

ORTHO CERATIT I OLIE

en specialitet fra Ordovicium ved Kinnekulle

Bjørn Buchardt og Mette Hansen

Kinnekulle i Västergötland ved den svenske sø Vänern er et lille geologisk paradis. Her ligger aflejringer fra Nedre Palæozoikum smukt arrangeret som lag i en lagkage: nederst sandsten, så skifer, kalksten, skifer - underlejret af gamle gnejsjer og granitter, dækket af en vandret diabasbænk. Diabasen er kendt af enhver strandvandreren i Danmark: Kinnediabasen, der viser isens vej fra Mellemsverige til de danske moræneaflejringer. Kinnekulle er en frodig perle; de mange lag af kalksten og skifer gør jorden næringsrig og frugtbar, og klimaet er mildt takket være Vänerns lunende effekt. Her har vi arbejdet nogle år, bl.a. med undersøgelser af geokemien i de lokale skifre og kalksten, og her blev vi første gang opmærksomme på de oliefyldte orthoceratitter, som denne artikel skal handle om.

Den dominerende bjergart på Kinnekulle er kalksten, bænket, massiv, oftest rød, populært kaldet orthoceratitkalk, og gennem århundreder brudt som bygningssten. Kalkstenen er fra Nedre og Mellem Ordovicium, omkring 470 millioner år gammel, og bestemte horisonter indeholder store mængder af fossile blæksprutter: orthoceratitter der har givet navn til bjergarten. Orthoceratitkalken kan ses i de mange forladte kalkbrud rundt om Kinnekullebjerget, men også i det udmærkede lille geologiske museum i Hällekis ved nordspidsen af Kinnekulle er der smukke prøver fra kalken.



Skive af orthoceratitkalk med oliefyldt orthoceratit. Olien er sivet ud fra de calcitfyldte kamre i orthoceratitten under skæring af blokken og har imprægneret store dele af skiven. Stykket findes på det lille stenumuseum i Hällekis på Kinnekulle.

I udstillingen kan man bl.a. se en kalkstensskive med en gennemskåret orthoceratit fyldt med en sort, olieagtig væske. Ifølge beskrivelsen i den lokale guide er det dyrets bløddede, der er forrådnede til olie (og altså ikke rester af blæksprutts blæk, som nogen har foreslået). Forklaringen forekom os lidt suspekt, bløddelene har sikkert været nedbrudt længe inden dyret blev begravet, og en nærmere inspektion af stykket, bl.a. ved hjælp af næse og fingre, afslørede da også væsken som råolie, sort, klæbrig og med karakteristisk petroleumslugt. Og så begyndte historien jo at blive spændende.

Lokale venner fik os sendt videre til Thorsberg Stenhuggeri på østsiden af Kinnekulle, der bryder kalksten i et lokalt brud til bl.a. fliser, bordplader og vindueskarme. Her fik vi lov at rode i deres affaldsbunker, og gevinsten viste sig straks: talrige kalkstykker med oliepletter, oftest med direkte relation til oversavede orthoceratitter. Ude i bruddet kunne vi studere fænomenet nærmere,

her skærer stenhuggeriet den rå kalksten op i klodser med en 1 meter stor diamantsavklinge. Processen efterlader en lodret skærevæg i kalkbruddet over to meter høj og op til 50 meter lang i næsten poleret kvalitet, et paradis til studier af sedimentære strukturer i kalkstenen, men også stedet at se olie flyde ud af de netop overskårne orthoceratitfossiler (se figurer).

Hjemme i laboratoriet underkastede vi de indsamlede prøver en nøjere undersøgelse. Det viste sig bl.a., at de olieholdige orthoceratitter var hule, kamrene i skallerne var kun delvist fyldt med kalkspat i modsætning til de helt forkalkede ikke-olieholdige skaller, og de mange fine kalkspatkrystaller med smukke krystalflader inde i kamrene kunne tyde på, at krystalvæksten var blevet stoppet af den indtrængende olie. Men hvor var olien kommet fra, og hvordan var den endt inden i orthoceratitfossilerne?



Orthoceratit med oliefyldte kamre fra Kinnekulle i Sverige.



Olieudsivning fra kalkblok med overskåret orthoceratit, Thorsberg på Kinnekulle. Orthoceratitten er delvist skjult bag olielaget. De vandrette strukturer i blokken er opløsningshorisonter (stylolitter), der muligvis har fungeret som migrationsveje for den indtrængende olie.

Der var kun få spor af olie i den omgivende kalksten, der er grå og massiv, og lagene over og under den orthoceratitførende enhed indeholdt intet olie.

Her var spørgsmål nok at tage fat på, og den ene af os (Mette) besluttede at gå igang med et specialestudium om orthoceratitoliens dannelse og oprindelse. Specialestudiet har været koncentreret om særlige aspekter af oliens sammensætning, de såkaldte biomarkere (se boxen), og vi har fået stor hjælp fra det organisk geokemiske laboratorium på Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser (GEUS). Analyserne viser, at olien i orthoceratitterne er en rigtig råolie med en sammensætning svarende til f.eks. Nordsøolie, og at olien sandsynligvis stammer fra den underliggende sorte skifer, den såkaldte Alunskifer, der er kendt som en bjergart rig på oliedannende organisk materiale.

For at danne olie skal der som bekendt opfyldes to betingelser: dels bjergarter med rigeligt indhold af sedimentært organisk materiale af algeoprindelse (kildebjergarten), dels opvarmning af bjergarterne til temperaturer over mindst 60 til 80°C. I princippet kender vi to processer til opvarmning af en kildebjergart, indsynkning og begravelse på stor dybde eller indtrængning af varme, vulkanske bjergarter. Ved Kinnekulle synes indsynkningen at have været meget moderat, Alunskiferen bærer ikke spor af begravelse eller termisk omdannelse og har næppe dannet olie. Derimod udgøres toppen af Kinnekulle jo af en diabas, en op

til 30 meter tyk vulkansk bjergart intruderet vandret ind i de nedre palæozoiske bjergarter i begyndelsen af Permtiden.

Lige under diabasen ligger skiferlag fra Silur, tydeligt præget af den kraftige opvarmning, og derfor gode kandidater som kildebjergart for olien. Men biomarkerundersøgelserne viste, at olien i orthoceratitterne har en anden sammensætning end en olie dannet fra de silure skifre. Derfor har vi kun én mulig forklaring tilbage, olien er dannet ved opvarmning af Alunskiferen i andre lokaliteter end dem, vi har studeret. Her er to muligheder, enten har den udbredte vulkanske aktivitet i Kinnekulleområdet ført til lokal opvarmning af Alunskiferen, eventuelt langs de lodrette sprækker der må have fungeret som fødekanaler til de overliggende diabaser. Eller olien er kommet langvejs fra, måske helt fra Norge, hvor store områder med bl.a. Alunskifer blev begravet på stor dybde i forbindelse med den Kaledoniske bjergkædedannelse i slutningen af Silur.

Uanset dannelsessted må olien være migreret under højt tryk gennem sprækker så tynde, at de næppe kan identificeres i dag for til sidst at samles i de få hulrum i kalkstenen. Og her har de delvist luft- eller vandfyldte orthoceratitskaller udgjort nogle af kalkstenens eneste porer. Senere må trykket være aftaget, sprækkerne lukket og olien fanget i de enkelte orthoceratitter. Her har den så været gemt i mindst 250 millioner år, lige til den dag hvor stenhuggerne blotlagde de oliefyldte hulrum.

Uanset dannelseshistorie er det et sammentræf af forbløffende tilfældigheder, at netop orthoceratitterne i Thorsbergområdet har fungeret som opsamlingsreservoir for olie. Vi har ikke fundet spor af olie i andre orthoceratitter i området, og spor af olie er i det hele taget yderst sjældne i regionen. Dette giver jo Thorsberg orthoceratitterne en særlig status, både videnskabeligt og samlermæssigt. Det var da også interessant at se, hvordan de olieholdige orthoceratitter året efter vores første besøg var blevet sat til salg i den lille butik i stenhuggeriet, smukt polerede og lige til at sætte på samlerbordet.

De sidste år har der ved hvert besøg været nydelige stykker til salg, oftest med hele, gennemsavede og polerede orthoceratitter, og til ganske rimelige priser. Så falder læserens vej forbi Kinnekulle og Thorsberg, kan vi da anbefale et besøg, måske kunne man også blive fristet af en bordplade med polerede, 1 meter lange og ganske perfekte orthoceratitter. Det er forøvrigt også her i Thorsberg, at man har fundet de ældste meteoritter i verden, gemt i de ordoviciske kalksten, men det er en anden historie.

Biomarkers

Biologiske markører eller 'biomarkers' er komplekse organiske molekyler, der er fundet i olie og i organisk materiale i sedimentære bjergarter. Molekylernes strukturelle opbygning er blevet bevaret, og de kan derfor føres tilbage til det biologiske materiale, hvorfra de stammer.

Der findes en bred variation af biomarkers, men de to vigtigste grupper, der bruges i olieeftersforskning, er steraner og hopaner. Steraner stammer fra steroler, som er almindelige i de fleste planter og dyr. Hopaner stammer fra triterpenoider, som er fundet i mange bakterier.

Ændringen af de oprindelige biologiske molekyler til

'geologiske' molekyler sker under begravelse af det organiske materiale. Herved mistes funktionelle grupper som f.eks. hydrogen og oxygen, og kulstof-dobbeltbindingerne bliver reduceret, så der dannes mættede kulbrinter. Antallet af kulstofatomer ændrer sig som regel ikke, og molekylet vil derfor fremstå næsten som det oprindelige biologiske molekyle.

Fordelingen af biomarkers i en olie eller kildebjergart er specifik for det organiske materiale, der er bevaret, og således udviser de deres helt eget fingeraftryk. Biomarkerfordelingen kan derfor bruges i olieeftersforskning til bl.a. at sammenligne olie med mulige kildebjergarter. F.eks. kan steranerne C27-C28-C29 (C27 betyder et molekyle med 27 kulstofatomer) bruges til at gruppere olier fra forskellige aflejningsmiljøer (figur 1).

Biomarkers analyseres normalt ved hjælp af kombineret gaskromatografi-massespektroskopi (GC-MS), hvormed der kan optages karakteristiske spektre af biomarkerfordelingen (figur 2).

Den relative mængde af de forskellige molekylioner måles på et stigende masse/ladnings forhold (m/z).

