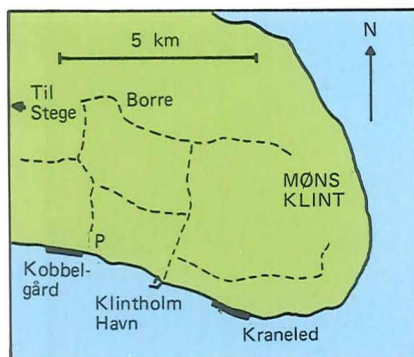


NYT OM SIDSTE ISTID

KLINTHOLM, ET NYT KVARTÆR-
GEOLOGISK NØGLEPROFIL I ØST-
DANMARK



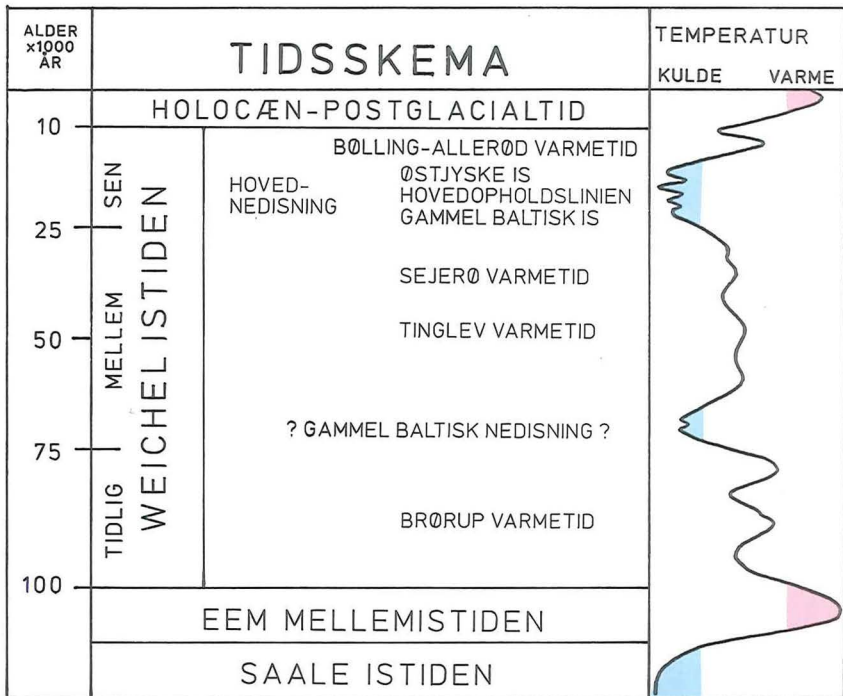
af Michael Houmark-Nielsen

Forløbet af den sidste istid - Weichsel-istiden - er stort set kendt, når det gælder istidens sidste fase, Hovednedisningen. Denne omfatter de isfremstød, der i tiden for 25.000 til 15.000 år siden dannede Den midtjyske Hovedopholdslinie, Den østjyske Israndslinie og afsmeltningstadijerne på Øerne. I forlængelse af den egentlige afsmeltning trængte *Yoldia*-havet fra nord ind i Kattegat, og fra syd begyndte indvandringen af den senglaciale parktundra-vegetation.

Fra den tidlige og mellemste del af Weichsel-istiden er der kun få spor, men der er slet ikke fundet nogle i det sydøstlige Danmark. I Midtjylland, i egnen omkring de såkaldte Brørup-moser, vekslede en krybende polar-vegetation med en parktundra flere gange i tidsrummet mellem 100.000 og 70.000 år siden.

For mellem 50.000 og 30.000 år siden fandtes en tilsvarende vegetation omkring Tinglev og på Sejerø. Boringer i Vendsyssel og Kattegat har vist, at der gennem hele den tidlige og mellemste del af Weichsel var sedimentation af arktisk marint ler med indslag af isdroppet stenmateriale, men lejlighedsvis skete der også en indvandring af en lidt mere varmekrævende mikrofauna. Dette arktiske hav, Skærumhede-havet, strakte sig så langt mod syd i Kattegat som til den nordlige del af Sjælland. Der er på mange måder overensstemmelse mellem udviklingen af den datidige plantevækst og udbredelsen af det tidligere ishav.

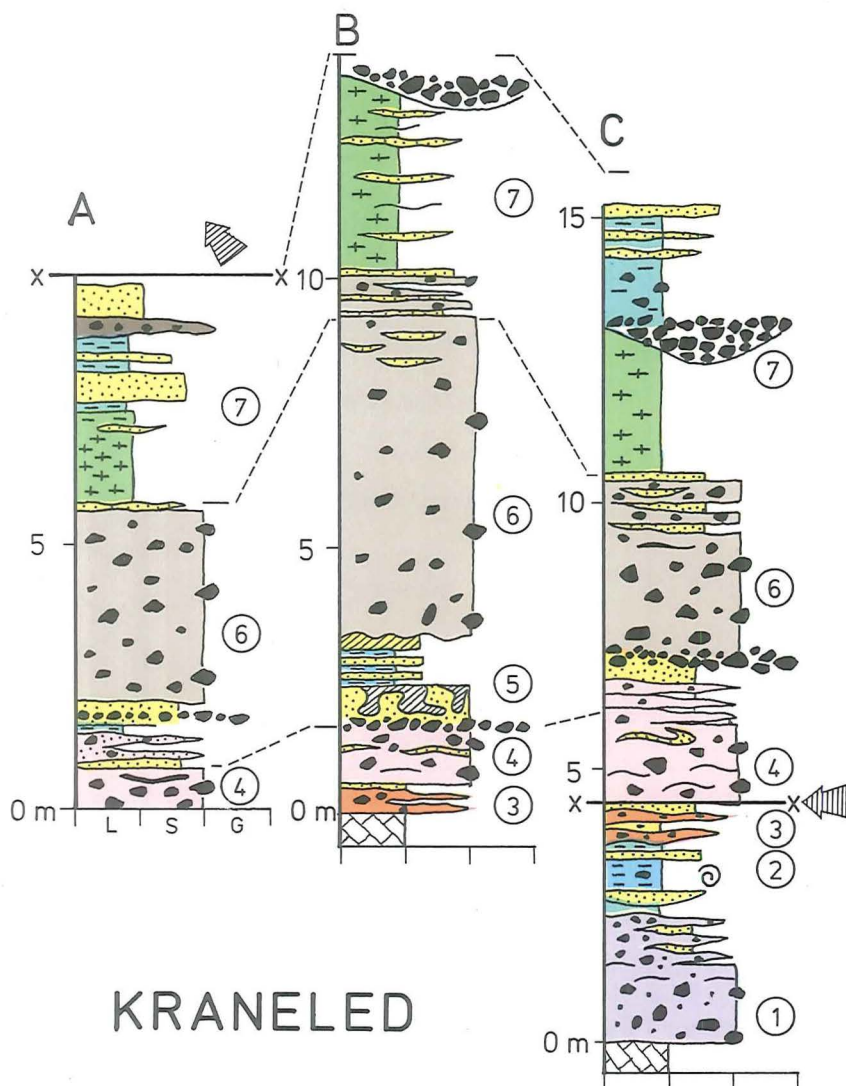
Danske kvartærgeologer er imidlertid ikke helt enige, når det gælder om at fastlægge alderen og udbredelsen af isfremstødene i Weichsel inden Hovednedisningen. Uenigheden drejer sig primært om, hvorvidt også Danmark var nediset tidligt i Midtweichsel. Studier af dybhavskerner viser to store kuldeperioder i den sidste istid, nemlig en tidlig fra 70.000 til 60.000 år siden og en sen fra 25.000 til 15.000 år siden. I vore skandinaviske nabolande kendes der aflejringer fra et isdække, der i Tidlig Midtweichsel dækkede Sydvestnorges kyst og Nord- og Mellemsverige til Göteborg-egnen i syd. På grundlag af termoluminiscens-dateringer mener polske geologer, at dette tidlige isfremstød nåede så langt mod syd som til Gdansk.



Figur 1. Inddelingen af Weichsel-istiden med interstadialer (varmeperioder, der var køligere og kortere end mellemistiderne) og stadialer (kuldeperioder, ofte med isdække). Temperaturkurven og aldersangivelserne er fremstillet på baggrund af analyser af dybhavskerner langt fra Europa. Både alder og temperaturforløb skal derfor betragtes som omtrentligt gældende for Skandinavien.

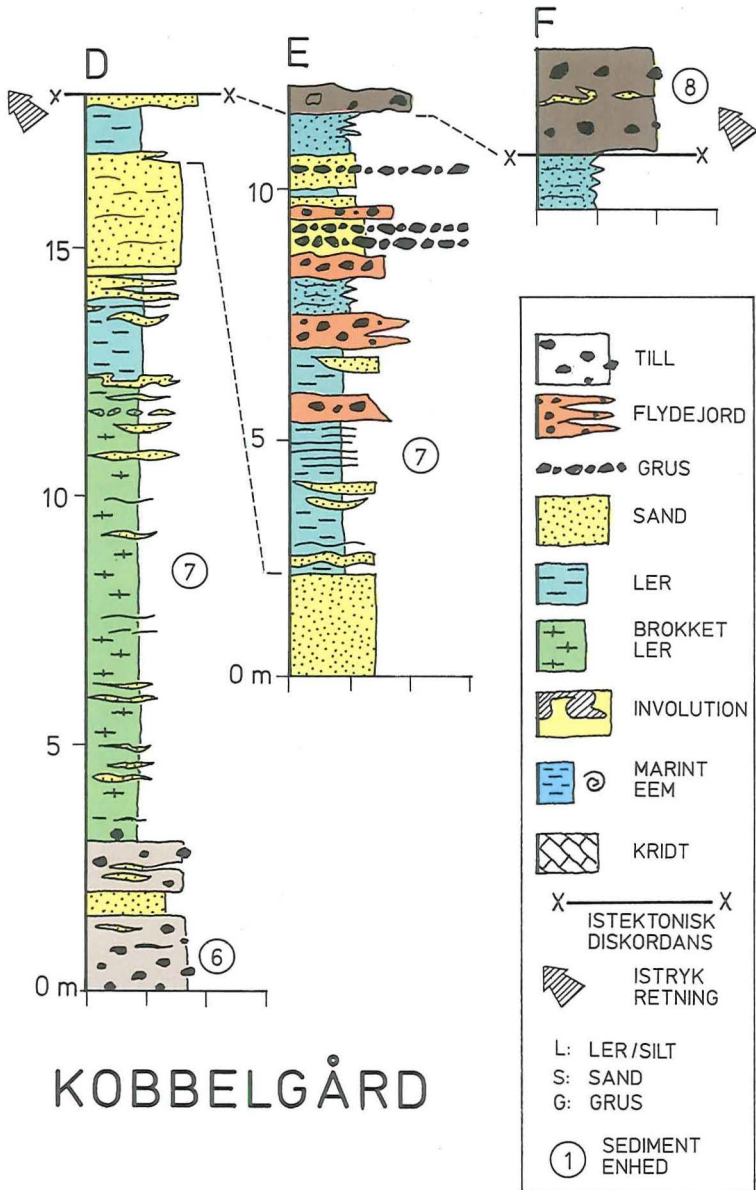
Enkeltstående absolute aldersbestemmelser og indirekte bevisførelse - sammenholdt med resultaterne fra nyere dybhavskerner samt med den formodede udviklingshistorie i Østeuropa har fået nogle danske kvartærgeologer til at antage, at også Danmark blev overskredet af en isstrøm tidligt i Weichsel, den såkaldte Gammelbaltiske Isstrøm, der kom fra Østersø-området og trængte ind over den sydøstlige del af Danmark. Bevægelsesretningen af denne isstrøm er man nogenlunde enige om, men derimod har fremstødets alder været genstand for intens diskussion i de senere år.

Med undersøgelser af klintprofilerne ved Kraneled og Kobbeltgård henholdsvis 2 km øst og vest for Klintholm er det nu blevet muligt at komme nærmere på en løsning af dette problem ved hjælp af en kombination af flere felt- og laboratoriemetoder.



KRANELED

Figur 2. Lagsøjler fra klinterne ved Klintholm Havn. A, B og C er fra Kraneled øst for havnen, og D, E og F er fra Kobbeltgård vest for havnen. Søjlerne repræsenterer lagfølgen på et givet sted i klinterne. Samhørende sedimentære enheder er vist med samme farve, og ens niveauer er forbundet med stiplede linier. Søjlerne er opbygget på følgende måde: Vandrette akser viser den dominerende kornstørrelse (ler/silt, sand og grus), dog er till (=moræne) vist som gennemsnit af den finkornede grundmasse (matrix) og sten (klaster). Lodrette akser viser de målte lagtykkelser. Overgangen mellem de forskellige enheder kan være grad-



KOBBELGÅRD

vis, skarp eller istektonisk. Ved tektoniske grænser er lagene under grænsen (=diskordansen) deformeret af en isstrøm, der har bevæget sig i pilens retning. Diskordanserne er mærket med vandret streg begrænset af 'x'-er.



Figur 3. Et fremstående klinteparti ved Kraneled.

Søsedimenter

Tykkede grå till

Smeltevandsaflejringer med involueret horisont

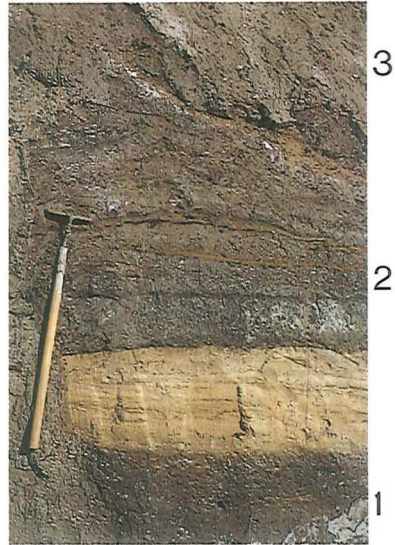
Flydejord og den røde till

Skrivekridt

LAGFØLGEN VED KLINTHOLM-PROFILERNE

I de to klinger ved Kraneled og Kobbeldgård består den kvartære lagfølge af følgende sedimentære enheder: 1. en nedre grå till (=moræne)-bænk fra Saale-istidens sidste fase, 2. marine aflejringer fra Eem mellemistiden overlejret af 3. flydejord og 4. en rødflammet till aflejret i forbindelse med et gammelbaltisk isfremstød. Herover følger 5. smeltevandssand og -grus, hvori der ses rester af en involueret (=krøllet/foldet) gammel periglacial overflade, der afløses opad af 6. en tyk grå till-bænk. Over den grå till-bænk følger 7. lerede og sandede søsedimenter, der har et iøjnefaldende indhold af planterester. Hele den nævnte lagfølge (1-7) er forstyrret i forbindelse med en isoverskridelse under Hovednedningen, især af Det ungbaltiske Isfremstøds gletschere, der har afsat 8. en rødbrun till-bænk, som stedvis overlejrer den forstyrrede lagserie.

Figur 4. De ældre kvartære aflejringer i profil C, Kraneled. 1. Smeltevandsler fra Saale-istidens slutning. 2. Marint ler og sand fra Eem mellemistiden, 3. Flydejord fra Weichsel-istidens begyndelse. Det er denne del af lagfølgen, der findes som flager, der hælder svagt mod øst som følge af en isoverskridelse, der også aflejrede den røde till.



1. Den grå till

Den grå till fra Saale-istidens slutning ligger direkte på kridttidens aflejringer af skrivekridt. Den grå till er massiv i bunden og lagdelt i toppen. Udover kridt og flint er stenindholdet overvejende fra det baltiske område, hvilket ses af det store indhold af palæozoiske kalksten fra Østersøen. Lagdelingen i till'ens øvre del fremhæves af vekslende lag af till og vandaflejret sand og ler, der er afsat under isdækkets endelige nedsmeltning. Dette skete ved Saale-istidens afslutning inden den marine transgression, som fandt sted i begyndelsen af den sidste mellemistid, Eem mellemistiden.

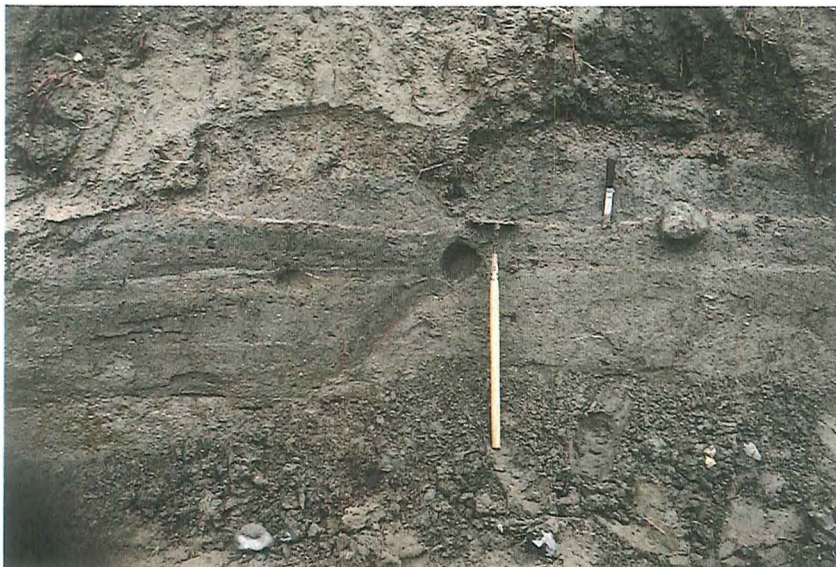
2. De marine lag

De marine aflejringer består af ler med underordnede lag af sand og når op på en samlet tykkelse på mindre end 2 meter. I leret ses skaller af *Nassa*, *Turritella*, *Cardium* og *Macoma*. Der optræder også en righoldig foraminifer-fauna, der nøje svarer til den lavtvandede, syddanske Eem-fauna, der levede i mellemistidshavet for godt 100.000 år siden. Denne fauna er kendt fra mindre flager i kystprofilerne på Møn's sydvest- og nordøstkyst. Det marine ler er formodentlig afsat i lavtvandede fjorde tæt på den daværende kyst.

3. Flydejord

Et mere end 1 m tykt lag af dårligt lagdelt til båndet materiale af blandet herkomst overlejrer det marine ler. Flydejorden består af marint ler med skaller, omlejrede planterester (Eem alder ?) og till-materiale fra den grå Saale till (1).

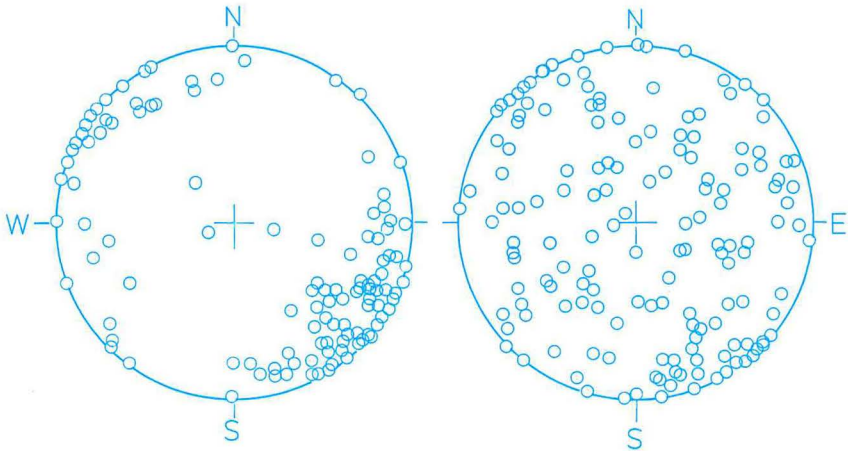
Flydejorden er aflejret ved tungeformige udglidninger af det aktive lag under periglaciale forhold. Det aktive lag er den øvre del af jorden, der tør op om sommeren. Dette vanddragne sediment vil glide ved selv en ringe hældning af underlaget, idet vandet ikke kan synke ned i jorden, der er frossen under det aktive lag. Sammensætningen af flydejorden viser, at der efter Eem mellemistiden skete en sænkning af havniveauet, og gammel havbund og tidligere søer og moser i et morænelandskab bestående af den grå Saale till blev blotlagt. Udglidninger af alt dette danner flydejordens komponenter.



Figur 5. Den røde till i Kraneled-profilet. Den røde farve, der skyldes udvalsedede partier af røde sandsten i den ellers grålige till, optræder både som 'smører' og linsler, men også som en mere rødviolett farvning af grundmassen.

4. Den røde till

I den centrale del af klinten ved Kraneled findes flydejorden og de underliggende sedimenter i dag som opskudte flager med en svag østlig hældning forårsaget af en isoverskridelse fra øst. Dette isfremstød aflejrede den overliggende røde till. Orienteringen af de langstrakte sten i den røde till viser en kraftig og klar foretrukket retning mod øst-sydøst, der netop er imod den retning, som isen kom fra. Den røde till har et meget højt indhold af kalksten fra Østersøens bund, og till'en er karakteristisk ved sit rødviolette, flammede udseende, som skyldes udvalsedede og fint fordelte fragmenter af røde palæozoiske sandsten fra Østersøen. Et andet mindre iøjnefaldende, men karakteristisk træk er det meget lave indhold af kridt og flint fra den lokale mønske undergrund.



Figur 6. Den målte orientering af aflange sten i den røde till (til venstre) og i den tykke grå till (til højre) i klinten ved Kraneled (profil A og B i fig. 2). Målingerne er vist i stereografiske arealtro projektioner. Hvis en foretrukken orienteringsretning ikke skyldes en senere reorientering f. eks. ved jordflydning, har stenene oftest en retning, der er parallel med den oprindelige bevægelsesretning for isen. Er der samtidig overvægt af målepunkter i den ene af kvadranterne angiver det den retning, hvorfra isen kom. Den tilfældige orientering i den tykke grå till er efter alt at dømme udtryk for en opsmeltning af is fra bunden i et vandigt miljø.

Deformationsstrukturer ved bunden af den røde till, orienteringen af de langstrakte sten samt det høje indhold af palæozoiske sten viser, at den røde till er aflejret af en ismasse, der fra de centrale dele af Østersøen overskred Møn fra en øst-sydøstlig retning.

5. Smeltevandsaflejringer med involutioner

Den røde till overlejres af smeltevandsaflejringer, mest velsorteret sand og grus. I den nedre del af smeltevandsaflejringerne findes en involueret horisont, hvor sand og grus er foldet og 'krøllet' sammen med lidt mere finkornet materiale som følge af interne bevægelser i det aktive lag under skiftende frost-tø påvirkninger. Denne involuerede horisont vidner om, at smeltevandet var ophørt med at løbe, og at landskabet herefter var udsat for frostpåvirkninger, lige som landområderne i de nuværende polar-egne bliver det i dag. Den involuerede horisont dækkes af uforstyrret sand med velbevarede strømribber.

6. Den tykke grå till

Et cm-tykt, vellamineret lerlag skiller det strøm-ribbede sand fra den overliggende grå till, der er massiv og strukturløs i bunden, men mod toppen bliver lagdelingen mere udtalt, stenmængden aftager, og der optræder flere og flere lag af finsand og ler. Stenindholdet er baltisk med store mængder palæozoiske kalksten, men også den lokale undergrund er pænt repræsenteret i form af kridt



Figur 7. Smeltevandsaflejringer med involutioner over den røde till (profil B, Kraneled). Involutioner dannes ved omrøring af den arktiske overjord som følge af skiftende perioder med frost og tø. Den involverede horisont dækkes af strømribbet sand og den tykke grå till.

og flint. De langstrakte sten viser ingen foretrukket orientering. Dette, sammenholdt med den direkte pålejringskontakt ved basis af till-bænken og den gradvise overgang til den overliggende vandafsatte enhed tyder på, at den grå till blev aflejret i et vandigt miljø, måske fra en shelf-is, der fra Østersøen bredte sig ud over en ældre baltisk issø.

7. Søsedimenterne

Søsedimenterne kan deles i tre underenheder: Nederst, med en gradvis overgang fra den underliggende grå till, ses ler med underordnede lag af finsand. Leret er sammensat af brokkede og dårligt afrundede klumper af ler og ler og silt aflejret mellem klumperne. Heri findes - især ved Kobbegård - klumper af det blå mineral Vivianit, men mest som overtræk på lerklumperne.

Den midterste del består af velsorteret finsand, og den overlejres ved Kobbegård af grusede, sandede, siltede, lerede og till-lignende sedimenter. Det nedre ler, det mellemste finsand og de øvre blandede lag indeholder en hel del omlejret plantemateriale. Igangværende pollenundersøgelser, der udføres af geolog Else Kolstrup, viser, at der ikke er tale om en varm mellemistids aflejring, idet træpollen, der er karaktæriske for mellemistider næsten mangler. På trods af en stor iblanding af prækvartære pollen, synes der dog at være en vis udvikling i fordelingen af urtepollen, dog med dominans af lyng i de nedre dele. Undersøgelserne peger på en kold eller kølig tundra-vegetation, og det er ikke usandsynligt, at der er tale om en aflejring fra en eller flere af de kendte interstadialer fra Midt- eller Senweichsel.



Figur 8. Lerede og sandede søaflejringer over den tykke grå till ved Kobbeltårn. Søaflejringerne er foldet af Den ungbaltiske Is fra en sydøstlig retning.



Figur 9. Nærbillede af søaflejringerne vist i figur 8. De kompakte lerklumper ses tydeligt i en grundmasse af ler og fint sand med planterester.

Søsedimenterne er aflejret i et eller flere lokale bassiner, hvori lerklumper er skyllet ud og aflejret sammen med opslemmet ler og silt og planterester fra det omgivende landskab. Det fine sand, der især findes i midten af lagfølgen, kunne være aflejret som flyvesand, der er blæst ud over bassinerne. De meget blandede lagfølger i den øvre del markerer søbassinernes endelige opfyldning.

8. Den dækkende rødbrune till

Den hidtil nævnte lagfølge er både ved Kraneled, men især ved Kobbeltgård stærkt forstyrret af en gletscher, der overskred Møn fra sydøst. De finkornede sedimenter har muligvis virket som et glideplan eller 'afglidningsniveau' for gletscheren, der har fjernet eventuelle yngre sedimente og skubbet dem op i israndsbakker på Sydvestmøn og i selve Møns Klint.

Den rødbrune till findes stedvis som en kappe over de forstyrrede aflejringer. Den rødbrune till er også baltisk i sin stensammensætning og tilmed let rød-violet som følge af et stort indhold af knuste og udvalsede røde sandsten.



Figur 10. Den øvre del af søsedimenterne ved Kobbeltgård (profil F i fig. 2). Sedimenterne er foldet og slæbt med ved basis af den overliggende diskordante rødbrune till. Deformationerne og aflejringen af den rødbrune till er sket i forbindelse med Den ungbaltiske Isstrøms passage mod nord-nordvest.

DEN GEOLOGISKE HISTORIE

Gennemgangen af lagfølgen fra klinerne omkring Klintholm vidner om et mere varieret hændelsesforløb i den sidste istid, end det hidtil har været kendt på grundlag af andre lokaliteter.

Efter den varme Eem mellemistid sank havspejlet ved overgangen til Weichsel istiden. Den tidligere fjordlavning ved Klintholm tørlagdes og blev delvis opfyldt med flydejord ved optøning og udglidning af de øverste jordlag i et arktisk miljø. Herefter er en gletscher fra Østersø-området gledet ind over Møn fra østlige retninger, og den aflejrede den røde till og de dækkende smeltevandsaflejringer. Det er højst sandsynligt, at der her er tale om Det gammelbaltiske Isfremstød, der også aflejrede den tynde baltiske till-bænk i Ristinge Klint på Langeland. Ristinge Klint er typelokaliteten for Den gammelbaltiske Till.

Efter Den gammelbaltiske Is var smeltet bort, blev området omkring Klintholm tørlagt, og i det efterfølgende tidsafsnit med vekslende frost og tø udvikledes involutioner i den daværende arktiske jordoverflade. Herefter er området atter blevet oversvømmet, først af floder fra øst, senere har stigende vandstand imidlertid muliggjort aflejringen af tynde laminerede lerlag. Denne udvikling kunne hænge sammen med dannelsen af en ældre baltisk issø i forbindelse med en opstemning af Østersøens vand på grund af en lukning af udløbet mod Kattegat.

En ny isstrøm gled nu gennem Østersøen og videre ud mod vest, sandsynligvis flydende på vandet i den ældre baltiske issø. På Møn aflejredes den tykke grå till ved smeltning fra bunden af den måske svømmende shelf-is. Under afsmeltningens senere faser aflejredes også mere velsorterede materialer i form af lamineret ler og silt samt strømribbet finsand. Da gletscheren helt forsvandt fra området, aflejredes udelukkende lerede og finsandede sedimenter i den tidligere issø. Fra bredderne blev brokket ler og rester af den sparsomme tundra-vegetation skyllet ud i bassinet, mens vindblæst finsand lejlighedsvis blæste ud over søen. Med faldende vandstand blev miljøet mindre roligt, floder aflejrede grus og sand sammen med flydejord, der fra bredderne gled ud over de lavere liggende områder.

Endelig blev området overskredet af Hovednedisningens gletscherstrømme. Mens en isstrøm fra nordøst, den som nåede frem og dannede den midtjyske Hovedopholdslinie, tilsyneladende ikke har efterladt spor omkring Klintholm, så har det efterfølgende ungbaltiske fremstød forårsaget kraftige forstyrrelser fra sydøst og syd i lagfølgen. Under afsmeltningen aflejredes den øvre dækkende rødbrune till.

ALDEREN AF DET FØRSTE WEICHSEL-ISFREMSTØD

Den gammelbaltiske Isstrøm dækkede det sydøstlige Danmark. Forfatteren har tidligere fremhævet, at Det gammelbaltiske Fremstød kunne være knyttet til en tidlig fase af hovednedisningen i Senweichsel for ca. 25.000 år siden. Imidlertid viser lagfølgerne ved Klintholm, at der har været mindst to baltiske isstrømme i det sydøstlige Danmark inden hovednedisningen. Udviklingen af den involuerede overflade mellem de to 'gammelbaltiske' isstrømme viser, at der har hersket isfrie forhold i et arktisk miljø.

Opfyldningen af søbassinet efter den yngre 'gammelbaltiske' isstrøm med ler, flyvesand og planterester fra en tundra-vegetation peger ligeledes på, at længerevarende perioder med periglaciale forhold adskiller de gammelbaltiske isfremstød fra Weichsel-istidens hovedfremstød. På nuværende tidspunkt kan det ikke afgøres, om pollenanalyserne vil vise, om der er tale om et eller flere af de kendte Weichsel interstadialer.



Figur 11. Ristinge Klint på Langeland. Under et dæklag af flyvesand ses øverst til højre en till, der er afsat af den is, der nåede frem til hovedopholdslinien i Midtjylland. Herunder ses sand og en fremstående till, nemlig Den gammelbaltiske Till, som ligger på det lyse sand, personen står på. Nederst, d.v.s. til venstre ses det blålige ler fra Eem mellemistiden. Foto: S. Sjørring.

De endelige resultater af pollenanalyserne og de absolutte aldersbestemmelser fra Klintholm-profilerne imødeses med spænding. Såfremt den røde till ved Klintholm er den samme som den såkaldte gammelbaltiske till i Ristinge profilet på Langeland, kan der allerede nu gives et fingerpeg om alderen af den ældre af de to gammelbaltiske nedisninger. Der er nemlig foretaget aldersbestemmelse ved hjælp af termoluminiscens-metoden af det sand, der ligger under og over Den gammelbaltiske Till ved Ristinge. Dateringerne giver en alder for till'en på mellem 86.000 og 40.000 år før nu. Imidlertid er denne dateringsmetode endnu ikke fuldt udviklet, så alderne skal tages med et vist forbehold.

Pollenanalyserne er finansieret af Carlsbergfondet, og termoluminiscensdateringerne betales af Statens Naturvidenskabelige Forskningsråd.