



I felten. Forfatteren studerer det 168 millioner år gamle «kalksteinslag RB071», som definerer grensen mellom bajoc-etasjen (venstre) og bathon-etasjen (høyre). Dette laget ble en «gyllen nagel» i 2008.

Ser sammenhengene

Et tynt kalksteinslag i en ravine i Sør-Frankrike definerer et geologisk tidsskille på norsk sokkel.

| Robert W. Williams og Bjørn Rasen (foto)

Dette er den fjerde artikkelen om gylne nagler, forekomster av avsetningsbergarter som dokumenterer tidsskille gjennom jordens geologiske historie. Den geologiske tidsskala er delt inn i cirka 100 aldre. I 2013 hadde 66 av disse gylne nagler.

Tidligere artikler tilgjengelig på www.npd.no/publikasjoner:
De gylne naglene
(Norsk sokkel, nr. 1, 2005)
En verden av vann
(Norsk sokkel, nr. 2, 2008)
Den grønne evolusjonen
(Norsk sokkel, nr 2, 2012)

Hvordan kan fossilene i et tynt kalksteinslag i Sør-Frankrike ha noe å gjøre med hvordan geologer tolker en bestemt tidsgrense på den norske kontinentalsokkelen? Hvorfor er dette geologiske tidspunkt ikke oppkalt etter den lille provençalske bygda der det er definert, men etter byen Bath i England?

Merkelig nok har svarene å gjøre med Afrikas nordlige vandring og geologifagets frembrudd som vitenskapsgren.

Den ulidelig langsomme kollisjonen mellom det afrikanske og europeiske kontinentet skapte alpene. Denne hendelsen avdekket en ekstraordinær beretning om Europas geologiske fortid, som var avgjørende for utviklingen av geologi som vitenskap i det nittende århundre. Disse fjellene blottet en vidstrakt geologisk historie i form av sammenbrettete, deformerte og oppsprukne avsetninger. Det er derfor noen av steinene som danner

flotte alpine utsikt fra Gorenjska-regionen i Slovenia til de provençalske alpene i Frankrike, en gang var myk gjørme på havbunnen. Dette havet finnes ikke mer.

Hav som ligger i veien når kontinentene kolliderer, blir sammenklemt og forsvinner. Den kolossale energien av et kontinentalt sammenstøt komprimerer krystallinsk grunnfjell og overliggende sedimenter som et trekkspill. En fjellkjede blir født.

Fossilbyen

I Sørøst-Frankrike renner elvene Asse de Clumanc og Asse de Blieux sammen og danner elven Asse. Rett i nærheten ligger Barreme, en rolig provençalsk landsby med pastellfargete murbygninger preget av en solforvitret patina. Et merkelig innslag ved Barrêmes offentlige rom er dekorative installasjoner av C-formede, hornlignende fossiler nesten én meter høye. De er fossile ammonitter: en blekksprut med

skall som døde gradvis ut mot slutten av krittperioden. 59 millioner år før ammonittene døde ut, var denne C-formete art utbredt da Alpes-de-Haute-Provence var en flat, gjørmete havbunn.

For 140 år siden fikk avsetningene under Barrême internasjonal anerkjennelse da fossilene viste at lagene tilhørte en hittil ukjent del av den undre kritt lagrekken. Det er derfor dagens geologer kjenner navnet på denne middelalderbyen som for eksempel Barremian (engelsk), Barremium (tysk) og barrem (norsk). Le Barrémien er en lagrekke definert i 1873 av den franske geologen Henry Coquand. Det er den fjerde av seks etasjer (lagrekker) i den undre krittserien.

Sjargong

En etasje er en lagrekke som inneholder bestemte fossile arter. En serie er en gruppe med etasjer. Denne fagterminologien ble til da tidlig 1800-tallets geologer påviste at den vertikale og horisontale



Landet stiger fram. De provencalske alpene i Frankrike, var en gang myk gjørme på havbunnen.

fordelingen av fossile arter og bergarter var nøkkelen til å forstå jordens historie. Geologisk kartlegging ble et viktig verktøy som gjorde geologi til en moderne vitenskap.

1800-tallets geologer brukte bare relative aldre for å forstå geologisk tid. Det fantes hverken kunnskap eller teknologi for å måle absolutte aldre i antall millioner år. Tidlig stratigrafisk nomenklatur behandlet bergartstyper og kronologisk rekkefølge av fossile arter. Geologer kunne observere disse parameterne i feltet. Eratemer, systemer, serier og etasjer ble standard geologisk språkbruk når en diskuterte sedimentære bergarter. Den første til å oppdage og definere nye lagrekker slik som serier og stadier, fikk æren av å tildele dem navn. Navnene ble ofte hentet fra geografiske regioner eller byer og landsbyer som lå nær bergartsforekomstene.

Nye oppdagelser innen kjer-

nefysikk i løpet av det tjuende århundret førte til ny teknologi for å måle bergartsaldre i millioner av år. Absolutt aldersdatering åpnet et vindu til jordens historie som muliggjorde detaljert kartlegging. Geologiske tidsenheter (æraer, perioder, epoker og aldre) ble anvendbare enheter ettersom geofysikere forbedret målemetoder av ustabile grunnstoffer.

Forbedret datakvalitet i løpet av de siste 50 årene førte til en nomenklaturrevisjon av bergarter og tidsinndelinger. En oppdatering av bergartenes- og tidsenheter nomenklatur ble mandatet til Den internasjonale stratigrafiske komité (ICS). Underkomiteer i ICS standardiserer definisjoner av bergartsenheter (systemer, serier og etasjer) for å gjøre dem anvendbare over hele kloden.

Kravene

For å definere grensen mellom etasjer, nominerer geologer flere sedimentære forekomster til en

underkomité i ICS. Kravene er strenge. For at ICS skal godkjenne en seksjon, må det aktuelle sedimentære lag inneholde minst en fossil hendelse (for eksempel den eldste forekomsten av en bestemt mikrofossil) som forekommer på samme tidspunkt i avsetninger over hele jorden. I tillegg må overgangen til den underliggende etasjen ikke mangle lag. Vulkansk aske bør også være til stede i sedimentene. Vulkansk aske inneholder ustabile grunnstoffer som gjør det mulig å fastsette fossilenes alder.

Den nominerte forekomsten må være i et område med politisk stabilitet og infrastruktur, og som gir tilgang til bergartene.

ICS kaller det definerende laget en GSSP, som står for det innviklede uttrykket Global stratotype section and point. En geolog en gang anskueliggjorde en GSSP som en gyllen nagel fordi en GSSP er metaforisk sett en nagel banket inn i fjellet for å stadfeste en

grense mellom to lagrekker.

De gylne naglene er definisjoner basert på globale fossile hendelser og absolutte aldersdateringer.

Gylne nagler er en global standard for geologisk kartlegging.

Geologer som jobbet med øvre juraiske lag på norsk sokkel brukte både definisjonen av volg- og portland-etasjen for å betegne den øverste delen av jura.

Fossile ammonitter som finnes i Nord-Europa og Asia er gode markører for volg-avsetninger. Dessverre er disse ammonittene fraværende i sørlige breddegrader.

I Storbritannia omfattet portland-etasjen nesten samme intervall som volg, men portlandsdefinisjonen var basert på ammonitter som ikke blandet seg sammen med samtidige arter i andre juraiske havområder.

Ammonitter som foretrakk det sørlige jurahavet (senere fjernet av kollisjonen mellom Afrika og Europa) definerte tithon-etasjen i sørlige breddegrader.

Volg, portland og tithon var overlappende, men ikke identiske bergarts- og tidsenheter. For å gjøre vondt verre, de europeiske etasjene var ikke helt sammenlignbare med andre tilsvarende stadier i resten av verden.

Prestisje

Hva skjedde med Henry Coquands Le Barrémien etter innførelsen av gylne nagler i geologisk nomenklatur? Hans bergarter i nærheten av landsbyen Barrême tilfredsstillte ikke alle kriteriene for en GSSP. Imidlertid vil barremetasjen beholde sitt navn, men ICS vil sannsynligvis tildele den gylne naglen til en lagrekke i Murcia-provinsen i Spania.

I kraft av sin rike provencalske geologi, vant landsbyen Barrême gull likevel, men ikke for barremetasjen! I 2008 tildelte ICS en helt annen GSSP til Barrême. Det ligger i et nærliggende ravine kalt Ravin du Bes. Her er det bratte klipper av tynne lag med lys og mørk grå mergel. De vekslende gråtonene danner en mønster av parallelle striper som ligner en



Bybildet. Offentlige rom i Barrême er ornamentert med fossile ammonitter (utdød blekksprut med skall) ca. 127 millioner år gammel.

gigantisk geologisk strekkode. Laget med den gylne naglen er 168 millioner år gammelt. Det er 39 millioner år eldre enn barrem-etasjen. Det definerer bunnen av bathon-etasjen i midtre jura.

Den belgiske geologen d'Omalius d'Halloy foreslo navnet bathon i 1843 etter "Bath-Oolite" kalksteinen nær Bath i sør-vest England. Denne 167 millioner år gamle kalksteinen gir bygningene i byen Bath sin karakteristiske varme farge. Denne kalksteinen representerte en gruppe marine avsetninger som inneholder en spesiell fossil fauna.

Bathon-etasjen spiller en viktig rolle på Norges kontinentalsokkel. Etasjen er i midten i den meget sandrike serien kalt midtre jura. Sand i midtre jura inneholder over 60 prosent av Norges

petroleumsreserver. Det er fascinerende å tenke på at denne etasjen ble oppdaget i 1843, oppkalt etter Bath i Somerset, men er definert av et tynt kalksteinslag i en ulendt ravine fem kilometer nedstrøms fra den fredelige landsbyen Barrême i Alpes-de-Haute-Provence.

Med sitt geologiske mangfold, har Frankrike blitt tildelt hele seks gylne nagler av Den internasjonale stratigrafiske komité. To er i kritt (ICS vurderer nå ytterligere tre kandidater), ett i jura, (med ytterligere to kandidater), en på devon-karbon grensen og to til for de øverste etasjer i devon.

Hvis disse kandidatene blir tildelt GSSP-status, blir Frankrike med i det gode selskap sammen med Italia og Storbritannia som et land med gylne nagler.



Verdifullt. Avtrykk av en ammonitt på grensen mellom bajoc og bathon.

Sjarmerende navn

Geologisk kartlegging ble et verktøy for vitenskapelig kunnskap og økonomisk vekst i Europa på slutten av det 18. århundre. Derfor er det ikke overraskende at tidlige geologer kåret noen bergartsenheter etter byer, fjell og folk i Alpene hvor sedimentene lå lett tilgjengelig. For eksempel er jura oppkalt etter Jurafjellene i Sveits. Ladin-etasjen (midtre trias) hedrer Ladin-folket i Sør-Tyrol. Apt-etasjen (undre kritt) er oppkalt etter landsbyen Apt, i Provence-Alpes-Côte d'Azur-regionen i sørøst-Frankrike.

Sivilisasjonen på kanten

Jordskorpens puslespill av drivende plater påvirket sivilisasjons fødsel. 11 av de 13 viktigste sivilisasjonene i den antikke verden ble grunnlagt langs plategrenser mellom de afrikanske, arabiske og europeiske skorpeplatene. Skorpebevegelser i disse jordskjelvutsatte områdene ødela de gamle byene gjentatte ganger. Hvorfor ble tidlig sivilisasjon tiltrukket av disse faresonene? Fordi i forkastningssoner langs plategrenser forekommer gigantiske vannførende lag og rike forekomster av metaller. Disse ressursene dannet grunnlaget for handel og makt.

Tid og bergart

Aldre og etasjer, hva er forskjellen? Det første er tid og det andre er stein i hierarkiet av enhetene kalt kronostratigrafi. Det fanerozoiske eonotem består av alle bergarter avsatt i løpet av den fanerozoiske eonen. En del av det siste er det mesozoiske eratemet (alle bergartene dannet i løpet av den mesozoiske æraen). En del av det siste er det juraiske systemet (alle bergarter dannet i løpet av jura-alderen). En del av det siste er den midtre juraiske serien (alle bergartene dannet i løpet av den midtre juraiske epoken). En del av det siste er bathonetasjen, som består av alle bergartene som ble dannet i løpet av bathonalderen.



Belgisk geolog Jean Baptiste Julien d'Omalius d'Halloy (1783-1875) oppkalte bathon-etasjen etter Bath i Somerset, England. (Foto: Wikipedia Commons)