

Danmark i de seneste 35.000 år

Istidslandskabet og naturens udvikling

Af: Michael Houmark-Nielsen, lektor, Statens Naturhistoriske Museum, Johannes Krüger, professor, Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning og Kurt Henrik Kjær, professor, Statens Naturhistoriske Museum

Istider og mellemistider har efterfulgt hinanden gennem kvartærtiden, der omfatter de seneste 2,5 millioner år af Jordens historie. Under istiderne har strømmende gletschere fra Norge, Sverige og Østersøen i samspil med smeltevand og ændringer af havspejlet modelleret en mosaik af bølget-bakkede landskaber og milevide sletter. Det er blevet til Danmark. Under istiderne har Danmark kun i kortvarige perioder været dækket af det Skandinaviske Is-skjold, mens landet i lange tidsrum været isfrit og ligget hen som en træløs tundra og buskhede med et dyre- og planteliv tilpasset kolde forhold. Jorden var i perioder frosset til stor dybde, men om sommeren tøede det øverste jordlag op og førte til omfattende jordflydning, som nedbrød og udglattede istidslandskabet. Farvandene omkring Danmark var kolde med drivende isbjerge. Det er isskjoldets vækst og afsmeltning under den sene del af sidste istid for 30.000 – 15.000 år siden, der har formet størstedelen af det danske istidslandskab.

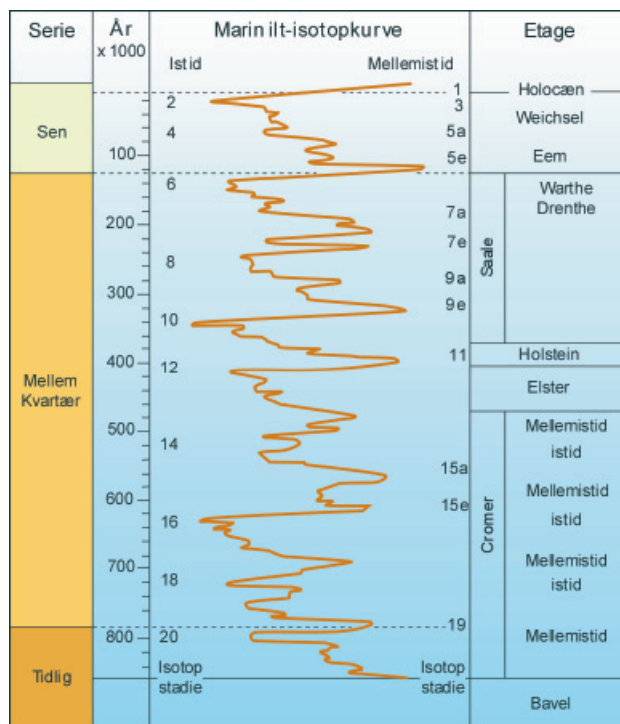


Kloden som dybfryser

Gennem Jordens historie har klimaet været under stadig forandring. Nogle klimasvingninger sker over millioner af år, mens andre sker over nogle tusinder af år og andre igen over årtier. Disse naturlige klimavariationer har i meget høj grad præget landskabets og naturens udvikling i Danmark. Flere gange i Jordens historie har der været frysehusperioder, hvor klimaet var så koldt, at store dele af kloden var dækket af enorme gletschere. Inden for den sidste milliard år har der været fire af sådanne markante frysehusperioder. Disse kolde perioder blev afløst af drivhusperioder, hvor klimaet var så varmt, at der slet ikke fandtes gletschere. Nu befinder vi os i Kvartærtiden, der er den yngste frysehusperiode (se side 112, Klima – processer og sammenhænge, Fig 1).

I Kvartærtiden har klimaet vekslet mellem kolde istider og varme mellemistider. Under istiderne har mægtige isskjolde kortvarigt kunne dække op til 30 % af Jordens landareal. I Nordeuropa har Det Skandinaviske Isskjold bredt sig fra den norsk-svenske fjeldkæde ud i Østersølavningen og ind over det nordeuropæiske lavland mens iskanten har kalvet isbjerge langs den norske Atlanterhavskyst. I takt med alle isskjoldenes vækst sank vandstanden i verdenshavene mere end 120 meter i forhold til nutidens havniveau, så Danmark var landfast med England. Kattegat og det nordlige Øresundsområde var forbundet med Atlanterhavet gennem en dyb og arktisk fjord i Norske Rende. Uden for isen lå landskabet hen som et koldt og forblæst tundralandskab præget af jordflydning og med hårdføre planter og kuldetilpassede dyr. Sommertemperaturen kunne nå den, der i dag kendetegner det nordligste Skandinavien eller Island. Under istiderne indtraf også mildere perioder, hvor isskjoldet smeltede tilbage til det skandinaviske højland og en åben skov eller dværgbuskhede bredte sig.

Under istiderne har mægtige isskjolde som Múlajökull, en sydøstlig udløbsgletscher i det centrale Island, kunnet dække op til 30 % af Jordens landareal.



Figur 1 Kvartærtiden strækker sig fra ca. 2,6 millioner år siden til i dag. Det antages at Det Skandinaviske Isskjold først nåede Danmark i Mellem Kvartær under den sene del af Cromer etagen. Den marine iltisotopkurve viser svingninger i klimaet de sidste ca. 850.000 år. Spor efter en stadig vekslen mellem istider med arktisk klima (isotopstadier med lige numre) og mellemistider med klima svarende til nutidens (isotopstadier med ulige numre) er bevaret i havbundens sedimenter (se kapitlet: Klima – processer og sammenhænge, Fig. 3c). Lagfølgerne fra landområderne er langt mere ukomplette end havbundens. Det skyldes først og fremmest, at aflejringer på land er sårbare over for bortfjernelse ved erosion. Derfor mangler der ofte vidnesbyrd om udviklingen i lange tidsrum. Det er først fra og med de seneste ca. 150.000 år, at lagfølgerne bliver så velbevarede, at der kan skabes et nogenlunde samlet billede af de geologiske hændelsesforløb op mod vor moderne varmetid, Holocæn.

Istiderne former Danmark

I løbet af Kvartærtiden har der været mange istider og mellemistider, i alt 103 inden for de seneste ca. 2,6 millioner år. I Danmark har man kun sikre fund i form af gletscheraflejringer fra de sidste tre istider (Fig. 1). I de tidlige istider har det danske område sandsynligvis været isfrit og ligget hen som et tundra- og steppelandskab. Aflejringer fra den tredjesidste istid, Elster, er kun fundet på Fyn og i Jylland. Derimod danner aflejringer fra næstsidste istid, Saale, i dag landoverfladen i dele af Vestjylland, nemlig på de såkaldte bakkeøer. I den øvrige del af Danmark dækkes Saale istidens aflejringer af yngre sedimenter fra sidste istid, Weichsel.

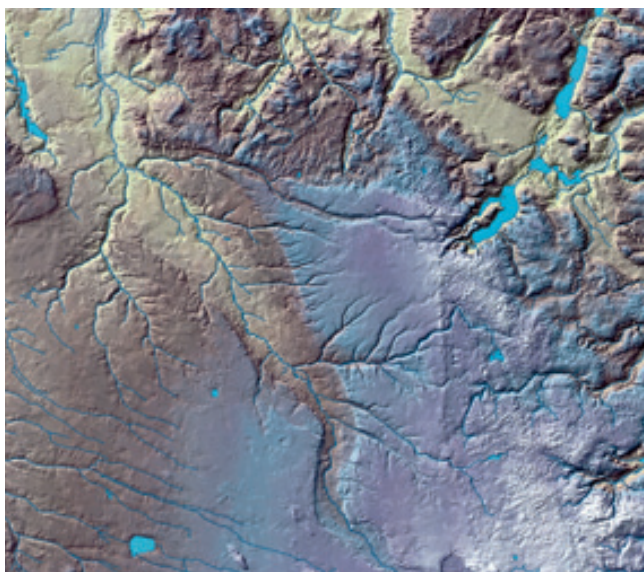
Selvom nøjagtigheden i datering og detaljeringsgraden aftager med sedimentets alder, kan man i dag sammenstille de mange indsamlede data til en serie af kort, der i store træk viser palæogeografi og natur helt tilbage til for 150.000 år siden. Det er dog kun naturens udvikling de seneste 35.000 år frem til afslutningen af sidste istid (Sen Weichsel: Iltisotop stadie 3-2), der er redegjort for her.

Vores viden om de skiftende miljøer under istider og mellemistider i Danmark bygger på mange års undersøgelser, hvor landskabet skilles ad lag for lag. Derved nærmer forskerne sig svar på en lang række vigtige spørgsmål som f. eks. hvilke klimatiske forhold, der herskede gennem sidste istid, hvilken flora og fauna var den fremherskende, hvornår invaderede iskjoldet Danmark, hvor kom gletscherne fra, og hvilke isfremstød, der har bidraget til udformningen af det landskab, vi ser i dag?

Det store billede

Miljøet under istiderne har været foranderligt og dynamisk, og istidslandskabet er særdeles komplekst opbygget. Miljøforandringerne er drevet af klimasvingninger, der stort set styres af den nordatlantiske havstrøms styrke og af ændringer i solindstrålingen som følge af periodiske svingninger i jordens rotation. Klimaet styrer vindsystemerne samt hvor, hvor meget og hvornår nedbøren bliver liggende som sne året rundt. Dette bestemmer også mængden af gletscheris, der dannes i Skandinavien. Gletschernes vækst og afsmeltning medfører svingninger i det globale havniveau, men påvirker også havspejlets højde i de nedisede områder. Iskjoldenes størrelse og udbredelse er også betinget af deres egen indre dynamik. Især hurtige isstrømme har kunnet kanalisere store mængder is ud mod randområderne, hvor gletschere har kunnet brede sig både på land og i havet. Derfor har det danske område oplevet, at talrige isfremstød fra forskellige egne af Skandinavien er kommet og gået under den sene del af Kvartærtiden.

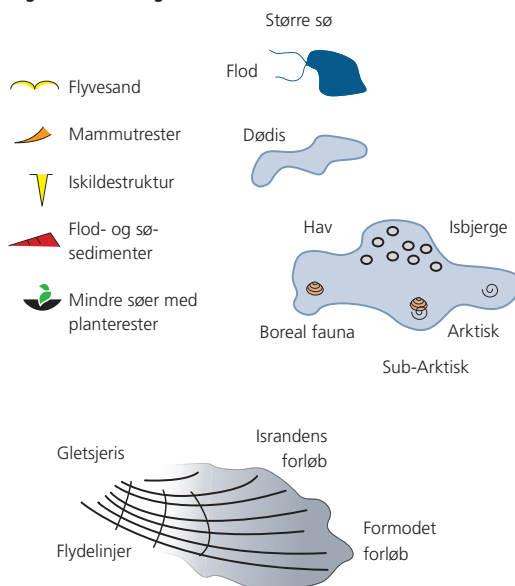
De mange gletscherfremstød har efterladt et istidslandskab, der består af en mosaik af gamle og unge landskabstræk. Dette betyder, at simple forklaringer ikke rækker til at beskrive et sammensat landskab som det danske, der er opstået gennem et kompliceret og langvarigt hændelsesforløb. Vi har set, at en kobling mellem studier af lagfølger og strukturer i landskabernes indmad og analyser af generationer af mere eller mindre overprægede landskabsformer har medført afgørende kvartærgeologiske landvindinger. Med støtte af moderne dateringsmetoder, studier af processer ved nutidens gletschere og brug af digitaliserede terrænmodeller er denne sammenfletning mellem istidsgeologi og naturgeografi en frugtbar vej til at trænge endnu dybere ned i forståelsen af Kvartærtiden.



Figur 2 Højdemodel, signaturforklaring og lokalitetskort.
Illustrationer: Michael Houmark-Nielsen og Kurt Henrik Kjær,
Statens Naturhistoriske Museum.

Venstre: Digital Højde Model (DEM) henover Hovedopholdslinjen i det centrale Jylland (rektangel på lokalitetskort). Hovedopholdslinjen kaldes også for den Ussingske linje efter N.V. Ussing, som var den første, der beskrev denne landskabsgrænse i 1907. Traditionelt menes Hovedopholdslinjen at angive den maksimale udbredelse af det Skandinaviske Iskjold under den sidste istid – Weichsel, men nyere undersøgelser viser, at gletschere i midten af sidste istid nåede længere mod vest i det sydlige Jylland. Øst og nord for Hovedopholdslinjen er landskabet "ungt" og reliefrikt, mens det kendetegnes af flade smeltevandssletter og udjævnede bakker vest og syd for Hovedopholdslinjen. Copyright: KMS G18-97. Højre: Lokalitetskort og signaturforklaring til geografiske rekonstruktioner.

Signaturforklaring



Sidste istid – Weichsel

Efter den varme Eem mellemistid, der gik forud for for nuværende varmeperiode, kom kulden igen og varslede en ny istid, Weichsel istiden, der begyndte for godt 115.000 år siden og sluttede for 11.700 år siden (Fig. 1). I løbet af få tusinde år trængte kulden

skoven og mellemistidens dyreverden mod syd, og havet afkøledes og blev efterhånden til et ishav med arktiske forhold. I tidlig Weichsel lå store dele af Sydsandinavien med Danmark samt Nordsøen hen som en del af den nordeuropæiske tundrasteppes med en sparsom vegetation af hårdføre urter og

lave buske af dværgbirk og pil. På steppen levede mammutter sammen med andre dyr som uldhåret næsehorn, kæmpehjort, steppebison, rensdyr og moskusokse. I tundralandskabet var jorden frosset til mange meters dybde året rundt, og kun om sommeren nåede de øverste dele af jorden at tø op. Den optøede jord flød mod lavere liggende områder og udglattede det tidligere reliefrige istidslandskab fra Saale, og Eem tidens fjorde, søer og sumpede lavninger blev efterhånden opfyldt af flydejord. Havniveauet faldt mere end 125 meter i løbet af Mellem Weichsel, men Skagerrak, det nordlige Jylland og Kattegat var stadig en del af den lange og smalle fjord, der via Norske Rende var forbundet med Atlanterhavet. At havet kunne trænge ind i de forholdsvis lavvandede danske farvande skyldtes isskjoldet i Norge og Sydsverige, som med sin vægt pressede de foran liggende områder ned. Indsynkningen langs isranden var så stor, at den oversteg det verdensomspændende havniveauafald, som var forårsaget af de store isskjoldes vækst.

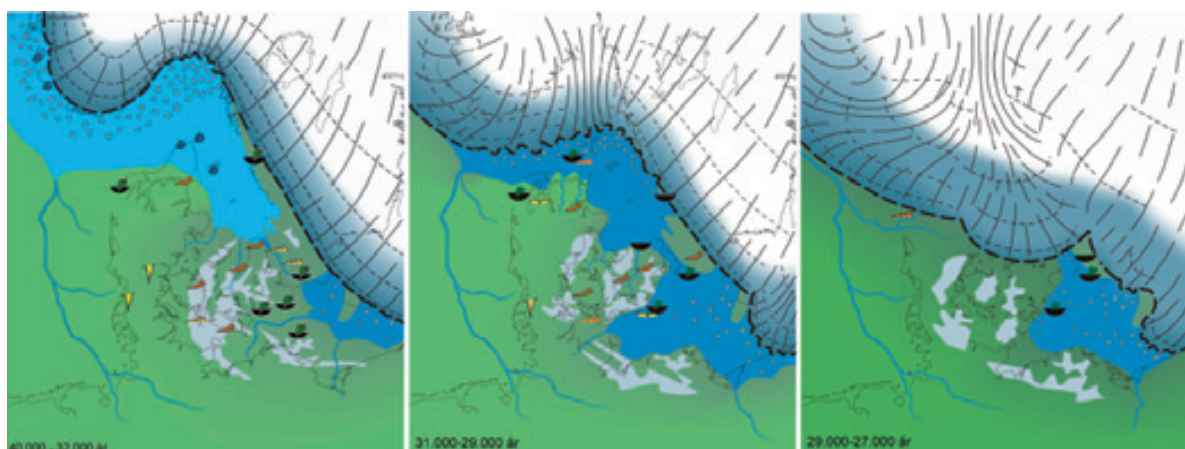
Optakten til de store nedisninger

Bortset fra en kort periode i midten af sidste istid havde Danmark stort set undgået at blive dækket

af isskjoldet, mens klimaet gennem hele Weichsel langsomt var blevet koldere (Fig. 1). Efter en længere periode for 50.000 til knapt 30.000 år siden, hvor klimaet var forholdsvis mildt, begyndte isskjoldet atter at vokse. Rester af plantevæksten på Sejerø og Møn var præget af urter med spredte forekomster af polarpil og dværgbirk. I Skagerrak og Kattegat fandtes et ishav, som til tider strakte sig ind over Nordsjælland (Fig. 3 venstre). Det Skandinaviske Isskjolds gletschere kalvede i Norske Rende, og afvandning fra en større sø i Østersølavningen foregik gennem en dal i Øresundsområdet. I slutningen af denne milde periode var tundra med dværgbuskhede blevet almindelig i store dele af Danmark. Flere steder i landet er der fundet flyvesand og jordoverflader med vindslebne sten og permafroststrukturer. Et stort antal mammuttænder og andre megafauna rester er dateret til denne periode.

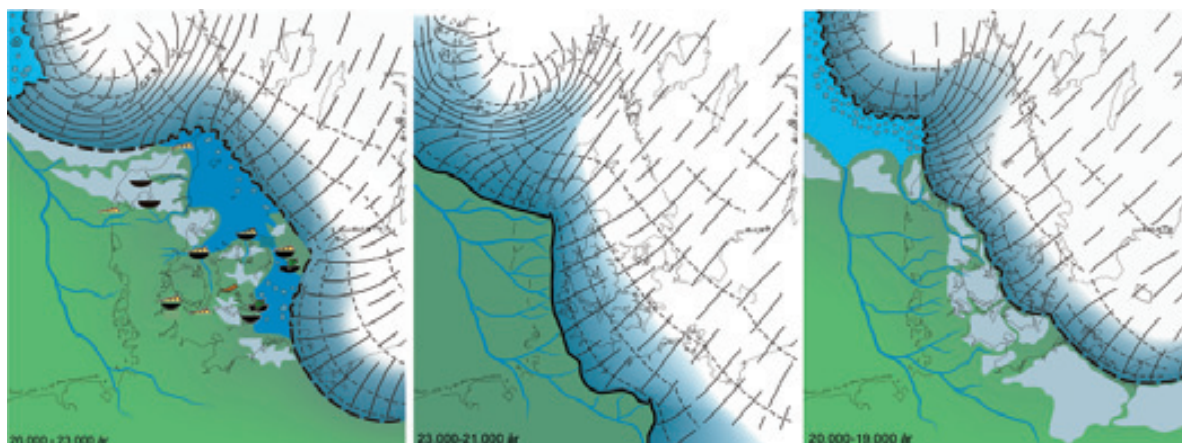
Sen Weichsel

Sen Weichsel var den koldeste del af sidste istid, og Det Skandinaviske Isskjold nåede sin største udbredelse under tre større isfremstød. Først et fremstød fra Sydnorge gennem Kattegat, dernæst Hovedfremstødet fra det mellemste Sverige og endelig de



ILLUSTRATIONER: MICHAEL HOUMARK-NIELSEN OG KURT HENRIK KJÆR, STATENS NATURHISTORISKE MUSEUM.

Figur 3 Rekonstruktion af naturens udvikling i det danske område for omtrent 40.000 til 32.000 år siden (Ældre Ishavstid), 31.000 til 29.000 år siden (Ældre Kattegat Issø) og 29.000 til 27.000 år siden (Kattegat Isstrømmen).



Figur 4 Rekonstruktion af naturens udvikling i det danske område for omtrent 26.000 til 23.000 siden (Yngre Kattegat Issø), 23.000 til 21.000 år siden (Hovedfremstødet) og 21.000 til 19.000 år siden (Storebælt-Møn genfremstød).

Ungbaltiske fremstød, der nåede til Danmark fra sydøst gennem Østersølavningen. Disse nedslagninger har formet hovedtrækkene i det østdanske istids-landskab.

Kattegat Issøen og Kattegat Isstrømmen

Den arktiske havbugt i Skagerrak og Kattegat havde eksisteret gennem det meste af Weichsel. Men for 30.000 år siden begyndte Det Skandinaviske Iskjold at vokse ud over de sydnorske kystegne, og det inderste af bugten blev afsnøret fra Nordatlanten, så der opstod en isdæmmet sø, Kattegat Issøen, der stod i forbindelse med Østersøen gennem et sund over Skåne og Sjælland (Fig. 3 midt).

For 29.000 år siden skød en isstrøm fra Sydnorge ud i Kattegat Issøen og videre ind over det nordlige Danmark (Fig 3 højre). Moræne-aflejringer fra dette isfremstød indeholder sten fra Oslo-området. Den store hastighed, hvormed isen bredte sig mod syd, var bestemt af udbredelsen af Kattegatissøens vandmættede muddersedimenter, som isen kunne glide på. Da Kattegat var blevet opfyldt af glet-

schers, strømmede isen herefter gennem Norske Rende mod Atlanterhavet. Det sydlige Danmark forblev isfrit og lå hen som tundra med dværgbirk, pil, rypelyng og ene. De første fund af lemming i Danmark er fra denne tid og stammer fra Møn. Isstrømmen smeltede bort fra det nordlige Danmark for omkring 27.000 år siden.

Weichsel-istidens hovedfremstød

Perioden fra 27.000 til 23.000 år før nu var præget af opbrud af isstrømmen syd for Norge, den Nordatlantiske havstrøm var igen blevet mere aktiv og havet trængte dybt ind i Norske Rende. En armada af isbjerge drev ud i Atlanterhavet samtidig med, at en flydende gletscher formodentlig udvikledes i de indre dele af Skagerrak. Sammenbrudet kan skyldes, at isens egen nedpresning af underlaget medførte en lokal havstigning, som var tilstrækkelig stor til at løfte isstrømmen fra havbunden. Afsmeltningen betød, at Kattegat Issøen atter kom til at dække det meste af sit tidligere område. På land lå store dødmasser tilbage, og i floder og søer aflejreredes sedimenter med rester af et arktisk plante- og dyreliv (Fig 4 venstre).

Under Hovedfremstødet trængte Det Skandinaviske Isskjold fra Sverige massivt ind over Danmark flankeret af en isstrøm gennem Norske Rende og af en baltisk gletscher på vej ind over det nordtysk-polske lavland. Hovedfremstødet sendte over en bred front en langsomt flydende del af isskjoldet fra nordøst frem til Hovedstilsandslinjen (Fig.4 midt). Det har undret mange istidsforskere, at Hovedstilsandslinjen danner en næsten ret vinkel sydvest for Viborg. Israndens vinkelform kan skyldes, at isstrømmen gennem Norske Rende har været så effektiv, at Midtjylland ikke fik tilført tilstrækkelige mængder is til, at isranden kunne opnå et mere naturligt, udrettet forløb. Desuden synes de to "grene" af Hovedstilsandslinjen at være dannet til forskellig tid med den øst-vestgående del som den ældste (Fig. 2).

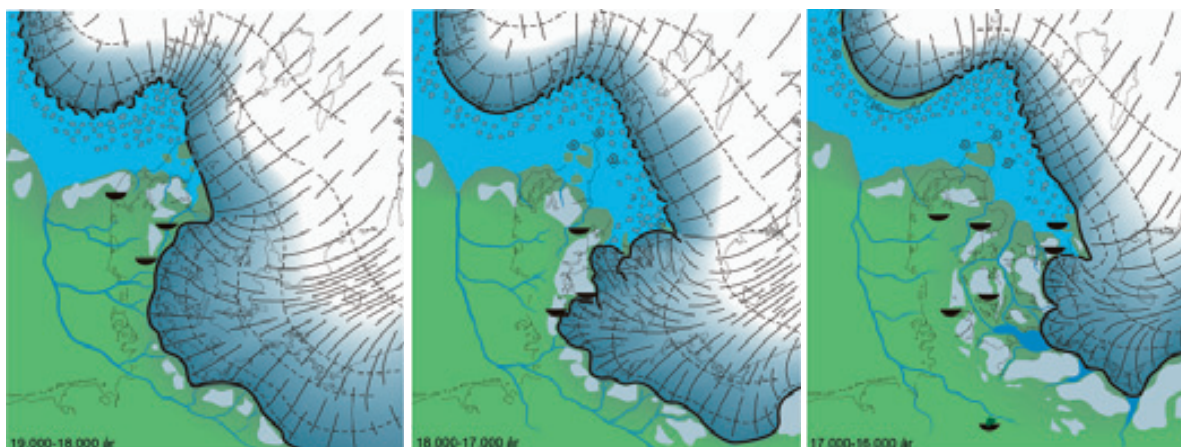
Hovedstilsandslinjen skærer den jyske vestkyst ved Bovbjerg, hvorfra den kan følges videre ud i Nordsøen. Fra Sønderjylland kan israndens position knyttes sammen med Weichsel isens maksimale udbredelse i Nordtyskland og Polen. Hedesletterne fik størstedelen af deres sand og grus tilført gennem de nord- og østjyske tunneldale, hvor smeltevand i og under isskjoldet søgte ud mod isranden.

Isens generelle tilbagesmeltning, der begyndte for ca. 21.000 år siden, blev afbrudt af flere genfremstød, der efterlod store NV-SØ-gående randmorænestrøg gennem landet, og bag disse moræner findes strømledede landskaber skabt i isens flyderetning (Fig.4 højre). På grund af et stigende globalt havniveau og lokal nedpresning af de isdæk-



FOTO: M. HOUJMARK-NIELSEN, STATENS NATURHISTORISKE MUSEUM.

Figur 5 Lagfølgen i klinten ved Tøvelde i Hjelmsø Bugt, vestlige Møn. Sø- og flodsedimenter af sand og mudder afsat for ca. 30.000 år siden overlejres af moræneaflejringer (till) fra Hovedfremstødet og den Ungbaltiske Nedisning, der er adskilt fra hinanden af mørke og mudrede søsedimenter.



Figur 6 Rekonstruktion af naturens udvikling i det danske område for omtrent 19.000 til 18.000 år siden (Østjyske Fremstød), 18.000 til 17.000 år siden (Bælthav Fremstød) og 17.000 til 16.000 år siden (Møn-Øresund Fremstød).

kede områder søsattes de dele af Det Skandinaviske Is skjold, der lå på shelfen vest og syd for Norge for omkring 19.000 år siden. Isstrømmen i Norske Rende brød igen sammen og Skagerrak blev tømt for gletscheris. Den Nordatlantiske havstrøm var blevet mere aktiv, og mens Nordøstisen smeltede tilbage, trængte et arktisk hav ind over dele af Vendsyssel. Mange steder efterlod den vigende isrand brede bæltter af dødis, hvis landskabsformer er særligt tydelige på det centrale Fyn.

Den Ungbaltiske Nedisning

Mens ishavet trængte ind over Vendsyssel og ned i Kattegat, havde isskjoldet i Østersøen mistet sit greb i underlaget, og en baltisk isstrøm flød fra øst ind over Danmark for knap 19.000 år siden (Fig. 6 venstre). Isen nåede frem til den Østjyske Israndslinje, og i den østlige del af landet afsattes till med et karakteristisk indhold af sten og blokke fra Skåne og Østersøens bund. Denne isstrøm gik efterhånden i stå og samtidig skete afstrømning til Kattegat, dels ved kalvning, dels gennem store smeltevandsfloder i Gudenå-dalen.

En fornyet udstrømning af isskjoldet i Østersøen, Bælthav Isstrømmen, skød sig ind over det østlige Danmark for mellem 17.000 og 18.000 år siden (Fig. 6 midt). Isstrømmen skabte bueformede israndsdannelser, der især er tydelige i Storebælt og i Nordvestsjælland, fx Odsherred-buerne (Fig. 7). Endnu yngre istunger skød sig vej gennem den sydlige del af landet, hvor der dannedes strømlinjede bundmorænelandskaber og bueformede randmoræner, der især er tydelige i Storebæltsområdet.

Høje Møn blev dannet af den yngste isstrøm over Danmark for 17.000 til 16.000 år siden. Langs isens rand opstod større isdæmmede søer og under afsmeltningen dannedes flodsletter og større systemer af smeltevandsdale på Fyn og Sjælland (Fig. 6 højre).



Figur 7 Udsigt fra Esterhøj, den centrale del af Odsherred Buerne. Foran randmorænen ligger smeltevandssletten, der i dag er overskyldet af Sejerøbugten og af Stenalderhavets skovbevoksede aflejringer. I det fjerne skimtes de ældre randmoræner i Odsherred.

Senglacial tid

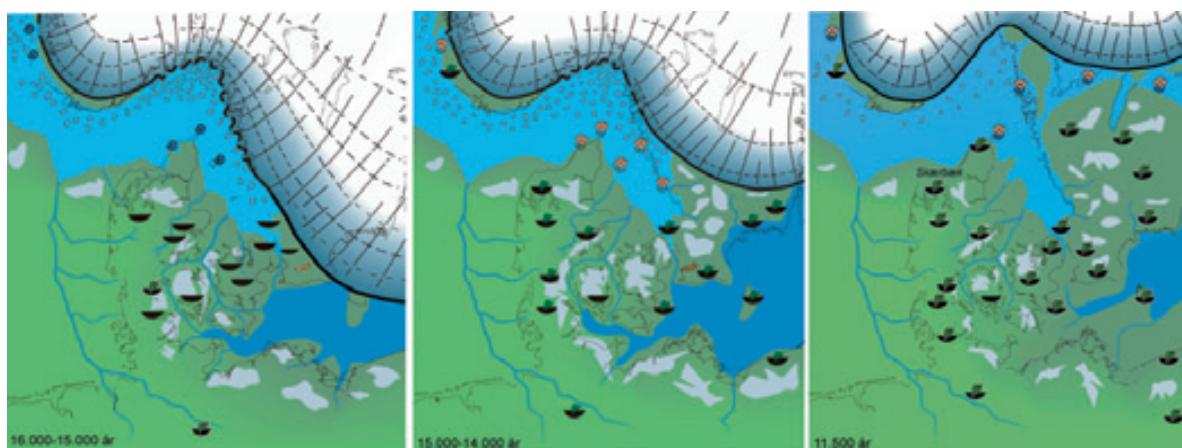
Store mængder ungbaltisk is overgik til dødis og sammen med efterladt dødis fra Hovedfremstødet begyndte den nedsmeltning, der førte til dannelsen af de mange bakkede dødislandskaber i Østdanmark. Under afsmeltningen trængte havet langt ind i Øresund, og her levede polartorsk og ringsæl og isbjørn (Fig. 8 venstre). For 16.000-15.000 år siden bredte urter og dværgbuske sig atter på land og tiltrak flokke af rendyr – og også mennesket indvandrede. De ældste spor af rendyrjægere i Danmark er hen ved 15.000 år gamle.

I den sydvestligste del af Østersøen opstod forstadierne til den Baltiske Issø. Samtidig medførte landhævnningen faldende vandstand i de dele af havet, der var længst væk fra den aktive isrand. Isskjoldets afsmeltning og den deraf følgende landhævnning betød, at de tidligere marine flader i Vendsyssel efterhånden blev tørlagt. Foran den vigende isrand voksede den Baltiske Issø i størrelse (Fig. 8 midt). Efterhånden som dødisen smeltede, fik den arktiske vegetation stadig bedre fodfæste og for 14.000 år siden begyndte den åbne birkeskov at indvandre til Danmark ved overgangen til den milde Allerød tid. Inden begyndelsen af vores nuværende varmetid for 11.700 år siden indtraf en kuldeperiode i Yngre

Dryas hvor klimaet vendte tilbage til istidslignende forhold og den åbne skov forsvandt. Ved overgangen til Holocæn havde isskjoldet forladt de vestnorske kystegne og en åbning gennem de svenske søer betød, at ishavet for ca. 11.500 år siden kortvarigt trængte ind i Østersøen (Fig. 8 højre).

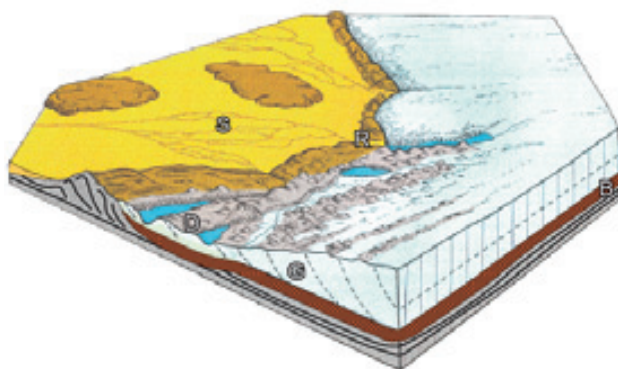
Tolkning af istidslandskabet

Nogle landskabsformer dannes langs isranden, hvor gletscheren, når den rykker frem, slæber og skubber materiale sammen i en voldformet randmoræne. Andre landskabsformer dannes foran gletscheren, hvor smeltevandssfloder fra isen aflejrer sand og grus i vidtstrakte flodsletter. Der dannes også landskabsformer under gletscheren, hvor isen og smeltevandet former underlaget til et jævnt bundmorænelandskab med tunneldale og åsbakker. Endelig vil smeltning af dødis og omlejring af materiale efterlade et grubet og småbakket dødislandskab. Det samlede landskabskompleks – bestående af en randmoræne med smeltevandssletten foran og bundmorænen eller dødismorænen bagved – kaldes en glacial landskabsserie eller blot en glacial serie (Fig. 9). Odsherredbuerne i Nordvestsjælland er et af de smukkeste eksempler på en glacial serie i Danmark (Fig. 7). Denne landskabsserie er knyttet til et gletscherfremstød, stilstand og efterfølgende tilbagesmeltning af isen.



Figur 8 Rekonstruktion af naturens udvikling i det danske område for omtrent 16.000 til 15.000 år siden (Halland-Bornholm stadiet), 15.000 til 14.000 år siden (Göteborg stadiet) og for ca. 11.500 år siden (Yngre Dryas - Holocæn).

Men så simpelt er størstedelen af det danske istidslandskab slet ikke opbygget. Det skyldes, at der – som tidligere nævnt – har været flere istider, og i hver istid har der ydermere været flere isfremstød, der ofte nåede Danmark fra forskellige retninger. Gletsjerne har enten bevæget sig som smalle og hurtigt flydende isstrømme eller i form af langsomt flydende ismasser, der invaderede landet over en bred front. Når isen gled hen over et område, brød den nogle steder det eksisterende landskab i stykker og pressede jordmasserne op som bakker. Andre steder gled isen blot hen over landskabet uden at ødelægge det nævneværdigt. Hvert isfremstød efterlod et nyt lag af aflejringer oven på de eksisterende. Mange af istidens landskabsformer, heriblandt nogle af de store opragende bakkedrag, er som regel ikke kun dannet i forbindelse med det yngste isfremstød i området. De stammer fra ældre gletscherfremstød i sidste istid eller endog fra næstsidste istid og har overlevet gentagne isoverskridelser. Sådanne forhold gør det ofte til en stor udfordring at forklare istidslandskabernes dannelse.



Figur 9 I et typisk istidslandskab findes landskabsformer dannet 1: Foran isen, hvor smelte vandet former flodsletten og ældre istidslandskaber foran isen udglattes af jordflydning (S), 2: Langs iskanten, hvor randmoræne dannes ved opskubning af forlandet og aflejring fra selve isen (R), 3: bag randen, hvor bundmoræne bestående af till (moræner) afsættes ved basis af den flydende gletsjer (B) eller 4: oven på en ismasse, der er gået i stå og ligger tilbage som død is, aflejres mudder og sand i floder og søer (D). Udgangsmaterialet for gletscherens sedimenter er de lag af medslæbt materiale der ligger i isen (G).

En model for istidslandskabets dannelse

Gennem fem snit kan man "overvære" landskabsudviklingen et sted i Danmark, fx. langs et snit på tværs af Sønderjylland. (Fig. 10).

Profil A viser et Ø-V snit gennem et landskab under den sidste mellemistid. Mod vest består landskabet af en randmoræne opbygget af sammenskubbede flager af Prækvartære og Kvartære lag. Foran randmorænen ligger den tilhørende smeltevandsslette og bagved ses et småbakket dødismorænelandskab med lavninger med moser og søer. Længere mod øst afløses dødismorænen af en jævn moræneflade, som isen har afsat jævnt oven på en tidligere smeltevandsslette. Så følger en fjord, hvori der er aflejret marine sedimenter. Videre mod øst følger et bølget bundmorænelandskab med en sø samt en randmoræne, skabt i forbindelse med et af isens genfremstød.

Profil B viser en situation under sidste istid. Isen, der er skredet hen over den østlige del af landskabet, har udglattet det gamle landskab, og fjernet toppen af randmorænen i øst. Jordmasserne har isen presset op som en ny randmoræne centralt i det viste snit. Flere steder gennem sættes isen af overskydninger, hvor materiale fragtes op til gletscheroverfladen. Dæklaget af materiale på isen beskytter igen mod solens stråler, så der dannes dødis, når isen senere begynder at smelte bort. De højeste partier af det ældre morænelandskab, bl.a. randmorænen, ligger hen som et tundralandskab præget af jordflydning, hvor optøede jordlag flyder ned i lavninger og dækker tidligere moser.

Profil C viser den følgende situation, hvor isen er smeltet så langt tilbage, at det pågældende område er blevet isfrit eller fri for "aktiv" is. Isen har aflejret bundtill, der indeholder flager af marine sedimenter fra den tidligere fjord. Under isens afsmeltning er

der efterladt store mængder dødis. Mellem dødisen og den opragende, noget udglattede randmoræne fra næstsidste istid har smeltevandet skabt en smeltevandsslette.

I Profil D oplever man et efterfølgende genfremstød af isen. Den ældre randmoræne fra næstsidste istid overskrides endnu en gang af isen. Isen presser dele af smeltevandssletten op, og skubber flagerne sammen i en ny randmoræne. Under gletscheren aflejres bundtill. I lavningen foran randmorænen afsætter smeltevand store mængder sand og grus hen over de sidste rester af dødis.

I Profil E ser vi landskabet i dag efter den sidste istid. Selvom bakkeøen, der er omgivet af smeltevandssletten fra den sidste istid, er udjævnet på grund af jordflydning, kan mange af de oprindelige istidstræk stadig erkendes, fx den tidligere randmoræne fra næstsidste istid. Bortsmeltningen af dødis umiddelbart øst for den ældste randmoræne fra sidste istid har efterladt et småbakket dødislandskab på et jævnt underlag. Ude i lavningen har bortsmeltningen af den begravede dødis skabt dødishuller i smeltevandssletten.

Vest

Øst

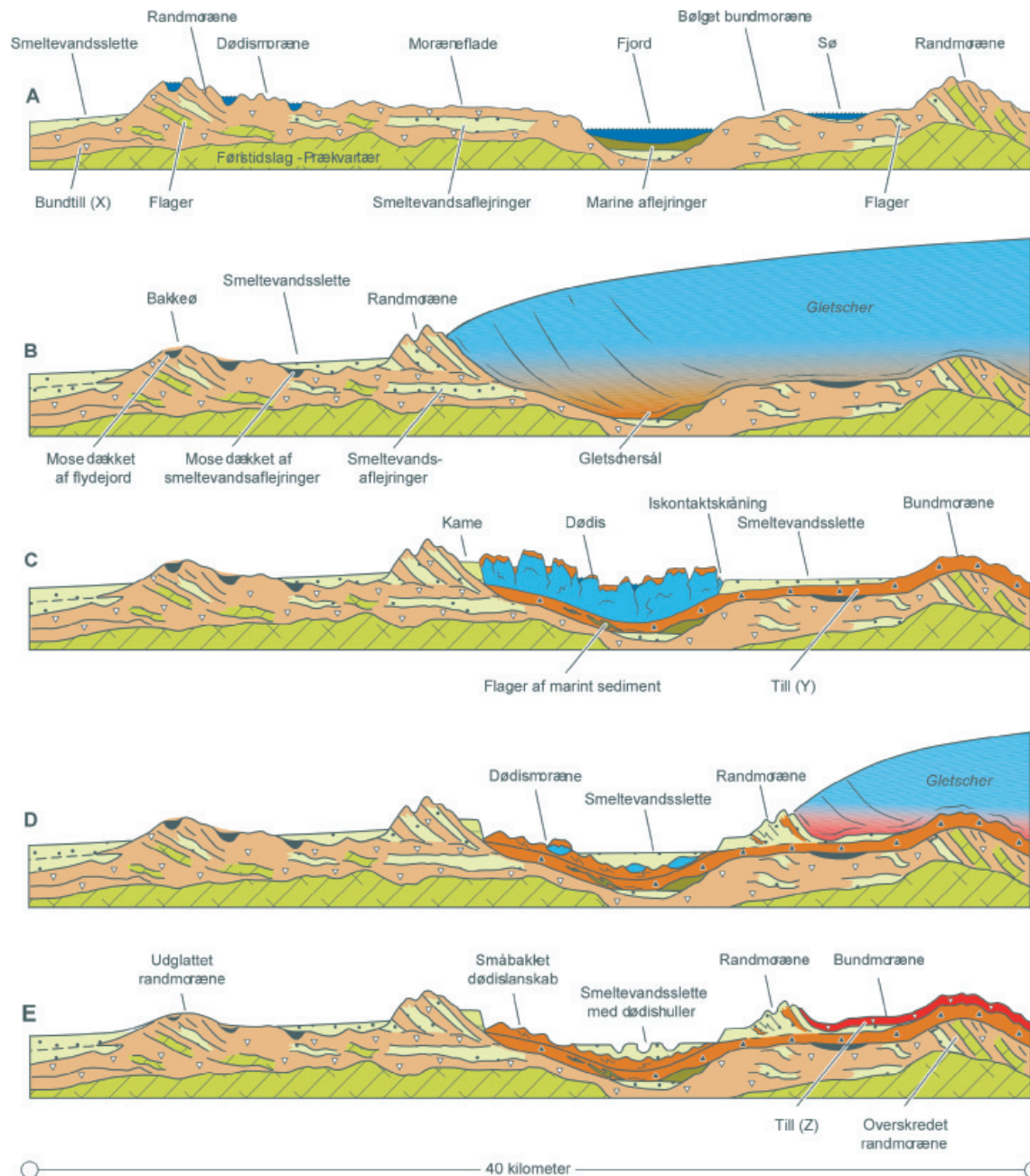


ILLUSTRATION: KURT H. KJÆR, STATENS NATURHISTORISKE MUSEUM OG JOHANNES KRÜGER, INSTITUT FOR GEOGRAFI OG GEOLOGI.

Figur 10

TILL

I ældre dansk litteratur er 'moræne' dels en betegnelse for gletscheraflejrede sedimenter, der består af en blanding af ler, silt, sand, grus og sten (kaldet diamikte sedimenter), dels en betegnelse for landskabstyper modelleret af gletschere. For at undgå misforståelser har man indført termen 'till', som er af engelsk oprindelse. Till dækker over morænesedimenter, som er aflejret ved bunden af en gletscher. Bundtill er et af de mest udbredte istidssedimenter i Danmark og har et lerindhold fra nogle få procent til omkring 35%. I Danmark indeholder bundtill dels materiale fra Skandinaviens klippegrund, dels materiale fra Kattegats og Østersøens bund og desuden materiale fra Danmarks egen undergrund, fx ler-, sand- og kalkmateriale fra Tertiær- og Kridttiden. Efter knusning og erosion vil dette materiale ofte blive forstyrret og deformeret yderligere under transport. Resultatet ser man i kystkliner og grusgrave, hvor dynamiske strukturer af kildematerialet findes i en massiv grundmasse.



Figur 11 Båndet og sribet till (nederst) afsat ved bunden af en gletscher overlejret af skråtstillede lag af diamikt flydejord (till omlejret ved tyngdekraftens hjælp) og som dækkes af flyvesand med en veludviklet jordbundshorisont. Lodbjerg Klint, NV Jylland.