



De vestjyske bakkeøer, der består af materiale fra før den sidste istid, indeholder, som det er beskrevet inde i bladet, en lang række forskellige moræneaflejringer (tills). Det er kun ganske få steder langs den jyske vestkyst, at der er naturlige snit i bakkeøerne, hvorfor man for det meste er henvist til at undersøge materialerne i råstofgravene. Her får man (naturligvis) et andet indtryk af sammensætningen i bakkeøerne. De indeholder stedvis partier af sand og grus, og som det ses på billedet herover, er det ikke blot 'småklatter', der er tale om.

Steen Sjørring



HEROVER SES RESTERNE AF ET PODZOLPROFIL AF KVARTÆR ALDER UDVIKLET I TOPPEN AF TERTIÆRT SAND I VESTJYLLAND. I DENNE LANDSDEL KAN MAN ISÆR STUDERE FORHOLDENE UNDER DE TIDLIGERE ISTIDER, OG VARV BRINGER I DETTE NUMMER EN STATUS OVER, HVOR LANGT MAN ER NÆT.

EN AF METODERNE TIL AT KORRELERE GLACIALE AFLEJRINGER FRA STED TIL STED ER FINGERSTÆLLINGER. VARV FORTÆLLER, HVORDAN DE UDFØRES, SÅ MAN SELV KAN PRØVE.

APROPOS PODZOLPROFILER ER DER FUNDET ET NYT FOSSILT EKSEMPLAR I ØSTJYLLAND. VARV BRINGER EN BESKRIVELSE OG OPRIDSER PROBLEMERNE MED TOLKNINGEN AF FORHOLDENE.

Det nye KORT OVER DEN DANSKE UNDERGRUND, der var vist på forsiden af sidste nummer, sælges året ud til introduktionspris:

Priser:

I Danmark	125 kr incl. forsendelse
I Norden	130 kr incl. forsendelse
I Europa	160 kr incl. forsendelse
Øvrige udland	180 kr incl. forsendelse

GEOLOGISK SET – DET NORDLIGE JYLLAND, der blev omtalt i sidste nummer af VARV, kan nu også bestilles hos VARV. Pris: 175 kr plus forsendelse.



Adresse: Tidsskriftet VARV, Geologisk Institut, Øster Voldgade 10, 1350 København K. Telefon: 33 11 22 32, Telefax: 33 11 46 37.

Telefoniske bestillinger og forespørgsler kan rettes til: Svend Pedersen og Steen Sjørring på ovenstående telefonnummer.

Skriftlige henvendelser og bestillinger ekspederes snarest muligt.

Redaktion: Svend Pedersen (ansvarshavende), Asger Berthelsen, Jens Konnerup-Madsen, Lena Madsen og Steen Sjørring.

Renskrift
og montage: Steen Sjørring

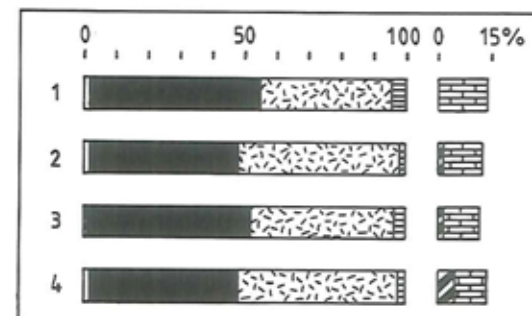
Repro: Tecno Color a/s, Esbjerg

Tryk: Johnsen+Johnsen a/s, København

VARV udkommer fire gange årligt. Prisen er 80 kr i abonnement for 1992. Abonnement tegnes ved at indsende beløbet til VARV, postgiro 9 06 88 80, eller 80 SEK til VARVs svenske postgirokonto: 4388-5.

Adresseændringer bedes meddelt VARV!

© 1992 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kan kun ske efter aftale.



Figur 7. Fingrusanalyser (i fraktionen 3-5 mm) af grusbånd i det diskordante sand (prøve 1-2) og i det nedre sand (prøve 3-4) udført efter metoden beskrevet tidligere i dette nummer af VARV. Kvarts (hvid), flint (sort), krystalline bjergarter (små streger), kalkfrie sedimente (vandret skravering), palæozoiske kalksten (skrå skravering) og kretassiske og tertiære kalksten (murstenssignatur).

Med det nuværende kendskab til marine aflejringer i denne del af Danmark kunne de omljrede muslingeskaller enten stamme fra marine Holstein aflejringer, tidlig-mellem Weichsel- eller sen Weichsel aflejringer.

Er sandet ved Helberskov profilet forstyrret af en isoverskridelse, er skallerne næppe af sen Weichsel alder, og tilbage bliver da Holstein (ca. 250.000 år gamle) eller tidlig-mellem Weichsel (mellem ca. 100.000 og 35.000 år).

Som det fremgår af teksten, er der endnu mange uløste problemer omkring det fossile jordbundsprofils geologiske historie, og de præsenterede data er derfor kun at betragte som foreløbige. Geologerne vil arbejde videre med problemerne omkring Helberskov profilet. Fossile jordbundshorisonter er meget spændende, og kan de dateres, giver de værdifulde oplysninger om det fortidige klima og miljø.

Som antydnet ovenfor er geologerne interesseret i oplysninger om fossile jordbundsprofiler. VARV modtager gerne oplysninger om sådanne, og om muligt med foto eller skitse, som returneres.

Redaktionen vil så sørge for, at oplysningerne går videre til de interesserede parter.

Sten- og fingrustællinger

af Steen Sjørring

I forbindelse med den geologiske kortlægning af Danmark begyndte man allerede omkring århundredeskiftet at foretage stentællinger specielt i moræner (till). Formålet hermed var dels at karakterisere den enhed, som tællingen blev udført i, og dels at kunne knytte enheder fra forskellige lokaliteter sammen på grundlag af ens eller næsten ens stenindhold.

Udgangspunktet for sådanne tællinger er, at det moræneler, som en is afsætter, afspejler den rute, som den transporterende is har fulgt. En moræneler kan således kun indeholde f. eks. røde sandsten, hvis isen på sin vej har passeret enten en forekomst af røde sandsten (primær kilde) eller en aflejring, der på en eller anden måde har fået et vist indhold af røde sandsten (sekundær kilde). Til gengæld må man være opmærksom på, at is udmærket kan passere et område med røde sandsten, uden der optages sandsten. En (eller flere) manglende komponent(er) kan derfor ikke uden videre bruges som indicium for (en anden) transportrute.

De ældre danske tællinger blev normalt foretaget på sten fra 10 kg moræner. Leret blev vasket igennem en sigte, og sten større end 6 mm blev taget fra, sorteret og talt. Antallet af sten i 10 kg moræner varierer kraftigt, fra under 100 sten til op mod 1000, men almindeligvis er der mellem 150 og 300 sten større end 6 mm. I forbindelse med mange af tællingerne har man også vejlet de sten, der skulle tælles, og her har der normalt været mellem 100 og 500 gram. Stenindholdet udgør altså mellem 1 og 5% af en prøves vægt.

Oftest er stenene inddelt i følgende grupper:

- Eruptiver og krystallinske skifre
- Sandsten, hårde
- Sandsten, løsere
- Lerskifer
- Kalksten, palæozoiske
- Kalksten, kretassiske
- Flint
- Tertiære bjergarter
- Forskelligt og ubestemt

Efter tællingerne omregnes antallet af sten til procent, så de enkelte tællinger er sammenlignelige. Mange af de udførte tællinger kan findes i kortbladsbeskrivelserne til de geologiske kort over Danmark (Danmarks Geologiske Undersøgelser, 1. Række).

(1) Såfremt jordbundsdannelsen oprindelig fandt sted på en vandret overflade, kan den nuværende hældning forklares ved, at lagene er blevet forstyrret af en senere isoverskridelse. Sandet, der overlejrer den fossile jordbund kan eventuelt være afsat af smeltevand fra den fremrykkende is. Under isoverskridelsen blev lagene skubbet til deres nuværende position, hvorefter det diskordante sand blev afsat ovenpå den forstyrrede lagserie. Herved bliver det dog vanskeligt at forklare, hvordan strukturerne ('sandlinserne' og det netlignende mønster) i sandet under den fossile jordbund opstod med en vinkel på 20-30° i forhold til jordbunden og de underliggende lag.

(2) Hvis jordbundsdannelsen fandt sted på en hældende overflade, skulle lagene inden da vippes til den sydøstlige hældning. Dette kunne eventuelt være forårsaget af underliggende (eller omkringliggende) is (dødis?), som ved bortsmeltning har fået lagene under diskordansen til at synke ned i sydøstlig retning, inden jordbundsudviklingen fandt sted. Herved får man problemer med at få det sand, der overlejrer jordbunden, 'lagt på' med samme hældning som denne – med mindre der er tale om flyvesand.

Det diskordante sand med grusbåndene er i så fald aflejret efter denne 'pålægning' af sandet over jordbunden.



Figur 6. Belastningsstrukturer med enkelte små 'sæk- og pude'-strukturer på diskordansfladen mellem den nedre lagserie og det øvre (smeltevands?) sand.

	600 m Ø. f. Knudsbøl.	1 km S. f. Jordrup.	N. f. Ure By.	Præstikjær, Brørup.	Norbølling.	Mergelgrav, 1 km Nord for Brørup Station.					
						Mergelen 2 m over Underkanten.			Sandet/Moræne under Mergelen.		
						Vestligst.	Midtst.	Østligst.	Vestligst.	Midtst.	Østligst.
Prøvens Vægt i kg.....	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Stenenes Vægt i Gram.....	196	296	228	190	519	50	37	100	291	340	295
— Antal.....	138	168	182	176	239	37	43	53	178	216	191
Deraf i Procent efter Antal:											
Eruptiver og krystallinske Skifre	24.6	34.5	24.2	31.8	26.0	21.6	13.9	28.3	55.0	37.5	34.0
Sandsten, haard.....	12.3	12.5	12.2	6.3	6.0	13.5	23.2	11.3	11.8	11.6	10.5
—, løsere.....	1.5	1.8	0.5	2.8	2.9	0.0	2.3	0.0	1.1	4.6	3.1
Lerskifer.....	0.7	0.0	2.7	1.7	1.3	2.7	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0
Kalksten, palæozoiske	10.2	13.1	14.3	19.3	7.5	16.2	14.0	5.7	12.9	13.4	19.4
— fra Kridtformationen	16.7	10.1	20.3	11.9	12.5	24.4	16.3	26.4	6.2	11.6	6.3
Flint.....	34.0	25.0	25.3	18.8	40.2	21.6	28.0	28.3	12.4	21.3	22.0
Tertiære Bjergarter.....	0.0	3.0	0.0	5.7	2.9	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	1.6
Forskelligt og ubestemt.....	0.0	0.0	0.5	1.7	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Figur 1. Eksempler på stentællinger fra Brørup-egnen i Jylland. Efter V. Milthers: Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark, Kortbladet Bække. Danmarks Geologiske Undersøgelse, 1. Række, nr. 15. 1925.

Efter et par årtier, hvor tælleaktiviteten var stærkt nedsat, er tællinger igen blevet en meget benyttet glacialstratigrafisk metode, men nu oftest i en mindre kornstørrelse, så der er tale om tællinger i fingrusfraktionen, det vil sige mellem 2 og 4 mm eller mellem 3 og 5 mm (rent faktisk: 2.8–4.75 mm). En af årsagerne til at man har valgt en mindre fraktion er, at man så også kan få et tilstrækkeligt antal korn til en tælling fra mindre boreprøver, men det skal da ikke være nogen hemmelighed, at det også forekommer fordelagtigt, at kunne bære 2 prøver på hver 5 kg hjem i stedet for kun en på 10 kg. 5 kg moræneler svarer til en ikke for fyldt plastic-bærepose, og det er normalt tilstrækkeligt til en tælling i fingrusfraktionen. For at være på 'den statistisk set' sikre side, skal en fingrustælling helst omfatte 300 kalkfrie korn, hertil kommer så antallet af kalkkorn.

I så små kornstørrelser som mellem 2 og 5 mm vil der – i modsætning til i stentællingerne – ofte optræde monomineralske korn af kvarts, der kan være helt glasklare eller hvide, kantede eller stærkt afrundede. I figurstællinger skelner man normalt mellem følgende komponenter:

- Kvarts
- Flint
- Krystalline bjergarter
- Sandsten, kalkfrie
- Skifre, kalkfrie

1984/4) følger herover lyst sand med grusbånd og enkelte fragmenter af omlejrrede marine muslinger (færre end i det nedre sand). Strukturerne i sandet viser, at det er vandafsat, eventuelt af smeltevand fra en iskappe. Enkelte steder ses belastnings- og udglidningsstrukturer (ses også på fig. 6).

Øverst i profilet findes et tyndt lag flyvesand med jordbundsdannelse fra nutiden.

Grushorisonterne i sandet over og under den fossile jordbund er blevet undersøgt for fingrus (fraktionen 3-5 mm) (fig. 7). Det er ikke umiddelbart muligt at fastsætte alderen på dette grundlag, men i prøverne af det nedre grus er der observeret et vist indhold af (delvis 'rødne') palæozoiske kalksten, hvilket kunne tyde på



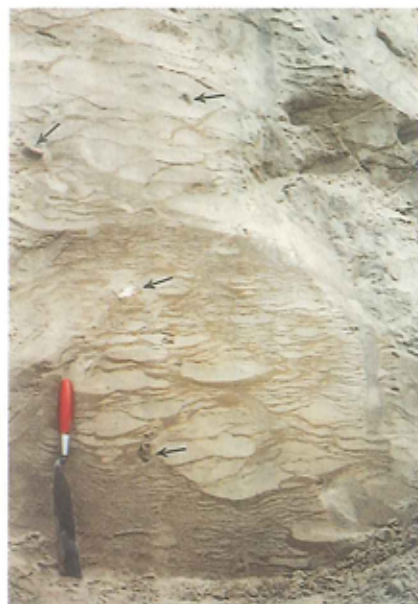
Figur 5. Den hældende fossile podzol-jordbund (grå), der skæres diskordant af det øvre (smeltevands?) sand. Øverst ses flyvesand med nutidig jordbundsdannelse.

et baltisk kildeområde – eller, at det strømmende vand har oparbejdet materialet fra en ældre baltisk præget till (moræneler) eller smeltevandsaflejring.

Indholdet af kretassiske og tertiære kalksten (en trediedel af kalkstenene er af skrivekridt) er størst i gruset over diskordansen. Grusprøvernes kalkfrie del minder meget om hinanden, men bedømt ud fra indholdet af kalksten, kan det ikke udelukkes, at vi har at gøre med aflejringer fra to forskellige tidsperioder.

Med undtagelse af 'sandlinserne' og det netlignende mønster hælder den fossile jordbund (og de øvrige lag under diskordansen) som nævnt 20-30° mod sydøst. Det er ikke ganske klart, om jordbunden 1) enten er udviklet på et tidspunkt, hvor den gamle overflade lå vandret og så siden er blevet forstyrret (ved istryk?) – eller 2) om den er udviklet på en hældende overflade. Begge modeller medfører dog visse tolkningsmæssige problemer.

gråligt, let sammenkittet sand med talrige tynde, mørke 'bånd', der danner et netlignende mønster (fig. 4). Begge typer strukturer udmærker sig ved at ligge nogenlunde horisontalt i forhold til de over- og underliggende, hældende sedimenter (fig. 3). Det er endnu usikkert, hvordan disse strukturer er opstået, og om de er primære eller sekundære. 'Sandlinserne' og det netlignende mønster er måske dannet ved vandundvigelse i en lagpakke, der oprindeligt var vandholdig og ustabil som følge af hurtig aflejring.



Spredt i sandet ligger der – helt umotiveret – op til 5 cm store sten (fig. 4). Idet sandet godt kunne minde om finkornet søsand, kan stenene, såfremt der er tale om en sødannelse, og at 'sandlinserne' er af primær oprindelse, måske være 'dropsten', der er tabt af flydende isflager.

Figur 4. 'Sandlinserne' (billedets nedre halvdel) og det netlignende mønster (billedets øvre halvdel) i sandet under den fossile jordbund. Pilene angiver spredtliggende sten.

En anden mulighed er, at de er transporteret til stedet af en vandstrøm med (meget) højt sedimentindhold og, at 'sandlinserne' og det netlignende mønster senere opstod som følge af vandundvigelse – ellers er deres tilstedeværelse lidt af en gåde.

Den fossile jordbundshorisont (fig. 5) er af podzoltypen og er udviklet i toppen af dette sand. Lige under jordbunden er strukturerne i sandet næsten udviskede af biologiske og kemiske processer i forbindelse med selve jordbundsdannelsen. Man kan dog stadig se, at jordbundens nuværende orientering danner en vinkel (på 20-30°) med de ovennævnte 'sandlinser' og det netlignende mønster.

Jordbunden hældes 20-30° mod sydøst, og den overlejres af lyst, lagdelt sand, der igennem det meste af profilet synes at ligge med samme hældning som jordbunden.

Adskilt af en tydelig diskordans med 'sæk- og pudestrukturer' (fig. 6) (VARV

Disse 5 hovedgrupper (kun 4, hvis sandsten og skifre regnes som en enkelt gruppe), udgør den kalkfrie og forvittrings stabile grundsum, som benyttes til udregning af komponenternes procentvise andel. Hertil kommer så palæozoiske kalksten i en gruppe og kretassiske og tertiære kalksten i en anden gruppe. Kalkstenene angives også i 'procent', men beregnet alene ud fra den kalkfrie grundsum, hvorved kalkstens-'procenterne' bliver noget forhøjede.

Det er væsentligt at holde de to grupper kalksten ude for sig selv, idet man da kan sammenligne kalkforvitrede prøvers forvittrings stabile komponenter med kalkholdige prøvers forvittrings stabile indhold. En ikke for gennemgribende forvitring influerer ikke synderligt på antal og indbyrdes andele af de kalkfrie korn.

Indholdet af kalkkorn er naturligvis også vigtigt, specielt de palæozoiske kalkkorn – hvis der er mange af dem – kan give et fingerpeg om, at morænen har et baltisk præg, altså med istransport gennem Østersøområdet. Der findes ganske vist palæozoiske aflejringer både i Oslo Fjord-området, ved Kinnekulle og i Skåne, men disse områder har tilsyneladende ikke ydet noget nævneværdigt bidrag til indholdet af palæozoiske kalksten i de danske moræneaflejringer.

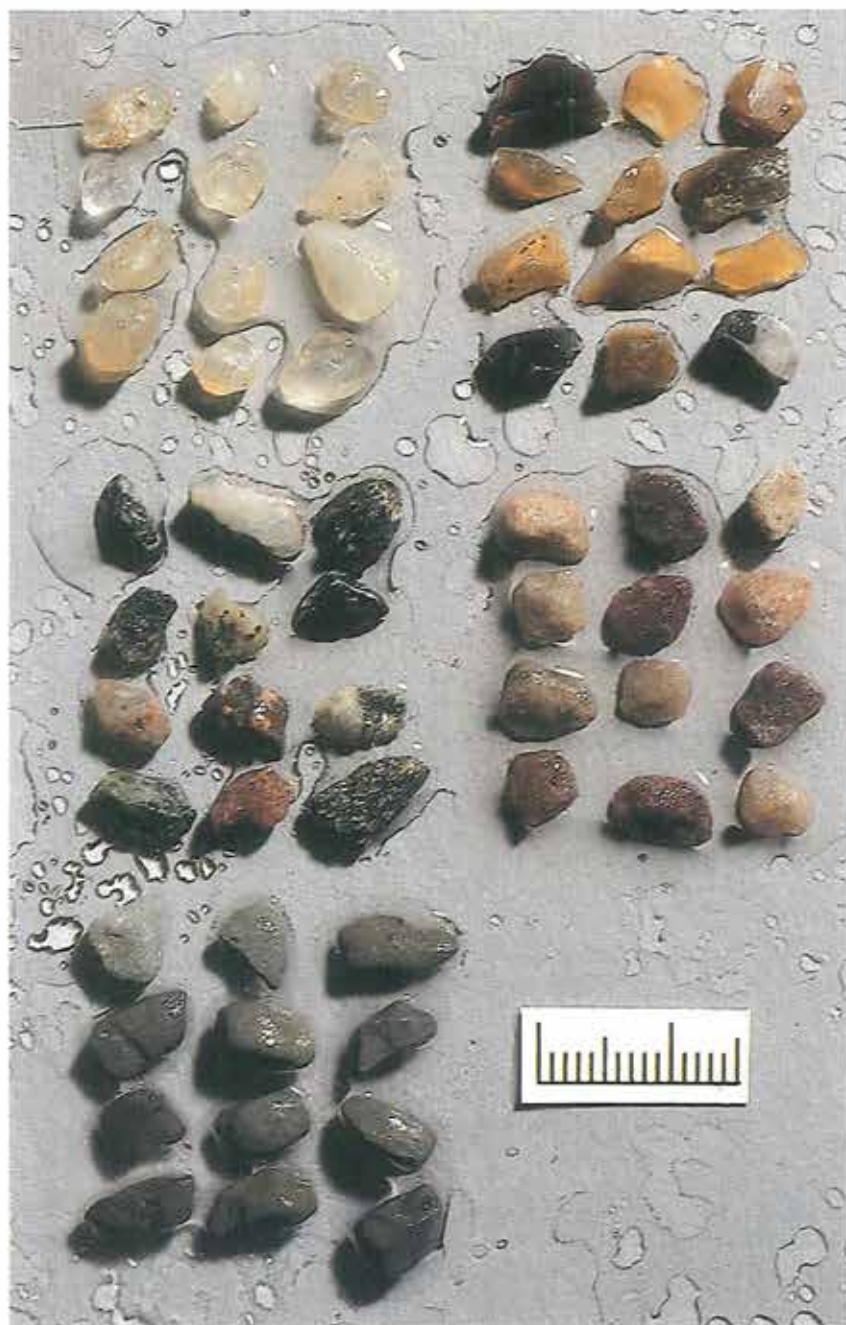
Man kan kun sjældent ud fra en enkelt prøve afgøre, hvilken speciel moræne (eller for så vidt smeltevandsaflejring), der er tale om, men undersøges flere enheder i samme profil, er der gode muligheder for at afgøre, hvilke enheder, der er mere eller mindre 'baltiske'. Dog er der visse generelle ledetråde, specielt for de ældre aflejringer.

Elster moræner afsat af is fra nord har ofte et højt indhold af kvarts (40%), mens Elster moræner afsat af en baltisk isstrøm har et lavt indhold af kvarts og flint (5-15%), men til gengæld et højt indhold af især røde palæozoiske kalksten. De tidlige moræner fra Saale istiden (Drenthe moræner) indeholder tit lige meget kvarts og flint (ca. 25%), mens den yngre moræne fra Saale (Warthe morænen) normalt indeholder 3-4 gange så meget flint som kvarts (ca. 5% kvarts og 20-25% flint), til gengæld har den et højt indhold af især grå og grønne palæozoiske kalksten og ofte et meget højt indhold af kretassiske kalksten, fortrinsvis skrivekridt-korn.

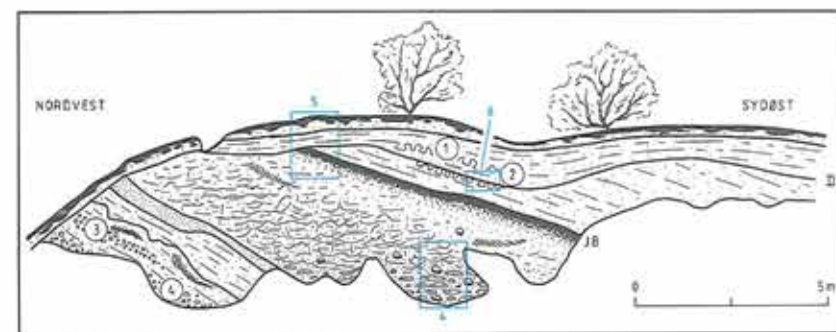
I morænerne fra den sidste istid (Weichsel) er der ikke de store variationer i den kalkfrie del, mens indholdet af palæozoiske kalksten varierer en del, men til gengæld er der her også store regionale forskelle, f.eks. indeholder kalkholdige moræner på Møn mange palæozoiske kalksten, uanset hvorfra isstrømmen er kommet, mens der er en tydelig forskel på baltiske contra ikke-baltiske moræner i Østjylland og på Fyn.

Hvordan gør man?

Prøver til fingerustællinger kan tages både i moræneler og i smeltevandsaflejringer. Efter hjemkomst er det en fordel at tørre morænelersprøver, en ganske almindelig ovn er egnet. Temperaturen bør ikke være over 100°, men er prøven



Figur 2. Oversigtsbillede af det lille profil med den fossile jordbund, der ses som et tyndt, mørkt hældende lag over billedets midte. Se figur 3 og teksten for videre forklaring.



Figur 3. Skematisk tegning af profilet i figur 2. 'JB' angiver den fossile jordbund, 'D' markerer diskordansen, cirkler angiver de steder, hvor der er udtaget prøver, og numrene svarer til prøvenumre for grusprøver i figur 7. De blå rammer angiver placeringen af detailbillederne i figur 4-6.

Det overlejres af sand, i hvis nedre, mørkere del ses iøjnefaldende 'linser' af lyst gråligt sand (fig. 4). Den mørke farve skyldes et lidt højere indhold af ler og silt samt finfordelt organisk materiale. Opad går aflejringen gradvis over i

En fossil jordbund i Østjylland

af Steen Sjørring og Søren Skibsted

Jordbundsdannelser fra nutiden kan ses i mange profiler over hele landet – en generel beskrivelse var i VARV 1992/1. Mindst lige så spændende er det dog, når man en sjælden gang finder fossile jordbundshorisonter fra ældre kvartære varmeperioder, hvoraf nogle tidligere har været omtalt i VARV 1979/1 og 4.

I denne sommer blev der således fundet et hidtil ubeskrevet fossilt jordbundsprofil ved Helberskov på nordsiden af Mariager Fjord (fig. 1). Profilet ligger i en nedlagt sand- og grusgrav i den sydvestlige side af den 24 meter høje bakke, Bjerget, der omgives af hævet havbund fra Stenalderen.



Figur 1. Oversigtskort, der viser placeringen af lokaliteten med den fossile jordbund (stjerne).

Ved første øjekast kunne man tro, at det var den oprindelige jordbundsoverflade, der i forbindelse med råstofudvindingen var blevet dækket af opgravet sand. Strukturene i de dækkende sandaflejringer ser imidlertid ud til at være af naturlig oprindelse, og der er desuden en tydelig jordbundsdannelse i den nuværende overflade. Profilet (fig. 2 og 3) har følgende opbygning:

Nederst til venstre ses lyst sand med grusbånd, krydslejringer og mange kalk- og flintsten. Det indeholder endvidere enkelte diffuse, mørke slirer med små plantestumper og – helt mod forventning – fragmenter af skaller af marine muslinger, især *Hiattella (Saxicava) arctica*, af hvilken der også blev fundet en hel skal. Denne musling kan leve under højarktiske, arktiske og boreale forhold, men her ved Helberskov ligger den sikkert på sekundært leje, det vil sige, at den er omlejret og egentlig ikke hører hjemme i sedimentet, der i øvrigt ligner smeltevandssand.

Adskilt af en ujævn grænse følger herover lyst sand og lag af brunligt, velsorteret, strukturløst finsand og silt, der minder om løss (vindaflejret silt (støv)).



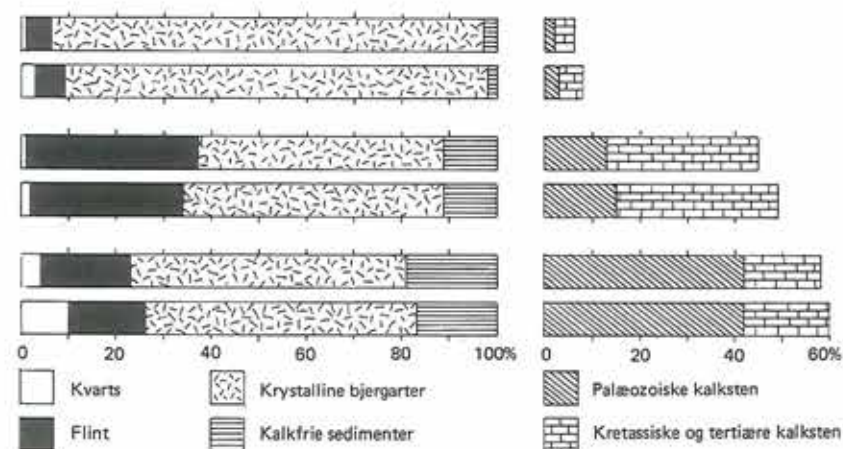
Figur 2. Eksempler på korn fra fingerstællinger. På venstre side ses de forvitningsstabile grupper, nemlig i de to øverste felter kvarts og flint, i de mellemste felter krystalline bjergarter og sandsten, og endelig i det nederste felt ler- og silt-skifre. Den indlagte målestok er 15 mm lang.

Herover (højre side) ses de forvitningsfølsomme korn. Øverst til venstre ses lidt gullige kalksten af Danien (Nedre Tertiær) alder, og til højre den hvide skrivekridt. I nederste række ses til venstre grå og grønne palæozoiske kalksten og til højre røde palæozoiske kalksten. Den indlagte målestok er 20 mm lang.

Stenene er blevet sprøjtet med vand, så farveforskellene træder tydeligere frem. Foto: Kevin Rafferty.

i forvejen brækket i mindre stykker, tager det heller ikke så lang tid. Herefter lægges den tørrede prøve i blød i en spand eller vaskefad, indtil prøven er blevet til 'mudder', så det er let at spule væk gennem en sigte. Originale sigter til kornstørrelsesanalyser er dyre, men man kan hos en del isenkræmmere få net med forskellige maskevidder, så man selv kan fremstille sine sigter (2–4 mm eller 3–5 mm).

Før man begynder at tælle, er det en god ide, at lægge gruset i en tynd saltsyreopløsning 5-10% i ganske kort tid, 15-30 sekunder, for at fjerne de lerhinder, der tit sidder på kornene og som gør identifikationen vanskeligere. Selve tællingen sker lettest under mikroskop med påfaldende lys og en ikke for stor forstørrelse, men en kraftig lup kan også bruges. Det er lettest at bestemme kornene, når de er våde, hvor farverne træder tydeligere frem. Kalkkornene kendes på, at de bruser (kraftigt) i fortyndet saltsyre (5-10%) - brug pincet. Hvide og lysegrå kalkkorn er for det meste kretassiske eller tertiære, mens grå, grønne, røde eller helt sorte kalkkorn for det meste er palæozoiske.



Figur 3. 3 sæt fingerstællinger i fraktionerne 3-5 mm (øverste søjler) og 2-4 mm (nederste søjler). Øverst ses tællinger fra Hundested (moræneler afsat af is fra nord), i midten tællinger fra Ristinge Klint på Langeland (moræneler afsat af is fra nordøst), og nederst tællinger også fra Ristinge Klint, men her fra en moræneler, der er aflejret af en is fra det baltiske område.

Som det ses, er der ikke stor forskel i disse tællinger mellem 3-5 og 2-4 mm fraktionerne, i den mindste fraktion er kvartsindholdet lidt højere og flintindholdet lidt lavere.



Figur 16. Den kridtrige Warthe till i egnen syd for Ribe. Mere end halvdelen af alle stenene udgøres af skrivekridt. Foto: Steen Sjørring.

Den endelige nedsmeltning af Saale isen ledsagedes af aflejring af fedt smeltevandsler (27 i fig. 3). Det optræder blandt andet langs østkysten af Sønderjylland, på Als og på øerne i det Sydfynske Øhav. Her kendes leret som 'det blanke ler', og det forårsager ofte store udglidninger i klinerne - f. eks. på Ærø.

På bakkeøerne blev mindre lavninger (og dødishuller i Sydvestjylland) delvis opfyldt med varvigt smeltevandsler og flydejord, og i den efterfølgende Eem mellemistid omdannedes nogle af disse lavninger til søer. Et særligt eksempel herpå er den lille Solse mellem Ringkøbing og Herning (se fig. 1), der er Danmarks ældste eksisterende sø.

Denne rejse gennem Kvartærtidens Danmark slutter for ca. 130.000 år siden ved Eem mellemistidens begyndelse. Interesserede læsere kan herfra fortsætte rejsen i VARV 1989/2, der omhandler perioden fra sen-Saale til slutningen af Weichsel, vor sidste istid.





Figur 15. Den fossile jordbund i Broeng grusgrav udviklet i en Drenthe till. Bemærk de sorte lag og den tykke blegsands-horisont. Jordbunden overlægges af gulligt, enskornet sand, der ligner flyvesand. Foto: Steen Sjørring.

land, men mod vest standsede fremrykningen langs en linie fra Silkeborg over Grindsted til Blåvandshuk. Størstedelen af Vestjylland har således ligget uberørt af egentlige isdækker siden tidlig Saale, hvorved landskabsformerne på bakkeøerne langsomt er blevet udjævnet af jordflydning og vind og vejr gennem mere end 160.000 år.

I Nordtyskland, hvor dette isfremstød benævnes Warthe fremstødet, nåede iskjoldet sin maksimale udbredelse ved Elben.

I Danmark er Warthe till'en (fig. 16 og 25 i fig 3) leret og kalkholdig med en gennemsnitlig fingrussammensætning på 5% kvarts, 23% flint, 60% krystalline bjergarter og 12% kalkfrie sedimente. Enhedens indhold af grå palæozoiske kalksten, kretassiske kalksten og kalk i matrix er højere end i den udbredte baltiske Elster till (12 i fig. 3). Warthe till'ens indhold af kalk og korn af skrivekridt har medført, at den ofte er blevet gravet som mergel.

Smeltevandsaflejringerne fra Warthe fremstødet (24 og 26 i fig. 3), der er meget rige på flint, blev afsat af floder med en vestlig afstrømningsretning. I dele af Vestjylland befinder disse aflejringer sig under Weichsel hedesletterne mellem bakkeøerne. Det stemmer godt overens med, at Warthe isen næppe overskred bakkeøerne mod nordvest og har dermed heller ikke afsat till og/eller smeltevandsmateriale på disse højereliggende partier.

På sporet af gammel kulde og varme

af Søren Skibsted

Glacialstratigrafi er den fagdisciplin inden for istidsgeologien, der beskæftiger sig med udbredelsen og rækkefølgen af de enkelte nedslagninger. Mens vort kendskab til forløbet af Weichsel istiden efterhånden er ret nuanceret (se VARV 1989/2), mangler der endnu mange brikker i det kvartærgeologiske puslespil, når det drejer sig om de tidsafsnit, der gik forud for sidste istid og mellemistid. I denne artikel berettes om gammel og ny viden om skiftende varme og kulde gennem ca. 600.000 år af Danmarks historie. Beskrivelserne følger den i figur 2 og 3 angivne kronologi og stratigrafi.



Figur 1. Oversigtskort over Midt- og Vestjylland med lokaliteter, der er nævnt i teksten. Rosa farve angiver Weichsel istidens glacielle landskab, prikket område er Weichsel hedesletter og hvidt er bakkeøer (glacielle landskaber ældre end Weichsel).

Figur 2. Stratigrafisk oversigtsskema over inddelingen af Kvartærtiden. Istider/kuldeperioder er vist med blå.

Holocæn				
P L E I S T O C Æ N	YNGRE	Weichsel Eem		
	MELLEM	Saale Holstein Elster Cromer		
		ÆLDRE	Bavelian Menap Waal Eburon Tegelen Præ-Tegelen	
			Pliocæn (Yngste Tertiær)	

MENAP ISTIDEN

Der er endnu ikke fundet aflejringer fra de ældste afsnit af Pleistocæn (Præ-Tegelen, Tegelen, Eburon og Waal (fig. 2)) på det danske fastland. Det er derfor sandsynligt, at landet ikke blev nediset før tidligst i Menap. I 1965 blev der i borer i et gammelt mergelleje ved Harreskov (fig. 1 og 5) fundet aflejringer, der muligvis tilhører Menap istiden. De glaciale dannelser, der ligger over Mio-cænt glimmerler og under søaflejringer fra Cromer mellemistidskomplekset,

Signaturer anvendt i figur 3.

	LERET TILL		MARINT LER
	SANDET TILL		GYTJE
	SMELTEVANDSAFL.		FOSSIL JORDBUND
	LER		FLYDEJORD

Figur 3. S sammensat lagsøjle fra Lillebæltsområdet, Midt- og Vestjylland. Tal angiver sedimentenheder, der er beskrevet i teksten, sorte pile viser isbevægelsesretningen, hvide pile den formodede isbevægelsesretning, og små pile palæostrømretningen i smeltevandsaflringer.

Kolonne A1 og A2: Fingrusanalyser i fraktionen 3-5 mm. A1: kvarts (hvid), flint (sort), krystalline bjergarter (små streger), kalkfrie sedimenter (vandret skravering). A2: Palæozoiske kalksten (sort), kretassiske og yngre kalksten (hvid).

Kolonne B: Kornstørrelsesfordelingen i till-bænke: grus (hvid), sand (prikker), ler og silt (sort).

Kolonne C: Kalkindholdet i till-enhedernes matrix (materiale mindre end 1 mm) i procent. I kolonnerne A1, A2 og B angiver de små streger over diagrammerne 20% intervaller.



Figur 14. Den isforstyrrede fossile jordbund (pil) i Broeng grusgrav ved Oksbøl. Den fossile jordbund er udviklet i toppen af en sandet, gulbrun Drenthe till og overlejres af velsorteret, gulligt sand.

nere isoverskridelse. Idet Weichsel isen, i følge den almene opfattelse, ikke nåede så langt mod vest, må deformationen skyldes et isfremstød i Saale – sandsynligvis Warthe fremstødet (se senere). Jordbunden må derfor være dannet i en varmetid inden for Saale istiden.

Den geologiske tolkning af jordbundsprofilen er for tiden genstand for megen diskussion, idet man for nylig har termoluminescens-dateret jordbunden til 78.000 år før nu og det overliggende enskornede sand til 73.000 år før nu. Nogle forskere anser sandet for at være smeltevandssand fra et 'Gammelbaltisk' isfremstød i Weichsel. Sammen med dateringerne og den istektoniske deformation skulle det være et indicium for, at denne del af Sydvestjylland blev overskredet af is tidligt i Weichsel.

Undersøgelser af ilt-isotop forholdet i dybhavskerner har vist, at der rent faktisk var en markant kuldeperiode for omkring 70.000 år siden (ilt-isotop-stadium 4). Om Danmark samtidig ramtes af en egentlig nedisning diskuteres fortsat, og VARV håber på, at kunne bringe mere nyt om dette spændende emne på et senere tidspunkt.

SEN-SAALE

I den yngste kuldeperiode i Saale, for ca. 140.000 år siden, gled en iskappe ind over landet fra det baltiske område. Isen dækkede øerne og det meste af Jyl-

På en mark, 5 km sydvest for Herning, ligger den store Mørup Sten (fig. 13), en erratisk blok (vandreblok af larvikit, bragt hertil af et nordfra kommende Drenthe fremstød tidligt i Saale.



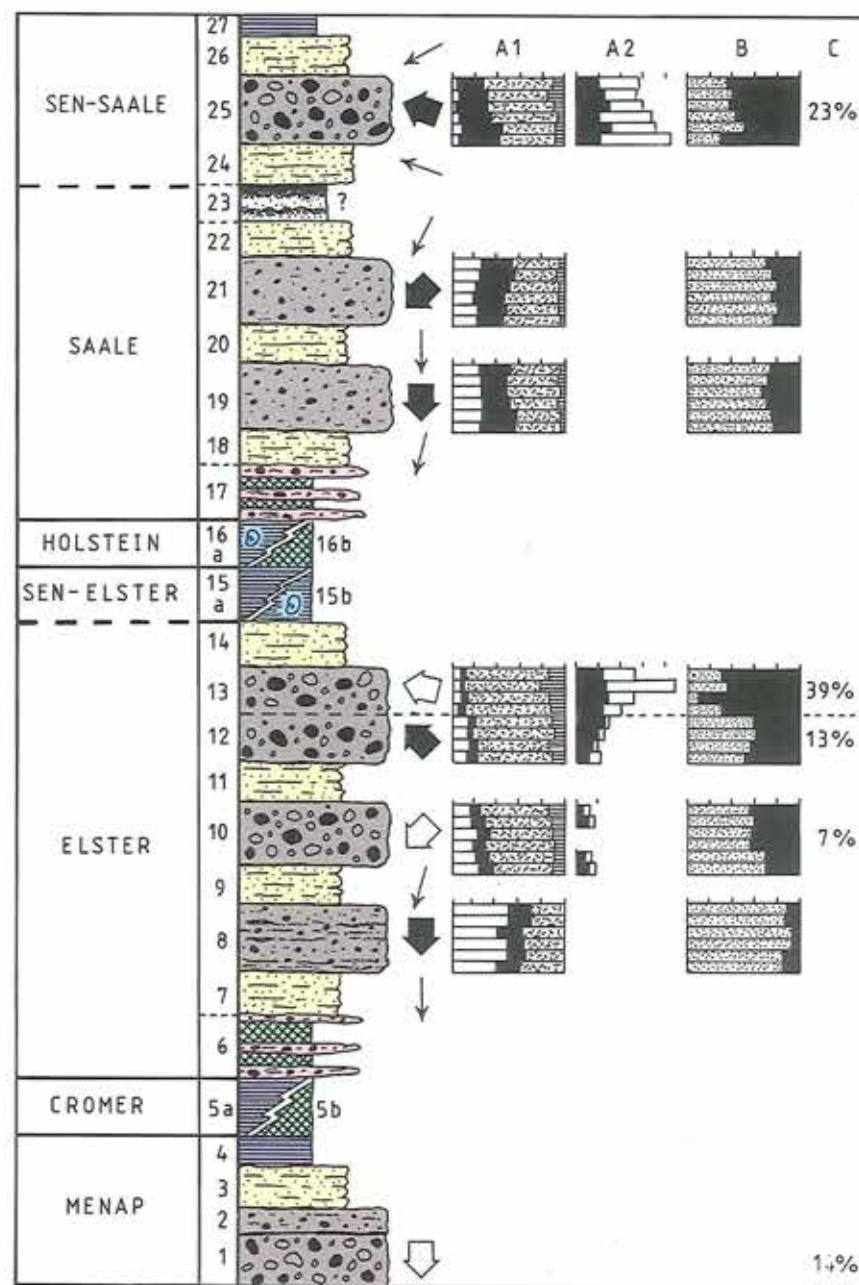
Figur 13. Mørup Stenen sydvest for Herning. Stenen måler 8.6 x 4.4 x 4 m, og dens vægt er anslået til ca. 400 tons.

En varmetid i Saale?

VARV (1979/4) har tidligere omtalt en fossil jordbund i Broeng grusgrav (fig. 1), der menes at repræsentere en varmetid inden for Saale istiden. Jordbunden (fig. 14, 15 og 23 i fig. 3) er af podzoltypen og er udviklet i toppen af en Drenthe till. Den overlejres af gulligt, enskornet sand, der ligner flyvesand. Den fossile jordbund indeholder pollen af fyr, birk, eg, el, hassel, avnbøg, ørnebregne, lyng, ulvefod, græsser, halvgræsser og taks, hvilket er en blanding af muld- og morbundsplanter med en vis dominans af lyskrævende arter. Denne vegetation tyder på temperaturforhold, der mindst svarer til forholdene i en interstadial.

Efter vegetationens forsvinden (ved brand?) blev jordoverfladen eksponeret for erosion og vandomlejring i et koldt klima. De sorte horisonter i jordbunden (fig. 15) indeholder trækul og forkullede pindefragmenter, hvilket støtter antagelsen om afbrænding. Mange steder er den fossile jordbund stærkt kryoturberet (krøllet) af frost-tø processer i en efterfølgende kuldeperiode.

Spørgsmålet om jordbundens alder melder sig naturligvis hurtigt. Da den er udviklet i en Drenthe till, må den være yngre end Holstein mellemistiden. Et enkelt sted viser till-bænken og jordbunden tegn på at være forstyrret af en se-



består af en grågrøn, leret og kalkholdig till (moræneler) (1 i fig. 3) overlejret af sandet till-lignende materiale (2 i fig. 3) og 10 meter tykke smeltevandsaflejringer (3 i fig. 3).

På højereliggende plateauer mellem de dybe dale i Prækvartæroverfladen i Jylland optræder flere steder rester af en afblæsningsflade med mange norske blokke og vindslebne kvartsiter ved overgangen mellem Tertiær og Kvartær. En sådan blokhorisont kan lejlighedsvis ses i kystklinerne nordvest for Esbjerg (fig. 4), i flere råstofgrave i Midt- og Østjylland samt i Søby-Fasterholt brun-kulslejer. Her er muligvis tale om resterne af en till-bænk fra Menap og hermed af det ældste kendte morænelandskab i Danmark.

Ellers ved vi stort set intet om den/de? isstrøm(me), der afsatte disse dannelser, bortset fra, at isen kom fra en nordlig retning.

I lokale lavninger afsattes der imod Menap istidens slutning kalkholdigt smeltevandsler (4 i fig. 3), der tidligere kunne ses i ler- og mergelgravene ved Starup og Ølgod i Vestjylland (fig. 1).



Figur 4. Profilvæg i Hjerting Klint nordvest for Esbjerg. Over nedskredet ses glimmersand fra ?Yngre Miocæn overlejret af kvartsrigt smeltevandsgrus og -sand fra det første isfremstød i Elster. Pilen peger på en blokhorisont på grænsen mellem Tertiær og Kvartær. Øverst ses flyvesand med en nutidig jordbundsdannelse.

BAVELIAN-CROMER-KOMPLEKSET og HARRESKOV MELLEMITIDEN
Efter Menap istiden fulgte Bavelian-Cromer, et kompleks af vekslende kolde og varme tidsafsnit. I den yngre del af Cromer blev lokale søbassiner ved Harreskov

I denne del af Saale havde det Nordeuropæiske iskjold sin største udbredelse i Nordvesteuropa. Isranden stod dengang i Holland og Tyskland, og fremstødet benævnes Drenthe (efter den hollandske provins af samme navn). I denne artikel benævnes de to tidlige fremstød i Danmark ligeledes Drenthe fremstødene.

Mens der i Østjylland og i Lillebæltsområdet næppe er nogen tvivl om to separate Drenthe fremstød, synes forholdene mere problematiske i Vestjylland. Aflejringer fra tidlig Saale udgør ganske vist de mest udbredte glaciale dannelser i bakkeøerne, men kun på to lokaliteter er der fundet to adskilte Drenthe tills. Det kan ikke afgøres, om de blev afsat af to forskellige Drenthe fremstød, eller om den øvre Drenthe till blot er afsat af et lokalt genfremstød. Da de to till-bænke ikke kan adskilles ved hjælp af fingrusanalyser, er det usikkert, om hele Vestjylland blev overskredet af to Drenthe fremstød tidligt i Saale.

De vestjyske Drenthe enheder indeholder ofte en spændende stentype, flintkonglomeratet (fig. 12), der tidligere er omtalt i VARV (1983/3). Da flintkonglomeratet altid optræder sammen med norske ledeblokke, må det være bragt hertil af en nordfra kommende is. Man kunne derfor let foranlediges til at tolke alle Drenthe tills med denne bloktype som afsat af en is fra nord og ikke fra nordøst. Imidlertid kan lokale bevægelsesretninger og oparbejdet ældre materiale let spille iagttageren et puds. Dog bør det nævnes, at blokselskabet i de fleste vestjyske grusgrave er udpræget 'norsk'.



Figur 12. Forskellige typer af flintkonglomerater fra Vestjylland fundet siddende i Drenthe tills fra tidlig Saale. Målestokken er i 10 cm intervaller.

I begyndelsen af mellemistiden finder man den sædvanlige udvikling med fyrre-birkeskov, men herefter domineres vegetationen kun af fyr og el og til en vis grad af gran og taks. Den frugtbare skov med avnbøg, eg, elm, hassel og lind udeblev og var i stedet afløst af en åben skov med fyr, gran, enebær, el og taks, samt surbundsplanter som hedelyng og ørnebregne. Den hyppige forekomst af taks, kristtorn og buksbom vidner om et varmt og fugtigt klima med milde vintrere. Et eksotisk indslag i vegetationen ved Vejlbj er tilstedeværelsen af vingevalnød (*Pterocarya*), der er uddød i det meste af Europa, og i dag kun findes i Kaukasusområdet.

Klimaet i Holstein mellemistiden 'fejlede' således intet, men forholdene førte alligevel hurtigt til udvaskning og forsuring af jordbunden. Dette kan forklare vegetationsudviklingen, og hvorfor søsedimenterne i denne periode domineres af kiselalgegytje og ikke af kalkgytje.

I kiselgurgraven ved Vejlbj fandt man i 1962 et albueben og spoleben af venstre forben fra en vildhest. Den er stadig det eneste pattedyrfund fra Holstein i Danmark og er betydelig større end den tilsvarende knogle hos sen- og postglaciale (Holocæne) vildheste. Den åbne bevoksning passede fint til vildhestens levevis, og i det øvrige Europa var den netop et af karakterdyrene for denne periode.

SAALE ISTIDEN

I lighed med Elster istiden begyndte også Saale istiden med en generel afkøling afbrudt af to varmere interstadialer. Ved Vejlbj overlejres Holstein lagene af flydejord med to gytjehorisonter fra Vejlbj I og II interstadialerne (17 i fig. 3). Pollenindholdet viser en typisk udvikling fra skovløs vegetation over enebærkrat til fyrre-birkeskov med lidt asp, ørnebregne og pors. De mere varme-krævende træer og buske nåede ikke at indvandre.

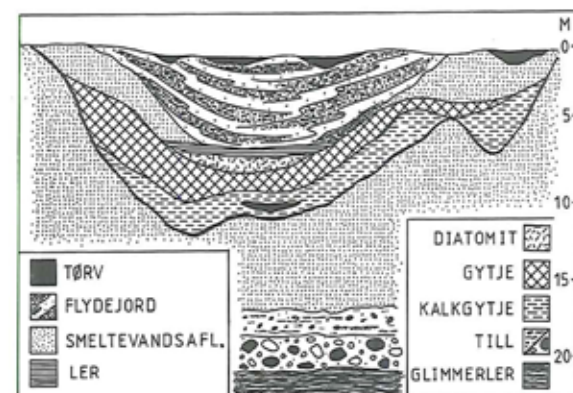
I Trelde Klint (fig. 1 og 11) overlejres Holstein sedimenterne af smeltevandsgrus (18 i fig. 3), afsat foran det første isfremstød i Saale. Gruset indeholder mange ledeblokke fra Oslofeltet.

Till fra dette fremstød (19 i fig. 3) finder man blandt andet omkring Lillebælt og i dele af Østjylland, hvor den foruden norske ledeblokke ofte indeholder cementsten med askelag samt molerstykker fra Limfjordsområdet. Sammen med de istektoniske deformationer fortæller blokselskabet, at isen kom fra nord.

I samme område optræder desuden en Saale till med ledeblokke fra Mellemsverige og Kattegat. Den er afsat af et yngre isfremstød fra nordøst (21 i fig. 3).

De to enheder er oftest sandede og helt afkalkede. Fingrussammensætningen i till-bænkene og de tilhørende smeltevandsaflageringer (18, 20 og 22 i fig. 3) er stort set ens – i gennemsnit 26% kvarts, 25% flint, 46% krystalline bjergarter og 3% kalkfrie sedimenter. Denne sammensætning holder sig nogenlunde konstant fra Limfjorden i nord til den hollandske grænse i syd.

Figur 5. Skematisk snit gennem søaflejringen ved Harreskov. Tallene til højre angiver dybden i meter under terrænet.



(fig. 5), Ølgod, Rind og Starup (fig. 1) opfyldt med ler og gytje (5a og 5b i fig. 3). Desuden skal nævnes en søaflejring ved Gudbjerg på Østfyn, der er særlig interessant på grund af de såkaldte *Nematurella*-ler med den lille ferskvandssnegl *Nematurella runtoniana* (fig. 6).



Figur 6. Den op til 3 mm store ferskvandssnegl *Nematurella runtoniana* fra Cromer-aflejringerne ved Gudbjerg på Østfyn. Foto: Ole Bang Berthelsen.

Pollenanalyser fra disse aflejringer fortæller, at en åben fyrre-birke vegetation afløstes af tempereret løvskov med eg, el, elm og hassel og et karakteristisk indslag af taks. Efterhånden som den kalkholdige jord blev udvasket, ændredes bevoksningen til en åben skovvegetation præget af birk, fyr og gran. Ved Harreskov kan den fremadskridende forsuring og udvaskning af jordbunden også aflæses i typen af søsedimenterne, der ændres fra kalkgytje (søalk) til kiselalge-

gytje (diatomit/kiselgur). Mod mellemistidens slutning afløstes skoven af tundravegetation.

Som nævnt repræsenterer disse søaflejringer en varmeperiode i den yngre del af Cromer, og i Danmark kaldes denne varmeperiode for Harreskov mellemistiden. I 1929 fandt man i kalkgytjen ved Harreskov et kraniefragment af en kronhjort, der med sin alder på ca. 650.000 år er det hidtil ældste pattedyrfund fra kvartertidens Danmark.

I Danmark er der ikke med sikkerhed påvist marine aflejringer fra Cromer. Forskellige nyere dateringer antyder imidlertid, at f. eks. det såkaldte *Tellina*-ler i Røgle klint på Vestfyn (fig. 1) og dele af 'Esbjerg *Yoldia*-leret' (se senere) måske skal henføres til Cromer og ikke som nu, til henholdsvis sen-Elster og til Holstein mellemistiden.

ELSTER ISTIDEN

Ved overgangen til Elster istiden blev klimaet atter køligt, og ved Ølgod gled sæson-optøede jordmasser (flydejord) ned i det tidligere søbassin og dækkede Cromer/Harreskov-lagene. I denne flydejord findes to lag ferskvandsgytje fra de såkaldte Ølgod I og II interstadialer fra Elster istidens begyndelse (6 i fig. 3). En interstadial betegner et kortvarigt, varmere tidsinterval inden for en kuldeperiode (stadial). Tilstedeværelsen af Ølgod interstadialerne viser, at 'nedkølingen' foregik gradvis, og at Danmark ikke straks blev dækket af indlandsis. I Ølgod I genindvandrede en skovvegetation præget af fyr, birk, gran, el og enebær, mens den noget køligere Ølgod II kun tillod etableringen af en åben fyrre-birkeskov.

Efterhånden blev det dog så koldt, at en iskappe bredte sig ned over landet nordfra og afsatte en meget sandet till (8 i fig. 3), rig på norske ledeblokke, især rhombeporfyre. Isen dækkede formodentlig hele Danmark, men indtil videre kendes tillaflejringerne kun fra Jylland. Fingrussammensætningen er regionalt set meget konstant - i gennemsnit 47% kvarts, 17% flint, 35% krystalline bjergarter og 1% kalkfrie sedimenter.

Smeltevandsfloderne fra dette isfremstød løb hovedsageligt mod syd og sydvest, og i Vestjylland viser talrige fund af fossile iskilestrukturer i gruset (7 og 9 i fig. 3), at aflejringen foregik i en tid med permafrost (se også VARV 1979/1).

I kystklinerne og grusgravene nordvest for Esbjerg (fig. 4 og 7) ses kvartsrige smeltevandsaflejringer, der udgør en del af en hedeslette dannet i forbindelse med det første isfremstød i Elster. Denne gamle hedeslette dækkes af yngre aflejringer fra Saale istiden, og den gennemskæres i dag af Varde Å-dal mellem Varde og Ho bugt.

Ved Broeng (fig. 1) opfyldtes en større sø-lavning med grus fra et fremrykkende delta. I gruset er der for nyligt gjort fund af omlejrrede birkegrene, der kan tænkes at stamme fra en ældre mellemistid (Cromer/Harreskov?).

Undersøgelser af mikro- og makrofossilerne har givet os et indblik i de daværende marinøkologiske forhold. I de åbne bugter og fjorde levede en boreal foraminiferfauna og mollusker som *Leda pernula* (fig. 9), *Arctica islandica*, *Mytilus edulis*, *Cerastoderma (Cardium) edule* og *Littorina littorea*. Boreale forhold finder man i dag blandt andet i vore indre farvande, Østersøen og Nordøen. I dele af Holstein mellemistiden var temperaturen således meget lig nutidens.

Det såkaldte 'Esbjerg *Yoldia*-ler' (efter muslingen *Portlandia (Yoldia) arctica*) forekommer udbredt i Sydvestjylland. Det henføres normalt til Holstein mellemistiden, men aminosyredateringer antyder samhörighed med marine sen-Cromer aflejringer i Holland.

I Danmark er stratigrafien i Mellem Pleistocæn i høj grad 'hængt op' på de kvartærgeologiske forhold i Esbjerg området, men dateringerne berettiger dog ikke uden videre til, at der vendes op og ned på hele den stratigrafiske opfattelse. Det er nødvendigt med yderligere undersøgelser, før man eventuelt når frem til nye tolkninger omkring 'Esbjerg *Yoldia*-lerets' stratigrafiske placering.

Den ejendommelige vegetationsudvikling, der karakteriserer Holstein mellemistiden, kendes fra pollenundersøgelser af en boring ved Tornskov i Sønderjylland og især af ferskvandsaflejringer (kalkgytje og kiselalgegytje) i Vejlbys kiselgurgrav og Trelde Klint i Østjylland (fig. 1 og 11).



Figur 11. Trelde Klint ved Vejle Fjord. Isforstyrrede søaflejringer af kalkgytje og kiselalgegytje fra Holstein mellemistiden (de lyse lag) overlejres af smeltevandsgrus fra det første isfremstød i Saale. Foto: Steen Sjørring.

Det tidligere nævnte *Tellina*-ler i Røgle Klint indeholder en artsfattig, arktisk molluskfauna (bl.a. *Macoma (Tellina) calcarea* og *Hiatella (Saxicava) arctica* og henføres normalt til sen-Elster. Absolutte aldersbestemmelser ved hjælp af aminosyre- og termoluminescens-dateringer giver imidlertid aldre på 325.000 – 600.000 år, hvilket, såfremt dateringerne er pålidelige, placerer leret i Cromer mellemistidskomplekset. Da *Tellina*-lerets foraminiferfauna heller ikke ligner andre kendte faunaer, er alderen således stadig et åbent spørgsmål.

Et interessant aspekt i landskabsudviklingen i sen-Elster er nogle dybe dale i prækvartæroverfladen. I Limfjordsregionen er smeltevandsleret aflejret i dalene mellem salthorstone, hvilket leder til den opfattelse, at disse var i bevægelse i tiden op mod afsætningen af leret.

Lignende dalstrøg strækker sig fra Esbjerg-egnen sydover gennem Schleswig-Holstein. Omkring Ribe nås dybder på mindst 150 meter. Her skyldes dalenes tilstedeværelse dog ikke salthorste, men måske en kombination af undergrundsbevægelser på sydsiden af Ringkøbing-Fyn højderyggen og kraftig erosion af floder fra en bortsmeltende indlandsis i Elster.

HOLSTEIN MELLEMITIDEN

Til trods for den isostatisk hævn af landet efter den endelige afsmeltning af Elster istidens gletschere fortsatte havstigningen ind i Holstein mellemistiden. Omkring Limfjorden og i dele af Sydvestjylland falder udbredelsen af de marine Holstein aflejringer (16a i fig. 3) i store træk sammen med udbredelsen af smeltevandsleret og det marine ler fra sen-Elster.

Ud fra de kendte fund af marine Holstein aflejringer antages det, at land/havfordelingen ikke i væsentlig grad adskilte sig fra den nuværende, bortset fra et bredt sund over Schleswig-Holstein, der forbandt Nordsøen med Østersøen (fig. 10).



Figur 10. Kort over Holstein havets formodede udbredelse i Danmark baseret på kendte forekomster af marint Holstein i borer og på daglokaliteter. Omtegnet efter Knudsen, 1989.



Figur 7. Profilmæg i Marrebæk Klint (Gulebjerg) nordvest for Esbjerg. Til højre ses gulbrunt, limonitholdigt glimmersand og lyst glimmersand fra Yngre Miocæn eller ?Pliocæn. Til venstre pålejret smeltevandsgrus fra det første isfremstød i Elster. Grænsen mellem Tertiær og Kvartær er markeret med en pil.

Fingrussammensætningen i smeltevandaflejringerne svarer til sammensætningen i till-enheden, nemlig 50% kvarts, 14% flint, 35% krystalline bjergarter og 1% kalkfrie sediment. Både i till'en og i smeltevandaflejringerne skyldes det høje kvartsindhold oparbejdet kvartsgrus fra de underliggende Miocæne aflejringer.

Efter dette 'norske' fremstød fulgte muligvis et isfremstød fra en nordøstlig retning. På Ashoved ved Lillebælt (fig. 1) findes nederst i klinten en sort, gruset Elster till (10 i fig. 3) med mange mellemsvenske ledeblokke, bl.a. kinnediabas. Enheden tolkes derfor aflejet af en isstrøm fra nordøst. Samtidig indeholder tillbænken op til 13% palæozoiske kalksten i fingrusfraktionen (fig. 3), men det skyldes måske, at isen på sin vej mod Danmark først overskred de nordlige dele af Østersøbækkenet. Den gennemsnitlige fingrussammensætning for enheden er 19% kvarts, 12% flint, 60% krystalline bjergarter og 9% kalkfrie sediment.

Vi ved kun lidt om udbredelsen af dette isfremstød, men en till, der svarer til enheden på Ashoved, er fundet i en grusgrav syd for Brande og i en boring ved Ribe. Her ligger den under marine aflejringer fra sen-Elster og Holstein mellemistiden.

I den sidste del af Elster bredte et isfremstød sig fra det baltiske område via Østersølavningen ind over Danmark og aflejrede en kalkholdig, leret og sandet till (12 i fig. 3) med baltiske ledeblokke (Østersøblokke). Den gennemsnitlige fingrussammensætning er 15% kvarts, 7% flint, 69% krystalline bjergarter og 9% kalkfrie sedimente.

Enheden har et diagnostisk højt indhold af røde palæozoiske kalksten i forhold til yngre baltiske tillenheder fra Saale og Weichsel. Mængden af omlejrede prækvartære foraminiferer er i størrelsesordenen 200-400 individer per 100 gram prøve.

Fund af tillsedimenter omkring Lillebælt, i Vest- og Sydvestjylland, omkring Silkeborg, på Thurø, samt muligvis i Limfjordsregionen tyder på, at størstedelen af landet var nediset i denne periode.

På Melbjerg Hoved (fig. 1 og 8), ved Silkeborg og på Djursland er der fundet Elster till af baltisk herkomst (13 i fig. 3), der er yngre end den netop beskrevne enhed. Denne till er meget leret og rig på krystalline bjergarter, kalkfrie sedimente og kalksten, men meget fattig på kvarts og flint (fig. 3). Mængden af omlejrede prækvartære foraminiferer (3000-5000 per 100 gram prøve) skiller sig markant ud fra de øvrige enheder.



Figur 8. Melbjerg Hoved på Lovns halvøen. Den lyse del af klinten består af en isforstyrret baltisk Elster till og smeltevandsler fra sen-Elster (13 og 15a i fig. 3). Den brunlige del over den markante erosionsdiskordans udgøres af en Drenthe till fra tidlig Saale og af till og smeltevandsaflejringer fra Hovedfremstødet i Weichsel.

Bedømt ud fra de geologiske forhold og afstanden mellem de tre lokaliteter repræsenterer enheden sandsynligvis et selvstændigt isfremstød meget sent i Elster. Måske var det blot af lokal udbredelse på samme måde, som vi kender det fra Weichsel istidens sidste faser, de såkaldte Ungbaltiske isfremstød.

Smeltevandssand og -grus fra de yngre isfremstød i Elster (11 og 14 i fig. 3) er kun fundet på relativt få lokaliteter, og såvel palæostrømretningerne som fingrussammensætningen udviser store variationer. Omkring Esbjerg og Varde kan nogle meget flintrige smeltevandsaflejringer, der ligger under en till fra tidlig Saale, muligvis være af Elster alder.

SEN-ELSTER

Efterhånden som isen smeltede, aflejredes der i sen-Elster store mængder kalkholdigt, fossilfrit smeltevandsler i terrænets lavereliggende dele (15a i fig. 3). I egnen omkring Brande og ved Blaksmark, Galtho, Stenderup, Tvile og Årre i Sydvestjylland (fig. 1) opnår disse lag en anseelig tykkelse, og de blev her gravet som mergel i gennem flere årtier.

Smeltevandsler fra sen-Elster er også udbredt omkring Limfjorden, hvor lagtykkelsen når op på ca. 90 meter. Leret kan blandt andet ses i klinterne ved Tofum Bjerge, Sønder Thise, på Melbjerg Hoved og Thyholm, samt i Skals lergrav (fig. 1). Aflejringerne er ofte forstyrret af senere isoverskridelser.

I takt med isens bortsmeltning fra Danmark steg havniveauet, og i åbne havbugter og fjordsystemer aflejredes marint ler med en lavtvandspræget, arktisk foraminiferfauna (15b i fig. 3). Molluskfaunaen bestod blandt andet af *Portlandia (Yoldia) arctica* (fig. 9), *Macoma calcarea* og *Mya truncata*.

Marine sen-Elster aflejringer kendes eksempelvis fra egnene omkring Esbjerg, Ribe og Limfjorden.



Figur 9. Muslingerne Leda (*Nuculana*) permula (øverst) og *Portlandia (Yoldia) arctica* (nederst). Hvert tern på skalaen er 1 mm. Foto: Ole Bang Bertelsen.