Geologi ved Jammerbugten

De geologiske forhold ved Jammerbugten, sydvestlige Vendsyssel, nordlige Danmark

Stig A. Schack Pedersen

GEUS

DE NATIONALE GEOLOGISKE UNDERSØGELSER FOR DANMARK OG GRØNLAND, KLIMA- OG ENERGIMINISTERIET

Geologi ved Jammerbugten

De geologiske forhold ved Jammerbugten, sydvestlige Vendsyssel, nordlige Danmark

Stig A. Schack Pedersen



Indledning

I forbindelse med, at Vattenfall A/S er i færd med at foretage en større seismisk kortlægning af undergrunden i den sydvestlige del af Vendsyssel med henblik på eventuel CO₂ deponering, er seniorforsker dr. scient. S.A. Schack Pedersen, Kvartærgeologisk Afdeling, GEUS, blevet anmodet om at forestå orienteringen om de geologiske forhold i området ud mod Jammerbugten. Denne rapport indeholder en samling kort og beskrivelser, som skal ledsage og støtte en geologisk rundtur fra Åbybro i øst til Bulbjerg i vest med en afstikker op til Saltum i nord.



Figur 1. Kort over terrænforholdene i Nordjylland med forenklet markering af ruten for den geologiske ekskursion i området september 2008.

Danmarks geologiske ramme



Figur 2. Geologisk kort over undergrunden i Det Danske Bassin. Mod nord og øst består rammen af det skandinaviske grundfjeld i Norge og Sverige, på kortet repræsenteret ved de røde farver. Det er gnejser og graniter, ca. 1500 mill. år gamle. De grønne farver repræsenterer kalksten fra Kridttiden, og den lyse orangebrune farve viser udbredelsen af Danien kalken (Danskekalken), som er blottet såvel ved Stevns Klint i sydøst Danmark som ved Bulbjerg i nordvest. Grænsen mellem Kridttiden og Danientiden er tidsfæstet til 65 mill. år. De lysere beige farver repræsenterer Tertiærtidens ler og sand med brunkul. Sorgenfrei-Tornquist Zonen (S-T-Z) er en SØ–NV strygende forkastningszone, som skærer igennem den nordøstlige del af Det Danske Bassin. Langs med denne zone skete store forskydninger af jordlagene for 60–50 mill. år siden, samtidig med at Alperne blev dannet i det sydlige Europa. O-G er Oslograven.

Den geologisk ramme for den danske undergrunden er vist på Fig. 2. Her ses det, at Det Danske Bassin mod nord og øst er omgivet af det skandinaviske grundfjeld i Norge og Sverige, som består af gnejser og graniter, der er dateret til at være ca. 1500 mill. år gamle. En undtagelse herfra er dog Oslograven, hvori Oslo Fjorden har gnavet sig ned. I denne gravsænkning er vulkanske bjergarter fra Perm tiden bevaret (ca. 260 mill. år). Bjergarterne fra Oslograven finder vi i Nordjylland som ledeblokkene rombeporfyr og Larvikit.

De grønne farver repræsenterer kalksten fra Kridttiden, og den lyse orangebrune farve viser udbredelsen af Danien kalken (Danskekalken), som er blottet såvel ved Stevns Klint i sydøst Danmark (Fig. 3) som ved Bulbjerg i nordvest (Fig. 4). Grænsen mellem Kridttiden og Danientiden er tidsfæstet til 65 mill. år. De lysere beige farver repræsenterer Tertiær tidens ler og sand med brunkul. Sorgenfrei-Tornquist Zonen (S-T-Z) er en SØ–NV strygende forkastningszone, som skærer igennem den nordøstlige del af Det Danske Bassin. Zonen begrænses af to markante forkastninger, nemlig Fjerritslev Forkastningen mod SV og Børglum Forkastningen mod NØ. Langs med denne zone skete store forskydninger af jordlagene for 60–50 mill. år siden, samtidig med at Alperne blev dannet i det sydlige Europa.

Det Danske Bassin grænser mod syd op til Det Nordtyske Bassin, som er karakteriseret ved talrige salthorste. Mod vest fortsætter Det Danske Bassin ud mod Nordsøen, i hvis centrale del Centralgraven er beliggende, der er hovedkilden for olie- og gasudvinding i Danmark.



Figur 3. Stevns Klint med koret af Højrup Kirke knejsende direkte oven på den lodrette klippe. Den nederste halvdel af klinten består af skrivekridt fra Kridttiden, mens den øverste del består af Danienkalkens mosdyrs-banker (bryozo-rev). Det orangebrune 2–3 m tykke lag på toppen af klinten er moræneler afsat af den Baltiske Isstrøm for ca. 17.000 år siden.

Undergrundens geologi ved Jammerbugten



Figur 4. Kort over tykkelsen af Jura og Nedre Kridt aflejringerne omkring Fjerritslev strukturen. Uddrag fra kortmateriale af Japsen & Langtofte (1991). Hvert interval markerer en forskel på 100 m, således at truget lige nord for Fjerritslev har en mere end 2,5 km tyk lagserie af aflejringer fra Jura og Nedre Kridt. På den anden side af forkastningen (mod SV) er den samme lagserie kun 6–800 m tyk, og hævningsstrukturen her tolkes som en salthorst.

Selvom områderne fra Vildmosen ned mod Limfjorden såvel som Vejlerne virker som vidt udstrakte vandrette flader uden megen landskabsgeologisk variation gemmer hele dette område dog på en meget varieret geologi, som har undergået en kompleks dynamisk historie. Dette er her forsøgt illustreret ved de to undergrundskort over Jammerbugt området (Fig. 4 og 5). Den centrale struktur, som styrer områdets geologiske udvikling, er Fjerritslev Forkastningen, der helt tilbage i Triastiden (250–200 mill. år siden) var en aktiv indsynkningsstruktur, og hvor en af de tykkeste lagserier af sandsten og konglomerater blev akkumuleret med op mod 6 km's mægtighed. Indsynkningen fortsatte igennem Jura og Nedre Kridt, hvor lersten og grønsandsten blev aflejret med en tykkelse på op mod 2,5 km (Fig. 4)



Figur 5. Kort over tykkelsen af Kalk Gruppens aflejringer. Kalk Gruppen omfatter generelt kalksten og kridt fra hele Øvre Kridt samt limsten fra Danien. Uddrag af kortmateriale af Japsen & Langtofte (1991).

Til sammenligning kan man se, at mod slutningen af Kridttiden er billedet vendt om. Nu er den tidligere indsynkningsstruktur ved Fjerritslev blevet til en hævningsstruktur, og den efterfølgende indsynkning foregik på vest siden af forkastningen i depressionen mellem Bulbjerg og Hanstholm Domen (Fig. 5). Et endnu tydeligere billede af den tykke aflejrings mægtighed i det dybe Fjerritslev trug ses på profilet i Fig. 6, som er konstrueret N–S ned gennem Danmark.



Figur 6. Geologisk kort over Det Danske Bassin med indtegningen af det N–S strygende profil gennem Danmark (D_1 – D_2). På profilet markerer den lyserøde farve grundfjeldet under Danmark, som består af gnejs og granit. Den tykke grønne enhed (113) er Trias aflejringer. Den skråstribede enhed oven over er Jura og Nedre Kridt, mens den lysegrønne farve (84) er Kalk Gruppen. Salthorsten (123) er Tostrup strukturen i det sydvestlige Himmerland. Bemærk at profilet er forlænget 1½ gang i forhold til liniens længde på kortet. Fra Sigmond (2002).

Kalkoverfladens højdeforhold



Figur 7. Kort over kalkoverfladens højdeforhold og de prækvartære formationers udbredelse. Afstanden mellem kalkoverfladens højdekurver er 10 m. Bemærk at kalkoverfladen stiger dramatisk ind mod Fjerritslev og Svinkløv. Kalken her består af skrivekridt fra Kridttiden (grøn farve). Den lysegrønne farve, som strækker sig fra Bulbjerg og ned mod Aggersborg, er Danien kalk. Den blå farve markerer moler i undergrunden (Eocæn diatomit med askelag). Fra Gry (1979).

De store forkastningsbevægelser i undergrunden afspejler sig umiddelbart i fordelingen af kalk i overfladen (Fig. 7). Således ligger kalken højt ved Svinkløv og i bakkepartiet syd herfor. Desuden ligger kalken højt på Bulbjerg og Klim Bjerg øerne, men herfra og vestover dykker kalkoverfladen mere end 100 m ned under havniveau, for så atter at stige op i Hanstholm Domen, hvor hele den nordlige flanke udgøres af Hanstholm - Hjardemål bakkedraget, der består af bryozokalk tilhørende Danien lagserien (Fig. 8).

Hanstholm Domen, eller Thisted Strukturen som den også benævnes, er en skjoldformet hævning af kalken oven over en saltpude, som findes i undergrunden. Toppen af saltet ligger her i ca. 3½ km's dybde.





Figur 8. Geologisk kort over Hanstholm Domen, her benævnt Thisted Strukturen, samt to profiler, som viser domestrukturens hældende flanke ind under Hanstholm og Hjardemål knuderne (C–D). Profilet A–B viser et tværsnit gennem sænkningen nord for Hjardemål knuden og hævningsstrukturen ind mod Bulbjerg og Bragene, som er et kalkrev i havet nord for Lild Strand. Den gule farve i toppen af profilerne markerer flyvesand, mens den orange farve aftegner de største vandreklitter ind over Hanstholm og Hjardemål Klitheder. Aflejringer fra det postglaciale Littorina og Donax Hav er markeret med blåt i profilerne. Fra Pedersen & Petersen (2002).

Bulbjerg og Svinkløv



Figur 9. Bulbjerg med Skarreklit i forgrunden. Den 16 m høje strandpille Skarreklit væltede under en storm 19. september 1978. Kalken består af bryozo-banker, der giver det karakteristiske buede forløb af lagdelingen i klinten. Kalken overlejres af moræneler med indslag af smeltevandssand. Fra Gry (1979)



Figur 10. Svinkløv omkring 1900. På det gamle foto kan man se at kalken stadig er blottet. Regnvandskløfterne, som skærer sig ned gennem kalken, får den gamle kystklint til at ligne klovene på en gris, hvoraf navnet Svinklove er umiddelbart forståeligt. Fra Jessen (1905).



Prækvartæroverfladens topografi

Figur 11. Prækvartæroverfladens højdeforhold i landområdet ved Jammerbugten. Kortet er konstrueret ud fra boredatabasen på GEUS. Til sammenligning er terrænets højdeforhold gengivet på kortet i Fig. 12.



Figur 12. Det nuværende terræns højdeforhold. De mørkeste gule farver er højdepunkter på 55 m over havets overflade. Kortet er baseret på Top10DK.

Kvartære aflejringer



Figur 13. Jordarternes fordeling i landskabet ved Jammerbugten. Efter Pedersen (1989).

De kvartære jordarter inddeles i tre grupper: 1) De glaciale aflejringer, 2) de senglaciale aflejringer, og 3) de post glaciale aflejringer. De glaciale aflejringer er de jordarter, som blev afsat under istiden. De drejer sig om smeltevandssand (angivet med rødt på det geologiske kort Fig. 13), moræneler og morænesand (brune farver på Fig. 13) og ekstramarginale aflejringer af ler og sand (orange farver på Fig. 13), som blev afsat i det dødisprægede landskab under isens tilbagesmeltning. De glaciale aflejringer er hovedsagligt afsat under is-fremstød fra Norge og Sverige i tidsrummet mellem 30.000 og 20.000 år før nu.

De senglaciale aflejringer omfatter fin-lagdelt sand og ler afsat i det arktiske hav, som spredte sig ind over Vendsyssel, efter isen smeltede væk fra Nordjylland. Disse lag blev tidligere refereret til som Yoldialer og Saxicavasand (Fig. 15), men er i dag sammenfattet i én formation, nemlig Vendsyssel Formationen, da enheden er så karakteristisk netop for landsdelen Vendsyssel. Formationen er dateret til mellem 17.000 og 14.000 år.

De postglaciale aflejringer består dels af de marine aflejringer som ligger under Vildmosen og Hjardemål Klithede (blå farve i Fig. 13), dels af ferskvandsaflejringerne i ådale og søer, samt tillige tørveaflejringerne, som især dominerer i Vildmosen (grøn farve i Fig. 13). Endelig dækkes landskabet af flyvesand, som vandrede ind fra Vestkysten (gul farve).

Den isostatiske hævning



Figur 14. Kort over isobase linierne i det nordlige Danmark. De blå linier viser højden af havoverfladen bedømt ud fra de postglaciale aflejringer dannet under den atlantiske havstigning for ca. 7.500 år siden. De røde linier viser havniveauet bedømt ud fra aflejringer tilhørende Vendsyssel Formationen. Fra Mertz (1924).

Under istiden blev landskabet trykket ned af iskappernes vægt. Da isen efterfølgende smeltede bort hævede landet sig som følge af vægtudligningen. I den centrale nordlige del af Skandinavien er denne hævning op mod 800 m, mens den maksimale hævning i Danmark er registreret ved Frederikshavn på omkring 60 m. Som det ses på Fig. 14 aftager hævningen ned mod sydvest, og omkring Ringkøbing er hævningen ophørt. Det var geolog/geoteknikeren Ellen Louise Mertz som i 1924 sammenfattede alle de data, der gjorde det muligt at rekonstruere denne hævning, som vi i dag refererer til som den glacioisostatiske udligning. Mange af de data, som Mertz baserede sin kortlægning på, er i dag mere eller mindre udviskede, men de markante fossile kystskrænter ser vi dog overalt i landskabet langs Limfjorden og ud mod Jammerbugten (Fig. 10). De data, som Mertz baserede isolinierne på, er nævnt i alfabetisk orden: accumulationsterrasser, erosionsterrasser, grusrevler,: havstokke med tang, K: kystskrænter, kystlinier, marine grænser, strandvolde, strandgrus, skallag, stubbe og stammer, tørv, terrassehak og terrasser med tangrester.

Allerede omkring 1920 havde man forstået evidensen for den isostatiske hævning. Man havde desuden indset, at der var tale om to trin i den isostatiske hævning. Men forståelsen for den atlantiske havstigning var endnu ikke faldet helt på plads. Siden er viden om den globale havspejlsstigning blevet underbygget, så vi i dag regner med, at den totale havspejlsstigning har været af størrelsesordenen 120 m. Den første del af denne stigning skyldtes nedsmeltningen af Den Skandinaviske Iskappe og store områder i Sibirien. Derpå indtræder den tidligste isostatiske hævning som medfører, at der i Nordjylland er fastlandstid, hvor landområdet strækker sig langt ud i Vesterhavet og ud over Kattegat. I ældre Stenalder stiger havet igen, af størrelsesordenen 30 m på 500 år, væsentligst på grund af nedsmeltningen af det nordamerikanske isskjold. Så den sidste landhævning i Vendsyssel starter omkring 7.500 år siden, og den når ved Løkken op til 9 m over havet (Fig. 16). Højden af den samme havbundsoverflade er under Store Vildmose kun ca. 5 m (Fig. 17)



Figur 15. Vendsyssel Formationens tynde ler- og sandlag. Bemærk gravegangene og de enkelte Hiatella muslingeskaller (tidligere benævnt Saxicava), som sidder i livsstilling. Formationen blev i den centrale del af Vendsyssel hævet op til 25 m over havniveau.



Figur 16. Løkkens Blånæse. De blågrå lag nederst i klinten af fjordaflejringer fra Atlantisk tid, som siden er blevet hævet 9 m o.h. Over havaflejringerne findes flyvesand, som er beskyttet af fyrregrene for at hindre vinderosionen.



Figur 17. Højden af Littorinafladen under Store Vildmose. Efter Aaby (1990).

En miljøkatastrofe – Vildmosens dannelse



Figur 18. Udstrækningen af Store Vildmose. Bemærk de mørkeblå felter, som er områder med særlig velbevarede højmosetørvelag. Efter Andersen & Sjørring (1992).

Store Vildmose (Fig. 18) er et spændende eksempel på en miljøkatastrofe, som indtræf i løbet af Jernalderen. Efter landhævningen havde tørlagt Stenalderhavets havbund (Fig. 17) henlå området som et stort fladt slettelandskab. Dræneringen af denne slette var ikke effektiv, hvorfor den henlå som en noget våd og derfor mosepræget hede. Omkring Kristi fødsel havde tørvemosen spredt sig over den centrale del af mosen (Fig. 19), og 700 år efter Kristi fødsel var hele sletten tilgroet med tørvemos. Omkring 300 år efter Kristi fødsel boede der jernalderfolk på Åby Bjerg, og når de skulle væk fra bostedet midt i tørvemosen, måtte de prøve at finde vej gennem mosens våde terræn. De besluttede sig derfor at anlægge en fast rute ud af mosen i retningen over mod Sandels Bjerg, hvor de simpelthen lagde trædesten ud på den sandede moseslette. Men anstrengelsen med at lægge trædesten ud på ruten var ikke nok, og under mosens fortsatte vækst måtte jernalderfolket opgive at bo i mosen.



Figur 19. Kort over Vildmosen vækst gennem Jernalderen. Ud fra vækstlinierne ses det, at spredningen af mosen omkring Kristi fødsel har været op mod 3 m om året. Efter Aaby (1990)



Figur 20. *Trædestenene fra Aaby Bjerg mod Sandels Bjerg i Store Vildmose. Fra Andersen & Sjørring (1992).*

Litteraturliste

Aaby, B. 1990: Geologi og mosedannelse i Store Vildmose området, I: Miljøministeriet: Landet og Loven, 145-151.

Andersen, S. & Sjørring, S. 1992: Geologisk set. Det nordlige Jylland. Geografforlaget, 208 pp.

Gry, H. 1979: Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark. Kortbladet Løgstør. Danmarks Geologiske Undersøgelse I Rk. Nr. 26, 58 pp. + atlas + kort.

Jessen, A. 1899: Geologisk Kort over Danmark. Kortbladene Skagen, Hirshals, Frederikshavn, Hjøring og Løkken. Danmarks Geologiske Undersøgelse, I Rk. Nr. 3. 368 pp. + kort.

Jessen, A. 1905: Geologisk Kort over Danmark. Kortbladene Aalborg og Nibe. Danmarks Geologiske Undersøgelse, I Rk. Nr. 10. 193 pp. + kort.

Japsen, P. & Langtofte, C. 1991: Geologisk kort over Danmark 1:400 000. Det danske Bassin. Basis Kalk og Kalk Gruppen. DGU Kortserie nr. 29.

Japsen, P. & Langtofte, C. 1991: Geologisk kort over Danmark 1:400 000. Det danske Bassin. Top Trias og Jura-Nedre Kridt. DGU Kortserie nr. 30.

Mertz, E.L. 1924: Oversigt over De sen- og postglaciale Niveauforandringer i Danmark. Danmarks geologiske Undersøgelse II Rk. Nr. 41., 50 pp. + kort.

Pedersen, S.A.S. 1989 Jordartskort over Danmark, 1:200.000, Nordjylland. Danmarks Geologiske Undersøgelse.

Pedersen, S.A.S. & Petersen, K.S. 2002: Geologisk kort over Danmark 1:50 000, Hanstholm. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse.

Sigmond, E.M.O. 2002: Geological map 1:4 mill. Land and Sea Areas of Northern Europe.