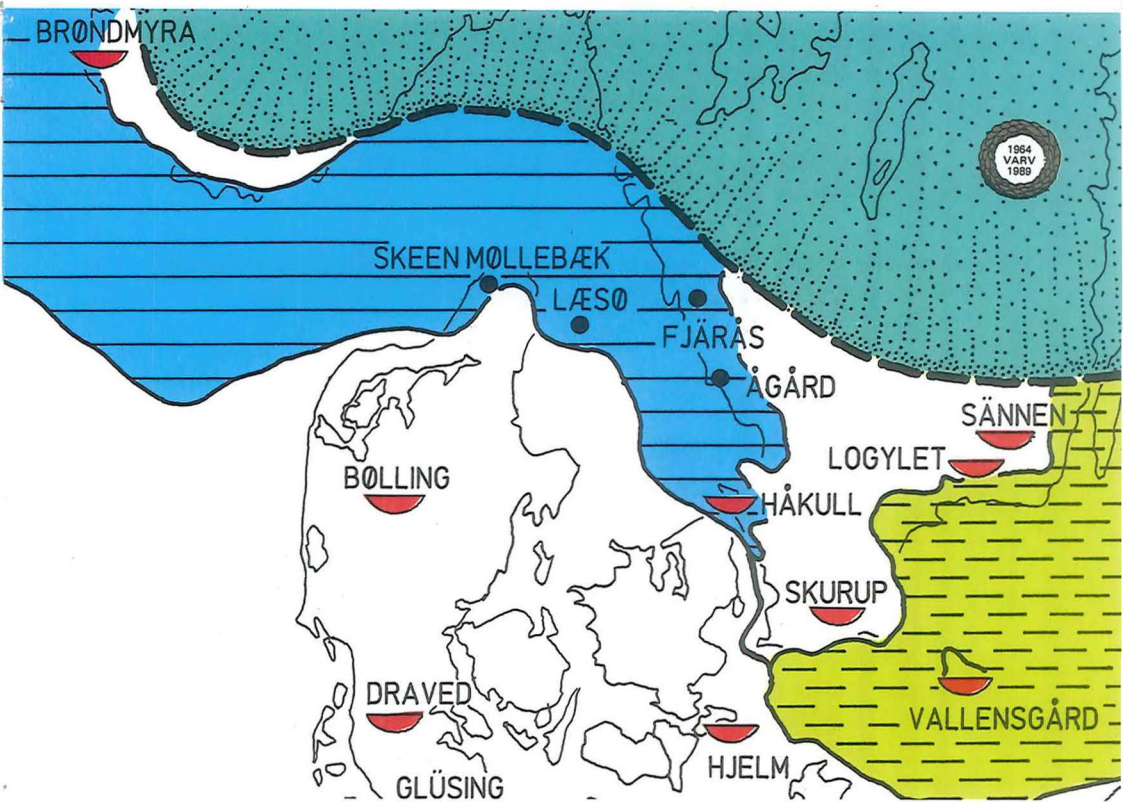


VARV

NR. 2 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1989



DANMARK I ISTIDEN EN TEGNESERIE

I dette nummer af VARV findes en sammenstilling af de seneste års landvindinger inden for den del af istidsgeologien, der især beskæftiger sig med udbredelsen og rækkefølgen af de enkelte nedisninger, en fagdisciplin der benævnes *glacialstratigrafi*. Forfatteren og redaktionen er klar over, at det er vanskeligt at få overblik over grundlaget for den store kortserie, der er baseret på en mængde forskellige oplysninger fra lige så mange forskellige steder. For de interesserede er det dog muligt - ved henvendelse til forfatteren - at få en komplet liste over de anvendte afhandlinger. Forfatterens adresse er: *Institut for almen Geologi, Øster Voldgade 10, 1350 København K.*

Alle originaltegninger i dette nummer er udført af litograf *René Madsen* og farveplaner af *Steen Sjørring*.

Vanskeligheder med illustrationsmaterialet til Bornholms Mesozoikum har udsat dette nummer endnu en tid, men det vil fremkomme i løbet af året.

==== VARV =====

Adresse: Tidsskriftet VARV, Geologisk Centralinstitut, Øster Voldgade 10, 1350 København K. Telefon: 33 11 22 32

Kontoret har ikke fast åbningstid i den kommende sommerperiode, men skriftlige henvendelser bliver besvaret og ekspederet. Telefoniske forespørgsler og bestillinger kan ske til redaktionens medlemmer på ovenstående telefonnummer.

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

Renskrift: Gitte Sjørring

Montage: Steen Sjørring

Repro: Vest-Scan a/s, Esbjerg

Tryk: Johnsen + Johnsen a/s, København

VARV udkommer fire gange årligt. Prisen er 75 kr i abonnement i 1989.

Abonnement tegnes ved at indsende beløbet til VARV, giro 9 06 88 80, eller 70 SKr til VARVs svenske postgirokonto 4388-5.

Adresseændringer bedes meddelt Postvæsenet.

© 1989 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kan kun ske efter aftale.

DANMARK I ISTIDEN – EN TEGNESERIE

af Michael Houmark-Nielsen

Det Danmarkskort, vi kender i dag, opfatter mange som næsten uforanderligt. Over en kort årrække er det selvfølgelig sandt, men set over en længere periode er der store ændringer, selv om der er visse faste holdepunkter i fordelingen mellem hav og land. Hverken de norske fjelde, det sydsvenske højland eller de centrale dele af Jylland har været havdækket i Kvartærtiden, omend Jylland til tider har været gennemskåret af fjorde, der ikke længere ses i landskabet. Skagerrak og Kattegat har derimod fungeret som en relativ dyb havbugt med forbindelse til Atlanterhavet i hvert fald i størstedelen af den yngre Kvartærtid.

De lavvandede danske sunde og bæltter, Østersøen og dele af af Nordsøen er kendetegnende for nutiden, men deres eksistens skyldes udelukkende det høje havniveau. Højt havniveau har været almindeligt i de mange, men kortvarige skovbevoksede varmeperioder, de såkaldte *interglacialer* eller *mellemistider*, der har været gennem Kvartærtiden.

De længerevarende kvartære kuldeperioder med krybende, ofte træløs vegetation og lavt havniveau kaldes *glacialer* eller *istider*, og det er også i istiderne, at indlandsisen prægede landskabets udseende. Isen flød som flere hundrede meter tykke strømme af gletscheris fra den norsk-svenske fjeldkæde i nord og nordøst ud over det sydiskandinaviske lavland, og nogle gange dækkede isen også den nordlige del af det europæiske kontinent.

Den interglacialtid, som vi efter alt at dømme lever i i dag, er karakteriseret af et tempereret klima og af et højt havniveau med en *boreal* marin fauna. Boreale forhold finder man i vore indre farvande, Østersøen, Nordsøen og i den sydlige del af Norskehavet. I Nordatlanten, dvs. Grønlandshavet og Danmarksstrædet, hvor Golfstrømmen kun har ringe indflydelse, hersker der samtidigt koldere, *arktiske* forhold, mens varmere, såkaldte *lucitanske* betingelser i dag findes syd for den Engelske Kanal og i havet omkring Irland.

Vender vi os mod landområderne, og ser man bort fra det unge kulturlandskab, ligger Sydiskandinavien overvejende i det tempererede løvskovsbælte. Længere nordpå følger nåleskov, mens der i højfjeldet og på Island, Grønland og Svalbard kun eksisterer træløs tundravegetation i det periglaciale miljø, side om side med gletschere. *Periglaciale* forhold findes i stærkt kuldeprægede områder, hvor jorden er bundfrossen, og kun de øvre jordlag tør op om sommeren. Dette bevirker opsprækning, omrøring og udglidning af de øvre jordlag.

Glacialstratigrafiske undersøgelser i Sydiskandinavien og på kontinentet viser, at de ovenfor nævnte plantebæltter og marine faunistiske zoner i Kvartærtiden til stadighed har vandret frem og tilbage forårsaget af iskappernes opståen og bortsmeltning i Nordskandinavien (fig. 1). Det er de samme glacialstratigrafiske vidnebyrder, der er grundlaget for den palæogeografiske kortrække, der vises i

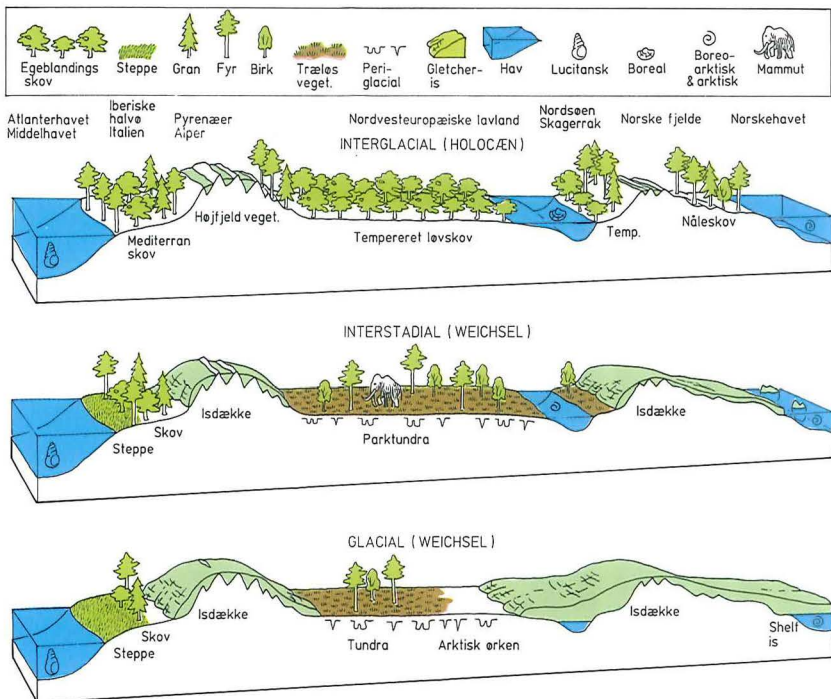
dette nummer af VARV. Som i en tegneserie skitseres de ovenfor nævnte, forskellige klimatisk betingede ændringer af landskabernes udseende, først og fremmest som fordelingen af land, hav og indlandsis.

Nutidige geografiske kort, der viser udbredelsen af hav, søer, floder og lignende, kan ses i ethvert skoleatlas. Uden større besvær kan også vegetationen og de marine faunistiske forhold indtegnes. Går man nu tilbage i tiden, f. eks. 6000 år, altså til omkring Stenalderen, kan der uden større besvær fremstilles et *palæogeografisk* kort. Selv om billedet er noget forskelligt, er kortet i store træk identisk med nutidens. Imidlertid viser et sådant kort en fordeling af land og hav, som spænder over et større tidsrum, f. eks. 500 år og medregner desuden ikke de ændringer, der sker inden for dette tidsrum. Når nøjagtigheden trods alt er relativ stor på 'Stenalderkortet' skyldes det, at de gamle kystlinier og stenalderhavets aflejringer er nøje kortlagt, så det daværende havs udbredelse kan beregnes temmelig nemt. Flora og fauna, både i havet og på land, er velkendt og er, set i et længere tidsperspektiv, næsten identisk med den nuværende, når kulturpåvirkninger fraregnes.

Anderledes mere vanskeligt bliver det, når endnu ældre tiders palæogeografi skal skitseres. Jo længere tilbage i tiden, desto færre og mere fragmentariske er de stratigrafiske oplysninger, der skal sammenstilles. Som i et puslespil, hvor stadig flere brikker mangler, må mange, ofte spredte og måske tvetydige data sammenstilles til et synligt billede. Med mere spredte data øges også det tidsinterval, de enkelte kortafsnit dækker, samtidig med at visse perioder præges af hurtige skift i miljøet, f. eks. i forbindelse med nedtrykning eller hævnning af landområderne forårsaget af iskappers fremrykning eller afsmeltning. Derfor KAN kortene ikke udtrykke kortvarende tidsbilleder som et moderne, men skal ses som udtryk for, hvordan der kunne have set ud over en længere periode.

Imidlertid er kvartærgeologerne langt fra på bar bund, når det gælder kendskab til stratigrafien (lagfølgen), de sedimentære lags rumlige form og udbredelse, og den geologiske historie fra den sene del af Kvartærperioden. I mere end et århundrede - og især i de sidste årtier - er store mængder af data publiceret om de kvartære lagfølger, deres flora og fauna samt aldersbestemmelser heraf. Nogle data kan være beskrivelser af enkeltfænomener, f. eks. en gammel søaflejrings flora eller en rækkefølge af morænebænke. Andre data dækker stratigrafiske analyser af komplekse lagfølger fra *noglelokaliteter*, der spænder over store tidsrum med et stærkt varieret sedimentationsforløb. Som navnet antyder, giver disse lokaliteter det største bidrag til forståelsen af den geologiske udvikling i Kvartærtiden, og de opbygger skelettet i den stratigrafiske og udviklingsmæssige model, der ligger til grund for kortserien.

I den region, hvis palæogeografi der skal skitseres her, findes der lokaliteter fra det sydlige Skandinavien og den nordlige del af det europæiske kontinent (fig. 2). De danske lokaliteter befinder sig i områder som Vendsyssel med Skærumhedeboingen, Samsø-Mols, Midtjylland, Sejerø, Brørup egnen, Ristinge



Figur 1. Stærkt skematiserede diagrammer der viser plantebælter og marine faunazoner i en mellemistid, en interstadial tid og i en istid i et nord-sydgående snit gennem Nordvesteuropa.

Klint på Langeland og Møn. Hertil kommer et stort antal andre enkelt lokaliteter. De kan ganske vist være af mindre stratigrafisk rækkevidde, men er derfor ikke mindre vigtige. Her kan nævnes Hollerup, Bølling, Stensigmoose, Allerød og Frøslev blandt mange andre spredt ud over hele landet.

I Syd Norge er lokaliteter i området mellem Bergen og Kristiansand (Fjøsanger, Karnøy og Jæren) særlig godt beskrevet, mens Skåne og den svenske vestkyst (f. eks. Stenberget, Alnarp-dalen ved Gärdslöv, Margretheberg nord for Hallandsåsen og Dösebacka i Göteborg-egnen) er en del af Sverige, der giver mange betydningsfulde oplysninger.

I Tyskland kan fremhæves lokaliteterne ved Oerel mellem Hamburg og Bremen samt Rederstall og Odderade i Schleswig-Holstein. Hertil kommer et utal af oplysninger fra et tæt net af klintprofiler, råstofgrave, udgravninger og boringer, der hver for sig yder deres bidrag til den samlede syntese, nemlig de palæogeografiske kort fra forskellige tidsrun i Sen Pleistocæn inden for de sidste ca. 150.000 år.



Figur 2. Kort over de i teksten omtalte nøglelokaliteter.

Et eksempel på en nøglelokalitet i det sydøstlige Danmark, Klintholm på Øst-møn, er for nylig beskrevet (Varv 1988-4). Lagfølgen og den historie, den fortæller, sammenstilles med lagfølger fra andre nøglelokaliteter i en geologisk model (fig. 3). Modellen viser temperaturændringer, flora- og faunaudvikling, en stratigrafisk oversigt og tidsmæssig (chronostratigrafisk) ramme, der dæk-

ker perioden fra forrige istids (Saale) sidste kuldeperioder over Eem mellemistiden og hele Weichsel istiden indtil Holocæn eller Postglacial tid.

Den stratigrafiske oversigt (fig. 3) viser, at havaflejringer dominerer i Sydnorge og Nordjylland, mens resten af Danmark og Skåne overvejende var land - dog afbrudt af en havstigning i Eem mellemistiden. I de ekstremt kolde stadialer i slutningen af Saale og i Senweichsel var størstedelen af Sydskandinavien dækket af indlandsis, der kom til Danmark både fra det fennoskandiske grundfjeldsområde og fra Østersø-området. Også i korterevarende kuldeperioder i Weichsel istidens tidligere afsnit har gletschere dækket mindre dele af landet eller befundet sig i umiddelbar nærhed heraf.

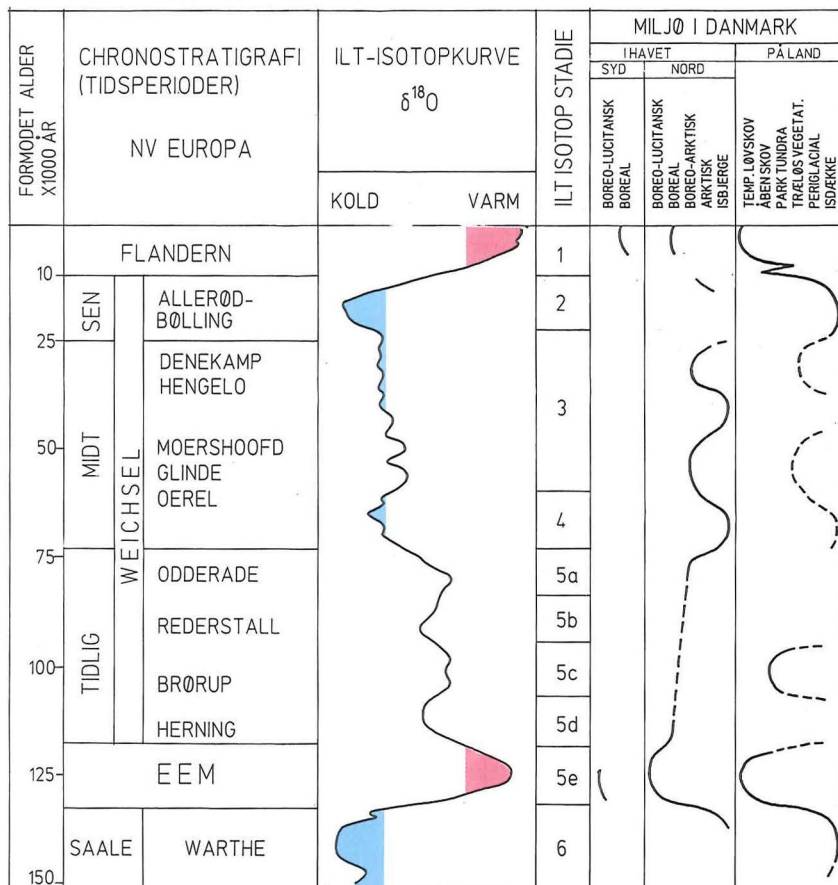
I forbindelse med den varme Eem mellemistid eller i interstadialerne (kortere varmeperioder med køligere klima end det nuværende) i Weichsel istiden, afsattes ferskvandsaflejringer med planterester i søer og moser. Disse aflejringer giver vigtige oplysninger om den floristiske udvikling gennem Sen Pleistocæn.

Nogle resultater fra såkaldte absolutte aldersbestemmelser ved hjælp af kulstof 14 eller termoluminescens-dateringer er også vist i det stratigrafiske skema. Mens der er udmærket overensstemmelse mellem disse aldre og de formodede aldre, der knytter sig til den viste ilt-isotopkurve, i den yngre del af Weichsel, så synes der modsat at være store forskelle (på op til 50.000 år) i termoluminescensaldrene af f.eks. Eem aflejringer fra Danmark og tilsvarende dateringer af Eem aflejringer i vore nabolande. Dette nævnes blot for at vise, at anvendelsen af 'absolutte' aldre ikke altid er det mest tungtvejende argument for korrelation af forskellige aflejringer, der stratigrafisk og biologisk er samhørende. Dermed er så ikke sagt, at danske termoluminescensdateringer er mindre pålidelige end de udenlandske.

I det stratigrafiske skema (fig. 3) ses en opdeling i chronostratigrafiske intervaller (f. eks. Brørup interstadial og Jylland stadial), der dækker over en mere uformel, 'lokal' sydskandinavisk inddeling. Desuden ses den internationalt anerkendte inddeling for Nordvesteuropa. Her går nogle af de lokale navne igen, fordi de navngivne lokaliteter danner grundlaget for denne inddeling.

Ved korrelation mellem lokaliteter og lagfølger kan der skitseres en marin faunistisk udvikling og en floristisk udvikling. I havet ses ændringer fra arktiske-til boreo-lucitanske forhold (fra koldt til varmt) i overgangen fra Saale til Eem. Tilsvarende er udviklingen på land fra isdække og tundravegetation til en tæt tempereret løvskov. I Weichsel istiden vekslede de marine forhold mellem boreale, boreo-arktiske og arktiske, de sidstnævnte var ofte havområder med flydende isbjerge. Landfloraen skiftede mellem parktundra over træløs vegetation og periglaciale intervaller uden plantedække. I Sen Weichsel-Holocæn overgangen ses en udvikling, som nøje svarer til det forløb, der er registreret ved overgangen fra Saale til Eem mellemistid.

De overordnede ændringer i aflejringsmiljøet og i de økologiske forhold kan i fig. 3 sammenlignes med kurven over svingningerne i dybhavskernernes ilt-iso-

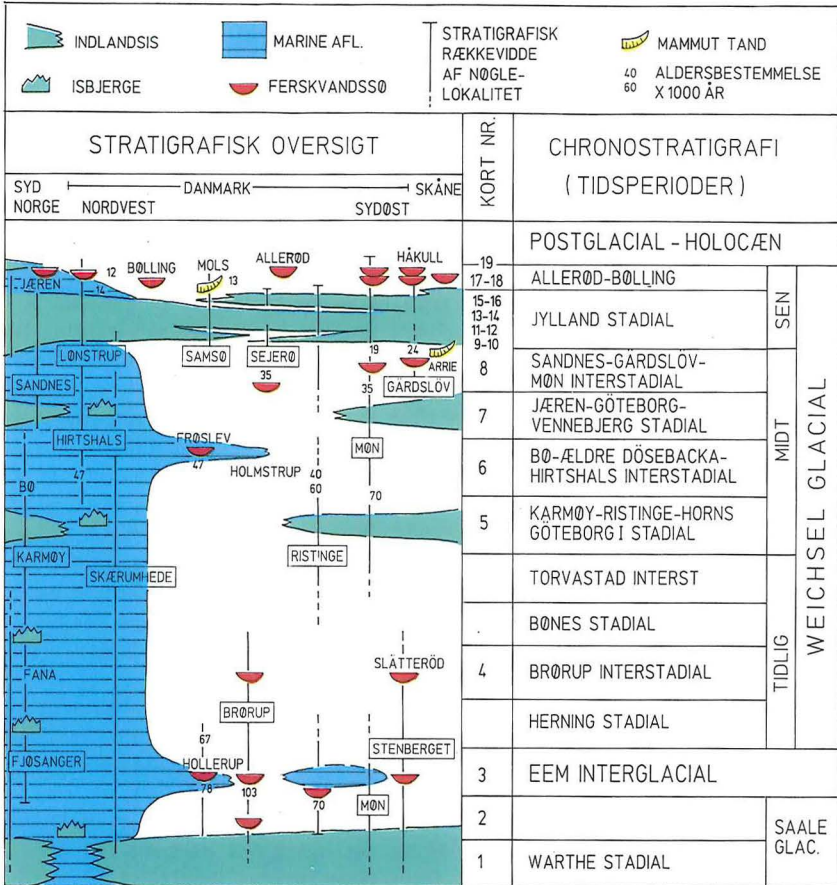


Figur 3. Stratigrafisk skema over den samlede geologiske udvikling i Danmark og de omgivende områder.

topforhold. Isotopkurven er den internationale 'referenceramme' for klimaudviklingen. Kurven er - som det ses - inddelt i stadier, der viser varme (5e og 1), kulde (6, 4 og 2) og mere beherskede temperaturforhold (5a-d og 3).

DEN PALÆOGEOGRAFISKE KORTSERIE

Den stratigrafiske oversigt (fig. 3) er inddelt i 19 vandrette 'tids-zoner', og hver zone er udtegnet som et kort. Grænsedragningen mellem land, hav og is er den mest kontroversielle del af kortene. Den bygger dels på publicerede oplysninger, dels på et mere eller mindre subjektivt skøn, der - ud fra forfatterens vurde-



ring - giver det mest meningsfyldte billede på nuværende tidspunkt. På kortene er der angivet en række stednavne, der fortæller, hvilke nøglelokalteter og -områder, der indeholder sedimenter, landskabsformer eller lignende, der specielt er knyttet til de enkelte tidsafsnit.

WARTHE STADIAL, Sen Saale (fig. 4)

I Saale istidens yngste kuldeperiode for ca. 140.000 år siden trængte en baltisk is frem gennem Østersølavningen og bredte sig ud over Nordtyskland og Danmark. I Tyskland var den største udbredelse til lidt vest for Elben, hvor der dannedes markante randmorænestrøg ved Lamstedt og Altenwald. Et senere afsmeltningstadium har sat sig spor ved Hennstedt i Holstein. I Danmark dækkede isen øerne og formodentlig det meste af Jylland.

Den baltiske isstrøm mødtes med en fra Mellemsverige og en fra Sydnorge i Skagerrak, hvor isfronten kælvende i et arktisk ishav i den Norske Rende.

MARGRETHEBERG - BØRGLUM INTERSTADIAL, Sen Saale (fig. 5)

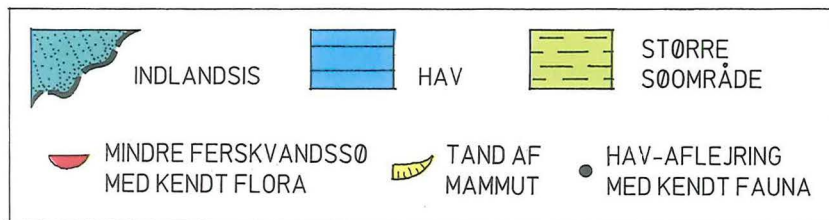
En klimaforbedring medførte, at ismasserne for omkring 130.000 år siden smeltede tilbage til den norske og svenske kyst og efterlod store dele af Skåne, Danmark, Nordtyskland og Polen dækket af en inaktiv, nedsmeltende dødis. På grund af den havstigning, der var resultat af afsmeltningen, bredte ishavet sig fra Norske Rende sydpå i Nordsøen, ind over Norges kyst ved Jæren og dybt ind i Kattegat i slutningen af ilt-isotopstadium 6. Havet førte en arktisk fauna med sig i disse områder. På land efterfulgtes afsmeltningen af periglaciale miljøer med bl. a. jordflydning, hvorunder nogle lavninger blev delvis udfyldte. Ved interstadialens slutning indvandrede en krybende tundravegetation med åben pionerskov med typer af fyr og birk, og denne ændring afspejles i havet ved en overgang fra en arktisk fauna til en mere boreal præget fauna på overgangen til Eem mellemistiden.

EEM MELLEMITID (fig. 6)

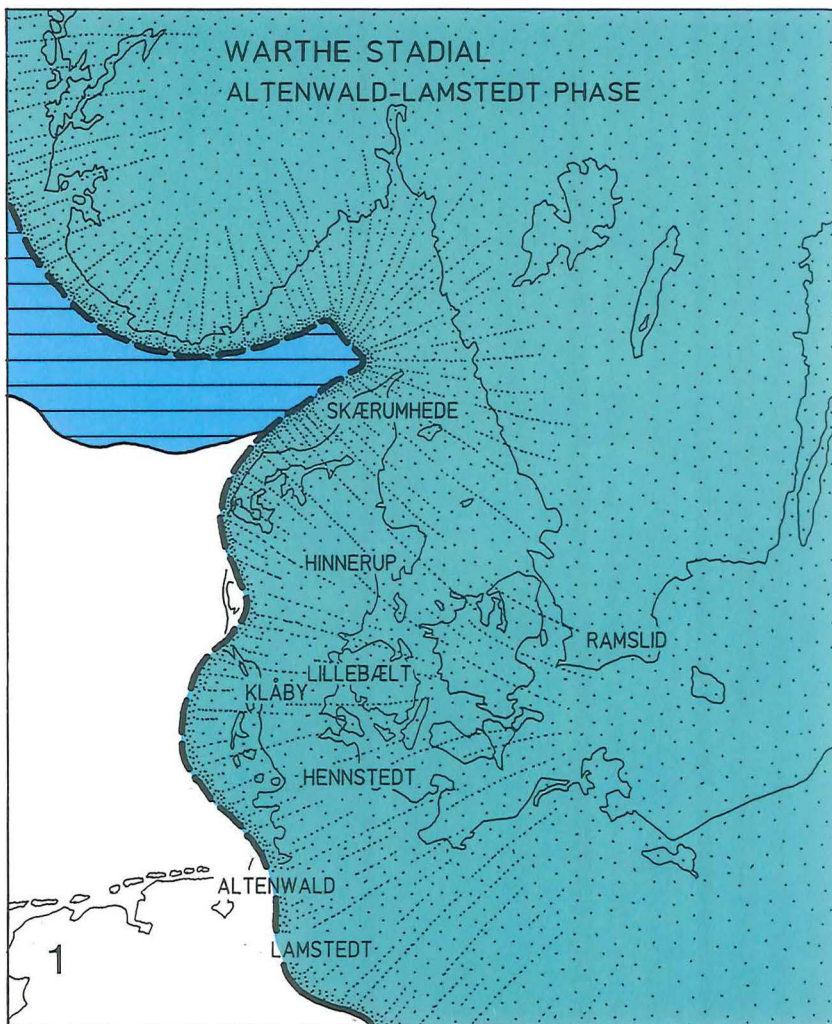
I den varme Eem mellemistid (ilt-isotopstadium 5e) oversvømmedes de lavreliggende landområder i det sydlige Danmark af et hav med en boreo-lucitansk fauna. Nye sunde og bæltter, hvis placering er noget uvis, forbandt Nordsøen og Kattegat med Østersøen. På grund af den landhævning, der fulgte efter isafsmeltningen, trak havet sig kort efter tilbage fra den svenske og norske kyst, mens det først skete senere i de havdækkede dele af Danmark.

På land udviklede vegetationen i Eem sig fra den åbne skovvegetation til en tæt, tempereret egeblandingsskov, men efterhånden som jordbunden blev udvasket, ændrede skoven sig til en nåleskov, der mod mellemistidens slutning afløstes af en træløs tundravegetation.

I Vendsyssel markerer et kortvarigt skift fra dybt til lavt vand (med en boreal fauna) en verdensomspændende sænkning af havspejlet på mere end 50 m. Havsænkningen fortæller, at der på overgangen mellem Eem og den efterfølgende Weichsel istid blev bundet store vandmasser til opbygning af de højarktiske iskapper længere mod nord.



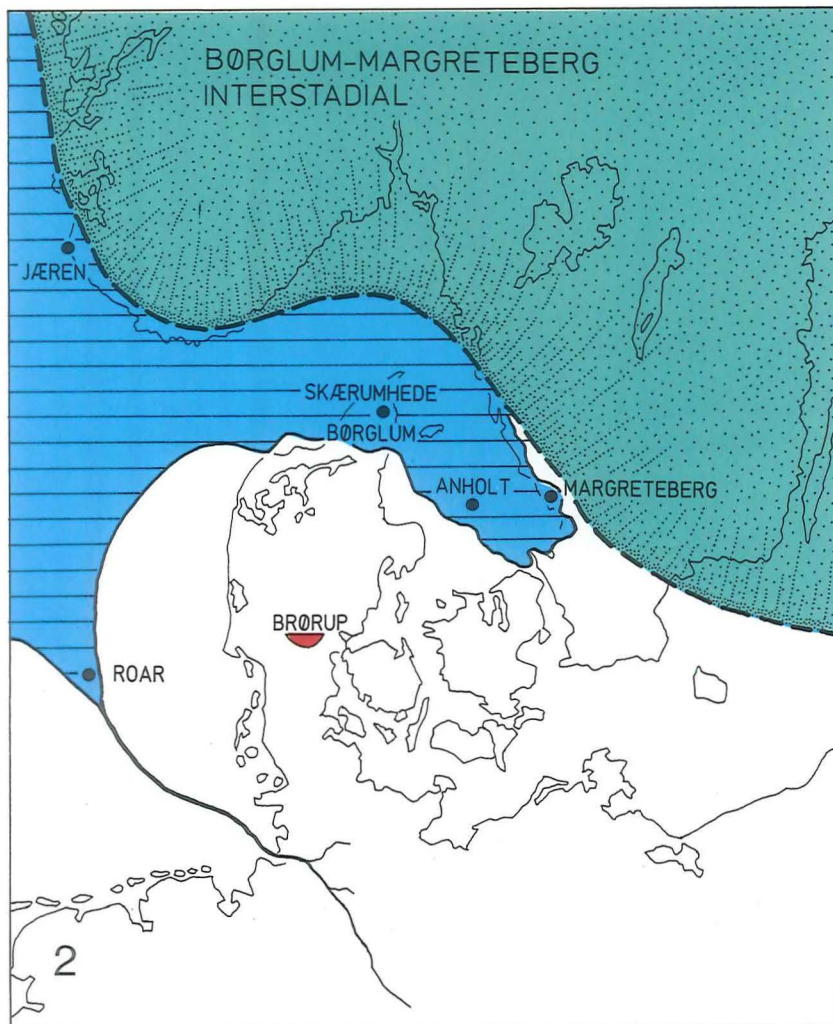
Signaturforklaring til de efterfølgende palæogeografiske kort.



Figur 4. Warthe stadial, Altenwald-Lamstedt fase for 140.000 år siden.

BRØRUP INTERSTADIAL, Tidlig Weichsel (fig. 7)

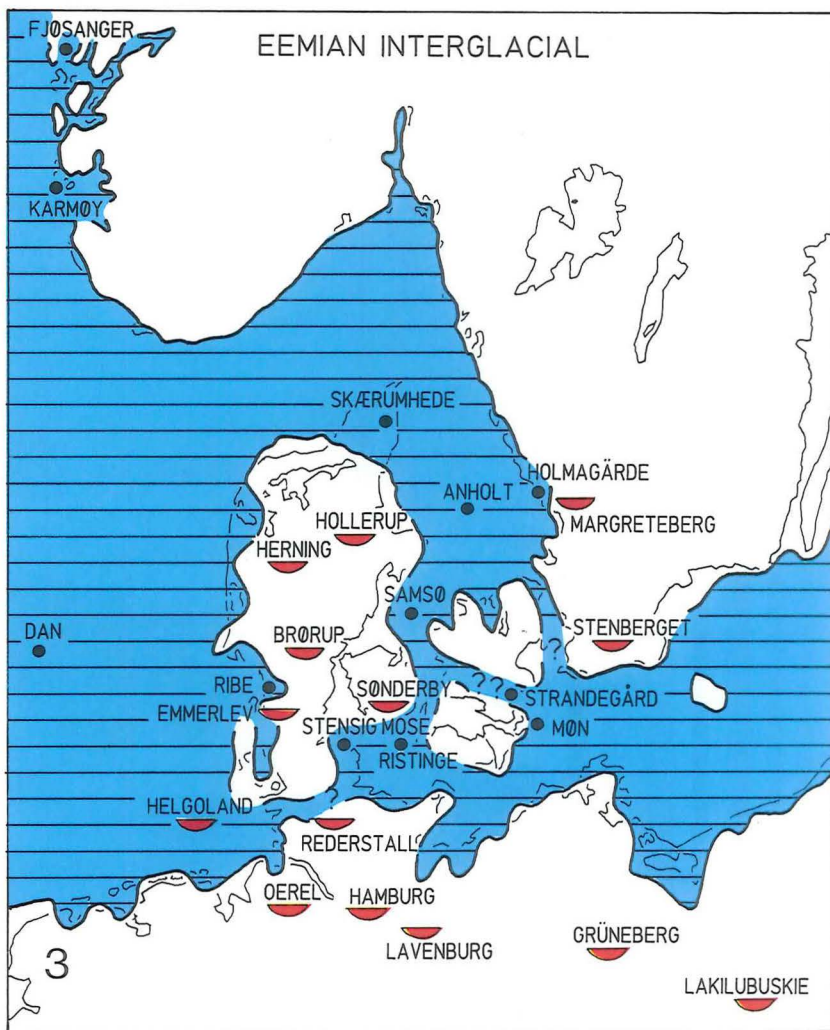
Forud for dette første Weichsel interstadial havde der været en længerevarende kuldeperiode (ilt-isotopstadium 5d). Der var dannet iskapper i fjeldkæden, og herfra flød dalgletschere ud gennem de norske fjorde, dog uden at påvirke den



Figur 5. Børglum-Margretheberg interstadial for 130.000 år siden.

marine fauna nævneværdigt i Vendsyssel. På land prægedes den tidlige kuldeperiode af jordflydningsprocesser i et vegetationsløst landskab.

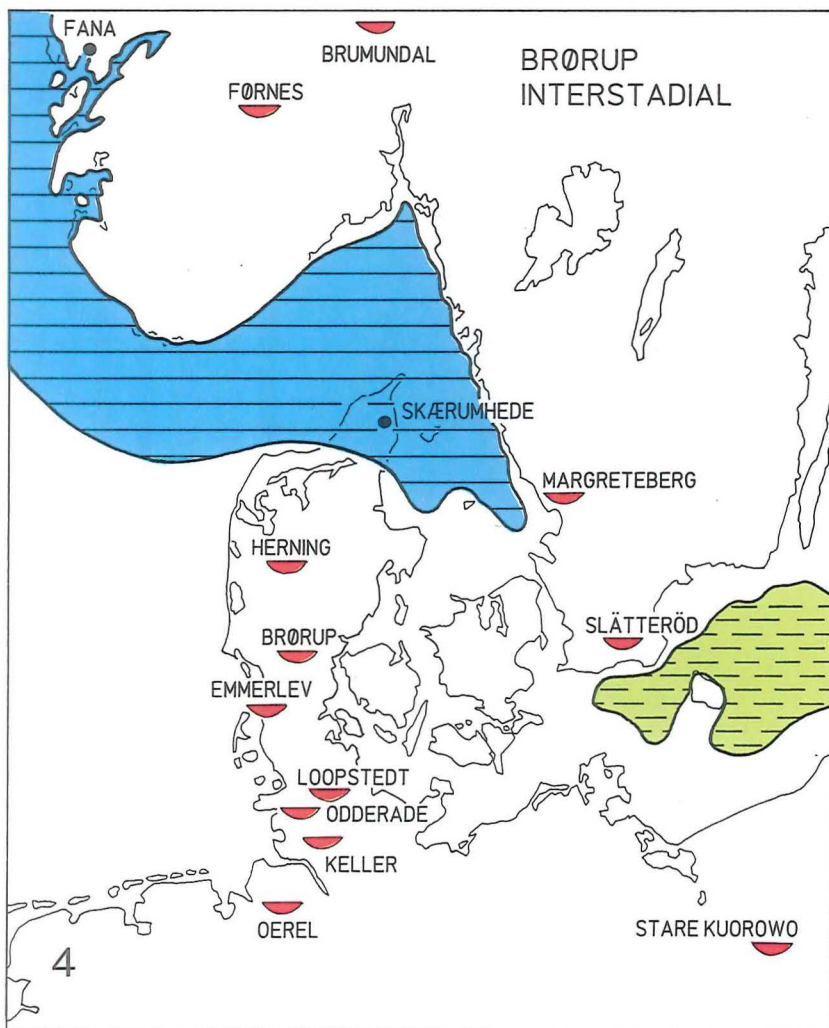
I den efterfølgende varmere periode, Brørup interstadial for ca. 100.000 år siden, indvandrede en åben skov domineret af birk og fyr. Aflejringer fra Brørup



Figur 6. Eem interglacial for 125.000 år siden.

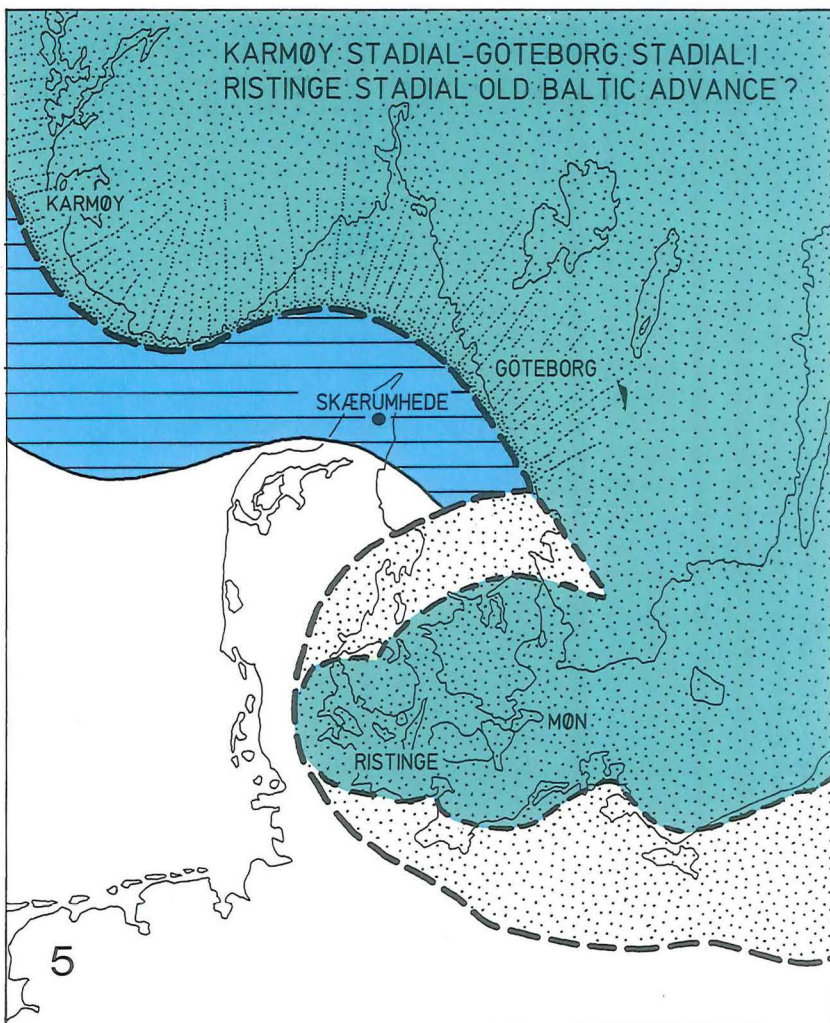
interstadial findes i dag ofte i toppen af de tidligere Eem søbassiner, tit dækket af flydejord fra de efterfølgende kuldeperioder.

I Brørup interstadial var havet beliggende i de dybere dele af Kattegat og Skagerrak med forbindelse til Atlanterhavet gennem den Norske Rende.



Figur 7. Brørup interstadial for 100.000 år siden.

I Nordtyskland har pollenundersøgelser vist, at der efter en kuldeperiode fulgte endnu et varmere tidsafsnit, den såkaldte Odderade interstadial. Spor efter denne interstadial er endnu ikke fundet i Danmark, hverken på landjorden eller i de marine aflejringer. Boringer fra Nordjylland viser en langsom, men tiltagende arktisk påvirkning gennem hele den tidlige del af Weichsel istiden.



Figur 8. Karmøy-Ristinge-Horns-Göteborg I stadial for 60.000 år siden.

KARMØY - RISTINGE - HORNS - GÖTEBORG I STADIAL, Midt Weichsel (fig. 8)

Den gradvise ændring mod et arktisk marint miljø blev forstærket på overgangen til den første svære kuldeperiode i Midtweichsel (ilt-isotopstadium 4) for omkring 70.000 år siden. Havspejlet sank yderligere og sten og grus tabt fra

flydende isbjerge findes sammen med en højarktisk fauna i havaflejringerne fra Vendsyssel. Samtidig hermed bredte indlandsisen sig ud over norskekysten og Kattegat så langt mod syd som til omkring Göteborg. Nyere undersøgelser fra Møn og Ristinge Klint taler for, at en baltisk istunge samtidig gled frem gennem Østersøen for at dække dele af det østlige Danmark, Nordtyskland og Polen. Udbredelsen og alderen af dette 'Gammelbaltiske isfremstød' er imidlertid ikke fuldt klarlagt.

BØ - ÆLDRE DÖSEBACKA - HIRTSHALS INTERSTADIAL, Midt Weichsel (fig. 9)

Ved overgangen til ilt-isotopstadium 3 blev klimaet noget mildere. Isen smeltede tilbage til Midtsverige og til højlandsområderne i Norge. Kystlandet mellem Bergen og Kristiansand overskyldedes af havet på grund af den nedtrykning, isen havde forårsaget. Den marine fauna var boreo-arktisk og kan spores ned gennem Kattegat ind over de nordlige dele af Sjælland, men havet synes ikke at have nået frem til Østersøen.

På land var der periglaciale forhold med lejlighedsvis indvandring af en åben tundravegetation med birk og enebær. Fund af en mammuttand dateret til dette tidsafsnit (for ca. 50.000 - 40.000 år siden) viser - trods omlejrning - at disse store landpattedyr befolkede Sydkandinavien i Midt Weichsel.

JÆREN - GÖTEBORG II - VENNEBJERG STADIAL, Midt Weichsel, (fig. 10)

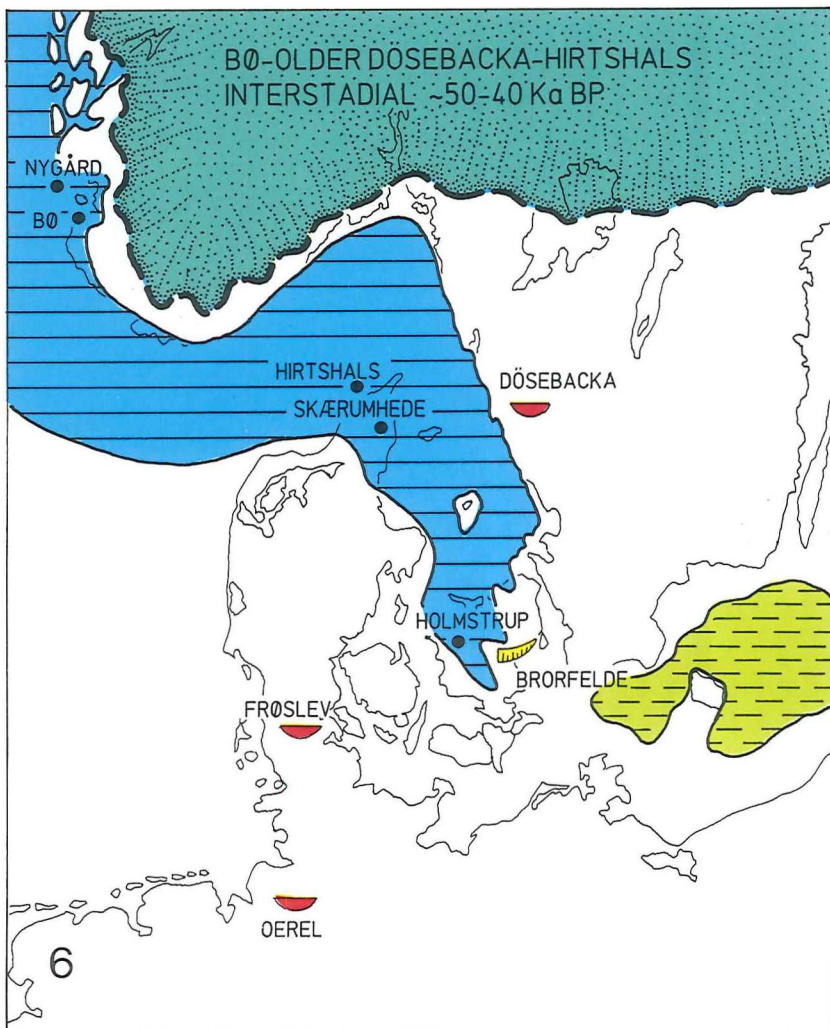
For omkring 40.000 år siden bredte iskapper sig på ny sydover. Norskekysten og det meste af Sydsverige dækkedes atter af gletschere, og de marine aflejringer i Vendsyssel, der viser højarktiske forhold, modtog igen store mængder materiale tabt af isbjerge. I Nordsjælland, hvor den Baltiske Issø havde sit udløb gennem Esrum-Alnarp dalen, afsattes ligeledes sedimenter tabt fra isbjerge. På Møn synes der at være spor efter en istunge, der svømmede på vandet i den Baltiske Issø, og som nåede de sydøstligste dele af Danmark.

SANDNES - GÄRDSLÖV - MØN INTERSTADIAL, Midt Weichsel (fig. 11)

Endnu en gang smeltede gletscherne tilbage til de norske fjelde, og store dele af Sydsverige blev isfrit i tidsrummet for mellem 35.000 og 25.000 år siden. Samtidig bredte havet sig igen ind over de tidligere isdækkede kystegne i Norge, og boreo-arktiske marine forhold fandtes i Skagerrak og Kattegat. På land var der atter en 'mammut'-steppe med lyng og træløs vegetation afbrudt af spredt og åben skov med birk og fyr. For omkring 30.000 år siden, ved slutningen af ilt-isotopstadium 3, begyndte iskapperne deres sidste endelige fremrykning ved begyndelsen af Weichsel istidens hovednedisning (Jylland stadialet).

JYLLAND STADIAL, SEJERØ - ALLARP FASE, Sen Weichsel (fig. 12)

I starten af det ekstremt kolde ilt-isotopstadium 2 dækkedes norskekysten og Sydsverige atter af fremrykkende is, og havarmen i Skagerrak og Kattegat begyndte at blive afsnøret. For ca. 22.000 år siden banede en gletschertunge sig

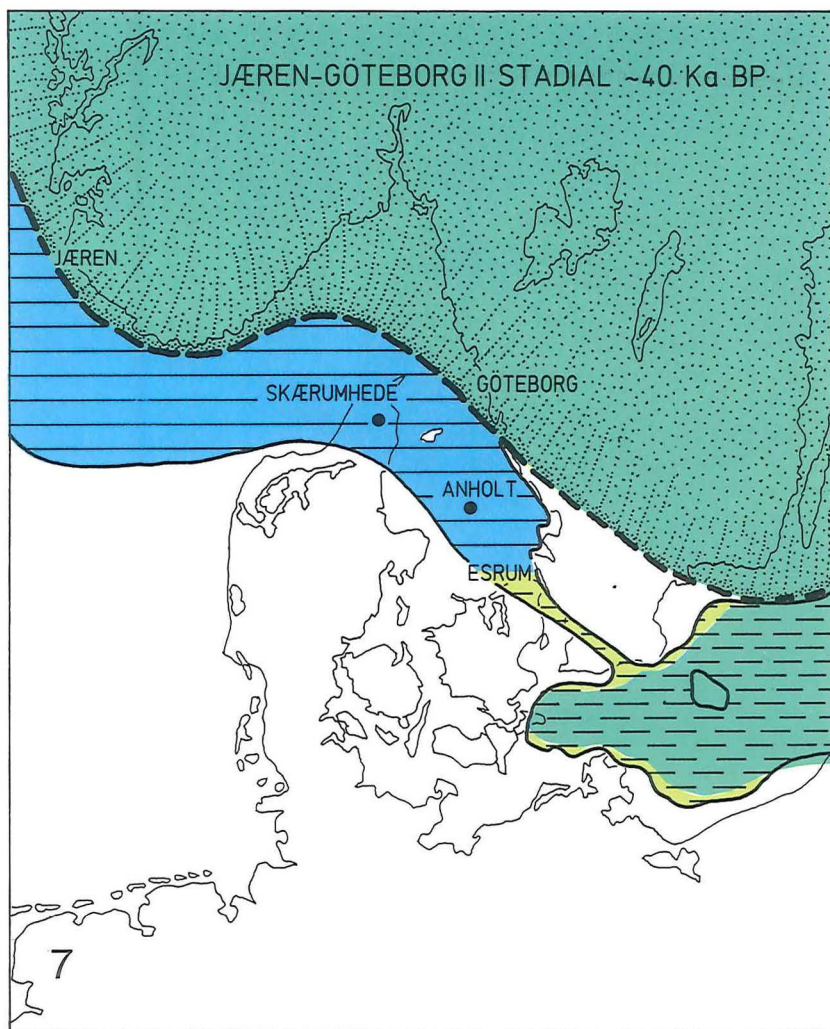


Figur 9. Bø-Ældre Dösebacka-Hirtshals interstadial for 50 - 40.000 år siden.

vej gennem Østersøen ind over Sydkåne og Sjælland, mens den samtidig overskred det nordlige Polen.

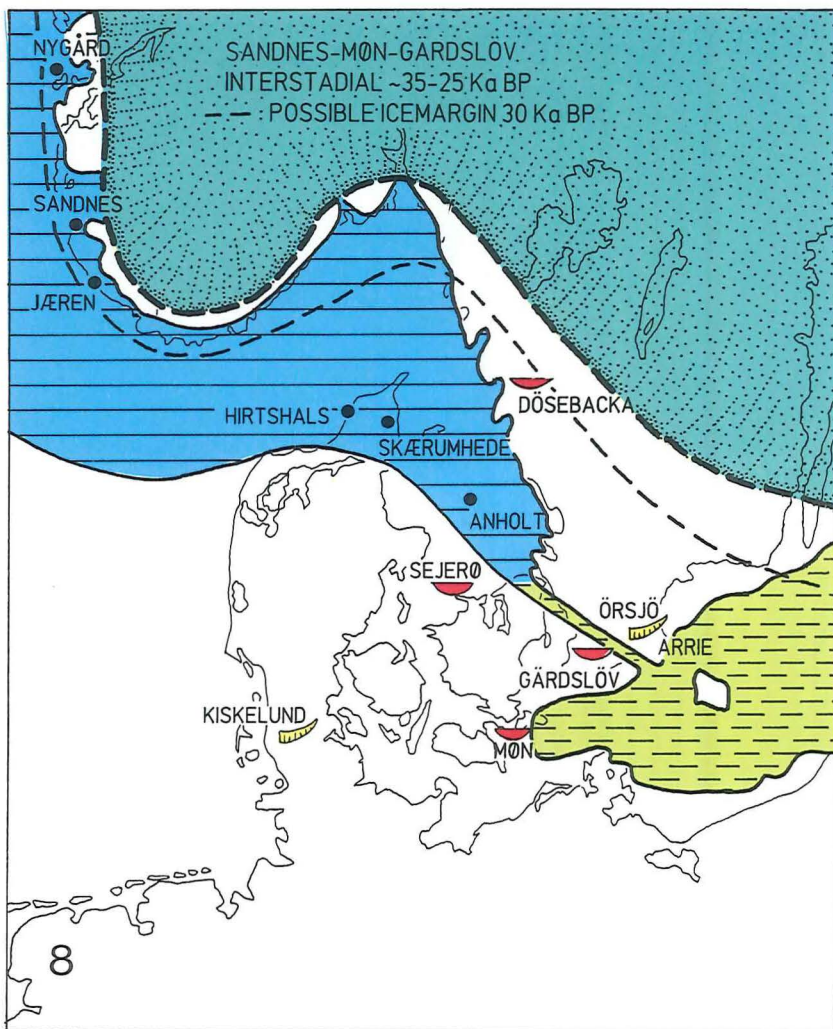
JYLLAND STADIAL, KATTEGAT ISSØEN (fig. 13)

De fremrykkende ismasser fra de norske fjelde antog efterhånden en sådan ud-



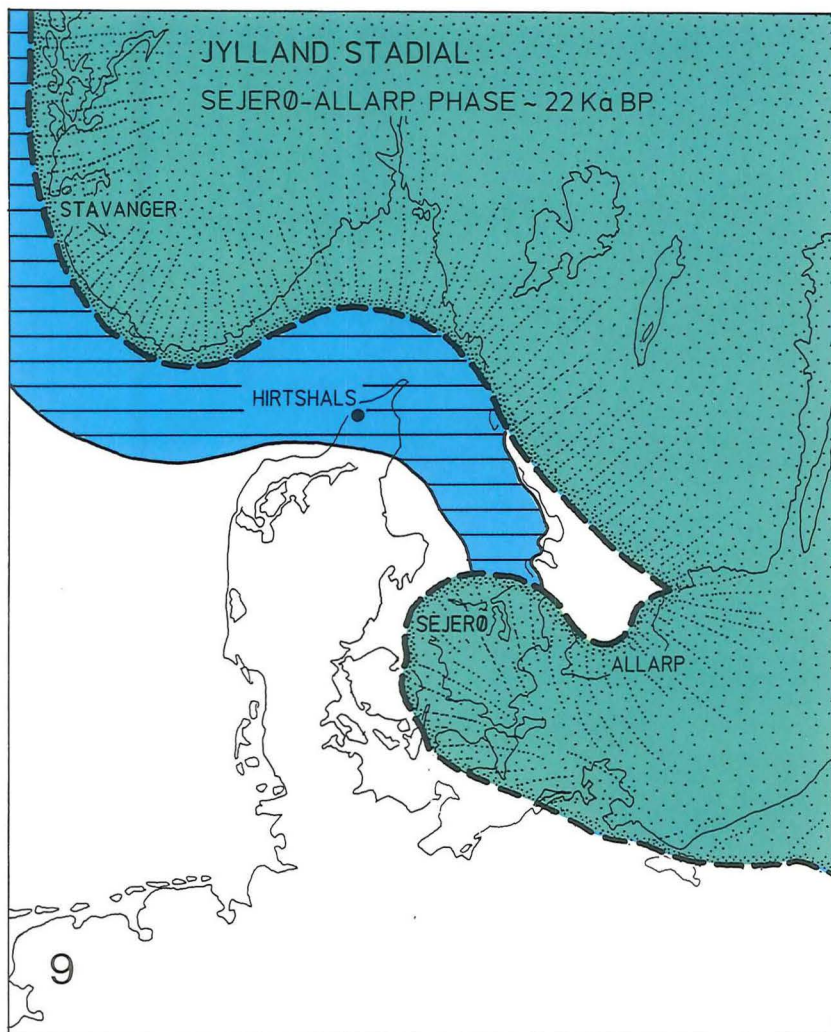
Figur 10. Jæren-Göteborg II-Vennebjerg stadial for 40.000 år siden.

bredelse og tykkelse, at Norske Rende opfyldtes af gletschere. Herved afsnøredes de sydsandinaviske havområder fra Atlanterhavet, og disse områder omdannedes til en ferskvandssø, Kattegat Issøen. Vandstanden øgedes hurtigt i Kattegat og Skagerrak på grund af isafsmeltningen over Sjælland.



Figur 11. Sandnes-Møn-Gärslöv interstadial for 35 - 25.000 år siden.

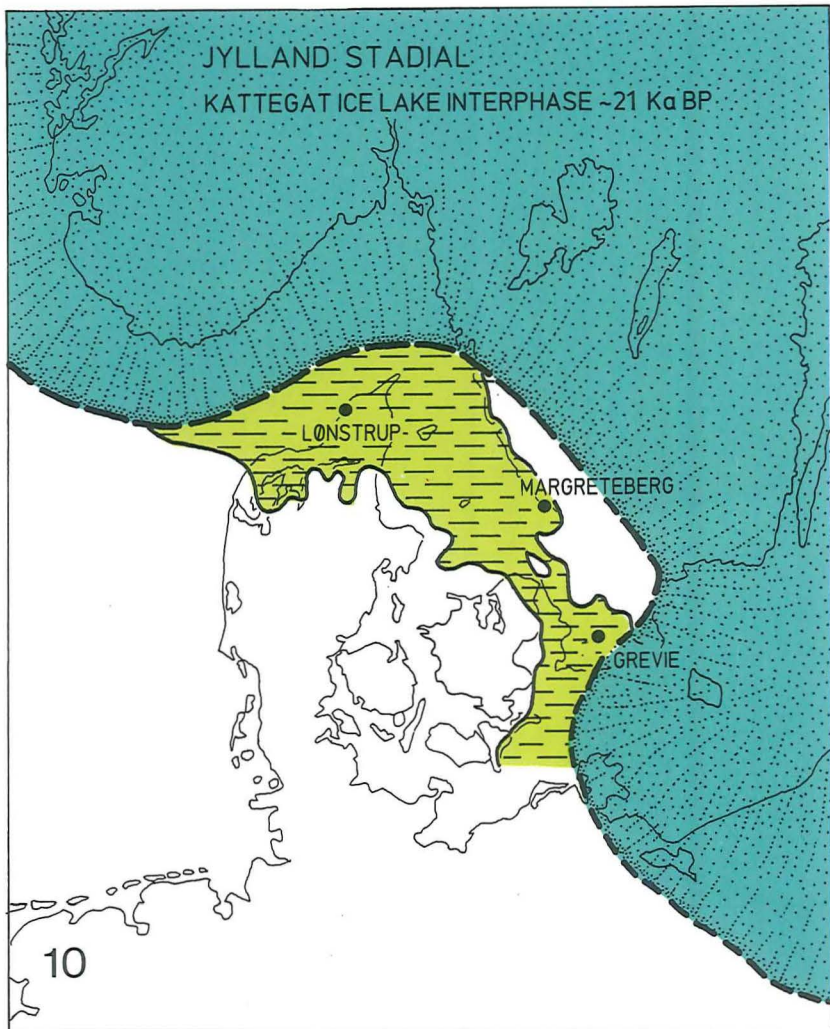
I Nordjylland, langs Hallands kyst og i Skåne aflejredes først mudrede, senere sandede sedimenter. Samtidig hermed rykkede isfronten i Skagerrak mod syd, mens Østersøisen gled videre ind over det polske lavland.



Figur 12. Jylland stadial, Sejerø-Allarp fasen for 22.000 år siden.

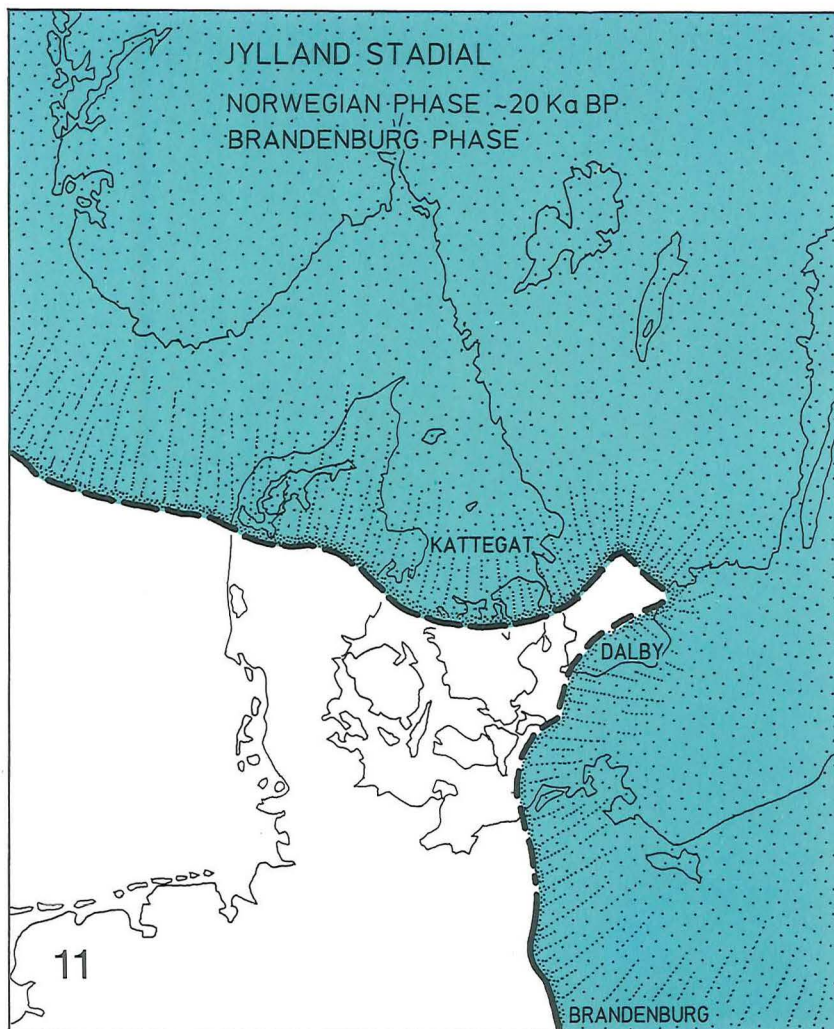
JYLLAND STADIAL, NORSKE FREMSTØD - BRANDENBURG FASE, (fig. 14)

For omkring 20.000 år siden nåede den norske is sin største udbredelse. Isen dækkede måske en del af Nordjylland, Kattegat, Nordsjællands kystegne og



Figur 13. Jylland stadial, Kattegat issøen for 21.000 år siden.

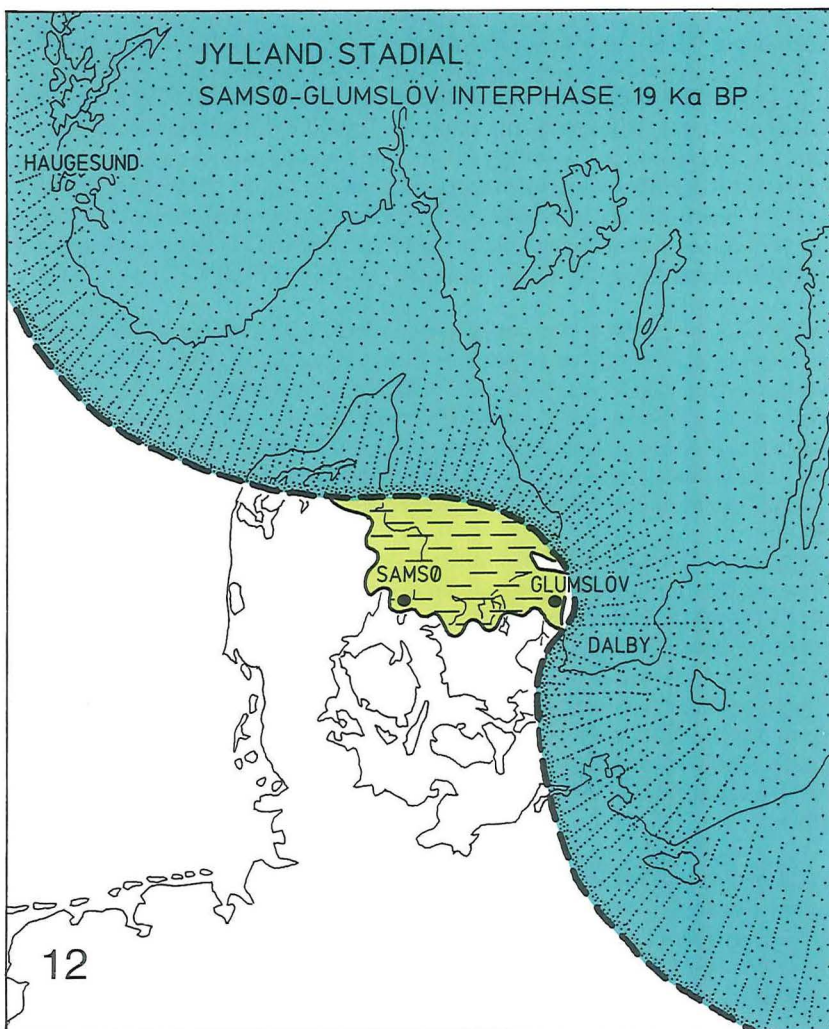
Vestskåne. Det sydlige Danmark forblev tilsyneladende isfrit. Den baltiske del af indlandsisen befandt sig i sin yderste position omkring Brandenburg i Nordtyskland, hvorfra der i resten af Weichsel istiden skete en gradvis tilbagesmeltning, dog afbrudt af markante stilstandsperioder.



Figur 14. Jylland stadial, norske fremstød-Brandenburg fasen for 20.000 år siden.

JYLLAND STADIAL, SAMSO - GLUMSLÖV FASE (fig. 15)

Mens isen stadig var langsomt under fremrykning over Skåne, foregik der en kraftig afsmeltning af den norske is samt af isen i Nordtyskland og Polen. Afsmeltningen af den is, der dækkede Danmark, medførte, at den sydlige del af



Figur 15. Jylland stadial, Samsø-Glumlöv fasen for 19.000 år siden.

Kattegat-lavningen atter omdannedes til en ferskvandssø. Denne kortvarige afsmeltning afløstes af massive isfremstød særligt fra det mellemsvenske område. Den såkaldte NORDØST IS var på vej mod den midtjyske hovedstiltandslinie.

JYLLAND STADIAL, HOVEDFREMSTØDET, Sen Weichsel (fig. 16)

Isstrømmen fra Mellemsverige, der gled ind over Danmark fra nordøst, var flankeret af isen fra Norge i nord og den baltiske is i sydøst. I den koldeste del af ilt-isotopstadium 2 dannede disse isstrømme i deres fælles front den midtjyske HOVEDSTILSTANDSLINIE for omkring 18.000 år siden (fig. 16, M-Fr). Linien kan følges ud i den nordlige del af Nordsøen og østover, hvor den forbindes med det såkaldte Frankfurt stadium i Nordtyskland. I Vestjylland dannedes de store hedesletter af materiale transporteret af de vældige smeltevandsfloder, der strømmede frem fra isen, mens markante smeltevandsdale udgravedes mellem iskanten og det sydfør liggende højere landskab i Nordtyskland og Polen.

Afsmeltningen fra Hovedstilstandslinien foregik i flere tempi afbrudt af genfremstød i de følgende tre årtusinder. Et genfremstød dækkede atter Fyn samt Nord- og Midtjylland (fig. 16, F), samtidig med at smeltevandets afløbsveje blev rettet mere nordover. Et yngre afsmeltningsstadium nåede Egersundbanken i Nordsøen, Nordjylland og Store Bælt-regionen. Markante randmoræner dannedes i den vestlige Limfjord (Mors og Fur), i Østjylland (Mols og Samsø), i Smålandsfarvandet samt på Nordfalster og Møn (fig. 16, E-N-S).

JYLLAND STADIAL, VENDSYSSEL - GRIBSKOV FASEN, (fig. 16)

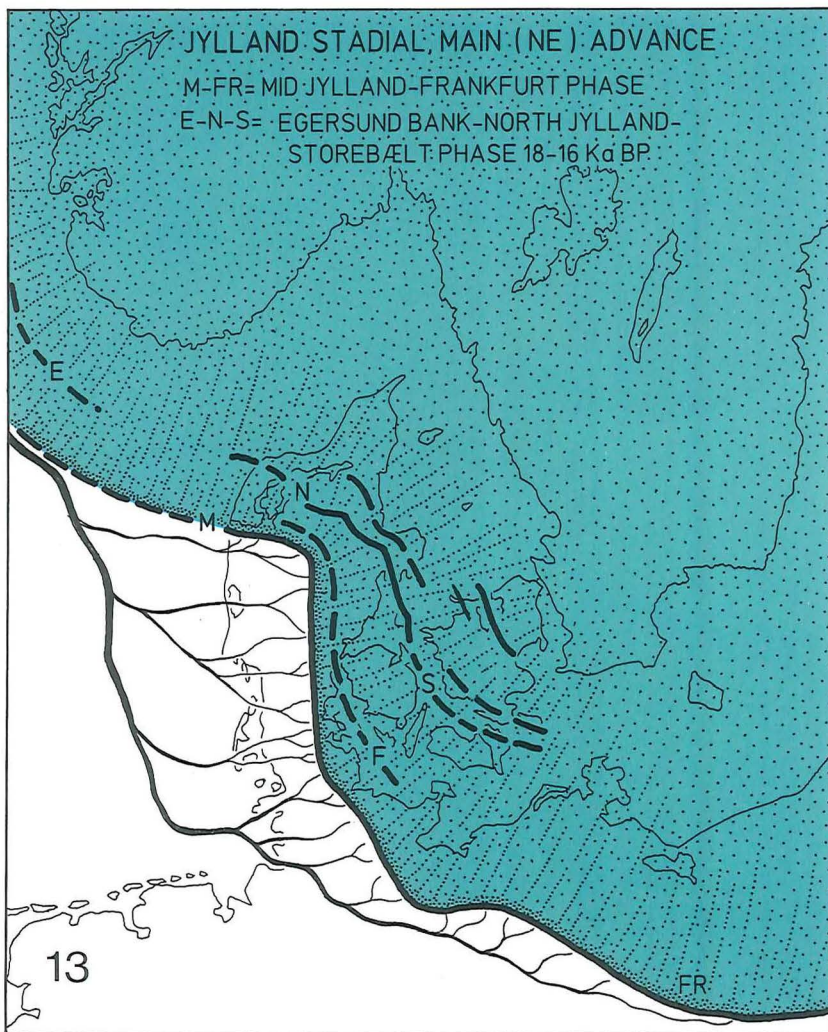
Omkring ca. 16.000 år før nu var isen fra Norge smeltet tilbage til den nuværende kyst ud for Stavanger, og havet trængte atter ind i den Norske Rende. Det yngste genfremstød fra nordøst (Vendsyssel - Gribskov fasen) dannede randmorænerne omkring Jyske Ås og i Gribskov i Nordøstsjælland, mens forlandet foran den aktive is lå begravet i store mængder dødis.

Havet skyllede ind over den isfrie, lavere del af Vendsyssel, og der aflejredes Yngre Yoldialer med en arktisk marin fauna. Omkring Ålborg afsattes samtidig ler, der - som følge af store tilskud af smeltevand fra nordgående floder - er fosilfrit.

JYLLAND STADIAL, DET UNGBALTISKE FREMSTØD (fig. 18)

Under Nordøstisens stadige tilbagesmeltning trængte havet fra Vendsyssel dybere og dybere ind i Kattegat, men samtidig bredte den Ungbaltiske isstrøm fra Østersøen sig ind over Danmark, Nordtyskland og Polen. Fra mellem 15.000 og 14.000 år siden havde den Ungbaltiske is sin største udbredelse med en isfront, der dannede den ØSTJYSKE ISRANDSLINIE, som kan forbindes med de pommerke randmoræner i det nordlige Tyskland og Polen (fig. 18, E-P).

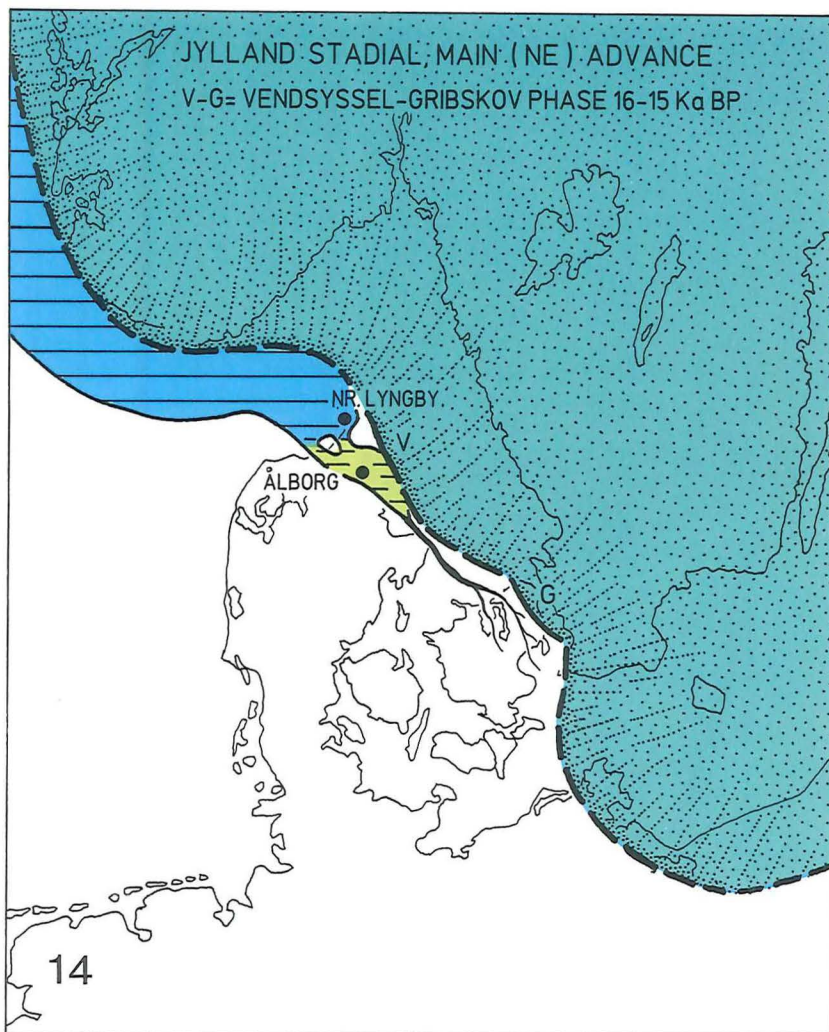
Afvandingen til havet fra den aktive is foregik gennem Gudenå-dalen i Jylland og gennem Elben-dalen i Nordtyskland med tilløb fra øst fra Polen og Tyskland. Under den generelle tilbagesmeltning rykkede den Ungbaltiske is frem adskillige gange. Under Bælthavfremstødet (fig. 18, B-F) formedes bl. a. Vejrhøjbuerne og randmorænelandskabet på Nordsamsø. Bælthavfremstødet kan forbindes med det nordtyske Fehmarn stadium, og andre afsmeltningslinier fra det pommerke fremstød i Nordtyskland. I forbindelse med den fortsatte af-



Figur 16. Jylland stadial, Hovedfremstødet fra nordøst for 18.000 år siden.

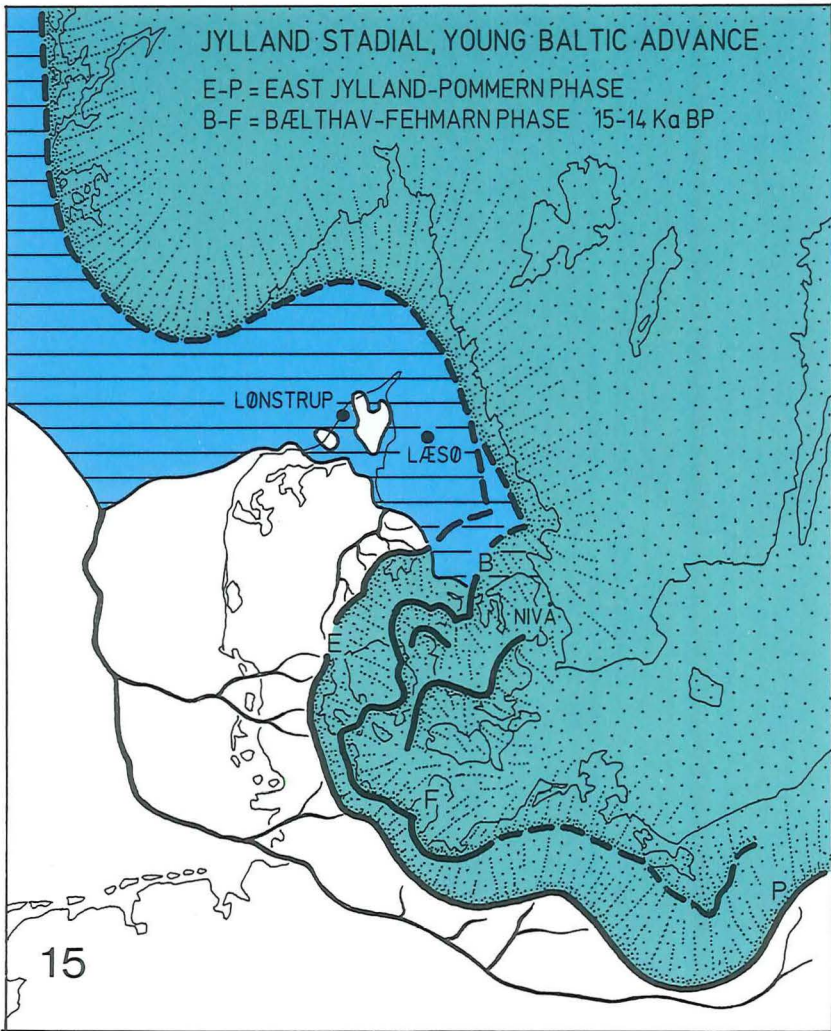
smeltning dannedes også randmoræner i Store Bælt. Disse spores i dag som undersøiske buformede rygge, der dog nogle gange stikker op og bliver synlige, f. eks. Røsnæs og Langeland.

Store mængder Ungbaltisk is overgik til dødis, og sammen med efterladt Nordøst dødis begyndte en areal-nedsmeltning, der førte til dannelsen af de iøjne-



Figur 17. Jylland stadial, Vendsyssel-Gribskov fasen for 16 - 15.000 år siden.

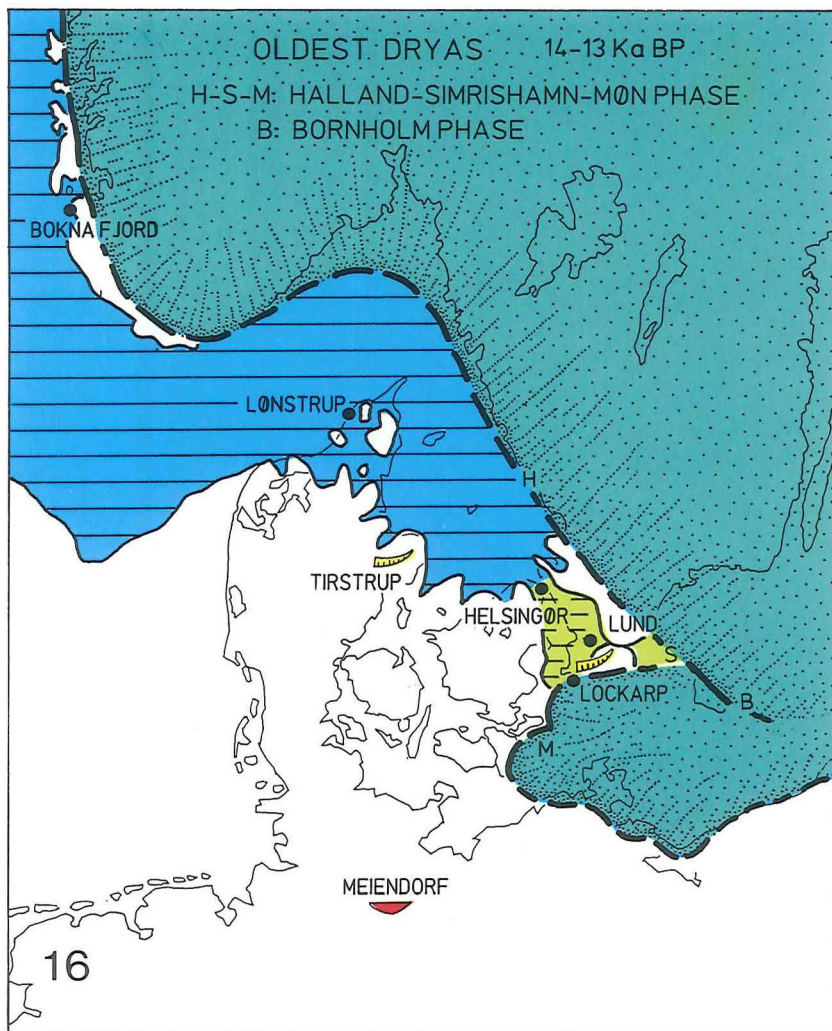
faldende dødislandskaber, der findes i Østdanmark. Samtidig med dødisnedsmeltningen trængte havet frem i de af isen nedpressede områder foran den vigende isrand sydpå gennem Kattegat. Fund af ringsæl og polartorsk, der er omkring 14.000 år gamle, i Øresund regionen vidner om, at havet allerede da befandt sig i det sydlige Kattegat.



Figur 18. Jylland stadial, Ungbaltiske fremstød for 15 - 14.000 år siden.

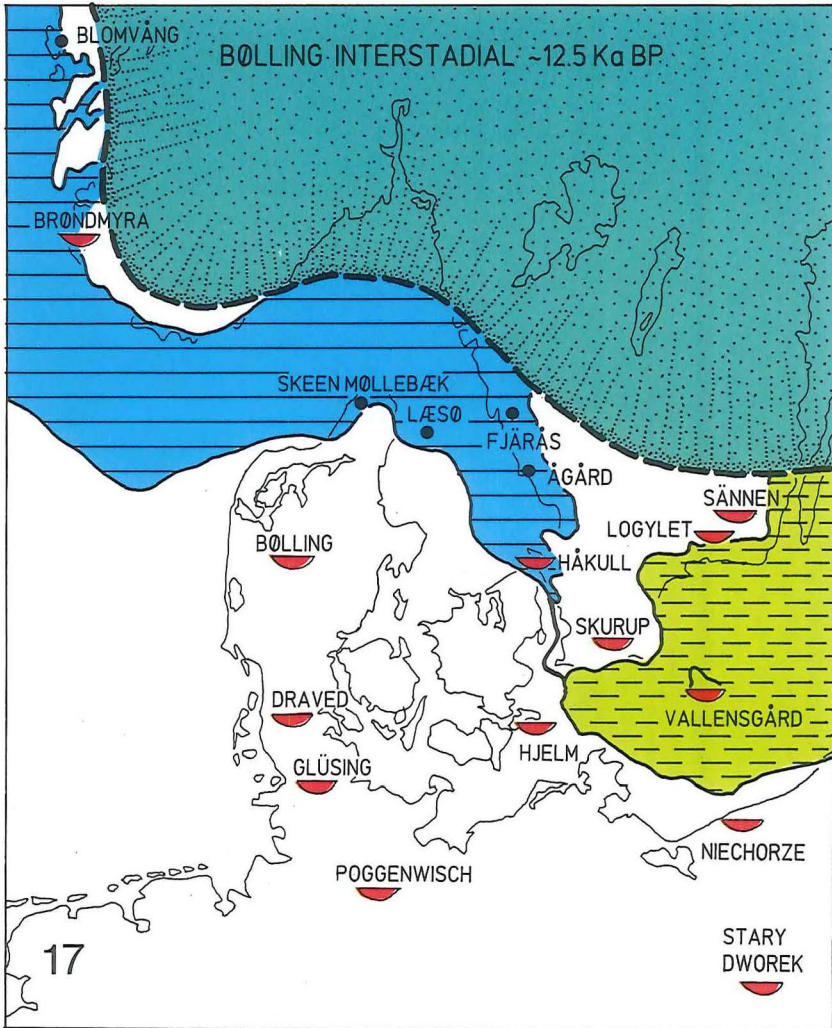
ÆLDSTE DRYAS (fig. 19)

I Ældste Dryas begyndte den klimatiske forbedring, der kendetegner ilt-isotop-stadium 1. I Vendsyssel nåede havet sit højeste niveau på lidt over 50 m i forhold til nuværende havniveau. Det Yngre Yoldialer, med en arktisk marin fauna aflejredes i Nordjylland og foran isranden i Halland. Den høje vandstand fik



Figur 19. Ældste Dryas for 14 - 13.000 år siden.

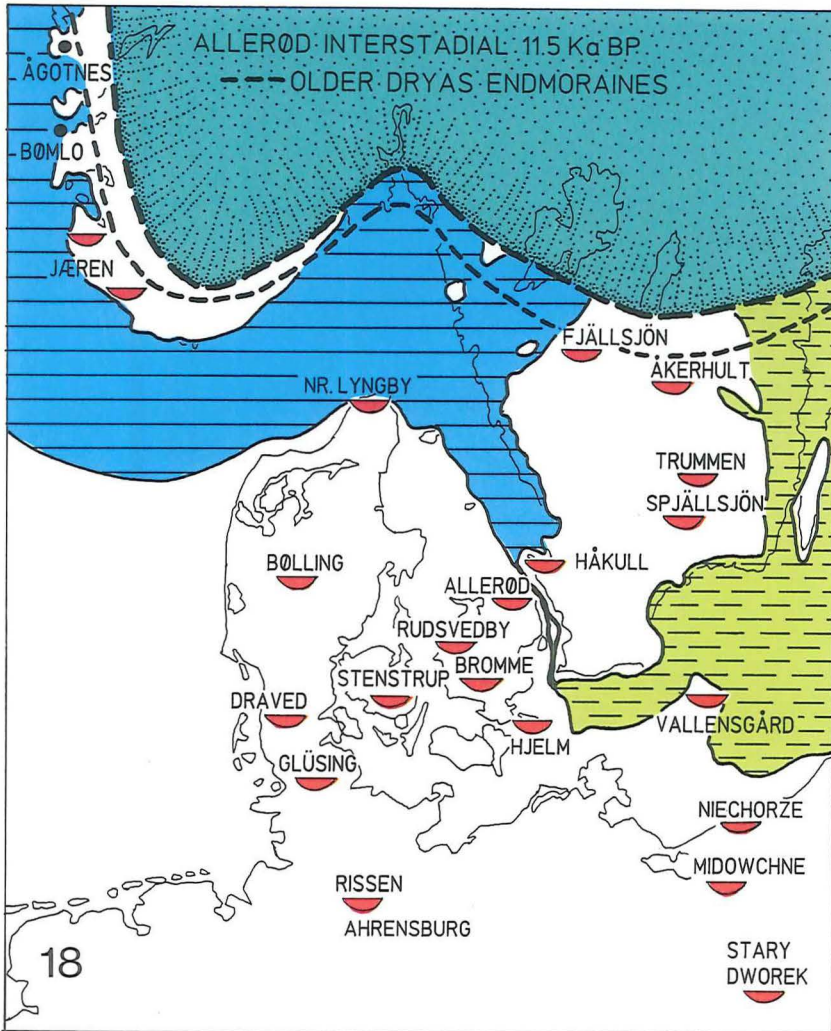
dødisen i Øresund regionen til at flyde rundt i et åbent vandfyldt bassin, der var tæt pakket med isbjerge, og som havde forbindelse til Kattegat. Mammuten indvandrede igen for omkring 14.000 til 13.000 år siden, og en vegetation af parktundra vandt indpas sammen med de første efteristids-mennesker, der er kendt fra Meindorf ved Elben-dalen.



Figur 20. Bølling interstadial for ca. 12.500 år siden.

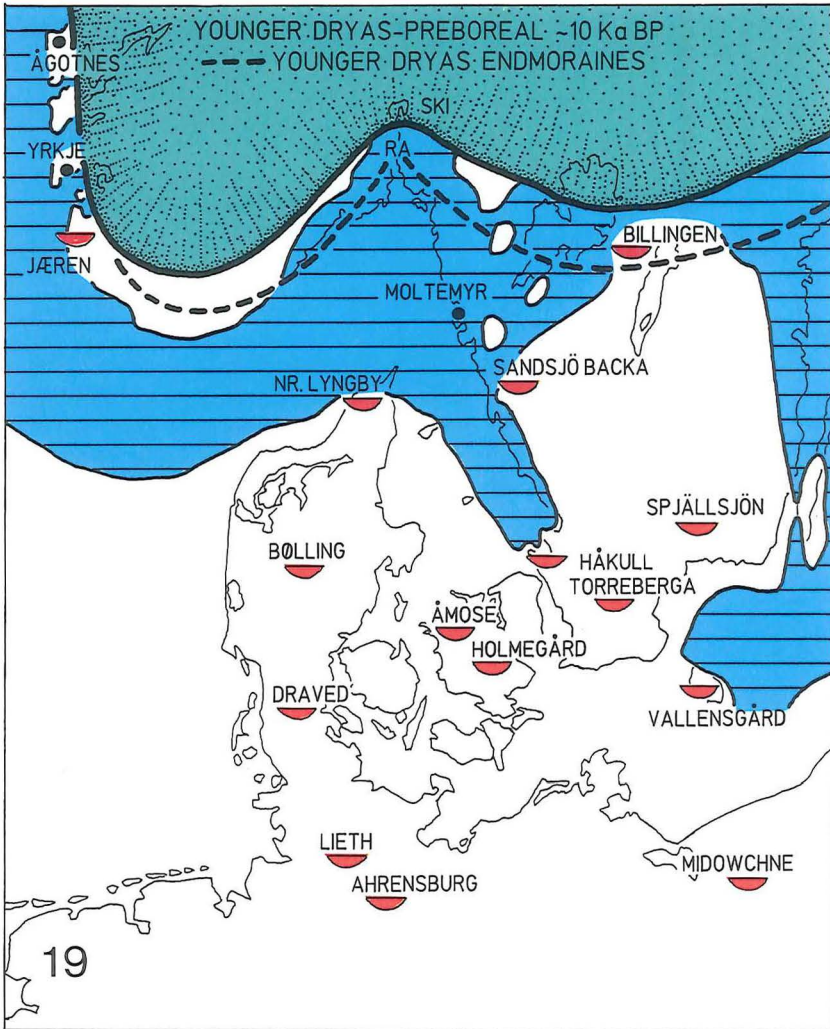
BØLLING INTERSTADIAL (fig. 20)

Trods den fremadskridende afsmeltning, som førte til en verdensomspændende havstigning, blev de tidligere havdækkede områder i Vendsyssel tørlagte som følge af en kraftig landhævning, der medførte, at havspejlet faldt fra de ca. 50 m til ca. 15 m i forhold til nuværende havniveau, og faunaen blev mere boreal.



Figur 21. Allerød interstadial for ca. 11.500 år siden.

I den isfri del af Østersøen dannedes den Baltiske Issø. Efterhånden som isen smeltede nordud, fulgte søen med. I syd formindskedes vanddybden hurtigt på grund af landhævning. En parktundra med pil og birk nåede sit maksimum mellem 12.500 og 12.000 år før nu. Et nyt kuldefremstød medførte, at birken igen udvandrede i den Ældre Dryastid.



Figur 22. Yngre Dryas-Præboreal for 10.000 år siden.

ALLERØD INTERSTADIAL (fig. 21)

I Allerød interstadial for mellem 11.700 og 11.000 år siden smeltede isen i Norge tilbage til fjeldet, og samtidig frilagdes det meste af Sydsverige og Oslofjorden. Landhævningen fortsatte således, at havet ikke længere dækkede de nuværende danske landområder. Yoldiahavets sunde og fjorde i Vendsyssel omdannedes til ferskvandssøer, og en åben vegetation med fyr, birk og pil slog rod.

YNGRE DRYAS - PRÆBOREAL (fig. 22)

I Yngre Dryas forsvandt den åbne skov, periglaciale forhold med jordflydning blev almindelige. Kuldeperioden varede i ca. 1000 år indtil for ca. 10.000 år siden. Isen rykkede frem i Sydnorge, sandsynligvis betinget af store nedbørs-mængder og sænkning af den højde over havet, hvor gletscheris dannes. Afsmeltningen over Sverige gik i stå, ja nogle svenske kvartærgeologer mener endog, at lokale iskapper voksede frem i Halland.

Mod slutningen af Yngre Dryas blev klimaet igen betydeligt varmere, og afsmeltningen skred hurtigt frem. Den vigende isrand nåede frem til lidt nord for Billingen i Sverige, hvorved store dele af den Baltiske Issø's vand tappedes ud i Kattegat nord om det sydsvenske højland. Efter tåpningen trængte det boreoarktiske Yoldiahav ind i det område, der tidligere var dækket af issøen.

Ved overgangen til Præboreal, der markerer grænsen mellem Weichsel istiden og Postglacial tid eller Holocæn, indvandrede den åbne skov atter i Sydskandinavien, for snart efter atter at blive fortrængt, ikke af indlandsis, men af den tempererede løvskov.

AFSLUTNING

At afbilde en 150.000 år lang udvikling ved hjælp af en kortserie har indlysende fordele, idet store informationsmængder kan præsenteres i deres rette sammenhæng på begrænset plads. Det bliver imidlertid aldrig muligt helt nøjagtigt at fastlægge kystlinier eller udbredelsen af visse isstrømme i områder, der senere er overskredet af is og måske stærkt deformeret. Der er dog også grænser for forfatterens vilje og fantasi - to aspekter, der har stor indflydelse på kortfremstillingen.

Nye stratigrafiske studier kan hurtigt forælde anerkendte hypoteser og modeller. Derfor har de her præsenterede kort en tidsbegrænset gyldighed. De klimatiske betingede naturkræfter, der flytter om på vore fysiske omgivelser, ændrer vort verdensbillede, men endnu mere foranderlig er de modeller, kvartærgeologer opbygger for at forklare deres iagttagelser. Derfor er den her viste kortserie det bedste bud, man I DAG har på den senkvartære udvikling.