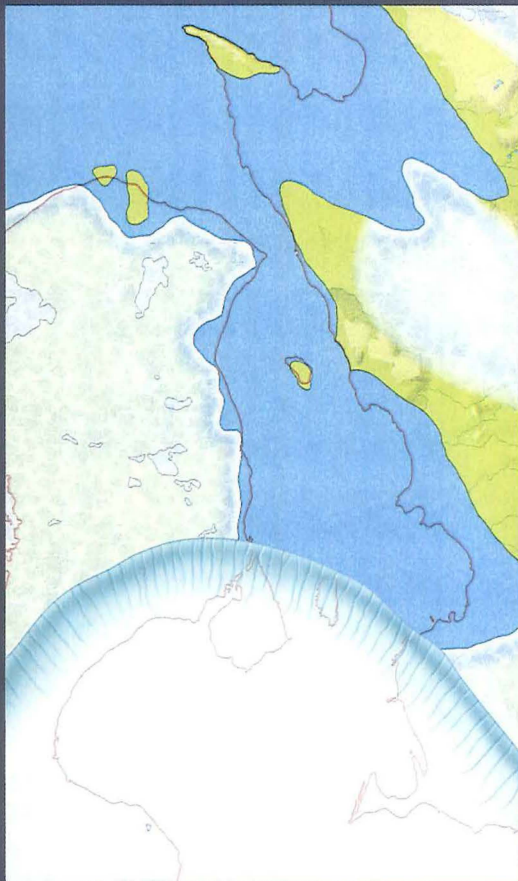
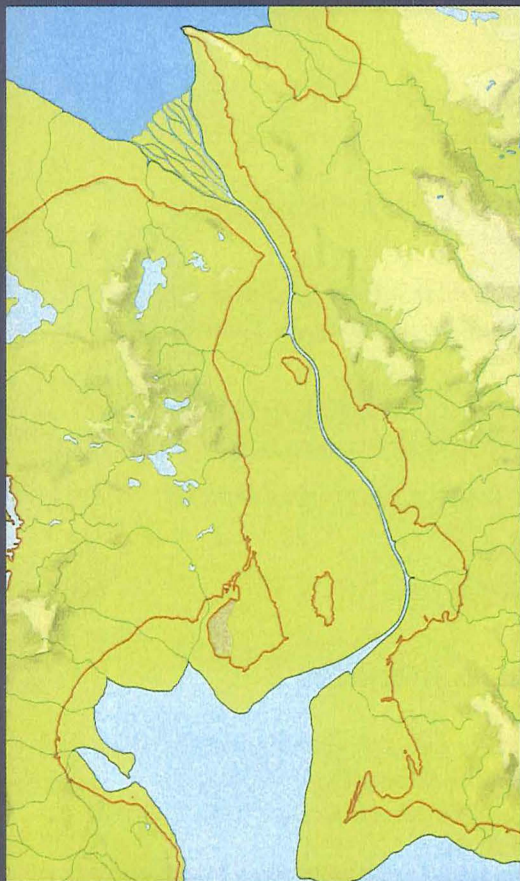


VARV

NR. 3

BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER

1999



ØRESUND I 20.000 ÅR

SCENER FRA ET BEVÆGET LIV

Forsidebillede: To situationsbilleder fra Øresunds omtumlede liv: Ishavet for 17.000 år siden og fastlandstidens store flod for 14.000 år siden.

Forfattere til artiklerne i dette nummer kan kontaktes på følgende adresser:
Niels Richardt: Geologisk Institut, Øster Voldgade 10, 1350 København K.
Lisa Belhage og Svend Funder: Geologisk Museum, Øster Voldgade 5-7, 1350 København K.

VARV

VARV er udgivet med støtte fra Kulturministeriets bevilling til almenkulturelle tidsskrifter.

Adresse: Tidsskriftet VARV, Geologisk Institut, Øster Voldgade 10, 1350-København K. Telefon: 35 32 24 00, Geologisk Institut. E-Mail: SvendP@Geo.Geol.KU.DK

Redaktion: Asger Berthelsen, Bjørn Buchardt, Bjørn Hageskov, Henrik Fougt, Mikkel Hede, Mikael Pedersen og Svend Pedersen (ansvarshav.)

Bestyrelse: Asger Berthelsen, Valdemar Poulsen, Bjørn Hageskov og Svend Pedersen.

Tekstredaktør: Svend Pedersen

Lay-out og grafik: Bjørn Hageskov

Repro og tryk: Levison+Johnsen+Johnsen a/s, København

VARV udkommer fire gange årligt. Prisen er 120 kr i abonnement for 1999. Abonnement kan tegnes ved at indsende beløbet til VARV, postgiro 9 06 88 80, eller 140 SEK til VARV's svenske postgirokonto: 4388-5, eller 140 NOK til VARV's norske postgiro: 0806 1923234.

Adresseændringer bedes meddelt VARV!

© 1999 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kan kun ske efter aftale.

Øresund i 20.000 år

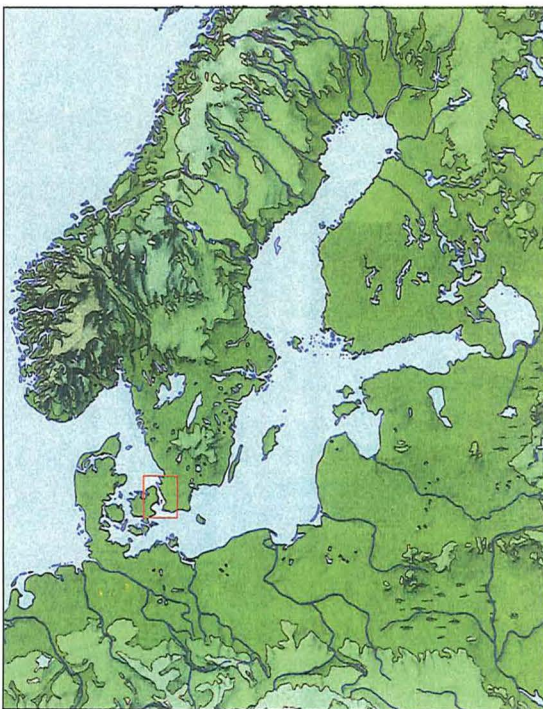
scener fra et bevæget liv

Niels Richardt, Lisa Belhage & Svend Funder

Der er næppe nogen del af Danmark, der har gennemlevet en så dramatisk og omskifelig geologisk historie, som Øresundsområdet gennem de sidste 20.000 år, hvor miljøsift fulgte på miljøsift. Årsagen til de mange miljøsift er dels de voldsomme klimaforandringer i forbindelse med en istids afslutning og overgang til en varmetid - og dels, at området i perioder har haft en nøglerolle som afløb for Østersøområdet.

Østersøen er sammen med den Botniske Bugt 10 gange så stor som Danmark, og Østersøens afløbsområde er 40 gange så stort som Danmark. Samspillet mellem dette store afløbsområde og Øresunds smalle stræde har haft meget stor betydning både for Øresund og for hele Østersøområdet.

Øresunds historie tog sin begyndelse under istidens slutfase for ca. 17.000 år siden, hvor de skandinaviske ismasser var under tilbagetrækning. Som en sidste demonstration fra ismasserne trængte gletschertunger to gange op gennem den lavning i landskabet, der



Øresunds historie kort fortalt

Istiden

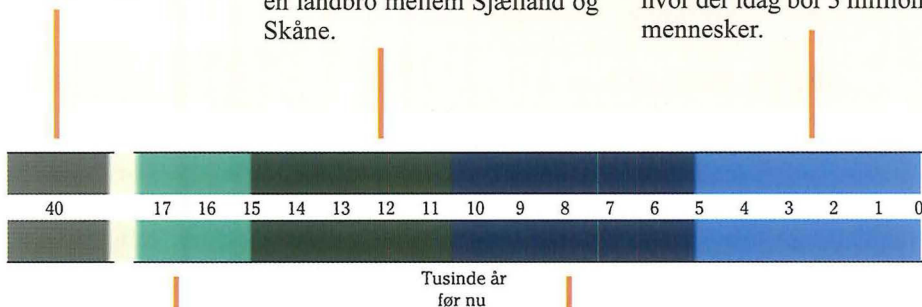
Før sidste istids maksimum forbinder den brede Esum-Alnarp Dal Østersøen med Kattegat tværs gennem Skåne og Nordsjælland. Dalen skærer Øresundslavningen. Øresund eksisterer ikke.

Omskiftelige årtusinder

Den frilagte Østersø fyldes med smeltevand fra indlandsisen, der endnu dækker størstedelen af Skandinavien. Herved opstår 'den Baltiske Issø', der har afløb gennem Øresund, hvor de dybe render – vore dages sejlrender – dannes af den rivende flod. I nogle århundreder for ca. 11.000 år siden forbindes Østersøen og Kattegat igennem Mellemserige, og Øresund bliver en landbro mellem Sjælland og Skåne.

Lymnaehavet.

Havstigningen tager af, og landhævningen efter istiden tager igen overhånd. Havet trækker sig tilbage, og Sundet bliver lavere, vige og bugter gror til, og vandets saltholdighed aftager. Befolkningen trækker væk fra kysterne og bliver agerbrugere og derefter byboere og service-arbejdere i regionen, hvor der idag bor 3 millioner mennesker.



Istiden slutter

Isen smelter bort fra Sydskandinavien, men tilbage-trækningen afbrydes af flere mindre fremstød op igennem Øresund. I det nordlige Øresund følges den vigende is af havet, som danner en havbugt fyldt af isfjelde fra den kælvende gletscherfront. Grunden til Øresund lægges.

Stenalderhavet

Havstigning tager overhånd over landhævning, og havet trænger ind i Østersøen gennem Storebælt og Øresund. Sundet, som vi kender det, opstår, og Østersøen oplever en periode med høj saltholdighed. En rig og ensartet kystkultur, Ertebøllekulturen, udvikler sig langs kysterne.

senere skulle blive til Øresund. Igennem de næste årtusinder skiftede naturen i området fra at være dækket af et ishav til at være en floddal, der rummede en af Europas største floder, og endelig til at være landbro mellem Danmark-Tyskland og Skandinavien. Omskiftelserne varede ved, indtil havet for ca. 9.000 år siden brød igennem, og Sundet, som vi kender det, opstod som forbindelse mellem Østersøen og Kattegat.

De meget omskiftelige natur- og klimaforhold betød skiftende dyre- og planteliv og dermed skiftende næringsveje for de mennesker, der i næsten hele det lange tidsrum har færdedes i Øresundsregionen. Efterhånden som havet trængte frem, og tæt urskov dækkede det omgivende land, måtte tundraens rensdyrjægere vige pladsen for en kystbefolkning, der levede af både fiskeri og jagt. Senere, da landet hævede sig, og Sundet blev snævrere og vandet mere brakt, skiftede kulturmønstret igen. Agerbruget bredte sig i skovlandet langs kysterne. I middelalderen var det Sundets fiskerigdom, der gav stødet til udviklingen af de bysamfund, som i dag med deres millionbefolkning er kernen i den nye Øresundsregion.

I dag er Østersøen verdens største brakvandsområde. Hovedafløbet for Østersøen er gennem Storebælt, mens kun en tredjedel af ferskvandsafstrømningen løber ud igennem Øresund. Det skyldes Sundets lavere dybde ved en højtliggende tærskel af kalk og flint mellem Dragør og Limhamn. Dragør-Limhamn tærskelen, der danner grundlaget for den faste forbindelse over Øresund, har igennem tiden ofte været bestemmende for, om vandet kunne løbe igennem Sundet eller måtte finde andre veje.

Årstallene på figuren og i dette hefte er 'rigtige' (kalibrerede) aldre. De kommer fra kulstof-14 dateringer, som er rettede i forhold til datering af træernes årringe. Rettelsen gør, at aldrene - især de ældre - er op til 1.500 år ældre end de urettede 'kulstof-14' år, man ofte vil finde i ældre beskrivelser (kalibreringens baggrund og metode er beskrevet i VARV 1996,3).

ESRUM-ALNARPDALEN - ØRESUNDS FORGÆNGER

For mere end ca. 20.000 år siden eksisterede Øresundsdaalen ikke. Mellem Kattegat og Østersøsænken strakte sig en dal gennem Sydvestskåne, Hven og det nuværende Nordøstsjælland. Dalen kan tydeligt ses på kortet over undergrundens højdeforhold, men i dag er den fuldstændig begravet af aflejringer fra den sidste nedisning af området og kan altså ikke ses i det nuværende terræn. Dalen kaldes Esum-Alnarpdalen efter to af de byer, der ligger over den begravede dal.

Esum-Alnarpdalen har stejle, rette sider og følger nøje den overordnede retning af brudzoner i undergrunden, den Fennoskandiske Randzone, og dalen er da også tolket som dannet ved forkastningsbevægelser, brud i undergrunden. Hvornår disse forkastningsbevægelser fandt sted kan ikke siges præcist, men de er sandsynligvis sket i en af

Tertiærtidens tektonisk aktive perioder.

Esum-Alnarpdalen har sandsynligvis været aktiv som forbindelse mellem Østersøen og Kattegat gennem en længere periode. Muligvis har dalen spillet en vigtig rolle i tilførslen af saltvand til Østersøen i den sidste mellemistid, Eem.



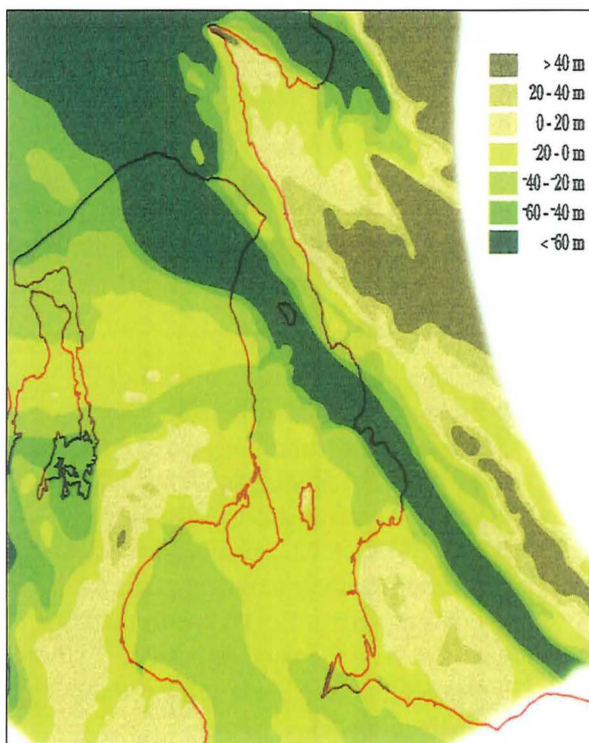
Øresundsregionen for ca. 40.000 år siden. Øresund fandtes endnu ikke. Den store sø, der fandtes i Østersøsænken, var i stedet forbundet med Kattegat gennem den nu begravede Esum-Alnarpdal, der i det nuværende Nordøstsjælland udgjorde en fjord og længere mod sydøst en floddal.

I Eem-mellemistiden var Østersøens vand væsentlig mere salt end det er i dag, og derfor indeholder Eem-aflejringerne i Østersøområdet skaller af f.eks. saltvandskrævende muslinger, der ikke kan trives i Østersøen i dag.

Hovedparten af de aflejringer, der opfylder den begravede dal, stammer fra tidsrummet mellem Eem-mellemistiden og den sidste istids maksimum. Aflejringerne består mest af sand og ler. I de lerede aflejringer er der i Nordøstsjælland fundet foraminiferer. Foraminiferer er små, oftest 0,1 til 1 mm store éncelledede dyr med en skal, der for det meste består af kalk. De lever i de frie vandmasser eller på havbunden, og de kan bruges dels til at tidsfæste aflejringer, dels til at give oplysninger om vandtemperatur, vanddybde og saltholdighed. Foraminifererne fra Esrum-Alnarpdalen har levet i et meget koldt hav, og de tidsfæster leret til at være samtidigt med ca. 40.000 år gamle lerlag, der kendes fra Vendsyssel og Kattegat. Den nordlige del af Esrum-Alnarpdalen var altså på det tidspunkt en fjord i Kattegat.

I store dele af sidste istid var Danmark ikke dækket af is. Regionens landområder var præget af et koldt klima og en steppevegetation domineret af græs og urter. I dette landskab levede mange store pattedyr, hvoraf mange er uddøde.

Undergrundens højdeforhold. På kortet ses den retlinede, skarpt afgrænsede Esrum-Alnarpdal, der løber fra SSØ til NNV. Dalen, der er dannet ved forkastningsbevægelser, har i lange perioder dannet forbindelse mellem Kattegat og Østersøen.



Periodens karakterdyr er mammutten, der også giver navn til begrebet mammutsteppe. Men der er også gjort fund af andre uddøde dyr som uldhåret næsehorn, steppebison og kæmpehjort - og af nulevende dyr som rensdyr og moskusokse. Der er ingen sikre spor efter istidsmennesker i Danmark, men med bestandene af store byttedyr må landet have været attraktivt for omkringstrejfende jægere.



Græssende mammutter.

ØRESUND I SIDSTE ISTID

Landskaberne dannes

Efter lange perioder med isfrie forhold og mammutsteppe i den tidlige og mellemste del af sidste istid, Weichsel, ramtes Sydkandinavien og således også Øresundsområdet af en hel række isfremstød i den seneste del af Weichsel-istiden, mellem 25.000 og 18.000 år før nu (Danmarks nedisningshistorie i sidste istid er illustreret af Michael Houmark-Nielsen i VARV 1989,2). Isfremstødene nåede Øresundsområdet først fra nord, og derefter fra nordøst, øst og syd, adskilt af perioder med isafsmeltning og tilbagerykning. Begivenhederne fulgte så hurtigt efter hinanden, at isen fra det ene fremstød ikke nåede at smelte fuldstændigt, før det næste fremstød kom. Isen blev i store områder liggende som 'dødis', der lå og smeltede på stedet.

Isfremstødene modellerede landskabet med dannelse af blandt andet bølget morænelandskab, store smeltevandsskabte hedesletter og i Nordsjælland ikke mindst småkuperet dødislandskab med utallige småbakker, søer og lavninger. De dybe render i den nuværende Øresundsdal blev først udformet langt senere, men der må allerede på dette tidspunkt have eksisteret en langstrakt lavning eller serie af lavninger, og den sidste aktive gletscher i området fulgte delvist dette landskabsstrøg i sin bevægelse fra syd mod nord. Normalt er svage landskabslementer som en sådan lavning kun i ringe grad styrende for en gletschers bevægelsesretning, men hvis lavningen er vandfyldt, kan den styrende effekt mangedobles, og måske har dette været tilfældet med Øresundslavningen.



Bølget moræneflade formet under isen ved Karlslunde nær Køge Bugt på et sent tidspunkt i istiden, hvor det nordlige Øresundsområde sandsynligvis allerede var en bugt i ishavet. Bølgede morænefladers jorde er ofte frugtbare lerjorde, og den lerede morænejord (lerede till) ved Karlslunde er da også typejord for bedste bonitet.



Dødislandskab i Gribskov.



Mens isen udfyldte Øresundslavningen, dannede dens smeltevandsfloder mindre smeltevandssletter langs randen. Hedeslette ved Rusland syd for Rågeleje.

Ishavet

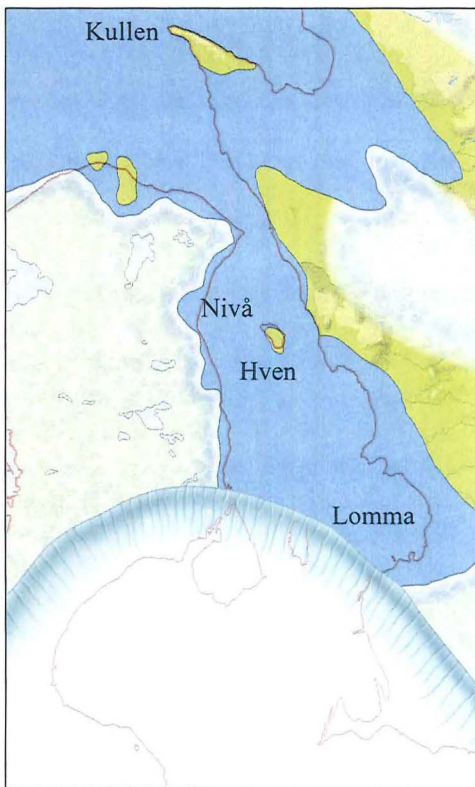
Havet trængte for ca. 18.000 år siden fra Nordatlanten gennem ismasserne ind i Skagerrak og Kattegat. Vandet fik afsmeltningen af gletscherne til at foregå meget hurtigere end før, og snart trængte en bugt også ned mellem Nordsjælland og Sverige. Det første hav i Øresundsdaalen var dannet. Havet var et ishav domineret af både havis og gletscheris tilført fra kælvende gletschere.

Havmiljøet var også stærkt præget af tilførslen af store mængder smeltevand fra gletscherne og fra de smeltende dødismasser, der stadig dækkede store dele af Nordsjælland og dele af Skåne. Smeltevandet førte enorme mængder af sand og ler ud i havet, der som følge heraf var mudret og brakt, næsten fersk, og der afsattes tykke aflejringer i størstedelen af de havdækkede områder.

Hovedparten af disse aflejringer er mudderaflejringer, der har haft stor økonomisk betydning for teglværksindustrien f.eks. ved Nivå i Nordsjælland, Lomma nær Malmø i Skåne og på Hven.

Øresundsområdet for 17.000 år siden.

En bugt i ishavet trængte ind i Øresundsdaalen kort før 17.000 år før nu. Nordsjælland og dele af Skåne var stadig præget af dødis, og den sydlige del af området var sandsynligvis dækket af en aktiv gletscher.





Ishavets bugt i Øresund var stærkt præget af is og smeltevand. Isbjerge transporterede materiale i kornstørrelser fra ler til store blokke ud i bugten, og i perioder aflejredes en morænelerslignende jordart i stedet for almindeligt ishavsmudder. Gletschersøen Jókullarlón i Syd Island.

Isbjergene fra de kælvende gletschere førte imidlertid også materiale med sig ud i havet. Når isbjergene smeltede, dryssede materialet, der bestod af alle kornstørrelser fra ler til store blokke, ned på havbunden. I visse perioder var tilførslen af groft materiale fra smeltende isbjerge så stor, at der ikke aflejredes almindeligt ishavsmudder men i stedet en aflejring, der ligner moræneler. Denne såkaldte Øresundsdiamikton ses blandt andet øverst i klinterne på Hven og over ishavsmudderet ved Nivå.

Den hurtige aflejringshastighed og de mudrede og brakke forhold gjorde ikke den nydannede fjord til et attraktivt levested for havets dyr. Alligevel levede der i hvert fald i perioder store havdyr i området, og mere end 100 års lergravning i Nordsjælland og Skåne har resulteret i en række fund, der kan give et fingerpeg om det sparsomme dyreliv og om miljøet. Fundene, der igennem tiden har fundet vej til museernes samlinger i Sverige og Danmark, er i nyere tid blevet kulstof-14 dateret til perioden ca. 17.000 - 14.000 år før nu.

I lergravene ved Lomma nord for Malmø bemærkede arbejderne allerede for mere end 100 år siden rester af fisk i leret. Det viste sig at være skeletter af polartorsk. Denne arktiske torskefisk findes i vore dage i det Arktiske Ocean og langs med kysten af Grønland. Den er især knyttet til drivis, hvor den lever af det rige liv af vandlopper og tanglopper mellem isskopperne. Under jagten kan stimer af polartorsk også trække ind i brakvand eller endda ferskvand foran gletscherne. Polartorskene i Lommaleret findes som mange individer i enkelte niveauer. Der er altså tale om stimer af fisk, der er gået til på én gang, sandsynligvis dræbt af det mudrede vand.

Rester af polartorsk (Boreogadus saida) i ler fra Lomma. En finne er for nylig kulstof-14 dateret til 16.300 år eller lidt mere (13.705 ± 185 kulstof-14 år). Udlånt fra Kvartärgeologiska Avdelningen, Universitetet i Lund.



Ryghvirvel fra Ringsæl (Phoca hispida) fundet under lergravning i gravene ved Nivå i 1960. Den afsavede tap har været anvendt til kulstof-14 datering. Alderen var 16.900 år (14.110 ± 530 kulstof-14 år). Udlånt fra Zoologisk Museum, Københavns Universitet.



I Nivå-lergravene, der i øvrigt er helt uden spor af liv, blev der under gravningen i 1960 fundet en enkelt ryghvirvel fra en ringsæl (*Phoca hispida*). Denne lille arktiske sæl, der også findes i brakt vand, lever blandt andet af polartorsk. Da der kun er fundet den ene knogle, er den nok blevet bragt til stedet af drivende is eller strejfende rovdyr, men dyret færdedes sandsynligvis i Øresunds-ishavet, muligvis på jagt efter polartorsk.

Fra tidligere tiders råstofudvinding kendes endnu et dyr fra ishavets dyreliv. Under mergelgravning på Kullen dukkede et 60 cm langt isbjørnelårben frem – den sydligste kendte isbjørn - måske på vej til at jage ringsæler i Øresund.

Lårben fra en stor isbjørn (Ursus maritimus) fra Kullen, fundet under mergelgravning i 1852. Kulstof-14 dateret til 14.300 år før nu (12.320 ± 125 kulstof-14 år). Udlånt fra Zoologisk Museum, Universitetet i Lund.



For 17.000 år siden var vandspejlet i verdenshavene mere end 100 meter lavere end i dag, men fordi jordskorpen i de nedisede og nyligt isafsmeltede områder var tyngt ned af ismassernes vægt, var havets vandspejl i Øresundsområdet højere end i dag (se infoboks om isens påvirkning af havenes vandstand - eustasi og isostasi - side 82). Havspejlet var højest længst mod nordøst, i retning mod centrum for den skandinaviske ismasse, og lavest længst mod sydvest. Spor efter højtliggende strande skabt af ishavet er sparsomme i Skåne og i Nordøstsjælland næsten fraværende. Det skyldes, at strandene i store områder dannedes i dødisområder, hvor dødisens senere smeltning har udsløttet alle spor.

Et af de steder, hvor der findes højtliggende strande og andre spor af ishavet, er Kullen i Nordvestskåne. De højtliggende strande på Kullen ligger op til 40 meter højere end de hævdede strande på andre højdedrag

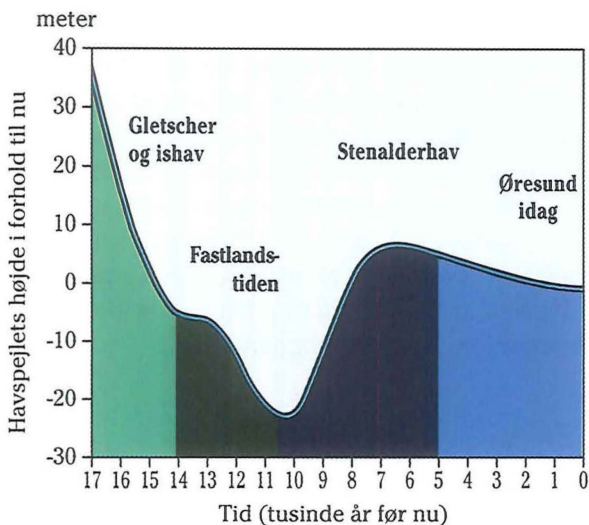
i nærheden. Det gælder både strandene, der blev dannet kort efter isafsmeltningen for godt 17.000 år siden, og strande, der blev dannet for ca. 13.000 år siden. Kullen er en grundfjeldsblok, der er skudt op i forhold til omgivelserne. Grundfjeldsblokken er begrænset af forkastninger på alle sider, og de højtliggende strandlinier tyder på, at disse forkastninger har været aktive således, at Kullen som en prop har hævet sig 40 meter i forhold til omgivelserne siden for 13.000 år siden. En så dramatisk ophævnning må have været fulgt af meget kraftige jordskælv. Ophævnningen er slut nu, men området omkring Kullen og farvandet vest herfor er stadig centrum for mange mindre jordskælv.

FASTLANDSTIDEN - OMSKIFTELIGE ÅRTUSINDER

Øresund og Østersøen

Fastlandstiden, der følger efter istiden, var en meget omskiftelig periode for hele Østersøområdet. Slutningen af istiden, der var karakteriseret af et højt havspejl, blev afløst af en periode med et meget lavt havspejl, hvor havet hurtigt trak sig væk fra Øresundsområdet. Havet stod lavest for ca. 10.000 år siden, og herefter fulgte en havspejlsstigning, der i stenalderen bragte vandstanden op i niveauer, der var højere end det nuværende.

De dramatiske havspejlsændringer blev styret dels af ændringer i det globale havspejl, eustasi, dels af jordskorpebevægelser forårsaget af istidens ismasser, isostasi (se boks om havspejlsændringer - eustasi og isostasi). Havspejlsændringernes mønster varierede fra syd mod nord. Den afbildede havspejlskurve er fra Hven. Længere mod nord var havspejlet højere gennem hele perioden fra istiden til i dag, og udviklingen var også forskudt tidsmæssigt. Stenalderhavets højeste havspejl blev således nået tidligere mod nord end ved Hven.



Omtrentlig havspejlskurve for Hven i de sidste 17.000 år. Nord for Hven har havspejlet været højere, og syd for Hven har det været lavere gennem hele perioden.

Havspejlsændringernes geografiske forskelle bevirkede sammen med ismassernes gradvise tilbagesmeltning op gennem Sverige, at den Baltiske Issø, der fyldte Østersøen, i perioder havde sit afløb gennem Øresundsdalen og i andre perioder gennem stræder i Mellemsverige eller gennem Storebælt. I den tidlige del af fastlandstiden, hvor Øresund var aktivt som afløb, løb der en vældig flod gennem dalen.

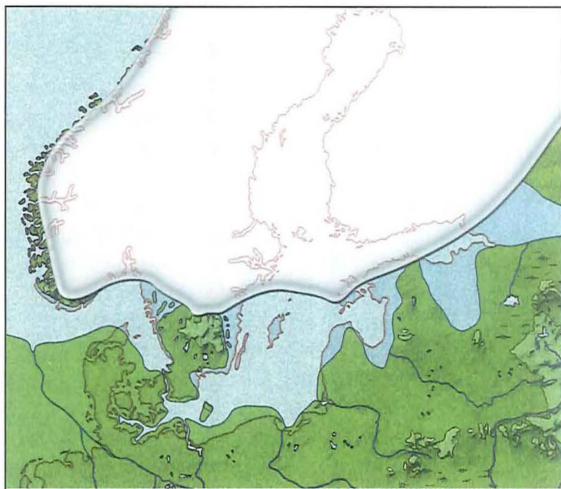
I takt med det faldende havspejl gravede floden sig længere og længere ned og dannede nutidens dybe render i den nordlige del af Sundet. Mellem Dragør og Limhamn, i linieføringen for Øresundsbroen, forhindrede højtliggende flintring kalkundergrund imidlertid floden i at grave sig dybere end til ca. 10-12 meter under nuværende havspejl. Kalkundergrunden kom hermed til at virke som en tærskel, der dæmmede den Baltiske Issø op, og denne tærskel var i lange perioder styrende for vandstanden i hele Østersøsænken.

Isen fortsatte sin tilbagesmeltning, og for godt 11.000 år siden nåede ismassernes afsmeltning frem til lavlandet nord for Billingen mellem Vänern og Vättern. Det åbnede op for et nyt stræde mellem Østersøen og Kattegat, og da tærsklen her var lavere end tærsklen i Øresund, tappedes enorme vandmasser ud gennem det nye stræde. I løbet af få år sænkedes vandspejlet i den Baltiske Issø med 25 meter.

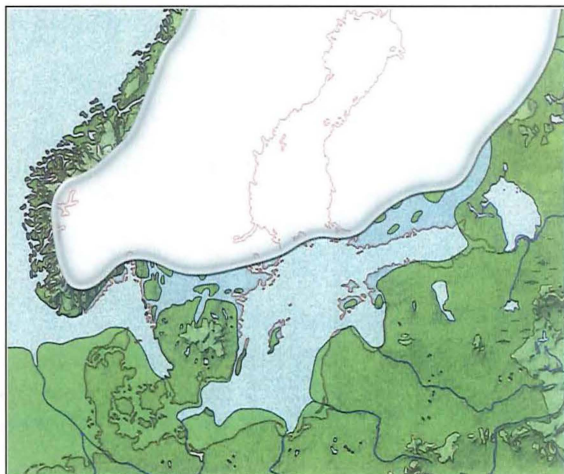
Yderligere isafsmeltning skabte et regulært sund gennem Mellemssverige fra Göteborg-egnen mod nord-øst gennem de store søer til Stockholmsområdet, og den Baltiske Issø forvandlede herved til et brakt ishav, 'Yoldiahavet'.

I Øresund løb nu kun mindre vandløb, og regionen var for alvor blevet til en landbro mellem Sjælland og Skåne. Snart lukkede den hurtige landhævning i Mellemssverige dog sundet mellem Göteborg og Stockholm, og Østersøen blev gennem de følgende 1.500 år atter en sø, 'Ancylussøen'.

Søen havde i begyndelsen sit afløb i en flod gennem Mellemssverige, 'Sveaelven'. Senere flyttede afløbet til Storebælt, hvor floden, 'Danaelven', dannede de dybe render. Den højtliggende Dragør-Limhamn tærskel forhindrede stadig vandet i at finde vej gennem Øresund, og regionen fortsatte frem til stenalderens store havstigning som en landbro med kun mindre vandløb.



Det sydlige Skandinavien for 14.000 år siden. Den isfrie del af Østersøen udgør den Baltiske Issø, der har sit afløb gennem Øresund (efter S. Björck, 1995).



Det sydlige Skandinavien for 11.000 år siden. Den Baltiske Issø blev tappet, da isafsmeltningen nåede Billingen. Efter yderligere afsmeltning åbnedes forbindelsen mellem Kattegat og Østersøen, der blev til det såkaldte Yoldiahav. I Øresundsdaalen løber kun mindre vandløb (efter S. Björck, 1995).

Eustasi og isostasi

Under og efter en istid bliver vandstanden i Jordens have udsat for meget voldsomme ændringer. Det skyldes to mekanismer: Binding af vand i ismasserne (eustasi) og ismassernes påvirkning af jordskorpen (isostasi).

Da den sidste istid kulminerede for ca. 22.000 år siden, var der bundet så meget vand i Jordens ismasser, at vandstanden i verdenshavene var ca. 120 meter lavere end i dag. Herefter begyndte ismasserne at smelte, og for omkring 6.000 år siden var isafsmeltningen nået så vidt, at vandstanden i verdenshavene var omtrent som i dag.

Istidens enorme ismasser påvirkede jordskorpen med deres vægt - jordskorpen blev ganske enkelt presset ned af ismasserne. Da ismasserne smeltede, begyndte jordskorpen langsomt at vende tilbage til sin oprindelige facon. Men på grund af jordskorpens stivhed skete det med en vis forsinkelse. I den nordlige Botniske Bugt, der er centrum for den skandinaviske nedisning, hæver jordskorpen sig stadig - adskillige tusind år efter isafsmeltningen - ca. 10 mm om året.

Havspejlsudviklingen i områder som Øresundsregionen kan ses som et kapløb mellem jordskorpens bevægelser og tilførslen af vand til verdenshavene. I perioder dominerer vandtilførslen med et stigende havspejl som resultat, i andre perioder dominerer jordskorpens hævnning, og havspejlet falder.

For at gøre billedet yderligere kompliceret varierer jordskorpebevægelserne meget fra sted til sted. Nedpresningen af jordskorpen var størst i centrum for nedisningen og aftog ud mod periferien. Derfor varierer havspejlsvingningerne også meget fra syd mod nord gennem Øresundsregionen og Syd- og Mellemverige.

Livet på landbroen

I 6.000 år var Sjælland og Skåne landfaste. I den første del af perioden - de første 4.000 år - afvandede Øresundsfloden den Baltiske Issø. Efter åbningen af de mellemstenske stræder tørrede også denne flod ud og kun mindre åer anvendte dalen som adgang til Kattegat.

Mens den store flod var aktiv, havde den som ovenfor nævnt en stærkt landskabsformende effekt. I takt med at havspejlet gennem perioden faldt mere og mere, gravede floden sig dybere og dybere ned. Herved udspulede den Sundets dybe render, så de fik omtrent det udseende, de har i dag. I de mellemste og nordlige dele af Sundet, hvor floden eroderede i løs-

masser, nåede erosionen ned til ca. 40 meter under det nuværende havspejl. I det sydlige Kattegat opbyggedes et større delta af de udspulede sedimentmasser.

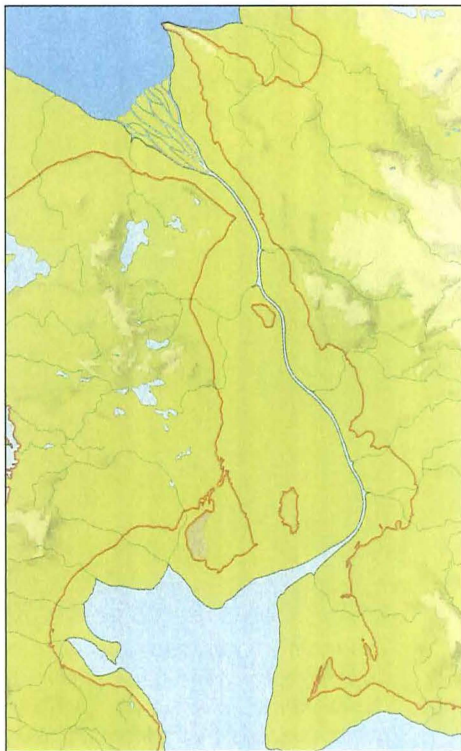
Det var ikke kun på grund af havspejlsændringerne, at fastlandstiden var en omskiftelig periode. Også med klima, flora og fauna skete der store ændringer, og Øresundsområdet var også for dyr og planter et nøgleområde i Sydskandinavien. Igennem hele fastlandstiden var vejen sydfra gennem Øresundsområdet og op til isranden i Sverige og Norge nemlig åben for planter, dyr og mennesker, der dog i de første årtusinder måtte krydse Øresundsfloden. I løbet af perioden ændrede miljøet sig fra arktisk tundra til løvskov med temperaturer, der var lidt højere end i vore dage.

Lige som andre steder i landet udviklede dyrelivet sig i takt med den skiftende bevoksning. De mange opmudringsarbejder, råstofvindinger samt marinarkæologiske undersøgelser i Sundet har givet et rigt materiale af knogler, der illustrerer fastlandstidens skiftende dyreliv.

Fundrigdommen skyldes ikke mindst fyrbøder E. Wagner, der arbejdede på en sandpumper i Øresund og igennem 40'erne og 50'erne indleverede en række interessante fund til museerne.

Øresund med floddale og delta for 14.000 år siden.

I den første del af fastlandstiden havde den Baltiske Issø i Østersøsænkens sit afløb gennem Øresund. Den højtliggende kalkundergrund mellem Dragør og Limhamn virkede som en tærskel, der opdæmmede issøen. Længere mod nord i Sundet blev de dybe render dannet, og det udspulede materiale herfra opbyggede et delta i det sydlige Kattegat.



I tundratiden var det rensdyret, der dominerede, og det kendes fra utallige knoglefund. Et af fyrbøder Wagners fund af rensdyrrester viste sig at være mere interessant end de andre. Et stykke af en afkastet rentak, der dukkede op fra bunden ud for Solrød Strand i sommeren 1947, havde en dyb fure, der viser at nogen er begyndt på at tildanne den med en stikkel. Rentakken er altså menneskebearbejdet.

Efter mange år i Zoologisk Museums samlinger blev takken for nylig kulstof-14 dateret og fik en alder på 14.100 år (12.140 ± 110 kulstof-14 år). Dette tilfældige fund bliver hermed at af de allerældste spor af mennesker i Danmark efter istiden. I den tidlige del af fastlandstiden, tundraens tid, har fundstedet, hvor der også er fundet mange andre knogler fra rensdyr, ligget ganske tæt på kysten af den Baltiske Issø og ved een af vildrenernes vandringsruter. Den menneskebearbejdede rentak viser, at også rensdyrjægerne hurtigt var på stedet i deres vandring efter renflokkene.



Tundraen og skovtundraen blev i takt med temperaturstigningen afløst af birke-fyrreskov, der stadig var en lysåben skovtype sammenlignet med vore dages skove. Fotoet er fra Skotland, hvor der stadig ses små fyrreskove, der anses som rester af fastlandstidens skove.

Da den første lysåbne skov begyndte at præge tundraen, indvandrede blandt andet elgen og den irske kæmpehjort. Kæmpehjorten, der var udbredt i hele Europa under og efter istiden, havde et gevir, der kunne nå en bredde på 4 meter. Kæmpehjorten forsvandt sammen med renen fra Danmark i forbindelse med, at temperaturstigningen gjorde det af med tundraen og skovtundraen, der blev afløst af birke-fyrreskov og indvandring af nye store pattedyr, bison og vildhest, snart fulgt af blandt andet kronhjort og vildsvin.

Rensdyrtak med spor af bearbejdning med et spidst redskab. Fundet ved sandpumpning i Køge Bugt. Kulstof-14 dateret til 14.100 år før nu (12.140 ± 110 kulstof-14 år). Udlånt af Zoologisk Museum, Københavns Universitet.



Kæmpehjorten (Megaloceras giganteus), hvis gevir kunne nå en bredde på 4 meter, var udbredt i hele Nordvesteuropa i tiden efter istiden. Den nåede via landbroen frem til Skåne. Da den tætte skov kort tid efter bredte sig, uddøde hjorten. Kæben er fundet i Køge Bugt ud for Mosede Havn. Udlånt af Zoologisk Museum, Københavns Universitet.



STENALDERHAVET

I fastlandstiden var det som nævnt landhævningen efter istiden, der bestemte landets udseende og bevirkede, at havet trak sig tilbage. Men for ca. 9.000 år siden ændrede billedet sig. Havstigningen var så hurtig, at havet bredte sig også i de nordlige og østlige egne af landet, Vendsyssel og Nordsjælland, hvor landhævningen var stærkest.

Fra Kattegat bredte havet sig også ned igennem bælteerne og Øresund og ind i Østersøen. Herved blev Sundet og bælteerne til de farvande, vi kender i dag, og Østersøen blev forvandlet fra ferskvandssø til hav. Den hurtige stigning i havspejlet skyldtes begivenheder langt borte: Klimaet var nogle grader varmere end nu, og de høje temperaturer fik omsider bugt med den sidste af istidens store iskapper, den nordamerikanske. Denne store ismasse brød nu sammen og sendte store mængder af smeltevand ud i havet, således at havspejlet over hele verden steg hurtigt.



Træstub fra fastlandstidens skove. Træerne druknede under stenalderens havspejlsstigning. Farvandet ud for Køge Sønakke, Køge Bugt. Foto: Anders Fischer, Skov & Naturstyrelsen.



I Stenalderhavets tid blev landet dækket af tæt urskov, der i de beskyttede bugter og vige nåede helt ned til stranden. På den tørre højtliggende jord dominerede lind, mens eg og ask var de almindeligste i lavere områder.

Havstigningen, der i Danmark i perioder var på flere centimeter om året (se havspejlskurven fra Hven i foregående kapitel), bevirkede, at fyrre- og egeskovene i Øresundsdalen og i bælteerne gik ud på grund af det stigende grundvand, der gik forud for den endelige drukning af områderne i havet. Den hurtigt efterfølgende drukning betød, at træstammerne ikke altid nåede at rådne, før de blev begravet i havbundens aflejringer, og derfor finder man nu stammerne fra fastlandstidens skove stående på roden på bunden af Storebælt og Øresund.

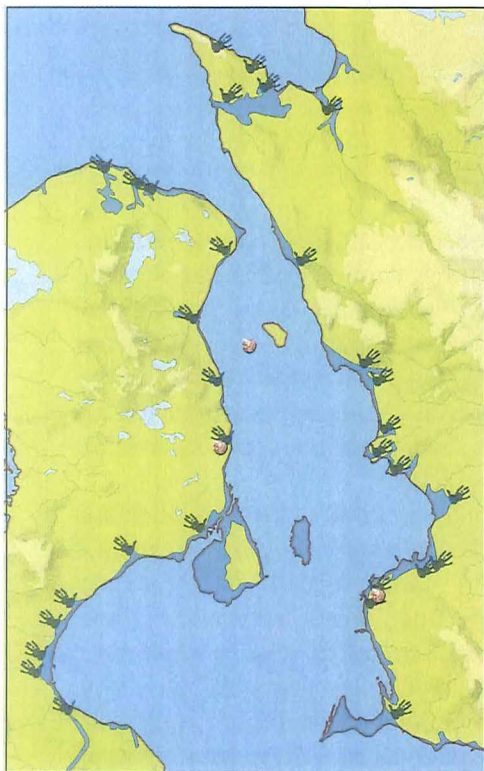
I Storebælt er der fundet træer helt ned til 30 meters dybde. Disse træer er druknede i forbindelse med den allerførste havindtrængen i området. I Øresund er druknede skove fundet i svensk farvand nær ved Øresundsbroen og flere steder i Køge Bugt, blandt andet ud for Køge Sønakke. Træerne i Øresund er ikke fundet på så store dybder som i Storebælt, og de er derfor druknede på et senere tidspunkt i perioden med den store havstigning. Områdets befolkning kan ikke have undgået at lægge mærke til havstigningen, der har været på flere meter i løbet af

en generation og har betydet, at gammelkendte fangstpladser måtte opgives.

Under havstigningen trængte havet også ind i åmundinger og dale, og kysten fik et bugtet forløb med utallige bugter, vige og småfjorde - helt anderledes end nutidens mere jævne kystforløb, der er et resultat af de sidste 6.000 års udglattende kystprocesser med erosion og aflejring. Det bugtede kystmiljø bød på et bredt udbud af levemuligheder for et rigt dyreliv, der yderligere gavnedes af en højere saltholdighed end i nutidens indre danske farvande. Inde i land bredte den tætte urskov sig ved denne tid, og de store pattedyr, der havde været det foretrukne jagtbytte for stenalderjægerne, blev mindre hyppige og vanskeligere at få fat på. Det var derfor naturligt, at de beskyttede områder nær kysten blev de foretrukne opholdssteder for Ertebøllekulturens mennesker, der

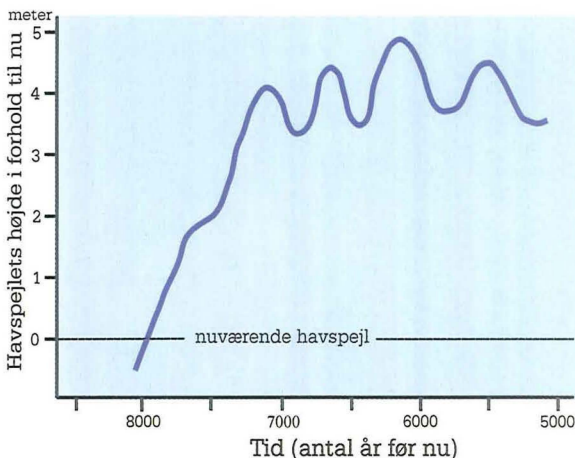
bredte sig langs begge sider af Øresund og langs alle danske kyster.

I størstedelen af Danmark og Sydsandinavien resulterede havstigningen i en periode med højere vandstand, end vi har i dag. I Danmark kalder vi dette hav med høj vandstand for Stenalderhavet. Det skyldes, at den første udforskning i sidste århundrede gik hånd i hånd med de arkæologiske udgravninger af Ertebøllekulturens køkkenmøddinger, der var knyttet til Stenalderhavets bredder.



Øresund for ca. 6.500 år siden under Stenalderhavets største udbredelse. Håndaftrykkene viser Ertebøllekulturens større bopladser langs Sundet. Østersskallerne viser de få fund af østers (Ostrea edulis): En østersbanke på bunden vest for Hven og enkelte skaller i stenalderkøkkenmøddinger ved Ordrup og Limhamn.

Geologiske og arkæologiske undersøgelser ved Vedbæk viser, at der i perioden med høj vandstand under Stenalderhavets kulmination forekom en række mindre svingninger i havspejlets niveau. Efter C. Christensen, 1995.



Også i dag samarbejder geologer og arkæologer i udforskningen af Stenalderhavet. Et eksempel på dette er de mangeårige udgravninger i og ved den tidligere stenalderhavsfjord ved Vedbæk i Nordsjælland. Et af resultaterne herfra er en meget detaljeret udredning af havspejlsændringer i Stenalderhavet i Øresund. Havspejlskurven fra Vedbæk viser, at der i perioden med høj vandstand forekom en række mindre havspejlssvingninger med udsving på nogle få meter. Selv disse små svingninger har tvunget kystbefolkningen til at flytte deres bo- og fangstpladser i takt med det vigende eller fremrykkende hav.

Et af de havdyr, der havde gode livsbetingelser i Stenalderhavet, var østersen. Østers kræver både høje temperaturer og salt vand for at trives. I vore dage finder vi den kun i den vestlige Limfjord. I Stenalderhavets tid var den derimod vidt udbredt i vore indre farvande, så både temperatur og saltholdighed var højere dengang. Selv i Roskilde Fjord og lignende snævre fjorde dannede den tykke banker helt ind i fjordenes indre dele. Det skyldes sandsynligvis et større tidevand, der bragte saltvand ind i fjordenes indre. I Øresund var østers dog ikke særlig almindelige: Sundet må også dengang have fungeret som afløb for det brakke vand i Østersøen og har derfor haft en lavere saltholdighed end de øvrige indre danske farvande. Stenalderbefolkningen ved Øresunds kyster måtte derfor tage til takke med hjerte- og blåmuslinger.



Østers (Ostrea edulis) var vidt udbredt i det salte Stenalderhav. Men i Øresund forekom den kun sjældent. Det skyldes, at Sundet også dengang fungerede som afløb for det brakke vand i Østersøen.

LYMNÆAHAVET

For ca. 5.000 år siden klingede havstigningen af. Den nordamerikanske iskappe var borte, og de eneste store ismasser, der var tilbage, var den grønlandske og den antarktiske, der begge var stabile og ikke tilførte verdenshavene yderligere vand. Selv om landhævningen efter istidens ismasser efterhånden var ganske svag, fik den alligevel igen overtaget i landets nordøstlige dele. Stenalderhavets strandbredder blev hævet op og findes i vore dage ca. 5-7 meter over havet langs Nordsjællands kyster og ca. 10 meter over havet langs svenskekysten.

Landhævningen betød, at Sundet og bælteerne blev smallere og mere lavvandede, og at de mange beskyttede bugter og vige groede til. Kystzonens erosions- og aflejningsprocesser bidrog også kraftigt til denne udvikling. Fremspringende dele af kysten blev angrebet af havets erosion, og det eroderede materiale blev ført langs kysten og aflejret i vigenes mere rolige vand, ofte i form af odder og barriererøer. Således blev en række af Nordsjællands stenalderfjorde afsnørede fra havet af sandbarrierer, før landhævningen hævede dem op af havet. Langsomt antog

kysterne således den jævne form, vi kender i dag. De afsnørede bugter og vige forbrakkede naturligvis hurtigt. Men også i selve Øresund og i Østersøen gik saltholdigheden ned, og perioden har fået navn efter mosesneglen, *Lymnaea pereger*, der begyndte at optræde ved Østersøens kyster.

Samtidig med forbrakningen skiftede også bebyggelsesmønsteret omkring Sundet. Skoven blev ryddet og stenalderbefolkningen rykkede ind i landet, hvor kvægavl og agerbrug blev en væsentlig ernæringskilde. Der har været spekuleret i, om afsnøringen og forbrakningen af bugter og vige spillede en rolle i denne udvikling. Forbrakningen betød et voldsomt fald i fjordenes potentiale som spisekammer for befolkningen, og dette kan have fremprovokeret eller i hvert fald fremskyndet overgangen til det agerbrug, som man allerede må have været i kontakt med længere mod syd.

Øresunds dybdeforhold afspejler regionens lange og omtumlede historie.

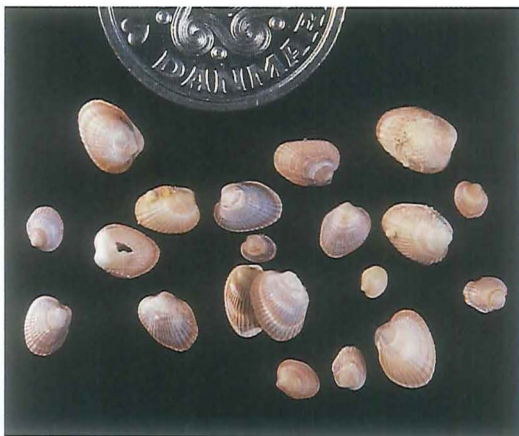
I området syd for Dragør-Limhamn tærskelen er bundforholdene jævne og har karakter af en gletscherformet lavning. Nord for Dragør-Limhamn tærskelen ændrer bundforholdene sig. Sejlrenderne Drogden og Flinterenden blev dannet som floddale, da Sundet rummede afløbet for den Baltiske Issø. Det samme gælder de dybe render omkring Hven, mens den jævne bund nord for Helsingør er dannet af det materiale, som floderne spulede ud af Sundet. Ved Dragør-Limhamn tærskelen er vanddybden ca. 10 meter, mens den i de dybe render ved Hven og mellem Helsingør og Helsingborg er mere end 40 meter.



Forbrakningen af vore indre farvande efter Stenalderhavets tid bevirkede, at en del muslinge- og sneglearter forsvandt. De saltkrævende østers trives i dag kun i Limfjorden, pebermuslingen (*Scrobicularia plana*), der ligesom østersen er saltkrævende, forsvandt fra Øresund, og strandsneglen (*Littorina littorea*) forsvandt fra de indre dele af Østersøen.

Der var imidlertid også nogle få arter, der drog fordel af udviklingen. En af dem er Københavnermuslingen (*Cerastobyssum hauniense*), en lille hjertemusling, der indtil begyndelsen af dette århundrede var udbredt på lavt vand langs strandene i vore indre farvande. Nyere undersøgelser tyder på, at denne lille musling nu er ved at forsvinde, og forklaringen skal muligvis søges i det forhold, at den ikke tåler de svingninger i saltholdigheden og den ustabilitet, som er et resultat af inddæmninger, udledning af spildevand og dræning af marker.

I dag er Øresund afløb for verdens største brakvandsområde. De mange floder, der løber ud i Østersøen, giver et overskud af vand, der søger ud gennem Bælterne og Sundet. Der transporteres årligt ca. 200 km³ af det brakke Østersøvand som overfladestrøm gennem Øresund, svarende til vandføringen i Donau. Vandet er en blanding af flodernes ferskvand og havvand. Til gengæld tilføres Østersøen salt havvand fra Kattegat, men det sker fortrinsvis som en bundstrøm gennem det dybere Storebælt. I Øresund standses det salte bundvand af Dragør-Limhamn tærskelen.



Københavnermuslingen (Cerastobyssum hauniense). Denne lille hjertemusling er karakteristisk for Lymnaeahavets strande, men er i dag truet af menneskets indgriben i naturen.



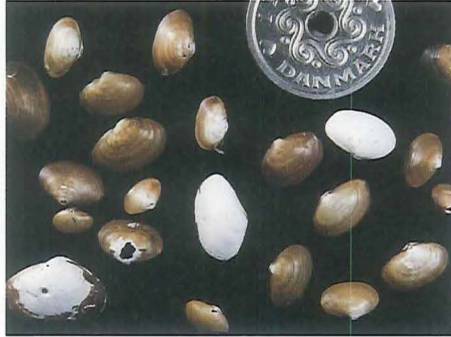
I Stenalderhavets sidste tid begyndte urskoven at forsvinde. Det var især stenalderbefolkningens økser, der tvang den tilbage. Et af de træer, der var begunstiget af udviklingen, var bøgen. Den kunne trives på de udpinte jorde, som stenalderbønderne efterlod. Senere, i forbindelse med den tidlige industrialisering, blev bøgen eftertragtet for dens høje brændværdi. Plantet bøgeskov blev derfor en væsentlig del af landskabet, ikke mindst omkring de større byer.

ØSTERSØENS NAVNE

Historien om Østersøen og vore sunde og bæltter efter istiden indeholder en række mærkelige navne: 'Sveaelv', 'Danaelv', 'Ancylussøen', 'Littorinahavet'... osv. Navnene skyldes især en række svenske forskere, Erik Erdmann, Gerhard deGeer, Henrik Munthe, Lennart von Post og andre, der i slutningen af sidste århundrede og begyndelsen af dette udredte hovedtrækkene i den indviklede historie. I forrige århundrede opkaldte man ofte aflejringer og de geologiske miljøer og begivenheder, der førte til aflejringerne dannelsen, efter karakteristiske fossiler i aflejringerne. Som en følge af de svenske geologers ledende rolle i udforskningen er Østersøens stadier opkaldt efter muslinger og snegle,

der er karakteristiske for de svenske aflejringer, og selv om der stadig forskes i Østersøens historie, og selv om geologisk navngivningsskik i mellemtiden er ændret, er det stadig de gamle navne, der benyttes:

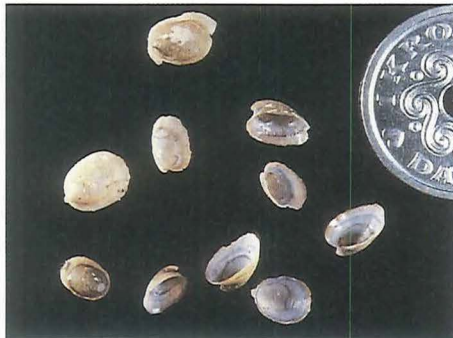
Yoldiahavet er opkaldt efter en lille musling, der dengang hed *Yoldia arctica*, nu *Portlandia arctica*. Den lille musling har specialiseret sig i at kunne leve tæt foran gletschere. Som det eneste bundlevende dyr er den i stand til at overleve i det mudderfyldte vand. I vore dage lever den foran gletschere og ved flodmundinger i verdens nordligste egne.



Ishavsmuslingen Portlandia arctica, tidligere Yoldia arctica.

Yoldiahav og Yoldialer er i øvrigt begreber, der let kan forvirre. I Vendsyssel findes det såkaldte Yngre Yoldia ler, der afsattes i slutningen af istiden, samtidig med aflejringen af ishavsmudder i Øresund og Kattegat, men nogle få tusinde år før Østersøens Yoldiahav. I Vendsyssel findes også Ældre Yoldia ler, der aflejredes i Weichsel-istidens tidlige faser, før den maksimale gletscherudbredelse. Endelig findes der også Yoldialer i Vestjylland omkring Esbjerg. Men dette ler aflejredes for endnu længere tid siden i en tidligere istid.

Ancylussøen er opkaldt efter den lille flodhuesnegl *Ancylus fluviatilis*, der oftest lever på sten og grus i rindende vand. Den blev i sidste århundrede fundet i gamle strandaflejringer på Gotland og viste dermed overraskende, at hele Østersøen i en periode havde været en ferskvandssø.



Flodhuesneglen Ancylus fluviatilis

Littorinahavet er et andet navn for Stenalderhavet. Littorinahavet er opkaldt efter den almindelige strandsnegl *Littorina littorea*. Det er en kraftig tykskallet snegl, der lever overalt ved vore kyster og er blandt de mest almindelige skaller, man finder.

I Littorinahavets tid levede strandsneglen så langt inde i Østersøen som ved Stockholm. I vore dage trænger den på grund af saltholdigheden kun frem til Bornholm. Det viser, at saltholdigheden i Littorinahavet var ca. 10 ‰ højere end nu.

Et tredje navn, man også kan bruge for Stenalderhavet, er **Tapeshavet**. Det stammer fra Norge, hvor den varmekrævende tæppemusling, *Tapes decussatus*, bredte sig nordpå til Trondheim, og også levede i vore farvande. I vore dage er den forsvundet fra Danmark og næsten også fra Norge.

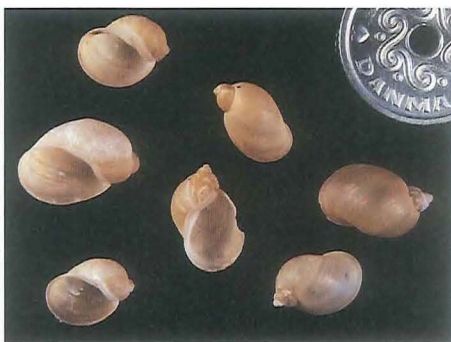
Lymnaeahavet er opkaldt efter mosesneglen *Lymnaea pereger baltica*, der efter forbrakningen af Østersøen har tilpasset sig til livet i strandzonen langs de svenske Østersøkyster, hvor den også levede i Ancylussøens tid.



Almindelig strandsnegl (Littorina littorea)



Tæppemuslingen Tapes decussatus.



Mosesneglen Lymnaea pereger.

ØRESUND I 20.000 ÅR



Scener fra et bevæget liv

Dette VARV-hæfte er udsprunget af arbejdet med en særudstilling på Geologisk Museum. I særudstillingen, der har samme titel som dette hæfte, og som kan ses nu og hele vinteren 1999-2000, har vi forsøgt dels at illustrere Øresunds historie, dels at samle så mange som muligt af de geologiske 'pragtstykker', der knytter sig til denne historie. Vi har i den forbindelse fået meget hjælp fra en lang række personer fra offentlige institutioner og private virksomheder på begge sider af Øresund. Vi er meget taknemmelige for denne hjælp

Fotografiet herover viser det nordlige Hven med udsigt mod Helsingør og Helsingborg. Det flade landskab på Nordhven er opbygget af mudderaflejringer fra Ishavets tid. Hven har ligesom Nivå og Lomma haft en betydelig teglværksindustri baseret på disse mudderaflejringer.