

Ved is eller ved vand? - debat om istidslandskabet

Af mag.scient. Ib Marcussen ("besvarer") – har tidligere arbejdet på Danmarks Geologiske Undersøgelser nu GEUS; og ph.d.-studerende ved Geologisk Institut, Aarhus Universitet Nicolaj K. Larsen ("spørgsmålsstiller")

I dette indlæg om "Danmarks Geologiske Seværdigheder" stiller ph.d.-studerende Nicolaj K. Larsen (NKL) en række spørgsmål til de debatterede teorier om bl.a. glacialgeologi og klima, som besvares af én af bogens to forfattere, Ib Marcussen (IM). Tallene i parentes henviser til litteraturlisten, der kan ses på www.geologiskesevaerdigheder.dk

NKL: Efter at have læst bogen "Geologiske Seværdigheder" af Ib Marcussen og Troels V. Østergaard udgivet på Politikens Forlag, stod jeg tilbage med en række uafklarede spørgsmål vedrørende forfatterens udlægning af, hvad der skete i Danmark under sidste istid – Weichsel. Det undrede mig, at jeg som studerende med speciale i kvartærgeologi ved Geologisk Institut i Århus ikke havde fået kendskab til de nyeste forskningsresultater igennem undervisningen fra instituttets ansatte, som til dagligt forsker i klima og glacialgeologi. Bogens manglende henvisninger, som efter forfatterens opfattelse underbygger deres hypoteser, er udeladt. Derfor har jeg valgt at stille forfatterne til bogen følgende spørgsmål i håb om, at de vil uddybe og indvie den interesserede læser i hvilken ny forskning, som ligger bag forfatterens nedslagssteori.

IM: Jeg er glad for Nicolaj K. Larsens interesse, men må nok skuffe ham: Jeg kan næppe komme med mange litteraturhenvisninger, som han ikke kender. Problemet er, som jeg ser det, at man ikke har draget konsekvenserne af den megen nye viden, der er kommet til siden den klassiske tolkning af det danske istidslandskab blev kanoniseret med far og søn Milthers arbejder i første del af forrige århundrede. Det skal jeg prøve at illustrere i det følgende.

Jeg går ud fra, at NKL har forståelse for, at man i en bog, der henvender sig til lægfolk, ikke kan have hele det videnskabelige apparat med (hvilket i parentes bemærket ikke er ensbetydende med, at de



Det Skandinaviske Isskjolds maksimale udbredelse i slutningen af Mellenweichsel baseret på forskellige forfattere. Baggrunden for forløbet i den vestlige del af Nordsøen er beskrevet i teksten. Den stiplede linie angiver havens grænse om vinteren. (Grafik: Steen Frimodt)

grundlæggende hypoteser ikke har været publiceret i tidsskrifter med peer-review, se TVØs indlæg på foregående side).

Den tolkning af de glacialde dannelser, der fremlægges i bogen, tager udgangspunkt i landskabernes former. De er efter min mening en del af sedimentstrukturene, og som sådan afspejler de processerne og aflejningsmiljøet. Læseren kan bruge bogen med dens landskabsbeskrivelser til sammenligning og diskussion med andre beskrivelser, som de for eksempel kan læses i serien Geologisk set, der udsendes af Geografforlaget, eller på internettet www.naturnet.dk.

Ussings linie

NKL: Hvilke nye geologiske og geomorfologiske indikationer har forfatterne for, at Danmark var helt dækket med is i Weichsel, og at israndslinien skal placeres, hvor forfatterne foreslår det på s. 15 i bogen?

Da israndslinien ikke er stiplede, må israndslinien være baseret på observationer!

IM: Lad os vende spørgsmålet om: Hvad er beviserne for, at Vestjylland og dele af Nordsøen ikke var dækket af is i Weichsel? Da N.V.Ussing i 1903 (23) beskrev træk i landskabet i egnen omkring Viborg som "kun en Opholdslinie, hvor Isranden under Afsmeltningsperioden gjorde Holdt i længere Tid" (p.121), havde han åbenbart i tankerne, at gletscherne havde været længere mod vest og sydvest.

"Beviset" kom, da man vest for Ussings linie fandt eem-moser, der ikke var dækket af moræne (11). Men det er ikke noget særligt godt bevis. Dels findes der også eem-moser øst for linien, der ikke er morænedækkede, og dels kan en gletscher støde frem over et område uden så meget som at skade underlagets vegetation, som Ole Humlum har vist det på Svalbard (10).

Flere steder i Vestjyllands hedesletter er der dødishuller. Det peger på, at området har været isdækket under sidste nedisning. Ribbebakkerne med retningen NV-SØ fortsætter nogle steder ubrudt fra Østjylland ud på bakkeøerne (fx SØ for Ikast). Det peger ligeledes på, at området var isdækket.

Når man fra hedesletterne i vest bevæger sig mod øst kan sletterne uden afbrydelse følges langt på den anden side af Ussings linie. Den største forskel er, at der er flere dødishuller i øst, men det kan være et spørgsmål om sedimentationsforløbet. Når man på GEUS' jordartskort (20) angiver to forskellige farver, er det i virkeligheden misvisende, for der er ikke forskel på selve sedimentet på de to sider af Ussings linie.

Isskjoldets grænse i Nordsøen er tegnet med løs hånd i bogen. Den er tegnet fra den dal, der fortsætter Elbdalen ud på havbunden og til issøaflejringerne på Dogger Banke (8).

Et eller flere isfremstød?

NKL: *Hvilken ny klimaforskning har vist, at isen kun én gang bredte sig over Danmark i Weichsel?*

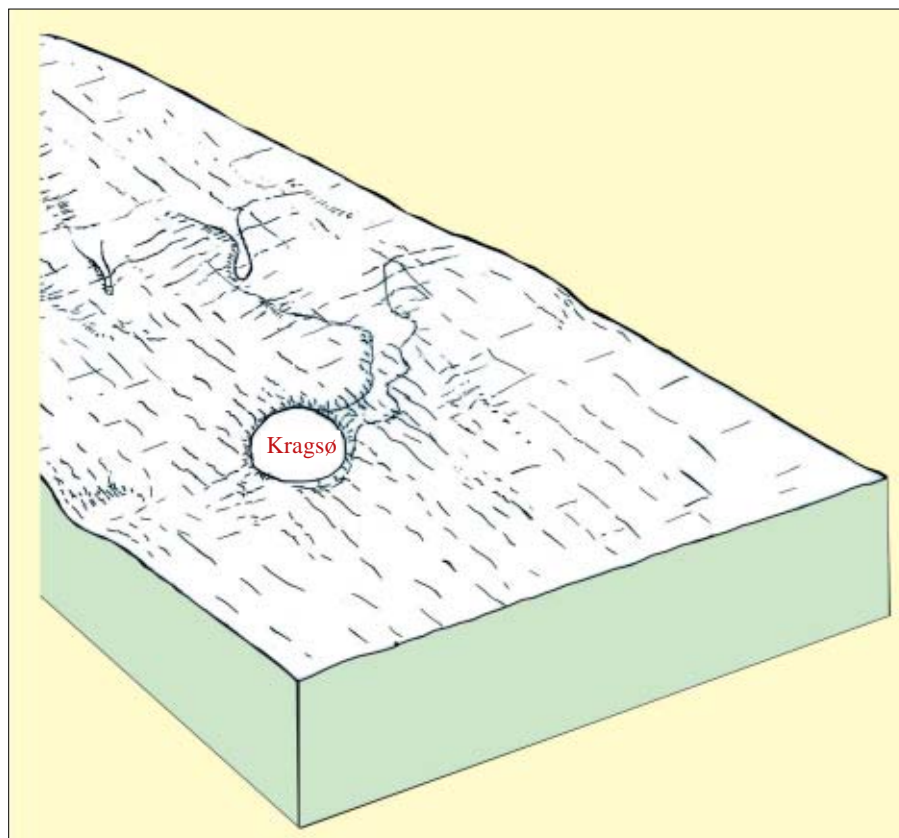
IM: De mange nye oplysninger om klimaets udvikling, som bl.a. borerne i det grønlandske isskjold har givet, viser to ting: At selve nedisningen kun var kortvarig – fra 20.000 år til 15.000 år før nu – og at temperaturstigningen efter kuldeperioden foregik meget hurtigt (fx 6).

Efter min opfattelse er 5.000 år ikke tid nok til fire isfremstød med mellemliggende afsmeltninger, og den hurtige temperaturstigning taler meget mere for en afsmeltning fra store områder samtidig – end for en afsmeltning fra kanten med mellemliggende nye fremstød.

Men det helt spændende er de forsøg på at sammentænke geomorfologi, klimatiske processer, gletscherdynamik og klimadata til "paleo-glaciologi" som Boulton og hans medarbejdere har gjort (4). I deres rekonstruktioner af forløbet i Weichsel vil de iagttagelser, der præsenteres i vores bog, tvangfrit kunne indpasses og resultere i en mere enkel model.

Om "ribbebakker"

NLK: *I bogen s.18 skriver forfatterne følgende: "I det nordlige Polen og det vestlige, centrale Canada og USA var forholdene under sidste nedisning næsten de samme som hos os. Den følgende beskrivelse af, hvad der sker, når et arktisk isskjold smelter, og hvordan landskaberne dannes, bygger da også på den nyeste forskning fra disse områder". På siderne 127-130 skriver forfatterne om aflange bakker på Fyn: "Retningen NV-SØ sætter et kraftigt præg på bakkerne i landskaberne på Fyn. I den nordøstlige del fremtræder retningen i de lave ribbebakker". Om dannelsen skriver forfatterne: "Et så enkelt system af bakker taler for, at dannel-*



Kragssø ved Karup ligger i en cirkulær lavning i hedesletten. Den 400 m brede lavning opstod, da begravet dødis smeltede bort. Smeltevandet løb bort i en lav rende mod nord og nordvest. En tilsvarende, men meget større lavning findes ved Herning, og i den ligger Sundsø. I de vestjyske hedesletter kan flere lignende, men ikke så veludviklede lavninger findes. Tilstedeværelsen af så store klumper af is er et stærkt indicium for, at gletscherisen var i Vestjylland under weichsel nedisningen. (Grafik: IM)

sen også har været enkel. Dette system vil man få, hvis man antager, at landskabet på Fyn er dannet, ved at et isskjold fra nord-øst er flydt ind over området og dækket hele øen". Den gængse opfattelse er, at disse aflange bakker – de såkaldte drumlins, er dannet ved, at den ungbaltiske isstrøm overskred, eroderede og dermed formede bakkerne fra SØ (se GeologiskNyt 97/2 og Larsen, G., 2002). Når forfatterne skriver, at disse "ribbebakker" er dannet ved, at isskjoldet bredte sig fra NØ og dermed vinkelret på langsaksen af de aflange bakker, så må det samme vel gælde i Canada og USA, idet forfatterens model netop tager udgangspunkt i disse områder. Det vil betyde, at N-S-orienterede drumlins, som fx findes i tusindtal i Ontario i Canada og i staten New York i USA, blev dannet af et isskjold, der bredte sig fra Atlanterhavet og vestover! Hvilken ny forskning støtter en sådan dannelsesteori af drumlins?

IM: Vi har i bogen brugt ordet "ribbebakker" til at beskrive de lave, aflange bakker, der giver landskabet i store dele af Danmark en fremtrædende lineation i retningen nordvest-sydøst. Jeg mener ikke, at det er drumlins – de er for uregelmæssige og har ofte flere toppunkter, hvor drumlins normalt har én top i stødsiden af bakken. Et andet karakteristisk træk ved de danske ribbebakker er de bakker, der ligger på tværs og hyppigst på sydvestsiden. Disse

bakker har nogenlunde samme udseende som ribbebakkerne, men er ofte kortere og forekommer ikke nær så hyppigt. "Tværbakkerne" hænger ofte sammen med ribbebakkerne, og det er derfor nærliggende at antage at de er opstået i samme dannelsesforløb. På Fyn ligger de dog isolerede i Årslev-Ringe området. Ribbebakker og "tværbakker" står vinkelret på hinanden og forekommer på Fyn med henholdsvis 61 og 15 % af alle aflange bakker på Fyn. Det skitserede mønster er ikke beskrevet fra nogen drumlinfelter.

Johnson et al. (12) har beskrevet lignende rygge fra Wisconsin, USA, og søger forklaringen på deres dannelse i de fysiske forhold, der herskede i isen. I nærheden af isens rand kan isens temperatur ved bunden være lavere end tryksmeltepunktet, selvom den længere inde under isen kan være højere. Ved isens bevægelse vil der derfor kunne opstå kompressiv flydning i randzonen, og det vil kunne medføre overskydninger i isen. Ved sådanne bevægelser vil der kunne bringes betydelige mængder af klastisk materiale fra isens underlag op i isen. Også ved isens bund vil store mængder af underlaget kunne indefrysnes i den. Der kan være så store mængder, at man knap tror, det er en del af gletscherisen, når man ser den i for eksempel siden af en erosionsrende. Materialet, der er bragt op i shearplaner i isen, vil danne usymmetriske bakker såfremt bortsmeltningen forløber

langsomt og uden forstyrrelser af sedimenterne, hvad der sikkert er usædvanligt. Nogle få bakker af denne type er dog fundet bl.a. ved Saksøbing.

Den hurtige stigning af temperaturen hen mod slutningen af nedisningen har forårsaget, at betydelige områder efterhånden blev præget af store mængder af smeltvand og i en stigende grad af frismeltede sedimente. Der opstod, hvad man kunne betegne som et kolossalt sedimentologisk laboratorium. I litteraturen findes flere beskrivelser og tolkninger af sådanne aflejringer, deres sedimente og de landskabsformer, de danner (17, 18,19,25).

Dislocerede klinter

NKL: Ved Lønstrup Klint beskriver forfatterne, at de stakkede flager, som hælder mod nord, er dannet ved, at NØ-isen har overskredet området – en opfattelse, der er bred opbakning omkring (se bl.a. Andersen og Sjørring, 1992). Ved Ristinge Klint på Langeland og adskillige andre steder på Fyn hælder flagerne mod sydøst, hvilket indikerer, at isen overskred området fra sydøst, hvis man bruger samme analogi som ved Lønstrup Klint. Andre former for retningsgivende elementer som folder og orienteringen af aflange sten (fabric) indikerer ligeledes, at isskjoldet bredte sig over Fyn og øerne fra sydøst (GeologiskNyt 97/2). Forfatterne tolker derimod de glacialtektoniske deformationer på Fyn og øerne som et resultat af isoverskridelse fra nord gennem Storebælt (s. 138). Hvad ligger til grund for, at forfatterne tolker retningsgivende elementer i Nordjylland og på Fyn forskelligt?

IM: I det vestlige Vendsyssel er der et klart sammenfald mellem orienteringen af bakker i landskabet og orienteringen af de opskudte flager, der ses i Lønstrup Klint. Ved Ristinge Klint på Langeland og i de omgivende områder er forholdene mere komplekse. For eksempel er der ikke sammenfald mellem Ristinge halvøens længdeakse og den retning, som trykket (22), der har forårsaget opskydningerne, har haft. Der er en forskel på omkring 40°. Der er ikke noget enkelt mønster i landskabet og opskydningerne, som det er tilfældet i Vendsyssel, og derfor antages dannelseshistorien heller ikke at være enkel. Yderligere undersøgelser er påkrævede.

I den konventionelle tolkning af de danske dislocerede klinter antager man, at trykretningen er lig med gletscherens bevægelsesretning, men det behøver ikke at være tilfældet. Som det for eksempel ses på store gletschere i Alaska kan der være afvigelser ikke blot langs randen, men også længere tilbage.

Når tilstrømningen af is fra akkumulationsområdet formindskes eller ophører, kan der opstå lokale bevægelser i isen, der kan være uafhængige af det generelle bevægelsesmønster. Dette gælder antageligt i

Den debrisdækkede Longyearbræ på Svalbard. Er det i sådan et miljø, man skal finde modellerne for, hvordan det danske istidslandskab er dannet? (Foto: Ole Humlum)



særlig grad, hvis gletschere under smeltning disintegrerer i mindre ismasser. De kaldes på dansk dødis, men det er en uheldig betegnelse, fordi isen netop ikke behøver at være “død”, men stadig kan flyde.

Fra undersøgelser ved recente gletschere (fx (3)) er det beskrevet, at der ikke blot findes store variationer i sedimenterne, men også i de strukturer lagene udviser. Det ville vel være et naturligt spørgsmål at stille, om ikke ændringerne af lejringsforholdene i disse udelukkende glacialt dannede kunne være resultat af lokale isbevægelser, og om disse sekvenser havde sammenhæng med isens smeltning.

Erratiske blokke

NKL: Hvorfor finder man erratiske blokke (se fx GeologiskNyt 97/1 og 97/3), som stammer fra de inderste dele af Østersøen i danske moræneaflejringer, hvis ikke isen bredte sig fra SØ gennem Østersøen og henover dele af det danske land? De kan vel ikke være transporteret i isbjerge, som forfatterne nævner som en mulighed (s. 31 og 126), eftersom havniveauet under sidste istid var 100-120 m lavere end i dag, og Østersøen dermed var tørlagt? Fluvial transport kan vel heller ikke komme på tale, når det drejer sig om store sten og blokke?

IM: Den relativt store andel af fjerntransporterede sten og blokke i de danske glacialt aflejringer er i virkeligheden en anomali, som kræver en forklaring. Der er for nylig i Canada lavet en undersøgelse, der kaster et interessant lys over det spørgsmål. Ved den kunne man vise, at næsten alle

blokke i de glacialt sedimente var lokale, kun 12 % af stenene var flyttet mere end 2-5 km af isen (5). Tilsvarende forhold har man kunnet vise både i Sverige og i Pennsylvania, USA.

Hyppigheden af en given bjergart i de glacialt aflejringer falder eksponentielt med afstanden fra lokaliteten, hvor den findes faststående dels på grund af “fortynding”, dels på grund af nedknusning. Da det har vist sig, at stenene ofte har en størrelse svarende til forkløftningen i udgangsbjergarten, må vi søge efter en form for transport, der er “gratis” altså uden abrasion og uden at de helt bliver borte i mængden af lokalt materiale. En mulighed er transport med isbjerge

Svagheden i den forklaring er selvfølgelig, at vi ikke har spor efter de havområder, isbjergene skulle have sejlet i – bortset fra Skærumhedeområdet, som vi ved dækkede det nordlige Jylland og Nordsjælland uafbrudt fra Eem frem til slutningen af Mellemweichsel. Men det er mere end sandsynligt, at Østersøen også har eksisteret i en eller anden form i det tidsrum. Det var jo først, da nedisningen for alvor satte ind i den sene del af Mellemweichsel, at vandstanden i havene faldt.

Nu har klimaet i Kvartær været meget skiftende med formentlig omkring 20 lange kuldeperioder afbrudt af kortere varmere tidsafsnit. I de lange kuldeperioder og i hvert fald ved begyndelsen af hver nedisning må man forestille sig, at gletschere har bredt sig fra de højt beliggende dele af Skandinavien ned mod de lavere liggende områder. Når isranden nåede frem til en

kyst – og det var først med nedisningerne i slutningen af kuldeperioderne, at havenes vandstand blev lav – var der mulighed for dannelse af isbjerger og dermed videre udbredelse af det indefrosne materiale.

Den skitserede situation kan være indtruffet adskillige gange, så stenene behøver ikke at være kommet hertil i ét hug. Der har været rig lejlighed til omlejring og flytning af stenmaterialet.

En anden mulighed for transport af stenene, der har været fremført, kan have været begrænsede isstrømme som for eksempel gennem Østesøen (2). Det kan forklare forekomster i mindre områder, men det synes vanskeligere at forklare den store spredning.

Moræneflader

NKL: Forfatterne skriver, at størstedelen af morænefladerne i Danmark er afsat som flow tills eller mudderstrømme (fx s. 122).

Hvilken ny forskning viser, at flow tills danner moræneflader med regionalt omfang (på størrelse med Danmark)? Og hvordan forklares den ensrettede og regionale fabric (se fx Larsen og Kronborg, 1994)? Hvordan forklares de brolægninger eller enkeltstående sten med skurestriber, som man fx finder på Fyn, og som viser striationer, der stryger SØ-NV (GeologiskNyt, 1997/3)?



De fjerntransporterede sten er et problem, og det gælder ikke mindst de store vandreblokke. De kan næppe have ligget oven på en gletscher – for hvordan skulle de være kommet derop? Og de kan næppe heller være transporteret inde i isen, for der knuses stenene, og vandreblokkene viser ikke tegn på knusning. Dammestenen er blankpoleret. Det tyder på, at den har været slidt i vand, selvom der skal en voldsom smeltevandsstrøm til at flytte så stor en sten – også selvom den har haft "svømmebælte af is". (Foto: TVØ)

IM: Man skal ikke lade sig forlede af den udbredte brune farve på jordartskortet (20) til at tro, at størstedelen af Danmarks glaciære aflejringer er moræneler. Faktisk består de i overvejende grad af smeltevands-sedimenter, og blandt dem er smeltevands-sand, det hyppigst forekommende. I Øst-danmark er op til mellem 70 og 80 % smeltevands-sediment, men lokalt kan der være store forskelle.

Den store andel af smeltevands-sedimenter fremgår af basisdata kortene fra GEUS, der viser resultaterne fra borer, og det bekræftes af mine egne iagttagelser gennem et langt liv som geolog. Jeg har bl.a. gået hele vejen fra Esbjerg til København i udgravningen til naturgasledningen og beskrevet sedimenterne meter for meter (23).

En anden ting, der har slået mig, både i udgravningen til naturgasledningen og i forbindelse med almindelig kartering rundt om i landet, er den uhyre kompleksitet i sedimenterne, der kan skifte karakter inden for få meter eller ti-meter. Dette mosaikbillede kan det være vanskeligt at tegne på et almindeligt topografisk kort.

Hverken det, at smeltevands-sedimenter dominerer eller sedimenternes kompleksitet, harmonerer med den klassiske tolkning af morænefladerne som bundtill. Begge dele harmonerer derimod fint med en genese som flodslette ("isflodslette") oven på en smeltende, debrisfyldt is, hvor man netop ser (på Svalbard fx) et meget omskifteligt miljø.

Et karakteristisk træk ved isflodsletterne er de mange lavninger og huller. I litteraturen er de kun omtalt som dødishuller. Der findes huller, der er 20 meter dybe og har stejle sider. Hvis sletten skal være en

moræneflade, der er dannet som bundmoræne som efter den traditionelle tolkning, mangler der en forklaring på, hvorledes klumperne af is er kommet så dybt ned. På Koldingegnen fx viste udgravningerne til naturgasledningen, at "morænefladerne" her består af fluvialt sand og flydetill, som det er typisk for isflodsletter. Det var da nærliggende at slutte, at hullerne var udtryk for manglende sedimentation, fordi en isklump havde optaget pladsen.

Fra dødishullerne fører snævre dale ud mod lavereliggende områder. I udgravningen kunne man se, at de snævre dale var eroderet i smeltevands-sedimenterne. Den nærliggende tolkning er, at vandet kom fra den smeltende isklump. (15).

Lukkede huller og lavninger, der kun med en snæver rende åbner sig mod et omgivende, lavereliggende terræn, er meget udbredte i de glaciære landskaber overalt i Danmark. I nogle, der i dag er søer eller moser, har det ved hjælp af pollenanalyser kunnet vises, hvornår dødisen smeltede bort, og områderne blev præget af fugtig bund og senere en sø. I 1912 beskrev Hartz (9) denne udvikling for en sø i Nordsjælland, hvor isklumpen smeltede i det varmere Allerød-afsnit (12.000 år før nu). En meget større forekomst er beskrevet fra Tinglev Sø (1), hvor søen først udviklede sig i begyndelsen af borealperioden (10.000 år før nu). I begge situationer har den begravede dødise været tynd, næppe over 10 meter.

I Avnsø i det centrale Sjælland har Bent Aaby (Københavns Universitet) og hans medarbejdere fundet, at udviklingen af søen først begyndte i præboreal-perioden (21) (11.000 år før nu). Isens tykkelse synes

BRONDBORINGSFIRMAET BRØKER I.S.

Kontor og værksted: Telefon 59 44 04 06
Spånnebæk 7, 4300 Holbæk.

Fax 59 44 69 00

Thomas Brøker, privat 59 44 08 71
Bil 21 42 38 71

Henrik Brøker, privat 59 43 09 94
Bil 23 34 77 01



VORT SPECIALE ER:

BRONDBORING, rotations- og tørboring.

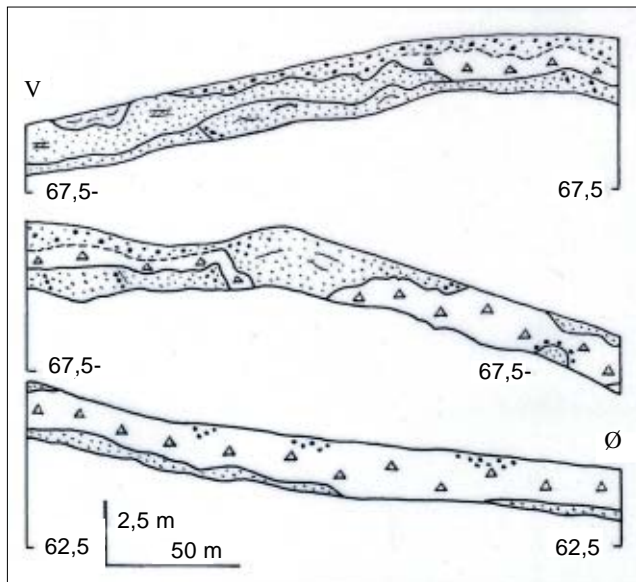
MILJØBORING, hulsneglsboring med kærneprøveudtagning.

REGENERERING af borer.

PRØVEPUMPNING af borer og kildepladsundersøgelser med avanceret elektronisk udstyr og EDB-behandling.

Vi forhandler GRUNDFOS pumper og vort veludstyrede værksted renoverer Grundfos' vandværkspumper.

Vi leverer og monterer underjordiske GLASFIBERPUMPEBRØNDE af eget fabrikat med udstyr i rustfrit stål tilpasset de aktuelle dimensioner.



Profil gennem isflodsletten 4 kilometer vest for Egtved. Optegnet i udgravningen til olierørledningen fra Nordsøen til Fredericia af C. Sønderkov. Profilet viser, hvor meget sedimenterne varierer i en såkaldt "moræneflade". Lagdelt sand (prikket) udgør en stor del, hvilket viser, at smeltevand må have været dominerende i aflejringsmiljøet. Lagene af till (trekanter) tolkes derfor simplest som flydetill. (Grafik: IM)

her at have været mellem 25 og 30 meter.

Spørgsmålet om brolægninger er lidt mere kompliceret. På Nordfyn kan der i flere grusgrave findes horisonter af store sten, der har skurestriber på overfladen. I udgravningerne til skibsværftet på Lindø blev der fundet 4 horisonter af disse brolægninger. I de fleste tilfælde ligger brolægningen i toppen af et sandlag under et lag af till. Tillen tolkes da traditionelt som en bundtill, og skurestriberne som opstået ved isens bevægelse. Der er ikke publiceret beskrivelser af sedimenterne og deres lejringsforhold, men fra Sigurd Hansens undersøgelser af brolægningen ved Åsum findes et foto, som jeg har gengivet (14). Tillen over brolægningen er tydelig lagdelt og ligger i ensartede folder, der kan tolkes som opstået ved udskridning. Tillen har jeg derfor tolket som flydetill.

Særligt interessante bliver brolægningerne, når der ligger lagdelte smeltevandsaflejringer både over og under. Det er vanskeligt at forstå denne indlejrning i smeltevandsaflejringer, hvis skuremærkerne skulle være dannet af gletscheris. Det synspunkt er fremført (13), at den overliggende till er blevet borteroderet. Det virker ikke særligt overbevisende, men er vanskeligt at tage stilling til uden beskrivelse af lejringsforholdene.

Når retningen af skurestriberne under den øverstliggende till er parallel med retningen af de aflange bakker kan det tyde på, at der er en sammenhæng i deres dannelse. Men med de hidtil næsten uoplyste lejringsforhold er en tolkning ikke mulig, og jeg opfordrer til, at de interessante brolægninger undersøges ud fra en sedimentologisk synsvinkel og ikke kun for at få lagene til at passe til en på forhånd given glacialstratigrafi.

Bundtill og flydetill

NKL: *Hvilken ny forskning viser, at bundtills ikke kan have en lav styrke? Afhænger det ikke af porevandstrykket under gletscheren, da tillen blev afsat? Forfatterne afviser godt nok, at porevandet i sedimenterne under en gletscher eller under et iskjold kan komme under tryk (s. 26-27), men hvilke nye undersøgelser underbygger denne påstand?*

IM: Det væsentlige her er ikke spørgsmålet om porevandstryk. Det centrale spørgsmål her er, hvordan man ser forskel på bundtill og flydetill. I mit arbejde har jeg i hovedsagen holdt mig til de traditionelle sedimentologiske metoder. Et lag af till, der ligger i nær tilknytning til fluviale sediment, hvis undergrænse er konform med lagdelingen i sedimenterne under det, og som er lamineret i større eller mindre grad, anser jeg for en flydetill (16).

Flydetill er som oftest "slapt" og minder slet ikke i mekanisk styrke om morænen fx på Lolland. En geoteknisk undersøgelse udført af Keld Gormsen (se 16) viste, at till'en havde været belastet med, hvad der svarer til 600 m is. Der kan næppe være tvivl om, at det er en ægte bundtill. NKL har ret i, at man ikke nødvendigvis kan slutte omvendt.

I den klassiske tolkning sættes moræne lig bundmoræne. Som nævnt består en meget stor del af sedimentet i morænefladerne af fluviale sediment. I dem indgår lag af flydetill som en naturlig del. Man kan komme meget på vildspor, hvis man ukritisk anser al till for bundtill.

Litteraturlisten kan findes på www.geologiskesevaerdigheder.dk, der også er åben for en fortsat debat om emnet ■

Bøger ...

Nyheder!

Geologisk set Fyn og Øerne

Forfatter: geolog Gunnar Larsen, Fyns Amt

Nu er Fyn og de fynske øer også dækket i denne værdifulde håndbogsserie, som beskriver lokaliteter af national geologisk interesse.

144 sider, fuldt farveillustreret. 225 kr.

Serien omfatter desuden:

Det nordlige Jylland. 208 s. 200 kr.

Det mellemste Jylland. 272 s. 275 kr.

Bornholm. 208 s. 200 kr.

Danske landskaber – billedatlas

Forfattere: Knud Binzer og Ib Marcussen

Fotos: Peter Warna-Moors

En flot bog, som i smukke fotos og en let tilgængelig tekst beskriver de danske landskabstyper.

Se anmeldelsen i *Geologisk Nyt* 1/2002. 80 sider. Indbundet. 125 kr.

Bogen er udgivet af *GEUS*, og forhandles kun af *Geografforlaget*.

Djurslands Geologi

Forfattere: Stig A. Schack Pedersen

og Kaj Strand Petersen

Omfattende bog om Djurslands geologiske historie.

Med bilag: Stort geologisk kort, 1:50.000.

Fuldt farveillustreret med fotos, detajlkort og instruktive tegninger.

Indbundet. 225 kr.



GEOGRAFFORLAGET
5464 BRENDERUP · 6344 1683

... fra GEOGRAFFORLAGET