

Istidslandskabet i Nordøstsjælland

Siden 1930'erne har den gængse forklaring på det synlige istidslandskab og de øverste blotlagte istidsaflejringer i det østlige Danmark været, at de i det væsentlige er resultatet af tre nedisninger med mellemliggende afsmeltninger – nordøstfremstødet, det østjyske fremstød og bælthavfremstødet. Forklaringen kan synes rimelig og i overensstemmelse med de geologiske forhold mange steder i Danmark, men ikke i Nordøstsjælland. Denne del af Danmark passer ikke ind i billedet, hvilket nutidens lille kreds af danske istidsgeologer af uransagelige grunde har valgt at lukke øjnene for.

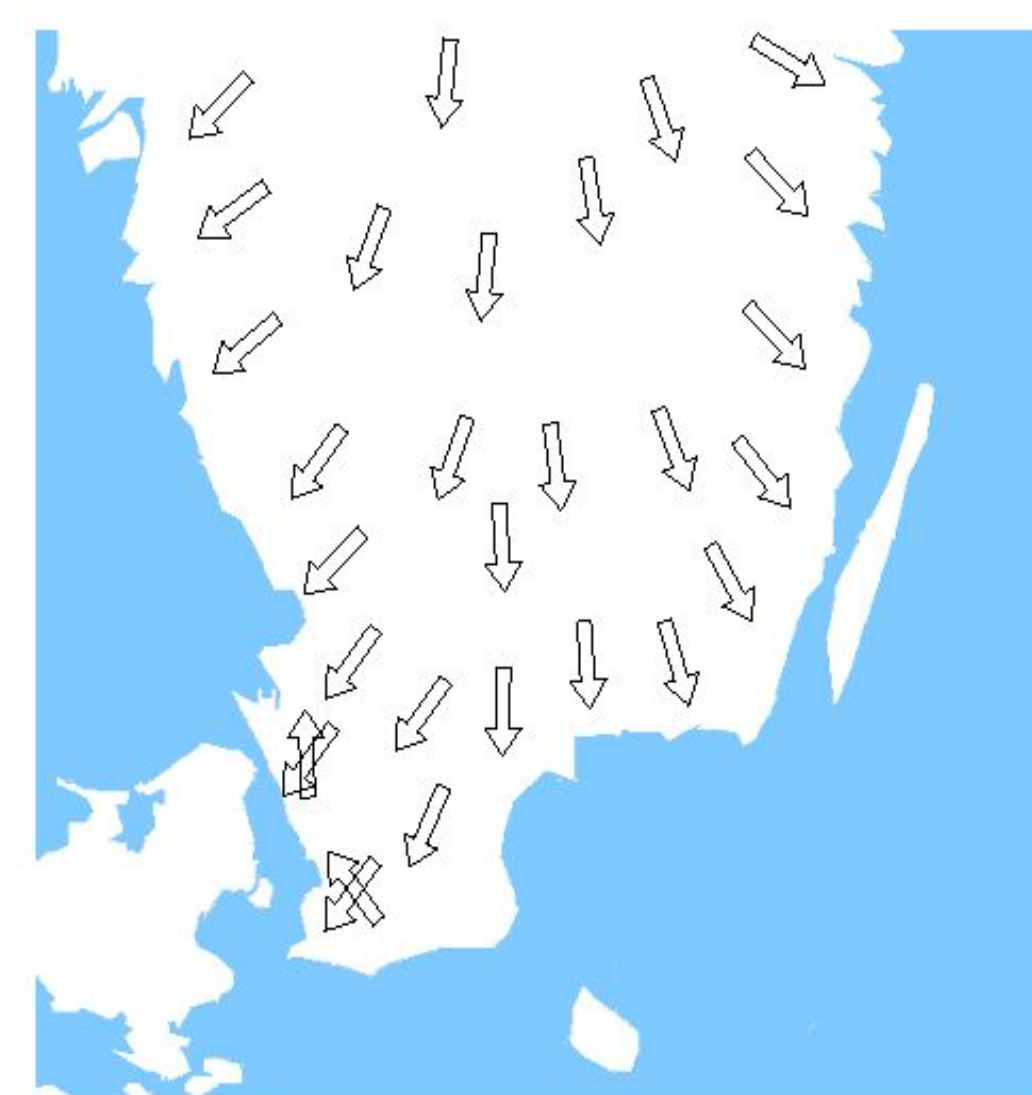
En alternativ glaciologisk model, som bedre stemmer overens med de geologiske data, diskuteres i herværende artikel. Ifølge denne model var der kun én skandinavisk nedisning i den sidste del af istiden. Der findes ikke overbevisende data, som viser, at Nordøstsjælland ikke var isdækket i tiden mellem isskjoldets fremstød i Danmark. Den afsluttende klimamildning førte til afgrænsede isstrømme i det mægtige skandinaviske isskjold, som var blevet ustabil på grund af smeltevand. Disse strømme af is, som nåede frem til Danmark fra Østersøområdet, har i høj grad medvirket til at give det nedsmeltede landskab dets endelige udseende, men der er ingen grund til at tro, at udstrømningen af is først begyndte efter en landsomfattende nedsmeltning af al den tidligere is. En helt afgørende forskel fra geologernes gængse forestillinger er, at modellen på ingen måde udelukker muligheden for, at aktiv is fra Østersøområdet har været samtidig med aktiv is fra Sverige. De specielle geologiske forhold i Nordøstsjælland tyder således på, at smeltevandet i en overgangsfase i slutningen af istiden løb mod vest til Roskilde Fjord i en zone mellem kolliderende isstrømme.

Det skandinaviske isskjold

Det jomfruelige danske istidslandskab blev skabt for 16-19 tusind år siden i slutningen af den sidste istid (Weichsel), da klimaet blev varmere, efter at det skandinaviske isskjold havde nået sin største udbredelse. De geologiske fund viser, at der på den tid var flere isstrømme i Danmark, nordøstisen og de baltiske gletsjere, som kom fra forskellige dele af det massive skandinaviske isskjold. Isskjoldet, som var startet som en iskappe i det skandinaviske højfjeld, havde bredt sig til de lavere områder mod øst, hvor det var blevet så tykt, at dets egen højde gjorde isskjoldets fortsatte eksistens uafhængig af højfjeldet. Det var mest koldt for 25 tusind år siden, men selvom det herefter blev varmere, fortsatte isskjoldet med at vokse. I denne fase af nedisningen blev den nordlige del af Danmark dækket med is. Senere brød isen sammen i Skagerak, fordi havet steg i forhold til underlaget, som blev presset ned af ismasserne.

Sveriges Geologiska Undersökning indledte i 1858 en detaljeret kortlægning af skurestriber i Sverige (mere end 60000 observationer). Undersøgelsen tegner et temmelig entydigt billede af isens vedholdende bevægelsesmønster henover grundfjeldet i det sydlige Sverige (se Figure 3 i dette [link](#)). Vest for en linie, som omtrentligt følger længdegraden mellem Skåne og Blekinge, bevægede isen sig mod sydvest og fortsatte ned over det lavtliggende danske område. Øst for samme længdegrad bevægede isen sig mod sydøst ud i Østersølavningen. Skillelinien, som går midt igennem det sydlige Sverige, markerer, hvor der i en meget lang periode har været en isdeler mellem de to isstrømme. Det er i mine øjne en vigtig - men overset - pointe, at en isdeler kobler isstrømmene fysisk sammen ved kilden - når isen til den ene side drænes

kraftigere, svækkes strømmen til den anden side, *et vice versa*.



Skurestriberetninger i det sydlige Sverige.

I Skåne har isens bevægelsesmønster dog været mindre konstant end længere nordpå i Sverige, idet der på grundfjeldshorstene ("åsene") ses overlejret et yngre uregelmæssigt system af skurelinjer med forskellige mere eller mindre østlige og sydlige retninger, som formodentlig er dannet sent under nedisningen, da isen var blevet tyndere og i højere grad blev påvirket af de lokale topografiske forhold.

Nordøstisen og de baltiske gletsjere i Danmark

Fra Østersølavningen kom den baltiske is, som bredte sig ud over den sydlige og østlige del af Danmark. Dette skete i sammenhæng med den begyndende klimamildning og bidrog til isskjoldets kollaps. Nordøstisen, derimod, var resultatet af den foregående afkøling, der fik hele isskjoldet til at vokse og brede sig ned i det danske område fra nordøst, hvor det nåede sin maksimale udstrækning (Ussings linie i Jylland) for omkring 20 tusind år siden.

Isskjoldets nedsmeltning

Bortset fra de hurtige baltiske gletsjere, der kunne trænge langt frem i det delvist nedsmeltede lavland, skrumpede isskjoldet ind, overgik til smeltende dødis og isbjerge ude ved kanterne, og mistede langsomt højde i de centrale områder. Et tilsvarende kollaps og deraf følgende havniveaustigning kan man frygte vil ske for den grønlandske indlandsis, hvis nutidens tendens til klimamildning fortsætter. Heldigvis er det grønlandske isskjold temmelig robust. En forøget

afsmeltning ved isranden bliver kompenseret af forøget snedeposition på de centrale dele af indlandsisen, fordi højere temperaturer medfører, at den tilstrømmende luft fra Atlanterhavet indeholder større mængder vanddamp. Det vigtigste for indlandsisens stabilitet er imidlertid, at det er omgivet af bjerge og ikke lavland som det skandinaviske. I Grønland er gletsjerisens udstrømning i havniveau begrænset til forholdsvis smalle fjorde, men nogle af disse steder, f.eks. ved Jakobshavn (Ilulissat), har der faktisk vist sig foruroligende tegn på forøget aktivitet. Fra de grønlandske fjorde strømmer isen ikke ud som vidtstrakte gletsjere i et lavland på samme måde som den baltiske is i Danmark, men i havet, hvor isen brækker i stykker (kælver) og spredes som flydende isbjerge.

Isstrømmenes dynamik

Min beskrivelse af forholdene under den sidste del af Weichsel-istiden bygger på et grundigt studium af den geologiske litteratur. Læsningen af den nyeste litteratur og mine egne overvejelser har imidlertid overbevist mig om, at den hævdvundne og udbredte geologiske forklaringsmodel med ét nordøstfremstød og to tidsligt adskilte baltiske fremstød næppe er korrekt, fordi der ikke findes en entydig sammenhæng imellem klimaet og isskjoldets udbredelse. Sammenholdt med skuretribemønsteret i det sydlige Sverige er det ud fra en glaciologisk betragtning sandsynligt, at nordøstisstrømmen og de baltiske isstrømme har eksisteret samtidigt, og der er ingen grund til at postulere at dette ikke også kan have været tilfældet nogle steder i Danmark.

Nordøstisens og den baltiske is' mange israndlinjer får en fysiker som mig til at tænke på de oscillationer, som man finder i systemer med tilbagekobling - i dette tilfælde den fysiske kobling mellem nordøstisen og den baltiske is ved isdeleren. Nordøstisens såkaldte genfremstød kan være blevet fremkaldt af, at den baltiske is af en eller anden ydre årsag, fx en mindre klimavariation, har bevæget sig langsommere. Når den baltiske is bremser op, får det nemlig isdeleren til at flytte sig mod øst, hvorved nordøstisstrømmen forstærkes og danner en ny isrand et stykke inde på isskjoldet, hvor isen i mellemtiden er blevet for tynd og langtsomt flydende til at kunne modstå det forøgede pres. Når nedsmeltningen af dødisen foran den nye isrand har skabt tilstrækkelig plads, begynder den baltiske is at rykke frem i dette område. Så svækkes nordøstisstrømmen, isen bliver tyndere, og det hele gentages, når den baltiske is næste gang bremser op.

Geologi - er det egentlig videnskab?

"Vi ser de geologiske materialer, vi ser de geologiske resultater. Men oplevelserne og forestillingerne om processerne foregår i mennesket, og iagttagelsen er grundlaget for det hele" (Per Kirkeby, 1980).

Med geologiske metoder kan man bestemme retningen og den tidsmæssige rækkefølge af isens bevægelser hen over en bestemt lokalitet. På grundlag af sådanne undersøgelser på forskellige steder spredt ud over landet, samt ved kortlægning af israndlinier, har geologer forsøgt at danne sig et samlet billede af indlandsisens strømningsmønster og geografiske udbredelse i de enkelte faser af nedisningen og den efterfølgende afsmeltning. Her er geologerne imidlertid på usikker grund, fordi deres metoder ikke kan tidsfæste rækkefølgen af begivenheder på geografisk adskilte steder. Den anvendte dateringsmetode (termoluminescensanalyse på begravede sedimentter) er alt for upræcis i denne sammenhæng, hvor usikkerheden (standardafvigelsen) i bedste fald er ca. 2000 år. F.eks. kan man ikke være sikker på, at lag med smeltevandsaflejringer og enkelte steder tegn på tundra, som kan ses mellem de enkelte morænelag, ikke er dannet betydeligt tidligere i de sydvestlige egne end i de nordøstlige. Morænelag og smeltevandsaflejringer er af gode grunde desuden dannet dér hvor isen smeltede, d.v.s. i reglen i nærheden af isranden. Geologerne har derfor ringe mulighed for at afgøre, hvorledes isen har opført sig længere inde bag isranden, når man ser bort fra de få steder i Danmark, hvor isen har afsat skuremærker i fastsiddende strukturer. Jeg tror derfor ikke på, at det vil være muligt for geologer at forklare istidslandskabets opståen uden at tænke

det ind i en dynamisk glaciologisk model - dertil er de geologiske spor i Danmark for vage og kaotiske.

Den "polyglaciale" model har siden 1930'erne været en grundskabelon for fortolkning af observationer ("paradigme") for danske kvartærgeologer, for hvem begreberne nedisning og gletsjerfremstød synes at være synonyme (glacial advance). Nordøstisen og den baltiske is beskrives i denne model som nedisninger eller fremstød ("Nordøstfremstødet", "De ungbaltiske fremstød"), som kom over en bred front med mellemliggende landsomfattende nedsmeltninger (glacial advance and retreat) og med en så stor tidsmæssig forskydning, at retningen i mellemtiden nåede at ændre sig fra nordøst til sydøst. Dette scenarie har jeg imidlertid ikke kunnet få til at passe med det landskab, som jeg faktisk ser uden for mine vinduer i Ny Hammersholt syd for Hillerød. Ny Hammersholt ligger på vestsiden af en randmoræne, som er skabt af en isstrøm fra Sverige. Mærker efter denne nordøstis ses stadigvæk som store dødishuller langs randmorænen. Dødishullerne er mange steder omkranset af smalle volde med stejle skråninger. Det var i mine øjne uforståeligt, hvorledes dette dødislandskab kunne overleve at blive overskredet af baltisk is fra sydøst.

Tvivel om ismodellen for Nordøstsjælland

For at få svar på mine uafklarede spørgsmål om dødislandskabet i Ny Hammersholt henvendte jeg mig for nogle år siden til nutidens førende danske kvartærgeolog, Michael Houmark-Nielsen, som er nærmest enerådende hvad angår forklaringer på istidslandskaberne. Han har ikke givet et specifikt bud på, hvordan dødislandskabet blev dannet, men ifølge hans generelle vurdering trængte den baltiske isstrøm med en akse i Øresundslavningen op over Nordøstsjælland kort tid efter, at is havde været aktiv fra en nordøstlig eller østlig retning, således at både efterladt is fra Sydsverige og baltisk is var involveret i dødislandskabets dannelse (personlig kommunikation, 2009). Dette har givet mig en god idé om, hvordan dødislandskabet blev skabt (læs evt. om mine tanker [her](#)), men har samtidigt givet min tvivel om den polyglaciale model ny næring.

At de traditionelle glaciale forestillinger indtil for nylig har været et uantastet paradigme for danske geologer, fremgår af en internationalt publiceret artikel, som Houmark-Nielsen er medforfatter på (Kjær et al., 2003). For de tre fremstøds progression mod vest opstilles i artiklen et diagram, som viser, at fremstødene fulgte umiddelbart efter hinanden, og at der imellem hovedfremstødet og de baltiske fremstød skete en tilbagesmeltning til Øresundsområdet. Også imellem de to baltiske fremstød skete en tilbagetrækning til den svenske kyst, påstås det i artiklen. Bortset fra, at forfatterne som noget nyt, men på et tvivlsomt spekulativt grundlag, mener sig i stand til at angive det præcise tidslige forløb, er artiklen en repetition af den polyglaciale model. Denne sættes på ingen måde til diskussion til trods for, at den skelsættende nye viden (Boulton, 1986) om afgrænsede isstrømme i selve isskjoldet, som er artiklens udgangspunkt, burde have givet anledning til at revurdere de ældre forestillinger. At isfronten to gange trak sig tilbage til Øresundsområdet og hver gang igen stødte frem, er hypoteser, som bunder i tidligere geologers forestillinger om brede landsdækkende isfremstød. Min skepsis skyldes ikke mindst, at artiklens påstande er i direkte modstrid med Houmark-Nielsen nyere forklaring til mig, hvori der kun nævnes en enkelt ungbaltisk gletsjeroverskridelse i Nordøstsjælland. Alle de geologiske rapporter, som jeg har kunnet finde fra grusgrave og kystklinter i Nordøstsjælland, bekræfter, at der efter nordøstisen (hovedfremstødet) kun nåede én baltisk gletsjer frem til området. I klinterne ved Hundested kan der endda slet ikke ses spor efter baltisk is.

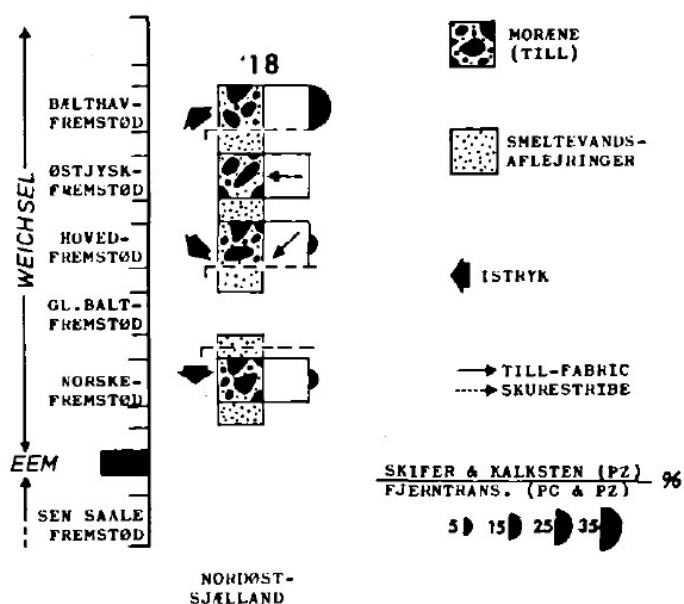
Jeg formoder, at Houmark-Nielsens vurdering vedrørende den korte tid mellem de to isoverskridelser i Nordøstsjælland har sin grund i de mange tydelige tegn på, at der i området lå særdeles tykke lag af dødis, da den baltiske is nåede frem. Det korte tidsrum kan bedre forstås, hvis de to isstrømme fra henholdsvis nordøst og sydøst nåede frem til Danmark i forbindelse med samme nedisning og efterfølgende afsmeltning. De ungbaltiske gletsjeres

fremkomst forstår jeg nemlig som værende en konsekvens af den afsluttende klimamildning og ikke som nye fremstød på grund af kulde. Det er bemærkelsesværdigt, at Houmark-Nielsen erklærer sig helt enig i denne opfattelse (personlig kommunikation, 2010), skønt han i et meget udbredt [temahæfte](#) (Houmark-Nielsen et al., 2005) hæfter benævnelsen "nedisning" på de ungbaltiske fremstød. Denne benævnelse må betegnes som begrebsmæssigt vildledende, hvis klimamildningen var den egentlige årsag til gletsjernes fremkomst. Det svarer jo til at kalde resultatet af Jakobshavngletsjerens accelererende udstrømning, som tilskrives nutidens klimamildning, for en "nedisning" af Diskobugten. Samme temahæfte indeholder i øvrigt en lang række figurer med en urealistisk opfattelse af meget brede isstrømme, som fra den østlige del af østersølavningen bevæger sig henover Sydsverige mod Danmark. Skurestriberne i Sydsverige viser, som dokumenteret i begyndelsen af denne artikel, at isdeleren rakte langt ned i Sydsverige, og at skurestriber, som blev skabt af isstrømme fra Østersøområdet, ikke ses længere mod nord end i Skåne.

De omnibus dubitandum est

"Man bør tvivle om alt". Descartes opponerede med denne gyldne regel imod tro og fastlåste forestillinger i videnskab.

Det er min opfattelse, at Houmark-Nielsens omfattende og imponerende kvartærgeologiske forskning kan kritiseres for, at han ikke på overbevisende måde har efterprøvet eller argumenteret for de etablerede glaciologiske forestillinger. Han har aldrig givet en sikker eller overbevisende begrundelse for sin påstand om, at der i slutningen af istiden forekom tre separate isoverskridelser - eller nedisninger - som rakte over hele det østlige Danmark. Det er betænkeligt for troværdigheden af hans stratigrafiske og kronologiske udredninger, at de i alt for høj grad synes at være hængt op på disse fastlåste forestillinger. I en tidlig [artikel](#) (M. Houmark-Nielsen, 1980) findes således en figur med følgende glacialstratigrafiske lagsøjleprofil for Nordøstsjælland:



Glastratigrafisk lagsøjleprofil for Nordøstsjælland (M. Houmark-Nielsen, 1980). Der foreligger ikke dokumentation for den skitserede profil, som næppe noget sted svarer til de virkelige geologiske forhold i Nordøstsjælland.

Figuren viser, at der i Nordøstsjælland findes tre morænebænke (adskilt af smeltevandsaflejringer) svarende til hovedfremstødet, det østjyske fremstød og bæltthavfremstødet. Som datagrundlag gives nogle referencer ([ref1](#) og [ref2](#)), som imidlertid ved nøjere eftersyn på ingen måde kan bruges som begrundelse for figuren. Jeg bedømmer derfor

figuren til at være en konstruktion, der er skabt ud fra forfatterens forestillinger om tidligt adskilte isfremstød, men uden at en direkte sammenhæng med virkelige stratigrafiske data kan dokumenteres. De geologiske forhold i Nordøstsjælland er i øvrigt meget varierende fra nord til syd og kan derfor umuligt sættes på en fælles formel. Særlig markant er forskellen mellem områderne nord og syd for en linie mellem Ny Hammersholt og Slingerup. Forskellen giver sig dels landskabsmæssigt til kende ved en indlandsskrænt (Attemoseskrænten), dels kan den ses i boreprøver (sand og grus direkte ovenpå den prækvartære kalk mod syd; ingen tilsvarende smeltevandsaflejringer lige nord for skrænten).

Tvivlen og usikkerheden om, hvad der er sikre observationer og hvad der er tilsnigelser i Houmark-Nielsens stratigrafiske datagrundlag, er frustrerende for andre som søger troværdige forklaringer på istidslandskabet. Er det korrekt, at der i det nordøstlige Sjælland findes moræne, som kan tilskrives det såkaldte østjyske fremstød? Ingen af de publicerede geologiske rapporter, som jeg har kunnet finde fra området, inklusive dem som Houmark-Nielsen refererer til, rummer den mindste antydning af, at dette skulle være tilfældet. Hvis du læser denne blog og har kendskab til sådanne steder, så skriv derfor venligst en kommentar.

Nye tanker

I stedet for det traditionelle, men tvivlsomt begrundede, polyglaciale scenarie, som er udgangspunktet for de to ovenfor nævnte publikationer (Houmark-Nielsen, 1980, og Kurt H. Kjær, 2003), bliver man nødt til at forestille sig et hændelsesforløb, som er mere kompliceret, men også mere sandsynligt ud fra glaciologiske betragtninger. At der nogle steder ses tegn på tre isoverskridelser, er ikke noget bevis på, at det gælder alle steder, og derfor heller ikke, at årsagen nødvendigvis er tre tidligt adskilte og landsomfattende fremstød.

Når en nedisning finder sted, sker det, fordi det er blevet koldt, og en efterfølgende varmere periode vil naturligt føre til en vis tilbagesmeltning. Men da de såkaldte baltiske gletsjerfremstød efter alt at dømme kom samtidigt med og formodentlig på grund af en klimamildning, er det rimeligt at forestille sig, at de to processer, tilbagesmeltning og fremstød, forekom samtidigt.

De afvigende forhold i det nordøstlige Sjælland kan tydes på den måde, at det danske istidslandskab blev skabt i forbindelse med et gradvist kollaps af ét isskjold, hvorunder der var tilbagetrækning i dele af Danmark med langsomt flydende nordøstis og en samtidig gletsjerudstrømning fra Østersøregionen i retninger, hvor nordisens svækkelse gav mulighed for det. Den efterladte dødis kan have spillet en meget betydelig rolle, først som barriere for den baltiske is, derefter nogle steder som "våde eller plørede skøjtebaner". Fremstødene kan således mange steder være sket henover ældre dødis, som stadigvæk lå i landskabet i mere eller mindre nedsmeltet tilstand. Dette kan forklare de talrige urolige og bølgede dødislandskaber, den ofte skarpe adskillelse mellem lerholdige lag og smeltevandsdannelser, og de meget store mængder af lerpartikler, som mange steder er blevet transporteret af smeltevand oven på is og aflejret i issøer. Årsagen til, at isen nogle steder har efterladt flere adskilte morænebænke, er således næppe successive "nedisninger", men snarere, at der, mens nordøstisen trak sig tilbage, har været en strøm af baltisk is, som flere gange har skiftet retning, hastighed og flydemønster, afhængigt af, hvordan det kun delvist blotlagte og smeltevandsfyldte landskab med tiden åbnede nye veje for isstrømmen. Visse randmoræner, skabt af den baltiske is (Mols Bjerge og Odsherredbuerne), giver anledning til en endnu mere vidtgående forklaring, som går ud på, at den baltiske is i en lang periode er trængt frem i form af smalle isstrømme i et hav af langsommere is. Det kommer jeg tilbage til.

Visse danske kvartærgeologer hævder, at den nordlige del af den islandske iskappe Mýrdalsjökull, der glider/flyder på en jævn og let skrånende højslette, er et godt eksempel for forståelsen af de baltiske gletsjere i Danmark. Det tvivler jeg på. Snarere skal man for at finde en nutidigt analog til de baltiske gletsjere tænke på situationen i Vestantarktis, hvor stærke isstrømme for øjeblikket bevirker, at ismassen bliver mindre år for år, mens den andre steder fx

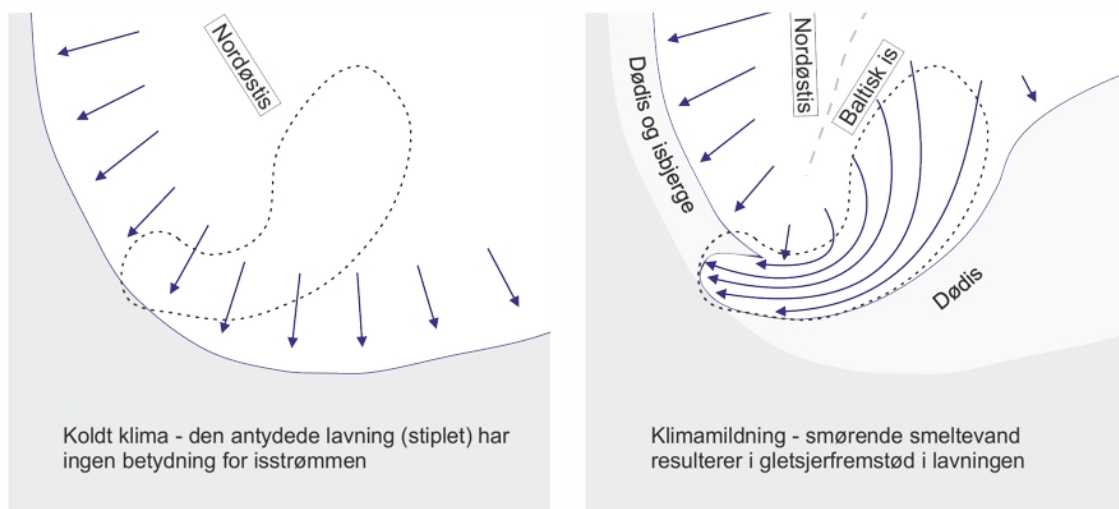
i Østantarktis, der ligesom Grønland ikke er så stærkt påvirket af isstrømme, vokser, fordi nedbøren er blevet større på grund af klimamildningen.

Nedisninger eller fysisk koblede isstrømme?

Landhævningen efter istiden viser, at isskjoldet havde den største tykkelse i Nordsverige lidt syd for den nordlige ende af Botniske Bugt. Herfra strømmede isen bort til alle sider med hastigheder, der afhang af forholdene i underlaget. Fra isens toppunkt strakte sig en højderyg ned igennem Sverige helt til Skåne. Fra denne højderyg delte isen sig i en strøm mod sydvest (nordøstisen) og i en strøm mod syd (den baltiske isstrøm, som nåede frem til Danmark efter nordøstisen). Andre isdelere har fra højderyggen strakt sig henholdsvis mod sydvest i det sydlige Norge og mod nordøst i Lapland.

En forklaring på rækken af såkaldte isfremstød i den sidste del af Weichsel kan være, at det hele begyndte med den situation, som er skitseret i den venstre figur nedenfor. Isskjoldet var vokset og havde bredt sig ned i det danske område til det centrale Jylland. På et tidspunkt begyndte isen i det baltiske område at bevæge sig mod syd med forøget hastighed, bl.a. fordi isskjoldet var blevet så tykt, at trykket og isens isolerende evne fik isen i bunden til at smelte, og det smørende smeltevand samlede sig i det lavtliggende Østersøbassin. Desuden medførte havvandsstigningen, at der blev åbnet op for en udstrømning til Atlanterhavet igennem Skagerrak. Herved blev isstrømmen vest for isdeleren i det sydlige Sverige svækket, og isen i Jylland og dele af Fyn gik i stå og nåede længst mod sydvest at smelte helt bort. Dette gav plads for, som vist i figuren til højre, at isen i det baltiske område kunne bevæge sig videre mod vest og mod nord i Østersølavningens fortsættelse i de danske bæltter, hvor smeltevandet samlede sig.

Under forudsætning af, at den baltiske isstrøm, som antydnet i figuren, foretog et skarpt sving mod højre rundt om den skandinaviske halvø, kan kollisioner mellem aktiv nordøstis og baltisk is meget vel være forekommet i Danmark. Da de to isstrømme i så tilfælde desuden var fysisk koblet sammen langs en isdeler, er det også naturligt at forestille sig, at fremstødene tidsmæssigt skete med skiftende styrke fra de to sider. Årsagen til fremkomsten af det kaotiske (ulineære) danske istidslandskab i området fra Århusbugten til Nordsjælland, samt af de mange israndlinier ned igennem landet, kan være oscillerende fremstød fra to sider af fysisk koblede isstrømme. Da israndlinierne i det nuværende Kattegat imidlertid er blevet visket bort af havet, har nordøstisens rolle i dette spil kun sat sig uklare spor (fx stenrev, men formentlig også dele af Sjællands Odde).



Den antydede lavning viser i stærk forenkling Østersøen og de danske bæltter .

Istektonik

Jeg har savnet en overbevisende forklaring på de mægtige tektoniske kræfter som den baltiske is har haft visse steder ved isranden i fladlandet Danmark. Kraftfulde og eroderende gletsjere hører snarere til i bjergområder, hvor isen bevæger sig nedad mellem blokerende dalsider. Som svar på bl.a. dette uafklarede spørgsmål har to geologisk uddannede forfattere publiceret en alternativ forklaring på istidslandskabets dannelse (Marcussen og Østergaard, 2003). Deres model er blevet forkastet af istidsgeologer, fordi den bortforklarer eller negligerer en lang række forlængst accepterede forskningsresultater. Det er min opfattelse, at de to forfattere har opstillet en teori, der ligesom den bibelske skabelsesberetning forklarer alt og intet. Jeg mener imidlertid, at forfatterens forestilling om et forløb med kun én nedisning passer ind i en mere moderne opfattelse - men det undrer og ærgrer mig, at de fastholder en absurd forestilling om, at randmoræner efter de baltiske isstrømme blot er tilfældige ophobninger af materiale skabt under isskjoldets nedsmeltning.

Tegn på kollisioner mellem isstrømme

Kollisioner i en zone, som fra det sydlige Djursland i en retning mod Samsø og videre mod Nordsjælland går tværs igennem landet, kan i min forestillingsverden have haft en vigtig betydning for landskabsdannelsen. Blokering af den hurtigt flydende baltiske is, forårsaget både af nordøstis og af ældre baltisk is, forekommer mig at være en mekanisme, hvorved der i et fladt lavland kunne oppresses høje bueformede randmoræner med smalle inderlavninger. Jeg forestiller mig således, at en smal baltisk isstrøm fandt en passage i en smeltevandsmættet korridor fra Køge Bugt til sydlige Isefjord, klemte inde mellem ældre langsomme eller døde baltiske ismasser mod sydvest og aktivt kolliderende nordøstis, og herved på grund af blokeringen med stor kraft skabte Odsherredbuerne i Nordvestsjælland, dér hvor isen strømmede ud fra isranden i form af en smal gletsjertunge. Den udstrømmende is skiftede retning, efterhånden som randmorænen tårnede sig op, og skabte en række buer med inderlavninger ved siden af hinanden. Hvis materialet i buerne og i de tilhørende smeltevandsaflejringer skulle vise sig især at stamme fra nordøstisen, bekræfter det egentlig blot teorien om, at den baltiske is "bulldozede" og udvaskede materiale i et område, der tidligere var dækket af nordøstis. Det kan jo ikke udelukkes, at nordøstisranden har stået stille meget længe i Nordvestsjælland, så at området i forvejen var et bakkelandskab, der blot blev omformet af den baltiske is. Dette er helt analogt til, hvordan Mols Bjerge kan tænkes at være skabt, da en anden, sikkert smal, baltisk isstrøm på et tidligere tidspunkt nåede frem til Jylland.

Michael Houmark-Nielsens brede "østjyske fremstød" tror jeg ikke på i den sammenhæng. Jeg forestiller mig snarere, at nordøstisen gradvist er blevet fortrængt af baltisk is, og at isstrømmene især har fulgt grænsen mellem de to ismasser, hvor isen har været gennemtrængelig for smeltevandet. Isstrømmen har også været dirigeret af bælteerne og har sikkert bevæget sig uden om Fyn, der i en overgangsfase har ligget efterladt som en ø af dødis.

Senere, mens nordøstisen var aktiv frem til en linie omkring Frederiksværk/Slangerup, kan nordøstisen og den baltiske is have mødt hinanden i en zone med tyk, oppresset, debrisyldt og hurtigsmeltende is, som på grund af sammenstødet og deraf følgende spaltedannelser har været gennemtrængelig for smeltevandet, der primært strømmede oven på isen i retninger mod kollisionssonen (ligesom regnvand på to skrånende tagflader der er bygget sammen vinkelret på hinanden omkring en skotrende). Dette kan forklare de store sand- og grusforekomster og subglaciale smeltevandsdale i området fra Øresundskysten nord for København til Slangerup, der kan opfattes som en mægtig udslemmet og vanderoderet midtmoræne skabt af de to kolliderende isstrømme. De såkaldte tunneldale blev skabt af smeltevandfloder, som via enorme huller (moulin) strømmede fra overfladen ned til bunden af isen og af det høje tryk under isen blev presset ud til isranden. På grund af indflydelsen fra den aktive is kan forholdene have været meget forskellige fra sommer til sommer, således at vandet nogle gange især strømmede subglaciale under tryk, og andre gange over lange strækninger under normalt tryk i åbne render. Nogle af de mærkelige tværgående dale i

samme område, samt Strø Bjerge, kan være dannet noget senere i en kortvarig periode, da den aktive nordøstis havde trukket sig længere tilbage og havde efterladt et dødisområde mod nord, og inden den baltiske is overskred området fra sydlige retninger. Den store tæthed af dødishuller nord og syd for tunneldalområdet kan forklares ved, at der i kollisionsområdet har ligget en mængde opspaltet is i form af store isblokke, som efter kort tid blev overskredet af den baltiske isstrøm.

Årsagen til, at dødishuller dannes, forklares af geologer som "at efterladt is har været meget længe om at smelte og at den, da den endelig smeltede, efterlod sig huller i terrænet". Hvorfor den forsinkede smeltning skulle have nogen særlig effekt, har jeg svært ved at forstå, med mindre man tænker på dødishullerne på heden, der er dannet, hvor dødis foran isranden er blevet begravet i smeltevandsaflejringer. Jeg tror, som ovenfor beskrevet, at den vigtigste årsag til dannelsen af de fleste danske dødishuller, er, at yngre baltisk is har overskredet og begravet ældre dødis.

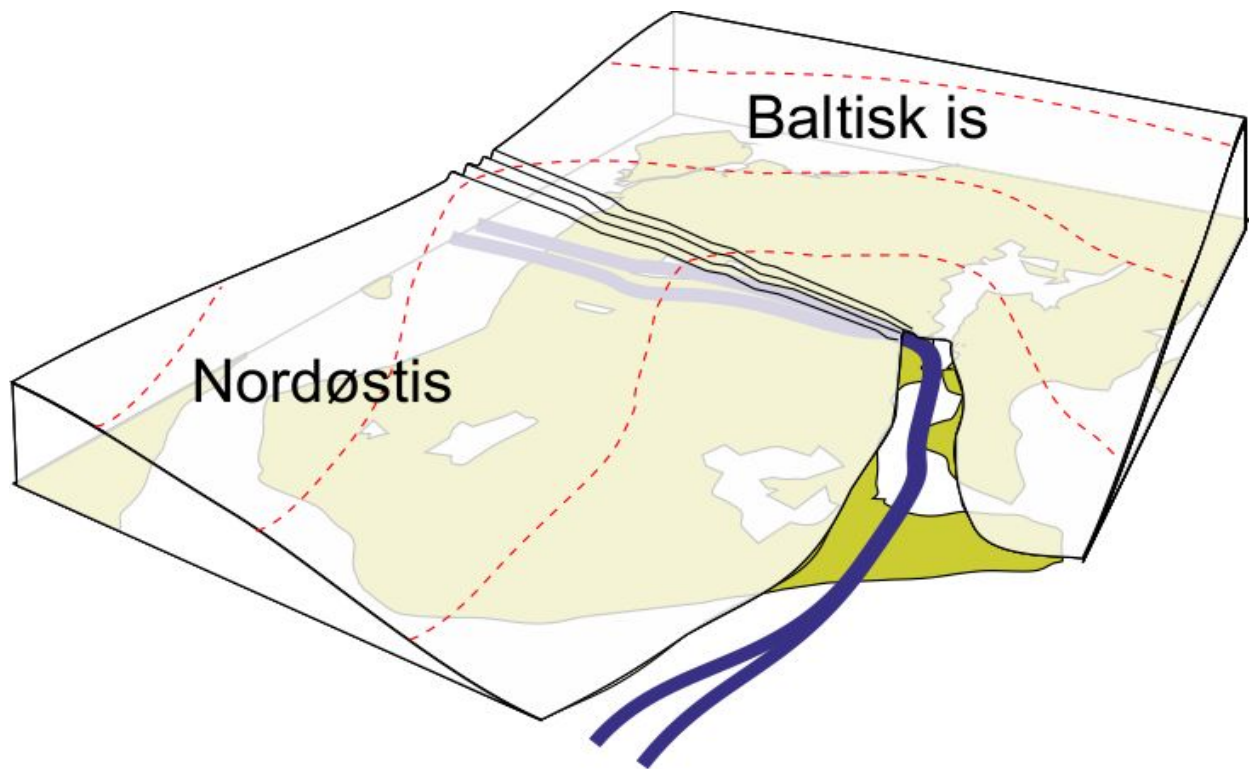
En "rykvis" (oscillations-) model for isens tilbagetrækning i Nordøstsjælland

Med baggrund i ovenstående betragtninger, hvor idéen om iskollisioner spiller en afgørende rolle, mener jeg, at følgende tidlige rækkefølge af skematiske scenarier kan forklare hovedtrækkene i det Nordøstsjællandske landskabs udvikling under isens gradvise tilbagetrækning.

De tilhørende tegninger skal ikke opfattes som andet end illustrative skitser, men selv i en skitse må man vælge, hvor stregerne skal være. Nogle af detaljerne er afstemt efter en helt ny artikel af geologen Steen Andersen (Andersen, 2011), andre detaljer er tegnet på grundlag af min egen fortolkning af moderne reliefkort, publicerede artikler og bøger om Nordøstsjællands geologi.

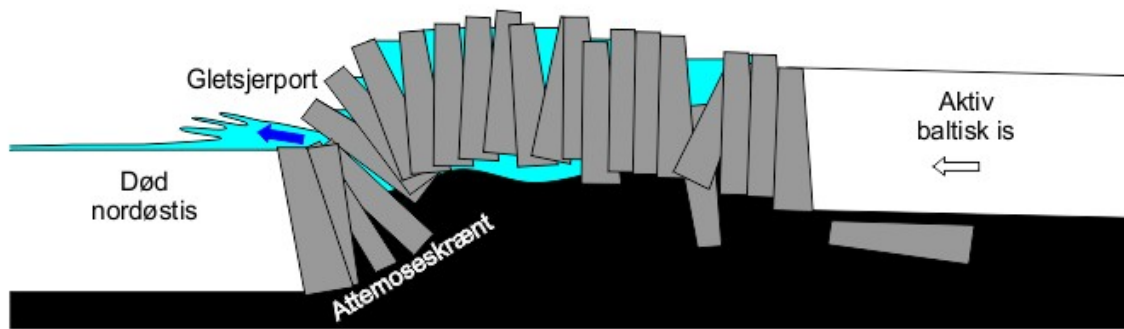


- (Venstre figur) Randen af nordøstisen ligger på en linie omkring Slangerup-Frederiksværk. Mod vest ligger ældre nordøstis, som tidligere, mens den var aktiv, kolliderede med den baltiske is og medvirkede til dannelsen af de opskubbede randmoræner i Odsherred. Den baltiske is glider stort set uhindret henover den smeltende dødis i den nordlige del af Isefjord. På grund af den fysiske kobling ved isdeleren svækkes isstrømmen fra nordøst, så at den aktive nordøstis i området gradvist bliver tyndere. En smeltevandsflod løber mod nord langs nordøstisranden. Der er gletsjerporte syd herfor, hvorfra der især kommer vand fra området sydøst for Slangerup, hvor nordøstisen og den baltiske is støder sammen. Øst-vest-gående (sub-)glaciale dale dannes i kollisionsområdet (situationen er vist i fugleperspektiv i figuren herunder)



Kollisionsområdet i Nordøstsjælland vist i fugleperspektiv (3D-visualisering med stærkt overdreven istykkelse).

- (Midterste figur) Den baltiske is i Isefjord møder modstand og nordøstisen støder frem og danner en ny isrand, som stagnerer nord og syd for Hillerød og danner randmorænen i Gribskov, Store Dyrehave og Tokkekøb Hegn. Foran ligger en stor flade af dødis, som langs randmorænen er brudt op i flager, der senere medvirker til at danne den særprægede dødismosaik mellem Hillerød og Ny Hammersholt. Subglacialt vand strømmer fra de øst-vest-gående dale i kollisionszonen til en stor revne i dødisen, hvorved Strø Bjerge dannes. Revnen kan være opstået på grund af istrykket fra den aktive baltiske gletsjer. Langebjerg (ved Uvelse), som i modsætning til Strø Bjerge er en egentlig ås dannet under isen, opstår omtrent samtidigt ved, at vand bliver presset op til overfladen af isen i Attemoseområdet, som har ligget lavt i forhold til den oppressede kollisionszone (se principskitse nedenfor).
- (Højre figur) Den baltiske is får plads til at bevæge sig mod nord henover store mængder is, sand og grus i den hurtigt smeltende og vanderoderede tidligere kollisionszone. Den skubber smeltevandssedimenter foran sig, så at den på en linie mellem Slangerup og randmorænen ved Ny Hammersholt glider op på oversiden af dødisfladen, som i denne tidlige fase endnu har været temmelig tyk og kompakt (se principskitse nedenfor). Herved opstår Attemosekrænten, og Strø Bjerge dækkes med et morænelag. Syd for nordøstisranden sker noget lignende, idet der dannes skrænter syd og vest for Sjælsø, og dødisen i Sjælsø overskrides. De subglaciale smeltevandsstrømme omløjres og afbrydes, efterhånden som de øst-vest-gående dale under den aktive is fyldes op med isblokke fra kollisionszonen. Aktiv baltisk is kolliderer med død baltisk is langs en linie gennem Skibby i Hornsherred. I den nye kollisionszone vest for Roskilde Fjord strømmer smeltevand midlertidigt mod nordøst, og Skuldelev Ås dannes i en tunneldal. Den aktive baltiske is overskrider efter nogen tid det hurtigt smeltende kollisionsområde og fortsætter mod nordvest henover den ældre baltiske dødis.



Gletsjerporten ved Langebjerg og Attemoseskrænten (principskitse).

Det afsluttende scenarie for isen i Nordøstsjælland

Da den baltiske is får frit løb over det kun delvist nedsmeltede område vest for randmorænen ved Hillerød, bliver strømmen af nordøstis igen svækket på grund af koblingen ved isdeleren, og den baltiske isstrøm, der har overskredet randmorænen i Nordøstsjælland, fortsætter videre mod nord ovenpå den ældre smeltende is og når til nord for Esrum Sø, der især i den nordlige ende bærer præg af at være dannet ved gletsjeroverskridelse af tyk dødis. Senere er der kun aktiv is i Øresund, og dødisdækket i Nordøstsjælland bliver så tyndt, at smeltevandet udelukkende strømmer mellem klumper af is eller på overfladen af isen, så der opstår erosionskløfter og aflejres ler i issøer med stillestående vand. Dødishuller og søer fremkommer til sidst på steder, hvor henholdsvis blokke og store tykke flager af ældre is er blevet overskredet af baltisk is eller begravet i smeltevandssedimenter.

Referencer

M. Houmark-Nielsen: Glacialstratigrafi i Danmark øst for Hovedopholdslinien. Dansk geol. forening. Årsskrift for 1980

G.S. Boulton: A paradigm shift in glaciology? *Nature* **322**, 18, 1986

K.H. Kjær, M. Houmark-Nielsen, N. Richardt: Ice-flow patterns and dispersal of erratics at the southwestern margin of the last Scandinavian Ice Sheet: signature of palaeo-ice streams. *Boreas* **32**, 130-148, 2003

I. Marcussen og T.V. Østergaard: Danmarks geologiske seværdigheder. Politikens Forlag, København, 2003

M. Houmark-Nielsen, J. Krüger og K.H. Kjær: De seneste 150.000 år i Danmark. Geocenter København, 2005

S. Andersen: Allerøds geologi - en moræneflade i orkanens øje. *Geologisk Nyt* nr. 6, 80-86, 2011

[Dokumentet som pdf-fil.](#)