

Radioactieve **allaniet** uit **Åland,** **Finland**

Xander de Jong

Toen ik in 2020 het geologisch onderzoek en het verzamelen van gesteentemonsters op de Ålandarchipel afsloot en terugblikte op de belevenissen, bedacht ik wat het absolute hoogtepunt van het bezoek moet zijn geweest. Vijfmaal heb ik de reis naar de eilandengroep tussen Zweden en Finland ondernomen. Een kleine aanwijzing in een Fins geologisch rapport over een opmerkelijk voorkomen van een radioactief mineraal, heeft ons ertoe bewogen om op een van die reizen toch ook het kleine eilandje Skogsö grond op te zoeken.



Inleiding

Langdurige erosieprocessen en de invloeden van diverse ijstijden hebben het landschap van de Ålandarchipel doen afvlakken tot een imposant schereengebied; de sporen van de laatste ijstijd zijn veelvuldig terug te vinden. Hoewel op veel plaatsen interessante geologische processen door begroeiing met korstmos aan het oog zijn onttrokken, zijn er voldoende ontsluitingen – waar de diverse gesteentetypen en de achterliggende geologische processen prima bestudeerd kunnen worden – die met name te vinden zijn op de kuststroken en op de vele kale rotseilandjes; het zijn er zo'n 6000... Als iemand het laaggelegen schereengebied van Åland wil bezoeken, dan hoeft men zich voorlopig geen zorgen te maken: de zeespiegel stijgt weliswaar door toedoen van de klimaatopwarming, maar Åland veert daarbij nog steeds omhoog ten gevolge van het verdwijnen van het toenmalige pakket Scandinavisch landijs, na de laatste Weichselien-ijstijd van minder dan tienduizend jaar geleden. Op Åland hebben zich diverse gesteentesoorten gevormd die uit een tijdsbestek van bijna twee miljard jaar van gesteentevorming stammen. Doel van ons bezoek was het systematisch verzamelen van kristallijne gesteentemonsters van de vaste rots, om de in ons land aangetroffen zwerfstenen van Åland nader te kunnen bestemmen. Goed referentiemateriaal was in ons land nauwelijks voorhanden; nu is Museum de Bastei in Nijmegen – waar de auteur conservator geologie/paleontologie is – hiermee in ruime mate van voorzien. Samen met collectiemedewerker Piet Thijssen hebben wij, vaak op afgelegen kleine rotseilandjes, vele ontsluitingen onderzocht en gemonsterd, waarbij we ook veel interessante geologische veldwaarnemingen hebben gedaan. Ook heb ik enkele malen met Matthias Bräunlich (Hamburg) ter plekke gezamenlijk onderzoek gedaan (zie publicatie website kristallin.de). In dit artikel beperk ik mij tot één bijzondere ontsluiting (Afb. 1), waarin een schaars voorkomend radioactief mineraal de gesteentevormende mineralen in de directe nabijheid zichtbaar heeft beïnvloed, maar ook zal ik enkele opvallende en van belang zijnde gesteentesoorten kort behandelen, waarbij ik – omwille van de leesbaarheid – de enigszins verouderde naamgevingen blijf aanhouden. De auteur heeft alle in dit artikel genoemde locaties bezocht en gemonsterd.

De Ålandarchipel; korte geologische historie en enkele voorkomende gesteentesoorten

In Europa is er sprake geweest van een aantal bepalende

AFB. 1 LINKERPAGINA | ONTSLUITING VAN LEMLANDGRANIET OP HET EILANDJE SKOGSÖ GRUND, LEMLAND IN HET ZUIDEN VAN ÅLAND, FINLAND WAAR IN EEN PEGMATIET GROTE RADIOACTIEVE ALLANIETKRISTALLEN DE OMGEVENDE VELDSPAATSOORTEN IN EEN RADIAAL PATROON VERBRIJZELD HEBBEN. KRUIEND IJS HEEFT HET DOOR LANDIJS AFGESLEPEN ROTSOPPERVLAK GOED SCHOON GEHOUDEN. FOTO VAN DE AUTEUR.

gebergtevormende processen (orogenesen). Het Fenno-scandinavische (Baltische) schild werd gedurende twee belangrijke perioden van bewegingen in de aardkorst gevormd: in de *laat-Archaeïsche tijd*, 4560 – 2500 miljoen jaar geleden, en tijdens de *Svecofennische* gebergtevorming waarbij ca. 2000 – 1800 miljoen jaar geleden in het huidige Zweden en Finland een hooggebergte werd gevormd, te vergelijken met de Alpen; rond 1900 miljoen jaar geleden schoven in zuid-Finland de vulkanen langzaam op naar het huidige noorden. Een vulkaanketen boven een subductiezone – waar een aardtschol onder een andere continentale plaat schuift – produceerde diverse vulkanische- en grani-toïde (op graniet lijkende) gesteentesoorten. Waar een vulkaan onder water uitbrak, ontstonden zogenaamde kussenlava's. Deze kussenlava's en andere vulkanische producten ondergingen een langdurige metamorfose en werden zwaar gedeformeerd tot amfibolitische gesteenten.



AFB. 2 | ONTSLUITING VAN GEDEFORMEERDE KUSSENJAVA OP HET EILANDJE VÄSTRA VÄRPSKÄRR, NOORDPUNT VAN HET GROTE OOSTELIJK GELEGEN EILAND KUMLINGE DIE BESCHOUWD WORDT ALS HET OUDST VOORKOMENDE GESTEENTE OP ÅLAND. FOTO VAN DE AUTEUR.



AFB. 3 | EEN DIABAASGANG OP BRANDÖ, ÅVA VER IN HET OOSTEN, DOORSNIJDT HET GEDEFORMEERDE OERGESTEENTE; TE ZIEN IS DAT HET INTRUDERENDE MAGMA SNEL GESTOLD MOET ZIJN, OMDAT DIT GANGGESTEENTE ZEER FIJNKORRELIG IS EN DE AFKOELINGSRANDEN SCHERP ZIJN ZONDER REACTIERAND. FOTO VAN DE AUTEUR.

Kussenlava's zijn slechts op twee plaatsen in de Åland-archipel aangetroffen; het fraaiste voorkomen ligt op het eilandje Västra Värpskär in de noordpunt van Kumlinge in het oosten van Åland (*Afb. 2 en 6*). Zij vertegenwoordigen de oudste gesteenten van Åland.

De 1885 miljoen jaar oude gesteenten die ontstaan zijn kort na deze vulkanische periode, bestaan nu vooral uit gedeforbeerde donkere dieptegesteenten en -sedimentaire afzettingen. De granitoïde gesteentesoorten vormen een grote inhomogene gesteentegroep die bestaat uit diverse typen gneis, granodioriet, kwartsdioriet (tonaliet) en migmatiet (een menggesteente) die samen het oude oergesteente van Åland vormen. Een slordige 1800 miljoen jaar geleden hebben op grote diepte, enkele verspreide intrusies van een viertal grofgranieten hun intrede gedaan. Hierover straks meer. Later hebben vele zwartkleurige diabaasgangen (uitvloeiingsgesteente van basalt) in meerdere fasen de oude oergesteenten en de grofgranieten doorsneden met de vorming van dunne, steil invallende gangen waarbij de eerder gevormde scheuren in het gesteente zijn opgevuld (*Afb. 3*). De oudste generatie diabaasgangen valt binnen een ouderdom reeks van 1665 – 1635 miljoen jaar.

Verreweg het grootste deel van Åland is ingenomen door een gesteente wat rapakivi wordt genoemd die t.g.v. impregnatie met ijzerverbindingen een opvallende bruinrode



AFB. 4 | RAPAKIVI (HIER KWARTSPORFIER) IS TE HERKENNEN AAN DE RONDE VELDSPAATEN (OVOÏDEN) DIE VAAK OMMANTELD ZIJN MET PLAGIOKLAASVELDSPAAT DIE HIER WIT VERWEERD IS. LOCATIE EILAND PEPPARN ZUIDOOST BIJ HAMMARUDDA IN HET ZUIDEN. FOTO VAN DE AUTEUR.



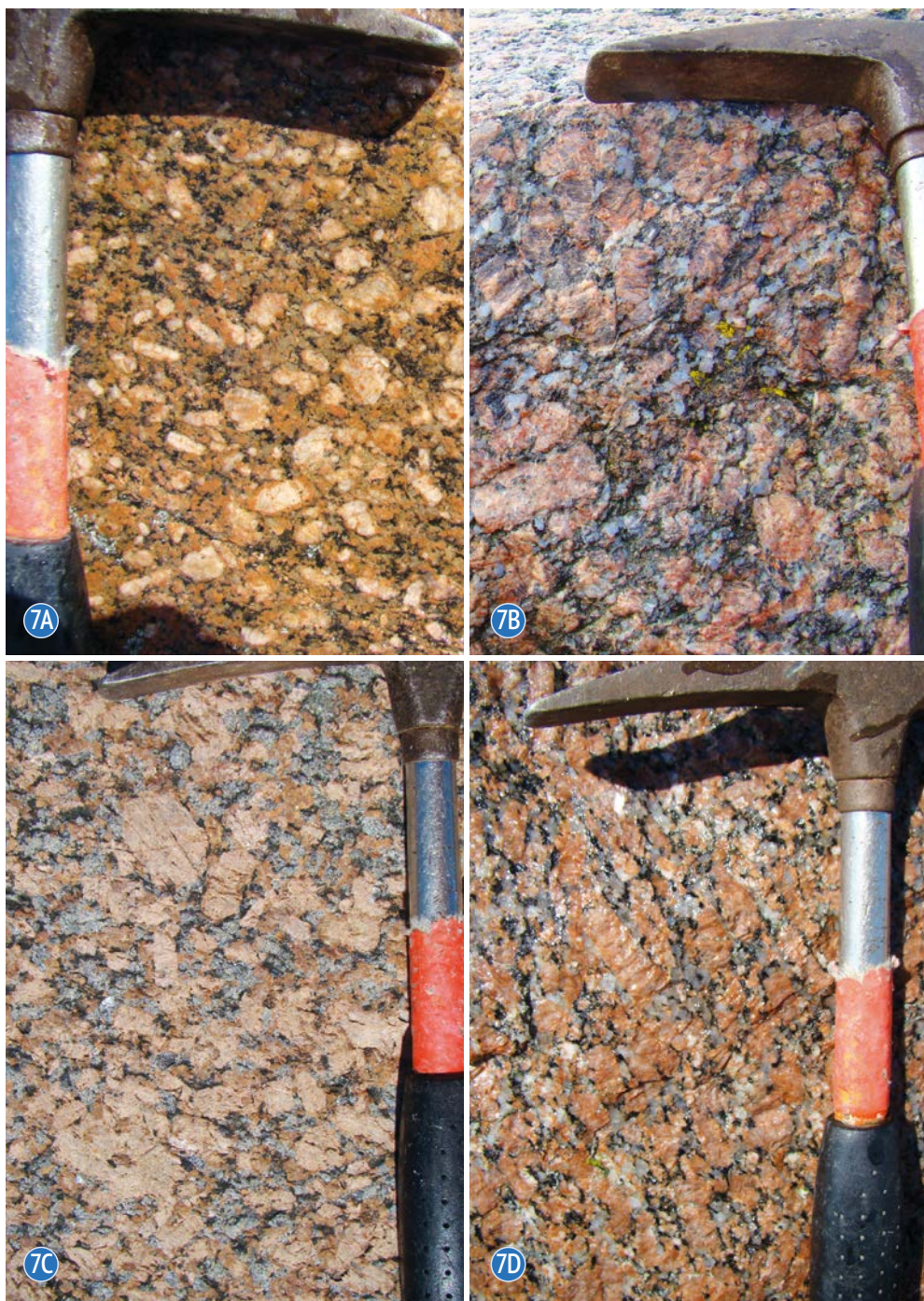
AFB. 5 | ANORTHOSIET BESTAAT VRIJWEL GEHEEL UIT PLAGIOKLAASVELDSPAAT EN WAT DONKERE MINERALEN. OP HET EILAND VÄSTERSTEN IN HET ZUIDWESTEN, KUNNEN SOLITAIRE KRISTALLEN/FRAGMENTEN VOORKOMEN TOT WEL 20CM GROOT. FOTO VAN DE AUTEUR.

kleur heeft gekregen. Rapakivi – een Fins woord voor kruimelige steen – is 1575 miljoen jaar geleden, als relatief jong gesteente in meerdere fasen horizontaal plaatvormig

in het oude oergesteente geïntrudeerd. Rapakivi is een bijzonder gesteente maar bovenal een hybride gesteentetype, ontstaan door het mengen en mixen van gelijktijdig geïntrudeerde basaltische- en granietische magma's; eenvoudig te herkennen aan de opvallende ronde en vaak omrande veldspaatogen (Afb. 4) in een bontgekleurde grondmassa, al zijn er ook variëteiten waarin deze zogenaamde ovoïden ontbreken. Iedere successievelijke intrusiefase leverde weer een ander type Ålandrapakivi op: achtereenvolgens kwartsporfier, granietporfier, viborgiet, pyterliet, gelijkkorrelige graniet en apliet. Grofkorrelige pegmatieten ontbreken in de rapakivi. Op enkele plaatsen aan de westkust maar vooral op de zuidkust, hebben diverse fraai uitzijnde kwartsporfiergangen als eerste de eerder gevormde gesteenten doorbroken. De grote gang bij Hammarudda (Afb. 9) – doorlopend in een tiental eilandjes voor de kust – is een unieke locatie waar het hybride gesteente en de wijze waarop magmamenging en magmamixing heeft plaatsgevonden, goed bestudeerd kan worden. Rapakivi is -als post-orogeen gesteente- aan elke vorm van gebergtedruk ontkomen en heeft dus geen enkele deformatie ondergaan. De rapakivi is plaatselijk vergezeld met het geassocieerde donkergrijze veldspaatgesteente anorthosiet (Afb. 5),



AFB. 6 | OVERZICHT VAN DE VIER GROFGRANIETEN OP ÅLAND. V.L.N.R. LEMLAND, MOSSHAGA, SEGlinge EN ÅVA. MET DE BLAUWE RONDJES ZIJN DE VOORKOMENS VAN ANORTHOSIET AANGEDUID; V.L.N.R. HOGGRUND, BLÅKLOBBEN EN VÄSTERSTEN. MET HET RODE RONDJE IS DE LOCATIE AANGEGEVEN WAAR DE KUSSENlava VAN VÄSTRA VÄRPSKÄR DAGZOOMT. BRON (BEWERKT) VISIT ÅLAND EN MARIDEA REKLAMBYRÅ.



AFB. 7 | A. SEGLINGEGRANIET NOORD VAN DORP SEGLINGE. B. ÅVAGRANIET KUST BIJ NOTTHOLM, ÅVA. C. LEMLANDGRANIET ASKÖ KLUBB, LEMLAND. D. MOSSHAGAGRANIET, ZUIDKUST EILAND MOSSHAGA. FOTO'S VAN DE AUTEUR.

waarvan de ouderdom is vastgesteld op 1577 miljoen jaar wat wijst op een min of meer gelijktijdige intrusie met de rapakivi. Op Åland is dit opvallende gesteente slechts op enkele plaatsen ontsloten (Afb. 6): het eilandje Västersten in het zuiden van het rapakivicomplex, als tweede het op de westkust gelegen kleine eilandje Blåklöbben waar de anorthosit op één plek samen optreedt met een ignimbrietische kwartsporfier, het enige bekende voorkomen van dit laatstgenoemde bijzondere uitvloeiingsgesteente.

Het derde voorkomen van anorthosit ligt op het eilandje Höggrund in de meest noordelijke punt van de Signilskär eilandengroep in het noordwesten van Åland.

De Lumparnkrater is een grote baai in het zuidoosten van Åland met een diameter van ongeveer 7km, waar de afgezette Ordovicische kalksteen en Cambrische sedimenten van 480 miljoen jaar geleden, als onderwatervoorzien nagenoeg onbereikbaar zijn. Cambrische zandsteen heeft overigens op sommige plaatsen eerder gevormde scheuren in de rapakivi opgevuld. Aan de zuidzijde van de baai zijn in de aangrenzende rapakivi plaatselijk tekenen van breccievorming zichtbaar; dit verschijnsel is ook met boringen op grote diepte aangetoond, wat bewijst dat het gesteente door een impact moet zijn verbrijzeld en dat de krater dus niet t.g.v. tektonische activiteiten is ontstaan.

Na een lange periode van verwerking en denudatie, is van het oorspronkelijke oergebergte is alleen nog maar de basis terug te vinden; alle bovenliggende delen zijn

door miljoenen jaren van erosieprocessen intussen verdwenen. Ook hebben de diverse ijstijden de laatste tweeënhalf miljoen jaar hun sporen achtergelaten wat uiteindelijk ertoe geleid heeft dat Åland een uniek laaggelegen scherengebied is geworden. Als gevolg van de *Caledonische of Karelische* gebergtevorming 450 – 390 miljoen jaar geleden, is de gebergteketen tussen Noorwegen en Zweden ontstaan doordat het continent Baltica (tegenwoordig Scandinavië) en Laurentia (de huidige noord-Amerikaanse plaat) met elkaar in botsing kwamen. Deze gebergtevorming heeft verder geen invloed uitgeoefend op de Åland-archipel dat eigenlijk beschouwd wordt als een dalingsgebied. Tijdens de jongste *Hercynische of Variscische* ge-

bergtevorming van 360 – 280 miljoen jaar geleden, werden de gebergten in zuid- en midden-Europa gevormd.

De intrusies van de grofgranieten

In de Ålandarchipel zijn grofweg 1800 miljoen jaar geleden vier ringvormige intrusies het oude oergesteente binnengedrongen (Afb. 6) zonder dat er sprake was van nieuwe gebergtevorming. De intrusies van Seglinge (1815 miljoen jaar), Åva (1803 miljoen jaar), Mosshaga (1788 miljoen jaar) en Lemland (1770 miljoen jaar) zijn allen paddenstoelvormig geïntreueerd, waarbij de eerste twee ringvormige structuren hebben ontwikkeld waardoor vroeger foutief gedacht werd dat het impactkraters betrof. De vier genoemde grofgranieten – soms ook wel oergranieten genoemd – hebben ieder afzonderlijk, min of meer ronde massieven gevormd met een diameter van gemiddeld ca. 5 km, bestaande uit homogene alkaliveldspaatgraniet; soms wordt ook wel de naam microkliengraniet gebruikt. Deze granieten vallen op door de verspreid liggende en in het oog springende meerdere centimeter-grote kaliveldspaattabletten die deze grofgranieten dan ook kenmerken. Deze grote eerstelingen hebben een min of meer parallelle oriëntatie, wat het gesteente een gefolieerd uiterlijk bezorgt (Afb. 7-ABCD). Kenmerkend voor deze oudere granietmassieven is ook dat zij geassocieerd zijn met een serie van diverse andere intrusieve gesteenten als monzoniet/monzodioriet, gelijkkorrelige graniet, aplietgangen en pegmatietgangen, zonder dat hierbij sprake was van magmamixing en de vorming van hybride gesteentes. Monzoniet is een kwartsarm dieptegesteente, donker gekleurd door de mineralen hoornblende en biotiet met een ongeveer gelijke verde-

ling van plagioklaasveldspaat en kaliveldspaat. Aplieten zijn zeer fijnkorrelige ganggesteenten, ontstaan door een relatief snelle afkoeling van granietisch magma, pegmatieten hebben door een langzamere afkoeling meer tijd gehad om grote kristallen te vormen en hebben daardoor een zeer grofkorrelig voorkomen; beiden worden beschouwd als het laatste uitvloeisel van hetzelfde restmagma.

De ringcomplexen van Seglinge en Åva

De Seglinge-intrusie ligt dicht nabij de oostelijke contact-



AFB. 8 | ONTSLUITING VAN ÅVAGRANIEL DOORSNEDEN MET EEN SYMMETRISCH OPGEBOUWDE PEGMATIET BESTAANDE ALLEEN UIT WITTE KWARTS EN ROODBRUINE KALIVELDSPAAAT. MIDDEN IN DE GANG LIGGEN ENKELE GROTE EN GOED ONTWIKKELDE KRISTALLEN. KUST BIJ NOTTHOLM, ÅVA. FOTO VAN DE AUTEUR.

zone met de rapakivi, de Åva-intrusie ligt meer naar het noordoosten, dicht bij de rapakivivoorkomens van het Finse vaste land. Deze twee oudste massieven verschillen beiden in tektonische- en mineralogische zin ten opzichte van de beide andere grofgranieten. Omdat beide intrusies opgebouwd zijn uit overeenkomstige ringvormige structuren wordt in dit geval gesproken over ringcomplexen of ook wel intrusiecomplexen. Beide zijn concentrisch van opbouw en hebben diverse dunne opeenvolgende ringen van o.m. graniet gevormd; vaak zijn deze doorsneden met radiaal lopende diabaasgangen.

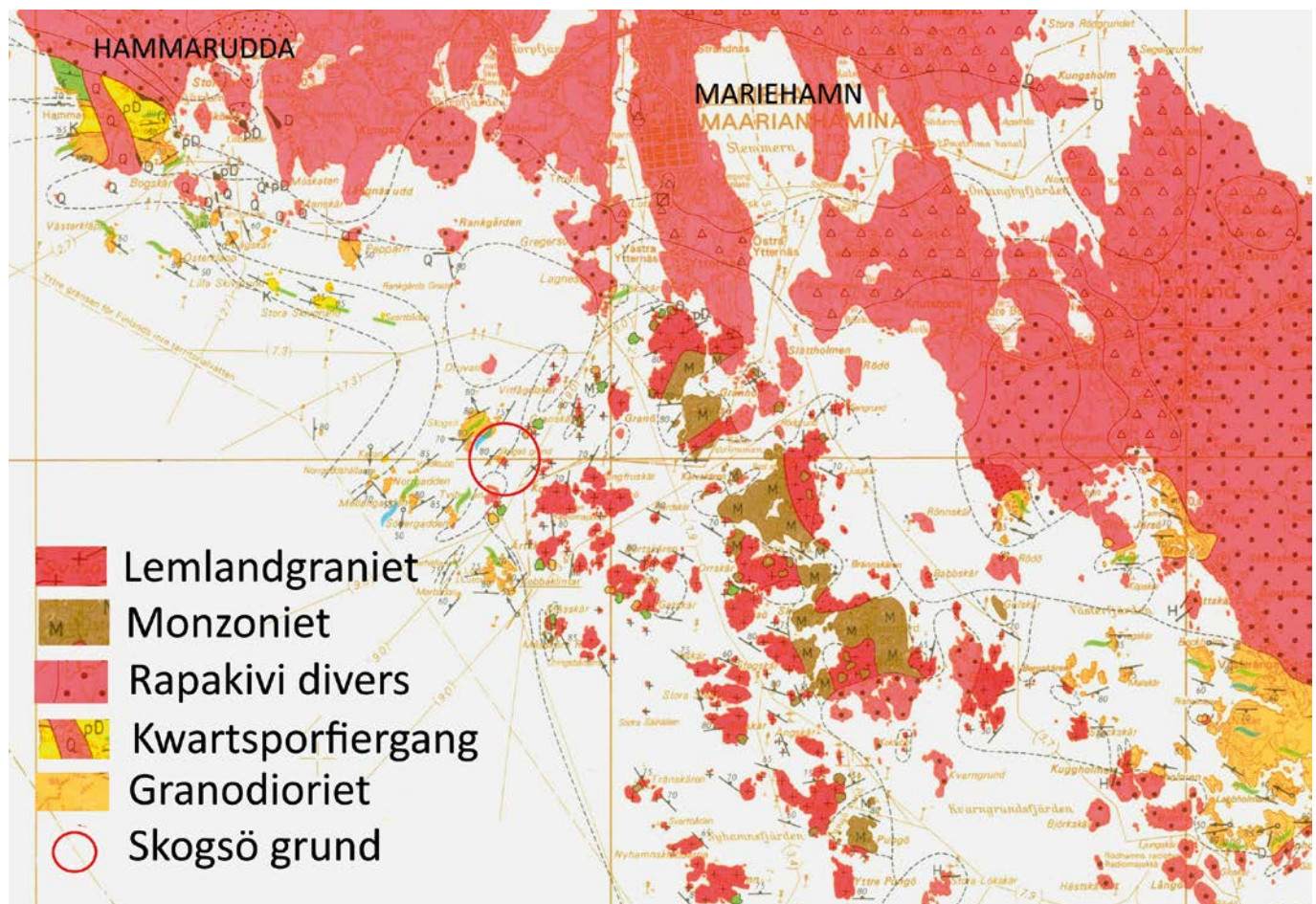
Seglinge-graniet (Afb. 7A) is maar op enkele plaatsen ontsloten en is een rommelig gesteente, sterk verdrukt en veelvuldig doorsneden met pegmatietlenzen; Seglinge-graniet is een gesteente dat zich in veld moeilijk laat herkennen; reden waarom ik verder geen aandacht meer aan dit type besteed.

Åvagraniert (Afb. 7B) is goed te herkennen aan de combinatie van grote vleeskleurige veldspaten met veel opvallend witblauwe kwarts en donkere bestanddelen. Brede pegmatietgangen doorsnijden de Åvagraniert bijna verti-

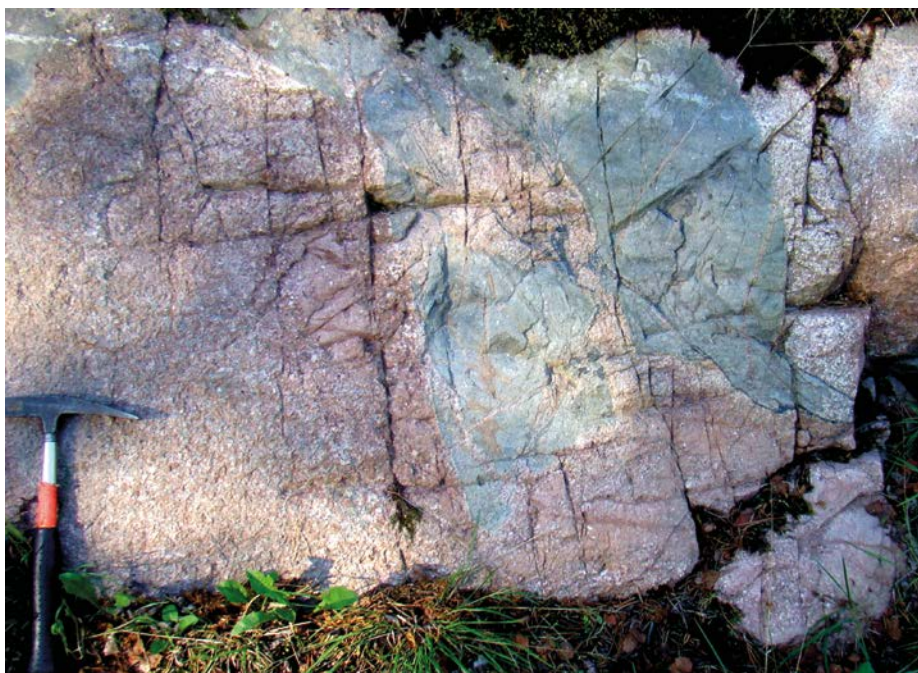
caal, kleinere lenzen met een minder duidelijke omvang hebben een meer horizontale plaatvormige oriëntatie. De grotere gangen zijn vaak meters breed en kunnen over honderden meters gevolgd worden (Afb. 8); zij zijn hoofdzakelijk opgebouwd uit melkwitte kwarts en felrode kaliveldspaat, donkere mineralen lijken nagenoeg te ontbreken. Deze pegmatieten zijn vaak fraai symmetrisch van opbouw, waarbij de kern uit kwarts bestaat, loodrecht op de het scherp afgetekende contact met het graniet hebben zich zeer grote en goedontwikkelde kaliveldspaatkristallen gevormd, een enkele maal ligt een welgevoemd kristal of een tweelingkristal geïsoleerd in het midden van de gang.

De grofgranieten van Lemland en Mosshaga

De later binnengedrongen intrusies van Lemland en Mosshaga grenzen beiden aan de rapakivi en zijn bij de intrusie van dit jongste gesteente hierdoor deels weggedrukt. Beiden hebben het uiterlijk van een grofkorrelig, bruin grijsrood gesteente met een lichte foliatie veroorzaakt door de min of meer parallel liggende grote kaliveldspaattabletten; toch zijn zij goed van elkaar te onderscheiden. In de meeste gevallen bezitten 'normale' gra-



AFB. 9 | GEDEELTE VAN DE GEOLOGISCHE KAART VAN ÅLAND, WAAR DE LEMLANDGRANIET IN DE OUDE OERGESTEENTEN IS GEÏNTRUDEERD. BRON (BEWERKT): GEOLOGISK KARTA ÖVER FINLAND, GEOLOGISKA FORSKNINGSANSTALTEN, BERGGRUNDSKARTA BLAD 1012 MARIEHAMN, ÅBO AKADAMI.



AFB. 10 | ONTSluiting van Lemlandgraniet samen met monzoniet. Te zien is dat fragmenten van de laatste, al dan niet plastisch vervormd, door de graniet zijn geassimileerd. Reactieranden zijn ook zichtbaar. Järsö, Bergö, Lemland. Foto van de auteur.

nieten naast de divers gekleurde grote kaliveldspaten een behoorlijk aandeel van veelal bleekwitte/groenachtige plagioklaasveldspaat.

Lemlandgraniet (Afb. 7C) laat zich hiermee eenvoudig onderscheiden door het optreden van donkerrood gekleurde plagioklaas; overigens bestaat er ook een type waar de plagioklaas spierwit van kleur is. Lemlandgraniet heeft een overwegend bruin-oranjeachtige kleurstelling door de veelvuldige aanwezigheid van tot 6 cm grote kaliveldspaat-tabletten en de vele kleine opvallend donkerroodbruin gekleurde plagioklaaskorrels die de grotere veldspaten lijken te omringen. Beide veldspaatsoorten zijn ingebed in een grofkorrelige grondmassa bestaande uit grijze kwarts met clusters van donkere mineralen als hoornblende en biotiet met wat ertspartikeltjes, die gezamenlijk langwerpige aggregaten gevormd hebben. Lemlandgraniet komt ook voor als gelijkkorrelige graniet, grove pegmatiet en

AFB. 11 | APLIETgang in Lemlandgraniet. APLIET is een fijnkorrelige versie met dezelfde mineraleninhoud en vertegenwoordigt de laatste fase van de intrusie. Bij de punt van de hamer is een spiegelende helft te zien van een tweelingkristal van kaliveldspaat.

OPNAME ASKÖ KLUBB, LEMLAND. FOTO VAN DE AUTEUR.

AFB. 12 | LEMLANDPEGMATIET bestaande alleen uit grofkorrelige grijze kwarts en lichtbruine kaliveldspaat. Roodbruine plagioklaasveldspaat ontbreekt.

OPNAME ASKÖ KLUBB, LEMLAND. FOTO VAN DE AUTEUR.

zeer fijnkorrelige apliet; allen vertonen dezelfde kenmerken. Lemlandgraniet treedt vaak samen op met het donkere dieptegeesteente monzoniet (Afb. 10).

Mosshagagraniet (Afb. 7D) is eveneens een grofkorrelige alkali-graniet en onderscheidt zich van de andere grofgranieten door een meer oranjerode kleurstelling van de tot 3 cm grote kaliveldspaat-kristallen en toont met veel witte kwarts en omvangrijkere maar kleinere donkere mineralenclusters een beeld van een bonte drie-kleurengraniet. Het onderscheid met de Lemlandgraniet is extra duidelijk doordat (de bruinrode) plagioklaaskorrels geheel ontbreken. Mosshagagraniet is beduidend minder vaak met pegmatiet-





AFB. 13 | WEGONTSLUITING WAAR LEMLANDPEGMATIETEN DE MONZONIET HEBBEN DOORBROKEN; RECHTS BOVEN IN BEELD IS EEN GANG VAN LEMLANDGRANIEET ZICHTBAAR. DWARS OP DE BREUK VAN DE SYMMETRISCH OPGEBOWDE PEGMATIETBANDEN HEBBEN ZICH GROTE KRISTALLEN VAN KWARTS EN VELDSPAAT ONTWIKKELD. OPMERKELIJK IS DAT DE PEGMATIETBANDEN ENKELE DUNNE VERTICAAL LOPENDE APLIETGANGEN DOORSNEDEN HEBBEN WAARBIJ DE LAATSTE DUS NIET TOT DE VERONDERSTELDE JONGSTE INTRUSIEFASE BEHOREN... OPNAME BIJ JARSÖ. FOTO VAN DE AUTEUR.

gangen doorsneden, geassimileerde fragmenten van monzoniet en andere vreemde gesteentes, komen op een veel kleinere schaal voor dan in de Lemlandgraniet.

Het Lemlandmassief

Het huidige oppervlak van de Lemlandintrusie heeft een omvang van 3 bij 13 km, wat slechts een deel van de originele intrusie is, aangezien deze afgesneden is en vervangen werd door de jongere rapakivigraniet. De hoofdmassa van het Lemlandmassief ligt net ten zuiden van de hoofdstad Mariehamn (zie overzicht Afb. 9). Op de vele eilandjes voor de kust dagzomen talloze interessante ontsluitingen



AFB. 14 | GADOLINIET 'ZON' IN VANG-GRANIEET. EILAND BORNHOLM, DENEMARKEN. DE RADIOACTIEVE BRON VAN HET NOG FRISSE KRISTAL, HEEFT DE OMGEVENDE KWARTS EN VELDSPAAT RADIAAL DOEN SPLIJTEN. BRON: [HTTPS://DE.M.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/DATEI:GADOLINIT-%22SONNE%22,_VANG_GRANITBRUD,_BORNHOLM.JPG](https://de.m.wikipedia.org/wiki/Datei:Gadolinit-%22Sonne%22,_Vang_Granitbrud,_Bornholm.jpg)

waarin de contacten met de oudere gesteentesoorten zichtbaar zijn. De Lemlandintrusie startte met het dieptegesteente monzoniet die later door de binnendringende graniet volledig gebreccieerd werd. Grote monzonietfragmenten (enclaves) zijn in de Lemlandgraniet frequent zichtbaar, soms scherphoekig maar meestal als afgeronde onregelmatige klonten, hetgeen aantoont dat de monzoniet ten tijde van de intrusie deels nog plastisch moet zijn geweest (Afb. 10). Na enkele kleinere voorkomens van gelijkkorrelige graniet, zijn de laatst geïntrudeerde gesteenten de eerdergenoemde Lemlandpegmatiet- en Lemlandaplietgangen.

Lemlandpegmatiet en Lemlandapliet

Het Lemlandmassief is veelvuldig doortrokken met zeer grofkorrelige pegmatietgangen maar is ook doorsneden

met talloze fijnkorrelige smalle lichtoranjeroze gekleurde aplietgangen (Afb. 11). Beide gesteenten komen dikwijls naast elkaar voor en kruisen elkaar zodanig, waaruit blijkt dat de aplietgangen iets jonger moeten zijn dan de eerder gevormde pegmatieten, maar het is ook mogelijk dat een deel van deze gangen behoren tot de later geïntrudeerde rapakivi; zekerheid van deze vermoedens moet nog d.m.v. ouderdomsbepalingen bevestigd worden.

De reguliere pegmatieten zijn opgebouwd uit grofkristallijne rozebruine kaliveldspaat en -grijze kwarts waarbij donkere mineralen ontbreken (Afb. 12). Pegmatietgangen doorsnijden in sommige gevallen ook de eerder geïntrudeerde monzoniet waardoor een complex uitziende mix van gesteentesoorten valt te observeren (Afb. 13). In enkele fraai symmetrisch opgebouwde pegmatieten hebben zich loodrecht op de contactgrens, welgevormde kwarts- en veldspaatkristallen met afmetingen tot wel enkele decimeters ontwikkeld. Sommige pegmatieten zijn samengesteld opgebouwd uit een aantal parallelle zones/gangen die onderling in compositie verschillend kunnen zijn. Deze gangen zijn in de regel tot 2m breed, zijn onregelmatig gevormd en manifesteren zich vaak als dikke lenzen. In sommige pegmatieten komen naast meerdere veldspaattypen ook het licht radioactieve mineraal allaniet voor, in de meeste gevallen nog slechts zichtbaar als verspreid achtergebleven holtes in het door landijs afgeslepen rotsoppervlak.

Het radioactieve mineraal allaniet

Een zeer bijzonder mineralogisch fenomeen in de Lemlandpegmatiet is het plaatselijk optreden van het radioactieve mineraal allaniet, ook wel eens orthiet genoemd. Allaniet is een epidootvariant die o.a. het radioactieve element thorium in meer of mindere mate heeft opgenomen en werd voor het eerst rond 1930 aangetroffen in een grote pegmatiet op de westzijde van het Åvaringcomplex. Gedane chemische studies naar dit licht radioactieve mineraal zijn van groot belang geweest; met de uranium/thorium datering kon de absolute ouderdom van o.m. de Åvagranië definitief worden bevestigd. Allaniet heeft in sommige gevallen t.g.v. de toenmalige hoge radioactiviteit van de kristallen, de directe omgeving van het kristal op een fraaie wijze radiaal verpulverd.

Op de betreffende locatie is met explosieven gewerkt om de economische haalbaarheid te verkennen. Enige monsters zijn later in 1950 alsnog onderzocht en geanalyseerd maar allaniet is sindsdien niet meer op deze locatie aangetroffen; alles wat aanwezig was is met explosieven definitief verwijderd. Op drie andere locaties in de Åvaringintrusie zijn ook soortgelijke voorkomens gemeld; de grote pegmatietgang op het zuidelijke schiereiland van Ängskär (afbeelding in bron 6), een ander klein voorkomen



AFB. 15 | LEMLANDPEGMATIET MET LICHTBRUINE KALIVELDSPAAT EN GRUIZE KWARTS, DE DONKERRODE PLAGIOKLAASVELDSPAAT LIJKEN DE WITTE PLAGIOKLAASVARIANT TE OMZOMEN. OPNAME SKOGSÖ GRUND. FOTO VAN DE AUTEUR.



AFB. 16 | DEEL VAN DE KUSTONTSLUITING OP SKOGSÖ GRUND WAAR IN DE GROFKORRELIGE LEMLANDPEGMATIET MEERDERE ALLANIET 'ZONNEN' BIJEN LIGGEN. TE ZIEN IS DAT DE OMGEVING VAN DEZE KRISTALLEN IN EEN RADIAAL PATROON GEBROKEN IS; ONTSTAAN DOOR DRUK TEN GEVOLGE VAN DE VRIJGEKOMEN HITTE VAN DIT RADIOACTIEVE MINERAAL, 1800 MILJOEN JAAR GELEDEN. FOTO VAN DE AUTEUR.

op de noordwestelijke kust van hetzelfde eiland en in een smalle pegmatiet in het westelijk deel van Långö. Op al deze plaatsen komt allaniet verspreid voor, maar niet in zulke grote hoeveelheden zoals in eerdergenoemde voormalige grote pegmatiet, waar allaniet als grote klonten is aangetroffen.

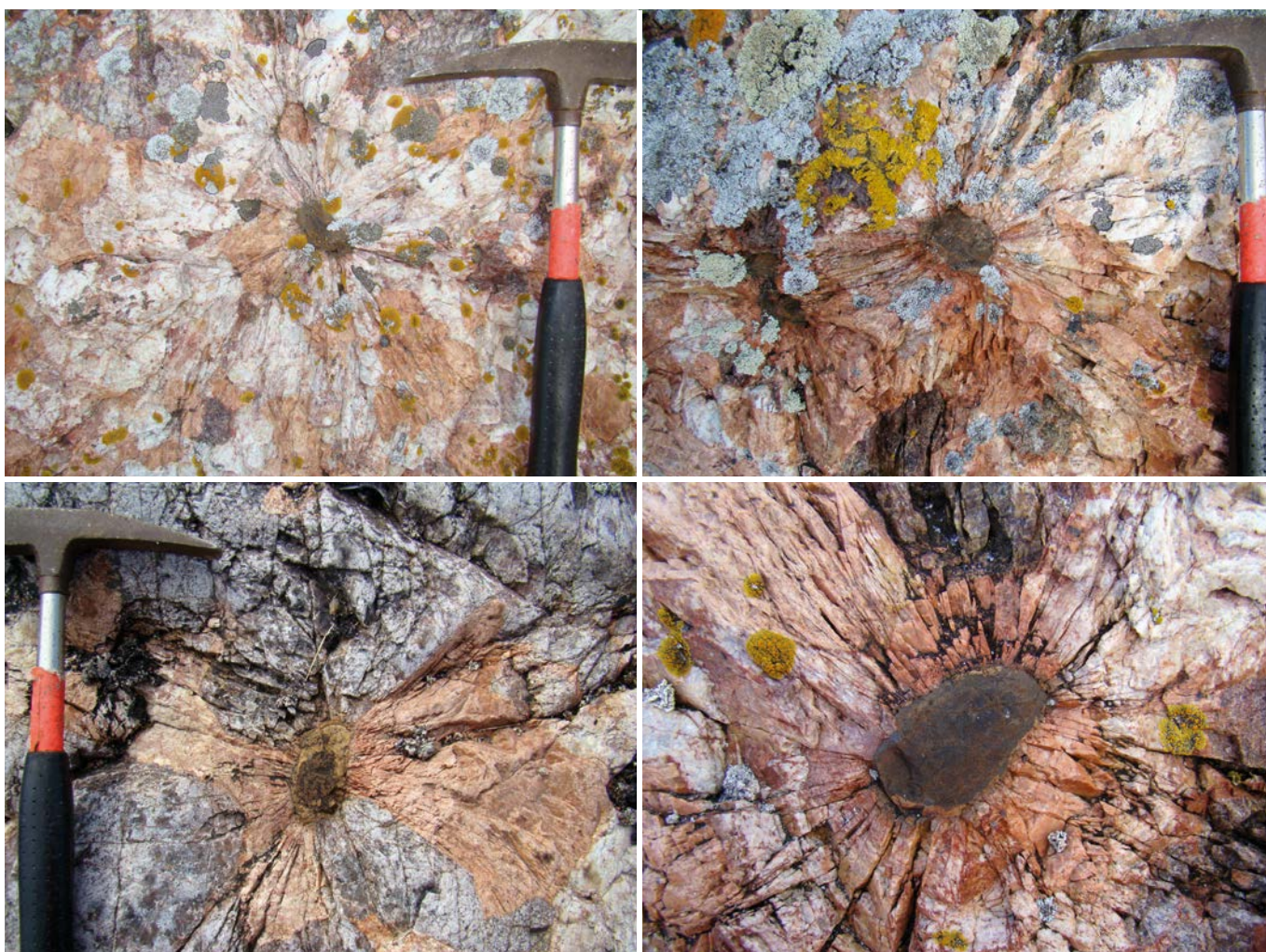
Ook in de Mosshagapegmatiet komt dit fenomeen sporadisch voor; het schijnt dat allaniet in enkele pegmatieten

zelfs rijkelijk voorkomt, maar de enige vermelding die ik heb kunnen achterhalen is die op het eilandje Blekskär waar een fragment van Mosshagagraniet met enige allaniet, door de jongere rapakivi-intrusie is geassimileerd (afbeelding in bron 4).

Een soortgelijk voorkomen waar radioactieve mineralen de directe omgeving hebben beïnvloed, is overigens ook bekend van enkele pegmatieten op het Deense eiland Bornholm, waar in de Vanggraniet en in de Hammergraniet kleine gadolinitkristallen voorkomen die voor een soortgelijk effect hebben gezorgd – zij het op een veel bescheidener schaal – waarbij de gadolinit er hier echter nog fris en onverweerd uitziet (Afb. 14). Genoemde pegmatieten zijn overigens niet te vergelijken met de honderden -veelal in de jaren 1960/70 geëxploiteerde- zeldzame-aarden-pegmatieten in het gebied rondom Evje/Iveland in Zuid-Noorwegen; daar zijn dergelijke fenomenen voor zover ik weet niet aangetroffen. Wel is bekend dat gadolinit uit dit gebied de directe omgeving van het kristal in veel gevallen heeft voorzien van een goed zichtbare bruine corona.

Het voorkomen van allaniet op Skogsö grund, Lemland

Radioactieve mineralen zijn naast de genoemde voorkomens op Åva en Mosshaga, in het Ålandgebied ook in de Lemlandgraniet aangetroffen. Op de kust van het relatief kleine eilandje Skogsö grund, ten zuidwesten van Lemland (precieze locatie zie Afb. 9), dagzomen zeer grofkorrelige en kwartsrijke pegmatieten die vele verschijningsvormen laten zien. Meestal is er sprake van grove partijen bestaande uit alleen roze kleurige kaliveldspaat en donkergrijze kwarts, soms zijn er grote clusters van spierwitte plagioklaas bij aanwezig die omgeven zijn met een rand van bruinrode plagioklaas (Afb. 15). Hier en daar op afgesleten rotsoppervlakten, zijn sporen aan te treffen van centimetergrote putten waaruit de licht radioactieve allaniet al lang geleden verweerd is. Op slechts één locatie aan de kust heb ik na een kleine zoektocht, een concentratie van relatief dicht bijeen liggende tot 5cm grote allanietkristallen aangetroffen (Afb. 16). Deze ontsluiting zag er opmerkelijk fris uit zonder tekenen van enige economische bedrijvigheid; reden om deze plek dan ook als een stukje



AFB. 17 | ENKELE VOORBEEDEN WAAR RADIOACTIEVE ALLANIET DE OMGEVENDE VELDSPATEN EN KWARTSEN RADIAAL HEEFT VERPULVERD. FOTO'S VAN DE AUTEUR.

geologisch erfgoed te beschouwen. Vanwege de toenmalige zeer lage waterstand was deze locatie prachtig ontsloten; of dit in de toekomst ook zo blijft, is alleszins onzeker. Kruiend ijs heeft na strenge winters deze door gletsjers afgesleten rotsformatie mooi schoon weten te houden, iets wat vandaag de dag een minder voor de hand liggend fenomeen lijkt te zijn.

Wat heeft nu dit opvallende breukpatroon (Afb. 17 ABCD) veroorzaakt? Door het toenmalige verval van enkele radioactieve elementen en de t.g.v. een hoog stralingsniveau ontstane hitteontwikkeling, zou het volume van dit radioactieve mineraal zijn toegenomen. Het gevolg was dat de omgevende grote kristallen van rode kaliveldspaat en witte plagioklaas, door uitzetting in een fraai radiaalstralig patroon verpulverd zijn tot wel 20cm van de bron af; kwarts lijkt hierbij minder gevoelig voor te zijn geweest. Het is dus niet de vrijgekomen hitte maar de ontstane druk die verantwoordelijk is geweest voor deze radiaalstralige breukpatronen. De oorspronkelijke rechthoekige kristalvorm van allaniet is vandaag de dag in sommige gevallen nog steeds zichtbaar, een zwarte rechthoekige kern met een dunne, bruine kleisteenachtige verweringskorst (Afb. 18). Het huidige stralingsniveau is zeer gering te noemen maar toch blijft het een bijzondere gewaarwording dat na ruim anderhalf miljard jaar, de radioactiviteit van dit bijzondere mineraal nog steeds meetbaar aanwezig is...

Contact: xander.de.jong@debastei.nl

Bronnen

- (1) Bergman Leif. *Berggrunden inom Signilskär, Mariehamn och Geta kartblad. Pre-Quaternary rocks of the map-sheet areas 0034 + 0043, Geologisk-mineralogiska Institutionen. Åbo Akademi Finland. Esbo 1981.*
- (2) Ehlers Karl & Ehlers Mary. *Berggrunden inom Kumlinge kartblad, Pre-Quaternary rocks of the Kumlinge map-sheet area 1023, Geological Survey of Finland, Espoo 1981.*
- (3) Ehlers C & Haapala I a.o. *Rapakivigranites and postorogenic granites of southwestern Finland, Opas – Guide 27, Excursion A1, Symposium Precambrium granitoïds, petrogenesis, geochemistry and metallogeny, University of Helsinki, Finland Espoo 1989.*
- (4) Hammergren P & Sandahl K. *Nordisk Geologexkur-*

AFB. 18 | VOOR- EN ACHTERZIJDE VAN EEN LOSGELATEN KRISTAL-FRAGMENT VAN ALLANIET; BINNEN GLANZEND ZWART, BUITEN EEN DUNNE ROESTBRUINE VERWERINGSLAAG. DE OORSPRONKELIJKE RECHTHOEKIGE KRISTALVORM IS GOED BEWAARD GEBLEVEN. SKOGSÖ GRUND, AFM. 5,3 BIJ 3,8 CM, DIKTE 1CM. FOTO VAN DE AUTEUR, COLLECTIE: MUSEUM DE BASTEI NIJMEGEN.

sion I den södväst Finska skärgården 1983. Reserapport Sveriges Geologiska AB. Division Prospektering ID.nr PRAP 83533. Åland. pp 21-37.

(5) Hausen Hans. *Geologisk beskrivning över landskapet Åland. Skrifter utgivna av Ålands kulturstiftelse IV, Mariehamn 1964.*

(6) Kaitaro S. *Geologic structure of the late pre-Cambrian intrusives in the Åva area, Åland islands. Geologinen tutkimuslaitos. Bulletin de la Commission Géologique de Finlande No 162. Helsinki 1953 pp 47-59.*

(7) Suominen, Veli. *The chronostratigraphy of southwestern Finland with reference to Postjotnian and Subjotnian diabases, Geological Survey of Finland, Bulletin 356, Espoo 1991.*

