

PROJEKTRAPPORT

Østsjællands Museum



Møns geologi - en præsentation af den geologiske litteratur om Møn

af Tove Damholt, Østsjællands Museum

**Rapport til Natur- og
Geologigruppen,
Pilotprojekt Nationalpark Møn**

Januar 2005

Møns geologi

- en præsentation af den geologiske litteratur om Møn

1. Introduktion

Få steder kan man se dele af den danske geologiske historie så spektakulært som på Møn, hvor vældige ismasser under istiden pressede skrivekridt og istidslag op og dannede vekslende kalkkrygge og dale. Dette ses så tydeligt ved den stejle Møns Klint, men kan også ses i det østmønske landskab bag klinten. Fra Kridttiden, hvor skrivekridtet blev dannet, og frem til Kvartærtiden, hvor isen deformerede landskabet, er der et hul i den geologiske historie. Hullet repræsenterer over 65 millioner år.

Isfremstødene dannede de imponerende randmorænebakker, og smeltevandsfloder, der ledte vand bort fra isen, dannede de brede dale. Nogle af disse dale har siden været vandfyldte, og dalene ses i dag som tørre dale, moseområder eller overskyllede nor. I perioder mellem isfremstødene har søer og have helt eller delvist dækket Møn og lag fra disse perioder kan ses i øens mange klinger. Siden det sidste isdække smeltede bort har havet ændret på Møns omrids og havets grus og sten udgør Møns yngste geologiske historie.

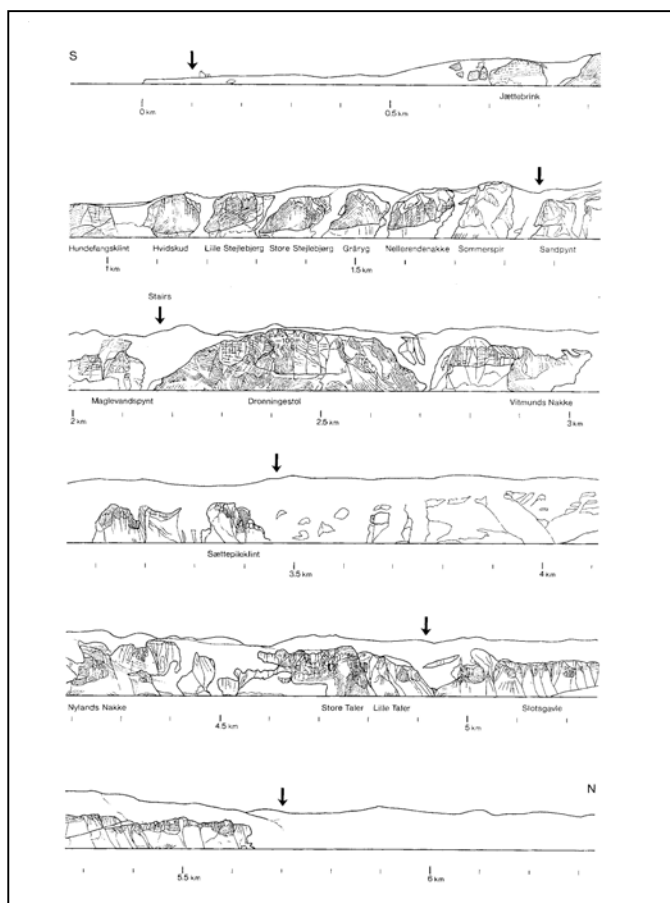
Det mønske landskab vidner altså om en lang og fascinerede geologisk historie. Vi kender historien fordi naturvidenskabsfolk gennem 300 år har beskrevet og tolket geologien. I det følgende nævnes først den tidligste litteratur om Møns Klint, derefter præsenteres nyere tids forskning om hele Møns geologi. Formålet er at sætte fokus på den geologiske litteratur, der findes om Møn.



Figur 1. Kort over geologiske lokaliteter på Møn omtalt i teksten (efter Kandrup 2004).

2. Den tidligste litteratur

Møns Klints skønhed og klintens store højde og dramatiske vekslen mellem kridtets spir og sandfyldte skår førte tidligt til stor opmærksomhed blandt danske og udenlandske naturvidenskabsfolk. Denne tidligste historie er kort refereret fra den udførlige gennemgang i Hintze (1937). Møns Klint blev først nævnt i 1546 af Georg Agricola. I 1700 tallet fulgte de første beskrivelser og diskussioner om klinten ,og blandt de første bud på en forklaring af dannelsen af Møns Klint var Skabelsen (Dyssel 1757), eller lynende stød og tordnende rystelse, som udover klintedannelsen også medførte Syndfloden (Abildgaard 1759, 1781). I 1800-tallet fulgte en lang række arbejder bla. med den første samlede tegning af klinten (Bedemar 1820), Forchhammers betydningsfulde arbejder (1826, 1835) og hans forrygende diskussioner med en af datidens førende geologer Charles Lyell (se Hintze 1937), og Puggaards omhyggelige tegning af klinten (Puggaard 1851) (figur 2).



Figur 2. Puggaards fantastiske kobberstik fra 1851 er stadig det bedste publicerede profil af Møns Klint. Profilet er her gengivet gentegnet fra Surlyk og Håkansson (1999). Pilene angiver nedgange til stranden.

I slutningen 1800-tallet vandt istidsteorien frem, og i 1874 var J.F. Johnstrup den første, som beskrev deformationerne i Møns Klint som et resultat af isfremstød. Siden har forskellige dannelsesmekanismer relateret til isfremstød været dominerende i diskussionen af klintens og landskabets oprindelse, selvom der langt ind i 1900-tallet har været fremført argumenter for andre oprindelser (Hintze 1937).

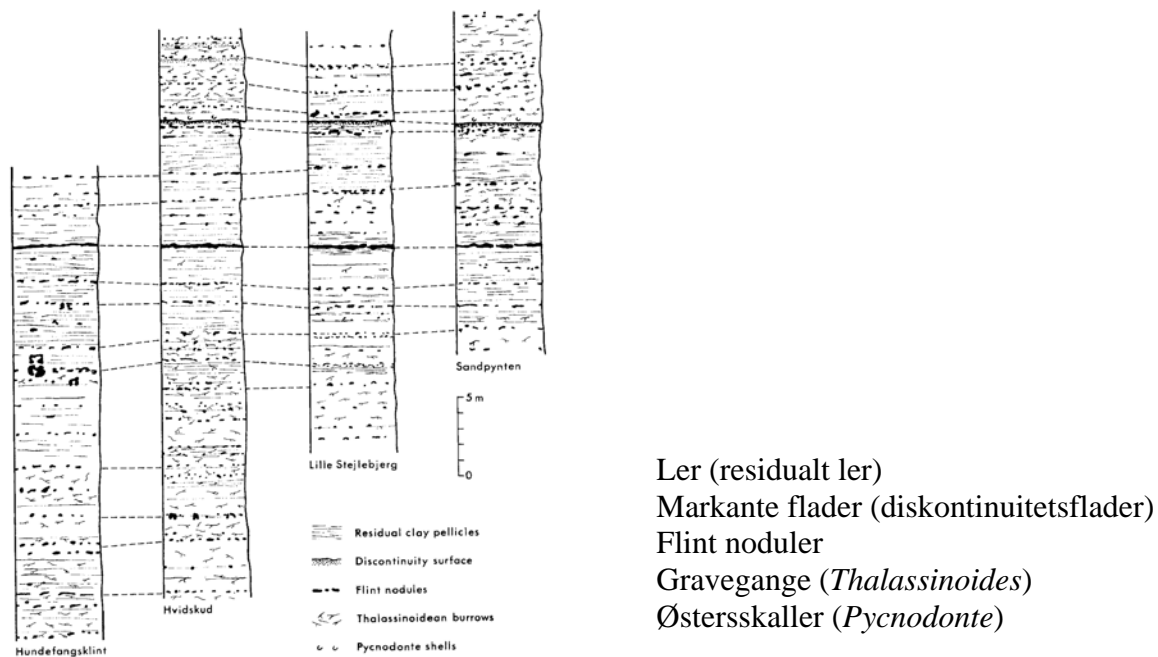
3. Møn i Kridttiden

Skrivekridtet på Møn er ikke faststående, men findes i utallige større og mindre flager, der er revet løs og skubbet op af istidens gletschere. Flagerne ses i klinerne langs Møns kyster, og i jordoverfladen, som hvide områder på markerne, særligt på Østmøn. Det faststående skrivekridt findes begravet under istidens lag, i kote ca. -20 til -40 meter DNN. De største kridtflager ses på Hvideklint og Møns Klint (Surlyk 1971).

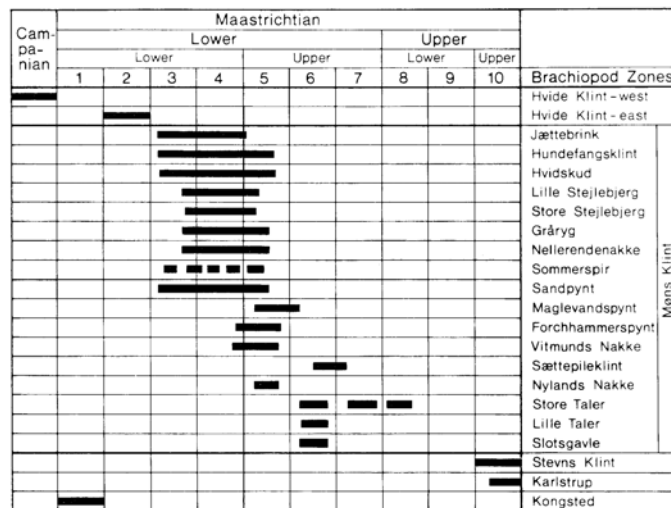
Skrivekridtets alder

Skrivekridtet er afsat i Kridthavet, for omkring 70 millioner år siden. Skrivekridtet ved Hvideklint er det ældste skrivekridt i Danmark og stammer tilbage fra Kridttidens næstnyeste tidsinterval: Campanien. Skrivekridtet på Møns Klint stammer fra Kridttidens yngste tidsinterval: Maastrichtien (Surlyk 1972, se desuden referencer i Surlyk 1984). Den første detaljerede inddeling af det danske kridt fra Maastrichtien var baseret på foraminiferer og udvalgte fossiler (Troelsen 1937). Baseret på undersøgelser af belemnitter blev denne inddeling af flagerne fra den sydlige del af Møns Klint senere korreleret til internationale systemer (Jeletzky 1951, Birkelund 1957). Tidligere var denne del af kridtet relativt aldersbestemt ved at følge en horisont med særlig hård kalk (en hardground) (Troelsen 1937). En lignende undersøgelse blev senere udført på basis af talrige horisonter af flint, eller med andre karakteristika som sporfossiler, øget ler-indhold eller fragmenter af østersskaller (figur 3) (Surlyk i Surlyk & Birkelund 1977).

Langt den mest detaljerede aldersbestemmelse af skrivekridtet på Møn er baseret på store mængder af millimeterstore armfødder (brachiopoder) (Surlyk 1970, 1972, 1984). Ved hjælp af enkelte arter og forekomstmønstre er de enkelte flager på Møns Klint og Hvideklint dateret. Undersøgelsen viser, at flagerne på Møns Klint bliver yngre og yngre fra syd mod nord (figur 4) og desuden, at flagerne ved Hvideklint er fra Campanien, dvs. ældre end flagerne ved Møns Klint (Surlyk 1972).



Figur 3: Korrelation af fire kridtflager i den sydlige del af Møns Klint baseret på talrige horisonter af flint, eller med andre karakteristika som sporfossiler, øget ler-indhold eller fragmenter af østersskaller (fra Surlyk & Birkelund 1977).



Figur 4: Aldersrelationer mellem armfødter (brachiopoder) fra en række lokaliteter på Møns Klint og Hvideklint sammenlignet med Stevns Klint, Karlstrup og Kongsted på Sjælland. Bemærk at det ældste kridt findes på Hvideklint og at kridtet på Møns Klint er yngst i klintens nordlige flager (fra Surlyk 1980 gengivet fra Surlyk & Håkansson (1999)).

Skrivekridtets sedimentologi og fossiler

Skrivekridtet består overvejende af mikroskopiske skeletdele fra planktoniske alger, kokkolitter (Håkansson et al. 1974, Surlyk og Birkelund 1977, Surlyk 1997, Surlyk & Håkansson 1999). Kridtet indeholder en artsrig fauna med få store og mange små (millimeterskala) fossiler fra organismer, der levede på og i bunden samt i de frie vandmasser: belemnitter, muslinger, kalkrørsorm, brachiopoder, kalksvampe, kiselsvampe, regulære søpindsvin, irregulære søpindsvin samt rester af søliljer og søstjerner m.fl.. I skrivekridtet findes horisonter med flint.

Kridthavet dækkede ikke bare Møn, men det meste af Nordeuropa, og i dag findes skrivekridt fra dette hav mange steder i Nordeuropa (se f.eks. Håkansson et al. 1974, Surlyk og Birkelund 1977, Thomsen 1995, Surlyk 1997, Surlyk og Håkansson 1999). Den store udbredelse af skrivekridt fra denne periode betyder, at mange beskrivelser af skrivekridtets sedimentologi såvel som dets flora og fauna findes i værker, der omhandler andre lokaliteter end de mønske, bla. Rügen. En række generelle værker beskriver skrivekridtets sedimentologi, fauna og flora (f.eks. Håkansson et al. 1974, Bromley 1975, Nestler 1975, Surlyk og Birkelund 1977, Birkelund & Bromley 1980, Surlyk 1980, Surlyk 1997, Surlyk & Håkansson 1999, Heinberg 2000). Enkelte dyregrupper fra det mønske skrivekridt behandles sammen med skrivekridt fra andre lokaliteter: bla. kokkolitter (Perch-Nielsen 1968, brachiopoder (Surlyk 1972, 1973, 1974, 1979, 1984), ostrakoder (Jørgensen 1970 i Surlyk & Birkelund 1977), pighuder (Nielsen 1913, Ravn 1928, Rasmussen, 1950, 1961), enkelte bryozøer (Thomsen & Håkansson 1995, Håkansson & Voigt 1996). Sporfossiler fra skrivekridt behandles af Bromley (1996 og referencer heri). Skrivekridtets sedimentologi er ikke udforsket i detalje på Møn men fra bla. Rügen (f.eks. Steinich 1967, 1972) og England (f.eks. Garrison & Kennedy 1977), den danske del af Nordsøen (f.eks. Damholt & Surlyk 2004). Nye undersøgelser i havbunden udfør Stevns Klint dokumenterer skrivekridtlagenes oprindelige geometri (Lykke-Andersen & Surlyk, 2004).

Der findes enkelte gode danske oversigter om skrivekridtet på Møn heriblandt en række ældre (f.eks. Rasmussen 1964, 1979), en grundig lokalitetsbeskrivelse med baggrundsstof om aflejningsmiljø og fossiler (Surlyk 1971), og en glimrende populær beskrivelse af kridthavets fossiler (Heinberg 2000).

4. Møn under istiderne og sidste mellemistid

Udforskningen af istidslagene på Møn bestod fra Johnstrup i 1874 og frem til 1960'erne af en række beskrivelser og tolkninger, der afspejlede den til hver tid gældende forståelse af gletscheres dynamik (f.eks. Slater 1927, Hintze 1937, Gripp 1947, Haarsted 1956, Hansen & Nielsen 1960, Rosenkrantz & Rasmussen 1960, Rasmussen 1964, Nielsen 1979). Hintzes arbejde er dog en undtagelse, da han ikke accepterede, at klinten var dannet ved is tektonik. Blandt de øvrige arbejder skal fremhæves kortet over bakkerygge og dalsænkninger på Møn (Haarsted 1956). Dette kort anvendes stadig i dag, med enten direkte eller med mindre modifikationer (f.eks. figur 7). Det store gennembrud i forståelsen af Møns istidsgeologi kom imidlertid med de banebrydende ideer om undersøgelser af tidspunkt og rækkefølge af de glacielle deformationer i en lagserie (kinetostratigrafi) (Berthelsen 1973, 1978). Kinetostratigrafien afslører, at den sidste istid var meget mere dynamisk end man hidtil havde troet med gentagne nedisninger afløst af isfri perioder. Undersøgelser baseret på kinetostratigrafi bragte nyt om klinterne på Vestmøn og Østmøn: Madses Klint, Hjelm Nakke og Hvideklint, Vagtbo Bakke/Feriehjemmet, Kraneled, Kobbegård samt Møns Klint (Berthelsen et al. 1976, 1977, Berthelsen 1979, 1981, 1986, Aber 1980, 1982,). Siden disse arbejder har en række moderne undersøgelser på Møn udover kinetostratigrafien også inddraget en lang række andre metoder bla. litostratigrafi og senest også suppleret med absolutte aldersdateringer af lagene mellem morænerne. Disse undersøgelser har forbedret forståelsen af Møns geologiske historie. Bedst undersøgt er klinterne ved Klintholm Havn (Berthelsen 1981, Houmark-Nielsen 1988, 1994, 1999, Kolstrup & Houmark-Nielsen 1991, Bennike et al. 1993, Bennike et al. 1994) samt undersøgelser af søbassiner bla. ved Tøvelde (se nedenfor). Blandt de nyere arbejder findes en række specialer (Hyde 1986, Kjær 1996, Stockmarr 1996, Faurbye 1999). Den Mønske istidsgeologi præsenteres ligeledes i en lang række ekskursionsguides (f.eks. Berthelsen et al. 1976, Berthelsen et al. 1977, Berthelsen 1981, Pedersen et al. 1995) samt som dele af syntetiserende oversigtsværker om glacialtektonik og nedisningshistorie (f.eks. Houmark-Nielsen 1981, 1999; Aber 1985, 1988, Aber et al. 1989, Kolstrup 1993, Houmark-Nielsen & Kjær 2003, Kjær et al. 2003). De kvartære aflejringer i Møns Klint er vanskeligt tilgængelige og meget komplekse. Aflejringerne er løst beskrevet (f.eks. Hintze 1937) eller tolket (f.eks. Berthelsen 1981, Aber et al. 1989), men der mangler stadig en indgående beskrivelse og tolkning af klinten. En generel model for deformation af klinten er dog opstillet af Pedersen (2000), som også har lavet undersøgelser af klintens stabilitet (Pedersen 2003, Pedersen & Møller 2004), og som har en omfattende undersøgelsesprogram i gang på Møns Klint, med bl.a. færdiggørelse af den geologiske kortlægning

af Møn. Undersøgelser af havområderne omkring Møn har bidraget med nye data om bla. randmorænesystemer og om udviklingen efter sidste istid (Jensen 1992, Jensen et al. 1997) (figur 7).

Tolkninger af landskabet er præsenteret på en række landskabskort med forskellige mængder af data og tolkninger (f.eks. Haarsted 1956, Aber 1980, 1982, 1985; Smed 1981, Aber et al. 1989, Rasmussen 1999).

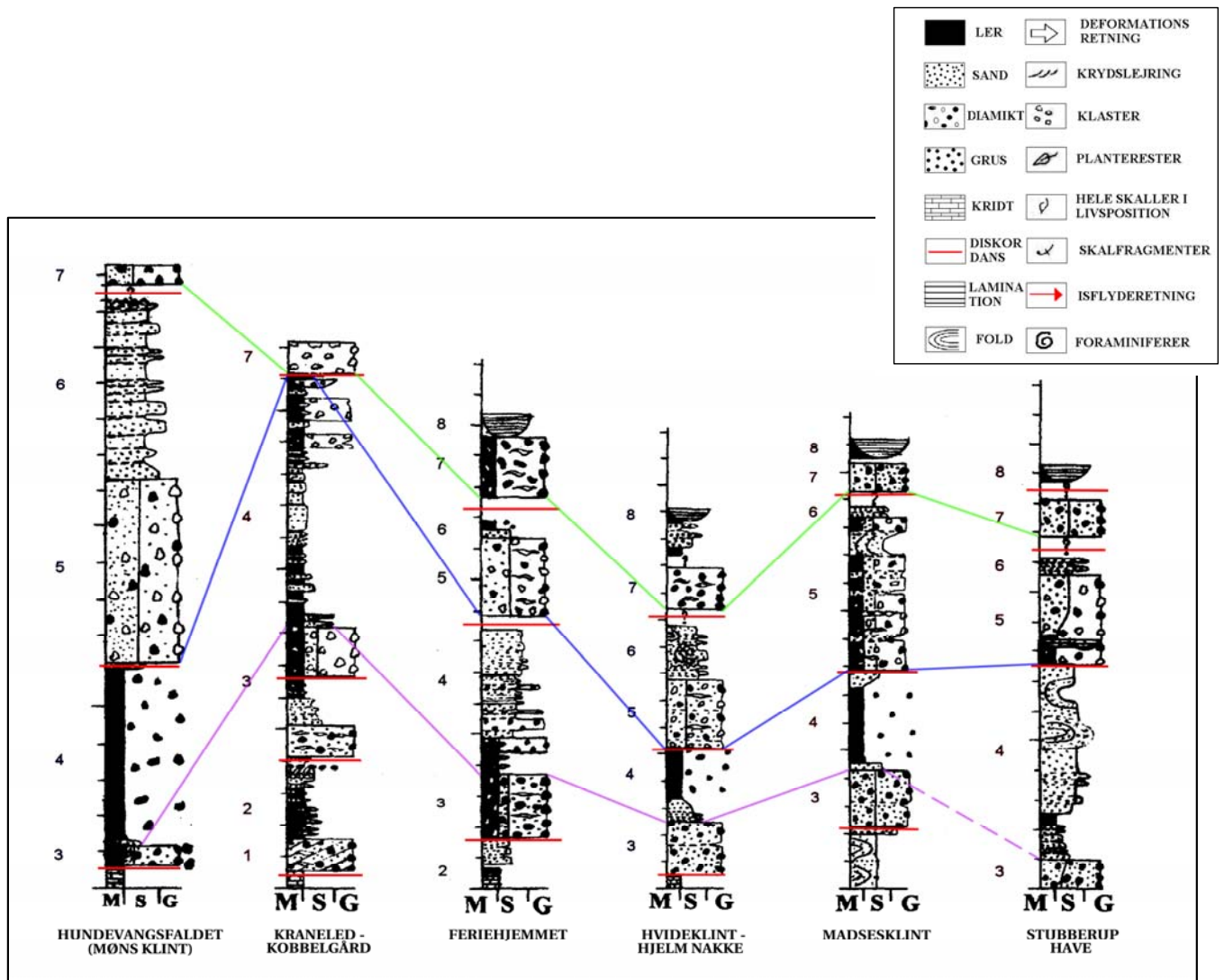
Borrelavningens dannelse har senest været diskuteret, da en model om en tektonisk dannet gravstruktur er præsenteret (Marcussen & Østergaard 2003). Det er dog senere påpeget, at modellen er spekulativ, da den ikke er underbygget af data (Houmark-Nielsen 2003). Bogen Danmarks Geologiske Seværdigheder omtaler flere mønske lokaliteter (Marcussen & Østergaard 2003). Bogens tolkninger af istidslandskabet er dog stærkt kontroversielle og er blevet kraftigt modsagt af bl.a. Houmark-Nielsen (2003).

Der findes enkelte beskrivelser af det vestmønske landskab. For eksempel er det vestmønske bakkelandskab er beskrevet i lettilgængeligt skrift om de Mønske Bakker (Ellitsgaard-Rasmussen 1999), den hatformede bakke Præstebjerg ved Store Damme er beskrevet i populærgeologiske tidsskrift Varv (Berthelsen 1980). Landskabet bag Hvideklint er behandlet af Aber (Aber 1980, Aber et al. 1989).

Infobox

Geologiske undersøgelser på Møn har påvist spor efter følgende overordnede begivenheder:

- | | |
|-----------------------------|---|
| 1. Næstsidste istid, Saale: | En isoverskridelse |
| 2. Mellemistid, Eem: | Mildt klima. Havdække |
| 3. Sidste istid, Weichsel: | To isoverskridelser fra det baltiske område Isfri forhold: En stor issø En isoverskridelse fra NØ Isfri forhold En isoverskridelse fra med genfremstød fra sydlige og østlige retninger Isfri forhold: mange mindre søer |
| 4. Efter sidste istid: | Mildt klima. Delvist havdække. |



Figur 5: Sammenstilling af den kvartære lagserie, der ses i Møns klinte. Istidslagene er oftest stærkt deformede og udaterede, og det er derfor vanskeligt at genfinde lag mellem de enkelte klinte på Møn. Denne figur viser et forsøg på at følge enkelte lag er baseret på tidligere tolkninger samt på nyt arbejde ved Stubberup Have i forbindelse med kandidatspeciale (Kandrup 2004).

1. Saale moræne (næstsidste istid)
2. Eem havaflejringer (sidste mellemistid)
3. Gammelbaltisk moræne (sidste istid)
4. issø-ler (sidste istid)
5. NØ-isens moræne (sidste istid)
6. NØ-isens smeltevandslag (sidste istid)
7. Ungbaltiske moræner (sidste istid)
8. Søbassiner (slutningen af sidste istid og tiden efter sidste istid).

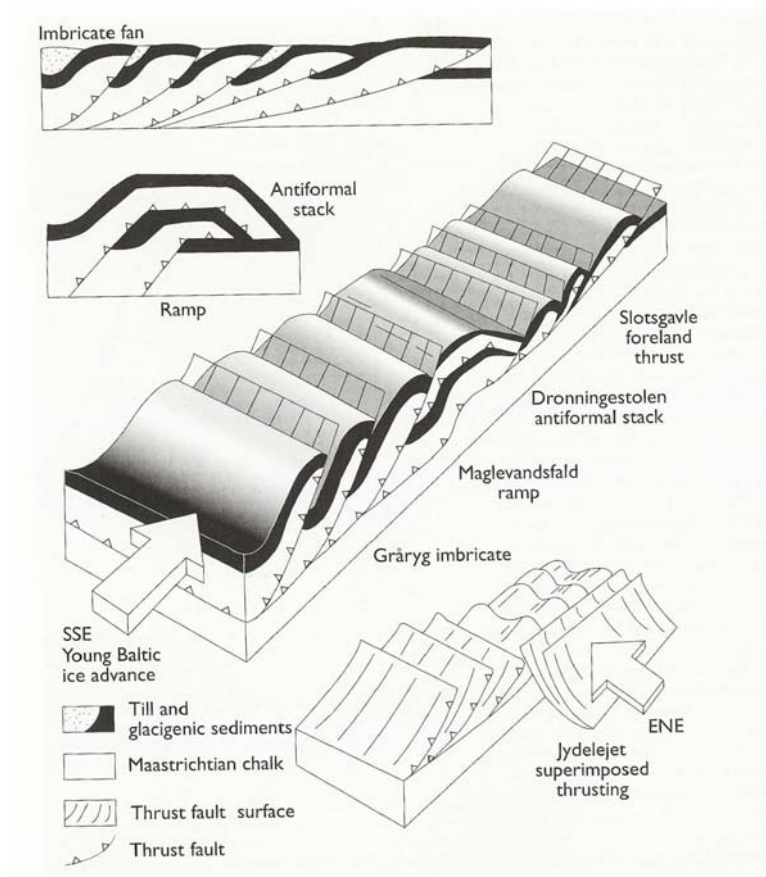
Problemstillinger hvor Møn indtager en særlig stilling

Møn har haft en særlig videnskabelig placering i kvartærgeologien omkring de glacielle deformationer og nedslingshistorien i sidste istid. Derfor behandles disse emner mere indgående i det følgende efterfulgt af et afsnit om de ældste kvartære lag (fra Saale og Eem), da dette emne er af stor lokal interesse.

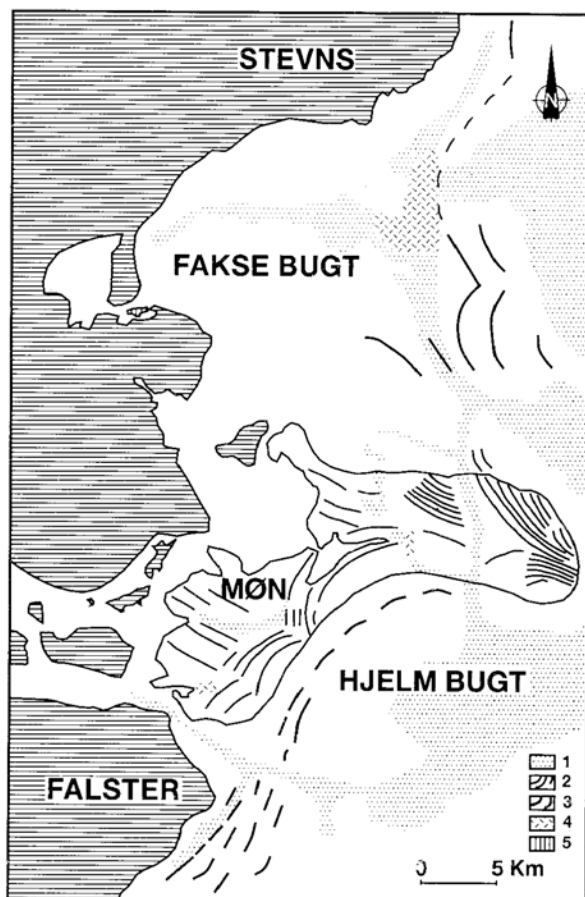
A. Deformationerne og landskabet

Møns Klint kan ud fra strukturerne inddeles i tre zoner (Hintze 1937, Aber et al. 1989, Pedersen 2000). Den sydligste zone strækker sig fra Fyret og op til Maglevandsfald. Denne del af klinten er den mindst komplicerede og består af en række opskudte flager, der hælder stejlt mod syd. Den centrale zone omkring Dronningestolen er flere store kridtskiver overskudt hen over hinanden, så de ligger vandret. Den nordligste zone er meget kompliceret med irregulære strukturer, der inkluderer sammensatte folder. Orienteringen af bakkerygge i landskabet bag Møns Klint viser et mønster, der ligeledes kan inddeles i tre zoner, hvis grænser mere eller mindre passer sammen med de strukturelle zoner, der ses i klinten. Mod syd danner bakkeryggene en stor bueform, der er konkav mod syd (lukker sig mod syd). Centralt fortsætter området omkring Dronningestolen indlands mod nordvest i en massiv bakkeryg. Mod nord danner bakkeryggene indlands for strækningen fra Vitmunds Nakke til Slotsgavlene en bueform, der er konkav mod øst.

De forskellige mønstre af tektoniske deformationer, der kan ses i klinten og af bakkeorienteringer har ført til en række forskellige tolkninger af de glacialtektoniske deformationers forløb. Frem til og med 1960'erne blev Møns Klint tolket som et resultat af samtidigt istryk fra syd i den sydlige del og fra øst og nordøst i den nordlige del (f.eks. Rasmussen 1964) det vil sige, at Møn skulle have ligget som en nunatak omgivet af aktiv is på de tre sider. Nyere opfattelser inkluderer et mere kompliceret is-tektonisk hændelsesforløb, der inkluderer deformationer i flere faser under flere isfremstød, der har været adskilt i tid og rum. Hændelsesforløbet er søgt forklaret med en første deformationsfase forårsaget af Hovedfremstødet isbevægelse fra nordøst efterfulgt af en senere fase forårsaget af et ungbaltisk isfremstød fra syd (Berthelsen 1981). I den nyeste tolkning af Møns Klints strukturgeologi er begivenhedernes rækkefølge ændret, så den første deformationsfase inkluderer deformation fra sydsydøst forårsaget af et ungbaltisk isfremstød, og den anden deformationsfase inkluderer deformation fra øst forårsaget af et sent ungbaltisk genfremstød fra østnordøst (Pedersen 2000) (se figur 6). I havområderne i Fakse Bugt og Hjelm Bugt ses forlængelser af såvel randmorænebakkerne som dalstrøgene på Møn (se figur 7) (Jensen 1992).



Figur 6: Model for deformation af Møns Klint. Første deformationsfase fra SSØ (øverste blokdiagram) efterfulgt af deformation fra ØNØ af klintens nordlige del (nederste blokdiagram). Fra Pedersen (2000)



Figur 7: Kort over glaciale spor på Møn og omliggende havområder fra Jensen (1992). Data fra landområderne er fra Haarsted (1956).

- 1: dale
- 2: bakkeretninger på Møn
- 3: bakkeretninger i lavvandede områder
- 4: smeltevands-aflejringer
- 5: landområder (undtagen Møn)

B. Nedisningshistorien i sidste istid

Alderen og udbredelsen af et isdække tidligt i sidste istid har været diskuteret blandt danske geologer. Lokaliteterne Kobbegård og Kraneled omkring Klintholm har været nøglelokaliteter i denne debat. Studier af lagene her og dateringer af lagene har vist, at der er hele to isoverskridelser fra det baltiske område i denne periode (Houmark-Nielsen 1988, 1994, 1999; Kolstrup & Houmark-Nielsen 1991, Bennike et al. 1993, Bennike et al. 1994).

Netop lokaliteterne omkring Klintholm har også været centrale i påvisningen af, at en stor sø dækkede området omkring Møn i tiden efter de tidlige nedisninger (Kolstrup & Houmark-Nielsen 1991, Bennike et al. 1993, Bennike et al. 1994, Houmark-Nielsen 1994). I lagene, afsat i søen findes rester af den sparsomme, steppelignende og træløse, arktiske vegetation der omgav søbassinet (Kolstrup & Houmark-Nielsen 1991, Bennike et al. 1994, Houmark-Nielsen 1994) og det første danske fund af lemming (Bennike et al. 1993). Søaflejringerne kan bestå af ler, vekslende ler og sand, rent sand eller ler med sten og er også beskrevet fra en række af de øvrige klinger på Møn: Feriehjemmet/Vagtbo Bakke (Faurbye 1999), Hvideklint/Hjelm Nakke (Stockmarr 1996), Møns Klint og Stubberup Have (Kandrup 2004). Ikke alle disse beskrivelser er dog understøttet af dateringer.

C. Saale og Eem

Aflejringer fra forrige istid, Saale, er kun sjældent synlige i Østdanmark, men på Møn forekommer de i flager i klinten ved Kraneled (Houmark-Nielsen 1994). Aflejringerne fra Saale ses som en op til 2 meter tyk grå og kalkholdig moræne (Houmark-Nielsen 1994). Aflejringer af mulig Saale alder er beskrevet fra Hundevangsfaldet på Møns Klint (Berthelsen et al. 1976), strækningen mellem Hjelm Nakke og Hvideklint (Berthelsen 1986) og Madsesklint (Berthelsen et al. 1976). Tolkningen af forekomsten af en moræne enhed af Saale alder ved Vagtbo Bakke/Feriehjemmet (Berthelsen 1981) bekræftes ikke af senere studie (Faurbye 1999).

Aflejringer fra sidste mellemistid, er kun sjældent synlige i Østdanmark men på Møn forekommer lag fra Eem i dele af flager både ved Klintholm (Berthelsen et al. 1976, Houmark-Nielsen 1994), ved Stubberup Have (Ødum 1933, Konradi 1973, Berthelsen et al. 1976) og ved Feriehjemmet (Faurbye 1999). Mulige forekomster af Eem ler er beskrevet fra den sydlige del af Hvideklint (ved Hjelm Nakke) (Berthelsen et al. 1977, Houmark-Nielsen 1988, Stockmarr 1996) og Møns Klint (Hintze 1937, Berthelsen et al. 1976). Forekomsten af Eem ved Møns Klint betvivles, da underliggende lag formodentlig er af Weichsel alder (Konradi 1973).

5. Møn i slutningen af istiden og efter sidste istid – Sen- og Postglacial

Efter isen slap sit tag for omkring 15.000 år siden og frem til i dag har landet gennemgået en række klimaændringer. I dalstrøg og større og mindre lavninger vidner op til 10 m tykke lagpakker om klimaændringer og ændringer i havniveau fra slutningen af istiden og frem. En lang række mindre søbassiner har eksisteret på Møn og lag fra disse findes i smålavninger på øen. Større områder med ferskvandsaflejringer fra slutningen af istiden kan ses på jordartskortet. Nogle få af bassinerne er i dag gennemskåret og ses i klinerne. Ved Hjelm på det sydøstlige Møn er beskrevet søaflejringer fra slutningen af istiden i 14 m over nuværende havniveau (Kolstrup 1982). Søaflejringerne er undersøgt ved pollenanalyse (Kolstrup 1982). Ved Tøvelde, ligeledes på det sydøstlige Møn findes aflejringer fra en sø og mose ligeledes fra slutningen af sidste istid og herudover fra tiden efter istiden. Søaflejringerne findes i dag 2,5-7,5 m over nuværende havniveau og er undersøgt sedimentologisk, og geokemisk samt for indholdet af små vertebrater (Heiberg 1991, 1995, Nygaard og Heiberg 2001). Molluskfaunaen er beskrevet i tidlige arbejder (Johansen 1904, 1906). Herudover er der i litteraturen kort nævnt søaflejringer f.eks. ved Brunhoved på nordøstkysten af Møn (Heiberg 1995, 1996, Nygaard og Heiberg 2001) og på Møns Klint (Hintze 1937).

Aflejringer fra slutningen af sidste istid og frem findes også i nuværende moseområder og lavtliggende fjorde. Borre Mose er undersøgt ved boringer med studier af lagenes sammensætning og pollenindhold, hvilket afspejler en historie som vekslende sø, mose og fjord (Mikkelsen 1949). Udviklingen af strandvoldene på Ulvshale ses meget smukt på jordartskortet (Hermansen & Jakobsen 2000).

En række undersøgelser af havområderne omkring Møn, dokumenterer en kompleks udvikling med flere perioder med vanddække efter sidste istid (Jensen 1992, Jensen et al. 1997, Jensen et al. 1999, Lemke et al. 1999, Lemke et al. 2001).

Litteraturliste

- Aber, J. S. (1980). "Kineto-stratigraphy at Hvideklint, Møn, Denmark and its regional significance." *Bull. geol. Soc. Denmark* **28**: 81-93.
- Aber, J. S. (1982). "Model for glaciotectionism." *Bull. geol. Soc. Denmark* **30**: 79-90.
- Aber, J. S. (1985). "The character of glaciotectionism." *Geol. en Mijnbouw* **64**: 389-395.
- Aber, J. S. (1988). "Spectrum of constructional glaciotectionic landforms. *Genetic Classification of Glacigenic Deposits*. R. P. Goldthwait and C. L. Matsch. Rotterdam, Balkema: 281-292.
- Aber, J. S., D. G. Croot, et al. (1989). "*Glaciotectionic Landforms and Structures*." Dordrecht/Boston/London, Kluwer Academic Publishers. 200s.
- Abildgaard, S. (1759). "Beskrivelse over Stevens Klint og dens naturlige Mærkværdigheder" København.
- Abildgaard, S. (1781). "Physisk-mineralogisk Beskrivelse over Møens Klint." København. (refereret fra Hintze 1937).
- Agricola, G. (1546). "Habent autem pleræsqe regions cretæ colles ut Gallia, Britannia, Muna deserta maris Balthici insula, qua e Pomerania nauigatur ad Copenhagen Daniæ, at saxum, puo durius eo difficilium ex se lineas producit. Constantiæ murus magna ex parte ex id genus saxo constat." De natura fossilium. (refereret fra Hintze 1937)
- Bedemar, V. (1820). "Ueber die Kalk- und Kreide-Formation von Faxöe, Stevens und Möens Klint". Leonhard's Mineralogisches Taschenbuch für das Jahr 1820. Frankfurt am Main 1829 (refereret fra Hintze 1937).
- Bennike, O., E. O. Heiberg, et al. (1993). "Første danske lemminger." *Naturens Verden* **57**: 57-63.
- Bennike, O., M. Houmark-Nielsen, et al. (1994). "A multi-disciplinary macrofossil study of Middle Weichselian sediments at Kobbeltgård, Møn, Denmark." *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **111**: 1-15.
- Bennike, O., J. B. Jensen, et al. (2001). "Late Quaternary records of *Naja* ssp. (Najadaceae) from the southwestern Baltic region." *Review of Palaeobotany and Palynology* **114**: 259-267.
- Berthelsen, A. (1973). "Weichselian ice advances and drift successions in Denmark." *Bull. Geol. Inst. Univ. Upps. New Series* **5**: 21-29.
- Berthelsen, A. (1978). "The Methodology of kineto-stratigraphy as applied to glacial geology." *Bull. geol. Soc. Denmark* **27**: 25-38.
- Berthelsen, A. (1979). "Recumbent folds and Boudinage structures formed by subglacial shear: An example of Gravity tectonics." *Geologie en Mijnbouw* **58**(2): 253-260.
- Berthelsen, A. (1980). "En Hatformet Bakke." *Varv* **3**: 82-88.
- Berthelsen, A. (1981). "*INQUA-Field meeting in Denmark 1981*." University of Copenhagen. 5 s.
- Berthelsen, A. (1986). "*Glaciotectionic structures in the cliffs of southern and eastern Møn, Denmark..*" Institut for Almen Geologi, Københavns Universitet. 3 s.
- Berthelsen, A., P. Konradi, & Petersen, K.S. (1977). "Kvartære lagfølger og strukturer i Vestmøns klinger." *Dansk geologisk Forenings Årsskrift for 1976*: 93-99.
- Berthelsen, A., P. Konradi, Peteresen, K.S., Rasmussen, L. A. & Sjørring, S. (1976). *Nordqua ekskursion 1976 til: Sjælland, Falster, Møn*. 31s.
- Birkelund, T. (1957). "Upper Cretaceous Belemnites from Denmark." *Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab Biologiske Skrifter* **9**: 69.
- Birkelund, T. & R. Bromley (1980). "The Upper Cretaceous and Danian of NW Europe." T. Birkelund and R. Bromley. Guide to excursion A-69. Guide-Book, Paris, 26th International Geological Congress: 3-31.
- Bromley, R. G. (1996). "Trace fossils. Biology, taphonomy and applications." Chapman & Hall, London 341 s.
- Bromley, R.G. (1975) "Chalk and brozoan limestone: facies sediments and depositional environments" I Birkelund, T. & Bromley, R.G. (red.) *Cretaceous-Tertiary boundary events*, I, O. University of Copenhagen.
- Damholt, R. & F. Surlyk (2004). "Laminated-bioturbated cycles in Maastrichtian chalk of the North Sea: oxygenation fluctuations within the Milankovitch frequency band." *Sedimentology* **51**, 1323-1342.
- Dyssel, J.A. (1757). "Tilforladelig Efterretning om det navnkundig Forbiørg Møens Klint." *Danmarks og Norges oekonomiske Magazin* **1**. 239-256. København (refereret fra Hintze, 1937)
- Ellitsgaard-Rasmussen, K. (1999). "*Mønbakker*." Stege, Møns Amatørgeologiske Forening. 12 s.
- Faurbye, M. (1999). "*En Kvartærstratigrafisk og sturkturgeologisk undersøgelse af klintprofilen Feriehuset på det sydlige Møn, Danmark*." Upubliceret specialeafhandling, Geologisk Institut, Københavns Unversitet. 111 s.
- Forchhammer, J. G. (1826). "Om de geognostiske Forhold i en Deel af Sjælland og Nabøerne." *Kgl. Danske Vid. Selsk. Skr. natur. og Math. Afd.* **2**: 245-280.

- Forchhammer, G. (1835). "Danmarks geognostiske Forhold. Indbydelsesskrift til Reformationsfesten d. 14de Novebr. 1835. København 111 s.
- Garrison, R. E. & W. J. Kennedy (1977). "Origin of solution seams and flaser structure in UpperCretaceous chalks of southern England." *Sedimentary Geology* **19**: 107-137.
- Gripp, K. (1947). "Jasmund und Möen, eine glacialmorphologische Untersuchung." *Z. Erdkunde* **1**: 175-182.
- Hansen, S. & S. Nielsen. (1960). "Glacial geology of southern Denmark. " Guide to excursions A44 and C39. International Geological Congress, Denmark guidebook III, 56 s.
- Heiberg, E. O. (1991). "Senglaciale Søer." *Varv* **4**: 104-118.
- Heiberg, E. O. (1995). "Sen- og postglaciale mindre gnævere (Rodentia) og insektædere (Insectivora) fra Danmark. " Upubliceret speciale, Geologisk Institut, Københavns Universitet. 274s.
- Heiberg, E. O. (1996). "En kvartær-zoologs (palæo-herpetologs) bekymring omkring etablering af vandhuller." *Nordisk Herpetologisk Forening* **39**(5): 121-124.
- Heiberg, E. O. & O. Bennike (1997). "Late Quaternary Rodents from the Southwestern Baltic Sea." *Baltical Special Publication Special Publication* **10**: 47-52.
- Heinberg, C. (2000). "Livet i Kridthavet." *Varv* **4**: 3-48.
- Hermansen, B. & P.R. Jakobsen (2000). "Danmarks digitale Jordartskort 1:25.000." *Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport* 2000/81.
- Hintze, V. (1937). "Møens Klints geologi. " Copenhagen, Reitzels Forlag. 410s. (redigeret posthumt af E.L. Mertz & V. Nordmann).
- Houmark-Nielsen, M. (1981). "Glacialstratigrafi i Danmark øst for Hovedopholdslinien." *Dansk Geologisk Forenings Årsskrift for 1980*: 61-76.
- Houmark-Nielsen, M. (1988). "Nyt om sidste istid." *Varv* **4**: 126-138.
- Houmark-Nielsen, M. (1994). "Late Pleistocene stratigraphy, glaciation chronology and Middle Weichselian environmental history from Klintholm, Møn, Denmark." *Bull. geol. Soc. Denmark* **41**: 181-202.
- Houmark-Nielsen, M. (1999). "A lithostratigraphy of Weichselian glacial and interstadial deposits in Denmark." *Bull. geol. Soc. Denmark* **46**: 101-114.
- Houmark-Nielsen, M. (2003). "Geologiske mærkværdigheder: Kritik af en model for det danske istidslandskabs dannelse." *Geologisk Tidsskrift* **1**: 1-20.
- Houmark-Nielsen, M. & K. H. Kjær (2003). "Southwest Scandinavia, 40-15 kyr BP: palaeogeography and environmental change." *Journal of Quaternary Science* **18**(8): 769-786.
- Howorth, H. H. (1896). "The dislocation and disintegration of the chalk in eastern England and in Denmark." *Geolog. Mag.* **33**: 298-309.
- Hyde, G. (1986). "En glacialgeologisk og glacialmorfologisk undersøgelse af klinerne på Nordøstmøn samt klinerne bagland. " Upubliceret speciale, Geografisk Institut, Københavns Universitet.
- Håkansson, E., R. Bromley, et al. (1974). "Maastrichtian chalk of north-west Europe - a pelagic shelf sediment." *Spec. Publs int. Ass. Sediment* **1**: 211-233.
- Håkansson, E. & E. Voigt (1996). "New free-living bryozoans from the northwest European Chalk." *Bulletin of the Geological Society of Denmark* **42**: 187-207.
- Haarsted, V. (1956). "De kvartærgeologiske og geomorfologiske forhold på Møn." *Meddelelser fra Danmarks Geologiske Forening* **13**(2): 124-126.
- Jeletzky, J.A. (1951). "Die Stratigraphie und Belemnitenfauna des Obercampan und Maastricht Westfalens, Nordwestdeutschlands und Dänemarks sowie einige allgemeine Gliederungs-Probleme der j'ungeren borealen Oberkreide Eurasiens." *Geol. Jahrb. Beiheft* **1**: 1-142.
- Jensen, J. B. (1992). "Late Weichselian deglaciation pattern in the southwestern Baltic: Evidence from glacial deposits off the island of Møn, Denmark." *Bull. geol. Soc. Denmark* **40**: 314-331.
- Jensen, J. B., O. Bennike, et al. (1997). "The Baltic Ice Lake in the southwestern Baltic: sequence-, chrono- and biostatigraphy." *Boreas* **26**: 217-236.
- Jensen, J. B., O. Bennike, et al. (1999). "Early Holocene history of the southwestern Baltic Sea: the Ancylus Lake stage." *Boreas* **28**: 437-453.
- Johansen, A. C. (1904). "Om den fossile kvartære Molluskfauna i Danmark, og dens relationer til forandringer i klimaet. Land- og Ferskvandsmolluskfaunaen. " København, Nordisk Forlag. 139s.
- Johansen, A. C. (1906). "Om temperaturen i Danmark og det sydlige Sverie i den senglaciale tid." *Meddelelser fra Danmarks Geologiske Forening* **12**: 7-22.
- Johnstrup, F. (1874). "Ueber die Lagerungsverhältnisse und die Hebungs-phänomene in den Kreidefleser auf Möen und Rügen." *Z. deutsch. geol. Ges.* **1874**: 533-585.
- Jørgensen, N.O. (1970). "Ostrakoder fra det danske skrivekridt - deres stratigrafiske og økologiske betydning. Upubliceret speciale. Københavns Universitet 232 s.
- Kandrup, N. (2004). "Møns Geologi. " Upubliceret rapport. Østsjælland Museum. 27s.

- Kjær, K. H. (1996). "Subglaciale og glacioakvatiske aflejringer." Upubliceret specialeafhandling, Geologisk Institut, Københavns Universitet. 180 s.
- Kjær, K. H., M. Houmark-Nielsen, & Richardt, N (2003). "Ice-flow patterns and dispersal of erratics at the southwestern margins of the last Scandinavian Ice Sheet: signature of palaeo-ice streams." *Boreas*. **32**, 120-148.
- Kolstrup, E. (1982). "Late-Glacial pollen diagrams from Hjelm and Draved Mose (Denmark) with a suggestion of the possibility of drought during the Earlier Dryas." *Review of Palaeobotany and Palynology* **36**: 35-63.
- Kolstrup, E. (1993). "Periglacial environmental developments between 30 and 20 ka BP in Denmark." *Geologie en Mijnbouw* **72**: 159-166.
- Kolstrup, E. & M. Houmark-Nielsen (1991). "Weichselian palaeoenvironments at Kobbegård, Møn, Denmark." *Boreas* **20**: 169-182.
- Konradi, P. (1973). "Foraminiferas in some danish glacial deposits." *Bull. Geol. Inst. Univ. Upps. New Series* **5**: 173-176.
- Krüger, J. & S. Sjørring (1988). "Geologi og landskabsudvikling på Lolland Falster Møn. *Danmark - Lolland Falster Møn*." Raben-Levetzau, Gyldendal: 243-258.
- Lemke, W., J. B. Jensen, et al. (2001). "Hydrographic thresholds in the western Baltic Sea: Late Quaternary geology and the Dana River concept." *Marine Geology* **176**: 191-201.
- Lemke, W., J. B. Jensen, et al. (1999). "No indication of a deeply incised Dana River between Arkona Basin and Mecklenburg Bay." *Baltica Special Publication Special Publication* **12**: 66-70.
- Lykke-Andersen, H. & F. Surlyk (2004). "The Cretaceous-Palaeogene boundary at Stevns Klint, Denmark: inversion tectonics or sea-floor topography?" *Journal of the Geological Society, London*, **161**: 343-352.
- Marcussen, I. & T.V. Østergaard (2003). "Danmarks geologiske seværdigheder" København: Politikens Forlag. 252 s.
- Mikkelsen, V. M. (1949). "Præstø Fjord." *Dansk Botanisk Arkiv* **13**(5).
- Nestler, H. (1975). "*Die Fossilien der Rügerner Schreiekreide*." Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald.
- Nielsen, K. B. (1913). "Crinoiderne i Danmarks Kridtaflejringer." *Danmarks Geologiske Undersøgelse II.Række* **26**: 1-120.
- Nielsen, A.V. (1979). "Landskabet tilblivelse." / Danmarks natur Bind 1. København. Politikens Forlag: 251-244.
- Noe-Nygaard, N. & E. O. Heiberg (2001). "Lake-level changes in the Late Weichselian Lake Tøvelde, Møn, Denmark: induced by changes in climate and base level." *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology* **174**: 351-382.
- Pedersen, G. K, E.O. Heiberg, T.K. Stockmarr (1995). "*Excursion Guide Southeast Denmark*." Geological Institute, University of Copenhagen, Denmark.
- Pedersen, S. A. S. (2000). "Superimposed deformation in glaciotectionics." *Bull. geol. Soc. Denmark* **46**: 125-144.
- Pedersen, S. A. S. (2003). "Vurdering af skredrisiko for området oven for Maglevandsfaldet på Møns Klint." *Danmarks og Grønlands Geologiske undersøgelse rapport 2003/50*: 34 s.
- Pedersen, S. A. S. & I. Møller (2004). "Prediction and risk evaluation of chalk cliff collapse: the PROTECT project." *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* **4**: 89-92.
- Perch-Nielsen, K. (1968). "Der Feinbau und die Klassifikation der Coccolithen aus dem Maastrichtien von Dänemark." *Biol. Skr. Dan Vid. Selsk* **16**. 1-96.
- Puggaard, C. (1851). "Møns Geologi." København. 287 s.
- Rasmussen, H. W. (1950). "Cretaceous Asteroidea and Ophiuroidea." *Danmarks Geologiske Undersøgelse II.Række* **77**: 126.
- Rasmussen, H. W. (1961). "A monograph on the Cretaceous Crinoidea." *Biol. Skr. Dan. Vid Selsk*. **12**: 428.
- Rasmussen, H. W. (1964): "Møn. Landskab og undergrund." Faglig læsning. Ny serie **64**. Gyldendal. 33s.
- Rasmussen, H. W. (1979): "Blottede lag fra Danmarks undergrund." I Danmarks Natur **1**, 131-160.
- Rasmussen, M. B. (1999). "*Glacialmorfologisk kort over Sjælland, Lolland-Falster, Møn og omgivende øer*." Skov og Naturstyrelsen. København. 3s.
- Ravn, J. P. J. (1928). "De regulære echinider i Danmarks kridtaflejringer." *Kgl. Danske Vid. Selsk. Skrifter Afd.9 R.1.1*.
- Rosenkrantz, A. & H.W. Rasmussen (1960). "South-eastern Sjælland and Møn, Denmark." International Geological Congress XXI Session Norden 1960. Guide to Excursions Nos A42 and C37: 17s.
- Slater, G. (1927). "The structure of the disturbed deposits of Møns Klint, Denmark." *Trans. Royal Soc. Edinburgh* **55-2-12**: 289-302.

- Smed, P. (1981). "Landskabskort over Danmark. Blad 4, Sjælland, Lolland, Falster, Bornholm." Geografforlaget.
- Sorgenfrei, T. (1951). "Oversigt over prækvartærets topografi, stratigrafi og tektonik i området Fyn-Sydsjælland-Lolland-Falster-Møn." *Meddelelser fra Danmarks Geologiske Forening* **12**: 166-171.
- Steinich, G. (1967). "Sedimentstrukturen der Rügener Schreiekreide." *Geologie* **16**(5): 570-583.
- Steinich, G. (1972). "Pseudo-Hardgrounds in der Unter-Maastricht-Schreiekreide der Insel Rügen." *Wissenschaftliche Zeitschrift der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe* **2**: 213-223.
- Stockmarr, T. (1996). "En kvartærgeologisk model over det sydvestlige Møn" Upubliceret speciale. Geologisk Institut, Københavns Universitet. 164 s.
- Surlyk, F. (1970). "Die stratigraphie des Maastricht von Dänemark und Norddeutschland aufgrund von Brachiopoden." *Newsl. Stratigr. I*: 7-16.
- Surlyk, F. (1971). "Skrivekridtklinterne på Møn." *Varv. Ekskursionsfører* **2**: 5-24.
- Surlyk, F. (1972). "Morphological adaptations and population structures of the Danish chalk brachiopods (Maastrichtian, Upper Cretaceous)." *Det Kongelige Danske Videnskaberne Selskab Biologiske Skrifter* **19**(2): 57.
- Surlyk, F. (1973). "Autecology and taxonomy of two Upper Cretaceous craniacean brachiopods." *Bulletin of the Geological Society of Denmark* **22**: 219-243.
- Surlyk, F. (1974). "Life habit, feeding mechanism and population structure of the Cretaceous brachiopod genus *Aemula*." *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **15**: 185-203.
- Surlyk, F. (1979). "Maastrichtian brachiopods from Denmark." T. Birkelund and R. G. Bromley (red). *Cretaceous-Tertiary boundary events*. University of Copenhagen: 45-51.
- Surlyk, F. (1980). "Upper Cretaceous and Danian outcrops in Scania and East Denmark." *Upper Cretaceous and Danian of NW Europe*. T. Birkelund and R. G. Bromley. Guide to excursion A-69. Guide-Book, Paris, 26th International Geological Congress: 21-48.
- Surlyk, F. (1984). "The Maastrichtian Stage in NW Europe, and its brachiopod zonation." *Bull. geol. Soc. Denmark* **33**: 217-223.
- Surlyk, F. (1997). "A cool-water carbonate ramp with Bryozoan mounds: Late Cretaceous-Danian of the Danish Basin." I James N.P. & Clarke, J.D.A. (red) *Cool-water carbonates. SEPM Special Publication* **56**, 293-307.
- Surlyk, F. & T. Birkelund (1977). "An integrated stratigraphical study of fossil assemblages from the Maastrichtian White Chalk of northwestern Europe." *Concepts and Methods in biostratigraphy*. E. G. Kauffman and J. E. Hazel. Stroudsbrough, Dowden, Hutchinson and Ross Inc: 257-284.
- Surlyk, F. & E. Håkansson (1999). "Maastrichtian and Danian strata in the southeastern part of the Danish Basin." *Field Trip Guidebook*. G. K. Pedersen and C. L. B. 19th regional European Meeting of Sedimentology. August 24-26.: 29-58.
- Thomsen, E. (1995). "Kalk og kridt i den danske undergrund." I Nielsen, O.B. (red) *Danmarks Geologi fra Kridt til Idag*. Aarhus. Aarhus Geokompender **1**: 31-67
- Thomsen, E. & E. Håkansson (1995). "Sexual versus asexual dispersal in clonal animals: examples from cheilostome bryozoans." *Paleobiology* **21**(4): 496-508.
- Troelsen, J. (1937). "Om den stratigrafiske inddeling af skrivekridtet i Danmark." *Meddelelser fra Danmarks Geologiske Forening* **9**: 260-263.
- Ødum, H. (1933). "Marint Interglacial på Sjælland, Hven, Møn og Rügen." *Danmarks Geologiske Undersøgelser* **4,2,(10)**: 44 s.