

Glimt av Kinas geologi – fra den kambriske eksplosjon til fantastiske dinosaurer

Av Hans Arne Nakrem

Kina er et enormt land på 9,5 millioner km², dvs. bare 10% mindre enn hele Europa – og det er selvfølgelig umulig å gi et generelt bilde av Kinas geologi på noen få sider her i Stein. Men jeg har, som geoturist, reist to ganger i Kina – i Tibet og i sørvestre Kina, så jeg vil her komme noen «skildringer» fra disse to turene.



De forskjellige provinsene er tegnet inn med egne farger. Provinser og byer som er nevnt i teksten er markert i kartet.

Kort om Kinas geologi

Kina består av en rekke «jordplater» som gjennom Jordas geologiske historie på forskjellige måter har beveget seg, kollidert med hverandre og ført til dannelse av både høysletter, fjellkjeder og lavland. Den kanskje best kjent av disse tektoniske hendelsene er kollisjonen som oppstod da India løsnet fra Afrika og for rundt 55 millioner år siden beveget seg nordover med en fart på rundt 5 cm pr år, og traff det Asiatiske kontinentet. Resultatet er dannelsen av Himalaya. Denne bevegelsen fortsetter den dag i dag og fører til at fjellkjeden hever seg 5 mm pr år, og til at området er en veldig aktiv jordskjelvsone.

Tibet

Min reise til **Tibet** var en arrangert turistreise som gikk via Beijing til Lanzhou der vi tok toget videre til Lhasa i Tibet (se kartet). På den 26 timer lange reisen (2188 km) hadde toget bare tre stopp underveis, og det høyeste punktet var 5073 m.o.h. Vognsettet var helt lukket, det var «oksygenautomater» og selv de lokale reisende hadde med seg egne oksygentanker! Vi ble ganske betenkte da vi oppdaget dette, men jeg unngikk heldigvis plagene som vi var forespeilt, spesielt høydesyke. Vinduene i vognene var av naturlige årsaker låste, de kunne ikke åpnes, og det er jo alltid en kunst å fotografere gjennom glass og samtidig unngå all verdens reflekser.



Flokker med sau og yakfe beiter i det sparsomme gresset høyt til fjells.



Togturens høyeste punkt, Tanggulapasset, 5073 meter over havet.

Langs ruta passerte vi de mest fantastiske fjellformasjonene, med sammenstuede lagrekker av sedimentære bergarter, ofte gjennomskåret av intrusjoner og flere steder frameroderte dypbergarter (ofte granitter av forskjellige typer). Denne delen av Kina, samt Tibet utgjør enorme arealer, og som det geologiske kartet viser, så er de tektoniske strukturene så kompliserte at det var helt umulig å følge med hva vi passerte underveis.

Lhasa er en fantastisk by, og kan ikke beskrives med få ord. Min reise hit skjedde høsten 2008, dvs. ikke lenge etter opptøyene våren samme året, og vi følte at det var en viss «tensjon» fortsatt mellom lokalbefolkningen og de lokale kinesiske soldatene og politiet. Stadige kontroller langs veien, men det medførte ikke særlig praktiske problemer for oss.



Buddister i en evig rundgang på torget i Lhasa.



Hjemmelaget plast-rav med innstøpt sommerfugl.



Markedene i Lhasa var stort sett som markeder alle steder der turister ferdes. Mye originalt, lokalt håndverk, men også ganske mye kitsch «Made in China» må jeg si. De sedimentære lagrekkene i området er lokalt rike på fossiler, så turist-attraktive ammonitter var det flere som solgte (bilde over). Rav er også populært, både i smykker og for fossilsamlere, - så også her. Men et erfarent øye avslørte ganske kjapt at det meste var plast med innstøpte skorpioner, helt klart lokal industri. Morsomme suvenirer, men ikke mer enn det

På en reise av denne typen, i en gruppe med ca 20 «vanlige turister» i et ganske lukket land kommer man seg ikke ut på egen hånd. Kanskje en annen gang.... Derfor ble det heller til at jeg kunne beundre de storslagne geologiske strukturene i fjellene rundt Lhasa. Området er en tørr høyslette dominert av ørken, og vi kunne se hvordan sand blåste oppover fjellskråningene omtrent som snøskavler her hjemme.



Marked i Lhasa, ammonitter i fri flyt blant buddistiske bønnehjul.



Fjellene rundt Lhasa er ofte dekket av vindblåst sand, et resultat av bl.a. fallvinder langs isbreene.

Noen av veiene vi kjørte på var ganske nye, bl.a. fordi hyppige jordskjelv ødela gamle veier. Det var ikke fritt for at jeg tenkte på akkurat slike fenomener da veien slynget seg på usikker(?) grunn høyt oppover i fjellet.

Opptøyene i Tibet 2008 ble startet av buddhistiske munkar, med protester som vokste siden 10. mars 2008, på årsmarkeringen for de blodige opptøyene i 1959 mot den kinesiske okkupasjonen. Protestene gikk over i voldsomheter og opptøyer fra 14. mars. Tibetanere i Tibet, de-facto en autonom region i Kina, har lenge søkt uavhengighet fra Beijing og Kina. Flere menneskerettighetsgrupper uttalte at protestene i Tibet var de største siden 1959-opprøret (Kilde: Wikipedia).

Sørvest-Kina

Reisen til **sørvest-Kina** fortok jeg høsten 2012 sammen med en gruppe entusiastiske geologer bestående av en fin balanse av profesjonelle og amatører. Turen var initiert av Halfdan Carstens i GEO-Publishing, i samarbeide med Kinareiser i Oslo.

Vi besøkte flere verdensberømte geologiske forekomster i Sichuan-, Yunnan- og Guangxi-provinsene. I det følgende vil jeg berøre noe av det vi opplevde i Zigong (dinosaurmuseum og saltgruvene), Chengjiang (fossiler, kinas variant av den kambriske eksplosjonen) og karstskogen i Shilin (også omtalt som Lunan).

Sichuan-provinsen

Zigong dinosaurmuseum.

Dette museet er ett av de største dinosaurmuseene i verden. Utstillingene er basert på funn i den lokale Dashanpuformasjonen som er av midtre til sein jura alder. Formasjonen er spesielt rik på sauropode-dinosaurer, dvs. såkalte «langhalsere» - planteetende dinosaurer av forskjellig slag. Den store hallen man møter når man kommer inn i museet er virkelig imponerende. Her er de største langhalsene stilt ut, med oppmonterte skjeletter og malte bakgrunner. En av utstillingene er organisert rundt en faktisk utgraving. Her kan man gå rundt og se ned på selve feltet der paleontologene har funnet flere skjeletter. Noen er ganske utpreparerte, mens andre bare så vidt stikker fram.

Dinosaurer ble påvist for første gang i 1972 da et kinesisk gasselskap oppdaget knoklene av en liten rovdinosaur (en theropode) i den jurassiske sandsteinen. Betegnende nok fikk denne slekten navnet *Gasosaurus* (!) Kinesiske paleontologer tok over utgravingene og sørget for at området, som var truet av ødeleggelse, ble vernet for framtiden. Selve museet ble etablert i 1987 da utstillingene med monterte skjeletter av bl.a. *Omeisaurus*, *Mamenchisaurus*, *Gigantospinosaurus*, *Yangchuanosaurus*, *Huayangosaurus*



Ett utgravingsområde er utstilt i sin helhet. Museet er bygget over forekomsten, i stedet for å dra fossilene inn i museet.



Fem arter av *Mamenchisaurus* er funnet i området.



En bekymret *Mamenchisaurus* ser at ungen sin er i ferd med å bli spist opp av en theropode, kanskje en *Gasosaurus*.



Her er det noen sauropoder som venter på et siste strøk spraymaling.



Magne Høyberget klapper en noe uferdig theropode, sannsynligvis en *Gasosaurus*.

og *Xiaosaurus* ble åpnet for publikum. Totalt er det pr d.d. gravd ut rundt 10.000 eksemplarer av mer enn 200 forskjellige arter av dinosaurer og andre virveldyr. Det er også funnet dinosaurer her i de litt eldre jura-lagene, bl.a. den godt kjente *Lufengosaurus*.

I parken rundt museet er det utstilt en rekke dinosaurskulpturer. Disse er svært så livaktige, og gir et godt bilde for de besøkende som ønsker mer «kjøtt på beina». Ikke langt fra museet er det også en «dinosaurfabrikk». Her lages det «animatronic»-dinosaurer, dvs. silikonbaserte modeller med stålskjelett inni og forskjellige pressluftdrevne mekanismer som får dyrene til å bevege seg.

Museet ligger ca 11 kilometer nordøst fra byen Zigong.

Yunnan-provinsen

Kina er det landet som har gjennomlevd de aller største jordskjelvkatastrofene i historisk tid. Det største skjedde i 1556 da 830.000 mennesker ble drept i jordskjelvet i Shaanxi. Også i nyere tid har enorme jordskjelv ført til store tap av menneskeliv: i 1920 omkom det ca 200.000 i Haiyuan og i 1976 242.000 i Tangshan. Dette har sin forklaring i den pågående tektoniske aktiviteten i kollisjonssonene mellom de før omtalte jordplatene.

Chengjiang

Verdens kanskje mest kjente fossilforekomst er Burgess Shale i de kanadiske Rocky Mountains. I 1909 ble denne forekomsten oppdaget av Charles D. Walcott, og gjennom sin karriere plukket han med seg rundt 65.000

Salt-gruver, salt-produksjon i mer enn 2000 år

Ikke langt fra Zigong dinosaurmuseum finnes noen av verdens eldste gruver. Her har det blitt tatt ut salt fra lag av trias alder i mer enn 2000 år. Opprinnelig ble saltet (NaCl) tatt ut fra vanlige brudd, men etterhvert begynte man å pumpe opp saltholdig vann som ble dampet inn slik at saltet ble felt ut. Disse «kildene» inneholder mer enn 50 gram salt pr liter vann.



Saltlake pumpes opp fra undergrunnen og kokes inn.



Fortsatt er bambus i bruk når saltlaken skal hentes opp fra de dype «saltgruvene».

Etterhvert ble det boret ned til mer enn 1000 m dybde (verdens boring da den ble utført i 1835), med boreutstyr bestående av bambus. I lagene rundt ble det også påvist gass som etterhvert ble brukt som energikilde for å dampe inn saltvannet. På 1850 ble det produsert 150.000 tonn salt årlig, mens i dag er det kun en brønn som er i drift, og her kokes det ut ca fire tonn salt pr dag.

fossiler herfra. Skiferen er fra midtre kambrium og er spesielt berømt for de usedvanlig godt oppbevarte fossilene, særlig leddyr av mange typer. Lokaliteten gikk litt i glemmeboken, men i 1966 og 1967 ledet Harry B. Whittington nye ekspedisjoner dit. I 1967 var professor i paleontologi i Oslo, David L. Bruton, med på ekspedisjonen, og Bruton har publisert en rekke banebrytende arbeider på forskjellige leddyr-fossiler. Hans innsats ble spesielt framhevet av Stephen J. Gould, i boka «Wonderful Life». Burgess Shale er prototypen på «Den kambriske eksplosjonen» - den evolusjonsmessige eksplosjonen da livet, delvis slik vi kjenner det i dag, tok av.

I nesten like mange år har fossilforekomsten i Chengjiang vært kjent. Området rundt tilhørte tidligere «fransk indokina» og franske paleontologer beskrev først fossiler herfra. Fra midt på 1980-tallet ble lokaliteten «gjenoppdaget» og både kinesiske og svenske paleontologer har publisert på fossilene fra Chengjiang.

Forekomsten er litt eldre enn Burgess Shale og er datert til å være rundt 525 millioner år gammel. Bergarten vi finner i Chengjiang er en gul, lettforvitrende skifer som ofte forvitrer til en oransje eller rød farge. Fossilene er usedvanlig godt bevarte. Trilobitter og andre leddyr har ofte bein og antenner bevarte, bløte dyr som marine marker («ormer») er bevart med omriss av bløte deler, lingulide brachiopoder

Alder mill.år	System	Fossile faunaer	Oslofeltets fossiler
485	Ordovicium		Graptolitter
500	Kambrium	Burgess Shale	Akunskeer Olenider og <i>Peltura</i> (trilobitter)
			Agnostider og <i>Paradoxides</i> (trilobitter)
520	Kambrium	Chengjiang	<i>Holmia</i> -skifer
525			Sandsteiner med sporfossiler
541	Pre-kambrium (Ediacara)		Sandsteiner (kvartsitter) med sporfossiler Konglomeratar

Tabellen viser den stratigrafiske plasseringen av Chengjiangfaunaen i forhold til Oslofeltets kambriske lag.



Forfatteren plassert under skiltet som ønsker verdens «eksperter» velkommen til fossilforekomsten i Chengjiang.



Bergarter fra seneste proterozoikum og et stykke inn i kambrium er blottet her i Chengjiang. Magne Høyberget klapper denne overgangen med stor ærbødighet.



Den gule fossilførende skiferen gir en fantastisk kontrast mot de grønne trærne og den blå himmelen.

med stilken bevart, svamper og til og med primitive fisk – våre eldste forfedre.

Forekomsten er nå fredet og er på lista over UNESCO-lokaliteter. Vi gikk inn til lokaliteten langs en ganske ny vei, og veiskråningen var faktisk gruset med skifer tatt ut i selve forekomsten. Vi brukte derfor litt tid i «grøfta» og fant mange små, pene fossiler, om enn ingen av de mer sensasjonelle som var utstilt på det lokale museet.



Trilobitten *Yunnanocephalus yunnanensis*.
Fra NHMs samling (UiO).



Markdyret *Microdictyon sinicum* vandret rundt på tubeføtter og hadde «skjell» langs kroppen.
Fra NHMs samling (UiO).

Shilin stone forest – karstskogen i Shilin

Kalkgrunnen i Sør-Kina har gitt opphav til en rekke storslåtte karstområder. Flere er på UNESCO sin verdensarvliste, og en av de meste spektakulære finner vi i Shilin i nærheten av storbyen Kunming. Steinpigger stikker opp over et stort område, og ettersom flere av disse på avstand ligner på trær, så kalles altså området «steinskogen». Men dette er på ingen måte fossiliserte trær.

Selve berggrunnen består av permisk kalkstein, og som omtrent all annen kalkstein er den veldig rik på fossiler. Fra mikroskopiske foraminiferer (fusulinider) til koraller, brachiopoder, bryozoa og blekkspruter. Skallene fra disse dyrene er opphavet til kalksteinen. Fusulinidene er viktige fossiler når bergarter av denne typen skal dateres og korreleres med andre forekomster.



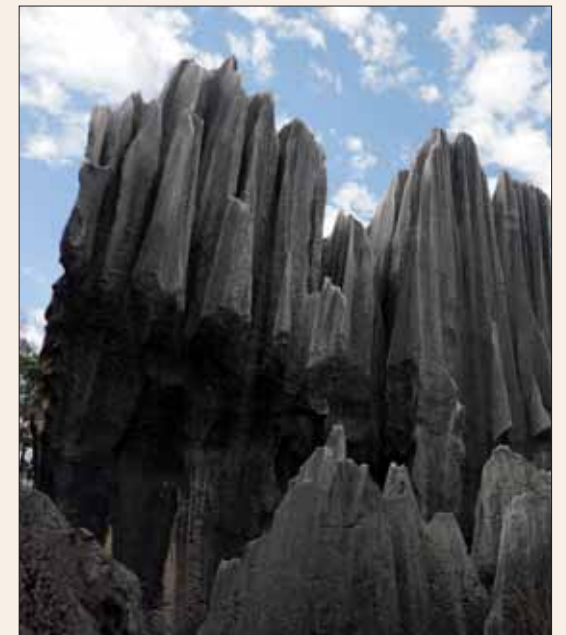
Den grå, permiske kalken i steinparken rager opp som trær, med rillete pillarer og horisontale striper som er rester av den originale lagdelingen.

Karst

Karst er landformer som dannes der kjemisk oppløsning dominerer blant de landskapsdannende prosessene.

Karstlandskaper er karakterisert ved en forreven overflate, underjordisk drenering igjennom karsthuler, slik at landmassen undermineres og det dannes groper i landoverflaten (doliner). Karstelementene kan ha dimensjoner fra noen millimeter til flere titalls kilometer.

Hvis slike karsthuler «revner» (taket kollapser) så kan det dannes synkehull. Karst dannes best i karbonat- og evaporittbergarter. **Karren** er oppløsningsfenomener (vertikale «renner») som dannes på overflaten av karstbergarter, oftest lineære og renneformede. Dannelsen er i hovedsak styrt av tilførsel og avrenning av vann og dets surhetsgrad.



Jehol-biotaen

De mest berømte dinosaurfunnene er nok gjort i Jehol-forekomsten nordøst i Kina. Funnene herfra, av tidlig kritt alder (125 mill. år), ble gjort kjent for resten av verden på 1990-tallet da flere fjærdekte dinosaurer ble funnet.

De mest kjente er den tidligste fuglen med nebb (*Confusiusornis*), en rekke fjærdekte dinosaurer, tidlige pattedyr og de første dekkfrøete blomsterplantene (angiospermer), bl.a. *Archaeofructus*.

Avsetningene her består av en blanding av innsjøsedimenter og vulkansk aske. Fossilene i askelagene er godt bevarte med tredimensjonale strukturer, mens de i innsjøsedimentene stort sett er flattrukte, men ofte med bløtvev oppbevart.

Noen av disse fossilene finnes i samlingene til Naturhistorisk museum i Oslo.



Caudipteryx (avstøpning), en fjærdekt dinosaur fra Jehol.

Kinesiske mineraler (fra «The Mineralogical Record», 2005)

Kina har vært et lukket land veldig lenge, og geologiske ressurser har blitt sett på som statlige hemmeligheter av strategisk betydning. Mineralforekomster har derfor blitt hemmeligholdt, og blant samlere har det stort sett sirkulert «antikke» objekter, oftest uten særlig informasjon til provenans. Men på 1980-tallet begynte det å komme nytt materiale ut fra landet, spesielt karakteristiske røde krystallaggregater av sinober, kvikksølv-sulfid. Samlere og selgere i Kina så snart at det vestlige markedet var enormt og etterspørselen stor, så flere og

flere begynte å dukke opp på messer, bl.a. i Tuscon og i München. Etter hvert ble kvaliteten på det eksporterte materialet bedre, og selgerne lærte seg «the hard way» de vestlige kvalitetskravene. Utbudet av kinesisk materiale har tatt av de senere årene, men «Mineralogical Record» skriver at det fortsatt er vanskelig å få grundig informasjon om funnsted og bakgrunnsdata (provenans) for de fleste forekomstene. Se også referansene i dette tidsskriftet for mer informasjon om kinesiske mineraler, malm- og andre forekomster.

Falske fossiler i Kina

Falske, «hjemmelagde» fossiler kan være en pest og en plage for de som blir lurt, men også et fornøyeleg fenomen for oss andre(?) som forhåpentligvis gjennomskuer lureriene. «Stein» har tidligere hatt en egen artikkel om dette fenomenet (nr. 3 for 2011), så der kan man lese mer. Men i det siste har det bredt seg en mer omfattende bekymring i Kina rundt produksjonen av falske fossiler myntet på museer og forskere. Ikke de helt banale plastavstøpningene av trilobitter som vi ofte finner i Marokko, men sammenlimte deler av ekte fossiler, fugler, dinosaurer, fisker og pattedyr. Fossiler som er dramatisk «rekonstruert» uten at dette kommer fram for kjøperne. En av de mest kjente forfalskningene er «Archaeoraptor» som ble omtalt og avbildet i National Geographic Magazine i desember 1999. Det viste seg ganske snart at dette var et fossil som var limt sammen av kroppen til en primitiv fugl (*Yanornis martini*) og halen til en fjærdekt dinosaur (*Microraptor zhaoianus*). På mange måter en stor skandale. Tidsskriftet «Science» hadde et lite stykke om dette i desember 2010 fordi det pågikk en heftig debatt om en «early cheetah» som var vitenskapelig beskrevet.

Dette skulle være et banebrytende funn som skulle føre stamfedrene til disse kattedyrene langt tilbake i tid, og disse stamfedrene hadde dessuten svært så moderne trekk. Forskerne bak artikkelen hevder at skallen er «ubetydelig» preparert, mens kritikerne hevder at det er limt inn knokler som underbygger forfatterens sensasjonelle konklusjoner. I «Science» skriver også kritikerne at de ikke får lov til selv å studere dette fossilet, det holdes skjult(!), noe som selvfølgelig er helt forkastelig i en vitenskapelig sammenheng.

I tillegg er det «produsert» en rekke fiskeøgler der knoklene ikke helt «henger på greip», og en paleontolog ved universitetet i Beijing hevder at 80% av utstilte marine reptiler i kinesiske museer er forfalsket eller satt sammen av en varierende mengde ekte fragmenter. Det er ofte finnerne, bøndere som besitter forekomstene, som utfører disse «forbedringene» ettersom prisen de får øker proporsjonalt med graden av sensasjonalitet. Mange forskere kvier seg derfor (eller burde i hvert fall det!) før de begynner å bearbeide kinesiske fossiler.

Kilder og videre lesning

Carstens, H. 2013. Lunan stone forest. <http://www.geo365.no/undervisning/Shilin-Stone-Forest/>

Carstens, I. 2013. Along the Yangtze River. *GEO ExPro* februar 2013. http://www.geoexpro.com/article/Along_the_Yangtze_River/9d296595.aspx

Kuhn, O. 2004. Ancient Chinese Drilling. *Canadian Society of Exploration Geophysicists*. http://www.epmag.com/Production-Drilling/Ancient-Chinese-drilling_4266

Mineralogical Record vol. 36(1) fra 2005. Spesialhefte om kinas geologi og kinesiske mineraler.

Nakrem, H.A. & Hurum, J.H. 2011. Falske fossiler – naturens luner eller juks og fanteri? *Stein* 38(3), 4-14.

Nudds, J. & Selden, P. 2012. Kapitlene om Chengjiang og Jehol Biota omtaler kinesiske fossilforekomster. I «Evolution of Fossil Ecosystems», London, *Manson publishing. Ltd.*

Smelror, M. 2012. Crowns of Nature: The majestic landscape of Guilin. *GEO ExPro* februar 2012. http://www.geoexpro.com/article/Crowns_of_Nature_The_Majestic_Landscape_of_Guilin/628cec63.aspx

Stone, R. 2010. Altering the past: China's faked fossil problem. *Science* 330, 1740-1741.