

2016

geoviden

GEOLOGI OG GEOGRAFI NR. 03

RUBJERG KNUDE

**KLINT, KLIT OG KLIMA
– en geologisk historie
om Vendsyssels dannelse**

RUBJERG KNUDE

KLINT, KLIT OG KLIMA

– en geologisk historie om Vendsyssels dannelse

De områder, som i Danmark er mest sårbare over for påvirkninger fra klimaændringerne, er de kystnære strøg, fordi havspejlet stiger. Den negative kystpåvirkning kan inddeles i to typer: 1) Havets oversvømmelse af lavtliggende områder, 2) Erosion af stejle kystklinter, som står eksponeret direkte mod bølgenedbrydning og bølgestrømmens borttransport af materialer.

Den generelle kysterosion langs de danske stejlkyster, der er udformet i kalk, ligger på omkring 15 cm pr. år. Morænelersklinterne har en noget højere gennemsnitlig erosionsrate, skønsmæssigt 30–40 cm. Den højeste erosionsrate findes ud mod Nordsøen. Erosionsrater på de stejle kystklinter bestående af kalksten, er omkring 70 cm pr. år i kystområdet ved den Engelske Kanal. Men den højeste erosionsrate langs med Nordsøens kyster er nok ved Lønstrup Klint i Nordvestjylland. Her er kystnedbrydningen omkring 1,25 meter om året beregnet som gennemsnittet over 100 år. Lidt syd for Lønstrup ligger Mårup Kirke, som på grund af nedskredstruslen nu er nedtaget. Kun en kirketomt ligger tilbage og venter på klintens kollaps. Lidt syd for Mårup Kirke stiger landskabet langs med kysten. Her ligger Rubjerg Knude med sit fyrtårn, der også er truet af havet. Selve klinten er ca. 50 meter høj, men oven på klinten ligger nogle meget store klitter, der bringer den samlede højde af landskabet op i knap 100 meter.

Samspillet mellem kysterosionen af Rubjerg Knude og den samtidige opbygning af klitter på toppen af klinten er emnet for dette nummer af Geviden. Men inden vi kommer til den nutidige dynamiske landskabsudvikling, vil vi gennemgå den hidtidige klimafhængige udvikling af Vendsyssel fra land til hav og tilbage til land. Det er nemlig forudsætningen for at sætte kysterosionen og klitdannelsen i den rette sammenhæng i dette dramatiske kystlandskab i Vendsyssel.

1988



2007



De to fotos af Mårup Kirke illustrerer den dramatiske kystnedbrydning langs Lønstrup Klint. I 1988 var der stadig et kirkegårdsdige mod vest og et lille græsareal mellem kirkegården og klinten. 19 år senere er klinten rykket helt ind på kirkegården, og den er nu kun få meter fra kirken.

Fotos: Stig A. S. Pedersen, GEUS.

2016



Det seneste billede fra kirketomten ved Mårup kirke viser, at knap halvdelen af kirken ville være drattet i havet i år (2016). Den vandrette pil viser kirkeskibets fundament øverst i klinten. Den lodrette pil peger på Rubjerg Knude Fyr, der skimtes i det fjerne.

Foto: Stig A. S. Pedersen, GEUS.

Baggrundsfoto: Rubjerg Knude Fyr, år 2004.

Foto: Stig A. S. Pedersen, GEUS.



Trædestenene blev udlagt i en tagrørssump (i Store Vildmose) af jernalderfolk for ca. 2000 år siden, så de kunne færdes tørskoet til den lille bakke 'Sandels Bjerg' i den vestlige del af mosen.

Foto: Bent Aaby (1988), Geologisk Set, det nordlige Jylland.

Den klimabetingede geologiske opbygning af Vendsyssel

Geologisk set har Vendsyssel altid udgjort en særlig region i Danmark, da Vendsyssel har Danmarksrekord i landhævning. Meget få steder i verden oplever man et lignende udstrakt fladt landskab, som bare består af hævet havbund. Den ældste havbund, som udgør fladerne i 20–30 meters højde, er fra det arktiske hav, som dækkede det nordlige Danmark for omkring 15.000 år siden. Den noget lavere beliggende havbund er kun halvt så gammel og ligger i en højde af 5 til 10 meter, hen-

holdsvis ved Ålborg og ved Løkken, se de 3 kort på s. 5. Det er på denne havbund at Store og Lille Vildmose blev dannet. Da der ikke var dannet noget markant dræningssystem på den hævede havbundsflade, stod regnvandet bare og 'søkkede', hvilket gav gode betingelser for at spagnum-mosset kunne vokse til et tykt tørvelag. Omkring Kristi fødsel måtte jernalderfolkene, som boede i Åbybro-området, flytte derfra, fordi landskabet blev kvalt af spagnum, se foto til venstre.

At Vendsyssel går fra at være en del af Fastlandstidens landskab til at blive havdækket, for atter at blive tørt land og atter igen blive havdækket – og endnu en gang blive til områder, hvor man kan gå tørskoet, er alt sammen en 'langdistance-påvirkning' af store variationer i klimaet. I sidste mellemistid, Eem, for 130.000 til 116.000 år siden, var klimaet nogenlunde som i vores nuværende mellemistid, Holocæn, som startede for 11.700 år siden – og vil vare ved? Ja, hvem ved hvor længe? Et bud kunne være, at det vil vare 3.000 år, inden den næste istid sætter ind. Men hvad er baggrunden for denne forudsigelse, vil mange nok spørge?

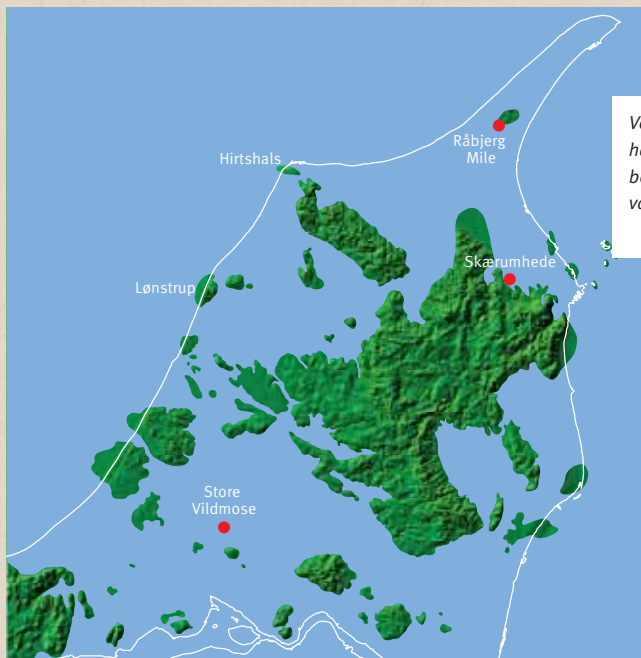
Ser man tilbage på de sidste ca. 2 mio. år, epoken vi kalder Pleistocæn, kan man se, hvordan klima-variationerne følger de relativt korte Milankovitch cykler med dominans af variationerne på 21.000 og 43.000 års længde. Men når vi nærmer os de sidste 3–4 istider, begynder den lange Milankovitch cyklus på 100.000 år at dominere. Således har de sidste tre store istider, Elster, Saale og Weichsel, haft en længde på hen mod 100.000 år. Til gengæld har mellemistiderne Holstein og Eem haft en nogenlunde stabilt sammenhængende periode på 10–15.000 år, se figur på s. 5. Så skal vi tage varsel af den sidste mellemistids længde, vil vi endnu have 3.000 gode år at leve i, inden iskapperne igen begynder at dække de nordeuropæiske, nordasiatiske og nordamerikanske områder.

Hvordan er klimaet nu i stand til at påvirke landskabets dannelse? Hvis man betragter forholdene ud fra en *sekvensstratigrafisk* model, vil der i en mellemistid optræde et højt havspejlsniveau. Men når en istid indtræder, vil vandet i oceanerne blive bundet i iskapperne, og havspejlet vil begynde at sænke sig.

Når iskapperne smelter igen stiger havspejlet atter (eustasi), og områder tæt på iskapperne vil blive påvirket af en landhævning (isostasi), som skyldes at vægten af isen forsvinder. Den påvirkning, som landskaberne herved udsættes for, kaldes glacio-isostatisk tektonik. Det sted i Danmark, hvor landhævningen efter istiden har været størst, er netop Vendsyssel. Introduktion til isostasi og eustasi kan du finde i Geoviden 2016/2.

Undergrunden under Vendsyssels kvarter aflejringer (den prækvartære overflade) består af aflejringer fra Kridt. Længst mod nord ligger kridtaflejringerne dybest; således ligger de under Skagen i 230 meters dybde, og her består de prækvartære aflejringer af 97–89 mio. år gammelt grønsand. Aflejringer af denne type er i Danmark kun blottet på Bornholm, hvor de hedder Arnager Grønsand. Mod syd bliver de prækvartære aflejringer gradvist yngre, og ved Nr. Lyngby ligger kalkaflejringer fra Maastrichtien (71–65 mio. år før nu) i en dybde af omkring 80 meter.

Sammenlignet med det sydlige og vestlige Jylland er der en betragtelig afbrydelse (hiatus) i den geologiske lagserie i Vendsyssel, som kan forklares ved, at der har været et betydeligt opløft af Det Danske Bassin op mod det sydiskandinaviske grundfjeld i løbet af sidste 10 mio. år. Den prækvartære overflade overlejres nemlig af istidsaflejringer fra næstsidste istid Saale. Så vidt det kan vurderes ud fra Skærumhede-boringen (se nærmere i næste kapitel) er Saale-aflejringerne afsat på land, og de store svingninger i havspejlsniveau op gennem Kvartærtiden viser sig tydeligt ved overgangen til aflejringerne fra Eem, som under hele Vendsyssel består af marine aflejringer. De marine Eem-aflejringer fortsætter op i nedre Weichsel, hvor der gradvist sker et omslag til glacio-marine forhold. Således ændrer muslinger og foraminiferer sig fra tempererede arter til arktiske arter og i den marine lagserie optræder dropsten, der viser, at der har været isbjerge i havområdet, der dækkede Vendsyssel såvel som Skagerrak og det nordlige Kattegat. Hele den marine lagserie fra Eem og til midt Weichsel er indeholdt i Skærumhede-serien, der er opkaldt efter Skærumhede, hvor den første dybe boring i Vendsyssel blev udført.



Vendsyssels landområder under Yoldiahavets havstigning for ca. 15.000 år siden, da området bedst kunne betegnes som et ø-hav. Landskabet var dækket af arktisk hede.

GEUS/gis-lab. FvPH 2016.

Vendsyssels landområder under Litorinahavets havstigning for ca. 7.500 år siden. Store flader af Yoldiahavets havbund er nu løftet op over havspejlet. Landskabet er dækket af skov. Den kystnære havbund myldrer med hjertemuslinger, og i fjordene dannes østersbanker.

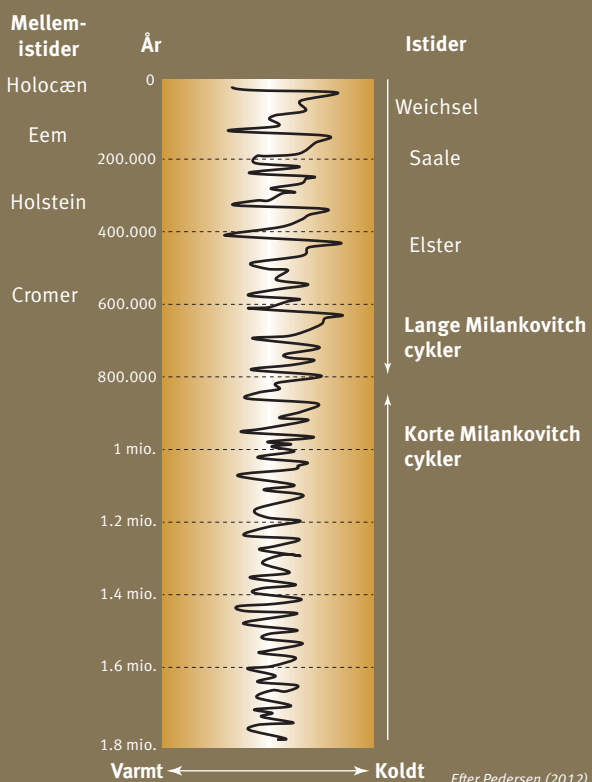
GEUS/gis-lab. FvPH 2016.



Milankovitch cykler

Milutin Milankovitch var en serbisk geofysiker, som omkring 1920 opstillede en model for solindstrålingen i forhold til Jordens rotation om Solen og Jordbanens variationer fra nær cirkulær til elliptisk (100.000 års cyklus), variationer i jordaksens hældning fra 21 til 24 grader (40.000 års cyklus), og jordaksens egen snurretops variation (20.000 års cykler).

Grafen viser udviklingen i klimasvingninger gennem Kvartærtiden. For omkring 800.000 år siden begynder de lange Milankovitch cykler at dominere, hvilket medfører længerevarende istider, ca. 100.000 år, mens mellemistiderne kun strækker sig over ca. 15.000 år. Det er markant, at indgangen til en istid sker trinvis ned ad en trappe mod kulden, mens overgangen fra istid til mellemistid sker ret hurtigt på bare et par hundrede år.



Vendsyssel i nutiden. Litorinatidens havbundsflader (fx Store Vildmose) er nu tørlagte. Yoldiahavets havbundsflader ligger lidt højere, og højst ligger det gamle istidslandskab. Klitlandskaberne bidrager med en ny bakkemorfologi, der især ses ved Råbjerg Mile på Skagens Gren.

GEUS/gis-lab. FvPH 2016.



Den tætte grå-sort ler fra Stortorn Formationen.

Foto: Stig A. S. Pedersen, GEUS.



En gammel boring ved Frederikshavn: Skærumhede-serien

I slutningen af 1800-tallet var interessen for naturgas stærkt stigende. Ved Frederikshavn havde man observeret udslip af gas fra visse pletter i jorden, og i 1905 besluttede man at udføre en gasboring i Vendsyssel på en af disse pletter, nemlig på lokaliteten Skærumhede. Det tog omkring 3 måneder at udføre boringen. På en heldig dag kunne man nå at bore 10 meter. Andre dage nåede man dog kun en enkelt meter, især hvor man borede igennem tæt blålær. Borestedet lå i en højde af 23 m.o.h. I de øverste 8 meter borede man gennem Vendsyssel Formationens skalførende ler- og finsandslag. Her fandt man gas i en sådan koncentration, at et jernrør i de øverste 5–10 meter godt kunne forsyne et enkelt køkken med gas til komfuret. De efterfølgende 48 meter består af smeltevandssand og smeltevandssler. Her fandt man først gas i de dybeste lerrige lag i omkring 42 meters dybde. Herefter borede man igennem 120 meter mørkt, blågråt Skærumhede-ler og her var der gasudslipning både ved 78 og 108 meters dybde. Så hvis man virkelige skulle have gang i en gasproduktion, var det den dybde, man skulle satse på. Boringen fortsatte ned til 180 meters dybde, hvor man igen konstaterede gasudslip, denne gang på overgangen fra marint ler til gamle istidsaflejringer fra Saale istiden. Istidsaflejringerne (moræneler og smeltevandssand) fra forrige istid havde en tykkelse på 20 meter, hvilket svarer til gennemsnitstykkelsen af istidsaflejringer fra sidste istid flere steder i landet. Saale istidsaflejringerne lå på overfladen af skrivekridt, som man traf i 200 meters dybde. Man fortsatte med at bore, til man var nået et godt stykke ned i skrivekridtet, hvor boringen blev stoppet i 235,5 meters dybde, se loggen til højre.

Udvidningen af naturgas ved Frederikshavn fortsatte i mange år hen over to verdens-

krige. Men omkring 1950 var der så mange lokale borer ned i de gasførende lag, at trykket i reservoirerne fæs af. Og dermed var det slut med det lokale gaseventyr.

I lyset af vores nuværende viden om koldens tilstand og udvikling af klimaet igennem istider og mellemistider er der mange spændende konklusioner, som man kan udlede af Skærumhede-boringen. Så lad os starte stratigrafisk nedefra:

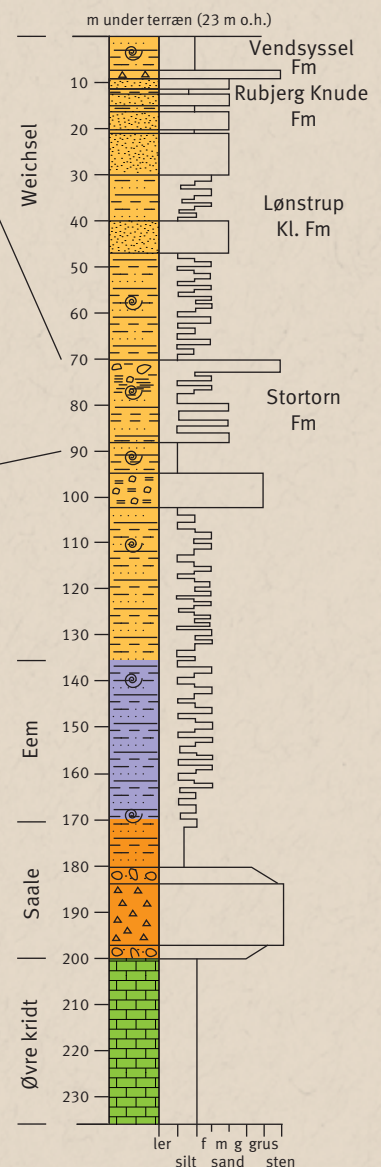
Kridtet

Kridtoverfladen ligger i 200 meters dybde. Det er coccolitkalk fra Øvre Kridt. Coccolitter er mikroskopiske, encellede kalkalger, som udgør hovedbestanddelen af skrivekridt, fx i Møns Klint. Danienkalken og de øvrige tertiære aflejringer mangler i denne del af verden. De er sandsynligvis blevet bortroderet under neogen hævnning og efterfølgende erosion i det nordlige Danmark. Kridtet har været aflejret i nogenlunde samme dybde, som det ligger i idag.

Saale, kulde og lav vandstand

Saale istidens aflejringer blev afsat oven på toppen af kridtet. På toppen af Saales moræneler findes et gruslag med rustfarvede og forvitrede sten. Dette er et fænomen, som kun kan skabes på en landoverflade. Ergo har vandstanden i Verdenshavet i slutningen af Saale-istiden stået lavere end de 180 meter under terræn, hvor gruslagene optræder. Hvis vi skal relatere det til havdybde, må vi trække terrænhøjden fra, hvilket er 23 meter. Dette giver 157 meter under havniveau. Men måske skal vi relatere det til havniveau før den glacio-isostatiske hævnning, som for Skærumhede er ca. 55 meter? Hermed beløber havspejlsænkningen i Saale sig til i alt 212 meter under det nuværende havspejlsniveau. Dette er væsentligt lavere end den maksimale havspejlsænkning under Weichsel istiden.

SKÆRUMHEDE



	Ler		Sand
	Siltet mudder		Till
	Dropsten i ler og siltet mudder		Marine fossiler
	Sandet mudder		Kalk

Litostratigrafisk log over Skærumhede-boringen, med angivelse af bl.a. Stortorn Formationen.

Efter Pedersen (2005).

Her sank havspejlet til ca. 120 meter under det nuværende globale havspejlsniveau. Det meget lave havspejlsniveau i Saale svarer godt til denne istids større udbredelse af iskapper. Den gang gik isens maksimale hovedopholdslinje nede i det nordlige Holland og hele Nordsøen var dækket af is, i modsætning til hovedopholdslinjens forløb under sidste istid, som gik gennem Jylland med et bøj ud til Bovbjerg, hvorfra den løb ud i den nordlige del af Nordsøen.

Eem, varme og høj vandstand

Da iskapperne smeltede ned i Eem mellem-istid (130.000–116.000 år før nu) steg havspejlet op til et niveau, som lå omkring +/- 5 meter i forhold til det nuværende. Tykkelsen af marint ler aflejret ved Skærumhede er 30–40 meter, og det indeholder muslingeskaller, der afspejler et tempereret klimabælte. Formentlig har der været en vis glacio-isostatisk hævnning, men den har dog ikke haft en størrelse, som kunne få havbunden tørlagt.

Fra lunt til arktisk havvand

I en dybde af 135 meter under terræn skifter muslingefaunaen karakter i Skærumhede-bo-

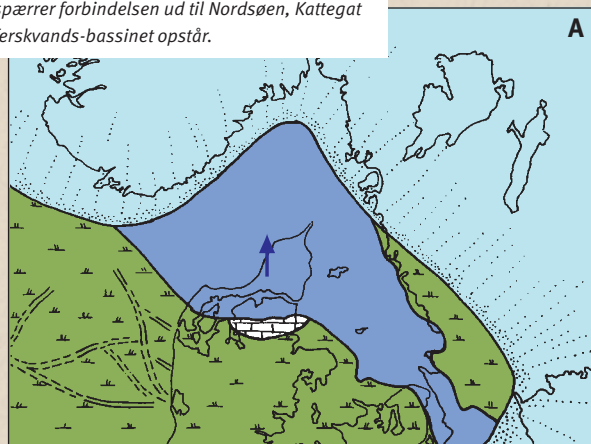
ringen. Muslinger med hang til at leve i lunt vand forsvinder og i stedet optræder skaller af arktiske muslingearter. Men havet dækkede stadig området og endnu 80 meter marint ler blev aflejret. Ca. 100 meter under terræn optræder sten og klumper af tørv i det marine ler. Disse 'fremmede elementer' er droppet fra isbjerge, som sejlede rundt i Skærumhede-havet, det daværende Skagerrak-Kattegat hav, se figur A nedenfor. Den 50 meter tykke lagserie over laget med dropsten og -tørv er navngivet Stortorn Formationen efter den fremstående klint ved Rubjerg Knude, hvor laget optræder i det glacialtektoniske kompleks. Et foto af Stortornler ses på s. 6.

Fra saltvand til brak- eller ferskvand

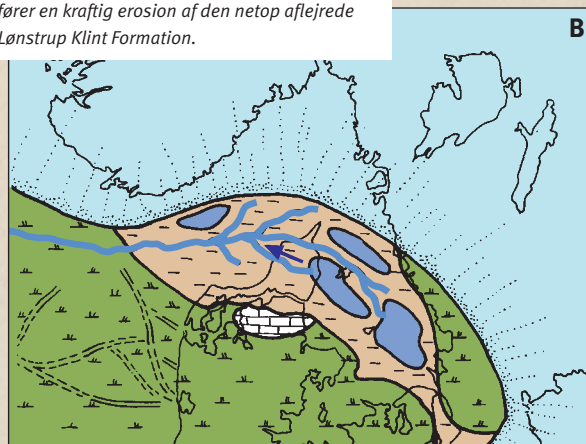
Omkring 50 meter under terræn forsvinder den marine fauna, og de overliggende aflejringer er afsat i brak- eller ferskvand. Det har været diskuteret, hvad omslaget fra salt til ferskt vand skyldtes. Var det ferskvandet fra de norske smeltevandselve, som medførte brakvands-tilstand? Var det den fremadrykkende Norske Is' opdæmning af en 'Kattegat ferskvandsø'? Eller var det simpelthen havspejlet, som var sunket ned under Skærumhede-havets havbund? Sandsynligvis var det en kombination af alle tre faktorer, hvor opdæmningen nok har været den dominerende faktor, se figur B nedenfor.

Udviklingen af land/vand-fordelingen under det Norske Is' fremstød for 30–28.000 år siden

Den Norske Is spreder sig fra Hardangervidda og spærrer forbindelsen ud til Nordsøen, Kattegat ferskvands-bassinet opstår.

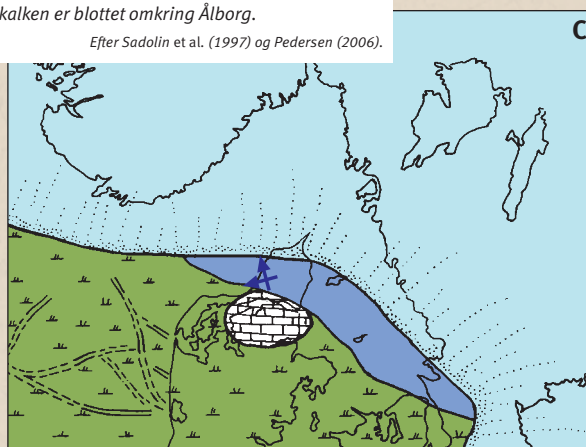


En voldsom tømning af Kattegat indsøen medfører en kraftig erosion af den netop aflejede Lønstrup Klint Formation.

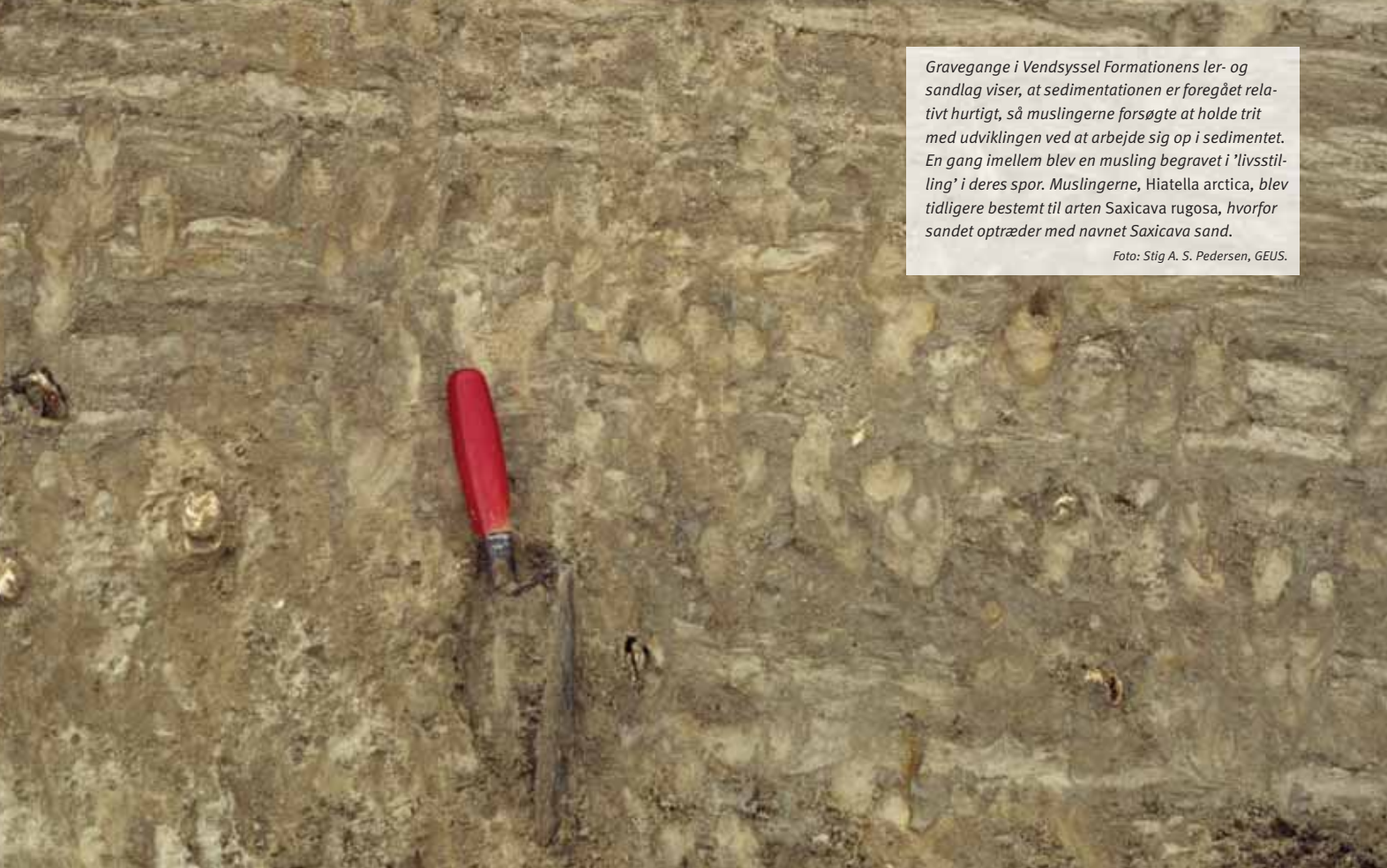


Den Norske Is rykker frem og begynder at danne Rubjerg Knude Glacialtektoniske Kompleks. Strømpilene angiver forskellige retninger af materialetransport, fra smeltevandselve og fra det højereliggende fastlandsområde mod syd, hvor kalken er blottet omkring Ålborg.

Efter Sadolin et al. (1997) og Pedersen (2006).



-  Palæostrømretning
-  Begravede dale
-  Iskappe
-  Sø
-  Søaflejring
-  Land - tundra
-  Kridttidskalk med tyndt dække af yngre aflejringer



Gravegange i Vendsyssel Formationens ler- og sandlag viser, at sedimentationen er foregået relativt hurtigt, så muslingerne forsøgte at holde trit med udviklingen ved at arbejde sig op i sedimentet. En gang imellem blev en musling begravet i 'livsstilling' i deres spor. Muslingerne, *Hiatella arctica*, blev tidligere bestemt til arten *Saxicava rugosa*, hvorfor sandet optræder med navnet *Saxicava sand*.

Foto: Stig A. S. Pedersen, GEUS.

Isen breder sig, Rubjerg Knude skubbes op

Oppe på Hardangervidda i det sydlige Norge var store mængder is blevet akkumuleret i midten af sidste istid. Det er velkendt, at den norske vestkyst modtager store mængder nedbør. Når vestenvindene blæser den våde Atlanterhavsluft ind mod Nordeuropa, fortættes vanddampene, hvor de tvinges op over de en kilometer høje norske fjelde. En relativ hurtig ophobning af store mængder sne vil være den naturlige konsekvens. Fra Hardangervidda spredte isen sig ned over Skagerrak mod Vendsyssel, figur C på s. 7. I Skærumhede-boringen ses det ved, at der i lagserien fra 50 til 10 meter under terræn forekommer et stigen-indhold af smeltevandssand i issøaflejringerne. Aflejringerne i denne del af lagserien (se log s. 6 og 11) er inddelt i to formationer: Lønstrup Klint og Rubjerg Knude Formationerne opkaldt efter de relevante stednavne ved Vestkysten, hvor lagserien er blottet i kystklimaten. Da isfronten fra Norge endelig nåede frem til Hirtshals, begyndte den at skubbe hele lagserien fra midten af Skærumhede-serien til den øverste smeltevandssandaflejrung op i et af de største glacialtektoniske komplekser, *Rubjerg Knude Glacialtektoniske Kompleks*, som kendes på land i det nordlige Europa. Det vender vi tilbage til i det følgende afsnit. Tilsyneladende er det kun den vestlige del af Vendsys-

sel, der blev påvirket af skubbet fra den Norske Is, og i Skærumhede-boringen er der ikke tydelige spor efter den moræneler, der blev aflejret af isen, efter den havde spredt sig ned på den anden side af Limfjorden.

Isen smelter tilbage, havet stiger atter

De øverste 10 meter af Skærumhede-boringen indeholder ler og finsand med arktiske muslingeskaller. Denne enhed repræsenterer de senglaciale havaflejringer, som blev afsat, da vandet i verdenshavet steg igen. I gamle dage (for 100 år siden) blev dette hav benævnt Yoldia-havet efter den lille arktiske musling, som lever i havbunden af det finkornede arktiske mudder. Desværre blev det senere påvist, at muslingens korrekte navn er *Portlandia arctica*. Så en aflejrung med navnet yoldialer var rigtig uheldig, dels fordi reglerne for at opkalde stratigrafiske enheder efter fossiler ikke er overholdt, og dels fordi det var en forkert bestemt muslingeskal. Det samme gjaldt for de sandede indslag i formationen. I de sandede indslag i de arktiske aflejringer optræder en 3–5 cm stor musling, der blev kaldt *Saxicava*, herefter *saxicava-sandet*. Men den fossile musling blev senere bestemt til *Hiatella arctica*, se foto ovenfor. Så navngivningen af de stratigrafiske enheder var mildest talt uheldig. Det er derfor meget rimeligt, at formationen blev om-

døbt. Det nye navn er Vendsyssel Formation, hvilket er begrundet i den store udbredelse af de arktiske, marine havbundslag i jordoverfladen. Ser man på et geologisk kort over Vendsyssel, er det tydeligt, at Vendsyssel Formationen dækker langt den største del af Nordjylland nord for Limfjorden. Men da en vis konservatisme altid er til stede, er der fortsat folk, som refererer til det Senglaciale hav som Yoldia-havet (side 5).

En klints dramatiske historie og Rubjerg Knudes opbygning

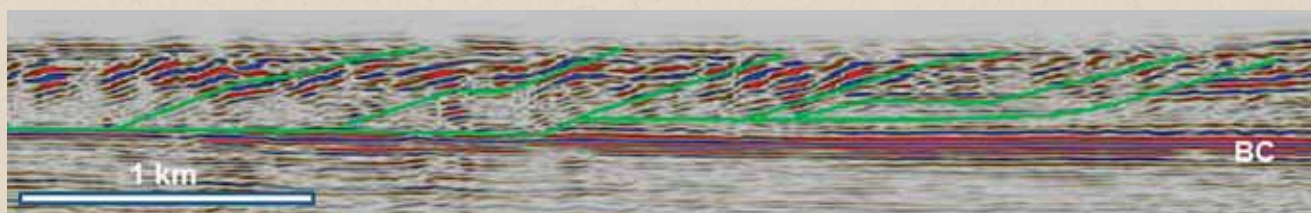
Da fronten af den Norske Is nærmede sig Hirtshals, medførte ispresset at glacialtektonikken blev sat i gang. Skiver af ler (Skærumhede-serien med overliggende Lønstrup Klint Formation) blev skubbet fremad, og begyndte også at stikke næsen op over vandspejlet foran isen.

I overgangen fra Midt til Øvre Weichsel sker der en dramatisk tømning af Kattegatbasinet via den nordlige del af Vendsyssel. I toppen af Lønstrup Klint Formationen eroderede kanaler sig ned og skabte en uregelmæssig topografi, hvorpå der aflejredes et grovkornet restsediment (residualkonglomerat). Denne enhed adskiller toppen af Lønstrup Klint Formationen fra Rubjerg Knude Formationens nederste konglomerat- og grusenhed, se foto øverst s. 9. Det grovkornede lag ved basis af



Grænsen mellem Lønstrup Klint og Rubjerg Knude Formationerne markeres af et residualkonglomerat, her angivet med en pil. Konglomeratet består af sten og grus, som blev udvasket under Kattegat ind-søens tømning (se s. 7 figur B).

Foto: Stig A. S. Pedersen, GEUS.



Rubjerg Knude Glacialtektoniske Komplex strækker sig over 6 km. Men ude i Vesterhavet findes det endnu større Jammerbugt Glacialtektoniske Komplex, som strækker sig over 30 km. Her er undergrundens lag fra Kridttiden skubbet op i skiver, som det ses på det seismiske profil. BC (base chalk) viser basis af 'Kalk Gruppen', som nærmest må betegnes som skrivekridtet. Forholdene ligner meget Møns Klint, som ses på fotoet.

Efter Pedersen & Boldreel (2016).

Rubjerg Knude Formationen overlejres af sedimenter fra smeltevandfloder, og området præges herefter af forhold, der er karakteristiske for istidslandskaber. Fronten af den Skandinaviske Iskappe må på dette tidspunkt være rykket frem over Norske Rende og Ska-

gerrak til den nordligste spids af Jylland. I de følgende få hundrede år rykker isfronten frem til området omkring Hirtshals, hvor den begyndte at presse skiver af Skærumhede-seriens aflejringer fri fra deres primære position. Kattegat blev gradvist opdæmmet af isfron-

ten, der fra Vendsyssel fortsatte ud i den nordlige del af Nordsøen, som blev isdækket for omkring 29.000 år siden, og som i øvrigt forblev isdækket frem til omkring 22.000 år før nu.

Det er i øvrigt ikke den første gang, der blev dannet et stort glacialtektonisk kom-



Ribbjerg Fm er en ca. 20 m tyk serie af smeltevands-sand, som opbygger den yderste klintbakke ved Lønstrup. Formationen er dels skabt af det isfremstød fra nord, som skabte det glacialtektoniske kompleks og aflejrte en bundmoræne diskordant hen over komplekset, dels det overlejrende morænesand afsat af isfremstødet fra nordøst. Grundvandet siver let igennem sandet og danner kviksand ved foden af klinten.

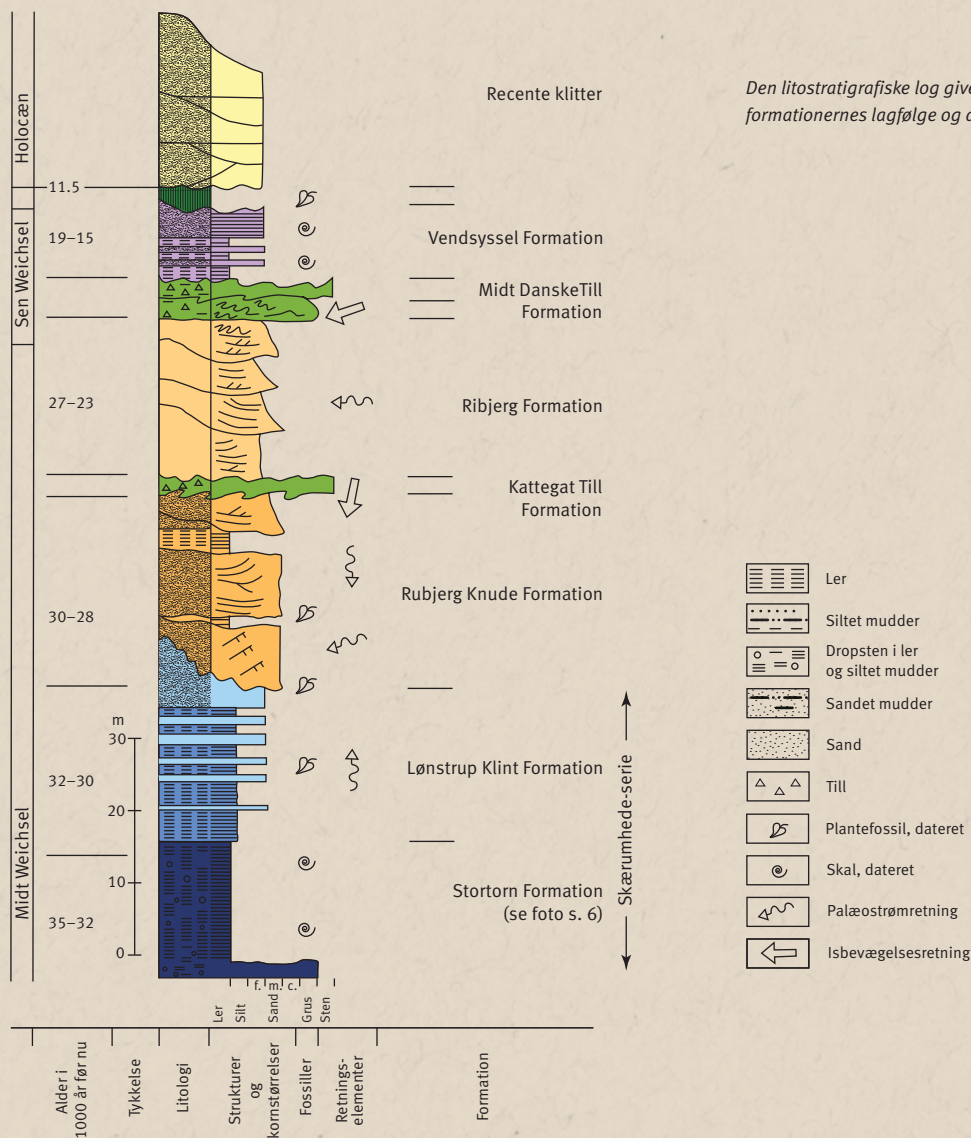
Efter Pedersen (2005).

pleks i denne del af Nordsøen. Ude i Jammerbugten, omkring 10 km fra land, ligger der et endnu større glacialtektonisk kompleks, som blev skabt i Saale-istiden. Dette kompleks fylder mindst 300 km² og skiverne, som er dislokeret, altså flyttet væk fra deres oprindelige plads, består af skrivekridt ligesom på Møns Klint, se s. 9 nederst. Men her i den sidste halvdel af sidste istid blev Rubbjerg Knude komplekset dannet ved vestkysten af Vendsyssel. Mod syd blev der ved fronten af komplekset skabt et lavland domineret af lavvandede søer og floder, mens de første overskydnings-skiver begyndte at dukke ud af vandet og rage op som rygge i landskabet. Smeltevandsstrømmene fulgte skivernes orientering og strømmen var derfor rettet ud mod Nordsøen i vest. Fra tid til anden kollapsede spidsen af skiverne og skred ud i bassinerne mellem de opragende overskydnings-skiver. Disse bassiner blev under isens fremrykning forskubbet mod syd,

samtidig med at strømforløbene blev rykket med. Efter omtrent 1000 år, sandsynligvis lidt mindre, blev Skærumhede-seriens sedimenter ned til en dybde af ca. 40 meter, sammen med de seneste aflejringer, afsat samtidig med at tektonikken fra Rubbjerg Knude Formationen blev skubbet sammen på strækningen fra Hirtshals til Lønstrup. Herunder blev der dannet et bakkeparti med isen som bagland og forlandet beliggende lidt nord for Nr. Lyngby. De sandede og drænende lag ved Nr. Lyngby har sandsynligvis afsluttet den glacialtektoniske deformation, der blev efterfulgt af isens overskridelse.

Den Norske Is fortsatte sit fremstød ned til en hovedopholdslinje, som forløb fra Bovbjerg over Mols til Hundested og videre til Hven og Glumslöv (i Sverige). Da den Norske Is smeltede tilbage, blev den efterfulgt af det næste fremstød fra den Skandinaviske Iskappe. Ændringer i iskappens flydningsmønster

betød, at dette fremstød kom fra nordøst. Fremrykningen af isstrømmen resulterede i aflejringer af en 'dal-smeltevandsslette' ved Lønstrup, som eroderede sig ned i den nordligste del af Rubbjerg Knude Glacialtektoniske Kompleks. Her danner smeltevandsaflejringerne fra den Svenske Isstrøm den næsten 20 meter tykke Ribbjerg Formation, se foto ovenfor og log på s. 11, der er opkaldt efter Ribbjerg i den sydvestligste del af Lønstrup. Sandet fra Ribbjerg Formationen, der er OSL-dateret, har aldre på 26.000–25.000 år før nu. Hermed kan deformationen i Rubbjerg Knude Glacialtektoniske Kompleks dateres til mere end 26.000 år. (OSL står for Optisk Stimuleret Luminescens. Læs evt. om OSL-datering i Geoviden 2013, nr.3). Den Skandinaviske Iskappe rykkede frem til sin hovedopholdslinje, der også er kendt som 'Ussings Linie', da den som et af hovedelementerne i den danske kvartærgeologi allerede for 100 år siden blev beskrevet



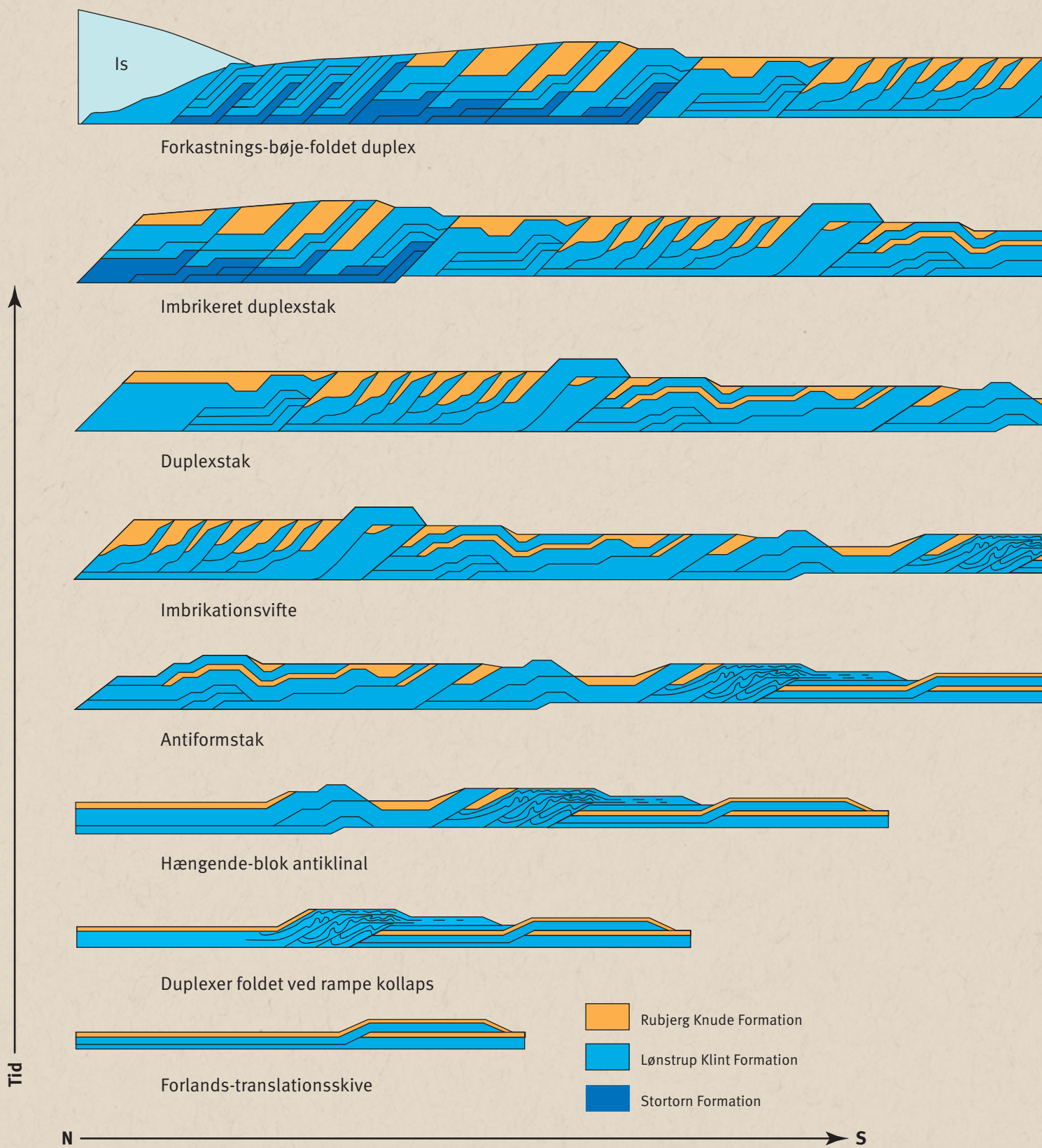
af prof. N.V. Ussing. I profilet ved Ribjerg overlejrer den Svenske Isstrøms moræneaflejringer (Midtdanske Till Formation) Ribjerg Formationen, men længere mod syd er det vanskeligt at skelne de to moræneaflejringer, da den overflade, som isen efterlod sig, er blevet kraftigt eroderet af sandblæsning.

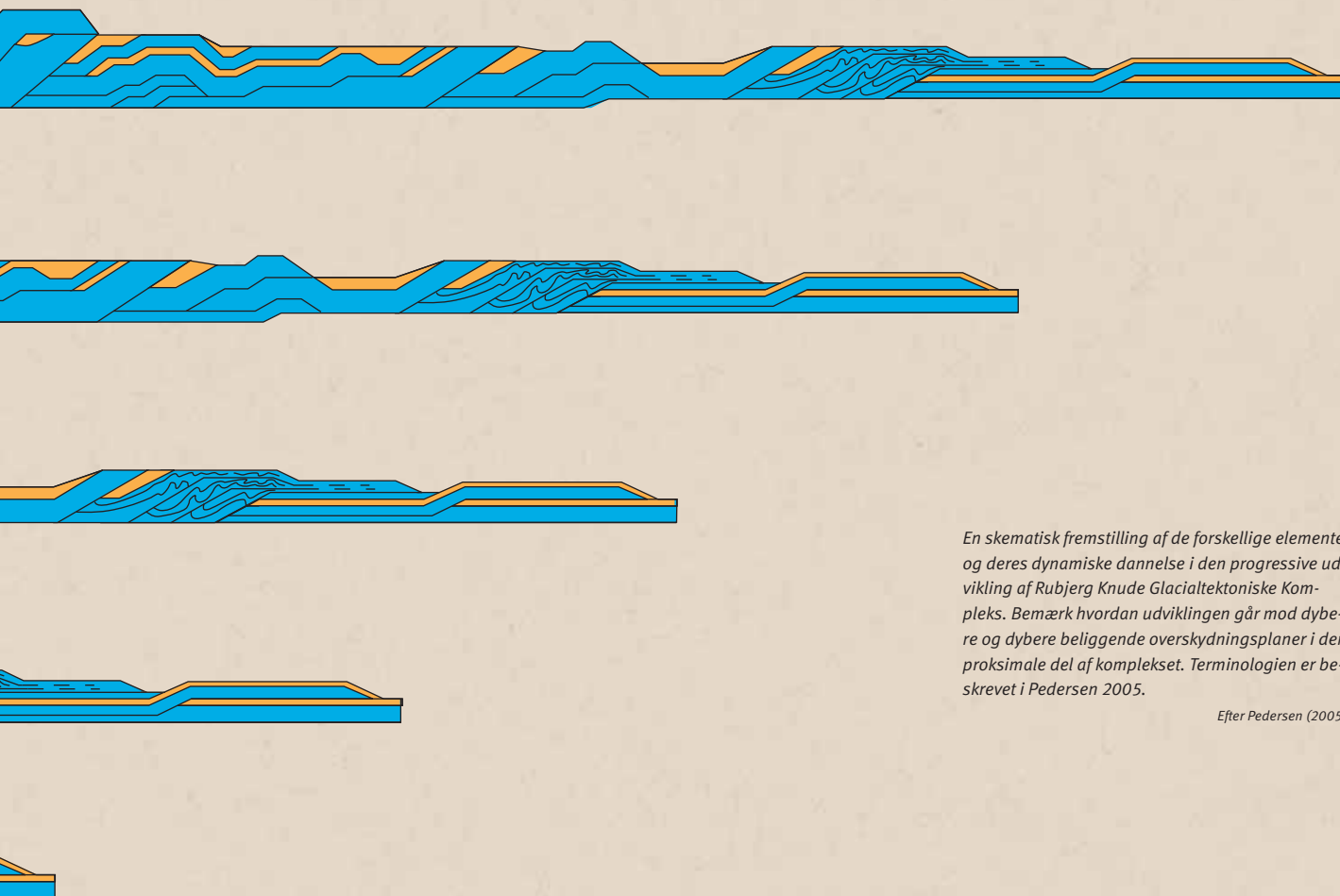
Vendsyssel efter istiden

De seneste dateringer af isens tilbagesmeltning fra Vendsyssel viser, at israndslinjen i Jyske Ås blev forladt for 19.000 år siden. Herefter henlå Vendsyssel i en lavning forårsaget af ismassernes nedtrykning. Samtidig med de globale iskappers nedsmeltning i slutningen af Weichsel-istiden steg vandstanden i ver-

denshavene. Herved blev der genetableret et arktisk hav, 'Yoldia-havet', i Vendsyssel. Aflejringerne i dette hav udgør Vendsyssel Formationen (se logs s. 6 og ovenfor). Godt nok er de dannet under en generel transgression (oversvømmelse), men op gennem lagserien findes gode eksempler på regression (tørlægning), som dog ikke skyldes et fald i havspejlsniveauet, men derimod en hævnning af landet, efter det blev befriet for ismassernes vægt, altså en glacio-isostatisk landhævning. Denne hævnning er i dag årsag til, at Vendsyssel Formationen forekommer som store flade marker i store dele af Vendsyssel. Den gamle havbund ses eksempelvis neden for Børglum Kloster, som selv ligger på en af de tidligere øer af is-

tidsaflejringer i dette hav. Andre steder er den gamle havbund, og dermed også Vendsyssel Formationen, gennemsat af skarpt nedskårne dale, der blev skabt under Fastlandstidens stærke erosion af landskabet. I disse dale – såvel som i andre mindre lavninger – blev der dannet søer og moser. Aflejringer fra disse findes nu øverst i Lønstrup Klint profilet, hvor de betegnes martørv. Stednavnene Martørv Bakker og Moserende refererer til disse tørveaflejringer, der blev vurderet til at være dannet i Stenalderens hasseltid, for omkring 5.000 år siden. Aflejringerne i Vendsyssel afsluttes af de udbredte flyvesandsdannelser.





En skematisk fremstilling af de forskellige elementer og deres dynamiske dannelse i den progressive udvikling af Rubjerg Knude Glacialtektoniske Komplex. Bemærk hvordan udviklingen går mod dybere og dybere beliggende overskydningsplaner i den proksimale del af komplekset. Terminologien er beskrevet i Pedersen 2005.

Efter Pedersen (2005).

Arkitekturen i en glacialtektonisk klint

Rubjerg Knude Glacialtektoniske kompleks er et overskydningskompleks af tynde skiver, se ovenfor, som blev skubbet op foran den fremrykkende Norske Is i tidsrummet 30.000–26.000 år før nu. Det geologiske tværprofil gennem komplekset er 6 km langt og er en del af Lønstrup Klint i Vendsyssel. Lønstrup Klint er fint blottet pga. den pågående erosion og er derfor en af de bedste lokaliteter til en detaljeret strukturgeologisk analyse af et deformationskompleks bestående af relativt tynde skiver af sedimenter. Arkitekturen i de opskudte skiver kan uden problemer sammenlignes med overskydningstektonik i bjergkæder, hvor det er kompression, der er den primære årsag til deformationerne (se fx 'Kontinenter i kollision', Geovidens nr. 1, 2014).

Komplekset kan inddeles i tre sektioner. Hver sektion afspejler forskellige trin i den strukturelle udvikling fra et distalt til proksimalt deformationsområde. Begrebet distal be-

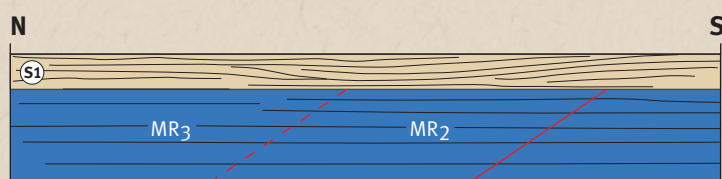
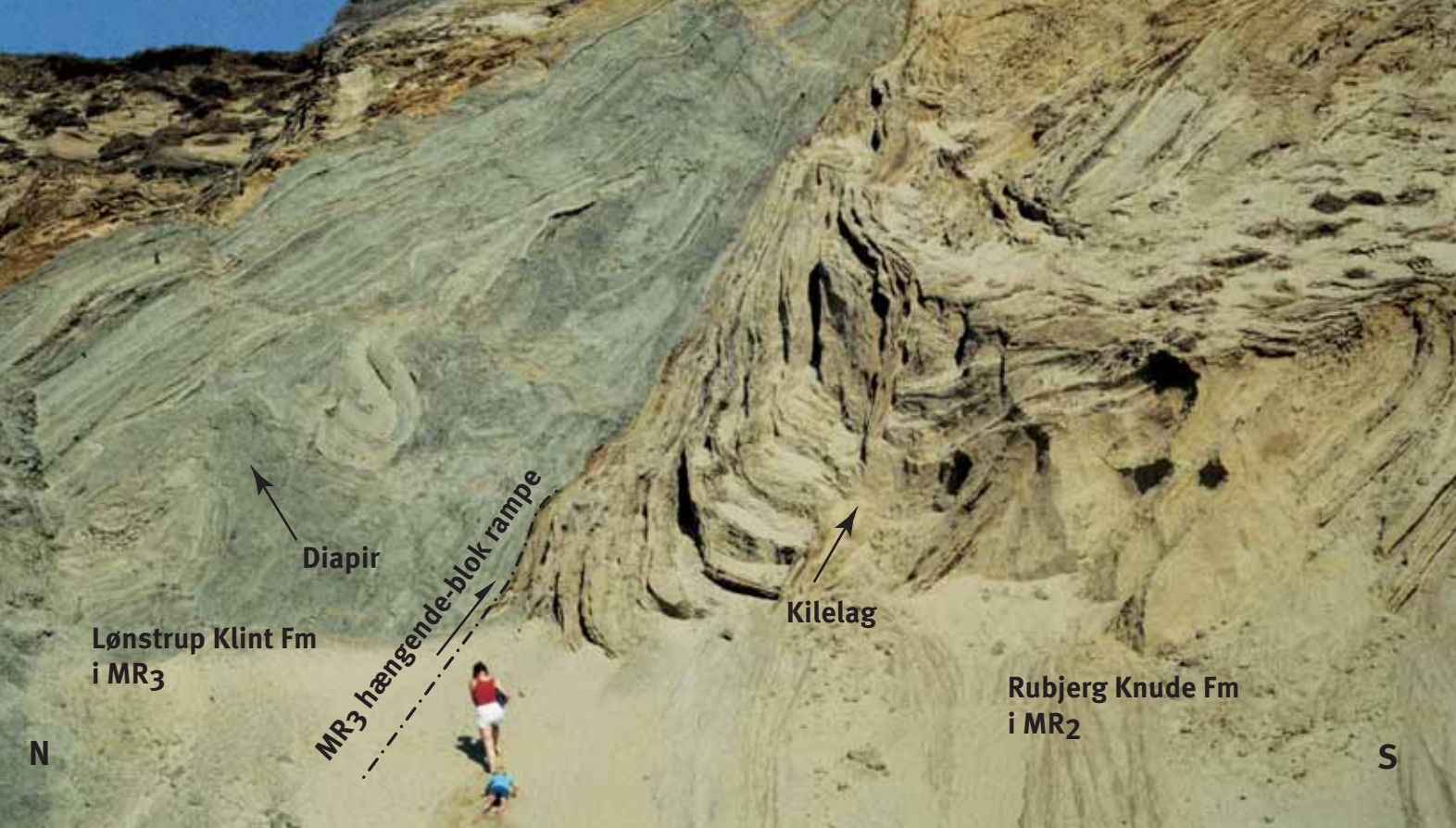
tegner en zone, som ligger fjernt fra deformationsskilden, og proksimal betegner en zone tæt på kilden.

Overskydningerne påvirkede tre litostratigrafiske enheder: 1) den arktisk marine Stortorn Formation fra mellemste Weichsel, 2) Lønstrup Klint Formation, der overvejende består af issø-aflejringer og 3) Rubjerg Knude Formation, der fortrinsvis består af flod-sedimenter, begge fra sen Weichsel.

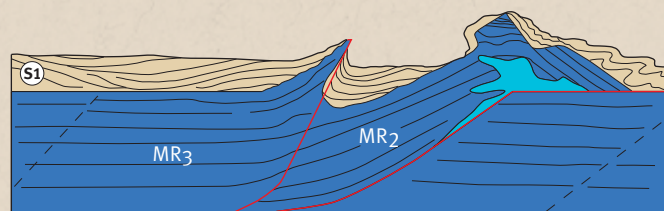
I den distale del af overskydningskomplekset er arkitekturen karakteriseret af tynde, fladtliggende skiver, som er blevet skubbet mere end 500 meter hen over forlandet. I den centrale del af komplekset blev de skiver, som blev dannet i den distale zone, yderligere deformeret ved foldning og forskudt fremad under udvikling af mere sammensatte strukturer. I den proksimale del af komplekset bliver overskydningerne stejlere, og dybere og dybere niveauer af lagserien indgår i deformationen, se ovenfor. Dermed stiger også graden af *overpræget deformation*, som gør strukturerne van-

skeligere og vanskeligere at udrede. Sagt på en anden måde, så er lagene blevet 'æltet rundt og presset sammen' i flere omgange. Hertil kommer det fænomen, at lerlagene mister friktion, når de bliver våde, hvorved deformationshastigheden øges. Hastigheden af overskydningsbevægelsen er beregnet til hele 2 meter/år. Fænomenet, som kan kaldes *muddermobilisering*, indgår som et væsentligt element i deformationen, og har været med til at skabe nærmest kaotiske deformationsmønstre, se side 14.

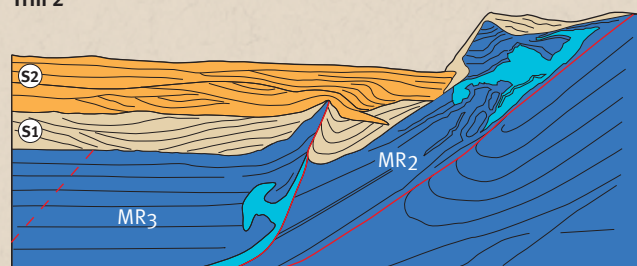
Overskydningsdeformationen har resulteret i en forkortning af lagserien, som er beregnet til 50 %. Kun 11 % af den oprindelige lagserie er eroderet væk under deformationen, som var forårsaget af presset fra den fremrykkende iskappe. Nettoresultatet af deformationen er, at en oprindelig 12 km lang og 40 meter tyk serie af vandret aflejrede sedimenter nu indgår i et 6 km langt og 80 m højt overskydningskompleks, illustreret i figuren ovenfor.



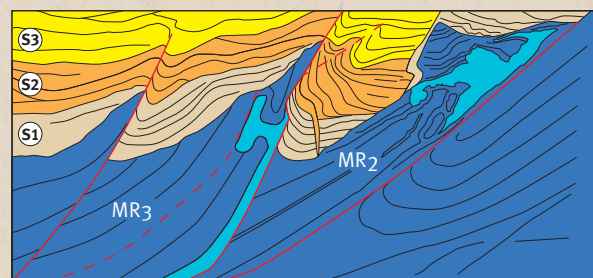
Trin 1



Trin 2



Trin 3

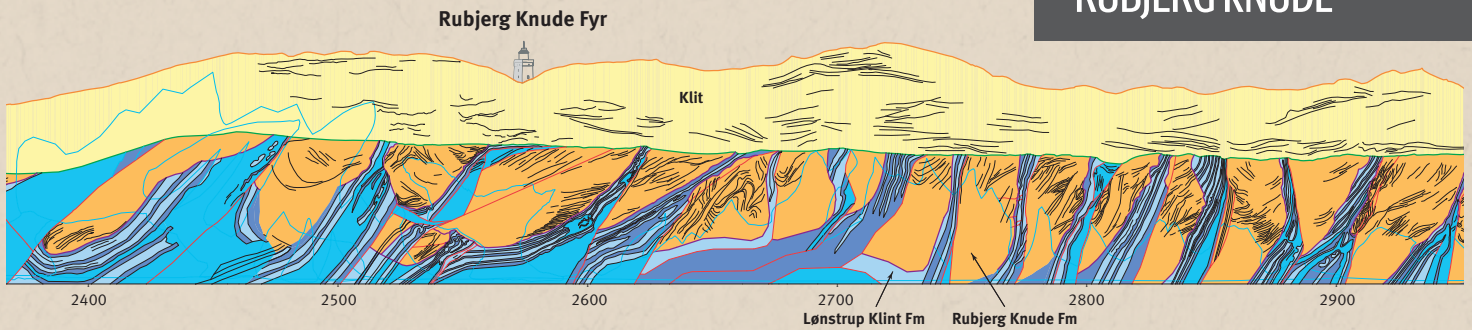


Trin 4

- Primært lamineret leret mudder, Lønstrup Klint Fm
- Sandenheder i Rubjerg Knude Fm
- Mobiliseret mudder og mudderdiapirer
- Overskydningsplan
- MR Moserende - sektionen
- MR₂ Overskydningskive 2 i MR - sektionen

Sandlagene aflejret mellem de opskudte lerskiver har fra tid til anden været frosset sammen, hvilket har skabt mulighed for dannelsen af kilelag. Disse lag var oprindeligt vandrette lag, afsat af smeltvandsløb, som skar sig ind i de kippede og frosne sandlag. Under den fortsatte deformation blev de efterfølgende skubbet op til lodret position, som illustreret i de 4 udviklingsdiagrammer. Bemærk desuden det mobiliserede mudder langs sålen af lerskiven til venstre i fotoet. Dette mudder dannede en diapir, som trængte ind i de overliggende lerlag. Det mobiliserede mudder antyder, at der ikke var permafrost ved sålen af lerskiven.

Foto: Stig A. S. Pedersen, GEUS.
Diagrammer efter Pedersen (2006).



Klitten oven på Rubjerg Knude klint når op til en højde af ca. 100 m. Sandet i klitten består af sand fra Rubjerg Knude Formationen, som ligger lige neden under klittens sål.

Fotogrammetrisk udtegnelse af Stig A. S. Pedersen, 2003.

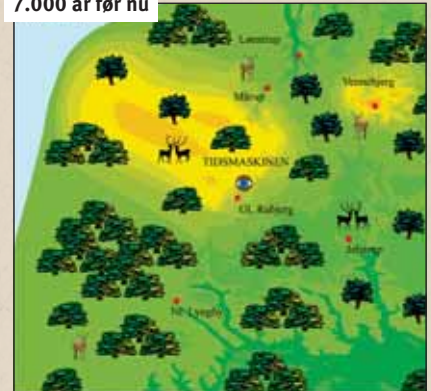
16.000 år før nu



11.000 år før nu



7.000 år før nu



År 850, Vikingetid



År 1400



År 1795



År 2000



Landskabs- og kystudvikling fra Senglacialtiden og fremefter. Tidsmaskinen, som er markeret på kortene, står på Strandfogedgården ved Rubjerg Gamle Kirke, hvor Hjørring Historiske Museum har indrettet udstillingen om Rubjerg Knude.

Efter GEUS/grafisk afs. 2009.

Tidsmaskinen fra istiden og frem til nutiden

Hvis man kunne rejse frem og tilbage i tiden med en tidsmaskine, ville man fra det ene årtusend til det næste kunne stå ved vidt forskellige landskaber på den samme plet i Vendsyssel, se kortene ovenfor. Lad os blot forestille os, at vi rejste 15.000 år tilbage. Så ville vi stå på en bar, mosbevokset ø midt ude i ishavet. Sæler ville ligge på isflagerne ude i vandet og en isbjørn ville måske lunte forbi. Knap 4.000 år senere, altså 11.000 år før nu, ville vi stå på en græssteppe, hvor der levede store flok-

ke af rendyr, og stenalderfolket boede i skindtelte og jagede med fint forarbejdede flinteredskaber. Denne stenalderkultur er opkaldt efter Nr. Lyngby, da det var ved dette sted i Lønstrup Klint profilet, at man fandt knogler af rendyr og en flot flintepilespids i det tværsnit af mosen, som er blotlagt i klinten. Hvis vi så nøjedes med at tage turen tilbage til 7.000 år før nu, ville vi nord for Løkken stå ved en fjord, som strakte sig ind mod Klosterengen neden for Børghlum Kloster. Det er Ertebølle tid, egeskov og hasselkrat har allerede erobret landet, og i indsnavninger i fjordarmen findes strømsteder, hvor østersbanker breder sig. Ude i fjordens mudrede vand vrimer det med hjertemuslinger, og alt sammen bliver i de følgende årtusinder løftet ud af havet pga. den fortsatte landhævning. Derfor kan man ved Løkkens Blånæse, et par km nord for Løkken, i dag se fjordbundens lag i den 9 meter høje klint. Det sidste trip med tidsmaskinen

går tilbage til Middelalderen for knap 900 år siden. På den tid var man begyndt at rejse kristne kirker langs Vendsyssels vestkyst. Og dengang blev kirker, som fx i Nr. Lyngby, Rubjerg og Mårup, rejst i sikker afstand fra havet. Og her tager fortællingen om kystens erosion og sandflugts hærgen sin begyndelse.

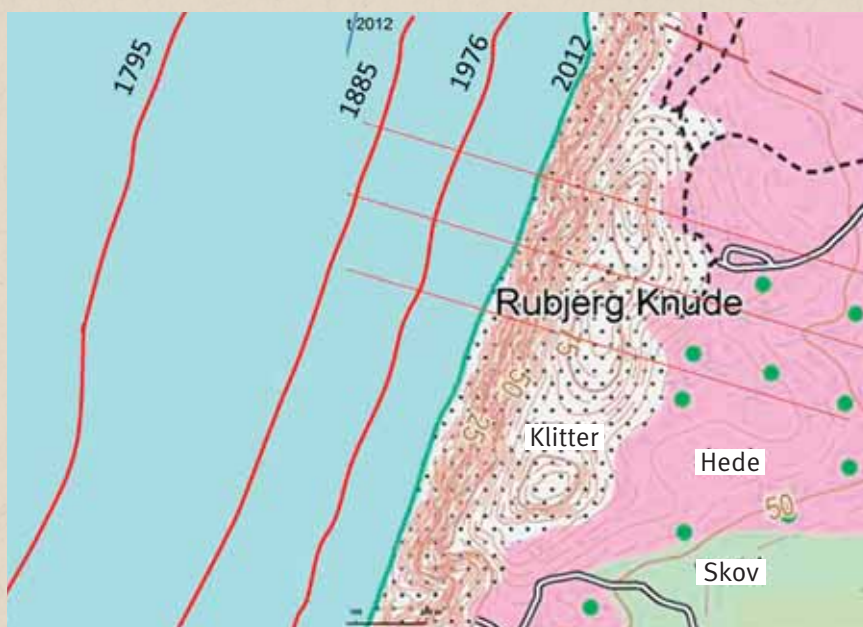
Kystlinjens tilbagerykning

På kortet (til højre) over kysten ved Lønstrup Klint kan man se kystlinjens beliggenhed gennem de sidste 150 år. Og prøver man at regne efter, vil de tre gamle middelalderkirker have ligget mere end en kilometer fra kysten, da de blev bygget.

Kysterosionen igennem de sidste 300 år kan følges ved hjælp af gamle kort. Det ældste nogenlunde detaljerede kort med relativt korrekte koordinater er Videnskabernes Selskabs kort fra 1795. Herefter følger den tidligste udgave af De Høje Målbordsblade, der udkom i tidsrummet 1842–1899. Disse blev efterfulgt af Geodætisk Instituts opdaterede kort, hvor 4-cm kortudgaven fra 1976 er valgt. Og endelig er det seneste kortmateriale fra Geodatastyrelsen dateret 2012. Blandt de faste målepunkter, der anvendes ved udmålingen af kystens tilbagerykning, er de tre gamle middelalderkirker Nr. Lyngby, Rubjerg gamle kirke og Mårup kirke. Kirkebygningerne er nu alle fjernet, og i dag findes kun kirketomterne tilbage. På Nr. Lyngby kirkegård står bare klokke-blok-tårnet tilbage, på Gl. Rubjerg kirkegård står gavlen i kirkeskibet tilbage, og endnu kan man skimte omridset af fundamentet efter kirken på Mårup kirkegård, inden det forsvinder i havet, se foto s. 3. Det at kirkerne har ligget her peger entydigt på, at der tidligere har ligget landsbyer langs kysten. De gik til grunde under naturkatastroferne forårsaget af sandflugt især under og i slutningen af 'den Lille Istid'. Denne klimaforværring i perioden 1600–1800 medførte en overgræsning og udpining af marker, skove og krat, som ruinerede folk og jog dem på flugt.

Sammenligner man kortene fra ca. 1800 med de seneste, der er fra 2012, ses det, at kystlinjen er rykket op til 426 meter østpå i løbet af de seneste 210 år. Dette giver en kysterosionsrate på gennemsnitlig omkring hele 2 meter/år. Sedimenterne, der er fjernet fra kystklinten, er ført med den kyst-parallele strøm nordpå og har bidraget til udbygningen af Skagens Odde (se: Geologi - Nyt fra GEUS nr. 1, 2004).

Selve nedbrydningen af klinten er en kombineret proces af bølgeerosion under stormvejr, som undergraver klinten, og højt vandtryk forårsaget af heftigt regnvejr. Langs hele klinten findes talrige kilder, der viser at grundvandets dræning er rettet ud mod kysten. Når porevandstrykket i klintens bagland forøges,



Kystlinjens indrykning gennem de sidste par hundrede år. På kortet er profilinjerne for figuren på side 17 angivet.

Data fra Kort- og Matrikelstyrelsen/Geodatastyrelsen.

stiger tilbøjeligheden til jordskred og muderskred. Det er især i vinterhalvåret, at talrige jordskred og klint-fald forekommer. Større jordskred, dvs. over 10.000 m³, forekommer med en hyppighed af 3–5 år. Foden af sådanne jordskred vil ofte kun eksistere et års tid før den bliver eroderet væk af bølgerne. Så disse jordskredstunger bidrager ikke meget til kystsikringen.

Flyvesand og klitter

I nutiden dannes klitter langs med havet, hvor de på stranden danner første, anden og måske endda tredje klitrække. De største klitfelter ligger langs med Vestkysten fra Fanø i syd til Råbjerg Mile i nord. Generelt dæmpes klitternes bevægelse vha. vegetation, men Råbjerg Mile er fredet på en måde, der sikrer klittens fri bevægelighed, altså at den kan fungere som en ægte vandrekliit. Efter istiden, da landet stadig henlå som en rensdyr-steppe, blev der flere steder i Jylland dannet indlandsklitter, hvor sandet fra hedesletternes aflejringer blev blæst videre ind over istidslandskabet. En helt speciel form for klitvandring er ophobningen af flyvesand oven på en stejl klint. Denne type af klitopbygning findes ved Rubjerg Knude, hvor der oven på den 50 meter høje klint er aflejret flyvesand op til en højde af 100 meter over havet (se s. 15 øverst). Denne type af klitter oven på kliner har fået sin egen betegnelse: cliff-top-dunes, som vi på dansk kalder *klint-top-klitter*.

Klittens historie

Hvornår startede flyvesandets historie i Vendsyssel? Istidsaflejringerne, som opbygger det glacialtektoniske kompleks i Rubjerg Knude,

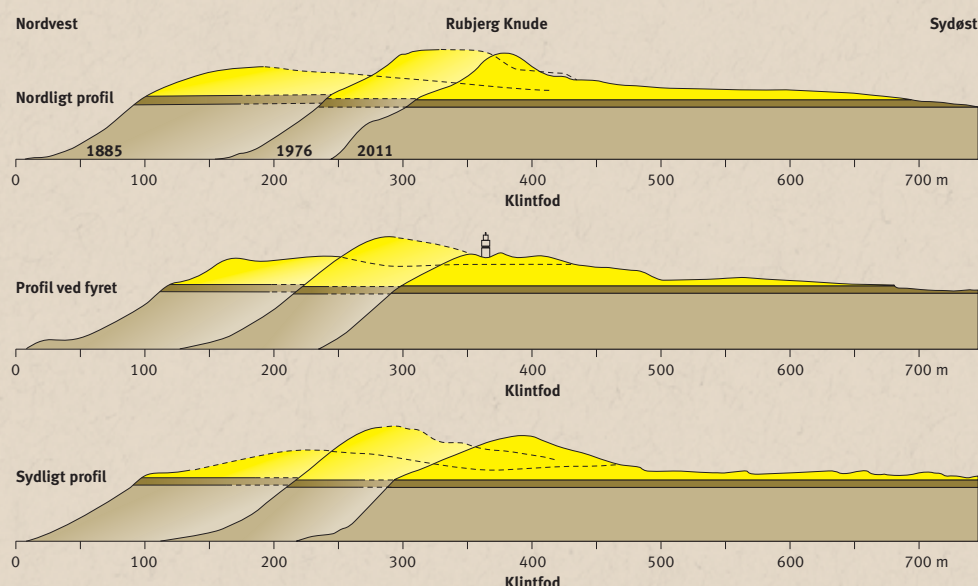
overlejres af en bundmoræne, der ligger diskordant på toppen af de opskudte skiver – dvs. at laget ligger på en måde, som viser, at det dannelsesmæssigt ikke har noget med komplekset neden under at gøre. Grundmassen af ler og sand i denne moræne blev blæst bort under stormenes hærgen, så der i dag kun ligger et restlag, et såkaldt residuelt stenlag, tilbage på afblæsningsfladen, se s. 17 øverst. I lavninger, som skærer sig ind i denne horisont, findes tørveaflejringer. Lokalt kaldes disse for martørv (hav-tørv), da bønderne i gamle dage samlede tørveklumperne op langs stranden, når de var faldet ned fra klinten. Men et relativt stort sandindhold har betydet, at brændværdien ikke har været alt for god. Op igennem martørvens lagserie findes planterester, som viser vegetationsudviklingen fra begyndelsen af Holocæn og frem til Jernalderen. I den øverste del af tørvten skifter mosens karakter fra mosetørv til spagnumtørv, hvilket kunne afspejle den generelle klimaforværring med mere vådt og koldt vejr i overgangen fra Bronzealderen til Jernalderen. Da flyvesandet overlejrer tørvelagene, må sandflugten være yngre end martørvten. Datering af tørvten har givet C14 aldre på 5150–2700 år før nu (BP). Det nederste flyvesand på Rubjerg Knude er OSL-dateret til en alder på 274 år BP, hvilket kunne svare til den begyndende sandflugt ind mod Rubjerg Knude under 'den Lille Istid'. Fra historiske beskrivelser ved man at landskaberne langs Vestkysten blev hårdt ramt af klitvandring i årene mellem 1500 og 1750.

Fyrtårnet på Rubjerg Knude blev bygget år 1900. Ud fra statsgeolog Axel Jessens optegnelser fra 1918 var der på den tid kun et tyndt dække af flyvesand oven på klinten, og klitter



Abrasionsfladen oven på Rubjerg Knude Glacialtektoniske Kompleks. Under fremrykningen af den Norske Is blev komplekset hævlet ned og Kattegat Till Fm blev aflejret diskordant ovenpå. Under den fremskridende landhævning blev overfladen udsat for vestenvindens hærgen, og det finkornede materiale blev blæst bort. Tilbage ligger vandreblokke, sten og grus på afblæsningsfladen, som blev dækket af flyvesand. Fra tid til anden eroderer blæsten hulninger ind i klitten på kanten af klintens top, hvorved abrasionsfladen bliver blottet.

Foto: Stig A. S. Pedersen, GEUS.



Tværsnittene viser klintens gradvise indrykning, som skyldes havets erosion. Oven på klinten kan man følge klint-top-klintens vandring ind over landskabet. Klitten er nu næsten vandret helt forbi Rubjerg Knude Fyr, som snart står helt ude ved klinttoppen.

blev åbenbart ikke opfattet som en trussel mod fyret. Imidlertid blev fyrets funktion nedlagt i 1969, da lyset ikke længere kunne nå ud over toppen af klitten.

Klint-top-klit

I dag betragtes klitten oven på klinten af Rubjerg Knude som et typeeksempel på en klint-top-klit. På de tre tværsnit (ovenfor) hen over Rubjerg Knude kan man følge udviklingen af klittens vandring hen over klinten ind i baglandet mod øst. De overordnede beregninger af klittens sandmasse antyder, at der

er en beskeden vækst i klittens volumen. Dette betyder, at klitvandringen primært sker ved en omlejring af den eksisterende sandmasse.

Studier af kystklitter ca. 100 km syd for Rubjerg Knude viser, at der inden for de sidste ca. 4000 år har været periodiske skift mellem hhv. klit-opbygning og perioder, hvor tilvæksten af flyvesand er så beskeden, at klitterne når at vokse til, og en jordbundshorisont når at blive dannet. Noget lignende er også tilfældet ved Rubjerg Knude, men sporerne er sparsomme på grund af den hurtige omlejring af klitsandet. Når man ser på Rubjerg Knude klittens topogra-

fi igennem de sidste 30–40 år, forbavses man over, hvor stejl den er. Denne stejlhed af især toppen er ikke naturlig skabt, men er resultatet af stimuleret sand-akkumulation. I lang tid har der været kæmpet mod sandflugten på egnen mellem Løkken og Lønstrup. Lige siden man i 1904 så sig nødsaget til at flytte Rubjerg Gamle Kirke, der var ved at blive begravet i flyvesand. I dag foregår sandflugtsdæmpningen stadigvæk ved, at klitfogeden etablerer hegn af fyrregrene hen langs ryggen af klitten. Herved skabes et læhegn, bag hvilket sandet lejr sig og klittoppen dermed vokser.

Et fyrtårn begravet af sand?

Ser man på de sidste 50 års udvikling for Rubjerg Knude fyr, er det indlysende, at fyret har været stærkt påvirket af klittens vandring. Da toppen af klitten nåede en højde af 40 meter over klinten, og da afstanden mellem klittoppen og fyrtårnet samtidig nærmede sig 100–200 meter, havde lyset fra fyret, hvis højde er 99 m.o.h., svært ved at trænge ud til fiskekuttere og andre fartøjer, som havde brug for det til navigation. Derfor blev fyrets lanterne nedtaget i 1969, og fyrtårnet officielt nedlagt. I en periode herefter blev bygningerne omkring fyrtårnet brugt som sandflugtsmuseum og cafeteria. Men da klitten nærmede sig fyret omkring årtusindskiftet, indså man, at nu var det på tide at fjerne taget af maskinbygningen, så sandet kunne fylde rummene op. Herved kunne man forhindre en pludselig sammenbrud af ta-

get under sandets tyngde. Den samme skæbne overgik de øvrige bygninger, og det forventedes at fyrtårnet ville blive begravet af klitten. Dette skete imidlertid ikke, idet vindens turbulens omkring fyret skabte en udblæsningshule, så fyret stod tilbage i et hul midt i klitten, se foto fra 2006 og flyfoto fra 2010.

I dag står fyret helt ude på klintoppens kant. Den erhvervsdrivende forening Realdania har bekostet en restaurering af fyret, så det kan bestiges og klitten kan besøges fra toppen af tårnet. Det er blevet forudsagt, at fyrtårnet ville styrte i havet i 2012, men det skete ikke. Med forskellige tiltag foran fundamentet ud mod klinten forsøger man at strække dets levetid. Men med en erosionsrate på 1,25 meter om året vil sammenbruddet komme inden for det nærmeste årti. Specielt vil et større jordskred ved Stortorn have stor betydning for

tårnets kommende nedstyrtning. Stortorn er det fremstående klint-parti lige nord for Rubjerg Knude. Her står det mørke blåler direkte ned til havoverfladen (se side 10), og jordskred, der er sammenlignelig med skreddene ved Mårup kirke må forventes efter en sæson med heftig nedbør.

Dette nummer af Geoviden har fokuseret på tre K-er: Klint – Klit og Klima. Man kunne med rimelighed inddrage et fjerde K for Kvartærgeologi. Dette fag er i længere tid blevet undertrykt, men burde egentlig drages frem i den almene bevidsthed ved tanken om de talrige berøringspunkter faget har med den moderne virkelighed. Historien om Rubjerg Knudes klint og klit er et godt eksempel på Kvartærgeologiens relevans for forståelsen af nutidens forhold og fremtidens dynamiske udvikling. 

Rubjerg Knude klit og fyr fotograferet på afstand i sensommeren 2016. Det er ikke længere muligt at fotografere fyret set fra havsiden.

Foto: Stig A. S. Pedersen, GEUS.

1994



Foto: Stig A. S. Pedersen, GEUS.

I 1994 lå klittoppen i fyrets 'baghave'. På flyfoto fra 1995 (s. 19) ses situationen fra oven. 10 år senere (i 2003) ligger klittoppen på højde med fyret. En klit skygger for bygningerne.

2003



Foto: Stig A. S. Pedersen, GEUS.

2006



Foto: Merete Binderup, GEUS.

Flyfoto 1995



Flyfotos: COWI.

I 2006 (foto s. 18) er bygningerne stadig synlige i det hul i klitten, som vindens turbulens omkring fyret har skabt. På flyfoto fra 2010 anes stadig en fordybning i klitten omkring fyret, men bygningerne er nu begravet i sand. Den grønne linje på flyfoto fra 1995 viser kystlinjen fra 2010.

Flyfoto 2010



Her kan du læse mere

Clemmensen L.B., Murray A., Heinemeier J. & de Jong R. 2009:
The evolution of Holocene coastal dunefields, Jutland, Denmark: A record of climate change over the past 5000 years. Geomorphology **105**, 303–313.

Jessen A. 1918:
Vendsyssels Geologi. Danmarks Geologiske Undersøgelse V. Række 2, 260 pp + 5 maps.

Pedersen S.A.S. 2005:
Structural analysis of the Rubjerg Knude Glaciotectonic Complex, Vendsyssel, northern Denmark. Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin **8**, 192 pp. + 2 plates.

Saye S.E., Pye K. & Clemmensen L.B. 2006:
Development of a cliff-top dune indicated by particle size and geochemical characteristics: Rubjerg Knude, Denmark. Sedimentology **53**, 1–21.



På GEUS' YouTube-kanal ligger der en animation, Istiden – Danmark i de sidste 140.000 år, hvor du kan gense historien om isen, der i flere omgange trænger frem og smelter tilbage og havspejlet, der falder og stiger i takt hermed. Prøv at lade Rubjerg være centrum for dit kig.

https://youtu.be/cb5gBY_Jo9s

Kilde: Michael Houmark-Nielsen, SNM.
Peter Ilsøe, SNM.
Animation: Carsten Egestal Thuesen, GEUS.

GEOCENTER DANMARK

GEOCENTER DANMARK

Er et formaliseret samarbejde mellem de fire selvstændige institutioner De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS), Institut for Geoscience ved Aarhus Universitet samt Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, samt Geologisk Museum (Statens Naturhistoriske Museum) begge ved Københavns Universitet. Geocenter Danmark er et center for geovidenskabelig forskning, uddannelse, rådgivning, innovation og formidling på højt internationalt niveau.

UDGIVER

Geocenter Danmark.

ISSN 1604-6935 (PAPIR)

ISSN 1604-8172 (ELEKTRONISK)

REDAKTION

Geoviden – Geologi og Geografi redigeres af Seniorforsker Merete Binderup (ansvarshavende) fra GEUS i samarbejde med en redaktionsgruppe. Geoviden – Geologi og Geografi udkommer fire gange om året og abonnement er gratis. Det kan bestilles ved henvendelse til Annette Thy, tlf.: 91 33 35 03, e-mail: athy@geus.dk og på www.geocenter.dk, hvor man også kan læse den elektroniske udgave af bladet.

Produktion: Annabeth Andersen, GEUS.

Tryk: Rosendahls - Schultz Grafisk A/S.

Forsidefoto: Rubjerg Knude Fyr og klit, 2003.

Foto: Stig A. S. Pedersen, GEUS.

Reprografisk arbejde: Benny Schark, GEUS.

Illustrationer: Forfattere og Grafisk, GEUS.

Eftertryk er tilladt med kildeangivelse.



GEUS

DE NATIONALE GEOLOGISKE UNDERSØGELSER
FOR DANMARK OG GRØNLAND (GEUS)

Øster Voldgade 10
1350 København K
Tlf: 38 14 20 00
E-mail: geus@geus.dk



INSTITUT FOR GEOVIDENSKAB OG
NATURFORVALTNING (IGN)

Øster Voldgade 10
1350 København K
Tlf: 35 32 25 00
E-mail: ign@ign.ku.dk



INSTITUT FOR GEOSCIENCE (IG)

Aarhus Universitet
Høegh-Guldbergs Gade 2, B.1670
8000 Århus C
Tlf: 89 42 94 00
E-mail: geologi@au.dk

GEOLOGISK MUSEUM (SNM)

Øster Voldgade 5–7
1350 København K
Tlf: 35 32 23 45
E-mail: snm@snm.ku.dk

DANMARK

PP

Magasinpost UMM
ID-nr. 46439