbonatiëten. Deze magmatische carbonaatgesteenten zijn in Europa zeer zeldzaam: het Alnö-gebied in O-Zweden en de Kaiserstuhl in de Bovenrijnse Laagvlakte zijn de andere voorkomens. Zie het artikel: "Het Precambrium in Noorwegen", waar de gesteenten beschreven worden.

Het aantal ontsluitingen in de Fen-gesteenten is beperkt: een groot deel van het gebied heeft een agrarische bestemming en er worden steeds meer (vakantie)huizen gebouwd. Toch zullen we enkele mogelijkheden noemen.

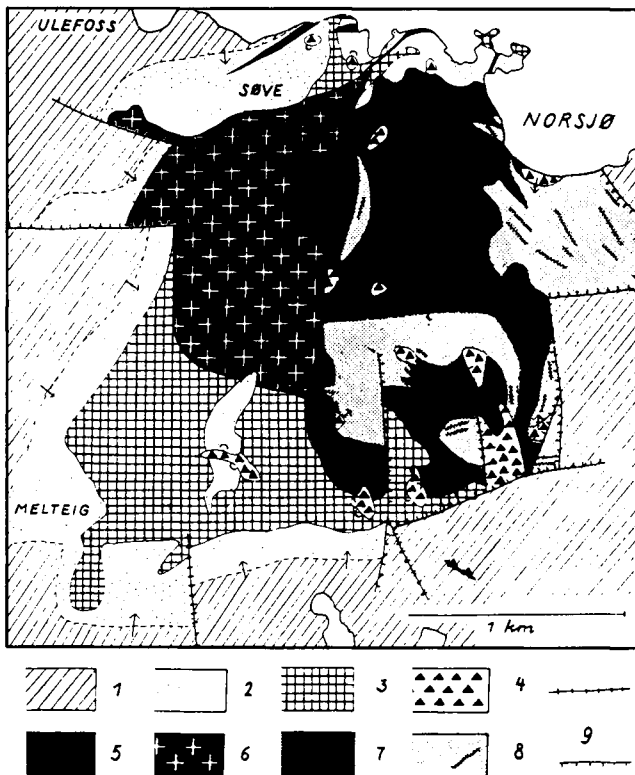
Søviet lijkt op een witte marmer, het bevat accessorisch echter phlogopiet; magnetiet; een niobiumhoudende pyrochloor: koppiet (dat voorkomt als licht- tot donkerbruine oktaëders), en apatiët in kleine prisma's. Søviet is te vinden nabij de kust van de Norsjø, in nog toegankelijke gangen van de vroegere exploitatie, die schuin op de kust staan (zie afb. 8-1). Søviet werd enige tijd gemijnd vanwege het niobium-gehalte in de pyrochloor.

Hollaïet is in het binnenland ontsloten in de omgeving van de kerkruïne te Holla. Het is een carbonatiët met aegiriën-augiet, de kleur is donkergrijs met lichte plekken.

Rødbergiet is roodbruin gekleurd door hematiet in de carbonatiët. Het is lange tijd geëxploiteerd als ijzererts. Resten van het transport en de opslag zijn o.a. te vinden aan de waterkant, ten oosten van de søvietgangen (rechts op het kaartje). Het voorkomen zelf ligt in de omgeving.

Damtjerniet is mogelijk nog aan de kust te vinden, in verspreide rotsblokken in de buurt van de rødbergiet.

Melteigiet is een zeer donker gesteente, dat genoemd is naar het voorkomen op het land bij de boerderij Melteig, in het ZW van het Fen-gebied. Er is geen echte ontsluiting, maar hier en daar liggen zwarte stenen, o.a. op het pad. (1), (8)



Afb. 8-1. Het gesteentecomplex van het Fen-gebied.

1. Precambrische gneis; 2. feniet; 3. basische gesteenten: vepetoiel, melteigiet, ijoliet, enz.; 4. damtjerniet; 5. søviet; 6. hollaiet; 7. rauhaugiet; 8. "rødberg" (met hematiet-erts); 9. breuken. Naar E. Saeter, 1947.

Precambrium in Noorwegen". Hier volgen enkele mineraalvoorkomens.

Net ten zuiden van Feset (bij de E18, die van Stathelle naar Kragerø loopt) ligt **Ødegårdens Verk**, waar fosfaat gemijnd werd (1872-1918). De fosfaataders dagzomen langs de beboste ZO-hellingen van een vallei, die NO - ZW loopt; ze komen voor in amfibolieten en gemetamorfoseerde gabbro. De mijnen gingen tot 150 m diep; ze zijn nu gesloten. Grote storthopen zijn echter nog aanwezig. Deze worden met bulldozers afgegraven t.b.v. wegenaanleg. Hierdoor is er steeds vers ontsloten dumpmateriaal te vinden, waarin aantrekkelijke gesteenten en mineralen voorkomen: massieve, gelige apatiet; phlogopiet (Mg-glimmer), in voor dit mineraal buitengewoon grote brokken en platen; enstatiet, geel-bruinig, zuilvormig, met glans op kristal- en splijtvlakken, vaak omgezet in talk; talk, asbest en chrysotiel (serpentin); skapoliet, lichtgekleurd; hoornblende.

Verder: xenotiem, monaziet, dahlliet, rutiel, ilmeniet, titaniet. Ook komen granitische pegmatietaders voor, zowel in het Ødegården-gebied als meer zuidelijk, bij Valle. Soms bevatten deze grote zwarte toermalijnkristallen in kwarts.

Zonnesteen

Het Bamble-gebied is bekend als herkomstgebied van de felbegeerde zonnesteen of aventurijn-veldspaat (oligoklaas met ontmengde hematietlamellen). De lang bekende en eerder in (13) beschreven vindplaatsen Havredal, tussen Ødegården en Kjørrestad, zijn naar verluidt echter helemaal leeg. Ook het voorkomen te Bjordammen is bekend. Het betreft een pegmatietgang met veel zonnesteen, kwarts en biotiet (geen alkali-veldspaat), en accessorische mineralen als hematiet, amfibool, toermalijn, rutiel, apatiet. De bewuste groeve is eigendom van de heer Bjordam jr., die in zijn gelijknamige boerderij het materiaal zelf verkoopt; het zoeken is er niet toegestaan. Bjordammen ligt vlak bij de weg 363, die bij Dördal van de E18 afslaat.

Een minder bekend voorkomen in de buurt is te bereiken door, vanaf Kragerø komend over de E 18, bij de afslag Valle rechtsaf te slaan. Deze weg volgen tot een bordje Planteskole (kwekerij); daar gaat de weg met een scherpe bocht linksaf. Wij gaan rechtdoor, via een smalle weg. Na ± 1 km staat er rechts een groot, nieuw huis: Havredal. Parkeren. Naar het eind van de weg lopen (± 50 m) waar twee huizen staan. Precies vóór de huizen linksaf, door onkruid, het bos in. Na 10 min. klimmen ziet u een afgestorte bergwand. In het materiaal aan de voet komt de zonnesteen voor. Kleurenafb. EE en FF.

In de omgeving van deze vindplaats komen ook andere interessante mineralen voor, bv. draviet, een toermalijn (kleurenafb. 20). (9), (11) en pers. med.

11. Kragerø-omgeving, Bamble-gebied

De gabbroïde gesteentelichamen die o.a. in het Bamble-gebied veel voorkomen worden door Noorse onderzoekers *hyperiet* genoemd. Hieronder vallen "normale" gabbro's (plagioklaas + clinopyroxen: augiet); olivijn-gabbro; hyperstheen-gabbro (een gabbroïde overgang naar noriet, dat bestaat uit (weinig) plagioklaas en hyperstheen); en amfiboliet.

In de zeer grote, interessante groeve Valberg wordt door de Hyperiet A.G. hyperiet gewonnen. In de groeve kunnen gevonden worden: pyriet, calciet, cobaltien, albiet, epidoot, chloriet, clinochloor, muscoviet, biotiet, phlogopiet, scapoliet, beryl en zwarte toermalijn. Verscheidene andere groeven bij Kragerø hebben hun belang voor de mineralenzoeker verloren: Karlstad, Helle, Lindvikskollen.

9. Rognstranda, migmatieten

Gaande van Brevik (Bamble-gebied) richting Kragerø, passeert men de Langesundsfjord. Waar de ongeveer Z lopende E 18 een knik naar het ZW maakt is een afslag naar Rognstranda, een geliefde badplaats. Aan de zeekant komen door het ijs vlak afgeschuurde, steilstaande Precambrische gesteenten voor, die prachtig ontsloten zijn. Het zijn gebande migmatieten (afb. 9-1 en afb. 7-1). De banden bestaan uit amfibolieten, granodioritische, kwartsitische en glimmerrijke gneizen en cataclasiëten, en pegmatieten. Deze laatste zijn geassocieerd met de genoemde gesteenten, vooral de amfibolieten vertonen veel pegmatitische texturen, zoals grote granaten.

De pegmatieten zijn over het algemeen lensvormig en vertonen boudinage (een rek-structuur die lijkt op een rij worstjes). Ze zijn enkele centimeters tot enkele meters dik en zijn zeer algemeen tussen banden van ongelijke samenstelling. Vaak zitten er slierten biotietgneis in. De pegmatieten zouden niet intrusief zijn, maar dáár zijn gevormd waar de spanning door deformatie was verminderd. De ontsluiting is ± 250 m breed. (9)

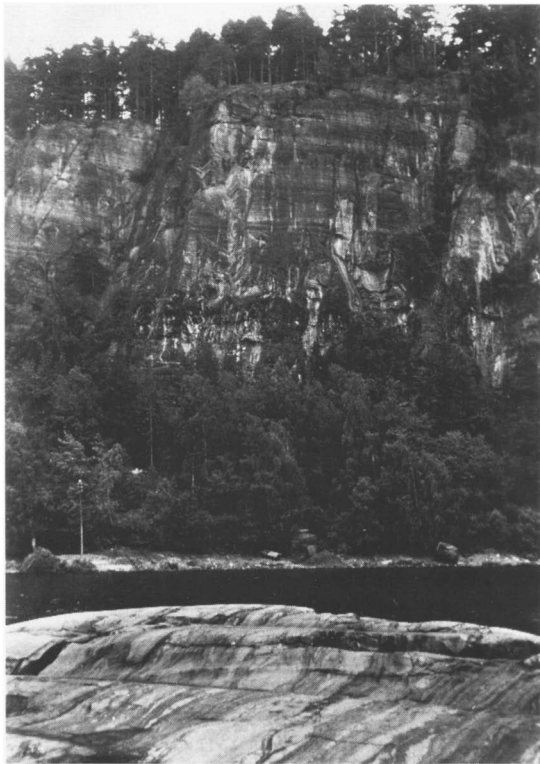
Zuidwest-grens Oslo-slenk

Vanaf Rognstranda is te zien, dat in ZZO - NNW-richting een steilwand loopt. Deze is de begrenzing van een hoger gelegen gebied dat bestaat uit Cambro-Silurische lagen; deze lagen liggen direct op de Precambrische ondergrond. Zie afb. 9-1. Dit is een markant punt. Naar het noorden toe blijft deze steilwand over enige afstand de grens tussen Precambrium en Cambro-Siluur markeren. Dit is dus een deel van het Cambro-Siluur dat hier *buiten* de Oslo-slenk ligt. Zie weer afb. 7-1.

In de buurt van Langesund liggen enkele N - Z verlopende breuken, die ten dele onder de Langesundsfjord lopen. Dit is de uit het Perm daterende breukzone, ten oosten daarvan bevindt zich de Oslo-slenk. Na verloop van enkele kilometers in oostelijke richting, op de eilandjes in de Langesundsfjord, zijn de nefelien-syenietpegmatieten uit het Perm ontsloten (stop nr. 7).

10. Het Bamble-gebied

Het Bamble-gebied omvat een strook land aan de kust tussen het Oslo-gebied en Kristiansand. Het gebied werd beschreven in "Het



Afb. 9-1. Gebande gneizen, amfibolieten, pegmatieten, enz. bij Rognstranda (voorgrond). Op de achtergrond een steilwand, bestaande uit lagen uit het vroege Paleozoicum.

Ten zuiden van Kragerø, aan de zee, ligt het **Levang**-schiereiland. Er is een grote groeve, met o.a. kwarts en mooie glimmer in veldspaat.

Voor de kust van Levang ligt het langgerekte schiereilandje Blåbaersholmen. De naakte rotsen bevatten donkere, basische gangen van verschillende ouderdom en in diverse overgangsfasen en stadia van deformatie. De donkere banden, slieren, enz. zitten

in gneisseuze graniet en granodioriet. (8), (9), (10)

12. Søndeled-omgeving, Sogne-amfiboliet

Tussen Kragerø en de afslag Risør ligt Søndeled (E18). De 351 naar links afslaan, richting Rundsag. Hier is een groeve van de Hyperiet A.G. in de hyperiet, waarin o.a. rutiel, chalcopriet en covellien voorkomen.

Vóór Rundsag ligt een parkeerterrein bij een uitzichtpunt naar de Søndeledfjord met het eilandje Frøyna. Het gesteente is ook hier een hyperiet, die Sogne-amfiboliet genoemd wordt. Hierin komen, in pegmatitische slieren, grote donkerrode granaten voor, die wel tot 10 cm kunnen meten. Vooral de grote exemplaren zijn doorspekt met kwarts; deze slieren bevatten verder kwarts- en hoornblendekristallen. Het is een opvallend en aantrekkelijk gesteente. Het komt overigens ook op andere plaatsen in het Bamble-gebied in pegmatieten voor. (9)

Van Ravneberget (omgeving Søndeled) is de prehniet van kleurenafb. 21 afkomstig.

13. Arendal-omgeving, mineralen Bamble-gebied

Hierin liggen enkele geliefde vindplaatsen die mogelijk nog iets te bieden hebben. Bij **Froland** bijvoorbeeld.

Vanuit Arendal neemt u de E 9 tot Blakstadbrug; bij Osedalens rechtsaf, Froland door, rivier over, naar Froland Kirke. Ongeveer 200 m voorbij het station linksaf de spoorbaan over en een bosweg omhoog. Zo komt u in de "groeve" in de berg Kleggåsen. Er

komen voor: robijn, rutiel en silimaniet, maar om de robijn is het u, en vele anderen, te doen. Wat er nog over is is niet spectaculair, maar wel interessant - en het is een mooie wandeling. U dient toestemming te vragen bij de eigenaar die in een grote, witte boerderij woont. De goede robijn verkoopt hij zelf; af en toe vult hij met behulp van dynamiet zijn voorraden aan, die uit een tweede groeve afkomstig zijn. Kleurenafb. 22.

Ten oosten van Froland, bij **Gloserhei** (te bereiken via Lyngrott) ligt een reusachtige pegmatiet, waar veldspaat en kwarts gewonnen werden. De groeve staat nu grotendeels onder water. Op de storthopen kunnen nog voorkomen: apatiet, lichte rosekwarts, biotiet, phengiet, perthitische alkali-veldspaat in diverse tinten, ripidoliet (een soort chloriet), monaziet.

In de buurt van de kruising van de 9 en de 408 bij Blakstad staat nog een oude veldspaat-molen.

Ten noorden van Froland liggen drie mineraalvoorkomens, die beschreven werden in Gea, 1988, nr. 4, p.106-108. Het betreft:

a. Een talk-apatietmijn tussen **Solvang** en **Flaten**. De talk komt voor als mooie, witte platen of naaldjes; de apatiet, vooral te vinden bij de gegraven gaten, is geelgroen en kan euhedrische, hexagonale kristallen van enkele cm vormen. Ook goudbruine phlogopiet, hematiet en hoornblende.

b. Een rutielput ten NO van **Flaten**. Het op de vindplaats vrij veel voorkomende titaanmineraal rutiel kan mooie roodbruine, idiomorfe kristallen gevormd hebben in het omringende gesteente.

c. Actinoliet-gesteenten bij **Amdalsmoen**. Hiervoor moet u vanaf Froland de weg NNW richting Helldalsmo nemen. Als u de afslag naar Morripen (rechts) voorbij bent, ligt rechts een meer: Uvatn. Waar de weg de oever verlaat gaat een weggetje linksaf; dit volgt u. Na 200-300 m is er een parkeerplaats. Daartegenover, naar het oosten, loopt een pad naar de groeve. Hier komt actinoliet voor in tot 15 cm lange naalden, als waaivormige aggregaten.

In een ongeveer 10 km lang gebied ten W en ZW van Arendal liggen vele oude ijzermijnen in skarngesteente, o.a. Solberg, Klådeborg en Bråstad. Maar er zijn nog veel meer oude gangen, storthopen en gaten (waarvoor oppassen). Wegens bouwactiviteiten en voor wegeaanleg komen hier steeds nieuwe ontsluitingen bloot. Mineralen zijn o.a.: clinopyroxeen (diopsied - hedenbergiet), granaat (bv. kolophoniet, een geelgroene andradiet- of vesuviaanvariëteit), phlogopiet e.a. glimmers, zirkoon, prehniet, zeolieten, o.a. stilbiet, schorl (zwarte toermalijn), epidoot, babingtoniet (kleurenafb. 23). (9), (11), (12)

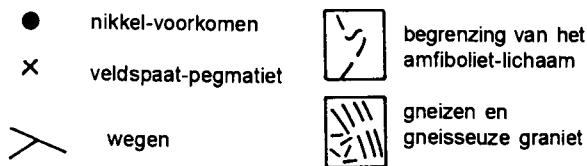
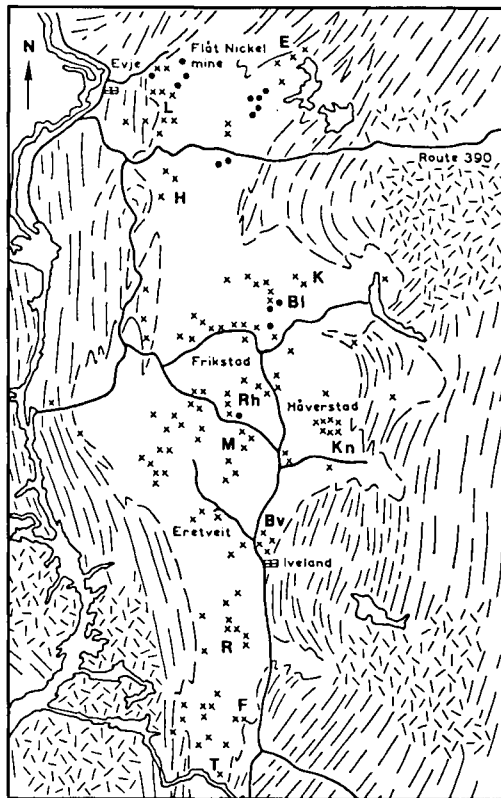
14. Herefoss, pegmatieten

Tussen Arendal en Evje ligt een grote granietintrusie, de Herefoss-graniet. Ten noorden en noordoosten daarvan komen zeer veel pegmatieten voor, die ouder zijn dan de graniet. Vooral bij **Lauvrak** liggen daarin veel groeven.

Lauvrak is te bereiken door bij Mjåvatn aan de 9 (oude wegnummering) naar W-richting (Herefoss) af te slaan. Na 3½ km rechtsaf, na ruim 2 km komt Lauvrak. Hier staan twee boerderijen, in de linker woont de eigenaar van alle groeven; hij spreekt Engels. Vanaf zijn boerderij gaan weggetjes naar het NW en NNO. Mineralen: grote kwartskristallen, mikroklien, plagioklaas, biotiet, groene muscoviet, granaat, magnetiet, beryl, molybdeniet, uraniet. De vondstmogelijkheden zouden echter nog slechts beperkt zijn.

15. Evje - Iveland, pegmatieten

Evje is in de mineralenwereld een begrip. Waarschijnlijk zijn pegmatieten nergens zo talrijk als in Zuid-Noorwegen en nergens zijn ze daar zo talrijk als bij Evje. De pegmatieten zijn vaak zeer grofkorrelig; kristallen van een ton waren geen zeldzaamheid. De gangen waarin de pegmatieten voorkomen werden dan ook geëxploiteerd en zijn daarmee ontsloten. De hoofdmineralen zijn alkali-veldspaat en kwarts. Ze werden vaak door de boeren zelf ontgonnen; de veldspaat voor de aardewerkindustrie, de heel zuivere kwarts was eveneens door de industrie geliefd. Nu is, door



hoge lonen en lage marktprijzen, de productie van veldspaat stilgelegd.

Een veel voorkomend Precambrijsch gesteente in Zuid-Noorwegen, ook bij Evje, is amfiboliet. Ook veel gneizen komen in het Evje-gebied voor. Al deze gesteenten worden doorsneden door kaliumrijke, grofkorrelige, granitische pegmatieten, vele van deze bevatten zeldzame mineralen.

De **hoofdmineralen** zijn perthitische mikrokliën (tot meters grote kristallen) en kwarts. Vaak komt een vergroeiing van beide: schriftgraniet voor. Vergelijk kleurenafb. BB.

Algemene mineralen zijn: plagioklaas (meestal oligoklaas, ook albiet); ijzerrijke biotiet; muscoviet (soms in de vorm van lepidoliet); Mn-rijke granaat (spessartien); magnetiet.

Zeldzame mineralen: een veertigtal, o.a.: allaniet, alviet, amazoniet, apatiet, beryl, betafiet, bismuthiniet, chalcopryiet, chalcosien, cleavelandiet, cleveiet, columbiet, epidoot, euxeniet, fergusoniet, fluoriet, gadoliniet, ilmeniet, molybdeniet, monaziet, polykraas, prehniet, pyriet, (ilmeno-)rutiel, samarskiet, (yttro-)tantaaliet, thaleniet, thortveitiet, titaniet, toermalijn, topaas, uraniet, xenotiëm.

Zie de kleurenfoto's AA en DD.

De **veldspaten** zijn in drie generaties gevormd, zo is uit onderzoek in de oude groeven Landsverk gebleken:

1. rose mikrokliën (de overgrote meerderheid van de pegmatieten) en witte plagioklaas (magmatische paragenese);
2. amazoniet en cleavelandiet (hydrothermaal-pneumatolische paragenese);
3. steenrode mikrokliën en korrelige albiet.

Mineralen zoeken

Er zullen weinig gebieden zijn, die zo grondig op mineralen zijn afgestroopt als de doorgaans goed toegankelijke pegmatieten van

Afb. 15-1. Geologische schets van het Evje-Ivelandgebied (naar Barth, 1947). E = Einerkilen; L = Landsverk; H = Høgetveit; BI = Birkeland; K = Katterås, Rh = Rostadheia; M = Mölland; Kn = Knipane; Bv = Birketveit; R = Rossås; F = Frøysås, T = Tveit.

het Evje-Ivelandgebied. De spoeling is dan ook heel dun geworden. Stel uw verwachtingen niet hoog als u er toch gaat rondneuzen. Micromountmineralen zijn er wellicht nog wel; de hoofd- en algemene mineralen zijn op zichzelf al heel bijzonder door hun afmetingen en wijze van voorkomen. Wie een schriftgraniet niet eert is een beryl niet waard!

Vraagt u vooral toestemming aan de eigenaar. Veel groevebezitters zijn boos tot razend over het vaak schofterige optreden van professionele mineralenjagers. Dat dezen grote winsten maken met hun spullen is hun een doorn in het oog. Uiteraard willen ook zij iets verdienen, als er iets te verdienen valt en zij vragen dan ook voor hun toestemming wel eens een vergoeding.

Hier volgen de namen van enige (oude) pegmatietgroeven.

Afb. 15-1. De preciese ligging is af te leiden van de Topografisk Karte over Norge, blad Evje, 1 : 100.000, die in de boekwinkel van Evje te koop is.

Zuid-Iveland: Steli (Tveit); Frøysås; Rossås; Ivedal; Hilltveit.

Midden-Iveland: Birketveit; Eretveit (staat onder water, er is een pilaar uit één veldspaatkristal); Skripeland; Ljosland; Knipan; Håverstad; Mölland; Rostadheia; Beinmyr.

Noord-Iveland: Frikstad, met Tuftane, Dauren, Slobrekka; Kåbuland, Birkeland, Katterås, Høgetveit.

Ten N van Evje: Ås, Landsverk I, II en III, Flåt (amazoniet op storthopen); Einerkilen.

Flåt, werkterrein van de oude nikkelmijn met storthopen (NO van Evje)

Tot 1946 werd een ertslichaam geëxploiteerd dat hoofdzakelijk uit een geïmpregneerde kwartsdioriet bestaat; dit lichaam ligt aan de grens van een metanoriet-massief (amfiboliet). De meeste ertsmineralen zijn sulfiden, die massief voorkomen. Pyrrhotien (FeS) is het meest algemeen. Om de pyrrhotien-korrels zijn randen van **pentlandiet** gevormd: het ijzer-nikkelsulfide: $(\text{FeNi})_2\text{S}_8$, waarom de exploitatie begonnen was. Verder o.a. kleine, oktaëdrische pyriet en chalcopryiet en de oxiden magnetiet en hematiet. Bij de kampeerplaats van Evje stond vroeger een nikkel-smelterij. Ooit was de Flåt-mijn de belangrijkste nikkel-leverancier van Noorwegen.

Bij Evje (Hornes) bevindt zich een mineralenmuseum, dat is ingericht in oude mijngangen die in een heuvel zijn uitgehakt: het Setesdal Mineral Park. Een bezoek kan worden aanbevolen. (11), (13), (14)

16. Tørdal, Høydalen-pegmatiet

Tørdal ligt ongeveer 55 km ten NW van Kragerø, dus ver noord-oostelijk van Evje. Ook hier is een pegmatietgroeve, maar met plagioklaas (cleavelandiet, die hier blauwig is), kwarts, schriftgraniet (kleurenafb. BB), mikrokliën (amazoniet), lepidoliet, muscoviet, zinnwaldiet, beryl (geel, groen en rood), gadoliniet, monzoniet, cassiteriet, fluoriet, spessartien, topaas, enz. In 1976 werd er een nieuw mineraal gevonden: tveitiet. Het is een prachtige groeve in een mooi gebied. De entree loopt via de eigenaar, de heer K.P. Tveit in Øvre Tveit, die een toegangsprijs heft en na afloop een prijs per kg (20 NK + 30 NK/kg). Hij woont langs een weggetje dat bij het kerkje van Tørdal linksaf naar het NW (*niet W*) loopt.

Andere oude groeven in de buurt zijn o.a.: Sôftestad, Nissedal (ijzererts), Åmdalsgruver in Tokke (kopererts), Dalen, Eidsborg (molybdeniet), Åmlid, Morgedal, Kviteseid (koper). (15)

17. Kongsberg, zilvermijnen

De zilvermijnen van Kongsberg werden geëxploiteerd van 1623 - 1958. Vooral in de tweede helft van de 18e eeuw was de bedrij-



Afb. 21-1. Anorthosiet-bergen in de omgeving van Hauge, Rogaland, gezien vanaf het meer bij de oude Blåfjell-ilmenietmijn.

banden van glimmerschisten. Het gebied is de typelokaliteit voor skutterudiet (CoAs₃), een grijs mineraal. Dit en andere mineralen, zoals cobaltien (CoAsS) zouden op storthopen te vinden zijn, ware het niet dat de eigenaar, de heer Steinsvik, in 1992 de toegang verboden heeft. Wel is er onlangs een kobaltgroeve gerestaureerd en tot een soort openluchtmuseum omgevormd, waar de oude ontginningmethoden worden getoond. Steinsvik beheert ook het Noorse landsmuseum van Blauvarkeverke (kobaltblauw), waar de mineralen te koop zijn. (11)

vigheid groot. Er waren 130 mijnen, de grootste is "Kongens Grube", die 1067 m diep is.

Het zilver komt gedegen voor in dunne hydrothermale calciëtgangen, die de gebande gneis doorsnijden. Veel beeldschone, grillig gevormde stukken zilver zijn te zien in het Bergverksmuseum. Dit is ingericht in een oude smeltoven, aan een bocht van de rivier de Lågen, 200 m ten ZO van de brug. Het museum is in het zomerseizoen van half mei tot half september geopend (niet op zondagmorgen); een bezoek is een must!

Ten ZW van Kongsberg, aan de weg nr. 10, ligt het Sølvverk Saggrenda. Dit is een bezoekersmijn, waar men met een treintje tot in de Kongens Grube (Koningsmijn) kan komen. Helaas moet op het treintje vaak lang gewacht worden. Vertrektijden kan men gewaar worden bij het TTK, omgeving station Kongsberg, aan de Storgate 36.

Wie zijn geluk op de ettelijke storthopen in het mijngebied wil beproeven kan vanaf Saggrenda richting Knutehytta gaan (een topografische kaart, 1 : 10.000, in Kongsberg aangeschaft, zal goede dienst bewijzen). In het bergachtige gebied van Jonsknuten zijn overal storthopen. Zilver zult u waarschijnlijk niet vinden, maar er zijn mogelijk wel interessante gangmineralen. Kleuren-afb. 24. Er zijn twee soorten gangen:

1. brede, oudere kwartsgangen met sulfiden: pyriet, pyrrhotien, sfaleriet, galeniet, en fluoriet, bariet en zeolieten;
2. dunne, jongere calciëtgangen, waarin holten voorkwamen met, behalve het gedegen zilver: kwarts, fluoriet in vele kleuren, bariet, pyriet, sfaleriet en vele andere sulfiden, zeolieten, enz. Uit het omringende gesteente komen vele granaten. (11)

18. Dypingdalen, kobalt en serpentijn

Aan het zuidwestelijke uiteinde van de Tyrifjorden (NW Oslo) ligt Vikersund. Vanhier loopt de 280 NW-waarts. In het dal, Dypingdalen, liggen bij **Modum** 13 groeven waar magnesiet werd gewonnen. De bedrijvigheid duurde tot 1959. Nu wordt er nog op beperkte schaal bij **Skutterudåsen** in enkele groeven serpentijn gewonnen, die er een mooie, heldergroene kleur heeft. Deze wordt verwerkt als siersteen, bv. voor puien, tafelbladen, bestekheften. De groeven zijn niet toegankelijk.

Ten noorden van Modum ligt **Snarum**; ook hier liggen oude groeven en dumps. Mineralen zijn vooral magnesiet, dolomiet, het witte hydrocalciet, antigoriet (serpentijn, ook als pseudomorfose naar forsteriet), talk, muscoviet, clinochloor, magnetiet, hematiet. In **Skutterud** bestond een eeuw geleden een kobaltgroeve, die de grondstof voor kobaltblauw leverde. De kobalt zat als ondiepe impregnatie van sulfiden en arseniden in "fahlbands": langgerekte

Geologie en mineralen tussen Kristiansand en Nordkapp

Op een tweede imaginaire route gaan we van het zuidelijke begin naar het noordelijke einde van Noorwegen. Hoewel voor velen (ook Noren) het land bij Trondheim ophoudt, gaat het voor anderen daar pas echt beginnen. Veel toeristen willen tot het uiterste gaan: de Nordkapp. Wij willen u aansporen noch tegenhouden. Onderweg naar Magerøy, Porsanger en Varanger is er geologisch heel wat te beleven. Meer hierover verschijnt in een volgend Gea-nummer.

19. Kristiansand

Ten noordoosten van de stad, langs Torredalsveien, en vandaar naar Kalkheia. Hier is een oude groeve; op de hellingen zijn te vinden: scapoliet, vesuviaan, olivijn.

20. Knaben, molybdeenmijnen

Dit bekende molybdeenvoorkomen in Kvinesdal (Vestagder) ligt ± 80 km ten NW van Kristiansand, in een eenzaam gebied.

Er waren drie mijnen: Knaben I en Kvina zijn al heel lang dicht, Knaben II werd in 1971 gesloten.

Het erts kwam voornamelijk voor als fijnkorrelige impregnaties in gneis. Om de molybdeniet te winnen werd het gesteente vernalen, de afvalprodukten beslaan enorme, troosteloos aandoende gebieden. Mocht u erheen willen: Knaben is te bereiken via Kvinlog. Na ± 30 km slechte weg ligt, aan het eind van het Knabedal, Knaben II, waar eventueel op oude storthopen o.a. molybdeniet, molybdiet/ferrimolybdiet, amfibool, apatiet, biotiet, chalcopyriet, diopsied voorkomen.

Molybdeniet komt overigens wel op meer plaatsen voor, o.a. in **Ørdsalen** (bij Bjørdal). Hemelsbreed niet zo ver van Knaben, maar alleen bereikbaar vanuit het westen, via Vikeså. De molybdeniet komt hier voor samen met wolframiet. De wolfram werd destijds gewonnen, maar de exploitatie is al lang geleden verlaten. Het ligt aan de overzijde van een beek. (13)

21. Egersund, anorthosieten

Egersund ligt middenin Rogaland, een gebied waar anorthosiet voorkomt. Dit gesteente bestaat voor meer dan 90 % uit

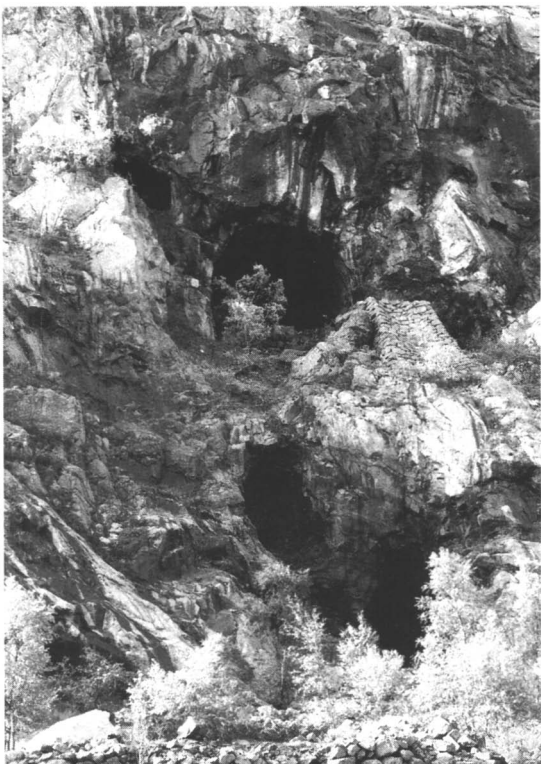
plagioklaas (vaak andesien), de rest is voornamelijk orthopyroxeen: bruinzwarte hyperstheen. De bergen die uit dit gesteente bestaan hebben een typische grijsrose, purperen kleur en hebben sterk afgeronde vormen. Afb. 21-1 en de voorplaat. Zie ook het artikel "Het Precambrium in Noorwegen" en daarin afb. 9. Buiten Rogaland komt dit gesteente in Europa niet als intrusieve massieven voor. Een mooie ontsluiting is te vinden langs de weg nr. 9, ongeveer 250 m noordoostelijk van een officiële parkeerplaats, ± 9 km ten NO van Egersund. Hier komt een middelkorrelige anorthosiet voor, met een lichtelijk violette weerschijn. Er zitten nagenoeg geen donkere bestanddelen in. Een dikke monzonietgang loopt bijna vertikaal door het profiel. (16), (17)

22. Blåfjell, Tellnes, Størgangen, ilmenietgroeven en -mijnen

Deze namen staan voor drie ilmenietexploitaties ten O en NO van Hauge, Rogaland. Alleen **Tellnes** is nog in bedrijf (zie art. "Het Precambrium in Noorwegen", met afb. 13), de exploitant is Titania A.S. Dit gigantische bedrijf met zijn enorme ertskraker zult u, na uw vraag om toestemming, wellicht mogen bezoeken. De zwarte ilmeniet, FeTiO_3 , vrij massief en massaal voorkomend in zg. ilmeniet-noriet, is het produkt waarvan elders titaanoxide, TiO_2 , een witte grondstof voor de verfindustrie, wordt gemaakt. De mineraalscheiding gebeurt op het complex, het ilmeniet-concentraat wordt geëxporteerd. Omgerekend is het TiO_2 -gehalte van het ertslichaam 18%. De ilmeniet-noriet bestaat uit plagioklaas, hyperstheen, ilmeniet en wat biotiet.

In een fraaie omgeving ligt de verlaten **Blåfjell**-mijn. Deze is te bereiken door ten O van Hauge rechtsaf te slaan, richting Mydland. Na het passeren van een riviertje rechtsaf, richting Åmodt, dan nog ± 4 km en u bereikt een meer. Rechts is een bergwand met mijningangen. Afb. 22-1.

Op de oude transport- en opslagplaatsen voor de mijningang ligt rijkelijk ilmeniet, o.a. in grote brokken, die soms begrensd zijn door platte vlakken, waardoor een ruitvorm ontstaat. Het gesteente waarin de ilmeniet voorkomt is een grofkorrelige noriet-pegmatiet, bestaande uit anorthiet, hyperstheen en ilmeniet. Ook komt hier grofkorrelige anorthosiet voor.



Størgangen. Deze eveneens verlaten ilmenietmijn ligt dicht bij het hoofdkantoor van de Titania A.S. te Sandbekk. Ook deze is een bezoek waard: in een wand is mooi de norietvertersing te zien. Het ilmenieterts is onderdeel van een gang van 40 - 50 m dik, die bestaat uit alternerende banden anorthosiet, leuconoriet, noriet en ilmeniet. Op storthopen langs een beek ligt veel anorthosiet met secundaire mineralisaties en ander gangmateriaal.

23. Vikeså, metamorfe zones

In het artikel "Het Precambrium in Noorwegen" werd onder de Rogaland-Vest Agder sector gewag gemaakt van de metamorfe omhulling van het anorthosiet-complex. In Rogaland werden veel kleiige en kalkig-zandige afzettingen in de metamorfose betrokken, waardoor respectievelijk metapelieten en kalkige kwartsieten ontstonden. Deze hebben als kenmerkende associatie: granaat - biotiet - sillimaniet (M 1). In een zone van hogere metamorfose geldt voor metapelieten de associatie cordieriet - groene spinel - orthopyroxeen (M 2), die dichtbij het intrusief kan overgaan in osumiliet - groene spinel - orthopyroxeen. Deze osumiliet-rijke, tot migmatieten omgevormde metapelieten zijn ontsloten langs de weg 503 naar Byrkjedal, ongeveer 2,5 km ten O van Vikeså, waar enige jaren geleden een nieuwe wegontsluiting werd gemaakt. Het gneisseuze gesteente heeft ter plaatse een violette glans. Zie kleurenafb. F. (16)

24. Gloppedalen, aardverschuiving

Rijdend van Vikeså over de 503 naar Byrkjedal passeert u langs het Hofreistevatn en Birkelandsvatn mooie fluvio-glaciale terrassen op verschillende niveaus. Waar de weg klimt naar Gloppurdi, of Gloppura, wordt hij nauwer; de vallei is er geblokkeerd door een van de grootste aardverschuivingen van Noorwegen. Het landschap is zeer indrukwekkend. De geweldige rotsblokken zijn afkomstig van de Vinjakula, de hoogste top van het gebied. Het gesteente is een middelkorrelige olivijn-pyroxeen-monzoniet. (16)

25. Prekestolen, overhangend klif

Ongeveer 5 km ten zuidoosten van Jørpeland (Strand) splitst zich een zijweg van weg 13 af naar Prekestolhytta (hut). Vandaar kan men lopen naar de Preekstoel via een goed gemarkeerd pad. De Prekestolen is een vooruitspringende rots bovenaan een 597 m hoog, bijna vertikaal klif, dat zich boven de Lysefjorden verheft.

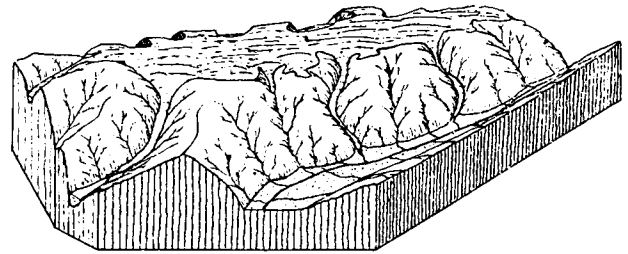


Afb. 22-1. (Links) Ingangen van de Blåfjell-ilmenietmijn in een bergwand.

Afb. 26-1. (Boven) Contact van fyllitische Caledoniden (midden en rechts) op gneisseus Precambrium (links en vooraan). Tussen Breiborg en Ekkjeskar.



Afb. 29-1. (Links) De Nigardsbreen (midden, rechts) is een zich terugtrekkende gletsjertong van de Jostedalsbreen. De glaciële periode heeft duidelijk zijn stempel op het landschap gedrukt.



Afb. 29-2. Het Scandinavische gletsjer-type. Vanaf een groot firnveld, op een plateau gelegen, dalen talrijke gletsjertongen omlaag.

Het is een bijzonder spectaculair punt. Onderweg ziet u veel ogengneizen met hier en daar donkere amfibolietbanden uit het Precambrium. 1 km vóór de Preekstoel passeert u een myloniet-zone. (16)

26. Strand, bij Stavanger: Caledonidenfront

Misschien niet zo'n spectaculair, maar wel een geologisch belangrijk fenomeen is het overschuivingsvlak van de Caledoniden over de Precambrië ondergrond. Mariene sedimenten (kleien, kalken bv.) van Cambrië tot Ordovicische ouderdom werden tijdens de Caledonische plooiing als dekbladen over de westelijke rand van het Baltische Schild geschoven. Hierop was in het Eocambrium op veel plaatsen een arkose of zandsteen afgezet; in gebieden waar dit het geval was liggen deze "sparagmieten" onder de geplooidde Caledoniden.

De Caledoniden bestaan uit gesteenten die een veel minder hoge metamorfose hebben ondergaan dan de Sveconorwegische ondergrond. Het zijn vooral fyllicten, die discordant op de hoogmetamorfe gneizen, amfibolieten, enz. van het Precambrium liggen. Vaak zijn de contacten gemylonitiseerd, d.w.z. door de schuifspanning verbrossend, waardoor de erosie vrij spel had. Ter plaatse loopt dan een beek, of er ligt verweringspuin. Enkele "goede" contacten liggen in de kommune Strand, ten zuidwesten van Jörpeland (ten NO van Stavanger).

Op het eilandje Idsal, dat via een brug met het vasteland is verbonden, komen langs de NW-kust hier en daar overschoven Caledonische fyllicten, marmers en gesilicificeerde arkoses voor; het overgrote deel van de ontsloten gesteenten bestaat echter uit ogengneizen, amfibolieten, enz. van de ondergrond. Het eilandje Idse, dat meer westelijk ligt, bestaat al grotendeels uit zwarte, Caledonisch beïnvloede fyllicten.

Deze Caledonische fyllicten zijn ook te vinden in wegontsluitingen op het vasteland, ongeveer 6 km ten W van Jörpeland, aan weg 13, en op het fjell boven Solbakk. (16)

Veel noordelijker, op 59° 45' NB, ten noordoosten van Sauda, klimt de weg uit het Hellandsdal omhoog, hij bereikt het fjell in de omgeving van Breiborg. In een woest, kaal landschap is daar het contact van een Caledonidendeckblad op het Precambrium goed ontsloten: sterk gegolfde fyllicte gesteenten liggen op de gneis-seuze ondergrond. Afb. 26-1.

27. Hardangervidda (vidda = vlak, licht golvend oppervlak)

Dit uitgestrekte gebied, met zijn wijde vergezichten, boomloze vlaktes, meren en hoogtes, maar ook met bloemen, vogels en geiten, is voor vele Noorwegen-liefhebbers het einde. Is er landschappelijk veel te genieten, voor mineralenzoekers is het taboe. Op de Hardangervidda, in de fyllicten, schisten en veldspaatkwartsieten van de Caledoniden, komen "alpine" rekspleetmineralen voor, vergelijkbaar met de paragenese van, laten we zeggen, het Binntal. Grote en mooie anataas, titaniet, brookiet en kwarts komen er voor, maar het is streng verboden ernaar te zoeken. Mogelijk komt u wel exemplaren tegen in een Noorse stenenwinkel. Soortgelijke parageneses worden gemeld van Valdres (O van Jotunheimen), Sel, Mo i Rana, Fauske. (18)

28. Bergen, fjordenstad

Bergen moet de regenrijkste stad van Europa zijn. Gelukkig dus maar dat er een Geologisch Museum is, dat een mooie collectie inheems materiaal - mineralen zowel als gesteenten - bezit. Het museum heeft als adres: Muséplassen 3; het is donderdags gesloten.

Het toeristisch interessante Bergen heeft een unieke, maar wel wat afgelegen ligging tussen de fjorden van Zuidwest-Noorwegen; de toegangroute verloopt via een lange omweg of omslachtige ponten.

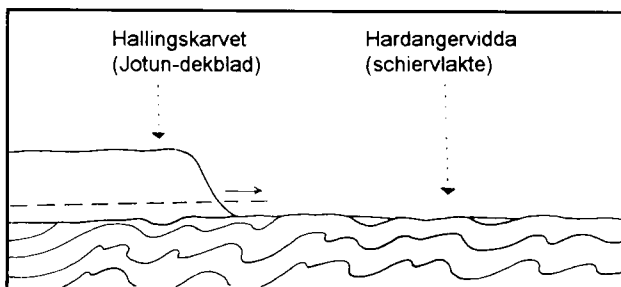
De fjorden behoren tot de markantste geologische fenomenen van Noorwegen. Het fjordengebied in Vestland, tussen Stavanger en Kristiansund, is het meest bekende deel.

29. Jostedalsbreen, landijs

Dit is het grootste gletsjergebied van Europa. De plateau-gletsjer zelf was omstreeks 1950 600 km² groot. Er zijn 24 gletsjertongen: de Tunsbergdalsbreen is met 14 km de langste. De Nigardsbreen is een bekende en goed bereikbare uitloper. Afb. 29-1. In de loop van goed 200 jaar trok hij zich ongeveer 3½ km terug. Een ander groot gletsjergebied is de Hardangerjøkulen.

De huidige gletsjers van Noorwegen zijn vrij jong, ze werden gevormd na het Sub-Boreaal (Sub-Boreaal: ± 2800 BP). Dit was een warme tijd, waarschijnlijk was toen tijdelijk al het ijs op Scandinavië verdwenen.

Momenteel beslaan de gletsjers in Noord-Noorwegen mogelijk een 1900 km², in het zuiden nog 1600 km². Het belangrijkste zijn de plateau-gletsjers of ijskappen. De platte of licht-gewelfde ijsmassa's liggen op een plateau-achtige ondergrond. Ze hebben weinig erosieve kracht, vaak zijn ze betrekkelijk dun. De grote plateau-gletsjers hebben een uitlaat via een dalgletsjer of hangende gletsjer, die wél een grote erosieve kracht heeft. Dit type gletsjer is kenmerkend voor het zuiden van Noorwegen. Afb. 29-2.



Afb. 30-1. Het Jotun-dekblad schoof over de schiervlakte van de Hardangervidda. Jongere leisteen en fyllieten fungeerden als glijlaag.

Er zijn ook veel dalgletsjers, die ieder in karn hun eigen accumulatiegebied hebben; deze zijn echter beperkt van omvang. (1), (19)

30. Jotunheimen

Dit is een groot, bergachtig gebied, waar de gletsjers zich grotendeels hebben teruggetrokken. De restanten ervan zijn gescheiden door diepe gletsjerdalen; het is een groot natuurpark, waar o.a. veel ijstijdverschijnselen zijn op te merken.

Jotunheimen vormt het hoogste berggebied van het land. De grootste hoogte van Noorwegen bereikt de Galdhøpiggen: 2468 m. Jotunheimen is een Precambrijsch complex van dieptegesteenten. Het is een dekblad, dat vanuit het noordwesten naar zijn huidige ligging is verplaatst. Dit Jotun-dekblad bestaat o.a. uit gabbro, dioriet en noriet; peridotieten (serpentinieten) en pegmatieten komen eveneens voor; de laatste hebben een interessante mineraalinhoud. Er bestaan echter strenge voorschriften, de naleving daarvan wordt gecontroleerd.

De steile zuidhelling van het Jotun-dekblad is heel duidelijk bij de Hallingskarvet, ten NO van Hardangerjøkulen, en naar het westen, waar het dekblad de noordwand van de Hardangervidda vormt.

Afb. 30-1. (2)

31. Lom

Het belangrijke wegenkruispunt Lom ligt aan een noordelijke uitloper van Jotunheimen. Het plaatsje heeft een mooie staafkerk en een museum voor mineralen annex Steincenter, waar de minera-

len te koop zijn. Hier kan men toestemming vragen - en de weg om er te komen - voor een bezoek aan de bekende groeve Lia, hoog in een berg, waar thuliet (rose zoisiet), piemontiet en tremoliet voorkomen. De eigenaar van winkel en groeve Torgeir T.Garmo schreef het boekje Natur- und Kulturführer von Lom (1990). (20)

De nu volgende plaatsen liggen westelijk van Lom.

32. Geiranger-fjord

Dit is een van de bekendste fjorden, hoewel maar betrekkelijk klein in verhouding tot vele andere. Hij heeft wel allerlei eigenschappen fjorden eigen. De zeer steile wanden zijn heel spectaculair; deze indruk kan men ondergaan vanaf een veerboot die de verbinding tussen Geiranger, aan het eind van de fjord, en andere plaatsen onderhoudt. De beroemde watervallen de Zeven Zusters en de Minnaar zijn alleen vanaf het water te zien. Afb. 32-1. De uitzichten vanaf het fjell op de fjord zijn prachtig.

33. Videdalen, tunnelmateriaal

Ten noorden van de weg nr. 15, tussen Grotli en Stryn, ligt de Strynefjell. Dit is een bergrug waar veel mineralen voorkomen. Bij wegaanleg en tunnelbouw bij Videseter is veel materiaal op storthopen terechtgekomen. Deze bergen zijn inmiddels opgeruimd. Wel konden nog vondsten worden gedaan op ca. 300 m van de zuidelijke tunnelingang, langs de eerste 100 m van de geasfalteerde weg, die naar Videseter omhoogdraait. Ook bij Hornindal (Sunnmøre), ten NW van Stryn, aan de 60, is een tunnel aangelegd. In het materiaal dat hierbij vrijkwam komen calciet en zeolieten voor.

34. Norddal, dunietgroeve/-mijn

In een west-oost verlopende zone, die ongeveer van Tafjord, ten zuiden van Ålesund langs, naar Åheim loopt, liggen vele voorkomens van dunieten, eklogieten, gabbro's en anorthosieten. Deze gesteenten zijn ingesloten in gneizen. Deze gneizen behoren tot een serie, waarin Precambrijsche gneis overgaat in Eocambrijsche sparagmieten (zandsteen, kwartsiet) en Cambro-Silurische sedimenten. De grens is vaak moeilijk vast te stellen. De gesteenten werden door de Caledonische orogenese sterk beïnvloed (de gneizen) of sterk getransformeerd (de sedimenten). Deze serie wordt Basale gneis genoemd (Basic gneiss, Basalgneise), het



Afb. 32-1. De Geirangerfjord.

Bijchriften bij de kleurenfoto's, VI

- AA. Mikroklien**, met rasterstructuur. Deze wordt veroorzaakt door albiet- en periklien-vertweeling. De aders zijn perthitische vergroeiingen van albiet. Herkomst: Frikstad, Iveland bij Evje. Beeldvlak: 3 x 4,5 mm.
- BB. Schriftgraniet**. Hier is **amazoniet** (groene mikroklien) met kwarts vergroeid. Herkomst: Tørdal; beeldbreedte 64 mm.
- CC. Anorthosiet** met labradorisatie. Rose-bruine of grijze plagioklaas (labradoriet) maakt meer dan 90 % van het gesteente uit. De donkerbruine kristallen zijn hyperstheen. De labradoriet vertoont bij een bepaalde lichtval **labradorisatie**, wanneer het anorthietgehalte ongeveer 50% is. Herkomst: Kalvshagen in Egersund - Oгна, Rogaland; afm. 10 x 15 mm.
- DD. Albiet-kristallen**. Karlsbader tweelingen, met kwarts, op mikroklien. Herkomst: omgeving Rossås, Iveland bij Evje; beeldhoogte 45 mm.
- EE. Zonnesteen**. In een witte tot lichtrose oligoklaas zitten kleine, nagenoeg onzichtbare hematiet-lamellen, afkomstig van ontmenging. De oranjebruine kleur is afkomstig van ijzer in de oligoklaas die nog niet ontmengd is. Herkomst: omgeving Havredal, Bamble-gebied. Afmeting 4 x 3 mm.
- FF. Zonnesteen**. Dezelfde opname als EE, maar de fotolamp is nu zo geplaatst dat de hematiet-lamellen het licht reflecteren in allerlei tinten. De oriëntering van de hematiet-lamellen komt daarbij tot uitdrukking.

AA, CC en DD uit de collectie P. en J. Stemvers, Weesp; BB uit de collectie J.J. Graaff, Amersfoort; EE / FF uit de collectie H. Drost, Rhenen.
Kleurenfoto's: P. Stemvers, Weesp.

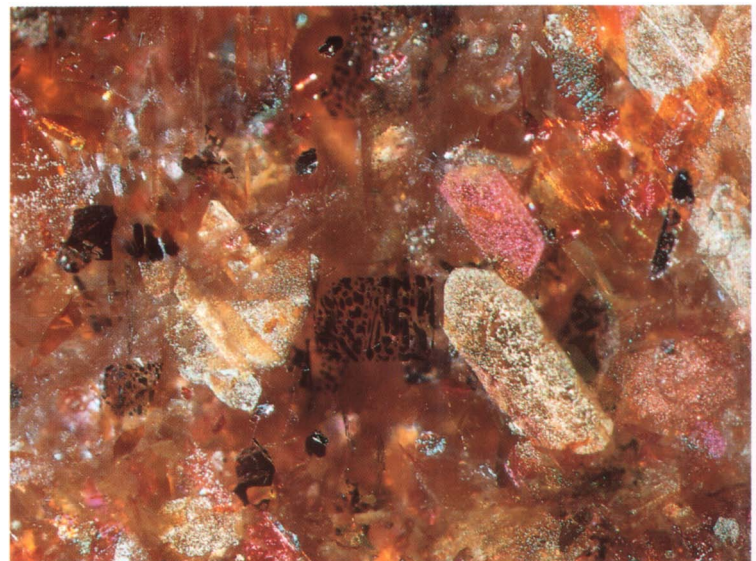
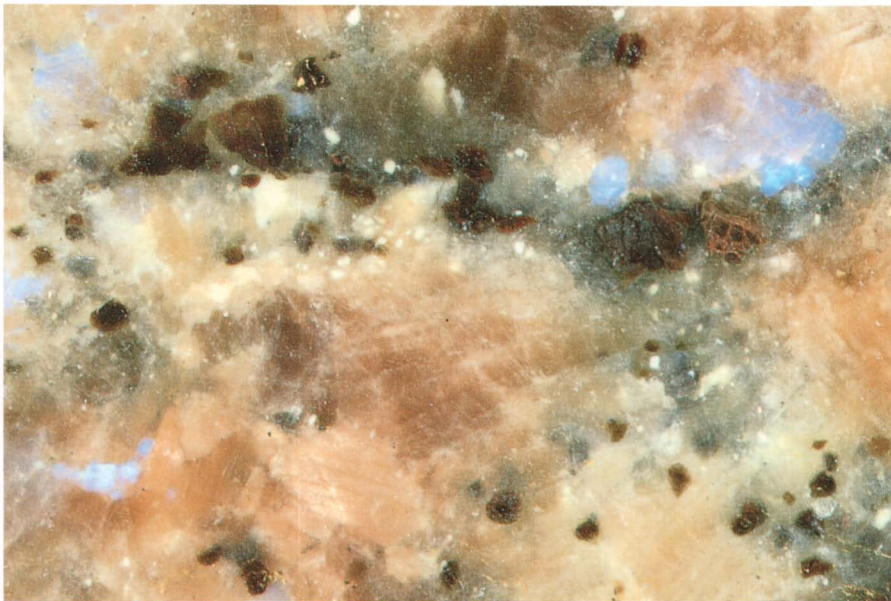


BB

AA

DD

CC



EE FF



Afb. 35-1. (Links) "Plooi" van grofkorrelige eklogiet (links) in banden van verschillende breedte, in lichtbruine duniet (midden). Omgeving Almklov bij Åheim.

Afb. 39-1. (Boven) Oude gebouwen in de Orvedalsgruva, omgeving Råros.

betreffende gebied heet het Westelijk Gneisgebied. Dit gebied bestrijkt het uitgebreide areaal van ongeveer de Sognefjord tot Trøndelag, inclusief bv. Jostedalsbreen, Oppdal, Sunnmøre en een groot gebied ten W en N van Trondheim.

In het Westelijk Gneisgebied komen, zoals gezegd, talloze lichamen van duniet en eklogiet voor. Sunnmøre is voor dunieten en eklogieten het klassieke gebied.

De dunieten (bijna zuivere olivijn-gesteenten, van zeer diepe herkomst) zijn bijzonder magnesium-rijk; ze komen in groot aantal voor als lensvormige lichamen, die variëren van heel klein tot 2-10 km. Ze zijn gedeeltelijk vers, maar niet zelden min of meer in serpentijn overgegaan.

De eklogieten vormen ronde of lensvormige lichamen, die de honderd meter niet overschrijden; zij kunnen aan hun grenzen of langs breuken zijn overgegaan in amfiboliet.

De duniet wordt geëxploiteerd om zijn isothermische eigenschappen. Hoe hoger het magnesiumgehalte van de olivijn, hoe beter de kwaliteit.

Bij Norddal, dat diep landinwaarts aan de zuidkant van de Norddalsfjord ligt (een uitloper van de Storfjord), werd de duniet ondergronds en bovengronds gewonnen door de Norddal Olivin A/S. Het geëxploiteerde peridotielichaam meet 380 x 70 m, bij een boring van 110 m was het gesteente nog steeds duniet. Het gehalte aan MgO van de duniet is er 48 %. De afbouw moest worden gestaakt, vooral wegens de concurrentie van het staatsbedrijf A/S Olivin in Åheim, waar de transportmogelijkheden veel gunstiger liggen.

De kleur van het middelkorrelige gesteente is lichtgroen dicht bij het oppervlak tot lichtgrijs meer in de diepte; is het donkergrijs, dan wijst dat op een hoger ijzergehalte. Behalve de olivijn (forsteriet) komt serpentijn, asbest, talk, chloriet, magnesiet, amfiboliet voor. Dit alles is in of bij de exploitatie te vinden, evenals langs de weg richting Eidsdal. (1)

35. Åheim, eklogiet en duniet

Riant gelegen aan de ingang van een fjord is Åheim de grote productieplaats en uitvoerhaven van verwerkte duniet. Van het materiaal wordt tegenwoordig vooral "rockwool" gemaakt, dat als isolatiemateriaal bijzonder in trek is. Ook hoogovens en ziekenhuizen behoren tot de afnemers. Het gehalte MgO is er 49 - 50%, wat hoog is. Het staatsbedrijf A/S Olivin exploiteert o.m. groeven

in Sunddal, 5 km ZO van Åheim, vanwaar ettelijke vrachtwagens het materiaal naar het opwerkingsbedrijf in Åheim brengen. In de omgeving liggen verscheidene verlaten groeven, o.a. richting Sunddal en Almklov.

In de omgeving van Almklov ligt op een flinke heuvel een voorkomen van eklogiet, die wegens zijn grote kristallen en heldere rode en groene kleur een van de mooiste in zijn soort is. De eklogiet bestaat uit magnesiumrijke granaat (pyroop), waarin enig ijzer en calcium zijn opgenomen, waardoor de kleur kan variëren: bij Almklov van oranje- tot robijnrood. Het groen is omfaciet (een pyroxeen met de samenstelling van jadeiet-diopsied) met "smaragdiet" (een chroomhoudende amfibool). Donkergroene randen om de granaat zijn amfibool, verder kan er wat olivijn uit de duniet aanwezig zijn, en enstatiet en chloriet. Het gesteente is hoog-metamorfe; het komt van zeer diep en heeft een gecompliceerde geschiedenis achter de rug. De ouderdom van zijn metamorfose is ± 440 miljoen jaar.

De eklogiet van Almklov komt voor in een koepelvormige dome van duniet; hij vormt hierin over het algemeen smalle banden van 10 - 20 cm breed; bij de top van de koepel loopt een veel bredere, geplooid band. Afb. 35-1. De eklogietbanden kunnen scherp begrensd zijn, maar ook komen plaatselijk granaat- en pyroxeenkristallen dispers (verspreid) in de duniet voor. Het eklogietvoorkomen meet ongeveer 40 x 15 m in een veel groter dunietlichaam. Dit maakt een groot deel van de berg uit; hier en daar is een gneisseus nevingesteente ontsloten. De top zelf is kaal, er is een stapel stenen opgericht. Deze kunnen misschien als baken dienen, want het voorkomen is wat moeilijk te vinden.

Van Åheim de weg richting ZO, afslag Sunddal voorbij, dan een bruggetje over, over een bochtige weg tot een groene brievenbus links. Daar rechtsaf, een bosweg op, uitstijgen tot boven de bomen. Dan is in de verte een boerderij te zien, waar de eigenaar van het land woont. Uiteraard toestemming vragen. Dan te voet langs een smal paadje tot over de heuvel met het stenenbaken, aan de andere kant van de berg ligt een meertje.

De eklogiet-ontsluiting is prachtig om te zien, maar kwetsbaar. Gelukkig is het een beschermd natuurreservaat.

Op het eiland Vågsøy, rond Måløy, ten W van Åheim, komen overal eklogieten voor.

36. Lalm, steatiet

Gaan we van Lom naar het oosten, dan komen we aan weg nr. 15 naar Otta, ongeveer 17 km vóór Otta de plaats Lalm tegen. Aan

de linkerkant van de 15 gaat een zijweg omhoog. Boven is een grote steatiet-groeve, met mooie groene talk.

37. Oppdal

Ca. 150 km van Lalm, via Otta, en dan de E 6 naar Dombås, Hjerkin en daarna naar het noorden, ligt Oppdal, aan de Driva. Hier komt de Oppdal-kwartsiet voor, die als flagstones in groeven aan de E 6 (o.a. bij Mjøen) gewonnen wordt. Ook is er serpentijn. Het is een aantrekkelijk gebied om te vertoeven. In Oppdal is het Driva-Steincenter, waar men o.a. "alpine" rekspleetmineralen heeft.

38. Kroghaug, kopermineralen

Gaat u ten NO van Dombås bij Hjerkin rechtsaf, de 29 op, dan komt u na zo'n 30 km bij Kroghaug in het Folldal. In de omgeving hiervan liggen oude mijnen, o.a. de Geitryggen gruver I en II, waar pyriet werd gewonnen voor de zwavelzuur-productie. Andere ertsmineralen waren chalcopyriet, borniet, covellien. Deze kopermineralen leverden koperconcentraat. De mineralen komen massief voor. Geitryggen I werd al lang geleden gesloten, Geitryggen II is nu ook dicht. De storthopen worden afgegraven, waar dat het geval is komt vers materiaal aan het daglicht.

Deze mijnen liggen aan een zijweg van de 29, die ± 3 km ten O van Kroghaug naar het NW afslaat. Dicht bij de hoofdweg ligt aan deze zijweg Geitryggen I; ± 4 km vanaf de 29 gemeten ligt Geitryggen II.

In Rødalen liggen de Rødalsgruvene, ± 27 km NO van Kroghaug, die reeds lang verlaten zijn - en zo zijn er meer.

Het gesteente in deze streek bestaat o.a. uit granaat-glimmerschisten en amfibolieten.

Hier en daar komen belangrijke zandafzettingen voor, die uit de (na)ijstijd dateren, het zijn eskers. Bij Trøen, ± 2 km ten oosten van Kroghaug, zijn deze zanden door de rivier uitgeslepen in een tientallen meters hoge wand.

39. Røros, koperertsgebied

Røros is als mijncentrum bekend sinds 1644. Samen met Løkken, dat ten ZW van Trondheim ligt, speelde het eeuwenlang een

belangrijke rol in de mijnindustrie van het land. Bij Røros zijn de activiteiten nu gestopt, maar overal in de omgeving leeft de herinnering aan de oude bedrijvigheid voort. Al is het alleen al doordat tot ver in de omtrek nauwelijks bos is te bekennen: een boomloos "eiland" in het toch zo naaldbossenrijke land - ongetwijfeld heeft het hout de brandstof geleverd voor de ertsverwerking.

De gezochte mineralen waren chalcopyriet en andere kopersulfiden, die samen met veel pyriet en pyrrhotien in vulkanische groenstenen voorkomen. Gabbroide intrusies in de onmiddellijke nabijheid waren waarschijnlijk de bron van het erts; de lensvormige sulfidische lichamen van compact erts zitten veelal onder de gabbro. Het kopergehalte in de bulk van het erts ligt tussen de 0,9 en 2 %.

In Røros zelf - het stadje is net een openluchtmuseum - zijn oude mijngebouwen te vinden; ook in de omgeving vindt u deze. Bij de Orvedalsgruva staat nog een interessant, houten opwerkingsbedrijf, dat inmiddels gedeeltelijk is ingestort. Afb. 39-1.

U kunt uw geluk beproeven om nog wat erts te vinden bij de oude mijnen, zoals de Olafsgruva, de Storsvartsgruve, de Kongensgruve en de Sekstusgruve, waar het ertslichaam een lengte van 3 km had.

Ten oosten van Røros liggen grote peridotiet-massieven. Dit vanuit grote diepte, waarschijnlijk de bovenmantel, afkomstige gesteente bevat op diverse plaatsen chroomerts. Deze voorkomens waren ooit goed voor 90 % van de chroomproductie van Noorwegen. Een belangrijk, nu verlaten chroomexploitatiegebied ligt in de omgeving van Feragen, ten zuiden van het meertje Røragen. Één punt zullen we beschrijven. Feragen is te bereiken via weg 31 Røros - Zweden. Na 35 km, bij Steinsåsen, rechtsaf. Na $2\frac{1}{2}$ km komt een bord Feragen. Even voorbij dit bord linksaf. Even verder: slecht pad linksaf; na ± 1 km is rechts gemijnd, getuige de storthopen. De chromiet komt voor als hoogglanzende, zwarte stippen, de peridotiet is omgezet in serpentijn. Het ziet er niet erg geweldig uit. (1)

40. Folstad, trondhjemet

52 km ten zuiden van Trondheim ligt Støren. Vanuit deze plaats loopt aan de noordkant van de spoorlijn en de rivier een secundaire weg naar Folstad (ten Z loopt weg 30, richting Røros).

Fjorden

Waar aan de zee kust plateaus voorkomen, bij voorkeur doorsneden door rivierdalen, kan in een tijd van sterke glaciatie een landschapsvorm ontstaan, die men fjorden noemt. Een fjord is een door een gletsjer uitgeslepen dal, dat waar het de zee bereikt dieper is dan het peil van de huidige zeebodem. De gletsjer trok als het ware de rotsen uit zijn bedding. Waar de fjord in zee uitkomt ligt een karakteristieke drempel van gesteente: hier hield het "trekken" op. Dikwijls is de drempel verhoogd door een bedekking van morenemateriaal. Na de ijstijd rees het peil van de zeespiegel, de oprijzing van het kustland hield hiermee geen gelijke tred; het lijkt nu, alsof de zee met lange armen het land in steekt.

De wanden van een fjord zijn dikwijls steil, hun U-vorm getuigt van hun oorsprong als gletsjerdalen in een hard, tegen erosie weerstand biedend gesteente. Maar er komen ook zachte glooiingen voor, en wel daar waar zachte sedimenten of laag-metamorfe gesteenten gemakkelijk afbreekbaar waren, of waar door het voorkomen van een breukzone ook het harde gesteente verbrijzeld werd. Rivieren hadden in de tijden vóór de vergletsjering vaak al hun weg door deze gemakkelijk eroderende zones gevonden, zodat de gletsjers hun dalen daar slechts hoefden uit te diepen. Dit deden zij dan ook grondig - de eroderende werking van gletsjers is bijzonder sterk. Hoe hoger de omringende bergen en hoe dikker het ijspakket, hoe

dieper de fjord. De Sognefjord bereikt zelfs een diepte van 1300 m beneden het huidige zeeniveau.

De Oslofjord is in grote trekken ontstaan langs \pm Noord - Zuid verlopende breuklijnen. In de zo gevormde slenk bleven vrij zachte sedimentgesteenten lang voor erosie gespaard; ten gevolge van de glaciatie werden ze echter voor een belangrijk deel opgeruimd.

Fjorden komen ook in vele andere daartoe geschikte gebieden voor: Patagonië (Z-Amerika), Labrador (Canada), Alaska, Groenland, Schotland.

In Noorwegen heeft het begrip fjord een ruimere betekenis dan hier is weergegeven. Men rekent er ook "normale", wijde zee-armen toe, zoals de Vestfjorden (Lofoten), maar ook veel meren, bv. de Tyrifjorden.

De Noorse meren zijn vaak oude gletsjerdalen; ze zijn soms zeer groot en diep en kunnen steile, U-vormige profielen hebben. Het diepste meer is het Hornindalsvatn in Nordfjord, dat bij ruim 50 km² 514 m diep is. Glaciale afzettingen - morenes - die een dam opwierpen en de uitstroming van water verhinderden, hebben vaak aan de vorming van een meer bijgedragen. (1), (19)

N.B. Wanneer in het Noors een soortnaam, bv. "fjord", verbonden wordt met een eigennaam, dan krijgt de soortnaam de uitgang: "Tyrifjorden". Zo ook "bre" = gletsjer, maar: "Jostedalbreen"!



Afb. 40-1. Groeve van trondhjemet (tonaliet) bij Folstad (omgeving Trondheim).

Bij Folstad is een steengroeve in een brede, vertikaal staande gang. Het gesteente is trondhjemet, de ouderdom is Siluur. Trondhjemet werd het eerst beschreven aan de hand van materiaal van deze plaats. Folstad is de typeplaats van het gesteente. Afb. 40-1.

Trondhjemet bestaat uit kwarts, oligoklaas en biotiet; het is licht van kleur, tamelijk fijnkorrelig en heeft een vloestructuur. Gesteenten van deze samenstelling heten volgens de huidige naamgeving "tonaliet". Alkaliveldspaat ontbreekt hierin. De trondhjemet (afgeleid van een oude spellingvorm van Trondheim) wijkt met zijn donkere mineraal: biotiet, af van veel andere tonalieten, die normaliter hoornblende als donker bestanddeel hebben.

41. Løkken, koperertsgebied

Ongeveer 70 km ten ZW van Trondheim ligt Løkken, ooit het grootste koperertsgebied van Noorwegen. Evenals bij Røros werden hier vanaf de 17e eeuw koperhoudende pyrietvoorkomens geëxploiteerd.

Behalve pyriet (dat zelf geen koper bevat, maar wel de "drager" is van de kopermineralen) komen voor: pyrrhotien, chalcopyriet, galeniet, sfaleriet. Dit belangrijke voorkomen ligt aan de oostkant van het Orkla-dal (Høydal), de moedergesteenten van het erts zijn "greenstones", dit zijn laagmetamorfe, vulkanische gesteenten met een groene kleur die afkomstig is van groene mineralen als chloriet, epidoot, actinoliet.

Behalve deze economisch zo belangrijke, z.g. epigenetische pyrietafzettingen is er nog een ander type sulfidische voorkomens. Dit zijn syngenetische, sedimentaire afzettingen (d.w.z. gelijktijdig met de afzettingen gevormd), die als 1 - 2 m dikke, pyriet en pyrrhotien bevattende lagen tussen de vulkanische greenstones zitten. Deze ijzersulfiden bevatten echter geen koper. Zwarte lagen magnetiet en ijzerrijke chloriet komen vaak samen met de sulfiden voor: dit zijn gemetamorfoseerde ijzerafzettingen. Ook komen vaak lagen jaspis voor, rood van kleur door fijn verdeelde hematiet. Dit materiaal is, gezaagd, geslepen en gepolijst, bijzonder fraai. Het heet vaskis. (1)

42. Trondheim

Trondheim is strategisch gelegen aan de Trondheimsfjord. Deze is uitgeschuurd in zacht materiaal, waardoor steile fjordwanden ontbreken. De stad was in het verleden de hoofdstad van Noorwegen en heeft een zeer eerbiedwaardige, oude geschiedenis. Bekend zijn de oude huizen aan het binnenwater en de oude brug: Bybro, in de stad. Maar vooral de Nidaros-dom, met z'n Gotische westgevel uit ± 1300, is het bekijken waard. In Trondheim is een mooi museum gevestigd, dat door de universiteit beheerd wordt. Er zijn afdelingen voor zoölogie, botanie, archeologie, mineralogie. In de grote hal is een opmerkelijk

mozaiek te zien. Dit bestaat uit geslepen brokken fraaie gesteenten, die in Noorwegen gewonnen worden. Het adres van het museum is Erling Skakkesgate 47, het is dagelijks open.

43. Mo i Rana

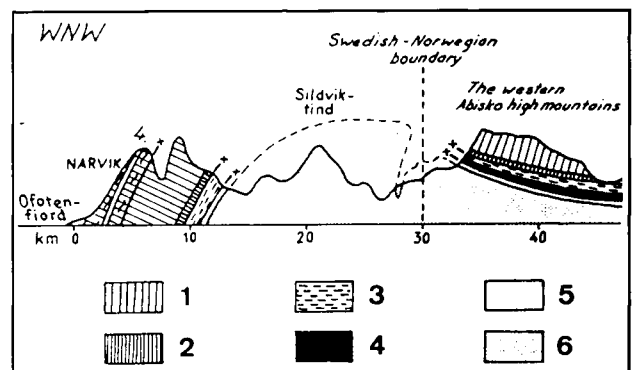
De plaats Mo in de streek Rana is groot geworden door een staalfabriek: Norsk Jernverk. De mijnen waarin het ijzer werd gewonnen liggen in het Dunderlandsdal, NO-waarts, langs de E 6. De ertsmineralen zijn hematiet en magnetiet. Ze zitten in gelaagde afzettingen, waarin ook lagen dolomiet en kalksteen voorkomen. De erts-horizonten zijn 50 m of meer dik. De exploitatie is inmiddels wegens de slechte tijden gestopt.

Ten westen van de stad ligt een talkgroeve: Altermark. Het gebied waarin Mo ligt is landschappelijk prachtig. In de omgeving van Mo liggen zo'n 120 kalkgrotten, som-

mige met mooie druipsteenformaties. Bij de E 79, richting Zweden, liggen enkele bekende. Vanuit Mo (eerst de E 6, dan linksaf, in NW-richting) is de Svartisen te bereiken. Dit is na Jostedalsbreen het grootste gletsjergebied van Noorwegen. Vanhier zijn mooie kristallen van beryl, toermalijn en granaat bekend. In Mo staat het Rana Bygde museum, dat o.a. een geologische afdeling heeft. Het ligt aan de Nordahl Griegsgate. Ongeveer 70 km ten zuiden van Mo liggen de mijnen van Bleikvassli, waar koper, lood en zink gemijnd worden. Deze zijn nog in productie, al draaien ze, wegens de slechte prijzen op de wereldmarkt, nu met verlies. (21)

44. Fauske, marmer

Deze plaats ligt ten noorden van de Poolcirkel. Bij Fauske: Skjerstadfjord, komt de Fauske-kalk voor. Deze vormt een pakket van 1000 m, bestaande uit lagen dolomitische en calcitische marmeren. Deze worden geëxploiteerd, o.a. in de directe omgeving van Fauske (noordelijke richting), in de marmergroeve Løgavlen. Bekende types zijn een witte dolomiet-marmer en één met rose lenzen in het wit. Tot de afnemers behoorden de Verenigde Naties, die het gebruikten voor hun hoofdgebouw in New York. In het NO, richting Røsvik, waren ijzermijnen. De grote havenplaats van het gebied is Bodø. (1)



Afb. 47-1. Sectie door de noordelijke Caledoniden, ten O van Narvik, met het Rombak-venster. De hoogte is t.o.v. de lengte sterk overdreven (naar Kulling, 1960).

1 = glimmerschisten en glimmergneizen; 2 = marmer; 3 = gebande kwartsiet, schist en dolomiet; 4 = kataklastische Precambri-sche granieten en syenieten van schuifzones; 5 = Onder-Cambrium, autochtoon; 6 = Precambri-sche ondergrond. Bij x zijn overschuivingsvlakken van dekbladen.

45. Sulitjelma, mijnbouw

Deze plaats ligt ten oosten van Fauske, in een mooi bergland-schap met gletsjers. Het bergland dat op de grens met Zweden ligt, bestaat uit olivijn-gabbro. Het gebied is rijk aan kopererts, dat vergelijkbaar is met dat van Røros en Løkken: chalcopyriet, samen met pyriet en pyrrhotien. Maar ook andere sulfiden als arsenopyriet, cubaniet en glaucodoot worden gemeld, evenals mooie apophylliet- en zeoliet-kristalgroepen en anhydriet. Veel pyrietlichamen bevinden zich aan of dichtbij de onderkant van een groot gabbro-massief. Zij hebben Sulitjelma bedrijvigheid gegeven, die inmiddels wat het koper betreft weer is weggeëbd. Een mijnbouwmuseum houdt de herinnering levend. Ook komen in het gebied afzettingen met kalken en laagmeta-morfe fyllicten voor. Een ander gesteente is de trachitische keratofier, een opvallend vulkanisch gesteente dat vooral uit albit, alkaliveldspaat en aegirien-augiet bestaat.

46. Andøya, Mesozoïcum

Andøya is het noordelijkste eiland van Vesterålen, en Vesterålen is het oostelijke deel van een eilandengroep, waarvan de Lofoten het westelijke, meer bekende deel vormen. Het eiland is te bereiken via een brug bij Risøyhamn; Andenes is de hoofdplaats. Er wordt visserij bedreven, uiteraard. Er zijn archeologische vondsten gedaan. Maar geologisch is Andøya van belang, omdat het de enige plaats van Noorwegen is, waar Jura- en Krijtlagen dag-zomen. Ontsluitingen liggen aan de noordoostelijke waterkant, tussen de brug en Andenes in, preciezer gezegd tussen Ramså en Skarstein.

Bij de boerderij Ramså is de zg. Ramså Groep in een rivierbedding ontsloten. De Ramså Groep reikt van Vroeg Boven-Jura tot in het Valanginien (Onder-Krijt). De Skarstein Formatie is waarschijnlijk Hauterivien (Onder-Krijt). Bij Ramså zijn planteresten, mariene tweekleppigen en Ichthyosaurus-botten gevonden. Een ontsluiting ligt gedeeltelijk op een boerenerf en op militair terrein. Men moet toestemming vragen om er te komen. (1)

47. Narvik

Narvik aan de Ofotfjord is de ijsvrije uitvoerhaven van Zweeds ijzererts. Aanvoer, opslag, laden van het erts in de havens zijn een bezienswaardigheid; 's zomers is het complex in de middag te bezoeken.



Afb. 47-2. Zwerfstenen op de Bjørn fjell, Nordland, ten oosten van Narvik.

Het binnenland van Nordland is ruig en bijna onbewoond; de bergen bereiken 1300 - 1800 m. Overal zijn verschijnselen die aan de IJstijd herinneren: gladgeslepen rotsen, gletsjerkrassen, achtergebleven zwerfblokken en zwerfstenen. Mogelijk zitten hier ook Precambrische granieten bij, want tegen de grens met Zweden bevindt zich een anticlinale structuur, een geologisch venster, waar het Precambrium door de Caledoniden heensteekt. Afb. 47-1 en 47-2.

Van de E 6 loopt tegenwoordig een weg ongeveer parallel aan de spoorbaan naar de grenspost Bjørn fjell, door een fraai gebied. (21)

48. Myre, sagvandiet

Een kleine 100 km hemelsbreed ten NO van Narvik ligt, aan de E 6, Moen. Ongeveer 20 km voorbij Moen ligt Myre. Vóór Myre ligt, aan de oostkant van de weg, een heuveltje in een moeras. Dit is een "stock": een kleine batholiet, een lichaam bestaand uit dieptegesteente. De samenstelling van dit gesteente is uitzonderlijk, het bestaat (volgens Tröger) voor 90 % uit hyperstheen (een orthopyroxen), voor 9 % uit magnesiet en voor 1 % uit talk. Men neemt aan, dat het uit een peridotiet-magma, dat in een kalksteen binnendrong, is ontstaan. Het gesteente wordt *sagvandiet* genoemd, naar het Sagvand-meer, omgeving Tromsø.

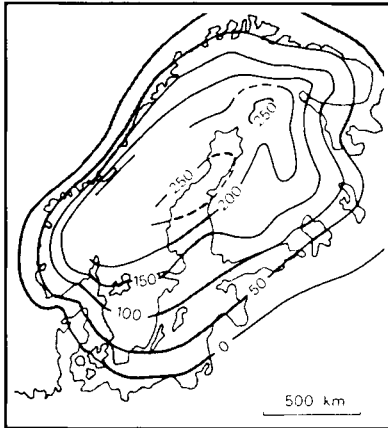
In de Troms-districten zouden nog meer van zulke stocks in de sedimentaire gesteenten voorkomen. (22)



Afb. 49-1. Strandlijn aan de Porsangerfjord bij Roddineset (Porsangen).

49. Lakselv, strandlijnen

Van de E 6 splitst zich bij Russenes de 95 af, richting Noordkaap. De E 6, die tot bij de Russische grens doorloopt, buigt bij Russenes naar het zuiden en loopt om de Porsangerfjord heen. Dit fjord is het grootste van Noorwegen. Bij het fjordbegin, in het knikpunt, ligt Lakselv. Hier kunnen de overblijfsels van de diverse stadia van ijsterugtrekking, zeestijging en landrijzing opgemerkt worden. Er zijn verscheidene methoden losgelaten om de verschijnselen met die van andere gebieden te correleren. Er is er een, die gebruik maakt van 6 banden van puimsteen, die op de noordelijke kusten wel zijn afgezet. De puimsteen, een vulkanisch gesteente met veel luchtblazen dat drijft op water, kan afkomstig zijn van prehistorische uitbarstingen van de Hekla op IJsland en is dan via een noordoostelijke tak van de Golfstroom vervoerd. Bij de Porsangerfjord (Lakselv, Roddineset), maar ook bij de Laksefjord zijn **strandlijnen** te zien (afb. 49-1). Het zijn parallelle richels evenwijdig aan de kustlijn, ongeveer 15 - 45 m boven de zeespiegel. Ze dateren ongetwijfeld uit de periode na de



Afb. 49-2. Opheffing van Scandinavië in de laatste 10.000 jaar. in meters. Deze opheffing kan afgeleid worden uit de hoogte van opgeheven strandafzettingen. Het centrum van de laatste ijsbedekking is het meest gerezen.

ijstijd waarin het land veel minder dan nu gerezen was (afb. 49-2). Het materiaal van de richels is ons onbekend, maar onze zegslieden hebben in de omgeving inderdaad puimsteen gevonden. (19)

50. Nordkapp

Vanaf Russenes aan de westkant van de Porsangerfjord loopt de 95 naar Kåfjord, waar u met een boot kunt oversteken naar het eiland Magerøy: naar Honningsvåg. Naar de Noordkaap is het dan nog 36 km via een tolweg, de weg is open van 15 juni tot 15 oktober.

Op het noordpunt aangekomen kijkt u vanaf 307 m hoge, steile rotsen uit over de Noordelijke IJszee, waar van 14 mei tot 30 juli de middernachtszon schijnt. Als hij tenminste schijnt: afb. 50-1!

Onze denkbeeldige tocht is hiermee ten einde. U moet hier aangekomen, nog even ver terug. Een goede reis!

De vrijmoedigheid om deze geologische trekpleisters aan elkaar te rijgen en van enige achtergrondinformatie te voorzien, zou de auteur nooit hebben kunnen vinden zonder de ruggesteun van een Noorwegen-specialist bij uitstek, Dr. C. Majjer.

Bij de foto's:

De foto van afb. 3-1 is van Unni Ranheim, Lunner, Noorwegen; die van afb. 9-1 is van C. Majjer, Utrecht en de foto's van afb. 32-1, 47-2; 49-2 en 50-1 zijn van J.C. de Jongh, Ruinen. De overige foto's zijn van P. Stemvers, Weesp.

LITERATUUR

- (1) Geology of Norway, ed. O. Holtedah; Norges Geologiske Undersøkelse, nr. 208, Oslo 1960, 540 p. (Hoewel op verscheidene punten achterhaald, is dit werk het overzicht van de geologie van Noorwegen.)
- (2) Norge blir til, door S. Skjeseth, uitg. Schibsted Forlag, Oslo 1974; Ned. vertaling C. Haars (in manuscript). (De geologie van Noorwegen uitgelegd aan leken door een Noorse prof.)
- (3) Geological guide Oslo and District, ed. O. Holtedah en J.A. Dons; Universitetsforlaget, Oslo 1966, 2de ed., 118 p. (Een uitstekende gids voor geïnteresseerden. Behandelt de geologie, fossielen en gesteenten in de omgeving van Oslo.)
- (4) Die Silurischen Etagen 2 und 3 im Kristianagebiet und auf Eker, door W.C. Brøgger, 1882. (Een prachtig standaardwerk van de geniale Noorse paleontoloog/petroloog Brøgger.)
- (5) Fossilien sammeln in Süd-Skandinavien, door Palle Gravesen; uitg. Goldschneck Verlag, 1993, 247 p. (Dit boek behandelt *niet* de Paleozoïsche lagen van Noorwegen, maar wel de overeenkomstige lagen in Zweden.)



Afb. 50-1. De Noordkaap.

- (6) Permian igneous rocks of the Oslo Graben, Norway, door C. Oftedahl; Guide to excursions for the International Geological Congress, Oslo, 1960. (Het International Geol. Congress werd in 1960 in Oslo gehouden. Voor de excursies die daarbij georganiseerd werden stelde men 17 excursiegidsen samen, elk ongeveer 20 pag., die in kort bestek een schat aan gegevens bevatten.)
- (7) The Konnerudkollen skarn deposit, a road log, door P.M. Ihlen, in: The Oslo Paleorift.
- (8) The Larvik-Langesund and the Fen areas, South Norway, door I.W. Oftedahl e.a.; Guide to exc. I.G.C., Oslo, 1960.
- (9) Precambrian gneisses and granites of the Skagerak coastal area, S. Norway, door T.F.W. Barth e.a.; Guide I.G.C., Oslo, 1960.
- (10) Migmatites and the origin of granitic rocks, door K.R. Mehnert; Elsevier, Amsterdam, 1968.
- (11) Mineral occurrences in Southern Norway, door H. Neumann e.a.; Guide to exc. I.G.C., Oslo, 1960.
- (12) Bamble-mineralen: vindplaatsen in ZO-Noorwegen, door N. Hulzebos-Sijen; Gea, 1988, nr. 4.
- (13) Mineral-Fundstellen: Skandinavien, door H.-J. Wilke; Chr. Weise Verlag, München, 1976, 370 p. (Uitgebreide en precieze beschrijving van zeer veel mineraal-vindplaatsen in Noorwegen, Zweden en Finland, hier en daar wel achterhaald; uitverkocht.)
- (14) Pegmatieten, themanummer Gea, 1980, nr. 1.
- (15) Führer zu Gruben und Mineralvorkommen in den Gemeinden Tokke, Nissedal, Drangedal and Kviteseid in West Telemark, Noorwegen, red.: T. Bjørvik; uitg. Telemark Reisen, Postboks 743, 3701 Skien; z.j., 28 p. (Een wervend toeristisch gidsje met mineralen-vindplaatsen.)
- (16) Excursion guide Rogaland; Geologisch Instituut R.U. Utrecht.
- (17) The geology of Southernmost Norway, an excursion guide, ed. C. Majjer & P. Padget; Norges Geol. Undersøkelse, 1987.
- (18) "Alpine" Klufte in Noorwegen; Mineralien Welt, uitg. Bode Verlag, 1993, nr. 6.
- (19) Algemene Geologie, ed. A.J. Pannekoek en L.M.J.U. van Straaten; Wolters Noordhoff, Groningen 1984, 4e druk.
- (20) Mineralien aus W. Noorwegen, door T.T. Garmo; Lapis, '80, 10.
- (21) Noorwegen; uitg. A.N.W.B., 1977.
- (22) Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine, door W.E. Tröger; Verlag der Deutschen Min. Gesellschaft, Bonn, 1969.

Geologische kaarten

- Berggrunnskart over Norge. 1984 (Bedrock map of Norway), 1 : 1 mill., uitg. Norges geologiske undersøkelse. (Een geweldige kaart, voor wie hem weet te gebruiken).
- Berggrunnskart over Norge, 1985, 1 : 3 mill., door E.M.O. Sigmund; afgeleid van de vorige, N.G.U. (Een geologische overzichtskaart). Eventuele bestellingen aan NGU Publication Service, Postboks 3006 Lade, N - 7001 Trondheim, Noorwegen (of bijv. bij de GEA-Boekenservice).

Tijdschrift Stein

Verschijnt vier maal per jaar, formaat A5, ± 60 pagina's, met veel kleurenfoto's en advertenties, 150 NOK per jaar (+ porto); adres: G.H. Wiik, N-2740 Roa, Noorwegen.
Voor wie Noors kent een aantrekkelijk uitziend, goed verzorgd tijdschrift, over Noorse mineralen en gesteenten; artikelen vaak met Engelse samenvatting.

Wees eens een mineralogische Valentijn ...

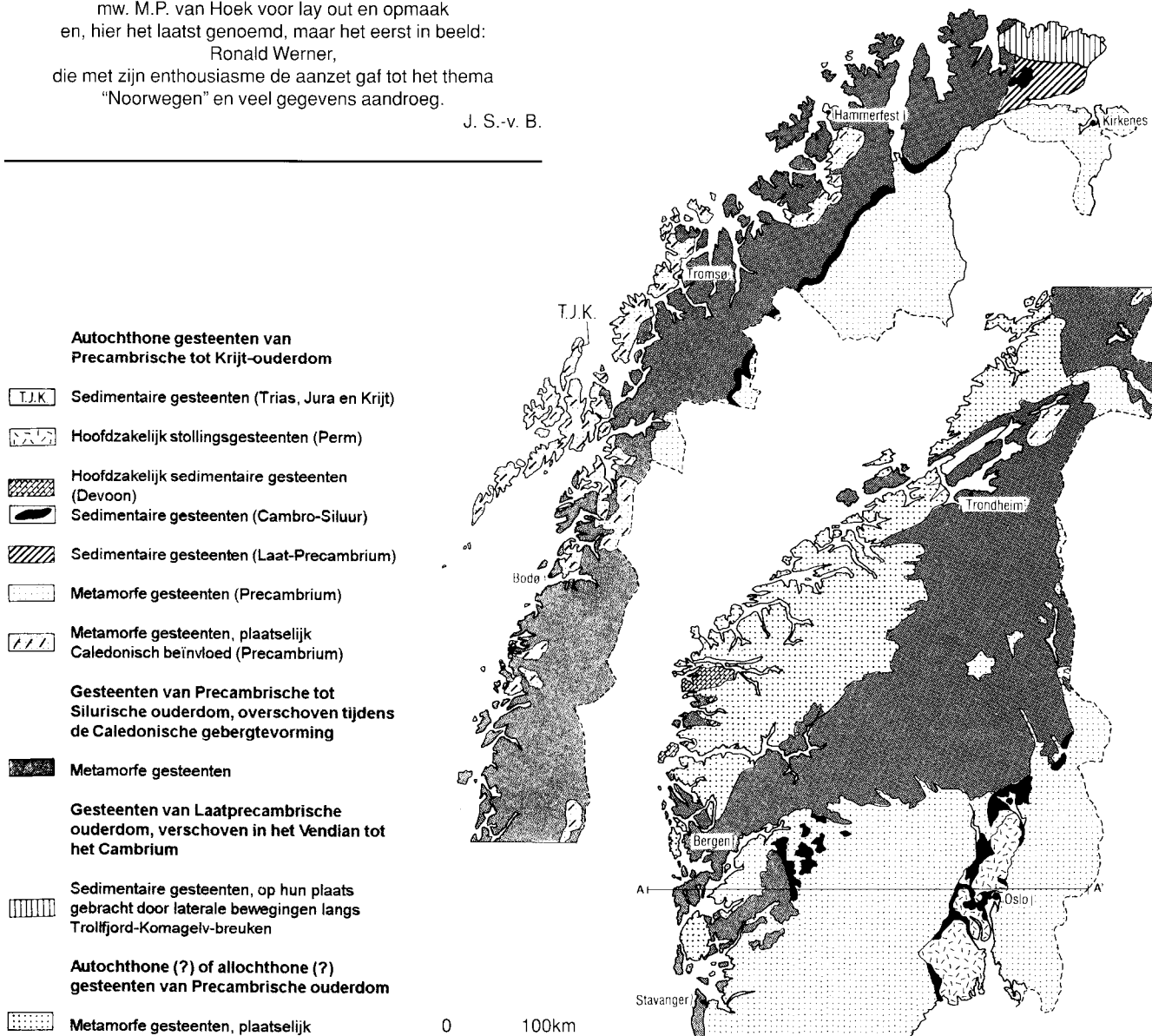
en leg voor de misschien onervaren mineralenzoeker die na u in de groeve komt een goed handstuk op een opvallende plaats: een hek, een rotsblok. Zo geven wij - èn ontvangen wij ooit op onze beurt - een tip over wat er gevonden kan worden.

Hartelijk dank aan ...

Dr. C. Majjer voor aanvullingen, correcties en advies;
drs. E.A.J. Burke voor mineralogische hulp;
H. Drost en J.J. Graaff voor vindplaatsgegevens, ook stelden zij mineralen beschikbaar voor de kleurenfoto's;
J. Lens en mw. C. Haars voor informatie;
P. Stemvers en C. Boer voor de fotografie;
A.N.F. Grijpink voor het tekenen van kaartjes;
mw. A. van Ravenzwaaij voor tekstverwerking;
mw. M.P. van Hoek voor lay out en opmaak en, hier het laatst genoemd, maar het eerst in beeld: Ronald Werner, die met zijn enthousiasme de aanzet gaf tot het thema "Noorwegen" en veel gegevens aandroeg.

J. S.-v. B.

GEOLOGISCHE OVERZICHTSKAART VAN NOORWEGEN



Geologische overzichtskaart van Noorwegen, naar E.M.O. Sigmond, in: Berggrunnen i Norge, Brukerveiledning til Berggrunnskart over Norge 1 : 3 mill.; Tapir Forlag, Universitetet i Trondheim, 1986.

