

# Endnu mere om Thistedstrukturen

JENS MORTEN HANSEN og ECKART HÅKANSSON



Hansen, J. M. & Håkansson, E.: Endnu mere om Thistedstrukturen. *Dansk geol. Foren., Arsskrift for 1980*, side 89–94, København, 25. januar 1981.

In a paper entitled 'Mere om Thisted saltstrukturen', appearing in this volume, Ivan Madirazza has given a critical review of our paper entitled 'Thistedstrukturens geologi – et "neotektonisk" skoleeksempel', which appeared in *Dansk geol. Foren., Arsskrift for 1979* (1980), p. 1–9.

Madirazza's critical comments are mainly concerned with our calculation of the velocity of the salt flow in the Thisted salt dome. The alternative geological model applied by Madirazza assumes a continuous, steady salt flow from the Jurassic up till the present, averaging 0.005 mm/year during Tertiary and Quaternary time, and a slightly higher figure during Mesozoic time. Our prime objective, however, was to investigate the 'neo-tectonic' development connected with the salt structure. In accordance with this objective, we focused our work on the deformation of the only available horizons relevant in this particular connection, i.e. the Maastrichtian-Danian boundary and the maximum Holocene transgression level. Therefore we have not given any figures for the velocity of pre-Quaternary salt flow, while on the other hand we have documented a Holocene vertical salt flow velocity of c. 2,5 mm/year at the top of the structure and c. -0,5 mm/year in a rim-syncline at the eastern flank of the structure.

Unfortunately, Madirazza has not considered the topographic features so characteristic of the Thisted-Hanstholm area, and we conclude that neither these features nor the Holocene salt flow velocity can be explained within the geological model applied by Madirazza.

Jens Morten Hansen, Danmarks Geologiske Undersøgelse, Thoravej 31, DK-2400 København NV.  
Eckart Håkansson, Institut for Historisk Geologi og Palæontologi, Øster Voldgade 10, DK-1350 København K. 15. oktober 1980.

I anledning af Ivan Madirazzas artikel »Mere om Thisted saltstrukturen« (side 83–87 i dette hæfte), som er en kritisk omtale af vores artikel »Thistedstrukturens geologi – et 'neotektonisk' skoleeksempel« (Hansen og Håkansson 1980), er der grund til at gøre opmærksom på følgende:

1) Artikkels titel »Thistedstrukturens geologi – et 'neotektonisk' skoleeksempel« antyder, at artiklen handler om Thistedstrukturens neotektonik. Hovedparten af Ivan Madirazzas kritik går ud på, at artiklen ikke omhandler områdets geologiske udvikling i Mesozoikum. Vi mener, at titlen tydeligt nok angiver, at den hverken er eller udgiver sig for at være monografi over Thistedområdet geologi, men at den, som titlen siger, beskriver et godt eksempel på neotektoniske bevægelser.

Ved neotektoniske bevægelser forstår man her i landet egentlige tektoniske bevægelser, som er knyttet til Kvartærtiden og i særdeleshed til bevægelser, som stadig finder sted. Vi har derfor koncentreret os om de kvartære bevægelser.

For en neotektonisk analyse er det deformationen af den yngste observerbare prækvartærflade og af kvartære referenceflader, der har betyd-

ning, mens deformation af ældre referenceflader nok er geologisk interessante, men intetsigende m.h.t. neotektonik. Hvis man vil udrede neotektoniske bevægelser, er det udelukkende de kvartære referencefladers deformation, der *entydigt* er udtryk for kvartære bevægelser, mens deformation af f.eks. Jura-Kridt grænsen kan være sket når som helst i perioden efter Jura.

Derfor er de af Ivan Madirazza meget omtalte Jura-Kridt lag uinteressante i denne sammenhæng. (Desuden er Ivan Madirazzas tolkning af disse lag efter vor opfattelse forkert, se senere).

2) Indledningsvis slår Ivan Madirazza fast, at der er svagheder i vor argumentation. Med undtagelse af hans omtale af strandlinier og æoliske dannelser (herom senere) angives det desværre ikke, hvori disse svagheder består. Da vi har gjort os den ulejlighed at opstille vore vigtigste argumenter i 13 særskilt nummererede punkter, finder vi det beklageligt, at disse argumenter ikke er inddraget i Madirazzas analyse af vort arbejde. Efter indholdet af Madirazzas artikel at dømme består svagheden i vor argumentation hovedsagelig i forhold, som vi ikke har udtalt os om.

3) Vi kritiseres for ikke at have refereret til Ødums disputats fra 1926. Når vi ved denne lejlighed ikke – som så ofte før – har refereret til Ødum, skyldes det, at Ødums opfattelse af netop dette områdes opbygning (i 1926) faktisk ikke var særlig klar og på enkelte punkter direkte fejlagtig. Efter vor mening er det S. A. Andersen, som, især i afhandlingen fra 1944, var den første, der på en klar og logisk måde fremstillede områdets geologi. Derfor indledte vi artiklen med at gøre opmærksom på dette forhold. Desuden, og det er naturligvis vigtigt i denne sammenhæng, var S. A. Andersen den første, som kædede områdets geologi og geomorfologi sammen med saltbevægelserne i dybet.

Ydermere gjorde vi udtrykkelig opmærksom på, at der i tidens løb har været forskellige opfattelser af, hvordan det geologiske kort over områdets prækvartæroverflade skal tegnes, og at vi tilslutter os S. A. Andersens opfattelse.

4) På et enkelt punkt fremfører Madirazza en kraftig kritik mod vores geologiske kort. Det drejer sig om en kileformet forkastningsblok i strukturens nordlige del. Ved stiplede linier og med et spørgsmålstegn har vi angivet, at Dani-en'et formentlig er nedforkastet en smule i gabet mellem Hanstholm- og Hjørdemålkuderne. Dette får Madirazza til at hævde, at vi har postuleret en sideværts blokforkastning på mellem 1600 og 2800 m!

I fig. 1 har vi skitseret tolkningen af dette kortlæsningsproblem, som det synes nødvendigt at forklare. Til venstre ser man to forkastnings-

blokke, hvoraf den højre er relativt nedforkastet med forkastningsbeløbet (a). Et tyndt sort lag hælder svagt mod nord og stryger Ø-V. Den stiplede linie angiver det erosionssnit, som er afbildet på det geologiske kort. Til højre er skitseret, hvordan dette områdes geologiske kort vil komme til at se ud. Det sorte lag er her forsat sideværts med et beløb (b), som er mange gange større end det virkelige vertikale forkastningsbeløb (a).

5) Vi kritiseres for at have bragt en principskitse over Thistedstrukturen. Især er det galt, at vi har foretaget en overhøjning. Det er imidlertid en helt normal procedure at benytte overhøjning, når strukturerne vanskeligt kan ses uden. Det skal understreges, at både en horizontal og vertikal målestok tydeligt angiver, at der er tale om overhøjning. I modsætning hertil kan man kaste et blik på figur 5 i Madirazzas (1980) artikel på siderne umiddelbart efter vores artikel om Thistedstrukturen. Her anvender Madirazza selv en overhøjning på 25:1 uden på nogen måde at angive dette på figuren. Denne overhøjning giver derfor indtryk af en uhyre kraftig neotektonik, hvis man her anlægger den kritiske betragtningsmåde, som Madirazza benytter overfor vores principskitse. Vi finder imidlertid, at overhøjning i en række sammenhænge er en helt plausibel afbildningsmetode. At Madirazza med henvisning til vor principskitse tillægger os den mening, at lagene skulle hælde 45° eller mere på strukturens flanker, må helt stå for hans egen regning.

Desuden angiver figurteksten i vores artikel, at

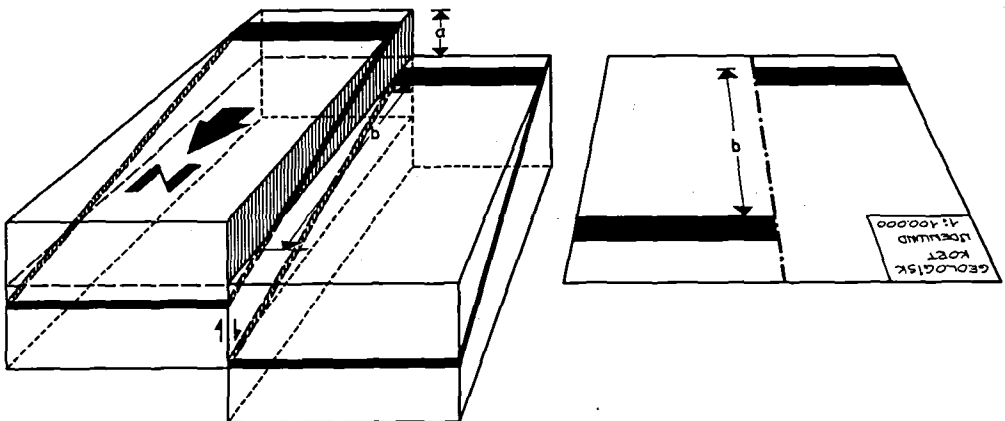


Fig. 1.

der er tale om en principskitse. Ydermere er figuren tegnet på en åbenlyst naivistisk måde, så enhver, der vil det, kan se, at der er tale om en skitse og ikke et nøje konstrueret profil.

6) Vi kritiseres for at skulle mene, at Thistedstrukturen er en salt*diapir*. Flere steder i teksten anvender vi udtrykket »kuppel« eller »dome«, hvilket på ingen måde kan siges at beskrive et legeme af kølleform som f.eks. en salt*diapir*. Tværtimod kommer vi i artiklens slutning ind på, at netop dybtliggende og dermed flade strukturer, som ikke er trængt op i lag med salt-umættet grundvand, i særlig grad kan afspejle dybtliggende bevægelser på jordoverfladen (som f.eks. i tilfældet Thistedstrukturen).

Hertil kommer, at de i fig. 3 og 4 trykte isochronkort over saltets overflade og kridtets undergrænse *entydigt viser*, at der ikke er tale om en *diapir*, hvilket vi naturligvis heller ikke har givet udtryk for. Madirazzas kritik på dette punkt må derfor opfattes som vildledende.

Eet sted har vi anvendt udtrykket »*diapir*«, nemlig i diskussionen af de lokale isobaser over hævnningen af de postglaciale strandlinier. Ved en betragtning af disse isobasers forløb i sammenligning med både de regionale isobaser og isochronkortene synes det indlysende, at der er en sekundær randsænke i strukturens sydøstlige del (omkring Lønnerup Fjord). Dannelse af sekundære randsænker daterer begyndelsen af *diapirstadiet* og er karakteriseret ved at ligge nærmere strukturens top end de primære randsænker. I modsætning hertil daterer de primære randsænker begyndelsen af pude-, dome- eller kuppelstadiet. Vi har valgt at bruge ordet *kuppel*, fordi det er det eneste danske ord, der efter ordbøgerne at dømme *entydigt* forklarer strukturens form. Når vi derfor skrev, at meget tyder på, at Thistedstrukturen i postglacial tid er begyndt at udvikle sig til en *diapir*, betyder det naturligvis ikke, at vi mener, at Thistedstrukturen *er* en salt*diapir*, men, som vi skrev, at den *er begyndt* at udvikle sig til en *diapir*, hvormed vi ikke beskriver en ydre form, men en proces, som bl.a. omfatter dannelse af en sekundær randsænke.

Det er derfor grebet ud af luften, når Madirazza hævder »at forfatterne opfatter Thistedstrukturen som en meget dybtliggende, meget ung salt*diapir*«. Vi opfatter Thistedstrukturen som en dybtliggende, altovervejende tertiært og kvartært

dannet saltkuppel (eller saltpude om man vil), som i postglacial tid har vist tegn på, at en begyndende *diapirisme* kunne være igang. Al den stund at det tydeligt nok fremgår af vores kort, at den sekundære randsænke kun er nogle få meget dyb, er det vildledende at påstå, at vi skulle mene, at Thistedstrukturen *er* en salt*diapir*.

7) Vi kritiseres for ikke at have redegjort for Thistedstrukturens geologiske historie. Når vi ikke har redegjort for Thistedstrukturens udvikling i *Mesozoikum*, skyldes det som tidligere nævnt, at artiklen handler om noget andet, nemlig Thistedstrukturens neotektonik, og at Thistedstrukturens mesozoiske udvikling ville være særdeles kompliceret at udrede ud fra de foreliggende seismiske undersøgelser.

Imidlertid har Madirazza på basis af isochronkortene (fig. 3 og 4 i vores artikel) og på basis af dybdeboringen Thisted nr. 1 samt nogle oplysninger, som er udledt af vores artikel, konstrueret et profil gennem Thistedstrukturen. Da man ikke uden videre kan foretage en dybdekonvertering af isochronkortene, stiller vi os tvivlende over for den ind mod strukturens top gradvise udtynding af Jura-Kridt lagene, som er antydnet i Madirazzas profil. Denne udtynding begrundes især med, at Jura-Nedre Kridt lagene i Thistedboringen er tynde i forhold til Trias lagene – hvordan det så end skal forstås. Desuden refereres der til boringen Mors nr. 1, men der foretages ikke nogen sammenligning mellem lagtykkelserne i Morsboringen og Thistedboringen.

Morsboringen er placeret i Morsstrukturens nordlige randsænke, og den er derfor meget vigtig for forståelsen af både Mors- og Thistedstrukturene og samspillet mellem dem. I Morsboringen opnår såvel de mesozoiske som de ældre tertiære lag anseelige tykkelser i forhold til jævnaldrende lag uden for randsænken. Dette viser *entydigt*, at Morsstrukturen har været under kraftig udvikling i *Mesozoikum* og Tertiær. Der er derfor ingen tvivl om, at i det mindste en del af den primære randsænke, som Madirazza mener var i udvikling i Jura og Kridt omkring Thistedstrukturen, i virkeligheden skyldes vækst i Morsstrukturen. På tilsvarende måde kan andre dele af Thistedstrukturens tilsyneladende randsænker i Jura og Kridt skyldes udvikling af Legind- og Fjerritslev-strukturerne.

Meget tyder derfor på, at Thistedstrukturen i

Jura og Kridt overvejende er en *residualstruktur* (Claus Andersen, personlig meddelelse 1980), hvori kun ringe bevægelse er foregået før end i Kænozoikum. Den fremtræder derfor kun som en Mesozoisk struktur, fordi den som residualstruktur er omgivet af andre saltstrukturers Mesozoiske randsænker.

Kun en regional, seismisk kortlægning og konstruktion af detaljerede isopachkort vil kunne bidrage til en løsning af dette problem. At Thistedstrukturen kan opfattes som en residualstruktur i Mesozoikum og ældre Kænozoikum bekræftes af, at Thistedstrukturens Maastrichtien-Danien grænselag som påvist af os i en række afhandlinger, som vi udførligt har refereret i artiklen, er særdeles veludviklede og ikke bærer præg af at være aflejret på en højdestruktur i vækst. Derimod viser Maastrichtien-Danien grænsens senere deformation til en måske mere end 300 m høj kuppel, at der i post-Danien tid er sket en saltbevægelse af ikke uvæsentligt omfang i selve Thistedstrukturen. I den forbindelse har vi påvist, at saltbevægelsen på strukturens top i postglacial tid er i størrelsesorden 2.5 mm/år.

Vi vil derfor fastholde, at der intet er i vejen for, at den altovervejende del af den bevægelse, som har deformeret Maastrichtien-Danien grænsen, kan være sket i Kvartær tid. Vi vil ligeledes hævde, at Madirazzas konklusion, at saltbevægelsernes start kan føres tilbage til Jura, lige så godt kan være forkert som rigtig, og at sådanne bevægelser var så små, at de er af ringe betydning for beregning af saltets gennemsnitlige bevægelsehastighed og helt uden betydning for beregning af bevægelsehastigheden i dag.

8) Vi kritiseres for at komme med alt for høje tal for den postglaciale opskydningshastighed. På Thistedstrukturen har vi beregnet denne opskydningshastighed ved at se på en til dette formål særdeles velegnet referenceflade, nemlig niveauet for stenalderhavets maksimale transgression. Ved at gøre dette har vi beregnet en hævningshastighed på 2.5 mm/år på strukturens centrale del (og -0.5 mm i randsænken) for de sidste 4.000 år. I modsætning hertil kommer Madirazza frem til et tal på 0.005 mm/år, idet han antager, at hævnningen har været en kontinuert og jævn proces lige siden Tertiærets begyndelse.

Imidlertid viser hævnningen af de postglaciale strandlinier, at hævnningen i Kvartærtidens sidste

del, lige meget hvordan man vender og drejer det, for det første er meget varieret inden for strukturens forskellige dele og for det andet, at strandlinierne over store områder er hævet mellem 5 og 10 m mere, end man skulle forvente, hvis kun den isostatisk landhævning havde spillet ind.

Det er rimeligt at antage, at Kvartærtidens gentagne af- og belastninger af jordskorpen dels med is og dels med kraftige transgressioner og regressioner har introduceret en ustabilitet i alle de nedside og tilgrænsende områders isostatisk forhold. At dette er tilfældet er dokumenteret talrige steder i form af undersøgelser af sen- og postglaciale strandliniers deformation – også i områder uden Zechstein-salt.

Da undergrundens saltlag i sig selv udgør et isostatisk ustabil element, hvilket er dokumenteret ved talrige gravimetrisk undersøgelser, er det for os indlysende, at netop Kvartærtidens hurtigt skiftende isostatisk betingelser har introduceret en kraftigt forøget opskydning af saltet i de egne, hvor det er tykkest og endnu ikke har gennemløbet diapirstadiet. Alene af den grund forekommer det os vanskeligt at tro, at Thistedstrukturen fuldstændig uanfægtet af alle regionale ændringer skulle have fortsat sin i forhold til andre saltstrukturer umådeligt langsomme opskydning.

9) Der stilles spørgsmålstejn ved, om de af os benyttede strandlinier repræsenterer den postglaciale transgression. Det forekommer os besynderligt at anfægte netop dette synspunkt, som alle geologer, der har arbejdet i området, er enige om. Hvad skulle disse strandlinier ellers repræsentere? Herpå giver Madirazza intet svar. Hvis man går ud fra, at den maksimale hævning af disse strandlinier lokalt er på ca. 10 m og anvender Madirazzas tal på 0.005 mm/år som gennemsnitlig opskydningshastighed, når man frem til, at strandlinierne skulle være 2 millioner år gamle. Dette tal har selvfølgelig ikke meget med virkeligheden at gøre, da stranddannelserne ligger *ovenpå* og ikke under de glaciale aflejringer.

Det er rigtigt, at vi ikke har kunnet præstere nogen absolut datering af disse strandlinier, hvilket skyldes, at der i alle områdets sandaflejringer foregår en kraftig og velkendt kalkudvaskning. Vi kan derfor kun forestille os, at Madirazza mener, at disse strandlinier kunne være senglaciale. Bortset fra at dette ud fra disse strandliniers rela-

tioner til daterede postglaciale strandlinier forekommer højst usandsynligt, kan vi forsøge at give et bud på hævningshastigheden, hvis det alligevel skulle være tilfældet.

I Hanstholmområdet må man forvente, at det senglaciale transgressionsmaksimum allerhøjest ligger i omtrent samme kote som det postglaciale transgressionsmaksimum og mest sandsynligt ligger i kote ca. - 15 m (jvf. Mertz 1924, kort), og at disse strandlinier er maksimalt 15.000 år gamle. Hævningen skulle endvidere være foregået i perioden fra 15.000 til 4.000 før nu, da disse efter Madirazzas formodede opfattelse senglaciale strandlinier så ikke kan være transgrederet af det postglaciale transgressionsmaksimum. Vi har derfor med en lokal hævnning på mellem 10 og 30 m i en periode på højst 11.000 år at gøre. Dette giver en senglacial og tidlig postglacial opskydningshastighed på 0,9–2,8 mm/år, hvilket er 180–540 gange mere end den af Madirazza anslåede opskydningshastighed. Bortset fra at denne beregning kun må opfattes som et eksempel på en meget hypotetisk situation, viser den, sammen med den foregående beregning, at Madirazzas tal for opskydningshastigheden på 0,005 mm/år er flere hundrede gange for lavt. Vi er derfor fortsat af den opfattelse, at vort skøn på 2,5 mm/år er det bedste bud, der kan gives på basis af de foreliggende oplysninger.

10) Endelig kritiseres vi for at have utilstrækkelige oplysninger om transgressionsmaksimums højde i strukturens centrale del. Vi har, som Madirazza også har bemærket, selv udtrykkeligt gjort opmærksom på denne svaghed. Imidlertid er vi sidenhen kommet i besiddelse af oplysninger (Ministeriet for offentlige arbejder, 1942) som ud fra en række borerer bekræfter vor opfattelse af, at der også i dette område faktisk er tale om marine, postglaciale aflejringer. Hertil kommer, at strandlinierne på sedimentfladen på strukturens centrale del er yngre end klintefoden langs de såkaldte »knuder«, idet strandlinierne her nødvendigvis må ligge udenpå – og dermed være yngre end de strandlinier, som ligger nær »knuderne«. Dette tyder på at vort estimat på 2,5 mm/år er for lavt og ikke for højt.

#### Afsluttende bemærkninger

På baggrund af de her fremlagte kommentarer finder vi, at den af Ivan Madirazza fremførte kri-

tik kan afvises punkt for punkt, og at de af ham fremførte tolkninger af områdets geologi på de væsentligste punkter savner hold i virkeligheden. Endelig finder vi grund til atter at fremhæve, at den af Madirazza beregnede opskydningshastighed for Thistedstrukturen ikke kan forklare de geomorfologiske træk, som i så udtalt grad præger hele området.

Det var især disse geomorfologiske træk vores afhandling søgte at forklare. Det er beklageligt at Madirazza ikke som i en række tidligere artikler har forsøgt at inddrage denne i neotektonisk sammenhæng særdeles vigtige informationskilde.

Vi savner således en forklaring på de mange retlinjede dale, som uden hensyn til det glacielle landskabs topografi skærer gennem Thistedstrukturens centrale dele, ligesom vi savner en forklaring på de stejle, snorlige kridtklinter ved Nors Sø og Blegso.

Hertil kommer en række andre ejendommelige fænomener, som er meget vanskelige at forklare uden at antage en meget kraftig neotektonik, og som vi ikke har nævnt i artiklen, da de måske kunne forekomme mere fantastiske end seriøse. Disse fænomener har ikke desto mindre spøgt længe i litteraturen og i Thistedegnens overleveringer.

En af de mere seriøse af disse 'overleveringer' – bl.a. beskrevet af Forchhammer (1835) i 'Danmarks geognostiske Forhold' – omhandler en pludselig tømning af Nors Sø, hvorved vandet forsvandt gennem et svælg i søens bund. Omend en sådan beretning umiddelbart kan forekomme at udspringe snarere af fantasien end af den skinbarlige virkelighed, synes den beskrevne hændelse ikke desto mindre at være sandfærdig. Ligeledes forekommer det os, at grundene til at betvivle beretningens ægthed ikke er at finde i argumenternes oplyste verden, men i vanetænkningens naturlige skepsis.

#### Litteratur

- Andersen, S. A., 1944: *Det danske landskabs historie*, 1. bind (undergrunden). – København 1944: 480 pp.
- Forchhammer, G., overordentlig professor i Mineralogien, 1835: *Danmarks geognostiske Forhold, forsåvidt som de ere afhængige af Dannelser, der ere sluttede, fremstillede i et Indbydelsesskrift til Reformationsfesten den 14de Novbr. 1835.* – Kjøbenhavn 1835.
- Hansen, J. M. & Håkansson, E., 1980: Thistedstrukturens geologi – et »neotektonisk« skoleeksempel. – *Dansk geol. Foren., Arsskrift for 1979*: 1–9.

Madirazza, I. 1981: Mere om Thisted saltstrukturen. – *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1980*: 83–87.

Mertz, E. L., 1924: Oversigt over de sen- og postglaciale Ni-veauforandringer i Danmark. – *Danmarks Geol. Unders. II Rk., nr. 41*: 50 pp., 1 kort.

Ministeriet for offentlige arbejder, 1942: *Foranstaltninger til Sikring af Limfjordsstangerne og Thyborøn Havn og Kanal.* – Betænkning afgivet 3. juni 1942.

Ødum, H., 1926: Studier over Daniet i Jylland og på Fyn. – *Danmarks Geol. Unders. II R., nr. 45*: 306 pp.

Ovenstående artikel »Endnu mere om Thistedstrukturen«, forfattet af J. M. Hansen og E. Håkansson, er blevet forelagt I. Madirazza, der har anmodet om optagelse af følgende svar:

I min afhandling »Mere om Thisted saltstrukturen« (dette hæfte, 83–87) fremførte jeg nogle kritiske kommentarer til artiklen »Thistedstrukturens geologi – et 'neotektonisk' skoleeksempel« forfattet af J. M. Hansen og E. Håkansson (1980). Forfatterens svar til denne kritik er fremsat i artiklen »Endnu mere om Thistedstrukturen« (dette hæfte 89–94).

I det følgende vil jeg prøve, inden for den tilladte spalteplads, at svare på forfatterens sidste indlæg om Thistedstrukturen.

Jeg må med beklagelse konstatere, at forfatterne ikke fremlægger nye data eller supplerende oplysninger (jfr. Hansen & Håkansson, 1980), som kunne gøre deres påstande om hastigheden af saltets flydning ved Thisted mere sandsynlige. Dette gælder især stranddannelserne og deres alder. Således savner man stadigvæk en beskrivelse af strandlinierne og de postglaciale aflejringer fra Thisted området. Den absolutte alder af disse aflejringer kendes endnu ikke. Vi ved heller ikke, hvilke kriterier man har anvendt i feltet ved opmålingen af disse strandlinier, eller på hvilken måde man har bestemt højden af de punkter, som danner grundlaget for forfatterens kort over de postglaciale lokale isobaser. Indtil sådanne oplysninger foreligger, må konklusionen være, at enten er de regionale isobaser for Thisted området (Mertz, 1924) alt for lave (op til 10 m), eller også er de strandlinier, forfatterne bruger i deres beregninger af saltets flydningshastighed (den vertikale komponent), ikke korrelerbare med de strandlinier, som de blev defineret i sin tid af Mertz.

Man afviser et forsøg fra min side på at kæde de antageligt neotektoniske fænomener sammen med den præ-Kvartære strukturelle/geologiske udvikling. Forfatterne siger, at i den »neotektoniske« sammenhæng er den præ-Kvartære udvikling (af f.eks. en saltstruktur) intetsigende eller uinteressant. Man må undre sig over en sådan indstilling, som jeg mener er farlig og grundlæggende forkert og let kan føre til fejlagtige kvartæregeologiske tolkninger.

Påstanden om, at Ødum's (1926) opfattelse af områdets opbygning var uklar og på »enkelte punkter direkte fejlagtige«, kan ikke bortforklare den kendsgerning, at man har brugt Ødums geologiske kort og kaldt det for »vores«.

Desværre hersker der stadigvæk en vis forvirring hos de to forfattere vedrørende saltstrukturernes vækst i al almindelighed (selv om jeg foreslog læsningen af relevante arbejder, f.eks. Trusheim, 1957). Således afviser forfatterne først kategorisk, at man ved Thisted har med en salt diapir at gøre, men dernæst bruger de megen plads på at forklare, at en diapir er begyndt at udvikle sig i Kvartærtid. Man må opfatte det sådan, at denne diapir stadigvæk er meget lille (da den åbenbart ikke blev registreret i nogen af de ni seismiske profiler, som krydses området), men at den alligevel er stor nok til, ifølge forfatterne, at danne mærkbare sekundære randsænker på den nuværende overflade. Disse randsænker skulle skyldes væksten af en diapir i en dybde på omkring 3.700 m (denne af mig beregnede dybde til toppen af den store pudestruktur blev ikke draget i tvivl af forfatterne). Jeg vil derfor i denne forbindelse modificere min oprindelige antagelse noget og nu mene, at forfatterne opfatter Thistedstrukturen som en meget dybtliggende, meget ung, men meget lille salt diapir, som har udviklet sig på toppen af den store pude-struktur hovedsagelig i Kvartærtid.

Den af mig beregnede hastighed af saltets flydning på 0,005 mm/år er baseret på deformationen af Øvre Kridt-Danien kontaktfladen (se fig. 1 i Madirazza, 1981) og er udtrykkeligt ment som en gennemsnitshastighed for hele tidsrummet fra begyndelsen af Tertiæret indtil nu. Det er beklageligt, at forfatterne misbruger dette tal og vildledende påstår, at jeg betragter det som et udtryk for en gennemsnitshastighed gældende også inden for det Kvartære tidsafsnit. For mig at se, er den nævnte kontaktflade indtil dato den eneste (og samtidigt den yngste) referenceflade i Thisted området, som kan give et nogenlunde sikkert fingerpeg om hastigheden af saltets flydning (den vertikale komponent) i et bestemt tidsrum. At dette tal afviger så umådeligt meget fra forfatterens gennemsnitlige hastighed på 2,5 mm/år inden for de sidste 4.000 år, er det op til dem at forklare.

Der fremføres en ny opfattelse af Thisted saltpudens mulige opståen – hvilket åbenbart blev nødvendigt for at forklare de påståede stærke Kænozoiske, og især Kvartære, bevægelser. Denne struktur – ifølge en personlig meddelelse til forfatterne fra Claus Andersen – skulle overvejende være en Mesozoisk residualstruktur. Her ignorerer man igen boringen Thisted nr. 1, som er placeret på toppen af strukturen, og hvor tykkelse af Jura-Nedre Kridt samt Øvre Kridt er betydeligt reducerede. Dette billede tyder på, at puden er undergået en stærk aktiv udvikling i netop de pågældende tider, og at den næppe kan opfattes som en »skildpadde-struktur«.

Angående stranddannelserne i struktursens område, som forfatterne baserer deres beregninger af hastigheden af saltets flydning på, siges det først, at ingen geologer, som har arbejdet i området, har betvivlet, at disse dannelser repræsenterer den postglaciale (maximale?) transgression, og dernæst, at man ikke kan præstere nogen absolut datering af disse dannelser. Mig bekendt har hverken Ødum eller S. A. Andersen, som begge har arbejdet i området, høvdet, at stranddannelser i netop den nordvestlige, centrale del af strukturen skulle være af postglacial marin oprindelse. Det er netop inden for denne del af strukturen, forfatterne har tegnet deres lokale postglaciale isobaser i en (maximal) højde af +15 m, og det er tallet +15, de benytter i deres udregning af saltets gennemsnitlige flydningshastighed på 2,5 mm/år inden for de sidste 4.000 år. Men, alligevel, mod slutningen af artiklen siger forfatterne, at de nu har fundet beviser for, at aflejringer i den centrale del af området er af postglacial marin oprindelse. Publikationen, de refererer til, er en »Betænkning fra Ministeriet for Offentlige Arbejders« fra 1942, som bl.a. omhandler den projekterede Hanstholm-Lønnerup kanal. Afsnittet, som beskriver jordbundsforholdene i området, er iøvrigt også forfattet af Ødum (i dette tilfælde har Ødum åbenbart udført et for forfatterne tilfredsstillende stykke arbejde). Man skulle således tro, at disse jordbundsundersøgelser faktisk bekræfter, at strandlinier i netop de høje nordvestlige dele af struktursens område, *hvorfor forfatterne henter tallet +15, er af marin oprindelse.* Men dette er ikke tilfældet, da den projekterede kanallinie naturligvis følger det laveste terræn. Disse undersøgelser har vist, at der langs den projekterede linie findes bl.a. postglaciale marine aflejringer, men der siges intet om disses absolutte alder eller højden af de postglaciale strandlinier i området. Det har for resten været kendt temmelig længe,

at marine aflejringer af postglacial alder forekommer i lavninger nord og nordvest for Thisted, og man kan undre sig over, at forfattere åbenbart ikke kender de arbejder (som f.eks. Ussing, 1904, eller Milthers, 1948), hvor sådanne oplysninger kan findes.

Til slut vil jeg takke de to forfattere for deres hjælp til fortolkning af geologiske kort.

Ivan Madirazza

## Litteratur

- Andersen, S. A. 1944: *Det danske landskabs historie*, 1. bind (undergrunden), København 1944, 480 p.  
 Hansen, J. M. og Håkansson, E. 1980: Thistedstrukturens geologi – et »neotektonisk« skoleeksempel. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1979*, 1–9.  
 Hansen, J. M. og Håkansson, E. 1981: Endnu mere om Thistedstrukturen. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1980*, 89–94.

- Madirazza, I. 1981: Mere om Thisted saltstrukturen. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1980*, 83–87.  
 Mertz, E. L. 1924: Oversigt over de sen- og postglaciale Ni-veauforandringer i Danmark. *Danmarks geol. Unders.*, rk. 2, 41, 49 p.  
 Milthers, V. 1948: Det danske Istidslandskabs Terrænformer og deres Opstaaen. *Danmarks geol. Unders.*, rk. 3, 28, 233 p.  
 Ministeriet for offentlige arbejder, 1942: *Foranstaltninger til sikring af Limfjordstangerne og Tyborøn Havn og Kanal*. Betænkning afgivet 3. juni 1942.  
 Trusheim, F. 1957: Über Halokinese und Ihre Bedeutung für die strukturelle Entwicklung Norddeutschlands. *Zeitschr. deutsch. geol. Ges.* 109, 111–151.  
 Ussing, N. V. 1904: Danmarks geologi. *Danmarks geol. Unders.*, rk. 3, 2, 350 p.  
 Ødum, H. 1926: Studier over Daniet i Jylland og på Fyn. *Danmarks geol. Unders.*, rk. 2, 45, 306 p. (summary in English).

I. Madirazza's svar er blevet forelagt J. M. Hansen og E. Håkansson, der har anmodet om optagelse af følgende afsluttende gensvar:

Det betvivles stadig, at strandlinierne i Thisted-Hanstholm området er af Postglacial alder. Den geologiske kortlægning, råstofgravene og de geologiske basisdatakort viser, at der er tale om marine, Postglaciale aflejringer i alle de områder, som ikke udgøres af glacielle aflejringer, eller som er dækket af flyvesandsaflejringer (jvf. vort geologiske kort og diskussionen i vores oprindelige artikel). Imidlertid er der som nævnt i vort svar til Madirazzas kritik en svag, teoretisk mulighed for at strandlinierne kunne være af Senglaciat alder. En sådan alder ville dog ikke ændre beregningsresultatet af netto-opskydningen nævneværdigt.

Det tal (2,5 mm/år), som vi er kommet frem til, er 500 gange højere end den af Madirazza beregnede gennemsnitlige opskydning siden Tertiærets begyndelse, og Madirazza efterlyser en forklaring på denne forskel. Forklaringen herpå er allerede givet, idet vi naturligvis ikke går ud fra, at opskydningen er konstant hele tiden. Tværtimod er den under kraftig indflydelse af de til enhver tid herskende isostatiske forhold, som jo uægteligt ændredes drastisk flere gange i løbet af Kvartærtiden.

Madirazza hævder, at vores indstilling til præ-Kvartærets udvikling er farlig og let fører til fejlagtige kvartærgeologiske tolkninger. Vi er enige i, at præ-Kvartærets overfladeformer er af stor betydning for tolkningen af kvartærgeologien, men det er os stadig ikke muligt at indse betydningen af eventuelle Mesozoiske og Kænozoiske bevægelser for udregningen af bevægelser, som har deformeret Kvartære sedimentter, og som derfor er af Kvartær alder.

Den tynde Jura-Nedre Kridt serie i boringen Thisted 1 fremhæves atter som bevis for, at der er sket bevægelser i Mesozoikum. For det første har vi ikke benægtet, at dette skulle kunne

være tilfældet, men blot hævdet – som ovenfor anført – at sådanne bevægelser ikke er relevante m.h.t. en neotektonisk tolkning. For det andet vil vi atter fremhæve, at Thisted 1 skal sammenlignes med andre borer, før man kan fastslå om Jura-Kridt lagene er udtyndede. Til en sådan sammenligning kan Mors 1 ikke bruges, da den er placeret i Mors-strukturens randsynklinal.

M.h.t. diskussionen om den begyndende diapirisme i Thisted-strukturen i Kvartær tid, kan vi konstatere, at Madirazza nu i hovedtrækkene er blevet klar over, hvad vi mener. Vi mener dog stadig ikke, at der er tale om en diapir, men at en begyndende diapirisme kunne synes at være under udvikling.

Endelig må vi tilbagevise Madirazzas påstand om, at vi har »... brugt Ødums geologiske kort og kaldt det for »vores««. Dette er ikke tilfældet, og man vil kunne overbevise sig herom ved at sammenligne de to kort. Løjnefaldende er eksempelvis den forskel, at vi angiver Mellem og Øvre Paleocæn rundt om strukturen, mens Ødum angiver, at der skulle være skrivet kridt både i strukturens centrale del og uden for områderne med Danien sedimentter. Denne fundamentale forskel, som ikke er vores opfindelse, men som må tilskrives S. A. Andersen, kan kun tolkes således, at Ødums kort ikke giver udtryk for tilstedeværelsen af den gigantiske antiformal således som vores og S. A. Andersens kort gør det. Hertil kommer en række mindre, men væsentlige forskelle, som vi ikke skal komme ind på. Madirazzas påstand om vort uhæderlige forhold til Ødums kort er derfor usand. Vi går ud fra, at denne injurie er utilsigtet og snarere må opfattes som endnu et eksempel på den ejendommelige kortlæsningssteknik, som Madirazza anvender.

Jens Morten Hansen & Eckart Håkansson