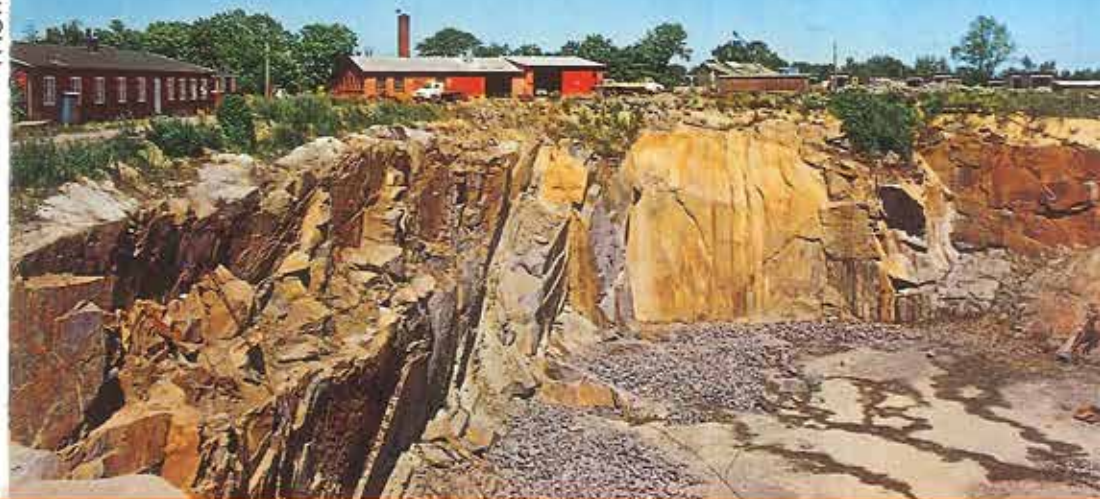




GEOLOGI PÅ BORNHOLM

GEOLOGI PÅ BORNHOLM



VARV 1969

VARV

BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER

MINERALOGISK MUSEUM

ØSTERVOLDGADE 5-7, 1350 KØBENHAVN K

TELEFON MI 5001, POSTGIRO 68880

VARV

EKSKURSIONSFØRER NR. 1

HELGE GRY

TOMMY JØRGART

VALDEMAR POULSEN

REDAKTION: MONA HANSEN

Længe efter størkningen af de sidste graniter trådte det bornholmske grundfjeld ind i en ny fase, i hvilken grundfjeldet, som stadig må tænkes at have ligget dybt i bjergkædens indre, blev udsat for store spændinger. Herved gik det i stykker i kilometer-store blokke, der forskød sig lidt (op til nogle få hundrede meter) i forhold til hinanden. Bevægelserne foregik langs plane flader, bevægelseszoner, hovedsagelig med retninger mellem nord-syd og nordøst-sydvest. I bevægelses-zonerne blev det stive grundfjeld knust. Det knuste materiale er siden ved forvitring og erosion ført bort i vid udstrækning. Således har isen under de kvartære nedisninger udmodelleret de bredere bevægelses-zoner til de såkaldte sprækkedale. Ikke alle bornholmske sprækkedale er dannet efter et helt så simpelt mønster.

I nogle tilfælde blev dannelsen af bevægelses-zoner nemlig efterfulgt af helt andre begivenheder. Dette skete, når bevægelses-zonerne under deres dannelse fik forbindelse med områder i dybet, hvor mørke smeltmasser, i sammensætning svarende til den vulkanske bjergart basalt, befandt sig. I så fald brød basalten ind i bevægelses-zonerne og spulede det knuste grundfjeld væk. En del af den smeltede basalt trængte muligvis helt op på jordoverfladen og størknede der. En anden del nåede aldrig længere end til tilførselskanalerne, det vil sige de tidligere bevægelseszoner. Her størknede smelten til en bjergart, der er grovere end basalt. Fra gammel tid har man kaldt en sådan bjergart for diabas, men betegnelsen dolerit bruges af mange geologer.

I det bornholmske grundfjeld findes op til 60 meter brede diabasgange. Diabas-gangene forvitrer ofte lettere end granit og gnejs og en del af de bornholmske sprækkedale er udskrabede diabasgange. De sidste diabas-rester kan stedvis ses i dalenes sider.

Ikke alle sprækker og bevægelses-zoner er fra prækambrium (jævnfør side 22 og 57). De yngre sprækker har gennemgående en anden retning end de prækambriske.

Indtrængningen af diabasen er den sidste prækambriske begivenhed, man har kendskab til, idet Nexø-sandstenen henføres til eokambrium, det vil sige en overgangsperiode mellem prækambrium og kambrium.

Da kronologien i prækambrium er så enkel (stort set: 1) gnejs, 2) granit, 3) sprækker og diabas, sker der ikke nogen større skade ved, at man bytter om på rækkefølgen af grundfjeldskaliteterne i sit turprogram.

Geologi på Bornholm

VARV EKSKURSIONSFØRER NR. 1

Helge Gry
Tommy Jørgart
Valdemar Poulsen

Redaktion: Mona Hansen

København 1969

Bornholm er det eneste sted i Danmark, hvor man kan finde lag og dannelser fra de ældre tidsafsnit af Jordens historie. Her forekommer de ældgamle (prækambriske) krystallinske bjergarter, granit og gnejs, og de forsteningsførende sandsten, skifre og kalksten fra Jordens oldtid og midaldertid (palæozoikum og mesozoikum).

Et ophold på 3-4 dage, ligeligt fordelt mellem prækambrium (side 3-22), palæozoikum (side 23-41) og mesozoikum (side 42-60) giver mulighed for at besøge alle de omtalte lokaliteter. Kvartærtidensdannelser må besees undervejs. Ved kortere besøg må lokaliteterne kombineres på andre måder.

Mange lokaliteter ligger på privat grund, men ejerne har altid med forståelse og velvilje tilladt adgang til lokaliteterne. Vi må som gæster tage hensyn til ejernes interesser, og vi må værne om lokaliteterne selv, så andre besøgende også kan få glæde af et besøg.

Til støtte for læseren er den geologiske fører illustreret med nye tegninger og fotografier. I de fleste tilfælde er illustrationerne udarbejdet af Christian Rasmussen efter eksisterende forlæg.

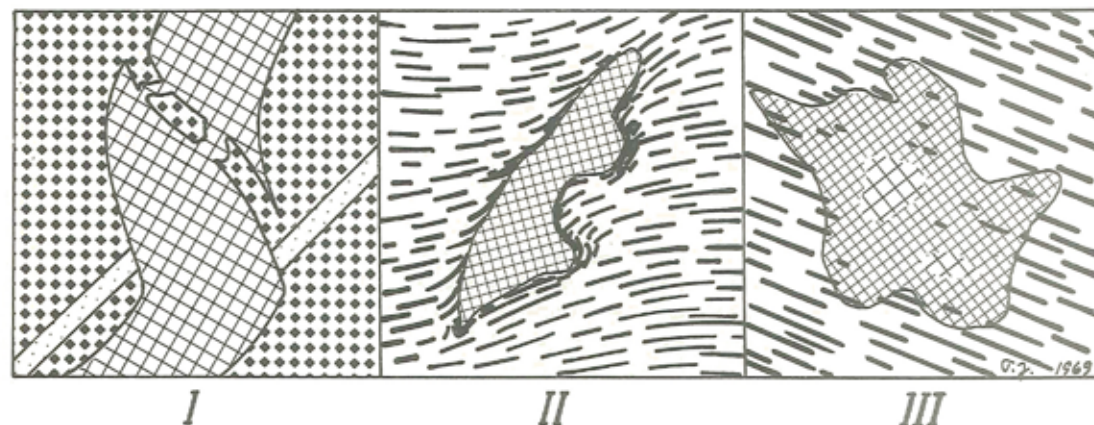
En geologisk fører til at tage med i naturen må nødvendigvis være ret kortfattet, og den der ønsker at vide mere om Bornholms geologi kan henvise til "Danmarks Natur", bind 1, Landskabernes Opståen (Politiken 1967) eller H. Wienberg Rasmussen: Danmarks geologi (Gjellerup, 1969). "Sten i farver" (Politiken 1967) giver udmærkede beskrivelser og billeder af vigtige mineraler og bjergarter. Turistkort over Bornholm (1:60000) vil være en god hjælp til lettere at finde frem til lokaliteterne, hvis position er angivet i forhold til netop dette kort.

GEOLOGI PÅ BORNHOLM er trykt af ÅRHUS STIFTSBOGTRYKKERIE A/S.

Mekanisk, fotografisk eller anden gengivelse af dette hefte eller dele deraf er ikke tilladt i følge lov nr. 158 af 31. maj 1961 om ophavsret.

© Tidsskriftet Varv, Mineralogisk Museum, København.

Forsidebilledet viser Klippeløkke stenbrud (se side 20). VP.fot.



Signaturer: Stribet: gnejs - sorte kvadrater: granit - prikker: aplit - kvadratnet: leukogranit og pegmatit.

Figur 3. Bornholmsk leukosom. De tre hovedtyper.

Type 1: dannet ved dilatation. De to sider af pegmatitgangen passer til hinanden som to brikker i et puslespil.

Type 2: dannet ved differentiation. De mørke mineraler, som før hørte hjemme i det volumen som leukograniten nu indtager, er samlet i den basiske front.

Type 3: dannet ved replacering. Gnejsens stribning er tilsyneladende ikke forstyrret.

sisk front. Type 3 er dannet ved replacering, det vil sige legemerne indtager et volumen i graniten tilsyneladende uden at forstyrre ældre strukturer (stribningen). De mørke mineraler er blevet erstattet af de lyse, uden at det er muligt at afgøre, hvor de mørke mineraler er ført hen.

I almindelighed virker de tre dannelsesmekanismer i fællesskab. Den drivende kraft er i alle tilfælde, at den leukogranitisk smelte søger at samle sig på steder, hvor trykket er lavere end i resten af bjergarten. Det er let at forstå, at der kan være undertryk under åbning af en spalte, som når type 1 dannes. For type 2 og 3 gælder det samme imidlertid, idet disse fortrinsvis er anlagt i zoner med bøjning og strækning; netop i sådanne zoner opstår nemlig undertryk.

Type 1 er almindeligst i de mørke og intermediære graniter, i hvilke leukosomet ofte er udviklet som en zonar pegmatit med kvarts i midten og feldspat i randen. Type 2 og 3 forekommer hyppigst i gnejsen.

graniten er i det mindste lidt yngre end Vang-graniten, som den skærer. Vang-graniten på sin side er selv yngre end gnejsen (se lokalitet 7). De andre yngre graniter aldre indbyrdes eller i forhold til disse to graniter kan ikke afgøres på forsvarlig vis. Det simpleste tilfælde, at alle graniterne er nogenlunde samtidige, er det, der er lettest at forklare. En hel ny teori viser, hvordan dette kan ske.

Læs om de ældre opfattelser i Danmarks Natur, bind 1 Politiken 1967 eller H.Wienberg-Rasmussen: Danmarks Geologi, Gjel-lerup 1969.

Teorien hviler på det ved laboratorieforsøg viste forhold, at opsmeltningen af grundfjeldsbjergarter til at begynde med så godt som udelukkende rammer de lyse mineraler, kvarts og feldspat. Hvis smelten ved pres-set under bjergkædefoldningen tvinges ud af den delvis smeltede bjergart som vandet af en svamp, vil den tilbageblevne del af bjergarten have en større andel af mørke mineraler. Af denne del vil der kunne opstå en mørkere granit. Den frigjorte smelte vil på den anden side kunne størkne til en helt lys granit, som efter kornstørrelsen vil kunne kaldes pegmatit (meget grov), leukogranit (almindelig granitisk kornstørrelse) eller leukoaplit (finkornet). Alle disse bjergarter, som tilsammen betegnes leukosom, findes i det bornholmske grundfjeld i små legemer og gange. Deres sammensætning svarer som en bekræftelse på, at de har været smeltet netop til den, man kender fra laboratorieforsøg over smeltning af granitiske bjergarter. Beregningerne viser, at nogle af de mørke graniter i det bornholmske grundfjeld virkelig må kunne dannes ved subtraktion af en passende mængde leukogranitisk materiale fra en almindelig bornholmsk gnejs. Ligeledes kan det vises, at nogle af de lyse graniters sammensætning kunne være fremkommet ved tilførsel af dette materiale til gnejsen. Det skal bemærkes, at de omtalte beregninger kun er i stand til at vise, at de skitserede processer kan foregå. De viser ikke, at de faktisk er foregået.

På mange lokaliteter er der gode muligheder for at studere leukosomet og dets forhold til sidestenen. Selv om det må regnes for sikkert, at bjergartsmaterialet i leukosomet er den udkrystalliserede lyse smeltetmasse, er legemerne ikke dannet på helt samme måde. Strukturerne viser dette (se figur 3). Der kan udskilles tre hovedtyper. Type 1 er dannet ved dilatation, det vil sige åbning og udvidelse af en sprække, hvor det smeltede leukogranitiske materiale kan sive ind. Type 2 er dannet ved differentiation, det vil sige opdeling af udgangsbjergarten i en lys (leukogranitisk) og en mørk bestanddel, fortrinsvis således, at den mørke del koncentrerer sig umiddelbart op af det leukogranitiske legeme som en såkaldt ba-

PRÆKAMBRIUM

af Tommy Jørgart

Fra denne periode stammer det krystallinske grundfjeld. Dette udgøres næsten udelukkende af granitiske bjergarter, det vil sige sådanne, som har feldspat og kvarts som hovedmineraler. Granitiske bjergarters dannelse hænger sammen med bjergkædefoldning. En bjergkædefoldning indledes med dannelsen af et aflangt hastigt indsynkende havbassin, en geosynklinal, i hvilken enorme mængder af sediment og vulkanske bjergarter aflejres. Lang tid senere foldes disse aflejringer op til en bjergkæde. Under bjergkædens dannelse bliver de geosynklinalbjergarter, der ligger dybest, udsat for temperatur og tryk, der er tilstrækkelige, til at forvandle dem til granit og gnejs, en slags båndet eller stribet granit. Det bornholmske grundfjeld repræsenterer med andre ord et dybt niveau i en bjergkæde, hvis øverste dele forlængst er eroderet bort.

Vil man vide mere om dannelsen af bjergkæder, se da Henning Spørensen: Vor Jordklode, Søndagsuniversitetet. Munksgård 1963.

Der er ikke mange spor tilbage af de oprindelige geosynklinalbjergarter. Alligevel kan man af og til være heldig at finde rester af dem, især kvartsit, som små indeslutninger i granit og gnejs. Gnejs med båndet struktur synes selv at kunne tolkes som et sediment, eller rettere et metasediment, det vil sige et omkrystalliseret sediment, i hvilket omdannelsen ikke har været så stærk, at den oprindelige lagdeling er gået tabt.

Forfatteren beklager de mange geologiske fagudtryk, der måske gør læsningen vanskelig. Han har foretrukket disse på grund af deres præcise betydning, som kun i få tilfælde ville bevares ved oversættelse til dansk.

Ordforklaringer er i reglen anført første gang et fagudtryk forekommer i teksten. Ordlisten bag i bogen har desuden medtaget forklaringer på den geologiske betydning af nogle almindelige ord.

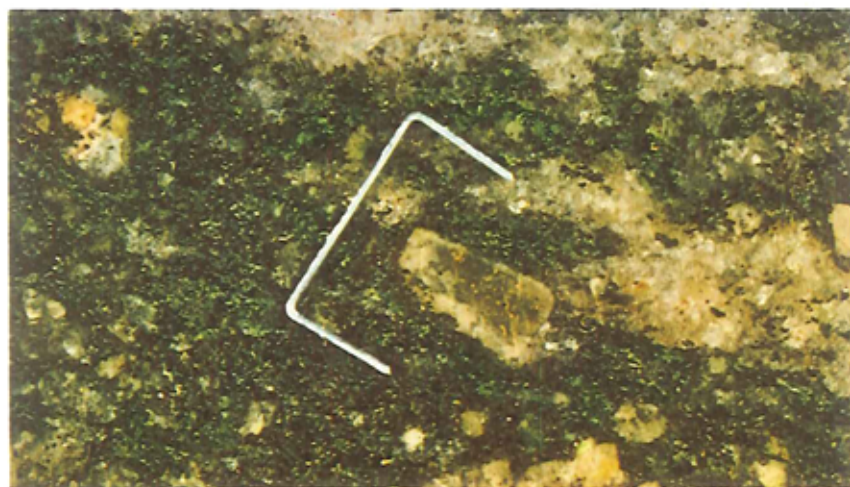
I den almindelige gnejs (også kaldet stribet granit eller gnejsgranit) er omdannelsen gået videre og de oprindelige sedimentære eller vulkanske strukturer kan ikke længere erkendes. Gnejsens stribning har næppe nogen simpel relation til oprindelige lagflader, men skyldes sandsynligvis en deformation, der har udtværet de mørke mineraler.

Side om side med gnejsen findes en del større områder med egentlige graniter, som adskiller sig fra gnejsen ved at mangle bånding eller stribning samt ved at være grovere end denne. Graniterne indeholder de

samme mineraler som gnejsen, nemlig den kødrøde eller grå kalifeldspat, den grågrønne plagioklas (natrium-kalcium-feldspat), den klare kvarts, den mørke glimmer (biotit) og den sorte hornblende. Alle disse mineraler er i hvert fald i graniterne synlige med det blotte øje. Derudover forekommer nogle mineraler, der kun kan ses i mikroskop.

De nævnte mineraler indgår i forskellig mængde i de forskellige bornholmske grundfjeldsbergarter. Gnejsens sammensætning varierer ikke så meget fra det ene sted til det andet, omend der findes både mørke og lyse typer. Anderledes med graniterne. Nogle af disse indeholder et overskud af plagioklas og mørke mineraler i forhold til gnejsen (mørke graniter), medens andre er beriget på kalifeldspat og kvarts (lyse graniter). Atter andre har samme sammensætning som gnejsen (intermediære graniter).

For nylig er det blevet vist, at nogle af de egentlige graniter er dannet på stedet ved opsmeltning af gnejsen. Opsmeltningen kan tydeligst demonstreres ved sin indflydelse på opbygningen af plagioklaskornene. Plagioklasen er nemlig opbygget af to hovedzoner, en kalciumrig kerne og en natriumrig kappe adskilt fra hinanden med en uregelmæssig grænse. Den kalciumrige kerne er en rest af et ældre korn, som ikke er blevet helt smeltet, medens den natriumrige kappe er afsat af den størknende smelte. Alle bornholmske graniter og gnejsen indeholder sådan "uregelmæssig zonar plagioklas", som et sikkert tegn på, at opsmeltning har fundet sted. Det er desværre kun sjældent, denne interessante struktur kan iagttages i håndstykke (figur 1).



Figur 1. Plagioklas-korn visende uregelmæssig zonaritet. Foto af poleret Paradisbakke-gnejs; som målestok er anvendt en hæfteklamme. Man ser klart de to karakteristiske zoner i plagioklas-krystallen. (Foto af Preben Nielsen).



At dømme efter forholdet mellem kerne og kappe i uregelmæssig zonar plagioklas har opsmeltningen i graniterne været mere fremskreden end i gnejsen. Al bornholmsk gnejs synes dog at have været i det mindste lidt smeltet. Man må imidlertid forestille sig, at smelten ikke har udgjort nogen stor andel i gnejsen, som derfor ikke har mistet sin sammenhæng og sribning. I graniterne, som har været mere smeltet, har krystallerne derimod haft en vis bevægelsesfrihed. Resultatet blev en nedbrydning af udgangsbjergartens struktur. Forholdet mellem granit og gnejs er vist diagrammatisk på figur 2. Den skitserede model åbner mulighed for både skarpe og gradvise overgange mellem granit og gnejs. Begge dele kendes fra det bornholmske grundfjeld.

Gnejsen og de forskellige egentlige graniters indbyrdes aldre ved man ikke ret meget om. Det er klart, at de graniter, som opstår af gnejsen ved opsmeltning, og som i nogle tilfælde direkte ses at skære gnejsens sribning, må anses for yngre end denne. Det bør imidlertid ikke overses, at gnejsen i sin nuværende form helt eller delvist er dannet under påvirkning af den samme varmetilførsel, som kulminerede med den stærke opsmeltning i den del af grundfjeldet, der siden størknede til granit. Om graniternes smeltede op samtidig eller på forskellige tidspunkter er et spørgsmål, der ikke er mange holdepunkter for at besvare. Det er dog sikkert, at Hammer-

Figur 2. Skematiseret profil på tværs af en granit-gnejs kontakt under opsmeltningens maximum. Profilet må tænkes at være kilometer-langt. Gnejsen ligger øverst, graniten nederst - nærmest varmen. Kontakten cirka i midten.

Lokalitet 18: ONSBÆK

Prækambrisk landoverflade.

(Syd for bivej, lige ved vejgaffel - vanskelige parkeringsforhold.)

I selve bækkejet og i østbrinken ses smuldrende, rødforvitret gnejs. Her og der optræder lyse partier, der er forvitret pegmatit (bedes venligst skånet). Den røde farve skyldes jernforbindelser, som er dannet ved nedbrydning af jernholdige mineraler i gnejsen. Denne lokalitet kan vise, hvordan den bornholmske prækambriske landoverflade så ud, inden Nexø-sandstenen blev aflejret.

Lokalitet 19: GADEBY

Grænsen mellem gnejs og Nexø-sandstenen.

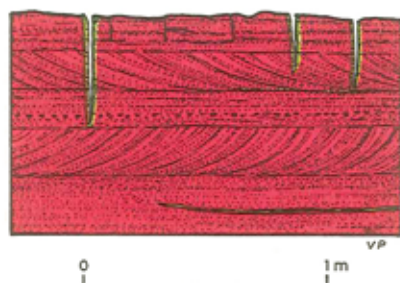
(Øleå lige nord for landevejen. Gå ud fra nordlige bivejs skæring med åen og fortsæt langs Øleå til landevejen.)

Denne strækning af Øleå ligger lige ved grænsen mellem gnejs og Nexø-sandstens bundlag. Hvis der ikke er for meget vand i åen, vil man i ålejet længst borte fra landevejen kunne se den forvitrede gnejs - karakteriseret af de modstandsdygtige, skarpkantede kvartskorn, mens feldspaten og de mørke mineraler (hornblende og biotit) er stærkt forvitrede. Længere nede ad åen ses sandstens bundlag, som her udgøres af rød sandsten af vekslende kornstørrelse - men altid med velafrundede kvartskorn tydende på en betydelig transportlængde og gentagen omlejring af forvittringsmaterialet. Sandstenen kan indeholde en del feldspat.

Lokalitet 20: GADEBY

Eokambrisk Nexø-sandsten.

(200 meter nord for landevej, øst for bivej.)



Figur 5. Skrålejrning (deltadannelse) i Nexø-sandsten

Lokalitet 1: KNARREGÅRD

Stenbrud i gnejs med leukosom.

(Tilkørslen til bruddet kan anvendes af små biler. Busser må holde på bivejen).

Dette brud er et af de få steder, hvor frisk gnejs kan studeres. I modsætning til gnejsen i overfladen, som på grund af forvitring har en rødlig farvetone, er den friske gnejs ren grå. Knarregård-gnejsen tilhører den lyse gnejsvarietet, der forekommer udbredt på det nordlige Bornholm, men i strukturen er den magen til al anden bornholmsk gnejs, både lys og mørk. Man ser tydelig stribning og kan konstatere, at denne er fremkommet ved, at mange mørke mineralkorn er samlet i flade eller aflange hobe, der er parallelt ordnet. Ligesom i hovedparten af det bornholmske gnejsområde holder stribningen gennemgående mod nord.

De friske vægge i bruddet giver usædvanlig gode muligheder for at studere leukosomet og dets forhold til gnejsen. Det er hovedsagelig små legemer af leukogranit og pegmatit opstået ved differentiation og replacement (se side 6-7). Man observerer, at leukosomet fortrinsvis ligger i zoner, hvor stribningen er bukket eller på anden måde deformeret. Opsmeltningen, som er nødvendig for dannelsen af leukosomet, er åbenbart samtidig med deformationen. Basiske fronter er ofte tydelige. Stærkt småfoldede leukoaplit-gange ses af og til i bruddet.

Knarregård-gnejsen indeslutter ofte linseformede legemer af en mørkegrå, finkornet bjergart næsten uden stribning. Der er måske tale om rester af bjergarter fra før gnejsens dannelselse.

Husk at brydning i stenbruddene bevirker, at gamle iagttagelser ikke altid kan gøres på ny. Til gengæld er der gode muligheder for at som den første at studere de nye snit.

Lokalitet 2: PRÆSTEBØ

Stenbrud i Paradisbakke-gnejs (-migmatit).
(200 meter syd for bivejen nord for Paradisbakkerne, 700 meter vest for Paradisgårde. Parkering på bivejen.)

Paradisbakke-gnejsen består af to komponenter: en mørk, finkornet, oftest sribet hovedmasse og et lyst leukosom, der udgør cirka 20%. Leukosomet består af talrige tætliggende korte parallelle årer af leukogranit, hvilket giver bjergarten et særpræget flammet udseende. En sådan bjergart, der ser ud som om den er blandet af to forskellige bjergarter betegnes som en migmatit, hvorfor Paradisbakke-gnejsen i vore dage oftest kaldes Paradisbakke-migmatiten. Næsten al bornholmsk gnejs er migmatitisk (jævnfør lokalitet 1), men kun Paradisbakke-gnejsen er det i udpræget grad.

Beregninger sandsynliggør, at Paradisbakke-gnejsens migmatitiske karakter er opstået ved differentiation af en mørk gnejs (se side 6). Man må tænke sig, at den leukogranitiske smelte har samlet sig i årerne på grund af et undertryk her (bøj eller vrid et gammelt viskelæder eller en klump ler, så opstår der revner af lignende form som årerne i Paradisbakke-gnejsen). Opsmeltingen i Paradisbakkerne har ikke været tilstrækkelig til at destruere den ældre sribning (se side 5). Længere øst på har varmetilførslen imidlertid været stor nok til at dette er sket. Her dannedes så Svaneke-graniten.

En kvartsitisk indeslutning ses ved siden af kranen.

Billeder af de fleste bornholmske graniter kan ses i K. Cal-lisen og H. Gry's: Sten i farver, Politiken 1967.

EOKAMBRIUM OG PALÆOZOIKUM

af Valdemar Poulsen

Efter de voldsommere begivenheder længere tilbage i prækambrium, hvor graniten og gnejsen opstod og senere blev gennemskåret af brudzoner - lejlighedsvis udfyldt af den vulkanske diabas, indtrådte mod slutningen af prækambrium i det eokambriske tidsafsnit en mere rolig fase i Bornholms udvikling.

I det store hele var der tale om stabile forhold gennem længere tidsrum, og under de betingelser får lagserien et karakteristisk præg. Først skete der en nedbrydning af graniterne, og den modstandsdygtige kvarts kom sammen med delvis nedbrudt feldspat til aflejring i vandløb og søer i terrænets lavninger. Ved begyndelsen af kambrium skyllede havet ind over Bornholm, og på den tid dominerede sandaflejringer endnu. Efterhånden blev de omgivende landområder tæret godt ned, og vandløbene førte kun de finere partikler med - havdybden steg, og havaflejringerne blev for det meste mere finkornede, som det fremgår af store dele af lagserien fra mellem-kambrium til silur.

Dyrelivet i havet var domineret af to dyregrupper - trilobiter og graptoliter. Rester af trilobiter, en nu uddød leddyrgruppe, findes fra og med mellem-kambrium. De havde mange ens kropsled, mens leddene fortil og bagtil var smeltet sammen til et stort hoved- og haleskjold. I nedre ordovicium kom de første graptoliter - små kolonidannende dyr, hvis individer sad i små bægre eller rør langs koloniskelelettets grene. Nu ses resterne som grafit-skinne hider på skifrenes lagflader. Til trods for et meget primitivt udseende må graptoliterne have været en højstående dyregruppe - det fremgår af strukturerne hos nulevende slægtninge. Mange andre dyregrupper var repræsenteret, men spillede en mindre rolle.

Variationen og afbrydelserne i lagserien fra kambrium til silur viser en stadig vekslen mellem hævnings og sænkninger, men endnu tidligt i silur blev Bornholm efter aflejring gennem 300 millioner år en del af det nordeuropæiske kontinent. Fra resten af den palæozoiske æra - perioderne yngre silur, devon, karbon og perm, kendes ingen aflejringer på øen, og nedbrydning må atter have været den dominerende proces. På et senere tidspunkt er dannelserne blevet forsat langs forkastninger, der har delt det sydlige Bornholm op i en kompliceret mosaik af blokke (se kortet side 32). Derved er flertallet af blokkene kommet til at hælde mod syd.

Rækkefølgen af de eokambriske-silure dannelser vil fremgå af efterfølgende gennemgang af lokaliteterne, der følger i kronologisk orden.

Lokalitet 16: GULE HALD

Diabasgang.

(En lille halvø cirka 200 meter øst for Listed Havn. Parkering på strandvejen eller ved havnen.)

En cirka 30 meter tyk diabasgang (doleritgang) skærer Svaneke-graniten. Gangen er grovest i midten, mens kontaktzonen er mere finkornet på grund af den hurtigere afkøling og krystallisation nær den kolde granit. Nogle store plagioklaskrystaller, alene eller nogle få sammen, findes hyppigt i kontaktzonen. De er imidlertid ikke udkrystalliseret fra diabassmelten, men er løsrevet fra den omgivende Svaneke-granit. Dette fremgår foruden af den store kornstørrelse også af plagioklasens kemiske sammensætning. Nogle store kvartskorn i diabasen stammer også fra graniten. Diabasen selv består hovedsagelig af calciumrig plagioklas og pyroxen.

Både diabasen og graniten gennemskæres af cirka 1-25 cm tykke øst-vest gående sandstensgange, som er sandfyldte revner i grundfjeldet. De er meget yngre og anses for samtidige med Balka-sandstenen.

Lokalitet 17: JONS KAPEL

Strandklipper med ovn.

(Parker ved hotellet. Hvis tiden tillader det, bør man spadsere herfra ad strandstien mod nord og rundt om Hammer-knuden. Skoleklasser i bus kan eventuelt afhentes i Sandvig.)

Vejen ned til stranden går gennem en kløft med lodrette vægge opstået ved forvitring af en diabasgang. Den forvitrede diabas ses langs trappen. Ovn, som er en dyb hule på sydsiden af strandklippen, er ligesom denne udformet af bølgeslaget.

På turen ad strandstien ses mange former for geologisk virksomhed repræsenteret, heriblandt sprækkedale, strandklipper (Løvehovederne) og ovne (nord og syd for Hammershus ruin). Lokalitet 7 og 9 ligger næsten på ruten.

Lokalitet 3: HELLETSGÅRD

Stenbrud i Svaneke-granit.

(Alle biler må parkere på bivejen. Indkørsel er ikke tilladt på den private vej til gården.)

Svaneke-granit er Bornholms groveste granit med en kornstørrelse på op til 2 cm. Blandt de store korn dominerer den kødrøde kalifeldspat, der herved præger granitens farve og øvrige udseende i ganske særlig grad. På denne lokalitet kan Svaneke-graniten være noget stribet, men dette ændrer iverd ikke dens udseende ret meget, og den ligner aldrig gnejsen, da denne er langt mere finkornet. Stribningen i Svaneke-graniten bøjer uden om de store kalifeldspatkorn og får derved et bølgende forløb.

Der findes pegmatitgange og indeslutninger af mørke bjergarter i bruddet.

Lokalitet 4: ÅRSDALE

Kyst med Svaneke-granit, der forvitrer til Årdsale-grus.

(Umiddelbart nord for Årdsale. Parkering i siden af den gamle landevej.)

Den smuldrende Svaneke-granit efterlader store kugleformede klipperester, der rager op, medens gruset falder i lavningerne. Smuldringen er en følge af de mindre bestandige mørke mineralers forvitring. Denne fremmes antagelig af, at forkløftninger i graniten tillader fri passage af det ødelæggende vand. Omlejret Årdsale-grus findes og graves i store grusgrave langs landevejen mellem Årdsale og Svaneke.

I de faststående kystklipper ses talrige pegmatitgange og indeslutninger af en mørk gnejs.

Lokalitet 5: STRANDEN VEST FOR LISTED

Grænse mellem Svaneke-granit og gnejs.
(Parker ved Listed havn. Følg stranden cirka 500 meter mod vest til lokaliteten.)

Den grovkornede Svaneke-granit med de afrundede kystklipper afløses mod vest af gnejsens mere skarpe fladbænkede kystterræn. Overgangen fra granit til gnejs sker inden for få cm eller dm. En overgangszone med lyse bjergarter (leukosom) findes langs kontakten. Leukosomet sender tunger ind i gnejsen, som replaceres.

Svaneke-graniten har omtrent samme sammensætning som gnejsen og er derfor antagelig opstået udfra denne ved opsmeltning på stedet (*anatexis*). Leukosomet i grænsen er en isoleret rest af det smeltede materiale, muligvis koncentreret her som følge af de særlige spændingsforhold mellem de to mekanisk forskellige bjergarter.

Gnejsen vest for kontakten er ikke nogen normal bornholmsk gnejs, idet den i stedet for at være sribet er båndet, det vil sige opbygget af cm-tykke lag af skiftende sammensætning. Man kan stedvis følge båndene i liggende folder. Det ligger nær at tolke disse bandede gnejser som de deformerede og omkrystalliserede havaflejringer fra geosynklinalens bund. Andre rester af primære bjergarter er foldet kvartsit, fundet på en lille halvø 250 meter vest for kontakten. Det er i dag ikke muligt at sige noget om, hvorfor dette område lige vest for Svaneke-graniten ikke har undergået større forvandling, end tilfældet er.

Lokalitet 14: MAEGÅRD

Pyroxen-granit.
(Graniten findes i en enkelt stor blotning, der stikker op af marken lige øst for vejen.)

Mægård-graniten er en mørk, meget hård, finkornet bjergart. Plagioklas-indholdet er stort og overstiger kalifeldspat-indholdet, men ikke så meget, at bjergarten er granodioritisk efter den terminologi, der her benyttes (se lokalitet 13). Mægård-graniten er en repræsentant for de mørkeste grundfjeldsgraniter, som findes i adskillige små områder, men ingen rolle spiller arealmæssigt. Mægård-graniten fører pyroxen i små mængder. Pyroxener er mørke mineraler, der ligner hornblende i sammensætningen, men som i modsætning til hornblende ikke indeholder vand. Dette kan støtte den opfattelse, at Mægård-graniten er en rest der er blevet tilbage af en oprindelig gnejs efter, at denne er berøvet sin smeltede del (se side 6). Forsøg viser nemlig, at en bjergarts-smelte vil erobre vand, fra de vandholdige mineraler og medtage vandet når den presses ud.

Lokalitet 15: PARADISBAKKERNE

Sprækkedale i Paradisbakke-gnejs.
(Det foreslås at tage en vandretur i Paradisbakkerne med udgangspunkt i Præstebo (lokalitet 2) eller parkeringspladsen i Klinteby. Skoleklasser i bus kan starte fra det ene sted og lade sig afhente det andet. Turistkortet har et del-kort over Paradisbakkerne i målestokken 1:20000 på bagsiden.)

Klippeterrænet opbygges af Paradisbakke-gnejs. På nordskråningen af Skottedal ses ved stien, der fører til Gamleborg, indeslutninger af en mørk hornblenderig bjergart, en såkaldt amfibolit.

Et stort antal parallelle sprækkedale gennemskærer Paradisbakkerne i retningen mellem nord-nordøst og nordøst. Et mindre antal stryger cirka vinkelret herpå. Særlig smukke er Grydedal og Majdal. Sprækkedalene er hovedsagelig udmødelleret af indlandsisen, der har fjernet de knuste gnejsrester i bevægelses-zonerne (se side 8).

Lokalitet 13: KLIPPELØKKE STENBRUD

Rønne-granit med zonare pegmatitgange.

(Tilladelse til besøg i bruddet opnås ved henvendelse hos formanden i det røde skur. Parkering ved stendiget. Hvis arbejde i bruddet umuliggør besøg kan man tage til stenbruddet i Lobbæk (lokalitet 13a på kortet).)

Rønne-graniten er den eneste af de mørke graniter, der har større udbredelse. De øvrige mørke bjergarter i det bornholmske grundfjeld er ikke Rønne-granit, selv om den opfattelse af og til har været fremme. Den mikroskopiske undersøgelse viser, at Rønne-granit er langt mere grovkornet end disse og har en anden struktur.

Rønne-granit er i frisk tilstand næsten sort, hvilket skyldes, at de lyse mineraler er klare og tillader de mørke mineraler at dominere håndstykkernes farve. I forvitrede overfladeprøver af Rønne-granit fås et rigtigere indtryk af fordelingen af de lyse og mørke mineraler. Det er dog åbenbart, at Rønnegranten er mørkere end flertallet af de bornholmske granitvarieteter. Indholdet af plagioklas synes at overstige mængden af kalifeldspat. Nogle geologer kalder en sådan sammensætning granodioritisk og taler altså om Rønne-granodiorit, men de fleste er enige om kun at kalde bjergarter, der har mindst dobbelt så meget plagioklas som kalifeldspat for granodiorit. Så meget plagioklas har ingen bornholmsk bjergart.

Rønne-graniten kan som tidligere nævnt (side 6) opfattes som en rest efterladt af en udpresset smelte. Denne smelte er muligvis steget til vejrs og har omdannet overliggende gnejs til en lys granit, en slags Hammer-granit, der forlængst er eroderet bort.

Pegmatitgange, dannet under dilatation, kan studeres i Klippe-løkke-bruddet. Pegmatitterne består hovedsagelig af granitens almindelige lyse mineraler og små mængder af blandt andet mørk glimmer (biotit), fluspat, svovlkis, molybdænglans og blyglans.

Pegmatitgangenenes tykkelse varierer fra få mm til cirka 1 meter. De tykke gange er zonare, det vil sige opbygget af zoner med forskelligt mineralindhold. Mest karakteristisk er kvartskernen, men en zone med skrift-granit (sammenvokset kvarts og feldspat) ses gerne et lille stykke fra pegmatitens væg.

Små kantede indeslutninger af en bjergart, der er mørkere end Rønne-graniten ses i bruddet. Deres oprindelse er ikke kendt. Der kan både være tale om rester af ældre bjergarter og om udskillelser fra den smeltede granit.

Nogle få mere eller mindre omdannede diabasgange i bruddet stryger cirka nord-syd.

I den vestlige del af bruddet, hvor brydning endnu ikke er påbegyndt, er overjorden ryddet til side. Her ses granitoverfladen som isen efterlod den med talrige små og store rundklipper, med tydelige stød- og læside.

Lokalitet 6: KATTESLET BAKKE

Grænse mellem Hallegård-granit og gnejs.

(Bakkens østskråning 200 meter nord for landevejen. Lokaliteten er vanskelig at finde og noget uoverskuelig og kan derfor kun anbefales til særligt interesserede. Parkering på landevejen for busser, små biler kan køre op ad bivejen mod nord og parkere umiddelbart vest for tilkørslen til Katteslet gård. Gå stik nordvest til bakkens stejle blottede skråning. Opsøg den itusprængte blotning oven for skråningen.)

Lokaliteten er trods sin tilstand taget med, idet den er velundersøgt og fordi den sammen med andre lokaliteter i Hallegård-området har haft stor betydning for forståelsen af de granitdannende processer i det bornholmske grundfjeld. Hallegård-graniten er en rødlig granit, der minder en del om Svaneke-granit (lokalitet 3, 4 og 5) og som sydligst i sit udbredelsesområde er lige så grov som denne, det vil sige med cm-store korn. I Katteslet Bakke er den noget finere som følge af sin nærhed mod gnejsen. I håndstykker ses den grårøde kalifeldspat, den grågrønne til gråbrune plagioklas og de præcist afgrænsede klumper af mørke mineraler. Gnejsen nord for kontakten er finkornet og mørk, men stribningen er ikke særlig udpræget før et stykke fra kontakten. Undersøgelser har vist, at graniten har omtrent samme sammensætning som gnejsen, og gnejsens mørkere farve er derfor et optisk fænomen som følge af den ringere kornstørrelse. Den ensartede sammensætning på begge sider af kontakten støtter den antagelse, at graniten er dannet på stedet ved en omorganisering af gnejsens mineraler. Det var her i Hallegård-området, man første gang konstaterede, at denne omorganisering skete som følge af opsmeltning (anatexis). Grænsen mellem graniten og gnejsen er oftest så skarp, at den kan udpeges med en blyant (for eksempel i den sprængte blotning). Andre steder i bakkens skråning er kontakten mere gradvis eller markeret af en leuogranitisk åre.

Lokalitet 7: VANG

Stenbrud i Vang-granit.

(Parkering syd for havnen. Få minutters gang mod syd.)

Vang-graniten er en rødlig granit, i hvilken de mørke mineraler er samlet i præcist afgrænsede klumper. I bruddet indeholder graniten flere mørke mineraler end sædvanligt. Vang-granitens sammensætning svarer i gennemsnit til gnejsens. På grundlag af dette, og af forholdet mellem sur og basisk plagioklas (se side 4-5) må Vang-graniten tolkes som en yngre granit, dannet ved opsmeltning af gnejsen (anatexis). Overgangen mellem granit og gnejs er gradvis. Vang-graniten skæres af den atter yngre Hammer-granit, som findes umiddelbart under stenbruddets bund (se lokalitet 11).

I Vang-bruddet ses adskillige aplit- og pegmatitgange samt kantede indeslutninger af en mørk bjergart. Også diabasgange findes.

Udseendet af graniterne varierer en hel del inden for deres udbredelsesområde (se kortet). Variationen kan for eksempel illustreres af, at man inden for Hallegård-området finder nogle graniter, der minder om Svaneke-graniten fra Årsdale og andre, der ligner graniten fra Vang.

Lokalitet 12: BJERGEBAKKE

Stenbrud i Alminding-granit.

(Små biler kan køre ind til bruddet og holde foran skærvebunkerne. Busser må parkere ude på bivejen.)

Alminding-graniten er en af Bornholms lyseste graniter. Den ligner Hammer-graniten, men er altid noget stribet. Den er meget grovere end gnejsen i hvert fald i dette brud. Man kender for lidt til forholdene til at kunne gøre rede for Alminding-granitens dannelse i detaljer, men der kan ikke være tvivl om, at den er yngre end gnejsen og dannet ved opsmeltning af denne.

På lokaliteten indeslutter Alminding-graniten linseformede, mørke glimmerrige legemer. Sprækkeflader i graniten kan være beklædt med det grønne mineral epidot.

Lokalitet 11: SJELLE (SJÆLE) MOSE

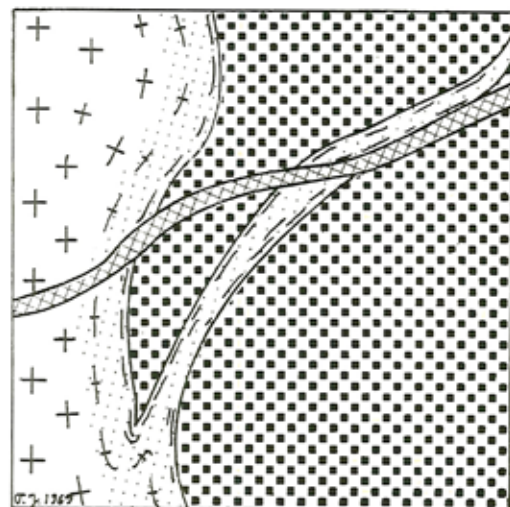
Forladt skovbevokset stenbrud, hvor grænsen mellem Hammer- og Vang-granit kan ses.

(Busser må parkere på bivejen 200 meter nord for mosen (søen). Små biler kan følge hjulsporet langs vestsiden af denne.)

Da brydningen i stenbruddet forlængst er afbrudt, har man de sidste mange år kunnet se de samme snit på tværs af grænsen mellem den lyse Hammer-granit og den lidt mørkere Vang-granit. Kontakten har et kantet forløb således, at Vang-graniten er omgivet af Hammer-granit på tre sider: øst, vest og undersiden.

Kontaktforholdene i et parti af nordvæggen er vist skematisk på figur 4. Hammer-graniten bliver få meter fra grænsen mere finkornet, men indeholder stadig en del større korn (strørkorn), som dog forsvinder helt i kontaktzonen, den såkaldte randaplit. Randaplit er ingen leukoaplit, men indeholder mørke mineraler. Både her og i den nærmeste Hammer-granit er de mørke mineraler grupperet, så de giver bjergarterne en stribning parallel med grænsen. Fra Hammer-graniten sendes der en udløber, der på alle måder ligner randaplit, ind i Vang-graniten. Vang-graniten på sin side bevarer stedvis sit typiske udseende helt ind til kontakten med Hammer-granitens randaplit. Det almindeligste er dog, at Vang-granitens hobe af mørke mineraler tæt ved grænsen er bøjet parallel med denne. Som forholdene er på denne lokalitet kan der ikke være tvivl om, at Hammer-graniten er yngre end Vang-graniten. Hammer-granitens dannelse er diskuteret under lokalitet 9.

Både Hammer-graniten, Vang-graniten og randaplit skæres af pegmatitgange dannet ved en kombination af dilatation og replacering.



Signaturer:
kvadratnet: pegmatit
prikker: finkornet Hammer-granit
streger: stribet Hammer-granit
krydser: Hammer-granit
sorte kvadrater: Vang-granit

Figur 4. Kontakten mellem Hammer-granit og Vang-granit i et cirka 4 x 4 m² stort udsnit af nordvæggen i Sjelle mose stenbrud. Hammer-graniten sender en udløber ind i Vang-graniten, hvilket viser, at Hammer-graniten er yngst.

Lokalitet 8: OLSKER BRANDDAM

Vang-granit med aplit- og pegmatitgange.

(Rødt skilt med påskriften: Branddam angiver tilkørselsvejen. Busser må parkere på landevejen ud for markvejen.)

Den afrømmede, bølgende grundfjeldsoverflade er udformet af indlandsisen under de kvartære nedisninger. Her ses skurestriber og andre glacial-fænomener (se Varv 1967,4). På de ispolerede flader ses grundfjeldsbjergarternes strukturer med stor tydelighed.

Det særlig interessante ved denne lokalitet er de talrige leukoaplit- og pegmatitgange, der skærer graniten, som er en noget stribet Vang-granit (sammenlign lokalitet 7). Gangene er dannet ved dilatation (se side 6). Pegmatitgangene er yngst, idet de skærer aplitgangene, men aplitterne har ofte en pegmatitisk kerne, der tyder på, at aldersforskellen ikke er så stor. I nogle af pegmatitgangene kan ses kamstruktur, det vil sige parallelle, tætstillede, lange, mørke hornblendekrystaller, der fra pegmatitens væg vokser vinkelret ind i pegmatitgangen. Pegmatitterne på stedet indeholder foruden de almindelige granitmineraler op til cm-store sorte krystaller af magnetjernsten.

I lokalitetens nordvestlige del ses en cirka halv meter tyk diabasgang løbende nordøst-sydvest. Samme strygning har den 75-100 meter brede sprækkedal, der ligger nordvest for lokaliteten. I dalens vægge er grænsezonen mellem Vang-graniten og Hammer-graniten set med førstnævnte beliggende ovenpå sidstnævnte.



Skurestriber og seglformede brud i aplit ved Olsker Branddam. Pile, som er 10 cm lange, viser isens bevægelsesretning. Foto af Steen Sjørring.

Lokalitet 9: STEJLEBJERG (KRYSTALSØERNE)

Typisk Hammer-granit.

(Det store Hammerens granitbrud giver ikke adgang for besøgende, og man er derfor henvist til det forladte, men friske granitbrud på toppen af Stejlebjerg, bakken nord for Hammer-bruddet. Sti fra fyret, hvortil man kan køre i små biler, eller fra Hammer-havnen. Skærvebunkerne ved havnen er tilgængelige, hvis man ikke kan afse tid til at besøge Stejlebjerg bruddet.

Hammer-granit er Bornholms lyseste granitvarietet. I håndstykker ser det ud som om den er oversået med blanke røde pletter. Disse består antagelig af en jernholdig substans, der findes som overtræk på granitens korn. Graniten er meget ensartet udviklet overalt i dette brud.

Hammer-graniten skærer Vang-graniten (se lokalitet 11) og er derfor yngre end denne. Da Vang-graniten muligvis er jævnaldrende med de øvrige anatexis-graniter, Hallegård-granit og Svaneke-granit, er Hammer-graniten måske den yngste af de bornholmske graniter. Dette stemmer overens med, hvad man kender fra andre grundfjeldsområder, hvor de lyseste graniter normalt er de yngste.

Da Hammer-graniten er lysere end Vang-graniten kan den ikke være opstået fra denne ved en simpel opsmeltning. Beregninger har vist, at Hammer-granit kan opstå fra Vang-granit eller gnejs, hvis disse bjergarter opblandes med store mængder materiale af leukogranitisk sammensætning. Disse kan tænkes tilført som smelte fra naboområder i grundfjeldet. Disse overvejelser kan desværre ikke vise hvordan detaljerne i Hammer-granitens dannelsesforløb var. Vi ved for eksempel ikke om Hammer-graniten er trængt op nedefra eller om den er "blandet" på stedet.

Graniten i Hammer-bruddet, der ligger et stykke inde i Hammer-granit-legemet, skæres kun af få leukoaplit- og pegmatitgange. Dette er, hvad man kunne forvente, idet leukosom-bjergarter fortrinsvis udvikles i et granit-legemes randzone og omgivelser (sammenlign med rigdommen af pegmatiter i Vang-graniten).

Lokalitet 10: OLSKER

Stenbrud i Hammer-granit med pegmatit med sjældne mineraler. (Fra Olsker by, nord for kirken, følges bivejen mod sydvest. 400 meter fremme umiddelbart efter en drejning af vejen findes nedkørslen til bruddet. Parkering i bruddet.)

Hammer-graniten ved Olsker er i terrænet omgivet af Vang-granit på alle sider (se kortet). Et nærmere studium af feltforholdene (omfattende blandt andet lokalitet 8) viser, at Hammer-graniten stikker op gennem Vang-graniten som en kuppel. Måske har Hammer-graniten ligefrem presset sig op i Vang-graniten. Dette kunne forklare nogle af de egenskaber, Hammer-graniten har i dette brud.

Hammer-graniten her er meget uensartet med mellemkornede, fin-kornede og sribede varieteter, der forekommer i skarpt afgrænsede partier. Leukoaplitgange ses også i bruddet. Nogle af strukturerne er overrevne, forskudt og atter helet, endnu mens graniten var i smeltet tilstand.

I bruddets nordvestlige del, under nedkørslen, ses et stort uregelmæssigt pegmatitlegeme. De almindelige lyse granitmineraler og mørk glimmer er her udviklet i meget store krystaller. En regelmæssig sammenvoksning af feldspat og kvarts, kaldet skriftgranit, er karakteristisk for en del af pegmatiten. Desuden findes typiske pegmatitmineraler som lys glimmer, violet flussspat, magnetjernsten (omdannet til en rød blød substans) og et sjældent, sort, radioaktivt mineral gadolinit. Sidstnævnte mineral er omgivet af radierende sprækker, der kan gå 10-20 cm ud i graniten. Dette skyldes mineralets radioaktive nedbrydning, der får det til at udvide sig, så graniten omkring slår revner.

Lokalitet 32: ØLEÅ SYD FOR SØNDRE LANDEVEJ

Ældre silur

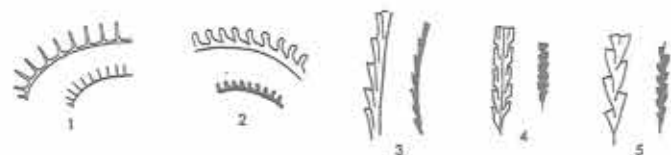
(Der parkeres på landevejen, og man går 200 meter mod syd ad lille markvej 300 meter vest for Øleås skæring med landevejen. Forlad markvej og gå 250 meter mod syd i kant af mark vest for åen. Søg ned til åen, hvor et højt og langt profil findes i vestlig åslyngning - se specialkort figur 14.



Figur 14. Rastrites-skifer (silur) ved lokalitet 32, Øleå.

Den mørkegrå lerskifer her kunne minde om den ordoviciske Dicclograptus-skifer og indeholder således også to lag af bentonit. Men de talrige graptoliter (blandt andet Rastrites og Monograptus, figur 15) viser at det drejer sig om dele af den godt 100 meter tykke Rastrites-skifer fra ældre silur. I silur-perioden dominerede de én-radede graptoliter, det vil sige med kun én række beboelsesbægre, mens de to-radede former med to rækker bægre var dominerende i ordovicium (sammenlign med figur 11).

Er man særlig interesseret, kan man højere oppe ad åen i den sydlige brink se Rastrites-skifer med lag af kalkkonkretioner eller sammenhængende lag af kalksten - dog uden forsteninger (pas på, vandet er flere steder for dybt til almindelige gummistøvler). Gå tilbage ad samme vej.



Figur 15. Graptoliter fra Rastrites-skiferen (forstørret og i sand størrelse). 1: Rastrites, 2-3: Monograptus, 4: Climacograptus, 5: Diplograptus.

Her er to stenbrud i Nexø-sandsten fra et lidt højere niveau, hvor sandstenen er smukt lagdelt. I bruddenes vægge kan det ses, at lagene varierer i kornstørrelse. Enkelte ganske tynde lag er stærkt skifrige og har et betydeligt indhold af lys glimmer. Variationen tyder på svingninger i vandtilførslen under aflejringen, der overvejende er foregået i søbassiner - det fremgår af lagflader med bølgeribber og lag med skrålejrning (se figur), som er snit gennem et sødelta eller lejlighedsvis en bank i et vandløb. Sandstenens overvejende røde farver skyldes de iltede jernforbindelser - enkelte grågrønne lag har farve efter mere iltfattige jernforbindelser. Reduktionen, som giver de grønne farver, skyldes en senere gennemsvivning af vand indeholdende organisk stof - det kan også ses langs sprækker i sandstenen.

Andre brud i den ialt 100 meter tykke Nexø-sandsten ved Bodilsker sydvest for Slamrebjerg (lokalitet 20a) og i den nordlige udkant af Nexø, vest for Stenbrudsvej bag konserverfabrikken (lokalitet 20b) viser ganske det samme som Gadeby-bruddene. Man må forestille sig, at Bornholm på aflejringstidspunktet har været et temmelig fladt område med endnu mindre højdeforskelle end i nutiden. Enkelte steder, hvor der har været udtalte lavninger, kan der forekomme en egentlig arkose - det vil sige en så godt som usorteret kvarts/feldspat-sandsten med skarpkantede korn. Arkosen er dog sjældent blottet, da den ikke udnyttes i sandstensbruddene.

Ved de enkelte sandstensbrud kan der på oplagspladsen være udstillet smukke eksempler på bølgeribber samt underlige uregelmæssigt pudeformede aftryk, der skyldes belastningstryk fra overliggende lag på sand, der endnu ikke var hærdnet. I bruddenes udkanter kan man ofte se smukke glaciale vestnordvest-østsydøstgående skurestriber, hvor den kvartære moræne er fjernet fra overfladen.



Figur 6. Revle i Balka-sandsten, Pedersker, HG. fot. se tekst til lokalitet 21, side 26.

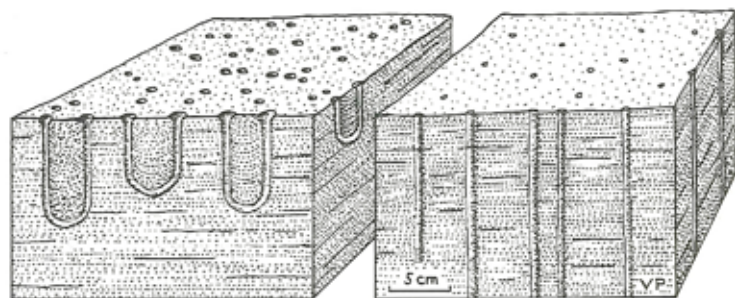
Lokalitet 21: PEDERSKER SANDSTENSBRUD

Balkasandsten fra nedre kambrium.

(2 km nord for Pedersker, lige øst for bivej, der forbinder Søndre landevej og Rønne-Nexø landevej.)

Her brud i Balka-sandsten fra nedre-kambrium. I lavere niveauer på andre lokaliteter indeholder Balka-sandstenen korn af det grønne mineral glaukonit, som kun kan dannes i havet, og undergrænsen for kambrium er netop defineret ved havets første indtrængen over Bornholm. I den lyse Balka-sandsten findes de første tegn på liv i form af krybespor på lagfladerne. I bruddet ses her og der flere revler, der sammen med bølgeribber viser, at aflejringen har fundet sted på lave havdybder. På grund af lævirkningen kan der mellem revlerne være aflejret finkornet materiale, der nu ses som tynde lag af mørk, glimmerrig skifer. Revleoverfladerne viser gerne bølgeribber og krybespor, som vi kender det fra nutidens havbund. Nogle revler har senere i Balka-sandstenens tid fået toppen skåret af som følge af ændrede aflejningsbetingelser (se figur 6).

Andre seværdige lokaliteter med den ialt 60 meter tykke Balka-sandsten er: STRØBY sandstensbrud (lokalitet 21a, 1 km sydvest for Åkirkeby): Her støder Balka-sandstenen langs en forkastning lige op til den bornholmske gnejs, der hæver sig mod nord. På lagflader ses bølgeribber, og i brudvæggene viser tynde skiferlag i sandstenen variationer i materialetilførsel. BALKA STRAND (lokalitet 21b, 2,5 km sydvest for Nexø): Her ses igen revledannelse. Balka-sandstenens bundlag med meget glaukonit. SNOGEBÆK (lokalitet 21c, helt ude ved kysten): Her ses nord for broen der fører ud til havnen, lige enkelte beboelsesgange (Skolithos), og syd for broen ses talrige U-formede gange med tragtformede munding i lagfladerne (Diplocraterion). I begge tilfælde er det fristende at sige "ormerør", men vi ved intet om de mere end 500 millioner år gamle indboere, der ikke er kendt som egentlige forsteninger.



Diplocraterion- og Skolithosrør i Balka-sandsten fra nedre kambrium.

Lokalitet 31: SKELBRO VED RISEBÆK

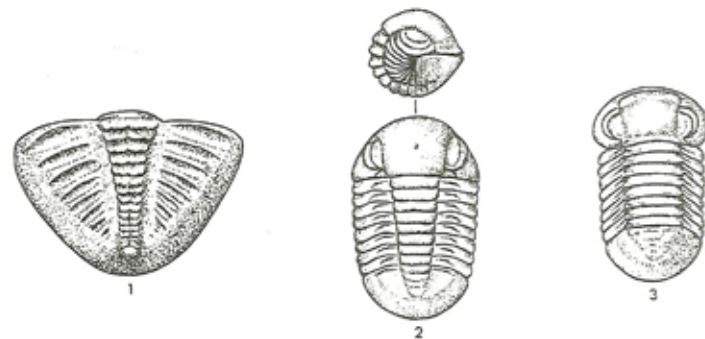
Nedre ordovicium.

(Lige syd for Søndre landevej, parkering på landevejen.)

Her er et gammelt kalkbrud i Orthoceratit-kalk. På den isskurede overflade ses en del steder (som venligst bedes skånet) længdesnit gennem orthoceratiter - de svagt kegleformede, 10-15 cm lange, kammerdelte skaller af blæksprutter, som er fjerne slægtninge til nutidens nautiler. Iøvrigt kan man i kalkstenen (bedst i de løse stykker) finde trilobiter - haler af Megistaspis og lejlighedsvis hele sammenrullede eksemplarer af Nileus og Symphysurus (se figur 13).

Aflejringsbetingelserne har været omskiftende, og imellem enkelte af kalklagene ses tynde skiferlag. Nogle af kalkstenens lagflader har en påfaldende grubet struktur og beklædning af fosforit. Det er opløsningsflader frembragt under havoverfladen i tidsrum, hvor der ikke skete aflejring. Opløsningsperioderne har været betydelig længere end aflejningsperioderne for strukturen i de enkelte kalkstenslag viser en nogenlunde hurtig aflejring, mens en beregning af den gennemsnitlige aflejringshastighed for hele Orthoceratit-kalken giver 1 mm på 500 år. Faserne uden aflejring og med opløsning af allerede aflejret kalk må have været helt dominerende.

Orthoceratit-kalken ved Skelbro har en hældning mod syd og må da i sydlig retning være overlejret af Dicellograptus-skifer. Blotningerne er dog ringe på det første stykke.



Figur 13. Trilobiter fra Orthoceratit-kalken - alle i halv størrelse. 1: Megistaspis (hale), 2: Symphysurus (udstrakt og sammenrullet), 3: Nileus.

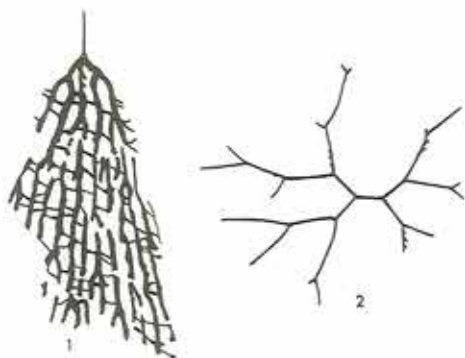
Lokalitet 30: LÆSÅ VED LIMENSGADE

Nedre ordovicium.

(3 km sydvest for Åkirkeby, 300 meter nord for vejgaffel i Limensgade.)

Her ses i bunden af den sydlige brink de øverste lag af alunskiferen i form af 2,5 meter Dictyonema-skifer (navn efter graptolit, figur 12). med små knolde af antrakonit. I den øverste halve meter skifer findes ret sjældent Clonograptus (figur 12). Med graptoliterens første optræden er undergrænsen for den ordoviciske periode defineret. Dictyonema er mange-grenet, klokkeformet og har drevet rundt i havoverfladen fæstnet til alger, i skiferen er graptoliten dog klempt sammen til en flad vifte. Efter aflejringen af alunskiferen fulgte en længere landperiode med nedbrydning, men ikke aflejring. Da havet atter skyllede ind, var de sorte alunskifres tid forbi, og i stedet aflejredes den nedre-ordoviciske Orthoceratit-kalk, som er 5 meter tyk.

Lokaliteten er et gammelt alunskifer- og kalkbrud, og det meste af kalkstenen er fjernet ned til overgangslaget, der er et 12 cm tykt konglomerat bestående af brudstykker af alunskifer i en grundmasse af kalksten - en typisk dannelse, hvor der har været afbrydelser i aflejringen. Brudstykker af Dictyonema-skifer kan endnu ses i de nederste lag af den overlejrende Orthoceratit-kalk.



Figur 12. Graptoliter fra Dictyonema-skifer (ældste ordovicium). 1: Dictyonema, 2: Clonograptus.

Lokalitet 22: BROENS ODDE

Grønne Skifre fra nedre kambrium.

(Ved kysten 1,5 km syd for Snogebæk. Ikke indkørsel på plantagevejen for busser med over 12 personer.)

I kysten ses typiske Grønne Skifre fra nedre kambrium. De Grønne Skifre, hvis farve skyldes det marine mineral glaukonit, overlejrer i en tykkelse af godt 100 meter Balka-sandstenen, og inden for de 100 meter varierer bjergarten fra uregelmæssigt lagdelte skifre til sandsten. De sjældent forekommende forsteneringer (kegleformede aftryk af de problematiske hyolither) viser den nedre-kambriske alder. Ved Broens Odde ses, at de Grønne Skifre er gennemsat af gravegange i alle retninger, og på lagfladerne er der mange krybespor af forskellige typer og størrelser. Desuden bemærker man talrige små sorte knolde (konkretioner, bestående af mineralet fosforit), som her har imprægneret og sammenkittet de Grønne Skifre. Forsteneringer er uhyre sjældne her.



Grønne Skifre ved Broens Odde - gennemsat af gravegange. Desuden ses sorte fosforitknolde. VP. fot.

Lokalitet 23 - 29: LÆSÅ MELLEM VEJRMØLLEGÅRD OG VASAGÅRD

Nedre kambrium - øvre ordovicium.

(2,5 km vestsydvest for Åkirkeby - se specialkort, figur 7.)



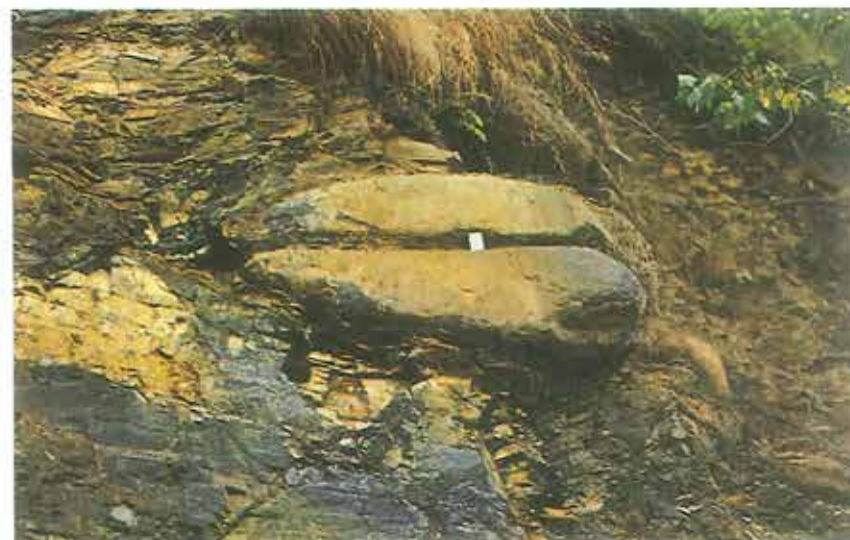
Her følges Læså-stien (afmærket med grønne skilte) over en længere strækning med vekslede geologi. Motoriserede besøgende må disponere deres kørsel. Besøgende i bus kan sættes af ved Vejrmøllegård, hvor Læså skærer bivejen fra Strøby til Lobbæk. Busserne kan derpå vente ved Vasagård, hvor Læså skærer bivej 0,5 km sydøst for Kalby. Andre motoriserede besøgende kan overspringe strækningen Vejrmøllegård-Kalby og parkere på bivej, der når landevejen 1 km vest for Åkirkeby. Efter besøg på lokalitet 24 - 26 køres til Vasagård, og Læsåstien følges tilbage til lokalitet 27.

På strækningen Vejrmøllegård - Vasagård er blottet lag omfattende nedre kambrium, mellem-kambrium, øvre kambrium og dele af ordovicium. Mod syd til Kalby ses de varierende Grønne Skifre fra nedre kambrium. Syd for Lille Kalbygård ses ved lokalitet 24 den øverste del af skifrene med et større indhold af sandstenslag visende en aftagende havdybde. Ved lokalitet 25 ses den 3 meter tykke Rispebjerg-sandsten, som udgør det lave vandfald i ålejet. Det er det yngste nedre-kambriske lag.

Derefter trak havet sig tilbage i en rum tid. Da Bornholm atter blev havdækket, omlejrdes den nedbrudte landoverflade af fosforitimpregneret Rispebjerg-sandsten, og derved fik det underste lag fra mellem-kambrium karakter af et konglomerat. Rispebjerg-sandstenen overlægges her ved lokalitet 26 af 25 cm gråt, kalkholdigt ler (Kalby-ler) med sorte rullesten af den underlejrnde

Ved at gå videre ad Læså-stien mod syd fra lokalitet 27 ses den sidste del af Olenid-skiferen lige før den lille bro over åen - i selve ålejet ses faststående antrakonitboller svarende til det øverste lag ved lokalitet 27. Man kunne dernæst vente at møde nedre-ordovicisk alunskifer, men i stedet ses på det flade stykke ved lokalitet 28 et gammelt brud i den lidt yngre Orthoceratit-kalk. Omtrent ved den lille bro må en forcastning da skære lagserien (se kortet, figur 7). Godt 100 meter længere nede ad åen ses ved lokalitet 29 i den vestlige åbrink et højt profil, der omfatter hele den ordoviciske lagserie over Orthoceratit-kalken, det vil sige godt 11 meter Dicellograptus-skifer (navn efter graptolit, se figur 11) og 3 meter Tretaspis-skifer (navn efter trilobit, figur 11). Man skal på grund af skredfare undgå at kravle op i profilet - lige så gode prøver kan samles i den nedfaldne skifer. Dicellograptus-skiferen fra mellem-ordovicium er lysere end alunskiferen på grund af et ringere indhold af organisk stof - det tyder på et større indhold af ilt i havet.

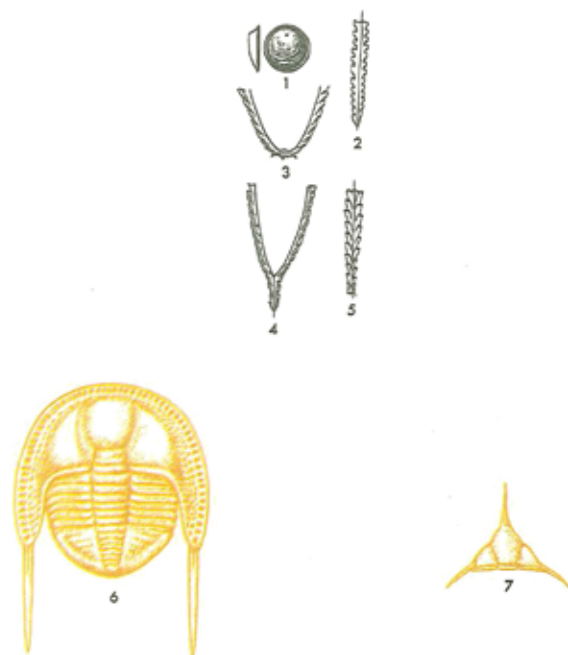
I skiferprofilet ses et par tynde, bløde lerlag, der er omdannet vulkansk aske (bentonit). Vulkanismen på dette tidspunkt ved man igvrigt ikke meget om. Tretaspis-skiferen kan man kun få indtryk af gennem de nedfaldne stykker. Denne skifer er gerne lidt brunlig og har mere uregelmæssige lagflader end den underlejrnde Dicellograptus-skifer. Tretaspis og andre trilobiter ses kun sjældent og da mest som små rustbrune fragmenter.



Antrakonit-bolle i Olenid-skiferen ved lokalitet 27. Det gullige overtræk på skiferen og antrakonit-bollen er udskilt kalium-jernsulfat. Cigaretten i midten af billedet er godt 5 cm høj. VP.fot.

Figur 7. Læså fra Vejrmøllegård til Limensgade. Lagserien fra nedre kambrium til øvre ordovicium omfatter: Grønne skifre (23-24), Rispebjergsandsten (25), nedre alunskifer og Andrarum-kalk (26), Olenid-skifer (27), Dictyonema-skifer og Orthoceratit-kalk (30), Dicellograptus-skifer og Tretaspis-skifer (29).

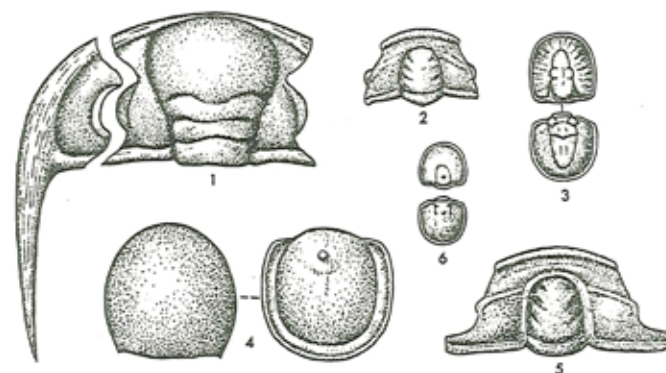
(En næsten identisk lagserie fra mellem-øvre kambrium kan ses ved Øleå ved lokalitet 26 – 27a nordvest og vest for Rispebjerg. Der parkeres på Søndre landevej ved Bjerpegård i vestsiden af Rispebjerg, og man går op langs gården mod Ringborgen. Nord for denne ses et profil i nedre og øvre alunskifer adskilt af Andrarum-kalk. Åbunden består af Rispebjerg-sandsten, som her ved Øleå overlejres af 25 cm kalksten (Exsulans-kalk, som har navn efter trilobiten *Ctenocephalus exsulans*), der er en anelse ældre end det mellem-kambriske ler syd for Kalby ved Læså. Ved at fortsætte tilbage langs Øleå træffer man spredte små blotninger i den øvre kambriske alunskifer (Olenid-skifer). Forekomsterne ved Læså er dog at foretrække.)



Figur 11. Fossiler fra Dicellograptus-skifer (1-5) og Tretaspis-skifer (6-7). 1: Paterula (brachiopod), 2: Climacograptus, 3: Dicellograptus, 4: Dicranograptus, 5: Diplograptus, 6: Tretaspis, 7: Lonchodomas.

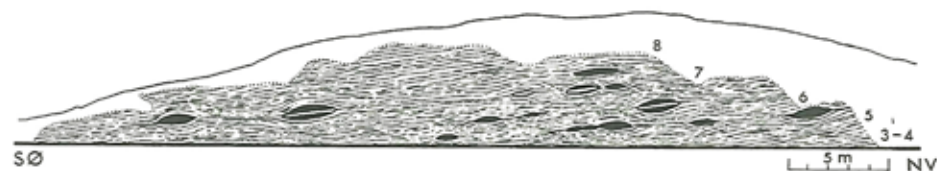
sandsten. Leret er i reglen ikke synligt. Derefter følger godt 1,5 meter sort alunskifer, som blev den dominerende bjergart gennem resten af kambrium og nederste ordovicium. Alunskiferen, som har navn efter den tidligere udnyttelse til alunfremstilling, er aflejret i et tærskelafspærret, ret iltfattigt havbassin, hvor det organiske stof aflejret sammen med fine lerpartikler ikke kunne forrådne helt. Derved opstod et sort, blødt dynd. Ved senere sammenpresning under vægten af de overlejrende lag blev dyndet til fint spaltende skifer. Forskellen fra de nedre-kambriske dannelser er påfaldende – formentlig har de omgivende landområder været tæret langt ned, så kun de fineste lerpartikler fragtedes ud i havet.

Denne aflejningsform prægede uden væsentlige afbrydelser resten af kambrium og nederste ordovicium, og grænserne mellem de forskellige tidsafsnit kan kun drages på grundlag af ændringer i dyrelivet – nogle former af trilobiter uddøde, mens andre kom til. Over den nedre alunskifer ved lokalitet 26 ses den knap 1 meter tykke Andrarum-kalk (navn efter lokalitet i Skåne). Både over og under den gråsorte kalksten er udfældet sort krystallinsk kalk (antrakonit) som halvlinseformede konkretioner, der ikke har kunnet vokse ind i kalkstenen. Den hårde Andrarum-kalk er uhyre rig på forstenede trilobiter, som man dog i reglen kun får ud som små fragmenter – i bedste fald finder man kun trilobithoveder og -haler, idet forsteningerne her repræsenterer de splittede hudpansre fra trilobiternes hudskifter. Over Andrarum-kalken ses lidt af den øvre alunskifer, hvis nederste del (godt 2 meter) endnu tilhører mellem-kambrium, som det fremgår af den sjældne trilobit Lejopyge.



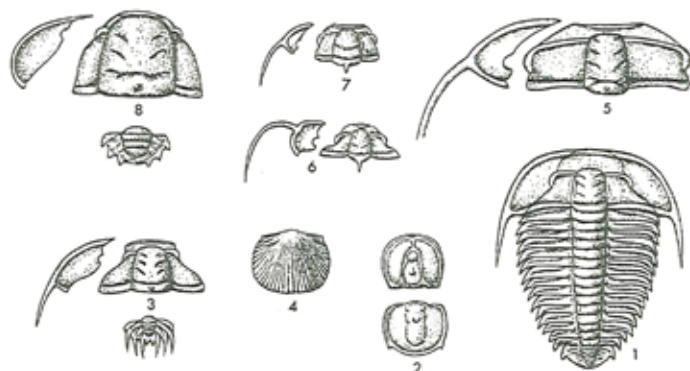
Figur 8. Mellem-kambriske trilobiter fra Bornholm. 1: Paradoxides (Exsulans-kalk), 2: Jincella (Exsulans-kalk), 3: Ptychagnostus (Nedre alunskifer), 4: Grandagnostus (Andrarum-kalk), 5: Jincella (Andrarum-kalk), 6: Lejopyge (Øvre alunskifer).

Langs de næste 100 meter ad åen er blotningsgraden ringe, men ved lokalitet 27 ses et 50 meter langt og 8 meter højt snit gennem dele af den 21 meter tykke øvre-kambriske alunskifer (Olenid-skifer), som indeholder små guldsinnende, tenformede krystaller af mineralet svovlkis. I profilet i vestbrinken ses rækker af store linseformede antrakonitboller (se figur 9). De er dannet som konkretioner af bituminøs kalk, der er udfæl-

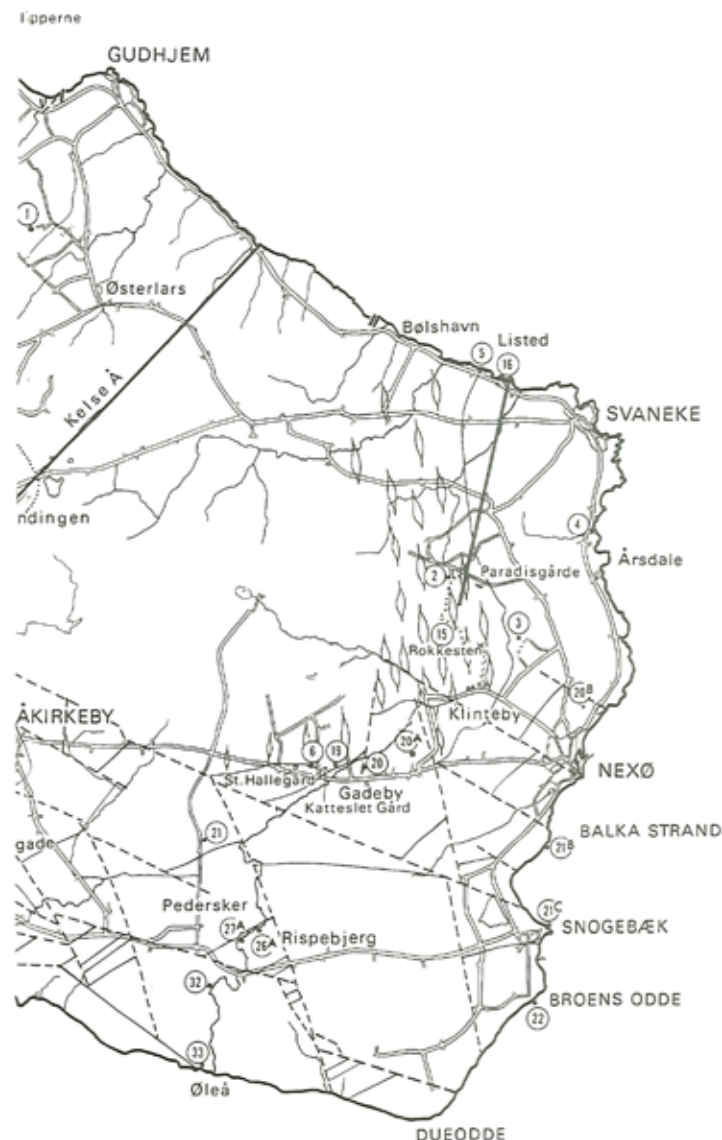


Figur 9. Profil i Olenid-skiferen (øvre kambrium) ved lokalitet 27, Læså.

det i det oprindelige bløde dynd, hvor der i forvejen var en koncentration af kalkslam. Ved senere sammenpresning opstod skiferen, hvis lag da kom til at bøje rundt om antrakonitbollerne, der ikke lod sig presse sammen. Kun skiferlaget midt gennem bollerne er uforstyrrede. I det ret iltfattige øvre-kambriske hav var faunaen helt domineret af en trilobitfamilie (oleniderne), og slægter fra denne familie findes hyppigt i flere niveauer i skiferen og antrakonitbollerne (se figur 10). I skiferen er dyrene klemt flade, men kan have bevaret relieffet i antrakoniten. Nederst i profilets nordende kan man være heldig at finde en lille brachiopod - Orusia.

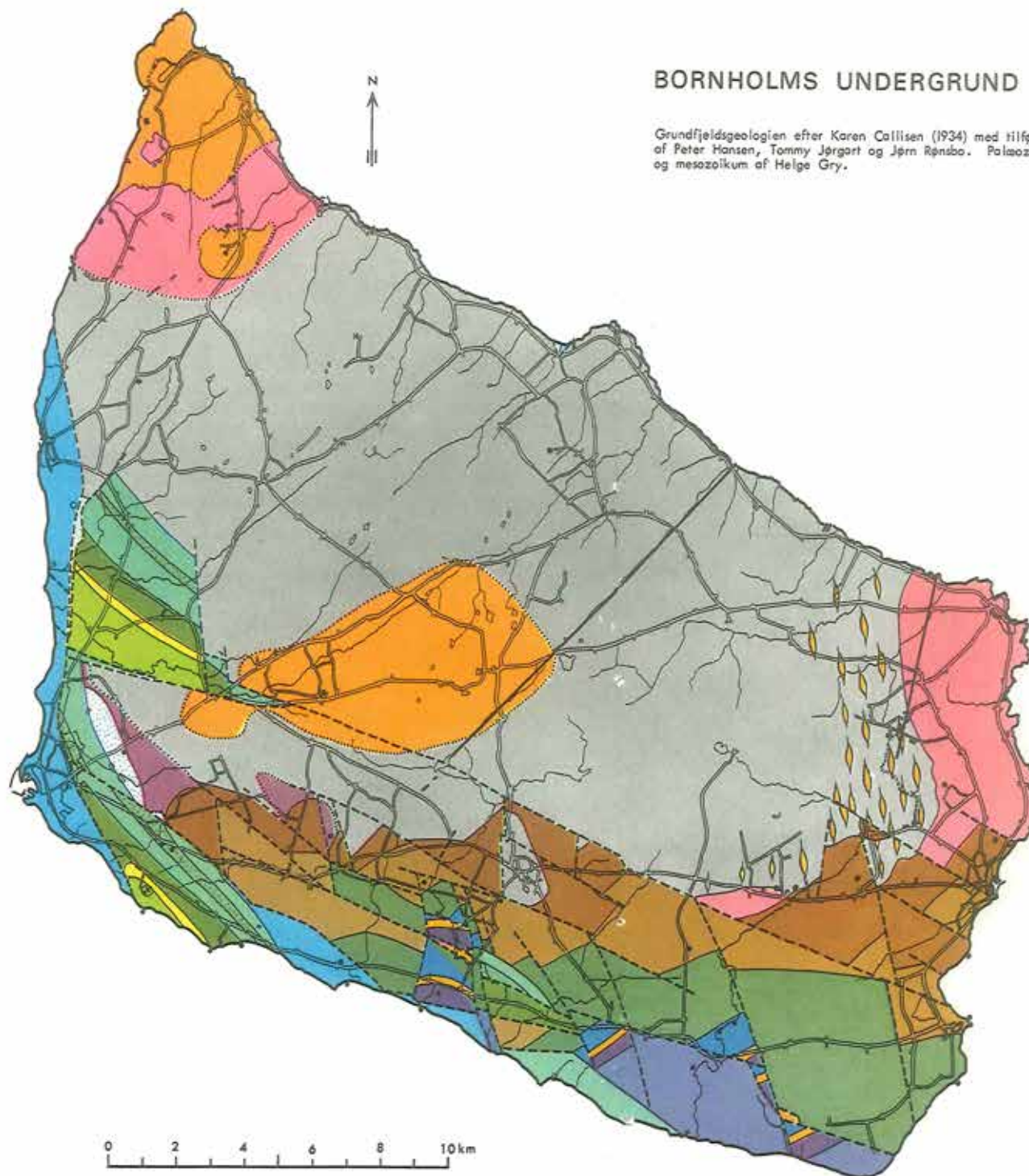


Figur 10. Trilobiter fra Olenid-skiferen. 1: Olenus (Øleå), 2: Agnostus (Øleå), 3: Parabolina, 4: Orusia, 5: Eurycare, 6: Ctenopyge, 7: Sphaerophthalmus, 8: Peltura.





TID		AFLEJRING	
KVARTÆR		Moræne, flodsand, issøler	
TERTIÆR			
KRIDT	Øvre	Baunodde-grønsand Arnager-kalk Arnager-grønsand	
	Nedre	Jydegård-ler og sand	
JURA	Øvre	Robbedale-grus, Rabekke-ler	
	Mellem	Ler, sand, kul (Bagå)	
	Nedre	Marin sandsten, sand, ler Ler, sand, kul (Sosevig)	
TRIAS	Øvre	Ler, sandsten (Risebæk)	
DEVON-KARBON-PERM			
SILUR	Yngre	Cyrtograptus-skifer	
	Ældre	Rastrites-skifer	
ORDOVICIUM	Øvre	Tretaspis-skifer	
	Mellem	Dicellograptus-skifer	
	Nedre	Orthoceratit-kalk Dictyonema-skifer	
KAMBRIUM	Øvre	Olenid-skifer	
	Mellem	Øvre alunskifer Andrarum-kalk og Antrakonit Nedre alunskifer Exsulans-kalk (eller -ler)	
	Nedre	Rispebjerg-sandsten Grønne Skifre Balka-sandsten	
EOKAMBRIUM		Nexø-sandsten	
PRÆKAMBRIUM	Nedbrydning		
	Bevægelser, diabasgange		
	Gnejs, granit, pegmatit		



Mesozoikum

- Bavnøde-grønsand
- Arnagerkalk
- Arnager-grønsand
- Jydegårdler og sand
Robbedalegrus
Rabekkeler
- Kulførende jura
- Kaolin

Palæozoikum

- Cyrtograptus- og
Rostritesskifer
- Tretaspis- og
Dicellograptusskifer
- Orthoceratitkalk
- Alunskifer
- Grønne skifre
- Balka-sandsten
- Nexø-sandsten

Prækambrium

- Større diabasgang
- Mørk granit
- Lys granit
- Intermediær granit
- Migmatitisk gnejs
- Gnejs inklusive mindre
forekomster af granit

- Sikker, skarp kontakt mellem
grundfjeldsbergarter
samt sedimentære laggrænser
- Usikker eller gradvis kontakt
mellem grundfjeldsbergarter
- Lokaltet nævnt i teksten
- Forkastninger

Lokalitet 41: ARNAGER

Arnagerkalk.

Arnager-kalken, der hviler på Arnager-grønsandet, ses i kystklinten lidt vest for Arnager. Ved foden af kalkklintens østligste del ses undertiden et tyndt bundlag med fosforitknolde.

Arnager-kalken er en marin mergelkalksten fra turon. Den indeholder kun 50-60% kalk, resten er fint sand, ler og kiselsyre, der imprægnerer hele bjergarten. Aftryk af opløste svampenåle (oftest rustfarvede) er hyppige. Forsteninger af muslinger, snegle, belemniter og ammoniter kan findes.



Klinten ved Arnager. MH.fot.

Lokalitet 42: KYSTEN SYD FOR RØNNE LUFTHAVN

Bavnodde-grønsand.

(Man kan enten gå videre vestpå langs stranden fra Arnager-kalken eller fra lufthavnens parkeringsplads vestpå og senere sydpå til Korsodde og herfra mod øst til bugten mellem Korsodde og Bavnodde.)

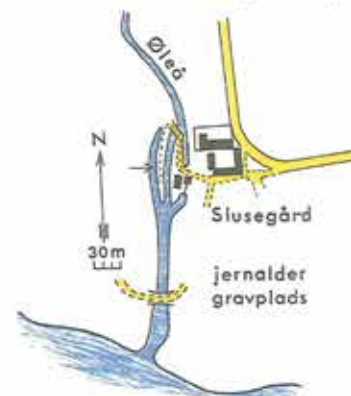
De yngste kridttidsaflejringer på Bornholm udgøres af Bavnodde-grønsandet. Det er en grønliggrå sandet og ret blød mergelbjergart med vekslende mængder af glaukonit. Bjergarten er gennemgående finkornet, men der træffes også lag, der består af grove kvarts- og glaukonitkorn. De grovkornede lag er ved sydkysten sammenkittet af kvarts og optræder som hårde bænke med en smuk flaskegrøn farve.

Bavnodde-grønsandet er en havaflejringer fra nedre senon. Af forsteninger kan man være heldig at finde brachiopoder, muslinger, snegle, belemniter og ammoniter.

Lokalitet 33: ØLEÅ VED SLUSEGÅRD

Yngre silur.

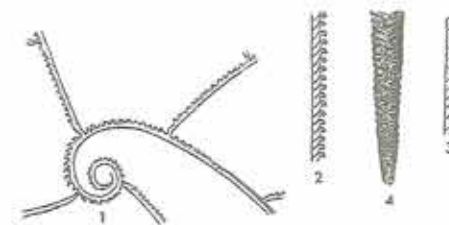
(Der parkeres på bivej nær svinget, og man går ad sti syd om Slusegård. På dette sted er Øleå delt op i flere løb (se specialkort figur 16), og man fortsætter til den vestligste udtørrede rende.)



Figur 16. Øleå ved Slusegård.

På denne lokalitet ses graptolitskifer fra mellem-silur. Det er den godt 40 meter tykke Cyrtograptus-skifer (navn efter spiralrullet graptolit med sidegrene, figur 17). Man finder mest én-radede former som Monograptus og endvidere af lange rustklumper, som ved nærmere eftersyn ofte viser sig at være en to-radet graptolit med et netagtigt koloniskelet - Retiolites. Endelig ses af og til små orthoceratiter.

På begge sider af det vestligste løb ses pæne snit gennem skiferen, som her hælder mod nord, mens flertallet af forkastningsblokke har en sydlig hældning. I den vestlige brink ses et stykke oppe et centimetertykt lag af bentonit. I den østlige brink ses et sted en opadvendt fold i lagene - det må skyldes pres mod en nærliggende øst-vestforkastning, der iøvrigt ikke er blottet. Ved at fortsætte mod syd til kysten ser man, at de nordligt hældende lag efterhånden kommer til at ligge vandret og længere nede får en sydlig hældning.



Figur 17. Graptoliter fra Cyrtograptus-skiferen. 1: Cyrtograptus, 2-3: Monograptus, 4: Retiolites.

De yngste palæozoiske lag, der kendes fra Bornholm stammer fra silur og de ældste mesozoiske fra øverste del af trias (keuper). Der mangler aflejringer fra et tidsinterval på over 200 millioner år, og i størstedelen af dette tidsrum har Bornholm været en del af et nordeuropæisk fastlandsområde.

I den senere del af den omtalte periode aflejredes i det øvrige Danmark overvejende ørkensandsten og saltaflejringer, dannede i tørt klima. Samtidig var Bornholm under stadig hævnning og nedbrydning med det resultat, at grundfjeldet og forskellige dele af de palæozoiske havaflejringer blev blotlagt. Henimod overgangen mellem trias- og juraperioderne blev klimaet fugtigt, og en frodig plantevækst af bregner, koglepalmer og nåletræer bredte sig over landområderne i Nordeuropa. På dette tidspunkt lå Bornholm nær havniveau, og de aflejringer man finder fra juratiden stammer fra mægtige deltaer, der dannedes udfor floder, der gennemstrømmede et land, der lå nordøst for Skåne og Bornholm. I deltaerne aflejredes sand i flodløbene, medens finsand og ler aflejredes i roligere vand på deltafladerne. Bevoksninger i deltaernes fladvandede sumpe og på dets flade øer gav ophav til dannelsen af kullag. Leret under disse kullag kan være meget mørkt af organisk materiale og gennemsat af rødde fra de planter, der voksede på stedet.

Flere steder i lagene finder man ferskvands- eller brakvandsmuslinger (Cyrena og andre), og fund af skaller af encelledede saltvandsdyr (foraminiferer) i lagserien viser, at havet med mellemrum er trængt ind i aflejringsområdet.

Et mere langvarigt marint indslag indtraf i den mellemste del af nedre jura. Fra den marine serie, der er omkring 100 meter tyk og består af rustsandsten og afvekslende tynde lag af finsand og ler med lerjernstensbånd, kendes muslinger, snegle og blæksprutter som ammoniter og belemnitter.

De omtalte deltaaflejringer stammer fra nedre og mellem jura. Deres samlede tykkelse er omkring 700 meter, og da sedimenterne alle er dannede nær havniveau, må deres underlag samtidig med aflejringerne have undergået en langsom sænkning, der var af samme størrelsesorden som tykkelsen af de sedimenter, der afsattes.

Lignende aflejringer, dog uden egentlige kullag, dannedes i ferskvand, brakvand og saltvand i tiden omkring grænsen mellem jura og kridt (såkaldte purbeck-wealden aflejringer).

Hertil hører blandt andet leret over kaolinen ved Rønne og Robbedalegruset.

Lokalitet 40: MADSEGRAV

Arnagergrønsand og dets bundkonglomerat.

(Ved Søndre landevej 8,3 km fra Rønne findes en kløft, der ender ved stranden)

De lag, der ses i kystklinerne på begge sider af kløften hælder svagt mod sydvest, således at man ser de ældste lag i øst og de yngste i vest.

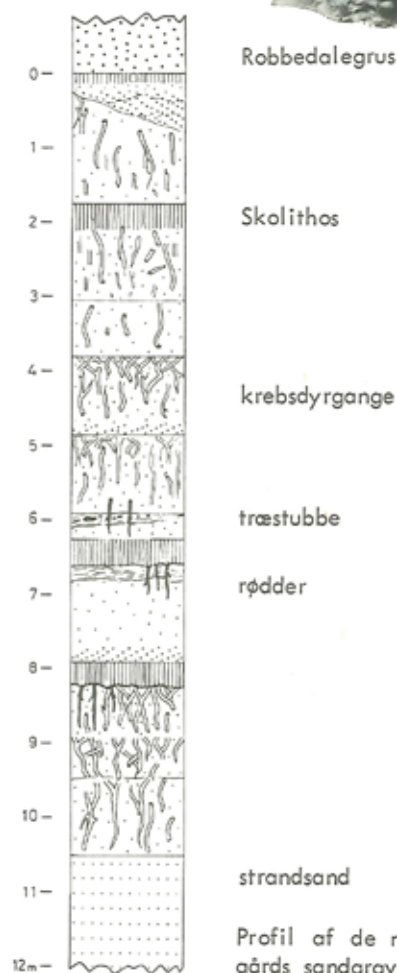
Går man mod øst fra kløften, ser man først Robbedalegrus dårligt blottet og derefter sand med krebsdyrgange (se lokalitet 38), men vest for kløften optræder Arnager-grønsand. Dette begynder med et fosforitkonglomerat, der for tiden ikke er blottet, men blokke deraf ligger på stranden ved en lille odde vest for kløften. Blokkene stammer fra en fosforitbrydning, der fandt sted i grubegange 1918-20.

Fosforit består for en stor del af calciumfosfat. Det optræder som knolde eller imprægnationer i forskellige bjergarter.

Konglomeratet består af Arnager-grønsand med rullesten af forskellige bjergarter fra Bornholms undergrund (kvartsit, nexøsandsten og fossilt træ fra jura) men først og fremmest rullesten af fosforitimprægneret finsandsten. De lag, hvorfra rullestenene af fosforitsandsten stammer, aflejredes i øverste del af nedre kridt, men blev fuldstændigt nedbrudte, da havet i cenoman bredte sig ind over Bornholm og Arnager-grønsandet blev aflejret.

Vestligere træder Arnager-grønsandet stedvis frem i klinten. Det er gennemgående løst sand, der især opbygges af kvarts- og glaukonitkorn. I svagt hærdnede bænke kan træffes muslinger og andre marine forsteninger.

Figur 26. Ferskvandssnegle (*Viviparus*) fra lokalitet 39. Sneglene er omkring 1½ cm lange.
Preben Nielsen fot.



Profil af de nederste lag i Østergårds sandgrav (lokalitet 38).

I løbet af jura udsattes de dele af Bornholm, der var land, for en gennemgribende forvitring, hvorved kaolinen opstod (se side 51 og lokalitet 37).

I slutningen af nedre kridt har havet i korte perioder bredt sig ud over Bornholm to gange. Aflejringer fra disse havtransgressioner kendes dog kun som rullesten i et konglomerat, der opstod som strandvolde, da havet for tredje gang i kridttiden bredte sig over Bornholm. Dette skete i cenoman, hvor der afsattes 70-130 meter grønsand (Arnager-grønsand). Endnu to gange trak havet sig tilbage for at trænge frem. I øvre turon aflejreredes en mergelkalksten (Arnager-kalk) og i nedre senon en yngre grønsandsserie (Baunoddegrønsandet).

Lokalitet 34: RISEGÅRD - RISEBÆK

Trias og nederste lias.

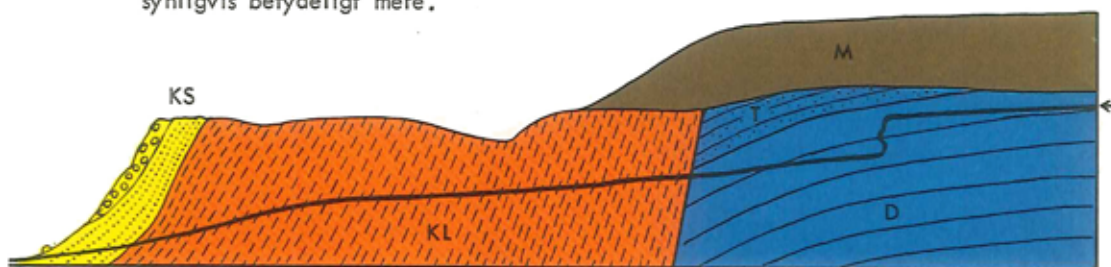
(Parker ved Søndre landevej og gå mod syd ad den første markvej vest for Orthoceratitkalkbruddet lokalitet 31. Privat vej, indkørsel ikke tilladt).

Ved kysten nær Risegård forekommer de ældste mesozoiske aflejringer, der er kendt fra Bornholm, nemlig fede røde og grønne lerarter med underordnede sandsten.

Følger man markvejen øst om Risegård mod kysten kommer man til en stor amfiteater-agtig lavning, hvori de fede lerarter ligger uregelmæssigt og stærkt forstyrrede på grund af udskridninger. Øst og vest for skredområdet er de forstyrrelser, der skyldes udskridninger, af mindre betydning og den skråstilling af lagene, man her kan se, står næsten udelukkende i forbindelse med bevægelser, der skete langs en forkastning, der dannedes da Bornholm i tertiærtiden opstod som horst.

Følger man en sti skråt ned gennem lavningen mod vest, møder man ved stranden flere partier af sandsten, der står stejlt med fald ud mod havet. Sandstenen er meget varierende. Nogle sandsten, der viser et uregelmæssigt skifte af lag med skrålejrning er sandsynligvis opstået i floder med kraftig strøm, andre med udpræget planparallel lagdeling og undertiden rigeligt med grøn glimmer på overfladen er aflejret i roligt vand i søer eller ved kyster. Finsand med tynde grønne lerstriber kan danne overgang mellem sand og ler. Visse lag er udviklet som en speciel type konglomerat, hvori "stenene" er små (sjældent over valnøddestore) uregelmæssigt formede, oftest hvidlige kalkkonkretioner, der er udvaskede af leret, der indeholder tilsvarende konkretioner i ringe mængde. Små rullesten af grønt og rødt ler har overlevet den hårdhændede udvaskningsproces og træffes spredt i konglomeraterne.

Såvel leret som sandstenen stammer fra øvre del af trias (keuper) og lagene, som ikke kan ses andre steder i landet, modsvarer aflejringer der er truffet i dybdeboringer overalt i det øvrige Danmark. De repræsenterer den øverste del af sø- og flodaflejringer, der er opstået i tørt klima. Seriens tykkelse ved Risebæk er i hvert fald omkring 60-70 meter, sandsynligvis betydeligt mere.



Figur 18. Profil af lagene ved Risebæks munding. D = Dicellograptusskifer, T = Tretaspiskifer, KL = keuperler, KS = keupersand og konglomerat. M = moræne. Pilen peger mod bæklobets bund.

Umiddelbart øst for Risebæks munding står sandstenen som en væg op til 12 meters højde og indenfor den findes en ryg med fedt, overvejende rødt ler. Går man herfra ind mod land træffer man cirka 10 meter inde i Risebæks slugt mørkegrå lerskifer med mange graptoliter (Dicellograptusskifer fra øvre ordovicium, sammenlign lokalitet 29. Disse skifer er længst mod syd overlejret af Tretaspiskifer. Lidt længere inde findes et 2½ meter højt vandfald i Dicellograptusskiferen.

Mellem triaslagene og Dicellograptusskiferen findes en omtrent øst-vest-gående forkastning, der danner grænse mellem to blokke af hvilke den sydlige er sænket betydeligt i forhold til den nordlige. Derved er de relativt unge lerarter kommet i samme niveau som de meget ældre skifer. Ved bevægelsen er de dele af skiferen, der ligger nærmest forkastningen blevet tvunget lidt nedad, medens det blødere ler og sandstenen er tværet ud og kommet til at stå stejlt (se figur 19).

Ved at gå tilbage langs stranden træffer man i den østlige side af skredområdet igen sandstenen, der står med mindre sydlig hældning, her er man også længere borte fra forkastningen. Foruden de sandstenstyper, der er omtalt tidligere, kan man her finde en type, der indeholder lodretstilrede rør af Skolithos-typen.

Lidt øst for sandstenen ses i stranden og i væggen af en gammel lergrav gråt og sort ler med lidt kul. Disse lag hviler på trias-dannelserne og er der ældste del af den tykke lagserie af kulførende dannelser, der er opstået i et varmt og fugtigt klima. Planterester og sporer viser, at de er dannede i nederste del af lias.

Lokalitet 39: CARL NIELSENS SANDGRAV

Lagene over Robbedalegruset.

(Syd for Rønne-Åkirkeby-landevejen, 4½ km fra Rønne.)

Her har Robbedalegruset været gravet i en årrække, men efter at gravning er ophørt, er grusprofilerne delvis tilskredet. I den øverste del af sydvæggen findes et profil med lag, der hører til den lidt yngre Jydegårdsformation (ikke-marint nedre kridt, wealden). Den er her udviklet som skiftende tynde lag af fingrus, sand og ler. Serien indeholder lerjærnstensbænke, af hvilke den nederste indeholder aftryk af muslingen Cyrena. To højere liggende bænke, der er forvitrede til rust, indeholder et utal af aftryk og stenkerner af ferskvandssneglen Viviparus.



Figur 25. Aftryk af Cyrena. Muslingerne er omkring 2 cm. Preben Nielsen fot.

Lokalitet 38: ØSTERGÅRDS SANDGRAV VED ROBBEDALE

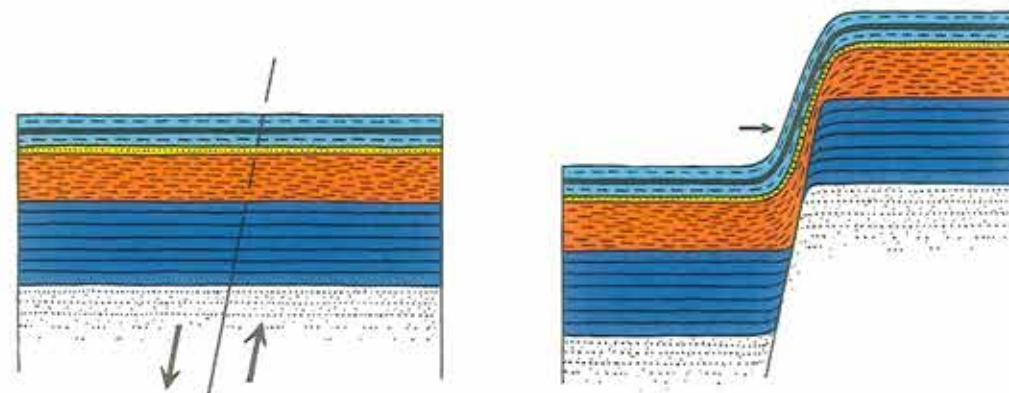
Robbedalegrus.

(Syd for Rønne-Åkirkeby-landevejen, 5 km fra Rønne.)

Grav i Robbedalegrus og underliggende finere sand med svagt syd-vestligt fald. Sandet og fingeruset er i reglen parallelt lagdelt, og der findes adskillige horisonter, der er gennemsat af uregelmæssigt forløbende rør med knudret overflade og en diameter på 1-2 cm. Rørene er beboelsesrør for et krebsdyr, *Callianassa*, der i nutiden lever i strand- og fladvandszonen ved det åbne hav, og Robbedalegruset og sandet må følgelig opfattes som strandnære marine dannelser. Nogle sandlag indeholder tætstillede rør af *Skolithos*-typen. I den nederste del af serien findes et par horisonter med træstubbe på roden samt en enkelt rodhorisont i de overvejende marine lag (mangrovemilieu). Serien er dannet ved overgangen mellem jura og kridt (purbeck).



Figur 24. Beboelsesrør af krebsdyr i finsand. HG.fot.



Figur 19. Skema, der viser hvorledes forstyrrelserne i profilet ved Risebæk (figur 18) er fremkommet.

Lokalitet 35: SOSEVIG



Figur 20. Stranden ved Sosevig set fra øst. HG.fot.

Lokalitet 35: SOSEVIG

Deltadannelser fra lias.

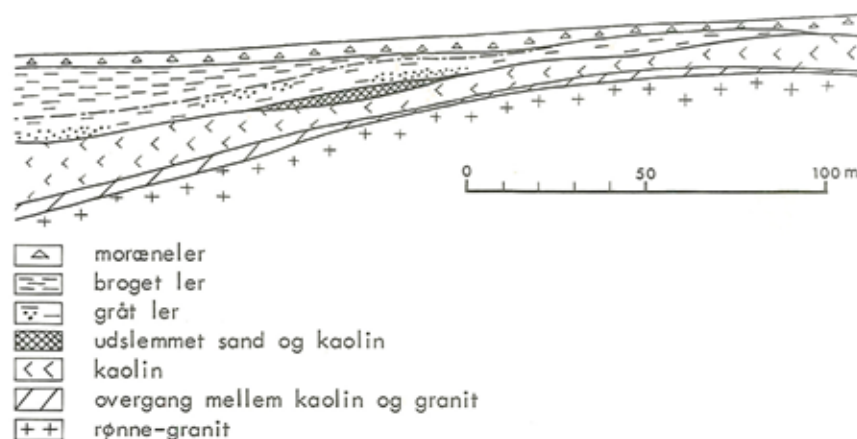
(Fra Søndre landevej, 12,3 km fra Rønne køres til en offentlig rasteplass nær stranden. Herfra går man vestpå langs kysten og passerer Lilleå.)

Cirka 200 meter fra Lilleå begynder et profil i deltadannelserne, der her overvejende er aflejret af langsomt strømmende vand og i søer og sumpe. Lagene hælder svagt mod sydvest. I profilets østligste del findes nederst gråt lagdelt ler og derover en smukt udviklet rodhorisont i et finsandslag. Et par meter over dette endnu en rodhorisont med overliggende sortler og et ubetydeligt kullag. Herpå følger længere vestpå sandede lag, en serie med kul og ler, en 4 meter tyk løs sandsten og øverst i vest stribet finsand og ler med lerjernstensbænke (ler imprægneret med jernkarbonat).

Medens de omtalte lag ligger regelmæssigt over hinanden, finder man i profilets østlige del et stykke oppe i klinten, lag, der er aflejret i et lille flodløb, der har skåret sig ned i deltaaflejringerne. Snittet gennem flodløbet er cirka 40 meter langt og op til 5 meter højt. I flodløbets bund er aflejret sand med brokker af jura-ler, der er revet løs fra omgivelserne ved flodens erosion i underlaget. Senere er flodløbet blevet udfyldt af mere eller mindre uregelmæssigt lejet sand delvis med skrålejrning. Sandet indeholder mørke lag rigt på små trækulstykker og andre små plantedele.

Kaolinen på Bornholm (og tilsvarende lag i Skåne) er opstået ved en kemisk overfladeforvitring i fugtigt klima. Af silikatmineralernes kisel-syre og aluminium opbygges kaolin-mineralet, mens deres indhold af natrium, kalium, calcium, magnesium og jern går i opløsning. De tykke kaolinlag viser, at man har haft et så ringe relief i landskabet, at den forvitrede overflade ikke er blevet fjernet ved erosion, men ved en så kraftig drænering, at de ved forvitringen opståede opløsninger er blevet fjernet, således at processen har kunnet fortsætte i lang tid.

Nyere undersøgelser har vist, at palæozoiske sandsten og skifre under purbecklagene er forvitret på lignende måde som graniten. Forekomsten af delvis kaoliniseret granit i mellemjura-lagene ved Bagå (lokalitet 36) og gennemforvitret (affarvet og leret) nexø-sandsten under lag fra nedre jura tyder på, at kaolinisering har fundet sted gennem hele juraperioden. At den er ældre er usandsynligt, da vi i perm og trias har haft tørt klima, hvori der er dannet en rødforvitret jordbund. I Skåne er rødforvitrede silurskifre således fundet under de røde triaslag.



Snit gennem lagene ved Rabækkeværket. (P.Graff-Petersen og J.Bondam).

Lokalitet 37: RABÆKKEVÆRKET

Kaolin og øverste jura.

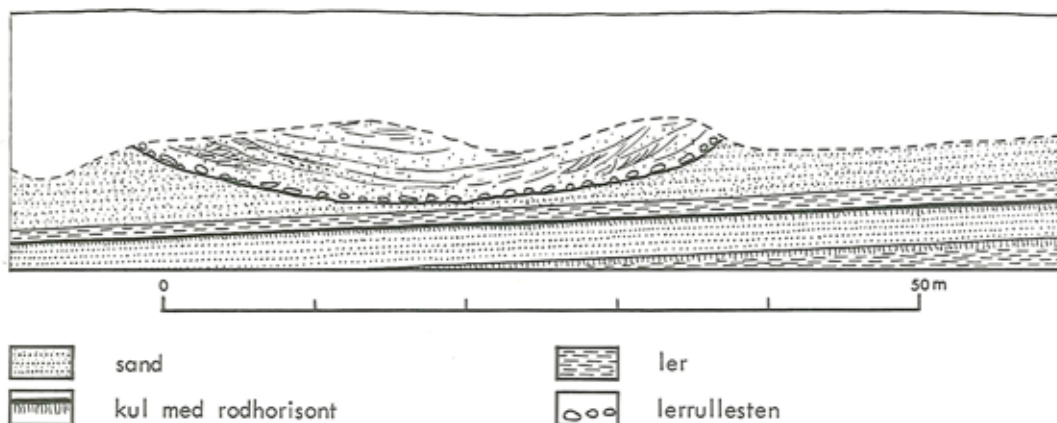
(Man kommer nemmest til den store kaolin- og lergrav fra Rønne-Svaneke-vejen, hvor der cirka 2½ km fra Rønne findes en nedkørsel til graven.)

Fra nedkørslen ser man til venstre kaolinen og til højre de overliggende lerlag. De nederste af disse lerlag er grå og stærkt sandholdige og skiller sig på afstand dårligt ud fra kaolinen i modsætning til de overliggende grønne og brogede lerarter.

Kaolinen er dannet ved en gennemgribende kemisk forvitring af den mørke Rønne-granit. Feldspaterne og de mørke mineraler er omdannede, men kvartsen ikke, hvorfor kaolinen optræder som en bjergart, der har Rønne-granits struktur, men består af kvarts og en hvid leret masse bestående af et lermineral, der hedder kaolinit. I gravens vægge kan omdannede pegmatitgange genkendes ved deres struktur, og endvidere kan der findes gange af kvartsfri oftest grønlig kaolin, der er dannet ved omdannelse (kaolinisering) af diabasgange.

I små lavninger i kaolinoverfladen kan findes sand og slemmet kaolin, der direkte er udslemmet fra kaolinoverfladen, og derved forekommer et tykt lag af gråt sandet ler med underordnede sandhorisonter. Det grå ler indeholder kun lermineralet kaolinit og må stamme fra en kaolinforvitret overflade i nærheden. I sandet, der stedvis har karakter af sandsten er fundet et krebsdyr, der viser, at aflejringen er sket i ferskvandsmilieu. Små mængder kul og andre vidnesbyrd om bevoksning kan ses.

Det grå sandede ler går jævnt over i det grønne og gulgrøn-brogede fede ler. Dette indeholder flere forskellige lermineraller, der formentlig må være transporteret fra egne udenfor Bornholm. Hele serien over kaolinen henføres til allerøverste jura (purbeck). Jævnaldrende med det fede ler er leret i en lergrav ved SKYTTEGÅRD (nord for Søndre landevej 8½ km fra Rønne). Leret her er gennemgående mørkere og delvis sandet med et rigeligt indhold af trækul og svovlkis. (Lokalitet 37a).



Figur 21. Deltaaflejringer med flodløb, Sosevig.

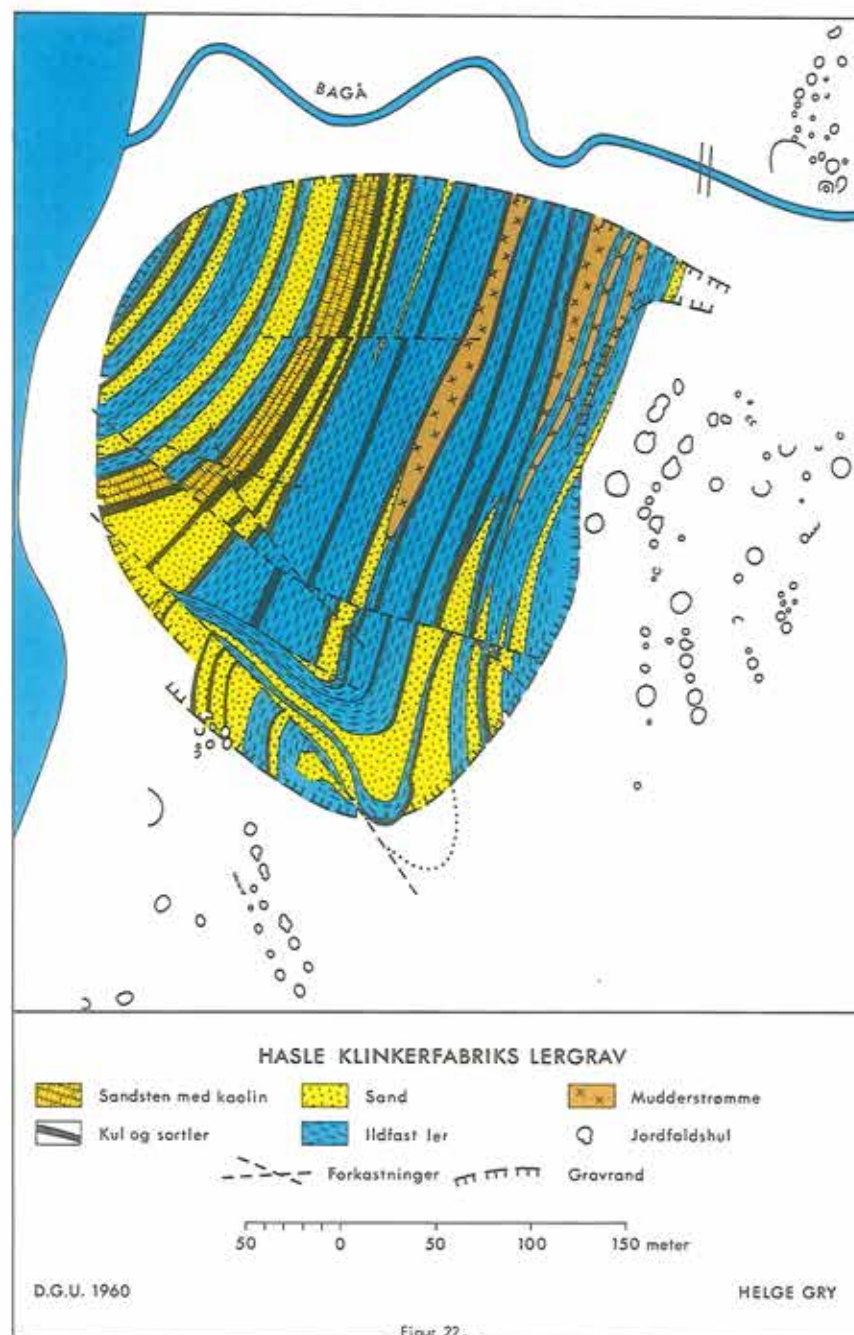
Lokalitet 36: HASLE KLINKERFABRIKS LERGRAV

Ildfast ler og kul fra mellem jura.

(Graven ligger lige syd for Bagås munding. Henvendelse på fabrikkens kontor. Man parkerer ved fabrikkens, går øst om denne og følger tipvognssporerne, der passerer Bagå.)

Graven er omkring 250 x 300 m². Fra gravkanten kan man følge lagernes retning i gravens bund, idet striberne af sortler og kul tegner sig tydeligt mod det lyse ler og sandlagene. Afbrydelser og forsætninger af striberne skyldes mindre forkastninger. Nordvæggens profil viser, at lagene hældes mod øst.

Lagfølgen udmærker sig ved, at flodsand med skrålejrning kun forekommer underordnet, mens sø- og sumpdannelser i form af lyst ler og sortler med overliggende kullag dominerer. Der findes mange eksempler på rodbundshorisonter under kullagene.

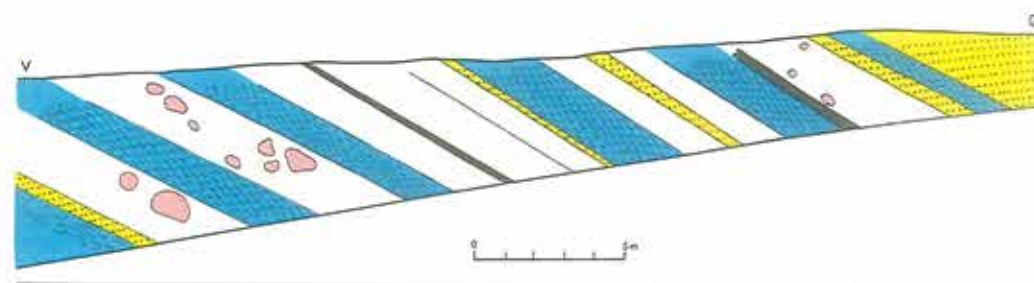


I gravens nordøstlige del ses (bedst i nordsiden af nedkørslen til graven) nogle lag af usortet sand og ler med større og mindre blokke af forvitret granit. Lagene repræsenterer mudderstrømme, der er flydt ud i sedimentationsbassinet formodentlig fra øst, hvor en landoverflade med kaoliniseret granit (se side 51) må have været blottet.

Planteforsteninger (blade og kviste af bregner, koglepalmer og nåletræer) er hyppige i nogle horisonter, for eksempel i hvidt ler nær et lag af grov sandsten. Lerjærnstenskonkretioner, der forekommer i enkelte lerlag, indeholder sjældent andet end træstykker og grene. I en lerhorisont omtrent midt i graven er fundet en del eksemplarer af en 8-10 cm lang ferskvandsmusling.

I gravens sydvæg bøjer lagene om og tværes ud i nordøstlig retning langs en forkastning, der adskiller Bagå-lagene fra de sydlige liggende Sorthat-lag. Disse, der er af lignende karakter som lagene i den øvrige del af graven, ses foroven i sydvæggen.

I skoven syd for graven ser man rækkevis liggende jordfaldshuller, der er opstået ved indstyrtning af gamle kulgrubegange. Øst for graven findes tilsvarende huller efter brydning af kul i Bagå-lagenes øverste dele.



Figur 23. Hasle Klinkerfabrik. Profil fra nedkørslen til lergraven med mudderstrømme med op til meterstore granitblokke. Set mod nord.

grovkornet:	her grovere end almindelig granit, det vil sige med kornstørrelse over 5 mm.
intermediære graniter:	her defineret som graniter af samme sammensætning som bornholmsk gnejs.
konglomerat:	hærdnet aflejringer med rullesten af ældre, nedbrudte lag. Konglomerater er almindeligvis enten flodaflejringer eller kystaflejringer (strandvolde). I en serie havaflejringer betyder tilstedeværelsen af et konglomerat ofte, at der umiddelbart forud har været en landperiode med nedbrydning af gamle aflejringer.
konkretion:	mere eller mindre regelmæssigt knoldformet mineralafsætning i en aflejringer. Mineralen udskilles af gennemsvendende vand, hvor der i forvejen findes korn af det pågældende mineral.
kronologi:	tidsrækkefølge.
leukoaplit:	lys aplit.
leukogranit:	lys bjergart med kornstørrelse som en almindelig granit i modsætning til pegmatit, som er grov, og leukoaplit, som er fin.
leukosom:	græsk ord, der ordret betyder lyst legeme. Benyttes om pegmatit, leukoaplit og leukogranit. Anvendes om legerne som sådan eller om den samlede mængde af lyse bjergarter på Bornholm.
lyse graniter:	her defineret som graniter med overvægt af kvarts og mikroklin i forhold til bornholmsk gnejs.
metasediment:	en omkrystalliseret bjergart, hvis sedimentære oprindelse endnu kan erkendes.
migmatit:	blandingsbjergart.
moræne:	jordart bestående af isaflejret usortet ler, sand, grus og sten. Moræne er også betegnelsen for bakkelandskaber opresset af is eller efterladt ved isens bortsmeltning.
mørke graniter:	her defineret som graniter med overvægt af mørke mineraler og plagioklas i forhold til bornholmsk gnejs.
pegmatit:	meget grovkornet bjergart, der forekommer i gange eller mindre uregelmæssige partier.
replacering:	erstatning af én bjergart med en anden.
sedimenter:	aflejringer af materiale fragtet af vand eller vind.
sidesten:	den bjergart som et geologisk, afgrænset legeme har kontakt til.
strygning:	et geologisk lags retning på en vandret jordoverflade.

KVARTÆR

af Helge Gry

Bevægelser langs forkastninger har foregået i flere perioder siden prækambrum. En storstilet hævn timer kombineret med blokdannelse indtrådte i tertiærtiden. Jævn timer med hævn timeren skete en kraftig erosion i de områder, der kom til at ligge højest, hvorved adskillige hundrede meter af sedimenter blev fjernet. Det sidste større angreb på lagene skete i istiden, da indlandsisen flere gange skred hen over Bornholm.

Der er kun bevaret istidsaflejringer fra den sidste istid, og det er følgelig sidste istids gletsjere, der har udmodellet Bornholms overflade, som den ser ud i dag.

Ved isens afhøvling omformedes opragende partier i grundfjeldet til rundklipper med en skråt afslebet stødside i den retning, isen kom fra og en mindre påvirket læside, og sten i isen indridsede mange steder skurestriber, hvis retning viser isbevægelsens retning. Forskellige former for halvmåneformede revner, der opstod ved isens bevægelse, og afsprængninger af klippedale under isen kan ligeledes give oplysninger om isbevægelsens retning. (Se Varv 1967,4).

Kortet side 60 viser, at isen i den nordlige del kom fra NNØ. Ved denne isbevægelse blev de mindre modstandsdygtige sprækkezoner uderoderet, og efter isens bortsmeltning fremtrådte de som sprækkedale. I dalenes stejle vægge kan undertiden ses vandrette skurestriber, der vidner om iserosionens betydning (for eksempel Majdalen i Paradisbakkerne).

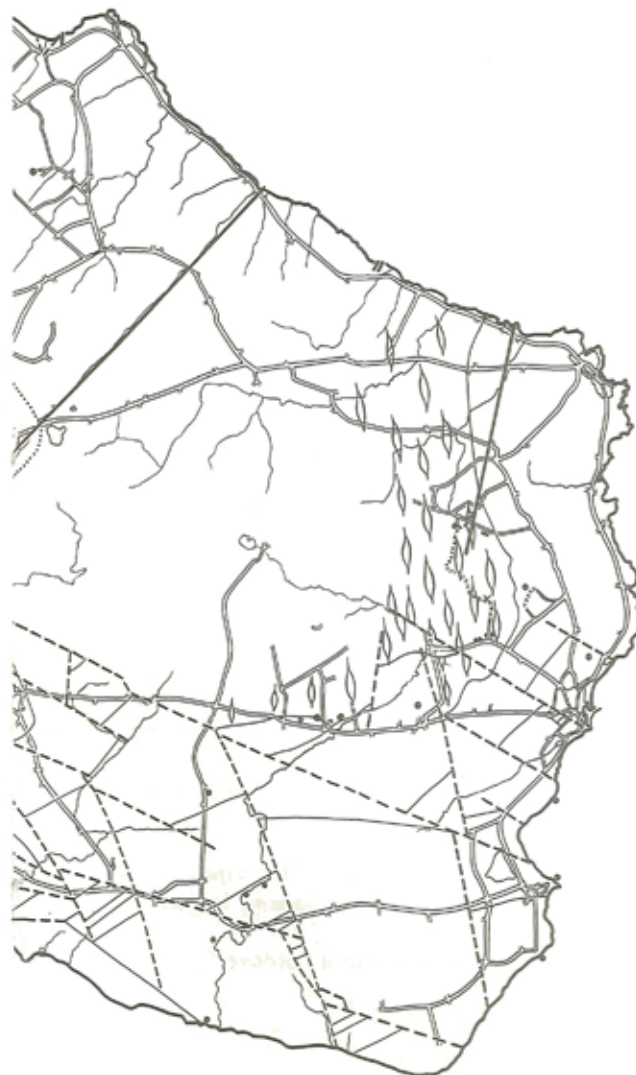
Isen efterlod sig ved sin afsmeltning de fleste steder kun et ret tyndt morænedække, i graniterrænet højest dele morænesand, iverigt moræneler. Store mængder af store granitblokke findes som stenbestrøning mange steder. I denne forbindelse må fremhæves de to store rokkesten, en i Paradisbakkerne og en i Rutsker Højlyng. Sidstnævnte er meget let at få sat i rokkende bevægelse. Nær 10 km stenen på vejen mellem Olsker og Rø drejer man mod syd, og efter 2,3 kilometers kørsel mod nord. Vejviser til stenen 3/4 km fremme.

Under indlandsisens bortsmeltning rykkede isranden tilbage i nord-østlig retning. Nogle gange holdt den sig stationær gennem længere tid. Det udstrømmende smeltevands indhold af grus og sand aflejredes foran isranden, og efter isens videre bortsmeltning kom smeltevandsaflejringerne til at stå tilbage som høje bakkestrøg. Et sådant bakkestrøg strækker sig fra egnen omkring Rutsker og Klemensker. Vest for Klemensker findes nogle sprækkedale, der er fyldt ud med sand og grus. Man må formode, at dalene har været udfyldt af dødis, da gruset aflejredes. Da dødisen smeltede sank det overliggende grus ned i dalene.

Et senere dannet bakkestrøg strækker sig fra Splitsgård mellem Klemensker og Rø mod sydøst forbi Årsballe. Endelig er der vidnesbyrd om en israndsstilling et par kilometer indenfor nordøstkysten mellem Olsker og egnen syd for Gudhjem. Da isen lå her samledes det udstrømmende smeltevand i de laveste dele af det foranliggende isfri land, det vil sige i sprækkedalene. Der opstod her en række isdæmmede søer, hvori stenfrit lagdelt ler aflejredes.

Af kvartærkortet side 60 fremgår, at isbevægelsen på Sydbornholm var fra ØSØ mod VNV. Sandsynligvis var der tale om en afbøjning af isbevægelsens retning på et tidspunkt, da den højeste del af Bornholm har raget op af isen som en såkaldt nunatak. Da isen på Sydbornholm smeltede væk, opstod et par flodsletter eller små hedesletter. Rønne by ligger på en sådan lille slette. Tydeligere er en slette, der begynder i øst som en 200 meter bred fladbundet dal nordvest for Sosegård. Herfra går den vestpå nord om Arnager og breder sig ud til en fuldstændig plan slette, hvor nu flyvepladsen ligger. Sydgrænsen er utydelig, men langs nordsiden er udformet en erosionsskrænt, der ses lidt nord for Søndre landevej såvel ved flyvepladsen som nord for Arnager. Vandet i floden har løbet mod vest.

Da isen var smeltet helt bort, lå Bornholm tilbage som en ø i en issø, der opstemmedes mellem isen, hvis rand lå nordligere i Østersøen, og Nordtyskland og Danmark, der da lå højere end nu. Terrasser med strandgrus fra issøen ses langs Bornholms vest- nord- og østkyst. En smuk terrasse med bagved liggende klint findes lige nord for Hasle. Syd for Svaneke optræder flader med groft strandgrus fra issøen (Årsdalegrus), og et flere kilometer bredt bælte fra Nexø ned mod Dueodde er ligeledes strandgrus fra issøen (smukke profiler i grave indenfor Snogebæk). Terrasserne når op til godt 20 meter over nuværende havniveau i det nordligste Bornholm og omkring 10 meter i det sydligste, det vil sige Bornholm var noget kipet i forhold til nu.





Yngre strandaflejringer fra stenalderhavet (Littorina-sænkningen) findes i en smal bræmme langs kysten. Siden deres dannelse har Bornholm hævet sig, mest mod nord, og stenalderhavets strandlinie ligger nu cirka 12 meter over havet i nord og 3-4 meter over havet i syd.

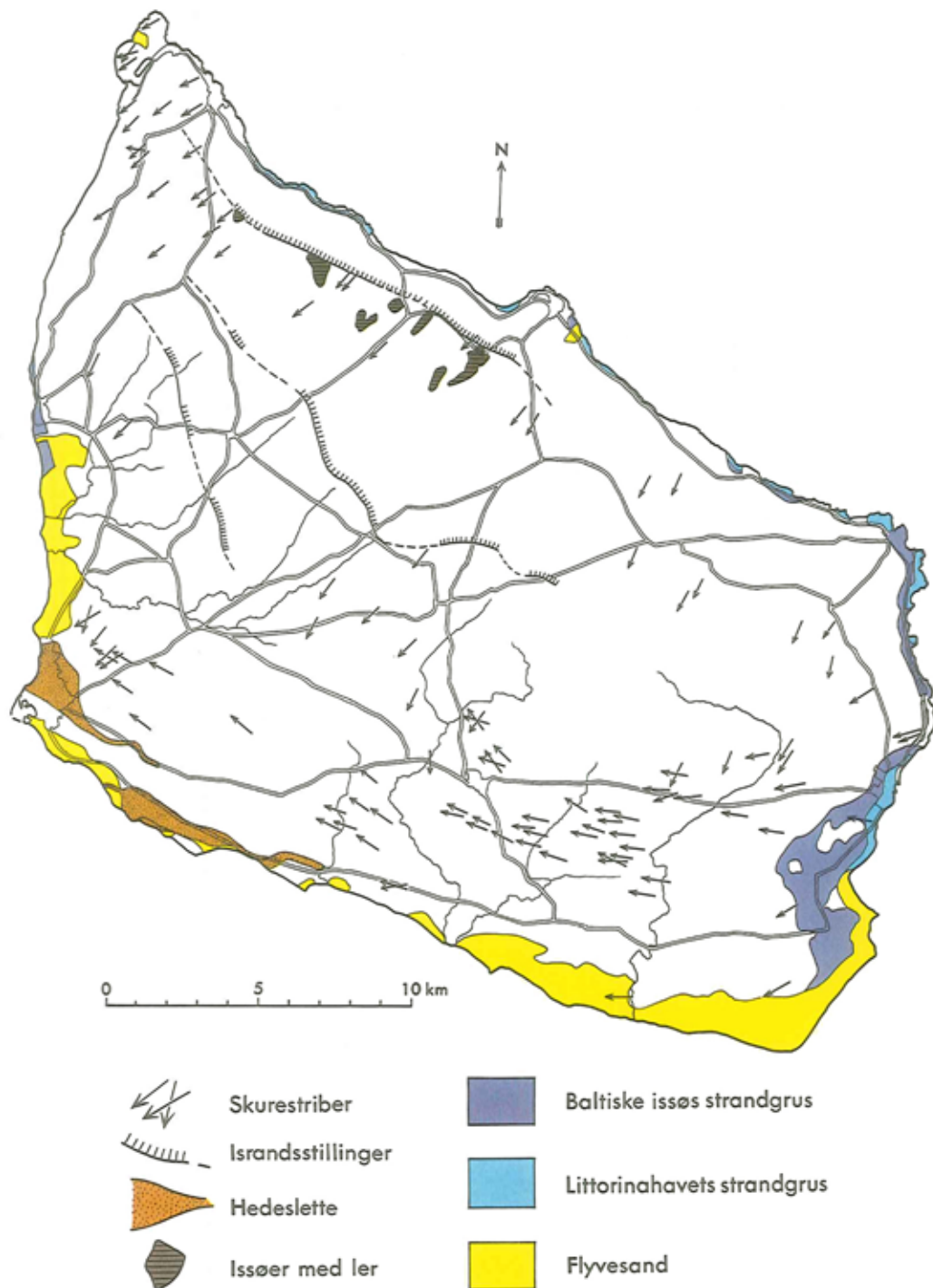
Flere steder ved nordkysten kan begge terrasseniveauer iagttages for eksempel ved Kåsen og ved Bølshavn.

Graniterrænets forrevne kystformer er fremkommet ved havets angreb i den stærkt forkløftede granit (for eksempel Helligdomsklipperne og Kamelhovederne ved Hammershus). I forkløftede zoner er også uderoderet grøtter som Tørre Ovn og Våde Ovn ved Hammershus og Sorte Gryde ved Helligdommen.

Det yngste træk i Bornholms geologiske historie er aflejringen af flyvesand, der forekommer langs kysten på Sydbornholm fra Hasle til syd for Nexø. Plantagerne mellem Hasle og Rønne er anlagt for at bekæmpe sandflugten. Det største flyvesandsområde, med maleriske klitter, forekommer ved Dueodde.

Til eget brug





På grundlag af Grønwall og Milthers 1916

Ordliste:

- alun:
(alunskifer) Kalium-aluminiumsulfat. Tidligere udvundet af alunskifer ved ristning og udvanding.
- anatexis: opsmeltning af bjergarter.
- antrakonit: mineralet kalkspat med et vist indhold af organisk stof. Antrakonit optræder som konkretioner eller sammenhængende lag i alunskiferen.
- aplit: finkornet bjergart, der forekommer i gange.
- arkose: sandsten med mere end 25% indhold af feldspatmineraller. Opstår lokalt ved forvitring af granit og gnejs.
- basisk front: ophobning af mørke mineraler ved kontakt til leukosom af differentiationstypen.
- bentonit: ler-art dannet ved nedbrydning af vulkansk aske. Optræder i de ordoviciske og silure graptolitskifer.
- brachiopod: to-skallet dyreform, kambrium - nutid. Kan i det ydre minde om muslinger, men har en helt afvigende indre bygning.
- differentiation: en proces, hvorved en udgangsbjergart opdeles i to eller flere nye.
- dilatation: åbning og udvidelse af en spalte.
- finkornet: kornstørrelse under 1 mm.
- forvitring: omdannelse af mineraler og bjergarter med mekaniske og kemiske midler.
- fosforit: mineral bestående af calciumfosfat og calciumkarbonat. Fosforit optræder hyppigt som konkretioner eller imprægneringsmateriale i aflejringer afsat ved aftagende havdybde.
- gang: pladeformet legeme af en bjergart (pegmatit, diabas etc.)
- geosynklinal: trug med sedimenter, der senere foldes op til en bjergkæde.
- glacial: dannet af is, "hørende til istiden".
- glaukonit: grønt mineral beslægtet med glimmer. Dannes som små runde korn i havet under specielle betingelser.
- gnejs: en slags stribet eller båndet granit. Udtrykket "granitiske bjergarter" omfatter også gnejs.
- granitiske bjergarter: bjergarter med feldspat og kvarts som hovedmineraller, omfattende både granit og gnejs.
- granodiorit: granitisk bjergart, hvor plagioklas findes i mindst dobbelt så stor mængde som kalifeldspat.