

TEMANUMMER SKAGEN ODDE – et fuldskala, naturligt laboratorium

Skagen Odde – et fuldskala, naturligt laboratorium



Lars Henrik Nielsen
Peter N. Johannessen



Skagen Odde, det nordligste punkt i Danmark, har altid fascineret. De første mennesker tog odden i besiddelse i Stenalderen, da de neden for den stejle, hævede kystskrænt vest for Frederikshavn etablerede en boplads ved en beskyttet lagune. Deres mange efterladenskaber, heriblandt en båd og fiskegrej, viser, at de var afhængige af fiskeri og nærhed til havet. Hvad de ikke vidste var, at området i løbet af de efterfølgende 7000 år ville blive hævet ca. 13 meter over havet, og at en stor sandodde ville forlænge Jyllands kyster ca. 30–40 km mod nordøst. Omkring år 1200–1300 blev Skagen Odde blandt andet brugt til opdræt af krigsheste, og formentlig i den sidste halvdel af 1200-årene blev den første samlede bebyggelse anlagt, som efter en række mindre flytninger blev til Skagen By. I nyere tid har Skagen som bekendt tiltrukket bedsteborgere, malere og andre kunstnere, og hver sommer valfarter talrige turister til Skagen Odde tiltrukket af lyset, det særprægede landskab, de evigt skiftende sandmiler, de to farvande Skagerrak og Kattegat, der mødes ved Grenen, og de voldsomme naturkræfter, der undertiden udspilles her.

For geologer udgør Skagen Odde et særligt aktiv. Odden er blevet dannet inden for de seneste ca. 7000 år ved at enorme mængder af sand er blevet frigjort ved erosion af de Kvartære lag langs Nørrejylland's vestkyst, og er blevet transporteret til Jyllands nordende af bølger og strøm (Hauerbach 1992). Ved hjælp af arkæologiske fund og kulstof-14 aldersbestemmelser er oddens udvikling nøje tidsfæstet. Endvidere er de landskabsnedbrydende og landskabsdannende processer blevet iagttaget gennem århundreder, og i kombination med morfologiske studier af kurveplaner og flyfotos kan oddens udvikling beskrives. På grund af hævnings af landet, der har oversteget den samtidige havstigning, er de geologiske lag, der opbygger odden, synlige i kystklinerne langs oddens nordvestkyst.

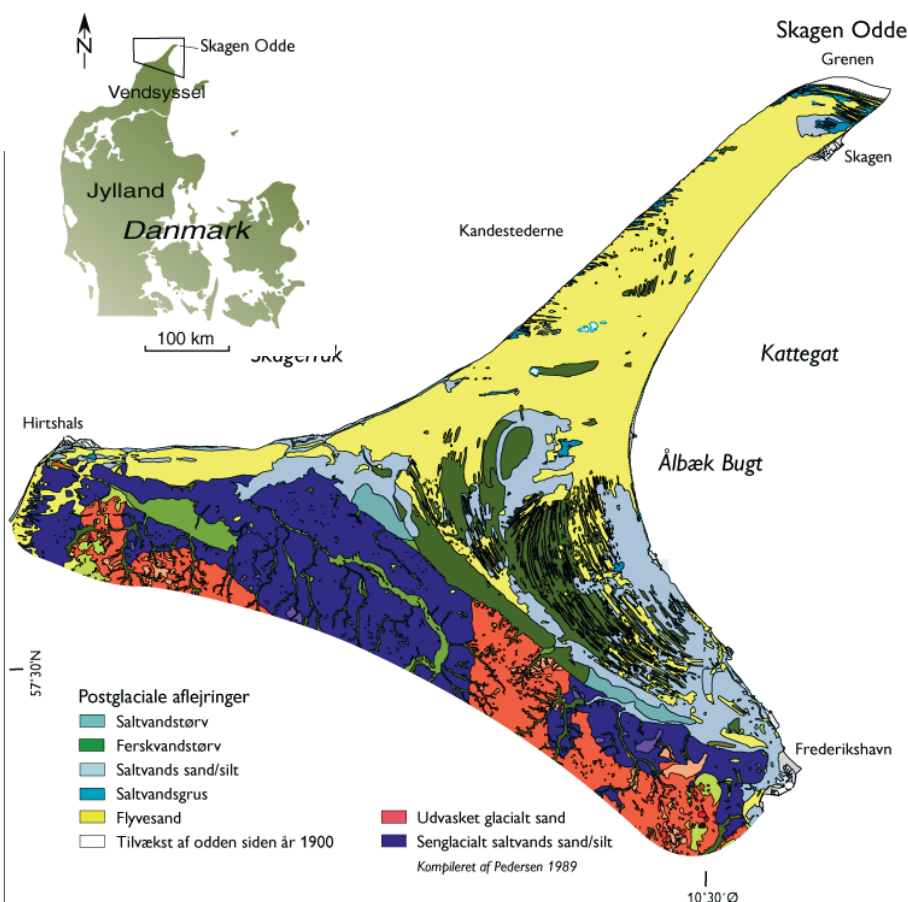


Fig. 1. Geologisk kort over det nordligste Jylland.

Lagene er undersøgt og sat i relation til de processer, der har dannet dem. Skagen Odde kan betragtes som et gigantisk fuldskalalaboratorium, hvor geologen direkte kan drage sammenligning mellem bevarede geologiske lag og de marine processer, der gennem årtusinder har ført til oddens dannelse. Dette er en ganske unik situation, der afviger fra den, som geologen typisk møder, når lag fra svundne perioder i jordens udvikling skal forstås.

Skagen Oddes fødsel

Det store landskabselement vi kalder Skagen Odde består af mange forskellige landskabstyper, der gradvist er smeltet sammen som følge af landhævning og aflejring. For ca. 21.000 år siden var hovedparten af Danmark dækket af is i lighed med store dele af de nordlige og sydlige polare områder, men i løbet af få tusinde år smeltede isen med en global havstigning til følge. Men samtidig bevirkede afsmeltningen af isen en aflast-

ning, hvorpå Nordjylland hævedes hurtigere end havstigningen, og derfor begyndte en regression (en havværts forskydning af kysten).

I et tidsrum på omkring 500 år fra ca. 12.500–12.000 år før nu fulgtes havstigningen og landhævningen nogenlunde ad, hvorved det lokale havniveau var nogenlunde stabilt. Havet var derfor i stand til at erodere den markante kystkline, der i dag kan følges fra Frederikshavn mod Hirtshals, og som på det geologiske kort danner den nordlige grænse for de glacielle og senglacielle marine aflejringer (Fig. 1). Neden for klinten aflejredes marint sand med muslingen *Zirphaea crispata* – det såkaldte *Zirphaea* sand (Jessen 1936). Derefter fortsatte regressionen indtil den såkaldte fastlandstid omkring 10.000 år før nu. Den efterfølgende Tidlige Atlantiske transgression (en landværts forskydning af kysten) satte derefter ind, og tørv dannet i moser i lavtliggende områder i fastlandstiden blev

overlejret af marint sand, mens marin gytje og mudder blev aflejret i beskyttede laguner og bugte umiddelbart foran Zirphaea kystkanten.

En stenalderboplads ved Yderhede lige neden for den hævede Zirphaea kystkint er blevet grundigt undersøgt af arkæologer, og undersøgelserne har vist at bopladsen var placeret ved en lavvandet lagune beskyttet af en strandvold mod Kattegat (Fig. 1 & 2; Nielsen & Christensen 1999; Per Lysdahl mundtlig kommunikation). Omhyggelige nivellementer og kulstof-14 aldersbestemmelser af bopladsens efterladenskaber og organisk materiale i tørve- og gytjelag viser, at transgressionen nåede sit maksimale niveau for ca. 7.200 år siden.

Som følge af landhævingen svarer det

maksimale transgressionsniveau til lidt under 13 m over det nuværende havniveau. Baseret på bopladsens beliggenhed, Jessens (1936) iagttagelser og korrektion for den større landhæving mod nordøst, kan kystens placering for ca. 7.200 år siden bestemmes, som vist på kortet i Fig. 2 og blokdiagrammet i Fig. 3A. Herefter fortsatte den generelle regression, hvorved småøer og lavvandede grunde af glaciale aflejringer efterhånden blev forbundne. Samtidigt bevirkede bølgenes aktivitet at strandvolde og mindre oddesystemer blev aflejret.

Efterhånden blev lagunen i Uggerby-Tversted området fyldt op med sedimenter, og formentlig for omkring 5.500 år siden blev en kontinuerlig kystlinie fra kysterne ved Hirtshals etableret til oddens

daværende spids (Fig. 2 og 3B). Dette bevirkede, at meget store mængder af sediment nu blev transporteret fra erosionskysterne langs Jyllands vestkyst til oddens spids, som derved voksede hastigt mod nordøst, og det har den fortsat med indtil i dag med en gennemsnitlig vækst på 3–5 m/år, hvilket er ganske hurtigt (Fig. 3).

Skagen Oddes opbygning

Fra en boring udført på Skagens nuværende spids (Skagen 3/4 boring) ved vi, at oddesandet her er ca. 25 m tykt og overlejrer siltet marint mudder (Knudsen et al. 1996). Som følge af landhævingen og bølgenes erosion kan de øverste ca. 13–14 m af de lag, der opbygger odden

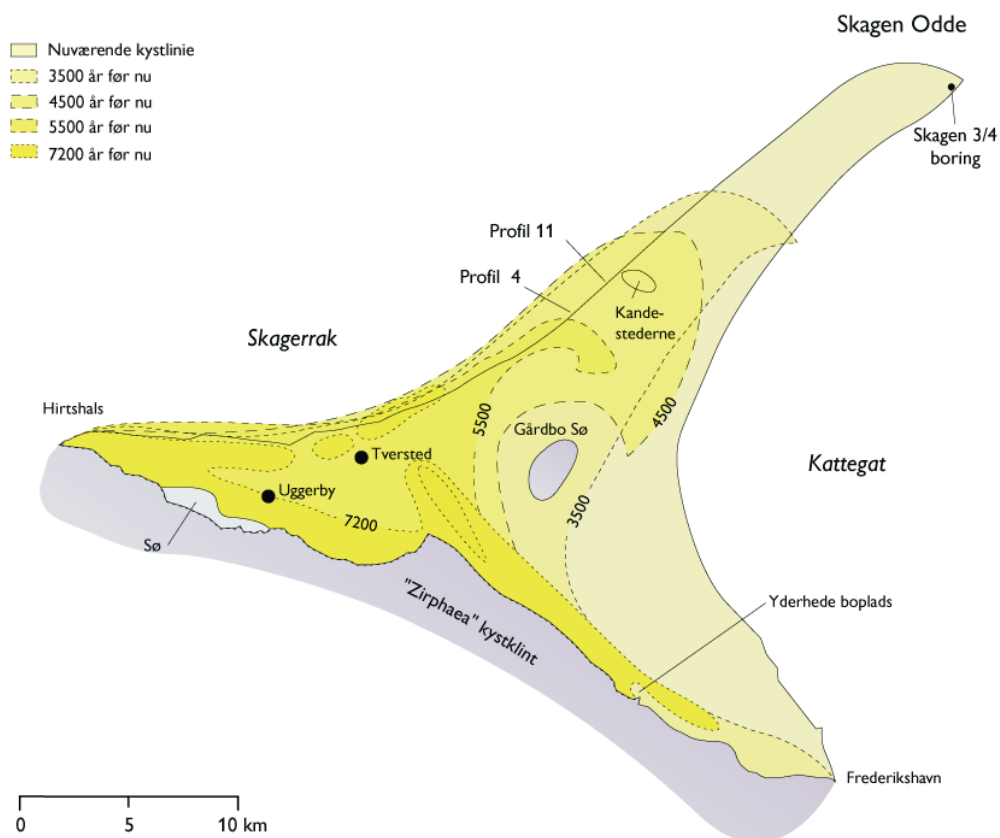


Fig. 2. Kort med Skagen Oddes placering og udvikling. Rekonstruktionen af de forskellige kystlinier er blandt andet baseret på identifikation af hævede gamle strandvolde og tørvelag. Tørvelagene er dateret ved brug af kulstof-14 metoden (modificeret efter Hauerbach 1992 og Lønstrup & Nielsen 1997). Placeringen af de sedimentologiske profiler nr. 4 og 11 samt Skagen 3/4 boringen er vist.

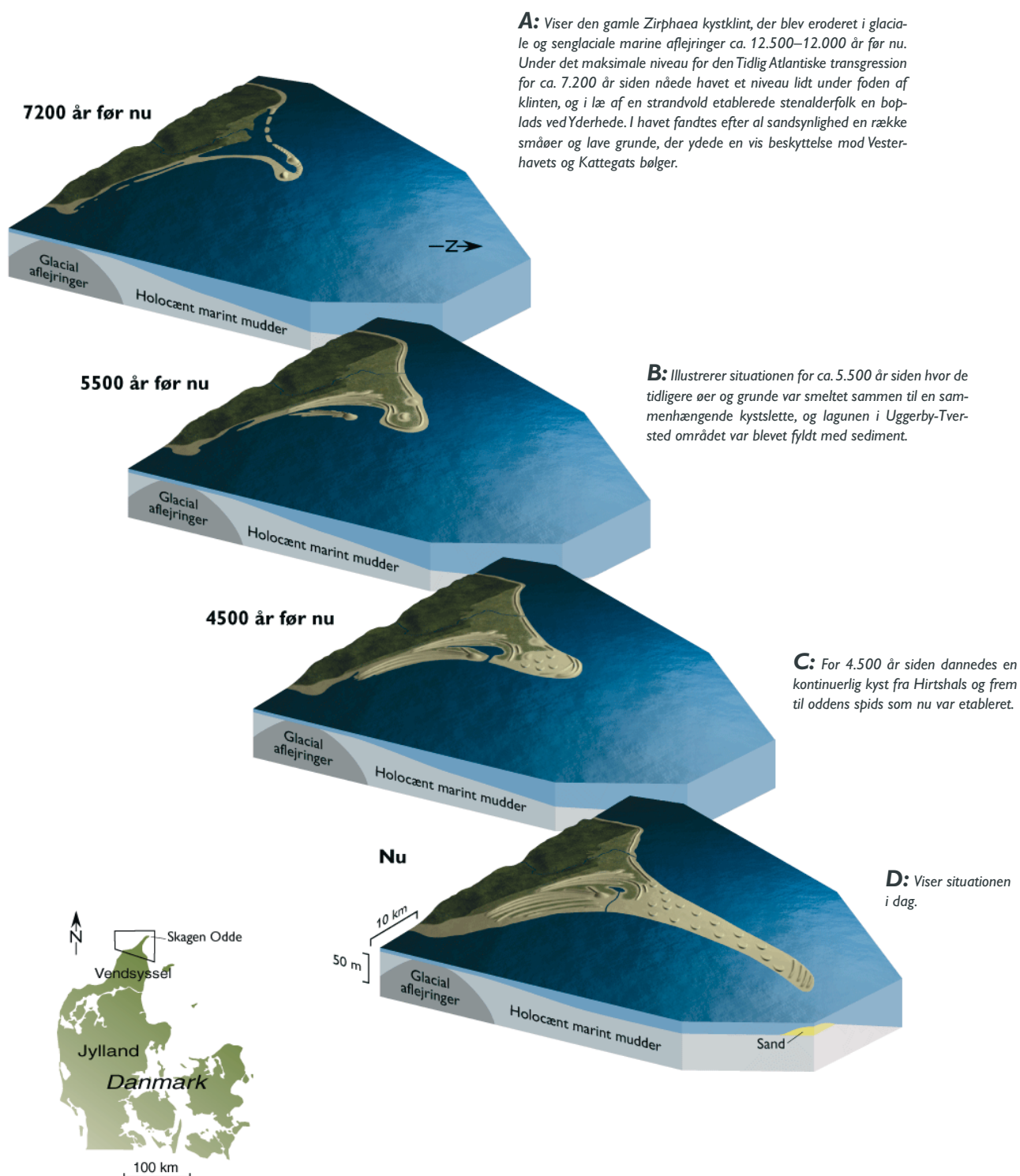


Fig. 3A-D. Fire blokdiagrammer visende udviklingen af Skagen Oddes udvikling fra ca. 7.200 år siden indtil i dag (modificeret efter A. Schou 1949).

iagttages i klinerne langs Skagen Oddes nordvestkyst. De geologiske profiler er undersøgt (Fig. 4) og en række sedimentologiske profiler er opmålt; to af disse er vist (Fig. 5 og 9). Undersøgelserne viser, at den midterste til nordlige del af odden er opbygget af fire karakteristiske enheder: 1) storm sandlag (nederst), 2) revle-ende aflejringer, 3) strandaflejringer og 4) tørvelag (øverst).

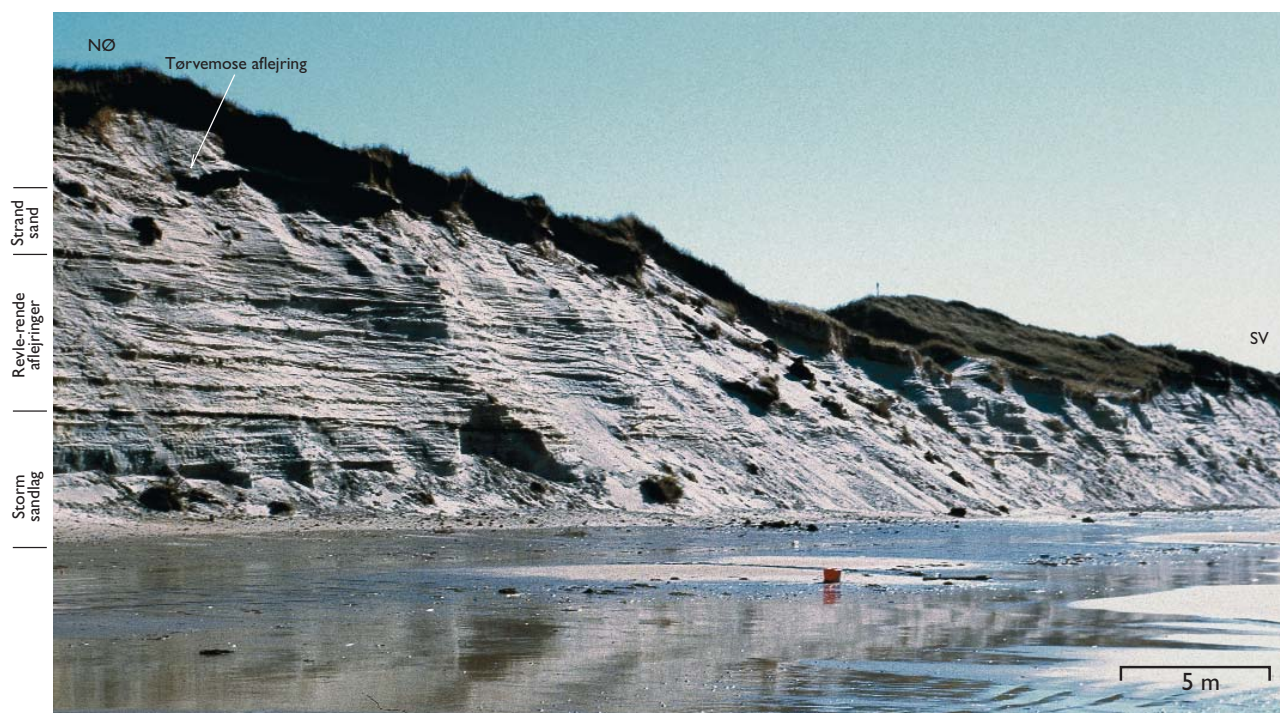
1) Den nederste enhed består af 10–60 cm tykke, finkornede storm sandlag, der undertiden indeholder småsten og muslingeskaller (Fig. 5 og 6B). Basis af sandlagene er skarp, undertiden erosiv. De fleste lag har en nedre, parallel lamineret del der stedvis er let bioturberet (laminationen er forstyrret af gravende organismers virksomhed, fx orme, muslinger og sømus) og en øvre del der er fuldstændig gennemsat af grave gange efter sømus, orme og andre organismer (Fig. 6B). Stedvist ses krydsamination og bølgeribbe strukturer. Lagene blev dannet under stormvejr fra sydvest og vest, hvor brydende bølger har dannet en meget stærk strøm, som medbragte meget store mængder af sand i suspension langs den lige del af oddekysten. Når bølgerne og strømmen nåede frem til oddens krumme del, blev energien og dermed transportkapaciteten reduceret drastisk, som følge af at strømmen her frit kan ekspandere vertikalt, fordi vanddybden øges ud for odde-

spidsen, og lateralt fordi oddekystens regulerende virkning på strømmen aftager på grund af ændringen af kystens orientering. Herved taber strømmen de store mængder opslæmmet sediment, og tykke lag afsættes på havbunden. I godtvejrperioderne mellem stormene invaderede sømus havbunden og gennemtrawlede de øverste dele af sandet for fødepartikler (Fig. 6C og 7), mens andre organismer såsom muslinger, snegle, og sandorme etablerede beboelseshuller. Storm sandlagene er aflejret på oddeplatformen i vanddybder, der typisk oversteg 6,5 m. En boring på Skagen Oddes nuværende spids har påvist oddesand ned til ca. 25 meters dybde, og dette er formentlig opbygget af storm sandlag af samme type som beskrevet her.

2) Storm sandlagene er overlejret af revle- og rendeflejringer, men ofte ses en overgangszon, hvor de to facies typer er mellemlejet (Fig. 5). Revle- og rendeflejringerne danner en 3,7–4,5 m tyk enhed, som primært består af trug og planart krydslejet, fin- til mellemkornet sand, stedvist med småsten (Fig. 6D og E). Top- og bundsæt er hyppigt forekommende. Bioturbation med grave gange af Skolithos, Diplocraterion, Macaronichus ses især i de dybere dele af enheden. De planart krydslejede sæt er stedvist domineret af lange, kurvede, lavthældende forsæt med bølgeribber, og disse sæt viser som regel transportretning

ger mod sydvest. Sættene repræsenterer revler, der under sydlige og vestlige vinde vandrede langs oddens nordvestkyst med den ene ende fasthæftet på oddekysten. Når revlerne nåede frem til det nordvestlige punkt på oddekysten, hvor kysten begynder at krumme mod øst og sydøst drejede barerne med rundt om "hjørnet" på grund af bølge refraktion, og fortsatte vandringen op ad kystplanet mod oddekysten for til sidst at blive en del af odden, og dermed bidrage til oddens vækst. Langs oddens nordvestkyst brød bølgerne hen over de næsten kystparallelle revlerygge og sendte vand ind i renderne mellem revlerne. Herved opstod der stærke strømme i renderne, som forårsagede, at talrige store sandribber eller sandbølger vandrede i renderne mod oddens nordlige spids. Når ribberne nåede frem til oddens nordlige spids, svingede strømmen rundt om "hjørnet" og sendte ribberne mod nordøst, øst og sydøst hen ad og ned ad den skrånende oddeplatform, hvor de efterlod tykke krydslejede sæt, der bidrog til den hurtige vækst af oddeplatformen.

3) Revle-rendeflejringerne er overlejret af strandaflejringer, der hovedsagelig består af parallelt lamineret og lav-vinklet krydslejet finkornet sand. Enheden er primært dannet i opskylszonen ved bølge op- og tilbageskyl på stranden. Krydslejringerne med lavt-hældende forsæt der viser en



NØ

SV

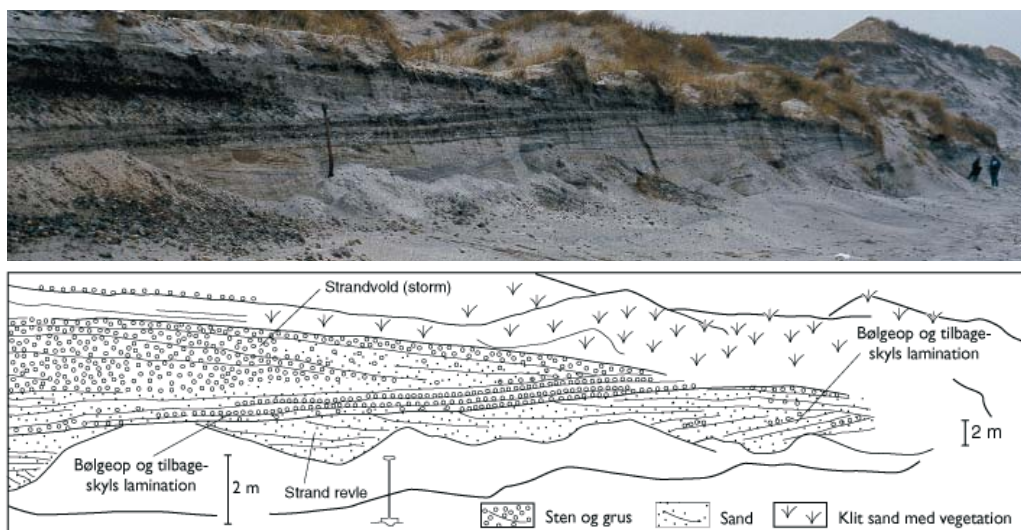
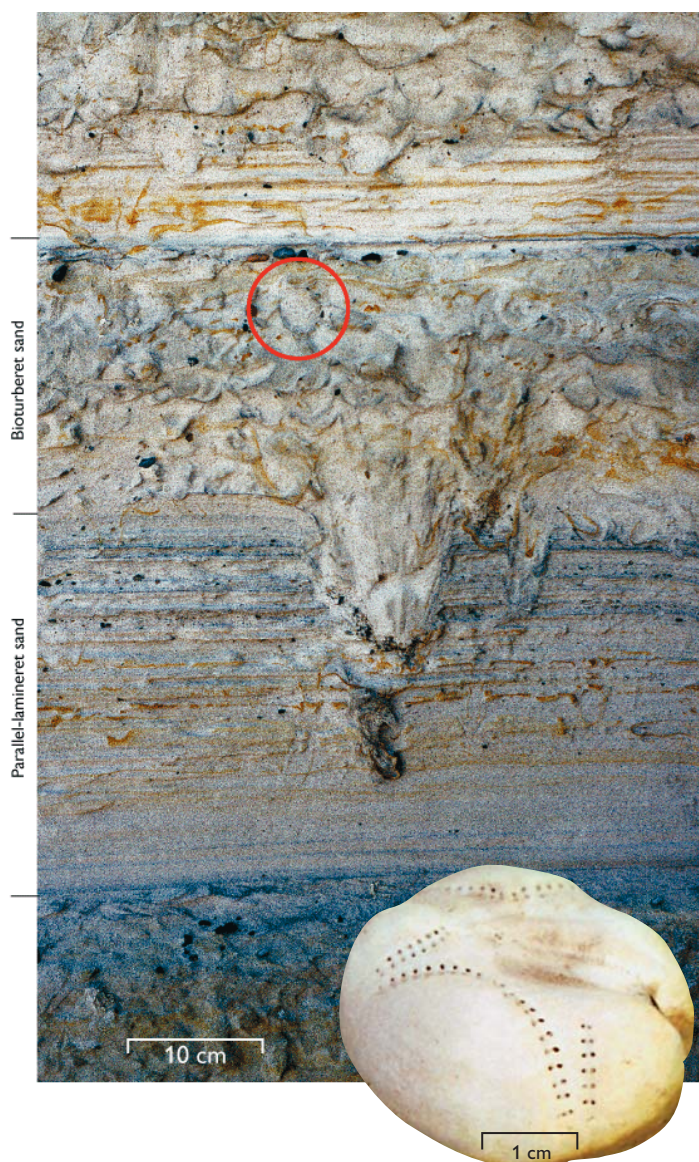


Fig. 6A. Strandaflejring, enhed 3. Består her af grusede og stenede lag, der hælder få grader mod havet. Lagene blev aflejret på forstranden af bølgeop- og tilbageskyl. De landværts hældende stenede lag repræsenterer en strandvold, der under stormbølger vandrede op ad stranden.



Stormsandlag

Stormsandlag

Stormsandlag

Figur 5. Sedimentologisk profil (11) opmålt langs oddens nordvestkyst. Profilet viser tykkelse og kornstørrelse langs de to akser, og lagenes strukturer er vist med symboler (se legenden). Endvidere er vist graden af bioturbation, den gennemsnitlige maksimale størrelse af sten i lagene og palæostrømretningen vurderet ud fra krydslejringerne orientering. De fire sedimentære enheder er angivet, og deres lagfølge viser en opad grundende udvikling, der afspejler oddens vækst. For placering af profil 11, se Fig. 2.

Fig. 6B. Stormsandlag, enhed 1. Bemærk den nedre erosive grænse der skærer grave gange efter sømus i det underliggende lag.

Fig. 6C. Skal af recent sømus fundet på stranden ved Grenen efter stormvejr. Bemærk at skallens størrelse svarer til diameteren af de grave gange, der ses i sandlagene; rød cirkel i Fig. 6B markerer en sådan gravegang af sømus.

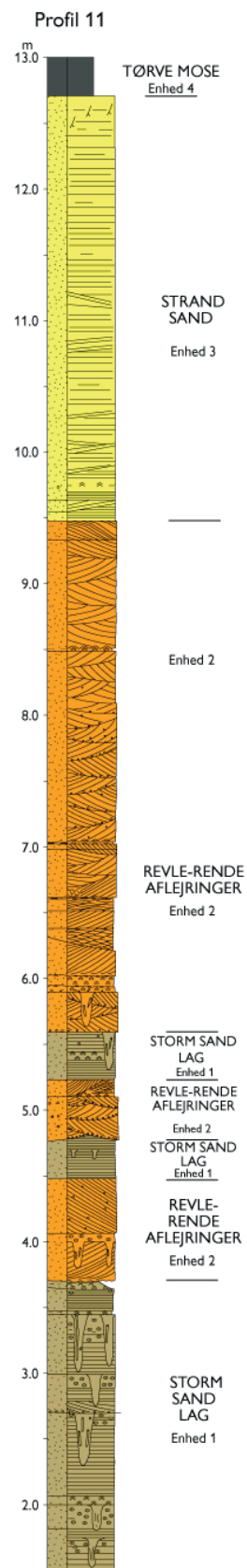
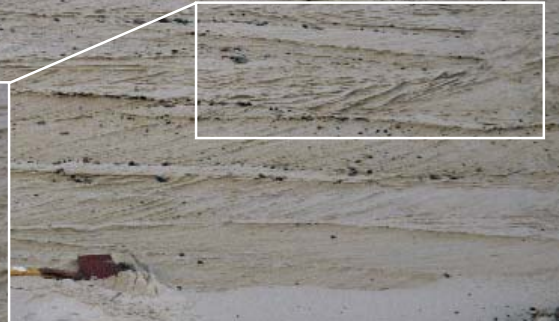


Fig. 6D. Revle-rendeflejring, enhed 2. ▶ Overlejrende krydslejrede sæt, der stammer fra store ribber, der vandrede mod nordøst og øst på odde-plat-formen. Forsættene består af finsand med spredte små sten. De krydslejrede sæt er adskilt af stenbestrøede erosionsflader.



Fig. 6E. Udsnit af D. Det midterste krydslejrede sæt viser en kompliceret opbygning med store forsæt, der viser at en stor bundform (mega ribbe) har vandret mod nordøst. Internt i de store forsæt ses små ribbeforsæt, der viser at en tilbagestrømshvirvel har bevirket at små ribber vandrede op ad den hældende læside på den store bundform.



◀ Fig. 6F. Strandaflejring, enhed 3. Sandet er parallel-lamineret og er aflejret på forstranden ved bølgeop- og tilbageskyl. Laminationen er understreget af laminær, rige på mørke tungmineral korn.

Fig. 6G. Tørvelag, enhed 4, der draperer en lille æolisk klit dannet på bagstranden. Klitsandet er gennemsat af rødder, der udspringer fra tørven. Dateringer af organisk materiale fra tørvelag som dette har muliggjort en detaljeret rekonstruktion af odens tidsmæssige udvikling. Tørvelaget overlejres af subrecent klitsand formentlig aflejret under den voldsomme sandflugt, der fandt sted i den såkaldte lille istid, og som hærgede Skagen Odde.



- Tørv
 - ▨ Ler
 - ▨ Silt
 - ▨ Sand med op til 5% ler
 - ▨ Grus og sten
- Strukturer:**
- ▨ Lav vinklet krydslejring og parallel lamination
 - ▨ Trug krydsaflejring
 - ▨ Planar krydsaflejring
 - ▨ Klatrende ribber
 - ▨ Krydslamination
 - ▨ Bølge ribber
- Biogene strukturer:**
- ▨ Komplekse gravegange
 - ▨ Gravegange af Sømus
 - ▨ Skolithos
 - ▨ Diplocraterion
 - ▨ Flugtspor
 - ▨ Rødder
 - ▨ Skaller

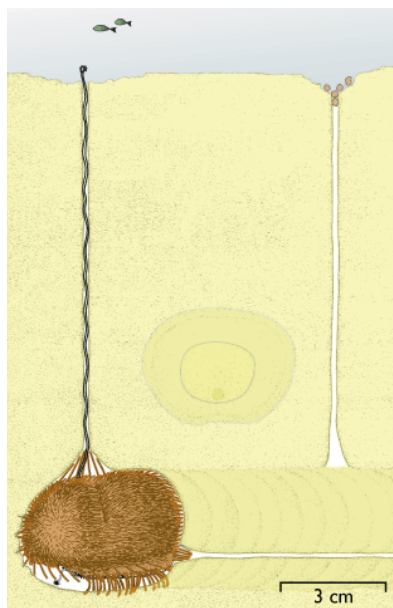


Fig. 7. Ædespor efter gravende sømus. Sømusen æder sig vej gennem sedimentet og udnytter de organiske bestanddele i sedimentet. Sammenlign disse spor med sporene i den øverste del af stormsandlagene, Fig. 6 A. Modificeret fra Bromley (1996).

landværts hældning er dannet på overskylsiden og læsiden af strandrevler og opskylsrygge (Fig. 5, 6 E og F). I de nordlige profiler, der repræsenterer en mere udsat del af oddekysten, er strandaflejringerne grovere og består af lag af parallelt lagdelt mellemkornet sand med sten vekslede med stenlag dannet af kraftige bølger. Endvidere ses ofte lavvinklet krydslejlrede stenlag, der viser en migration opad af bagstranden; disse lag repræsenterer stenstrandvolde dannet i perioder med storm fra nordlige retninger.

4) Strandaflejringerne er overlejret af tøvelag (martørv) eller sandlag iblandet store mængder organisk materiale, der er aflejret i lavninger (rimmer) mellem strandvolde (dopper Fig. 5 og 6G). Som regel er

relieffet forstærket af små sandklitter, der har lagt sig på strandvoldene; tilsvarende fænomen kan iagttages på nordstranden i dag, hvor strandvoldene ofte danner kernen i de langstrakte bevoksede klitrygge. De fire beskrevne enheder danner tilsammen en gradvis opad grundende lagfølge, der er dannet ved oddetilvækst. De to nederste enheder – stormsandlagene og revle-rendeaflejringerne – er afsat på havbunden under havniveau, mens enhed tre er aflejret i strandzonen og markerer overgangen fra marine aflejringer til aflejring på land. Den øverste enhed, martørven – er afsat på land og markerer afslutningen på oddesekvensen.

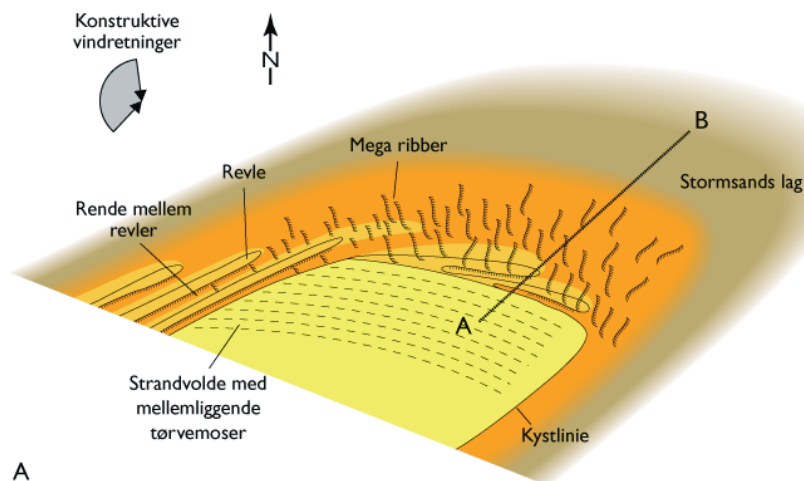
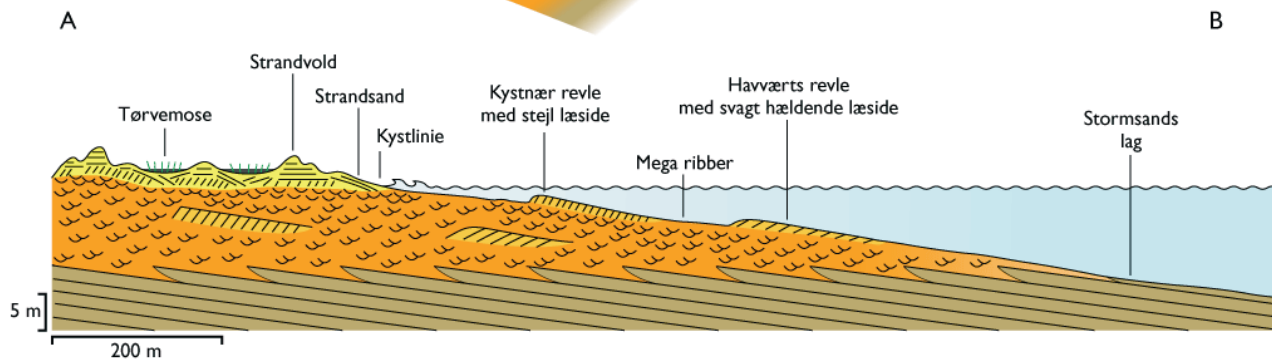


Fig. 8. En morfologisk-sedimentologisk model for Skagen Odde. Skagen Odde kan betragtes som et gigantisk fuldskala-laboratorium, hvor de geologiske lag i klinerne og de marine processer ud for oddens spids kan sammenlignes. Sten og grus er eroderet fra glaciale aflejringer syd for Hirtshals og transporteret langs kysten i strandens op- og tilbageskylszone, til spidsen af odden. Sand er transporteret mod nordøst til oddespidsen via mega ribber, der har migreret parallelt med kysten mellem revlerne. Ved oddens spids, hvor kysten begynder at krumme, drejer revlerne med rundt. De fortsatte vandringen op ad kystplanet mod oddekysten, for til sidst at blive en del af odden og dermed bidrage til oddens vækst. Under særlige stærke storme dannedes høje, grovkornede, strandvolde. I lavningerne mellem disse strandvolde dannedes tørv i moser.



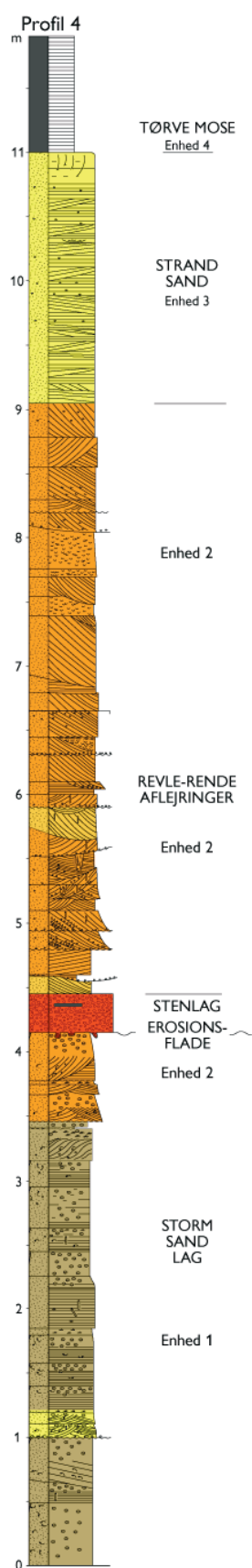


Fig. 9. Sedimentologisk profil (4) opmålt få hundrede meter nord for Råbjerg Stene på oddens nordvestkyst. Profilet viser de samme karakteristiske fire sedimentære enheder som de øvrige profiler, men indeholder derudover et usædvanligt stenlag (ca. 4,2–4,45 m). Legende, se Fig. 5. For placering af profil 4, se Fig. 2.

Skagen Odde som model

Undersøgelserne af Skagen Odde har ført til en dybere forståelse af oddens opbygning og udvikling, som blandt andet bliver formidlet via udstillinger i "Skagen Odde Natur Center" og "Skagen Odde Modellen" i Skagen by. Derudover har de sedimentologiske undersøgelser ført til etablering af en dynamisk morfologisk-sedimentologisk model, der er gyldig for sanddominerede oddesystemer, der bygger ud i dybt vand præget af høj bølgeenergi (Fig. 8; Nielsen & Johannessen 2001). Modellen bidrager sammen med andre aflejningsmodeller, som f.eks. den model forfatterne tidligere har etableret for grusede oddesystemer

baseret på studiet af Senglaciale oddesystemer i det østlige Vendsyssel, til en bedre forståelse af oddedannende processer (Nielsen et al. 1988). Endvidere præsenterer oddemodellen en mulig tolkning af marine sandsten fra geologiske perioder eller situationer, hvor geologen har færre eller mindre detaljerede data til sin rådighed. F.eks. er modellen anvendt til inspiration og som reference ved tolkningen af et dybt begravet olie reservoir fra juratiden – Troll-feltet – beliggende på norsk havområde. Tilsvarende kan aflejningsmodeller bruges til beskrivelse af vandførende reservoirer i forbindelse med opførelsen af en vandressources størrelse.



Udsigt til Grenen, der strækker sig mod nordøst mellem Skagerrak i nordvest og Kattegat i sydøst.

Tsunami-aflejringer forårsaget af jordskælvsbølger?

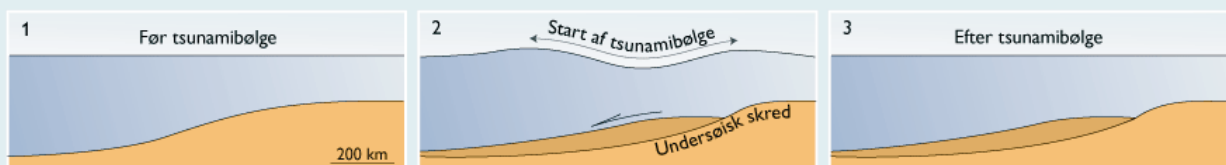
På lokalitet 4 er iagttaget et usædvanligt stenlag (Fig. 9 og 10). Laget er op til 50 cm tykt og kan følges lateralt over ca. 1.500 m og viser et gradvist havværts fald fra sydvest mod nordøst fra en højde på ca. 12 m til ca. 2 m.o.h., hvor laget kiler ud. Stenlaget viser ligeledes en gradvis aftagen i stenstørrelse i samme retning fra ca. 7 cm i diameter til ca. 3 cm. Stenlaget overlejrer strand-, revle- og stormaflejringer med en skarp, erosiv grænse. De fleste steder er basis plan, men flere steder viser undergrænsen et meget irregulært forløb med dybe stenfyldte erosionshuller (Fig. 11). Laget er de fleste steder massivt uden strukturer, men parallel lagdeling, krydslejrning med retninger både mod land og væk fra land, og store grusede bølgeribber draperet af mudder ses stedvist. Stenlaget indeholder desuden store omlejrrede klumper af tørv, ler og talrige marine skaller.

Laget er usædvanligt, idet lignende lag ikke er set i resten af odden. De stenlag, der optræder i den nordlige del af odden som en del af strandaflejringerne, har slet ikke samme laterale udbredelse, men kiler derimod hurtigt ud havværts. Stenene er væsentligt større end de spredte sten, der ellers forekommer på lokalitet 4, og kan altså ikke stamme fra en opkoncentrering af disse. Den erosive basis, der følges i hele lagets udbredelse, vidner om en væsentlig erosiv begivenhed. De dybe erosionshuller nedskåret i løst ukonsolideret sand tyder på, at erosion og aflejring har været umiddelbart efterfølgende begivenheder. På den anden side viser de forskellige interne strukturer i stenlaget, at aflejringen var en kompliceret hændelse med flere processer involveret. Der foreligger flere mulige tolkninger.

På den norske shelf ud for midt-Norge og omkring Færøerne er der i Senglacial og Postglacial tid sket adskillige undersøiske skred. Især Storegga-skredet, hvor meget store mængder materiale rutschede ud på dybt vand, har været genstand for grundige undersøgelser (f.eks. Haflidason et al. 2002). Skredet, som formentlig fandt sted for omtrent 8.000 år siden, forårsagede store Tsunami bølger – jordskælvsbølger – og aflejringer fra disse er påvist både i Skotland og Vestnorge (dannelsen og effekten af tsunami-bølger er indgående beskrevet i Larsen et al. 2002: "GEOLOGI nyt fra GEUS" nr. 3). Tilsvarende aflejringer er ikke påvist i Danmark, men Skagen Odde ligger med sin udsatte placering optimalt for påvirkningen af sådanne bølger, og den hurtige vækst af odden øger chancen for at sådanne aflejringer kan blive bevaret for eftertiden. Kulstof-14 dateringer af muslingeskaller fra stenlaget og umiddelbart under stenlaget tyder på, at stenlaget blev dannet for omtrent 7.200–7.850 år siden, altså formentlig efter Storegga-skredet. Den største usikkerhed ved denne tolkning er derfor om stenlaget og Storegga-skredet vitterlig er samtidige, m.a.o. om kulstof-14 dateringerne er tilstrækkelig præcise til at afgøre dette. Tolkningen forudsætter at tsunamibølger blev refrakteret rundt om Norges sydspids eller reflekteret fra Skotlands kyster, og at de komplekse strukturer i stenlaget kan forklares med påvirkningen fra successive bølger fra én og samme episode. For forslaget taler, at stenlaget og erosionen ved dets basis repræsenterer en enkeltstående og voldsom begivenhed af nogenlunde samme alder som Storegga-skredet. Igangværende undersøgelser forventes at kaste mere lys over stenlagets dannelse.

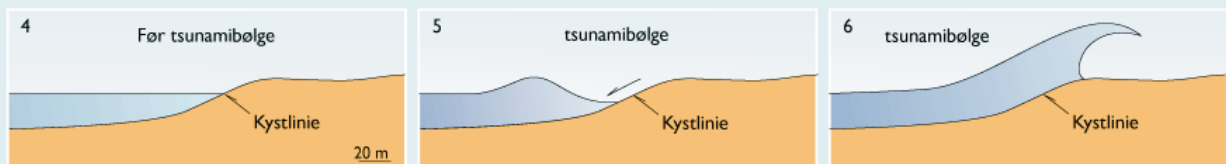
Alternative tolkningsmuligheder inkluderer blandt andet: 1) ændringer i relativt havniveau, 2) en ekstraordinær voldsom storm, eller 3) en nu borte-roderet lokal kilde med sten. Ingen af disse alternativer synes dog at give en tilfredsstillende forklaring på lagets forekomstmaade og komplicerede strukturer.

Undersøisk skred langt fra kysten



Tsunamiebølgen behøver ikke at være mere end 20 cm høj ude på havet, men kan have en bølgelængde på 1000 km. Hastigheden kan være 1000 km/t. men det er ikke noget som generer skibene.

Tsunamibølge staves ind mod kysten

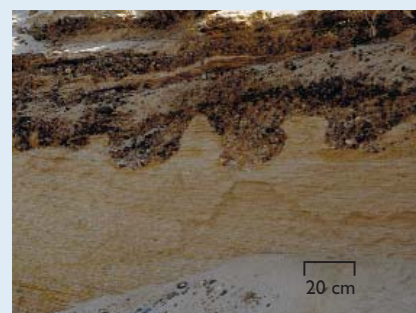


Når tsunamiebølgen rammer kysten, trækker vandet sig tilbage, herefter rejser bølgen sig op til 40 meter i højden og kan skylle op til 10 km ind over land. Tsunamiebølgens hastighed ved kysten kan være ca. 100 km/t.



Fig. 10. Stenlaget ses som et mørkt lag med stor lateral udbredelse. Stenlaget er sandsynligvis aflejret af tsunami-bølger fremkommet ved et undersøisk skred i Nordsøen ud for Norges vestkyst.

Fig. 11. Nærbillede af stenlagets stærkt erosive undergrænse.



Referencer

Bromley, R.G. 1996: Trace fossils. Biology, taphonomy and applications. Chapman & Hall. 1-361.

Hauerbach, P. 1992: Skagen Odde - Skaw Spit. An area of land created between two seas. *Folia Geographica Danica* 20; 119 pp.

Hafliðason, H., Sejrup, H.P., Bryn, P., Lien, R., Masson, D., Jacobs, C., Hühnerbach, V. & Berg, K. 2002: The architecture and slide mechanism of the Storegga Slide, Mid Norwegian margin. *NGF Abstracts and Proceedings* 2, 80–81.

Jessen, A. 1936: Vendsyssels Geologi. Danmarks Geologiske Undersøgelse. V. Række Nr. 2, 193 pp.

Knudsen, K.L., Conradsen, K., Heir-Nielsen, S. & Seidenkrantz, M.-S. 1996: Quaternary palaeoenvironment and palaeogeography in northern Denmark: a review of results from the Skagen cores. *Bulletin of the Geological Survey of Denmark*, 43: 22-31.

Larsen, L.M., Dahl-Jensen, T. & Pedersen, S.A.S. 2002: Temanummer: Geologiske naturkatastrofer - Fjeldskred i Grønland. "GEOLOGI- Nyt fra GEUS" nr. 3, 16 p.

Lønstrup, J. & Nielsen, I. 1997: Mellem tvende have. *Skalk* 4, 20-30.

Nielsen, A.B. & Christensen, C. 1999: Yderhede. Geobotanisk undersøgelse på Ertebølleboplads på Skagens Odde. Vegetationsudvikling og strandlinier. Nationalmuseets Naturvidenskabelige Undersøgelser, rapport nr. 53.

Nielsen, L.H., Johannessen, P.N. & Surlyk, F. 1988: A Late Pleistocene coarse-grained spit-platform sequence in Northern Jylland, Denmark. *Sedimentology* 35 (6), 915-937.

Nielsen, L.H. & Johannessen, P. 2001: Accretionary, forced regressive shoreface sand of the Holocene Skagen Odde spit complex, Denmark - a possible outcrop analogy to buried reservoirs. In: O.J. Martinsen & T. Dreyer (eds): *Sedimentary environments offshore Norway - Palaeozoic to Recent*. Norsk Petroleum Forening Special Publication 10, 457–472.

Schou, A. 1949: Atlas over Danmark. Det Kongelige Geografiske Selskab. København: H. Hagerup.

Her kan man læse videre

Aagaard, T., Nielsen, N. & Nielsen, J. 1995: Skallingen-Origin and Evolution of a Barrier Spit. *Meddelelser fra Skalling-Laboratoriet XXXV*, København.

Abrahamse, J., Wouter, J. & van Nieuwen-Seelt, N. Oversat af Meesenburg, H. 1976: Vadehavet, et dansk, tysk hollandsk Naturområde. Udgivet af Bygd 1976.

Clemmensen, L. B., Andreasen, F., Nielsen, S.T. & Sten, E. 1996: The late Holocene coastal dunefield at Vejers, Denmark: characteristics, sand budget and depositional dynamics. *Geomorphology* 17, 79-98.

DGI, 1982: Horns Rev, Ressourceundersøgelser fase 1-4, Geoteknisk Rapport 2, 2 bind. Ref 4742-75. Rapport til Fredningsstyrelsen 9.kontor- Havbundsundersøgelser.

Hofdahl, F., 1968: Vestkysten. I Vandbygningsvæsenet 1868 – 1968, s 20-28. (Jubilæumsbog udgivet af Vandbygningsvæsenet).

Jessen, A. 1925: Geologisk kort over Danmark, Kortbladet Blaa-vandshuk. Danmarks Geologiske Undersøgelse I. række Nr. 16.

Kystinspektoret (Thyme, F. redaktør), 1998: Menneske, hav, kyst og sand. Kystinspektoret 1973-1998.

Larsen, B. 2003 Blåvands Huk-Horns Rev området - et nyt Skagen Nyt fra Geus nr.4 2003.

Larsen, B., Leth, J.O. 2001: Geologisk kortlægning af Vestkysten. En vurdering af aflejringsforholdene i området mellem Nymindégab og Horns Rev. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2001/22 og 2001/96 Bind 1 Tekst, Bind 2. Udført for Kystdirektoratet 2000-2001.

Leth, J.O. 2003: Nordsøens udvikling siden istiden - udforskningen af Jyske Rev. *Geologi - Nyt fra GEUS* nr. 3., 2003.

Nielsen, S.T., Clemmensen, L.B. & Andreasen, F. 1995: The middle and late Holocene Barrier Spit System at Vejers, Denmark: Structure and Development. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 42, 105-119.

Nørrevang, A. & Lundø, J. (redaktører) 1980: Danmarks Natur Bd. 4. Kyst, klit og marsk. Politikens Forlag.

Jepsen, P.U. 1996: Vestjyske billeder - fra Skallingen til Nymindégab. Udgivet af Museet for Varde By og Omegn, 1996.

Tak

Carlsbergfondet takkes for forskningsbevilling der har muliggjort dette studie

Geologi for alle på nettet



www.geus.dk

Klik ind på **“Geologi for alle”** på GEUS’ hjemmeside www.geus.dk
Her kan du læse, hente eller bestille mange populærvideenskabelige udgivelser fra GEUS:

- Kik f.eks. forbi **“Viden om Grundvand”** og få masser af lettilgængelig information om vores livsvigtige grundvand. Test din viden i quizzen og hent overheads til undervisnings brug.
- Læs eller hent tidligere numre af **Geologi – Nyt fra GEUS**.
- Bestil numre af serien **Kort Fortalt**.
- Bestil populærvideenskabelige artikler med emner om **vand, energi, råstoffer** og **natur**.

Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS) er en forsknings- og rådgivningsinstitution i Miljøministeriet. Institutionens hovedformål er at udføre videnskabelige og praktiske undersøgelser på naturressource- og miljøområdet samt at foretage geologisk kortlægning af Danmark og Grønland.

GEUS udfører tillige rekvirerede opgaver på forretningsmæssige vilkår.

GEUS giver i øvrigt gerne yderligere oplysninger om de behandlede emner eller andre emner af geologisk karakter.

Eftertryk er tilladt med kildeangivelse.

GEOLOGI - NYT FRA GEUS

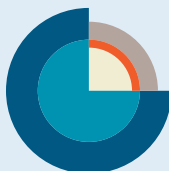
Er redigeret af geolog Knud Binzer (ansvarshavende) i samarbejde med en redaktionsgruppe på institutionen.

Skriv, ring eller mail:

GEUS
Danmarks og Grønlands
Geologiske Undersøgelse
Øster Voldgade 10, 1350 København K.
Tlf.: 38 14 20 00
Fax.: 38 14 20 50
E-post: geus@geus.dk
Internetside: www.geus.dk

GEUS publikationer:

Hos Geografforlaget kan alle GEUS’ udgivelser købes.
Henvendelse kan ske enten på tlf.:
63 44 16 83 eller telefax: 63 44 16 97
E-post: go@geografforlaget.dk
Hjemmeside: www.geografforlaget.dk




GEUS

Adressen er:
GEOGRAFFORLAGET,
Rugårdsvej 55
5000 Odense C



ISSN 1396-2353

Produktion: Eva Melskens, GEUS Grafisk

Tryk: Schultz Grafisk A/S.

Foto: Peter Warna Moors,
Peter Johannessen og
Lars Henrik Nielsen

Illustrationer: Eva Melskens og
Stefan Sølborg