

TEMANUMMER Mariager Fjord En fjorddals historie

- Fjordens geografi - det undersøiske landskab
- Kalk og ler i bakkerne
- Fjorddalens dannelse
- Fjorden i oldtiden - og i nutiden

Geografi og geologi



Birger Larsen

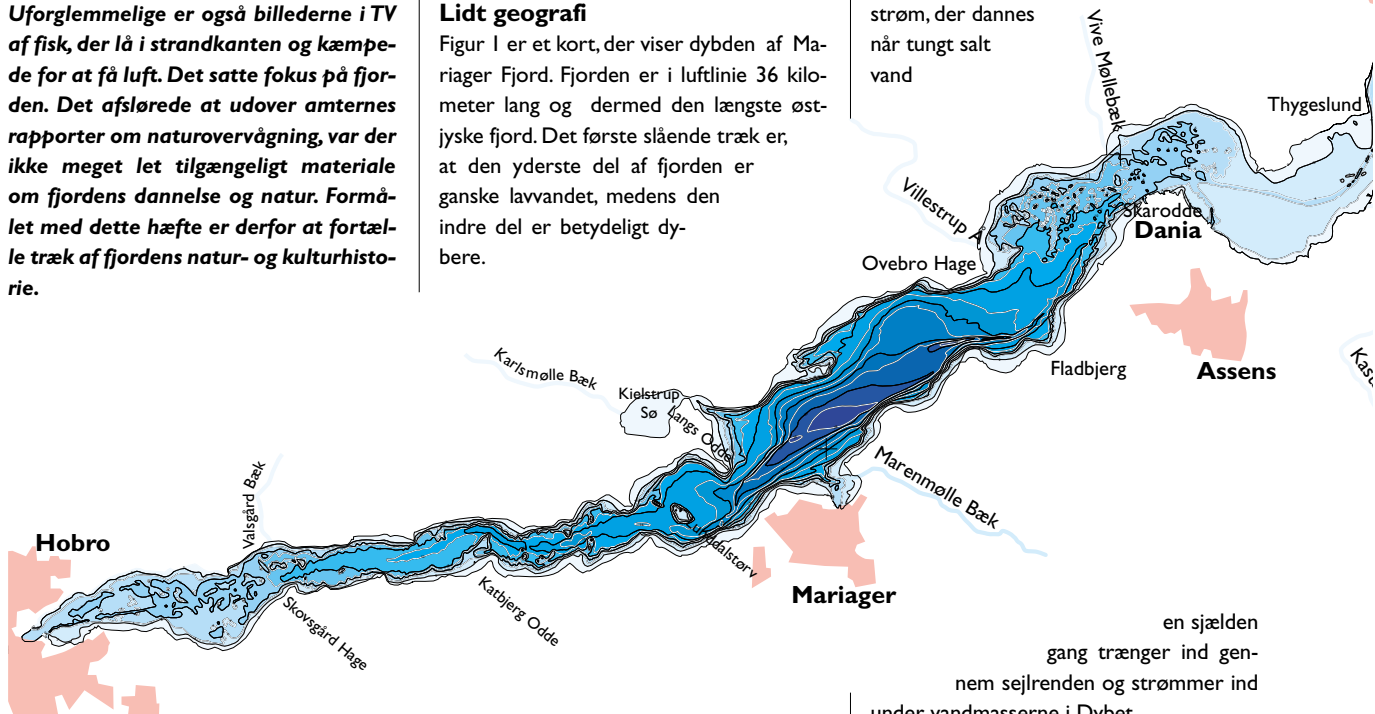
I august 1997 begyndte den ellers så smukke Mariager Fjord at lugte gennemtrængende af rådne æg. Beboerne fik ondt i hovedet og sølvtøjet blev sort. Uforglemmelige er også billederne i TV af fisk, der lå i strandkanten og kæmpede for at få luft. Det satte fokus på fjorden. Det afslørede at udover amternes rapporter om naturovervågning, var der ikke meget let tilgængeligt materiale om fjordens dannelse og natur. Formålet med dette hæfte er derfor at fortælle træk af fjordens natur- og kulturhistorie.

i undergrunden, som fjordalen ligger i. De geologiske forhold omkring fjorden er dog ikke særlig godt kendte, og vi har end ikke en boring gennem hele lagserien i fjordbunden. Billedet bliver derfor ufuldstændigt.

Lidt geografi

Figur 1 er et kort, der viser dybden af Mariager Fjord. Fjorden er i luftlinie 36 kilometer lang og dermed den længste østjyske fjord. Det første slående træk er, at den yderste del af fjorden er ganske lavvandet, medens den indre del er betydeligt dybere.

Et iøjnefaldende træk er den snævre undersøiske rende, næsten en canyon, der skærer sig ned i bunden fra ud for Dania hele vejen ned til bunden af "Dybet" (fig. 2). Den er sandsynligvis holdt åben af en undersøisk strøm, der dannes når tungt salt vand



Det er et ret bredt emneområde, der dækker mere end det geologerne på GEUS normalt beskæftiger sig med. Det har derfor været nødvendigt at samarbejde dels med biologer fra Århus og Nordjyllands amter, der kender fjorden fra årtiers overvågning af dens tilstand, dels med en arkæolog, der "kender" fjordens tidligere beboere og endelig med en naturgeograf, en af vore kommende kolleger når vi flytter sammen med Københavns Universitet i det nye Geocenter. Hæftet er et eksempel på et tværfagligt samarbejde, som er nødvendigt for at belyse mange miljøspørgsmål. Vi vil søge at give en ide om historien bag fjordens landskab og vise, hvorledes den er en del af forklaringen på, hvordan denne usædvanlige fjord fungerer; en fjord der i den indre del er som Sortehavet og som Vadehavet i den ydre del. Vi vil se på vandet og dets liv, på havbunden og dens form, men også på den fjorddal som fjorden ligger i og videre nedefter på den dal

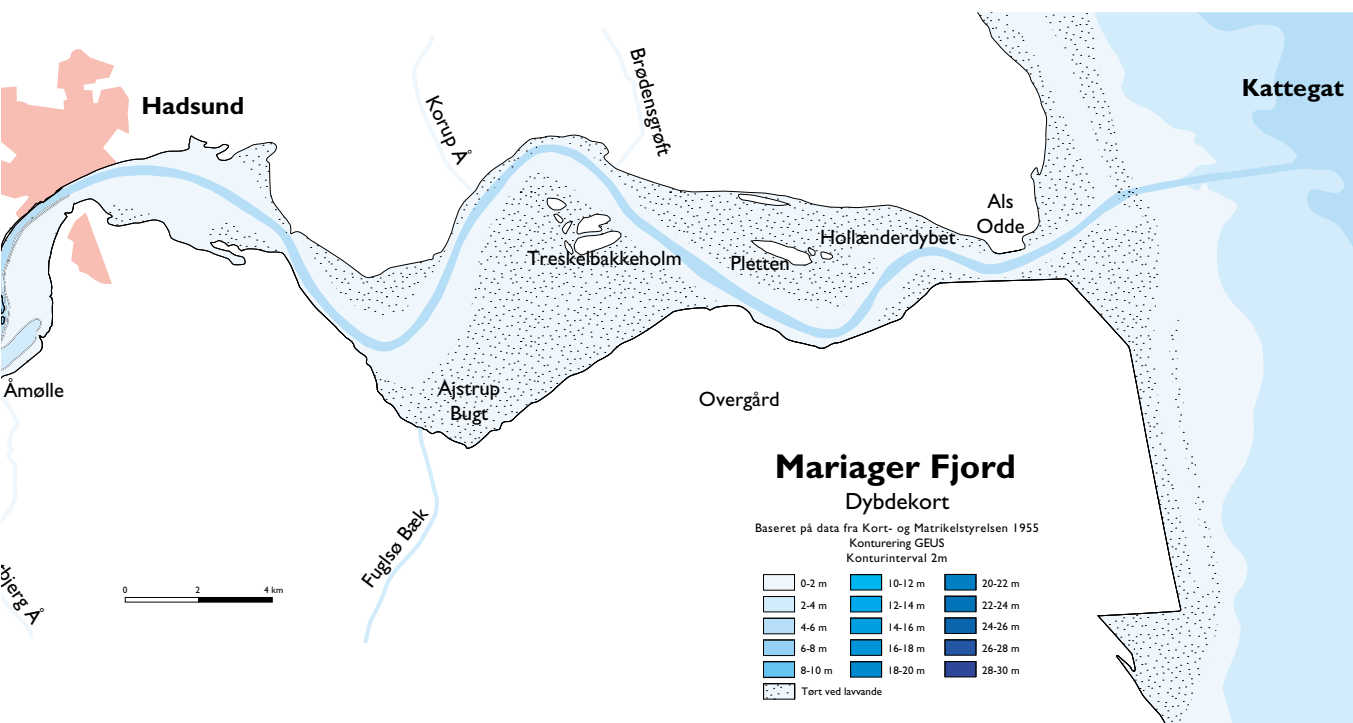
Den lavvandede **yderfjord** er gennemskåret af en flodlignende, naturlig sejlrende, der er omgivet af vadehavslignende flader (vader) ind til Hadsund by. Yderfjorden bliver langsomt dybere forbi Hadsund indtil Skarodde, hvor cementfabrikken "Dania" tidligere lå.

I **inderfjorden**, der strækker sig herfra ind til Hobro, tiltager dybden hurtigt fra land. Yderfjorden danner altså en tærskel mellem Kattegat og bassinet i inderfjorden, der vanskeliggør udvekslingen af vandet mellem de to områder. Fjorden er en tærskelfjord. Sejlrunden munder ud i et område med 5 - 10 m's dybde, der strækker sig fra Skarodde ned mod Ovebro Hage. Området er præget af talrige små og store forhøjninger, hvoraf mange består af materiale dumpet fra skibe i forbindelse med uddybningsarbejder. Den midterste del af fjorden er optaget af et stort bådformet, centralt bassin der strækker sig forbi Mariager til banken "Lunddalstørven". Det dybeste sted, kaldt "Dybet", er 30 m og ligger lige ud for Mariager.

en sjælden gang trænger ind gennem sejlrunden og strømmer ind under vandmasserne i Dybet.

På de næste 4 kilometer fra Lunddalstørven forbi Katbjerg Odde til Skovsgård Hage slynger en ikke særlig markant rende sig mellem lave mudderbanker medens vanddybden gradvis aftager fra ca. 20 til hen ved 11 meter. På dette stykke ligner fjorden mange andre danske fjorde, men fra Skovsgård Hage til Hobro bliver den speciel igen; i den inderste del overstiger havdybden sjældent 10 meter og er præget af talrige forhøjninger. Disse kaldes lokalt "tørv", men er banker af blåmuslinger (se side 16). Selve strandzonen udgør en 50-200 m bred hylde, "landgrunden", der kan følges langs hele kysten af inderfjorden. Der er en ret stejl skrænt udadtil.

Dybdekortet gengiver selvsagt vanddybden, men kan også betragtes som et kort over den undersøiske fortsættelse af landskabet, der omgiver fjorden. Fjorden er indenfor Hadsund omgivet af et storstilet bakkeland, der lokalt når over 100 m's højde. Det står i kontrast til den flade, hævede havbund omkring yderfjorden ud mod



Kattegat. Vi vil i det følgende prøve at fortælle lidt om dette landskab med fokus på selve fjorden og dens dalfure; hvad det består af, hvordan det er dannet, og hvad det kan fortælle om fortidens miljø.

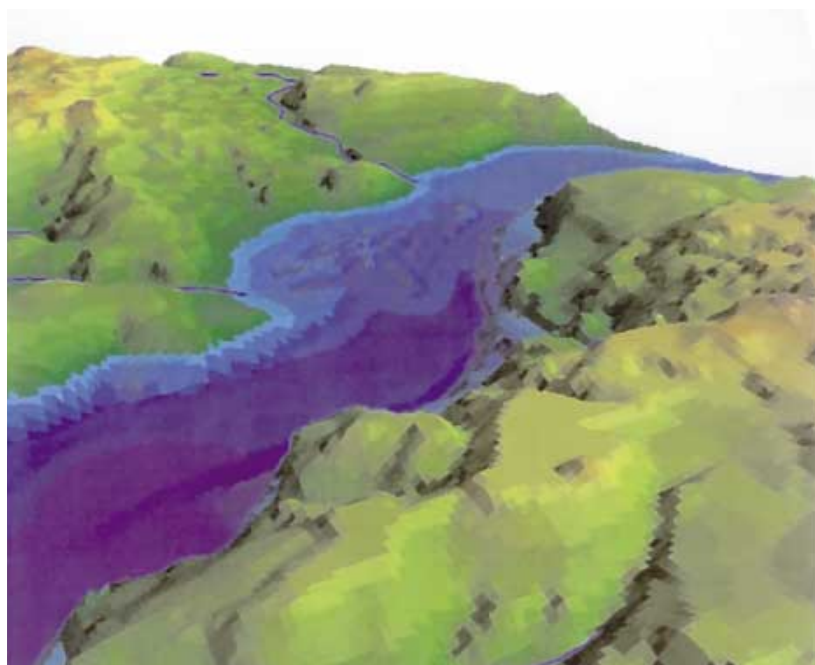
Kalken i bakkerne

Den store kridtgrav ved Dania, hvor der i over 100 år blev gravet kridt og kalk til cementovnene ligger i dag hen som et mægtigt ar i landskabet. I et hjørne af graven

Figur 1. Dybdekort over Mariager Fjord. Forskellen mellem den lavvandede tærskel i yderfjorden og den dybere inderfjord fremstår tydeligt. Kortfremstilling GEUS med data fra Farvandsdirektoratet.

står stadig et lille profil, som vidner om spændende begivenheder i Jordens historie.

Da graven var i drift, var profilet vel 30 meter højt. De nederste ca. 20 m var skrivekridt fra kridttidens sidste del, og de øverste 10 m fra danientiden, der nu regnes som den ældste del af tertiærtiden (se boks og fig. 3). Skrivekridtet er en kridhvid, afsmittende kalksten; i kridtet ses bånd af mørke flintknolde, og man har fundet forsteninger blandt andet af blæksprutter med oprullet skal, ammonitter, vættelys og søpindsvin (se fig. 3). Nogle af



Figur 2. Landskabet som det ville tage sig ud fra en helikopter lidt syd for Mariager set op langs kysten mod Dania. Bemærk skråningen ned mod det dybe bassin, der gennemskæres af den undersøiske canyonagtige dalfure. Terrænmodel med overdrevne højder og dybder.

Minedrift ved fjorden

Den højt beliggende kalk gjorde det ret let at få fat i kalken og læsse den ombord på skibe i den rolige fjord. Der har fra meget gammel tid været talrige små brud og underjordiske minegange specielt omkring Assens og Ovegårds Vandmølle, hvor de stadig kan spores i skoven tæt ved. Tilsvarende spor kan ses i kystskrænterne nord for Fladbjerg. I 15- og 1600tallet var der mange kalkovne langs fjorden, hvor der blev brændt kalk. Der er blandt andet leveret kalk til byggeriet af Christian d. IVs kongelige slotte, heraf navnet Kongsdal. Kalkbrændingen kostede træ, og i 1693 var der stort set ikke skov tilbage omkring Assens, så der blev indført forbud mod videre kalkbrænding og kalkovnene blev brudt ned.

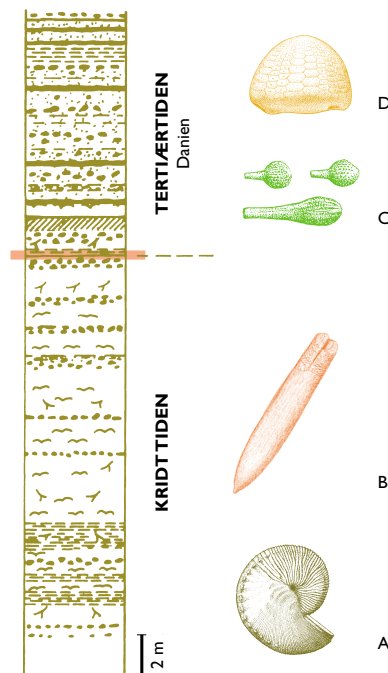
Først i 1873 startede et nyt industrieventyr baseret på kalken. Cementfabrikken "Cimbria" blev bygget på Skarodde og efterhånden lå der ikke mindre end 3 store cementfabrikker ved fjorden: Dania, Cimbria, og Kongsdal. De blev med tiden alle overtaget af Dansk Portland /Dania. Ved Åmølle lå et kridtslemmeri. Forfatteren Hans Kirk har skildret det barske liv på cementfabrikkerne i nogle af sine bøger. Cementproduktionen fortsatte til 1984, så var det slut. En del af de store fabriksanlæg kan, i smukt rengjort skikkelse, stadig ses på Skarodde. Noget af fabriksområdet er overtaget af "Dansk Salt"-fabrikken, som udvinder salt fra Hvorum salthorsten 30 km væk, men det er en anden historie.

de sidste (yngste) ammonitter og vættelys der levede, er fundet netop i Danias kalkbrud.

Grænsen opefter til danienkalken er markeret af et få centimeter tykt mergellag med brudstykker af skrivekridt. De nederste par meter af danien aflejringerne består af slamkalk (kokkolitkalk), en lidt grovere udgave af skrivekridt. Over en let brunlig hærtningsflade, der vidner om et ophold i aflejringsprocessen, kommer bryozokalk med flintlag. Her kan man med lidt held finde forsteninger af søpindsvin og andre dyr. Langt det meste af kalken i alle disse kalklag er dannet af kalkskaller eller skelettet af mikroskopiske encellede organismer, der svævede rundt i vandmasserne og som dryssede ned på havbunden da de døde; organismerne levede i et lunt hav, der bl.a. dækkede det område, hvor Danmark nu ligger.

Et vigtigt profil

Overgangen mellem kridttiden og tertiærtiden for 65 millioner år siden markerer et af de store skift i livets historie. På dette tidspunkt uddør de sidste store dinosaurer på land, og i havet forsvinder ammonit-blæksprutter, en dyregruppe der var dominerende i 250 millioner år. Også indenfor andre dyregrupper både på land og til havs uddør mange arter og nye dyrearter bliver dominerende. Der diskuteres flere teorier om årsagen til denne biologiske katastrofe. En teori foreslår, at jord-

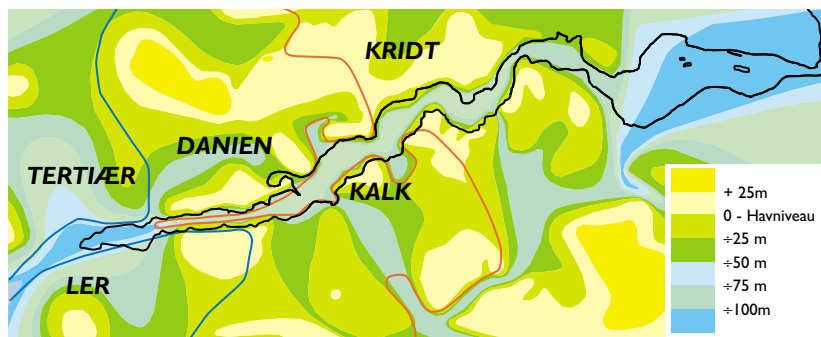


Figur 3. Et profil gennem kalklagene i kalkbruddet mellem Dania og Assens. Nederst skrivekridt fra kridttiden med forsteninger af den sidste art af vættelys (B) og den sidste ammonit art (A). Grænsen mellem kridttid og tertiærtid er markeret af et lerholdigt lag. Herover kalken fra danientiden med flintlag, forstenede søpindsvin (D) og karakteristiske pigge fra søpindsvin (C), som kan findes i kalken. Kun lag fra danientiden kan ses i graven i dag. Billeder af forsteningerne efter Wienberg Rasmussen (A, C og D) og T. Birkelund (B).

kloden blev ramt af en meteor på 10 km; den satte en masse skove i brand og hvirvlede så meget støv op, at solens stråler blev lukket ude i flere år, så temperaturen faldt over hele kloden. En anden teori går ud på, at de samme ulykker skyldes speciel voldsom vulkanisme, der yderligere sendte kuldioxid og giftige dampe ud i store mængder. En tredje teori hævder, at nok uddøde der mange dyr og planter, men det skete over et længere tidsrum som en normal biologisk proces. For at komme videre i denne diskussion er det derfor meget vigtigt at finde steder, hvor der er en ubrudt serie af lag fra denne overgangstid. Her er lagfølgen i Danias kalkbrud en af de mest komplette.

Det gamle ler i bakkerne

Til cementfremstilling skal der bruges ler; i forbindelse med cementproduktionen blev der derfor åbnet en række lergrave i skrænterne på begge sider af fjorden, midtvejs mellem Mariager og Hobro, ved Katbjerg Odde. Desværre er de allesammen lukket og skredet til, men de blev i tide undersøgt af geologer. Det udnyttede ler er havaflejringer fra tertiærtiden. Det ældste ler, der blev brugt til cementproduktionen, er lysegråt, svagt kalkholdigt ler fra yngre paleocæn tid. Af særlig interesse er forekomsten af det omtrent 58 millioner år gamle moler med mange lag af vulkansk aske, som man ellers skal til Mors og omegn for at finde. Askelagene vidner om



Figur 4. Kort over undergrundens overflade. Østpå består den af skrivetkridt, i midten af danienkalk og længst mod vest af forskellige lerarter fra tertiærtiden. Fjorddalen er dybt nedskåret, men vi har meget få oplysninger om hvor dybt. Rød linie er grænsen mellem kridt og danien. Blå linie er grænsen mellem danienkalk og tertiære lerarter.

voldsom vulkansk aktivitet i området omkring Færøerne, da jordskorpen revnede og Nordatlanten begyndte at åbne sig, ved at pladerne på hver sin side af revnen blev "skubbet" væk fra hinanden. (Læs om havbundsudbredning og pladetektonik i "GEOLOGI nyt fra GEUS" nr.1/99 og nr.3/99). Oven på moleret er fundet fedt, kalkholdigt "septarie"ler (Branden ler) med få forsteninger fra mellem oligocæn tid, der viser, at det er ca. 34 mill. år gammelt. Dette ler efterfølges af mørkt glimmerler med ikke mindre end 49 slags snegle og muslinger (Cilleborg ler) fra øvre oligocæn tid. Cilleborg leret har fået navn efter den tidligere lergrav ved Cilleborg på fjordbredden. På fig. 5 gengives nogle af de flotte sneglehus, der er fundet i leret. Henover leret følger mere sandede aflejringer. Hele den tykke serie af plastisk ler, der andre steder ligger mellem Moleret og det oligocæne ler synes at mangle i alle gravene, svarende til at aflejringer fra en periode på 24 mio. år ikke er findes, nemlig fra 58 til 34 mio. år før nu. De geologiske forhold i disse lergrave er overordentlig indviklede og vanskelige at udrede, dels fordi istidens gletsjere har brudt lagene i stykker og skubbet dem op på højkant og delvis tværet dem ud, dels fordi de fede lerarter skrider ned af skråningerne. I fig. 6 er skitseret et snit af lagene i Skovbos Ny lergrav på nordsiden af fjorden.

Dalen under dalen under fjorden

Kalkoverfladen ligger tæt ved havniveau i foden af mange af skrænterne langs fjorden fra Hadsund til ca. 4 kilometer vest for Mariager. Stedvis har kalken sikkert stået frem i klinter ud mod fjorden. Kalkoverfladen ligger ofte relativt højt, 10 - 20 m over havniveau og danner kærnen i bakkerne langs fjorden (fig. 4). Et eksempel kan man se i det store kalkbrud ved Dania. Man får det indtryk, at fjordens slyngede forløb i det væsentlige er styret af kalkoverfladen fra Hadsund til 4 km øst for Mariager. Den ca. én kilometer brede dal, hvori Mariager Fjord nu ligger, skærer sig over 100 m ned under havniveau i undergrundens lag ved Hobro og til mindst 50 m under havniveau ved Dania og ved Hadsund, men vi mangler borer til kalken ude i selve fjorddalen. Fra de borer vi har, kan se vi, at skråningerne i denne kalkdal er stejle. De er nogle steder dækket af moræneler afsat af et isdække, så det er sandsynligt, at kalkdalen i hvert fald delvis er skuret ud af en gletscher. Det passer også med, at dalsiderne forløber nogenlunde parallelt, men vi ved ikke, om daltværsnittet er U-formet, som i sikre isdale på Grønland. Lokalt ligger kalkoverfladen overraskende dybt, over 100 meter nede. Det kunne antyde, at også kalkopløsning med dannelse af huler og deres sammenstyrtning har spillet en rolle ved kalkoverfladens udvikling. I lille skala kan opløsningen ses i kalkbruddenes vægge. I forlængelse af Mariager Fjord er der i Kattegats undergrund sporet en 100-150 m dyb dal i undergrunden. Den kan følges østover til syd for Anholt og har muligvis sammenhæng med forstyrrelser i undergrundens lag. Det er dog ikke helt sikkert, at denne dal fortsætter i Mariager fjorddal.

Det formodes, at denne og lignende dale oprindeligt er udskåret af vandstrømme i floder, der løb vestpå fra Skandinavien; måske allerede i tertiærtiden. Dalfurterne er senere "genbrugt" og udformet videre i løbet af istiderne af is og smeltevandsstrømme. Denne ældre geologiske historie ved vi meget lidt om.

Istidslandskabet

Bakkerne omkring Mariager Fjord er utvivlsomt i hovedtræk udformet af de tykke isdækker, der gled ned fra Skandinavien under istiderne. Bakkerne består helt overvejende af den usorterede blanding af sten, grus, sand og ler, der kaldes moræneler eller morænesand, og som afsæt-



Figur 5. Nogle af de smukke snegleskaller, der er fundet i det oligocæne Cilleborg ler ved fjorden. Efter Ravn 1907.

tes direkte fra smeltende is, eller af de mere sorterede aflejringer fra smeltevandet. Der foreligger ikke megen detaljeret viden om dannelsen af dette istidslandskab. Som vi så, har mange af bakkerne en kerne af kalk, og i den vestlige del ser det ud til at flager af det tertiære ler er blevet skudt op af tidlige isdækker. Noget af landskabet er ældre end sidste istid, for vi finder spor efter moser fra den sidste mellemistid

Den geologiske kalender:

	Postglacial tid = tiden efter sidste istid
10.000 år —————	Sidste istid fra ca. 115 000 år til 10.000
KVARTÆR	Flere istider og mellemistider
1.8 mill. år siden —————	Pliocæn tid (ikke repræsenteret)
	Miocæn tid (ikke repræsenteret)
23 mill. år siden —————	Oligocæn tid (Branden og Cilleborgler)
34 mill. år siden —————	Eocæn tid (Moler)
TERTIÆR	
57 mill. år siden —————	Yngre Paleocæn tid (Ier og mergel)
60 mill. år siden —————	Ældre Paleocæn tid = Danien tid (kalk)
65 mill. år siden —————	Kun yngste del er repræsenteret (skrivekridt)
KRIDT	

(Eem interglacialtiden) enkelte steder, f.eks. under Hadsund. Der er geologer, der mener, at der er spor efter en tidlig Limfjord fra endnu ældre mellemistider under dalstrøg nord for Hadsund.

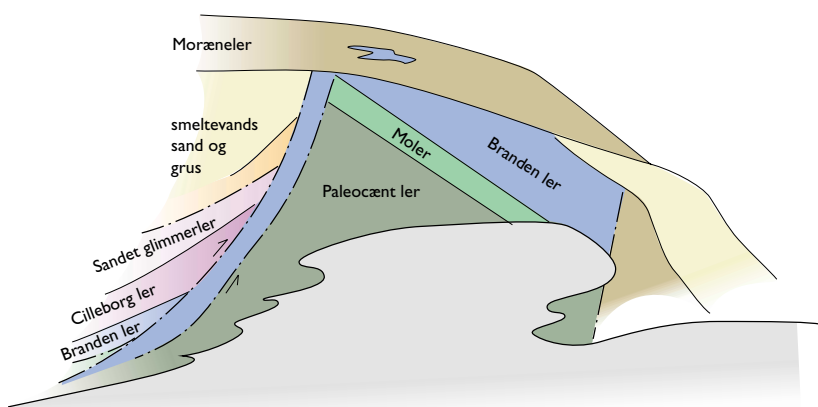
Sidste istid

I de første ca. 80 000 år af sidste istid var klimaet køligt, men næppe nogen is dækkede Nordjylland. Først for ca. 20 000 år siden flød en indlandsis nordfra nedover Danmark, men vi har ikke erkendt spor efter denne omkring Mariager Fjord. Denne is

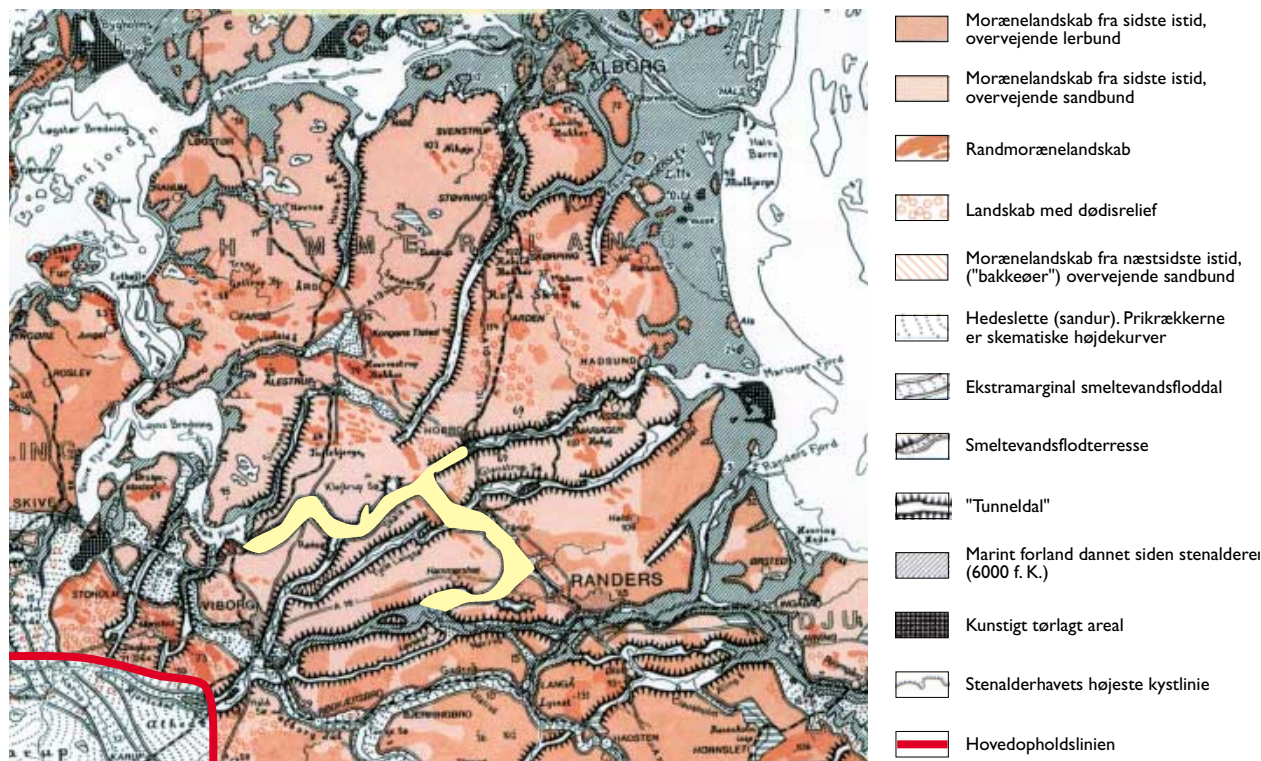
smeltede væk, men blev for omkring 18000 år siden erstattet af en is med oprindelse i Mellem Sverige. Den skød sig over Kattegat fra nordøst. Isbevægelsesretningen passer fint med længderetningen af Mariager Fjorddal, så det er rimeligt at antage, at en istunge fra dette isdække banede sig vej vestpå og bidrog til at udforme "dalen under dalen" nævnt ovenfor. Istungen har nok skåret sig ned både i kalk og i ældre istidsaflejringer, for vi finder tykke istidslag følger afskåret af dalsiden på begge sider af fjorden mellem Mariager og Hobro. En "foring" af kalkdalen med moræneler vidner om (se tværprofilerne fig. 9), at isen har været der. Nordøst-isen gled videre og blev vel hen ved 1 kilometer tyk i området, da isfronten nåede frem til sin maksimale udbredelse i den yngste del af sidste istid ved Hovedopholdslinien vest for Viborg (fig. 7). Også under tidligere istider har der været isbevægelser fra nordøst, så det er nok ikke første gang disse begivenheder har udspillet sig.

Tunneldal - og dog ?

Som det fremgår af fig. 7, er Mariager fjorddal og dens fortsættelse vest for Hobro en del af en hel vifte af tilsvarende dale. De peger alle i retninger fra nord, øst og syd mod Hald ved Viborg; her kan der påvises et knæk på omtrent 90 grader på Hovedopholdslinien der markerer den maksimale udbredelse af isen i sidste istid. Det ser ud til, at disse dale på en eller anden måde har ført smeltevand frem til israndsknækket ved Hald, for netop her findes toppunktet af en kæmpe aflejringskegle af smeltevandssand og -grus afsat foran isranden, nemlig Alheden eller Karup hedeslette. Man har forestillet sig at vandet løb under tryk i tunneler under isen og samtidig uderoderede dalen. Denne ide inspirerede til navnet tunneldal. Som vi har set med Mariager fjorddal, så formodes det nu, at dalene i hovedtræk er ældre end isdækket og "genbrugt" mange gange i istiderne. Isforskere er skeptiske med hensyn til ideen om istunneler med et spænd på flere hundrede meter; så den nuværende opfattelse er, at smeltevandet først på et sent tidspunkt under afsmeltningen fulgte dalene, måske i mindre tunneler, men at dalene kun i mindre omfang blev eroderet af smeltevand under isen.



Figur 6. Et noget spekulativt profil gennem lagene i lergraven nord for fjorden (Skovbos ny lergrav). De fede lerlag fra forskellige perioder i tertiærtiden er blevet skubbet op og delvis tværet ud sammen med istidslag af en gletcheris. Til sidst er alle lagene blevet eroderet af det sidste isdække, der aflejrede det øverste lag moræneler og smeltevandssand. I selve lergraven skred de fede lerarter ned af skråningerne i stor stil, hvilket ikke gjorde geologernes arbejde lettere.

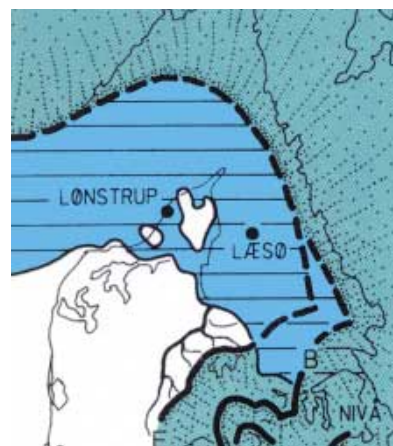


Figur 7. Kort over hovedtrækkene i landskabet i Nordjylland. Bemærk viften af "tunneldale" inklusive Mariager fjorddal, der munder ud ved knækket af hovedopholdslinien ved Hald og toppunktet af den store smeltevandsskegle. Brede smeltevandssdale (gul) fra nær Randers til Hjarbæk Fjord løber delvis på tværs af tunneldalene, der altså må have været blokeret af is på dannelsesetidspunktet. Noget af smeltevandssdalen er senere blevet oversvømmet af Stenalderhavet. Lidt ændret efter Per Smed.

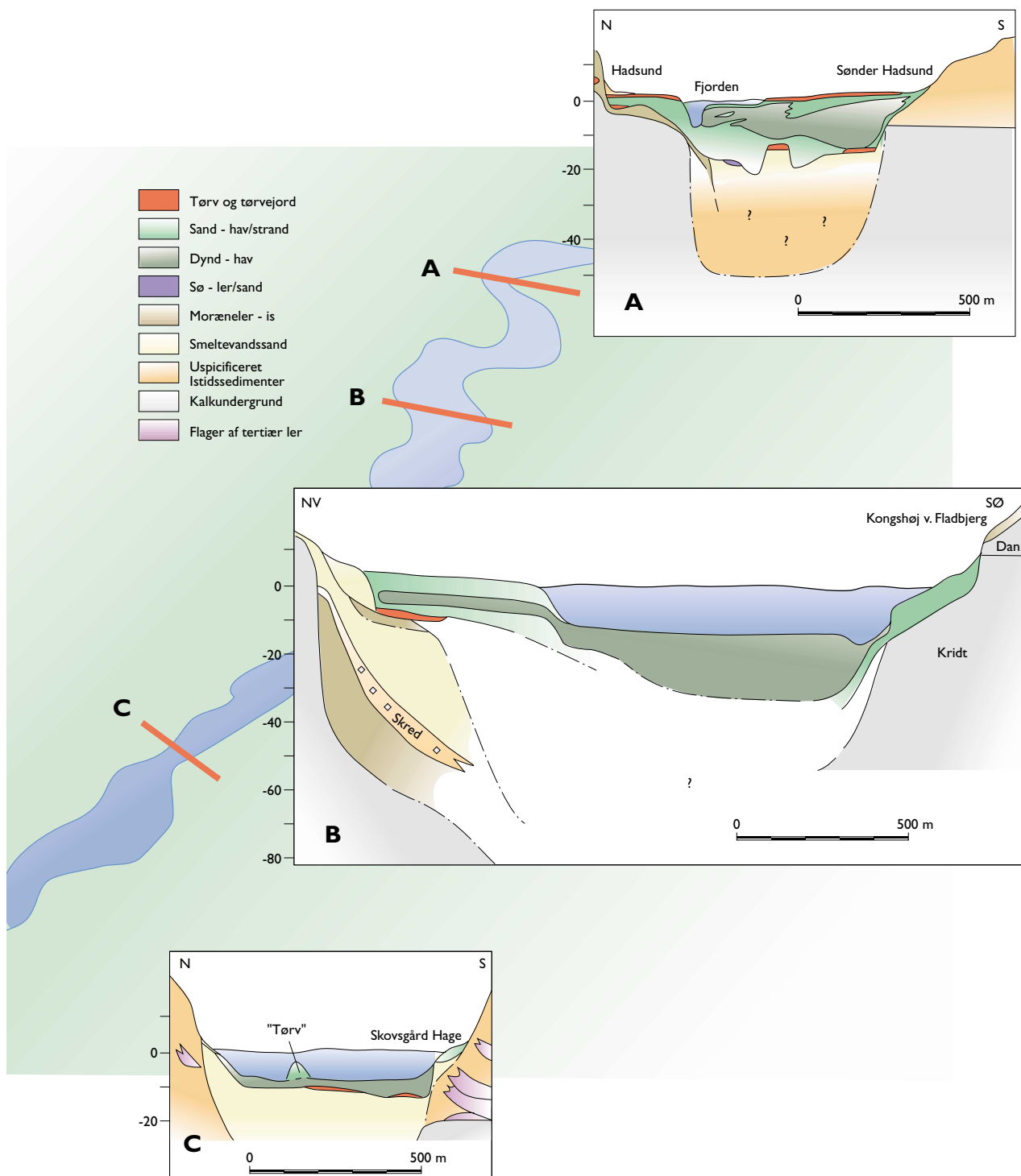
Smeltevand og dødis

For en 16-17 000 år siden var isfronten smeltet tilbage til lidt vest for Hobro, og vi begynder for første gang at skimte lidt af Mariager fjorddalen i funktion. Fra Fyrkat og vestpå kan vi finde rester af en flad smeltevandsskegle som terrasser på randen af og langs den nuværende ådal. Ud fra flodslettens hældning kan vi se at vandet fra isranden løb vestpå og videre op gennem Skals åens dal til Hjarbæk Fjord (se figur 7). Vandet løb altså modsat den nutidige retning. Mariager Fjorddal må have været fyldt af is. Smeltevandsskegler hælder svagt og er meget fladbundede, for huller bliver hurtigt fyldt med sand af de stadig skiftende smeltevandsskegler - men alligevel finder vi nu mange store og små lavninger i overfladen af terrasserne, den største er Klejtrup Sø. Disse lavninger skyldes sandsynligvis, at store og små isklumper lå begra-

vet i dalen og blev dækket af smeltevandsskegler. Først langt senere er de smeltet og har efterladt dødishuller. De meget høje bakker, der strækker sig fra Rebild over fjorden ved Mariager og videre til Randers, anses for at afspejle et mindre isfremstød. Vi finder som regel smeltevandssand under de yngre lag i boreri vi har fra selve Mariager Fjord, ja under Hobro findes tykke lag af meget stenet og meget groft smeltevandssand. Det ser altså ud til, at der har løbet smeltevandsskegler i fjorddalen efterhånden som isdækket smeltede væk. Lokalt har der ligget isdæmmede søer mellem isen og dalskrængerne (fig. 9B). Toppen af smeltevandsskeglerne træffes nu i meget forskellig højde, fra små terrasser i strandzonen ned til 35 m under havet altså et meget uroligt relief. Der er ikke meget flad smeltevandsskegle bevaret; det ser altså ud til, at der i lighed



Figur 8. Et stadiet af isafsmeltningen for ca. 15 000 år siden. Ishavet, det yngre Yoldiahav, trænger ind over dele af Vendsyssel og ned i isbugten i det vestlige Kattegat. Uhyre mængder af plumret smeltevand trænger ind i bugten syd for forbi munden af Mariager fjorddalen og begravner næsten landskabet i smeltevandssand og -ler. Fra Houmark-Nielsen i Varv 1989



Figur 9. Lidt skematiske tværsnit af fjorden baseret på borer og seismik. "A" ved Hadsund, "B" ved Fladbjerg syd for Dania og "C" ved Skovsgård Hage. Ved B findes en enkelt boring på 50 m ellers er borerne sjældent dybere end 20 m. Data venligt stillet til rådighed af Dansk Geoteknisk Institut, Rambøll A/S og Vejdirektoratet.

med dalen vest for Hobro også har ligget en masse dødis tilbage i Mariager fjorddalen.

For omkring 15 000 år siden stod isranden langs Gudenåen og videre op over Djursland og videre nordpå op gennem Kattegat (fig. 8). Der var dannet en havbugt i Skagerrak mellem Nordjyllands østkyst og isranden et sted ude i Kattegat. Nord for Ålborg var havet dominerende; et isnende koldt hav med masser af isbjerge ("Vendsyssel Yngre Yoldia hav"). Uhyre mængder af mudret smeltevand strømmede ud i sydenden af denne isbræmmede havbugt nær munden af Randers Fjord og ud fra storebælsrenden, så vandet var stort set fersk i denne del af bugten. I en boring ca. 10 km ud for Mariager Fjords munding er der i et niveau fundet rester af havdyr (foraminiferer), så havvandet har i en kortere periode været i stand til at trænge så langt sydpå. Næsten hele landskabet i det vestlige Kattegat, inklusive de flade arealer øst for Hadsund blev begravet af ofte tykke lag af smeltevandsaflejringer. Det er blandt andet derfor, at området er så fladt.

Man kan undre sig over, hvorfor den dybe lavning i inderfjorden ikke blev fyldt op ved denne lejlighed, for den ligger klart under vandspejlet for ishavsbugten. En forklaring kunne være, at inderfjorden stadig var fyldt med dødis pakket ind i tykke smeltevandsaflejringer selv et par tusinde år efter, at isen i øvrigt var smeltet væk fra omgivelserne. Da isen endelig smeltede, fremkom en dal, der var dybere end den nuværende og med et meget uroligt bundrelief. Små vandløb har nok også skåret sig kraftigt ned i de stejle, sandede skrån timer. Vi har ikke borer, der er dybe nok til at fortælle os om denne fase nede i selve fjorddalen.

Store vandmængder var bundet i ismasserne på land- så havspejlet stod meget lavere for ca. 10 000 år siden da istiden var slut i det sydlige Skandinavien. Da isdækket var væk, begyndte landet at hæve sig som et skib der lettes for sin last, så havspejlet stod efterhånden "kun" 30 meter under det nuværende ude i det tilstødende Kattegat. I denne "fastlandstid" har der i dalstrøget, der skulle blive til fjorden, nok løbet en å eller flod mellem aflange søer omgivet af mosestrækninger. F.eks. har vi omkring Lunddalstørven fundet søaflejringer, så hele det

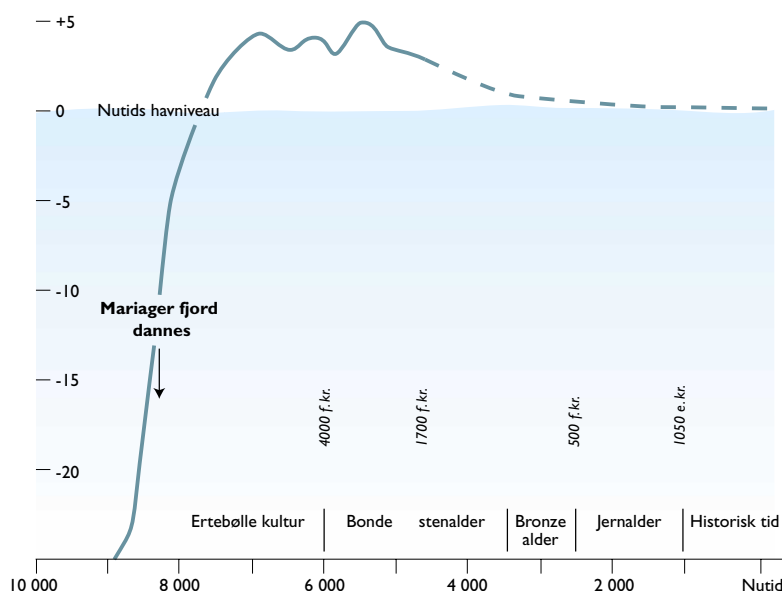
centrale bassin har været én stor sø. Tørvelag i 5 til 15 meter under havniveau ved Als Odde, i Ajstrup Bugt og i de tre tværprofiler (fig. 9) vidner om moser, før havet trængte ind. Skrån timerne af fjorden bliver efterhånden skovdækket. Mariager fjorddalen var for 9000 år siden 10- 20 m dybere end i nutiden og har vel lignet en skov-dækket udgave af nabodalen mod syd fra Havndal til Glenstrup Sø.

Fjorden dannes

Efterhånden klingede hævn timer af landet af, dog uden at ophøre helt. Samtidig med at store ismasser smeltede i det nordlige Skandinavien og i Nordamerika steg havspejlet kraftigt (se fig. 10); 28 meter i løbet af omtrent 800 år, i perioden fra ca. 8500 til for 7700 år siden eller fra 6500 til 5700 f.Kr. På et eller andet tidspunkt i denne periode blev en tærskel overskredet, der lå skønsmæssigt 10 meter under det nuværende havniveau og havvandet brød ind i Mariager fjorddalen og dens søer. Havstigningen fortsatte videre til et niveau, der ligger op til 4 meter højere end i dag. Som

man kan se på fig. 12, skyllede havet ind over et bredt bælte langs Kattegatkysten, kun få "øer" stak op. Stedvis kan man se at havet har gravet i skrån timerne. Et nogle meter tykt lag sand og andre havaflejringer har yderligere planeret området. Det vidner om, at der tilførtes store mængder havsedimenter til denne del af Kattegat.

Den højere vandstand betød, at Mariager Fjord strakte sig ind i landet til 5 kilometer vest for Hobro. De gamle kystlinier fra denne tid kan ses som små flade terrasser og næs 2- 4 meter over havet ved foden af de stejle skrån timer f.eks. Katbjerg Odde og det flade stykke land som en del af Hadsund ligger på. De består af sand og grus skyllet ned fra skrån timerne og strandsand og tørv af siv fra datidens strandsumpe. Højden af strandlinierne viser at siden stenalderen har egnen hævet sig 3-4 m som en sidste kompensation på istidens nedtrykning af jordskorpen. Vi er nu nået så langt op i tiden, at arkæologerne kan fortælle os om de første beboere i området og deres miljø.



Figur 10. Kurve der viser havspejlets beliggenhed gennem tiden i Mariager Fjord området og det tilstødende Kattegat. I nutiden varierer havspejlet omkring en meter når storme støver vand op i Kattegat.

Fjorden i oldtiden



Figur 11. Et indtryk af de skalmængder, som blev efterladt i køkkenmøddingerne af vore forfædre. Billedet er fra udgravningen af Køkkenmøddingen ved Visborg. Nationalmuseet.

Af Søren H. Andersen, Nationalmuseet.

"Køkkenmøddinger", der er kystbopladser, hvor affaldslagene domineres af muslingeskaller, fortrinsvis østers, hører til vore kendteste oldtidsmindesmærker. De fleste stammer fra ældre stenalder, Ertebøllekulturen (5.400 - 4.000 f. Kr.), men der kendes også køkkenmøddinger fra senere oldtidsperioder, f.eks. ældre jernalder fra omkring Kristi fødsel.

"Køkkenmøddinger" er meget almindelige omkring Mariager Fjord, hvor de første blev undersøgt af geologen Japetus Steenstrup allerede i midten af forrige århundrede. I slutningen af 1890'erne udgravede Nationalmuseet de store køkkenmøddinger ved Havnø og Åmølle, og i vore dage er

de arkæologiske udgravninger nu blevet genoptaget - denne gang ved Visborg køkkenmøddingen lige øst for Hadsund.

Vi ved ikke med sikkerhed, hvornår Mariager Fjord blev dannet, men det må være sket i ældre stenalder omkring 6.500 - 5.500 f. Kr. I oldtiden svingede vandspejlet flere gange (fig. 10), men på grund af fjordens stejle kyster havde dette ikke den store indflydelse på inderfjordens udstrækning eller befolkningens livsvilkår. Fjorden strakte sig ca. 5 km længere vest for Hobro, mens det åbne hav østfra nåede helt ind til Hadsund; i stedet for vore dages inddæmmede eng- og markstrækninger var den østlige del af fjorden dengang vidtstrakte, lavvandede og sivbevoksede bredninger (fig. 12).

Klimaet var da et par grader varmere end i dag, og landjorden var dækket af urskov med lind og eg. Fjorden var både saltere, varmere og med et kraftigere tidevand end i dag. Det medførte, at det marine miljø var så næringsrigt, at store østersbanker kunne udvikles. Fjorden var også meget rig på fisk, sæler, små og større hvaler samt et utal af søfugle, bl.a. pelikan og den nu uddøde gejrfugl.

Langs de hævede kyster ligger stenalderkøkkenmøddingerne, først og fremmest placeret nær de gode fiskesteder, og ofte hvor et vandløb udmunder i fjorden (f.eks. Åmølle). De findes langs alle strandene, men de største ligger alle ude ved datidens fjordmunding, og inden for få kilometers afstand af hinanden: Havnø, Åmølle og Vis-

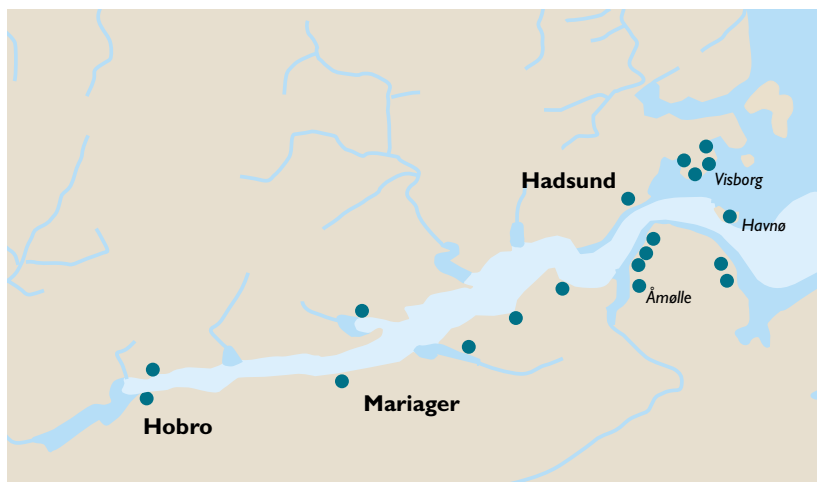
borg, hvilket nok skyldes, at ressourcerne her var størst og mest varierede. Det marine miljøes artsrigdom bekræftes af, at de største bopladser blev benyttet i lange perioder - ca. 1000 år - hvilket jo også er et udtryk for en tilsvarende lang og konstant ressourcestabilitet!

Efter 100 års pause graver arkæologerne atter ved Mariager Fjord, nu ved Visborg (fig. 11). Denne køkkenmødding, der er landets største, ligger langs med stenalderens kystlinie, markeret ret tydeligt af en ca. 3-5 m høj skrænt, der fortsætter i et ca. 1 km bredt, fladt forland (hævet stenalderhavbund), indtil man møder vore dages fjordbred. Bopladsen stammer fra slutningen af jæger-fisker stenalderen og især fra den ældste del af bondestenalderen (4.500 - 3.600 f. Kr.). På bopladsen findes affaldslag med flintoldsager, måltidsrester (dyreknoget), lerkarskår, aske og trækul foruden alskens affald fra fremstillingen af redskaber og våben. I køkkenmøddingen er der endnu ikke fundet spor af huse, men mange ildsteder, hvor stenalderbefolkningen har slagtet byttedyrene, tilberedt deres mad og repareret redskaber og udrustning.

Udover indsamling af havets muslinger, fortrinsvis østers, men også hjertemusling, blåmusling og strandsnegl har man fisket og drevet havjagt på gråsæl i fjorden. I omegnens urskove blev nedlagt kronhjort, vildsvin, rådyr og urokse. I de udstrakte siv- og vådområder drev man en omfattende fangst på søfugle, og især sangsvaner var vigtige byttedyr.

Denne "svanejagt" er især foregået om vinteren, hvor disse fugle (også den dag i dag) rastede i de lavvandede områder ved fjordens munding.

Hvorfor, netop Visborg køkkenmøddingen er blevet så stor, er vanskeligt at svare på, men måske har stedet fungeret som en stor, fælles sæsonplads, hvor jægere fra alle de andre fjordbopladser samledes om vinteren for i fællesskab at drive jagt på træfuglene. Også ved den nærliggende Havnø køkkenmødding er det et stort antal søfugle, der karakteriserer faunabilledet, så på denne måde er der et fælles erhvervsspræg over disse "Mariager-køkkenmøddinger".



Da Visborg bopladsen hører hjemme ved skiftet fra jæger/fisker til bonde omkring 4.000 f. Kr. er der også lidt knogler fra tamdyr, især kvæg, men også får/ged og svin; der er også spor af korndyrkning, bl.a. forkullede hvedekærner fra ildstederne. Samlet viser stedet, at selv om man på dette tidspunkt var ved at skifte teknologi og erhverv fra fanger til bonde, var dette en gradvis ændring, og fjorden bibeholdt sin betydning i de følgende århundreder som et vigtigt ressourceområde for datidens befolkning.

Først senere, med ændrede miljøforhold, forsvandt østers og andre af fjordens fødekilder; køkkenmøddingerne ophørte, men befolkningen boede fortsat i stort tal langs fjordbredderne.

Jernalder køkkenmøddinger

Fire årtusinder senere - fra ældre jernalder (omkring Kristi fødsel) - finder vi atter mange køkkenmøddinger ved Mariager Fjord; på grund af de mellemliggende årtusinders fortsatte landhævning ligger jernalderkøkkenmøddingerne lavere end Ertebølle-tidens, men stadig lidt højere end vore dages strandbredder. Atter var det fjordens rige muslingebanker, der blev udnyttede, men nu var det blåmuslinger, der indsamledes i millionvis. I modsætning til tidligere boede man nu ikke på stranden, men muslingerne blev tilberedt ved kysten, hvor der er tykke køkkenmøddinger og ildsteder; men fund af skal-lag på jernalderlandsbyer indtil flere kilometer fra strand-bredderne, viser, hvor fjordens lækkerier i mange tilfælde blev fortæret.

Figur 12. Kort over Mariager fjordområdet i Stenalderen, hvor havniveauet stod hen ved 4 meter over det nuværende i området. Prikkerne viser de vigtigste bopladser med køkkenmøddinger. Nationalmuseet.

Samlet er der sket betydelige ændringer i fjordens miljø i de sidste 7.000 - 8.000 år - fra stenalderen til nutiden. Det rige og dynamiske marine miljø i jæger-fisker stenalderen fortsatte til midt i bondestenalderen omkring 2.800 f. Kr., hvor køkkenmøddingerne var få og meget små i forhold til tidligere; herefter forsvandt de helt, antagelig fordi den marine produktivitet blev ringere. Årsagen(-erne) er uvisse, men dette fænomen er iagttaget over hele landet. Fjorden ophørte dog ikke med at have stor betydning, men betydningen gled nok fra erhverv til i højere grad at blive et spørgsmål om samfærdsel og udveksling af materialer og byttevarer. For ca. 2.000 år siden skete der atter et skift i det marine miljø, på dette tidspunkt udvikledes store blåmuslingebanker, som blev genstand for jernalderbøndernes udnyttelse. Igen ved vi ikke, hvad det var, der bevirkede, at netop denne muslingearart fik særlig gode vækstbetingelser på denne tid, men fænomenet er heller ikke i denne sammenhæng begrænset til Mariager Fjord, men kendes både fra hele Limfjordsområdet og sydpå langs den østjyske kyst.

Fjorden i nutiden

Af Finn Andersen, Nordjyllands Amt
& Grethe Fallesen, Århus Amt.

Vandet

Det salte Kattegatvand trænger ind til inderfjorden mest gennem sejlrunden. Vandet blandes efterhånden med omkring 1/3 ferskvand fra regn, åer og grundvand.

Overfladevandet ned til 10-12 m er godt opblandet som følge af vindens og tidevandets omrøring. Det har derfor ensartet temperatur, saltindhold og nogenlunde samme iltindhold i inderfjorden (fig. 13). I de dybeste dele ligger det tunge salte nedre vandlag. Saltholdigheden i fjordvandet er typisk 12-17 promille ved overfladen og 18-24 promille ved bunden i inderfjorden. Tærskelen, der dannes af yderfjordens lave vand, vanskeliggør vandskiftet. Det medfører, at vandet opholder sig længe i inderfjorden. Halvdelen af vandet i det øvre lag udskiftes i løbet af 3 måneder, mens halvdelen af vandet i det nedre lag udskiftes i løbet af 17 måneder.

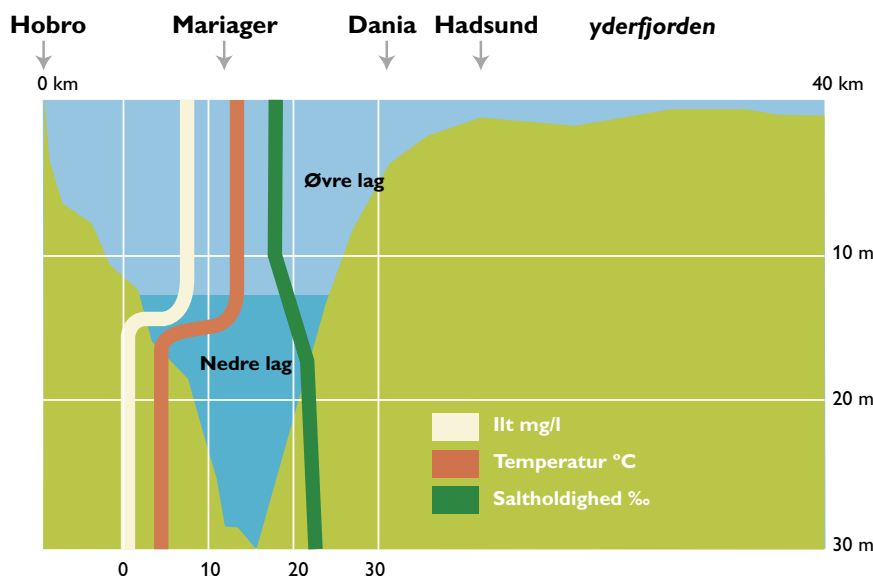
I bundlaget tiltager saltholdigheden med dybden, mens temperatur og iltindhold falder brat. Med års mellemrum stiger saltholdigheden markant ved bunden på grund af indstrømning af store mængder saltvand fra Kattegat i forbindelse med storm og højvande.

Næringssalte og produktion af organisk stof

Det langsomme vandskifte medfører at tilført kvælstof og fosfor ophobes, så koncentrationen i inderfjorden er markant højere end i de fleste andre danske fjorde og bælter.

Den høje koncentration af næringssalte giver anledning til en meget stor produktion af planteplankton, som gør vandet uklart. Produktionen i Mariager Fjord er langt den største i Danmark; ca. 800 g kulstof pr. kvadratmeter, 2-4 gange større end i de øvrige danske fjorde og havområder.

Selvom der er meget planteplankton, er der kun få arter, hvilket er typisk for et næringsbelastet biologisk system. Den meget hurtigt voksende kiselalge *Skeletonema costatum*, der også er kendt fra andre næringsrige fjordområder, dominerer det meste af året.



Figur 13. Længdesnit af Mariager Fjord med tærskel i yderfjorden og bassinet i inderfjorden, samt en principskitse af hvorledes temperatur, saltholdighed og iltindhold fordeler sig fra overfladen til bunden i inderfjordens vandmasser. Nordjylland og Århus Amter.

Oplandet

Mariager Fjord tilføres ferskvand fra et landområde på i alt 572 km². Heraf er 66% dyrket, 17% er skov, 9% er bebygget, og resten er søer, vådområder og andre naturområder (fig. 14).

Fjorden tilføres årligt omkring 160 milliarder liter ferskvand fra land. Tilførslen af kvælstof har i perioden 1979-97 varieret mellem 1100 og 1700 ton/år på grund af

forskelle i nedbørsmængden. Tilførslen af fosfor er faldet fra 66-83 ton/år i begyndelsen af 1980'erne til 18 ton i 1997, hovedsageligt som følge af udbygning af rensningsanlæg.

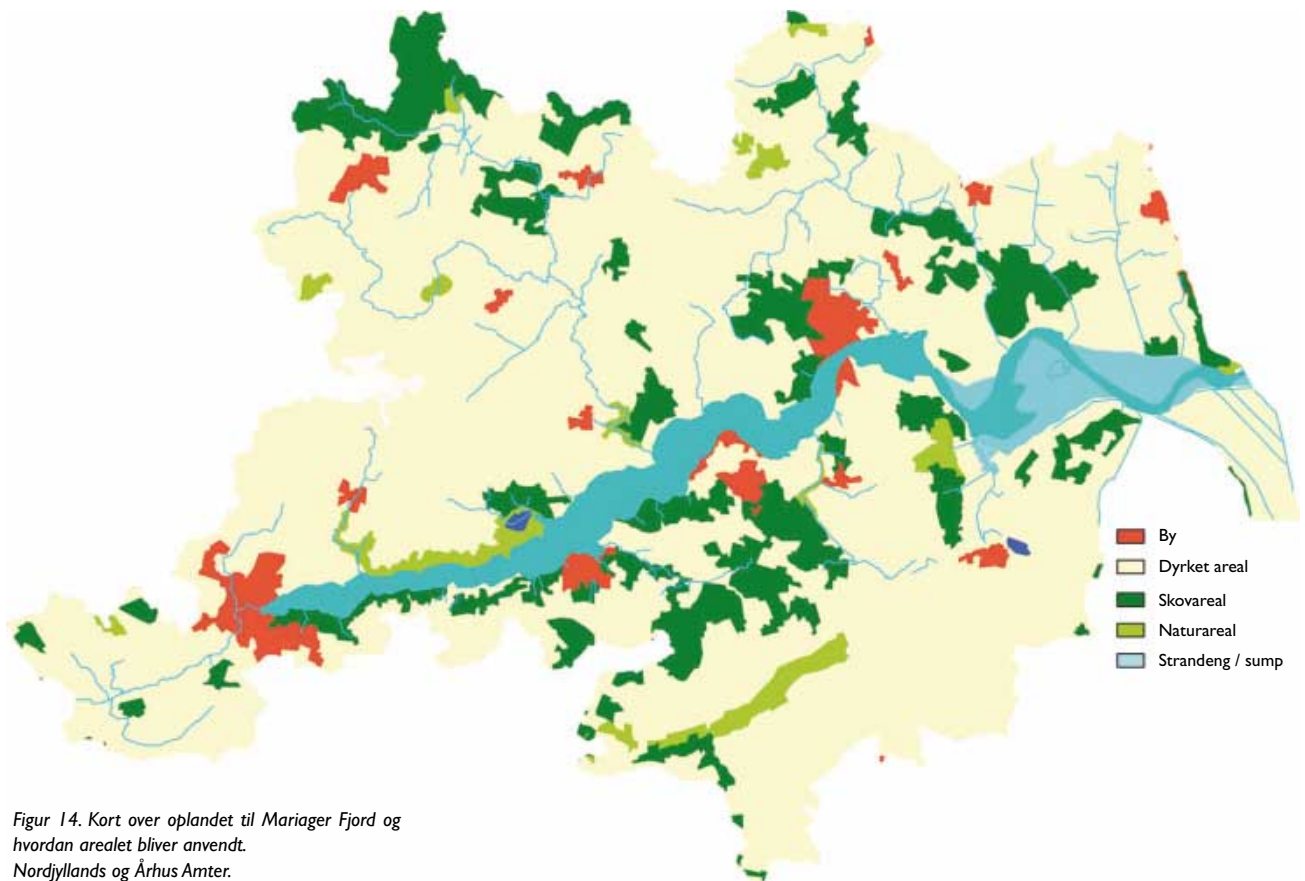
Undergrunden består overvejende af kalk, og jordlaget over kalken er sandet og forholdsvis tyndt. Det medfører, at omsætningen og tilbageholdelsen er ringe for de næringssalte, der med nedbøren udvaskes fra rodzonen og gennem jorden transporteres til Mariager Fjord.

Bundplanter og bunddyr

Dybdeforholdene er afgørende for plante- og dyrelivet i inderfjorden. I det meste af inderfjorden er vanddybden så stor, at der ikke kommer lys ned til bunden. Kun i et smalt lavvandet bælte langs kysten, er der egnede vækstbetingelser for bundplanter. Her er der ofte store forekomster af "ukrudsalger" som søsalat, rørhinde og fedtemøg. De trives kun, hvor der er en høj koncentration af næringssalte. Både ukrudsalger og planteplankton skygger for de blomsterplanter, som ålegræs og havgræs, der normalt vokser på bunden. For hundrede år siden voksede ålegræsset

	Enhed	Katte- gat	Inder- fjorden
Nitrat vinter (jan.-feb.)	µg N/l	100	1200
Ortho-fosfat vinter (jan.-feb.)	µg P/l	20	100
Klorofyl Sommer (maj-sep.)	µg chl/l	2	15
Primær produktion	g C/m ² /år	150	800

Tabel over gennemsnitskoncentrationen af næringssalte og klorofyl i Kattegat og øvre lag i inderfjorden 1992-96.



Figur 14. Kort over oplandet til Mariager Fjord og hvordan arealet bliver anvendt. Nordjyllands og Århus Amter.

ud til to meters dybde, men i vore dage ses kun små spredte bestande ud til en meters dybde.

De store mængder af planteplankton er grundlag for tætte bestande af sandmusling på det lave vand, mens banker af blåmuslinger dominerer på dybder fra 2 til omkring 8 meter. Blåmuslingerne er i stand til at filtrere en betydelig del af plan-teplanktonet fra vandet. De er derfor vigtige for omsætningen i fjorden, se fig. 8 og boksen "tørv og blåmuslinger" (side 16).

På dybder større end ca. 10 meter er fjordbunden uden et højere dyreliv, da den er iltfri det meste af året.

Iltforhold

Den store vækst af planteplankton giver dannelse af betydelige mængder organisk stof og af ilt. Iltten afgives til vandet, derfor er iltmætningen i den øvre opblandede vandmasse oftest over 100 % i sommerhalvåret. Vandet afgiver efterhånden iltten videre til luften (fig. 15).

En betydelig del af det organiske stof i form af planteplankton indbygges i blåmuslingebanker. En mindre del synker ned gennem lagdelingen til den nedre stillestående vandmasse. Om vinteren er muslingernes og bundens iltforbrug større end iltproduktionen. Herved bliver iltmætningen i den øvre vandmasse mindre end 100 % og luften afgiver iltten tilbage til vandet. Den nedre stillestående vandmasse er ikke i kontakt med det iltdannende planteplankton eller luften. Derfor er der næsten konstant iltfrit fra 15 meters dybde og ned til bunden. Nedbrydningen af det organiske stof sker delvis ved at bakterier anvender sulfat som iltningmiddel og omdanner det til svovlbrinte. Kun med års mellemrum stiger iltmætningen kraftigt som følge af indstrømning af store mængder iltigt saltvand fra Kattegat. Den tilførte iltmængde bliver brugt op i løbet af få måneder.

Da det gik galt - iltsvindet i 1997

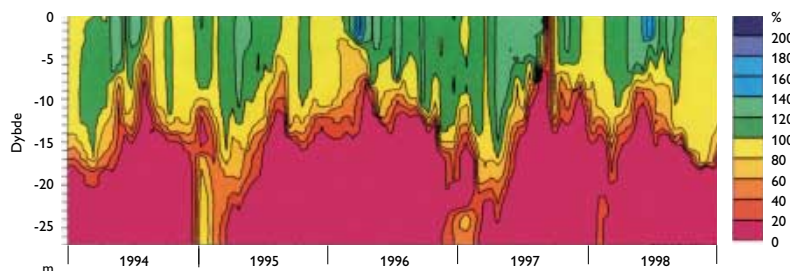
Sommeren 1997 var usædvanlig varm og stille. De høje temperaturer forøgede iltforbruget og produktionen af svovlbrinte, og den svage vind gav kun anledning til opblanding få meter ned i vandet. På et tidspunkt kunne ilttilførslen ikke dække muslingernes og andre organismers iltkrav på de lidt større dybder. Som et resultat døde muslingerne på 8-10 meters dybde. Omsætningen af de døde dyr bidrog til iltforbruget og dannelsen af svovlbrinte. Så døde muslingerne over dem og den iltfrie zone bevægede sig gradvist op mod vandoverfladen, som det kan følges på figur 15. Den 25 august var hele vandsøjlen iltfri i inderfjorden og et udslip af svovlbrinte til atmosfæren begyndte. Vandet blev mælket på grund af omdannelse af svovlbrinte til frit svovl. Som følge af iltsvindet skulde store mængder af fisk op på stranden, især skruber, ørreder, ål og mange småfisk. Samtidig døde næsten alle bunddyr i inderfjorden inklusive blåmuslingerne, og ålegræs og hav-

græs brækkede af lige over bunden. Iltsvindet fortsatte i to uger indtil en frisk kuling atter blandede ilt fra luften ned i vandet som det kan følges på figur 15.

Rekoloniseringen af inderfjorden

Kort efter, at der atter var kommet ilt i den øvre vandmasse, begyndte indvandringen af liv til inderfjorden. Vandskiftet bragte i oktober 1997 nye arter af planteplankton ind fra Kattegat. Der var i efteråret, vinteren og det følgende forår en usædvanlig stor produktion af arter af planteplankton, som ikke tidligere havde været dominerende i fjorden. Dels som følge af store mængder af næringssalte, der var frigivet ved nedbrydningen af fisk og muslinger, dels på grund af, at der ikke længere var banker af muslinger, som filtrerede vandet.

Der var en stor tilgang af larver af blåmuslinger, snegle og børsteorme i foråret og sommeren 1998. Blåmuslingerne var i oktober blevet 3-4 cm og dækkede bunden fra 1 til 6-7 meter, og de var atter i stand til at kontrollere koncentrationen af planteplankton i vinterperioden.



Figur 15. Iltmætningen (Iltindholdet i % i forhold til hvad der kan opløses i vandet afhængig af temperaturen) målt ned gennem vandsøjlen i "Dybet" gennem perioden fra 1994 til 1998. Rød/violet er iltfattige forhold, Grøn er veltilede forhold. I sommer 1997 ses, at de iltfri forhold bredte sig helt op til overfladen. De korte perioder med ilt i bundvandet ved nytårstide er spor efter indbrud af tungt salt vand fra Kattegat ned i Dybet.

Ålegræsset var hårdt ramt i 1998 og der var kun få og små skud. Det samme gjaldt for mange standfisk som ålekvalbe, alm. ulk, sand- og sort-kutling samt alm. tangnål. Bestanden af trepigget hundestejle var derimod større i sommeren 1998 end normalt. Sandsynligvis fordi mange nåede at flygte fra iltsvindet ved at trække op i ferskvandstilløbene, og fordi der var rigeligt

med dyreplankton og antallet af fjender som ål og ørred var begrænset. Skrubber trak ind fra Kattegat efterhånden som fødegrundlaget voksede i inderfjorden. De øvrige trækfisk, der kom ind fra Kattegat, var kun påvirket i mindre grad.

Sedimenterne på bunden af inderfjorden

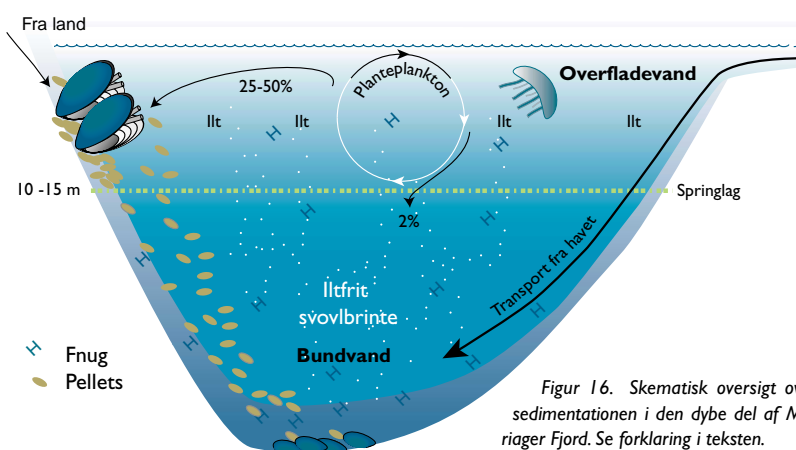
Af Birger Larsen, GEUS

Den smalle strand

På bunden af fjorden ligger der på lavt vand sand, og på lidt dybere vand sort dynd. I yderfjorden er der følgelig overvejende sand, der flyttes rundt af bølger og strøm som i Vadehavet – mere herom i den næste artikel. I inderfjorden er der kun et ganske tyndt bånd af lavt vand med sandbund (fig. 17), men dog nok til at der er dannet en lille strand eller rørsump mange steder. Sandet er nok oprindeligt skyllet ned fra de stejle skrånninger, men nogen steder ligger der også rester af smeltevandssand under den flade kystzone. Lokalt ligger store sten i stranden tilbage efter erosion i skrænternes moræner. Da vestenvinden er dominerende er der en tendens til, at strandsandet efterhånden flyttes udad langs kysten af bølge-

skulptet. Transportretningen viser sig ved at små krumme odder på spidsen af de flade næs vender spidsen mod øst. Dette er nok tydeligst på Langsodde lige over for

Mariager. Mange af næssene og andre flade terrasser langs kysten er som nævnt rester efter stenalderens kyst da vandstanden stod noget højere.



Figur 16. Skematisk oversigt over sedimentationen i den dybe del af Mariager Fjord. Se forklaring i teksten.

Det sorte dynd

Medens sandets aflejring på det lave vand mest er styret af bølger og strøm er dannelsen af det sorte, stinkende dynd på dybere vand et kemisk/biologisk sammenspil mellem produktion og nedbrydning af organisk stof, hvor muslinger og forskellige mikroskopiske organismer spiller hovedrollen. Fig. 16 giver en skematisk oversigt over sedimentationen i den dybe del af Mariager Fjord. Den organiske produktion sker i den øverste del af overfladelaget, hvor sollyset kan trænge ned. En stor del af planktonet filtreres ud af vandet og spises af blåmuslingerne. Opslemmet ler og støv filtreres også ud. Resterne udskilles af muslingerne som ekskrementer de såkaldte "pellets". De består af små ovale pakker af en meget vandholdig blanding af finkornede mineralpartik-

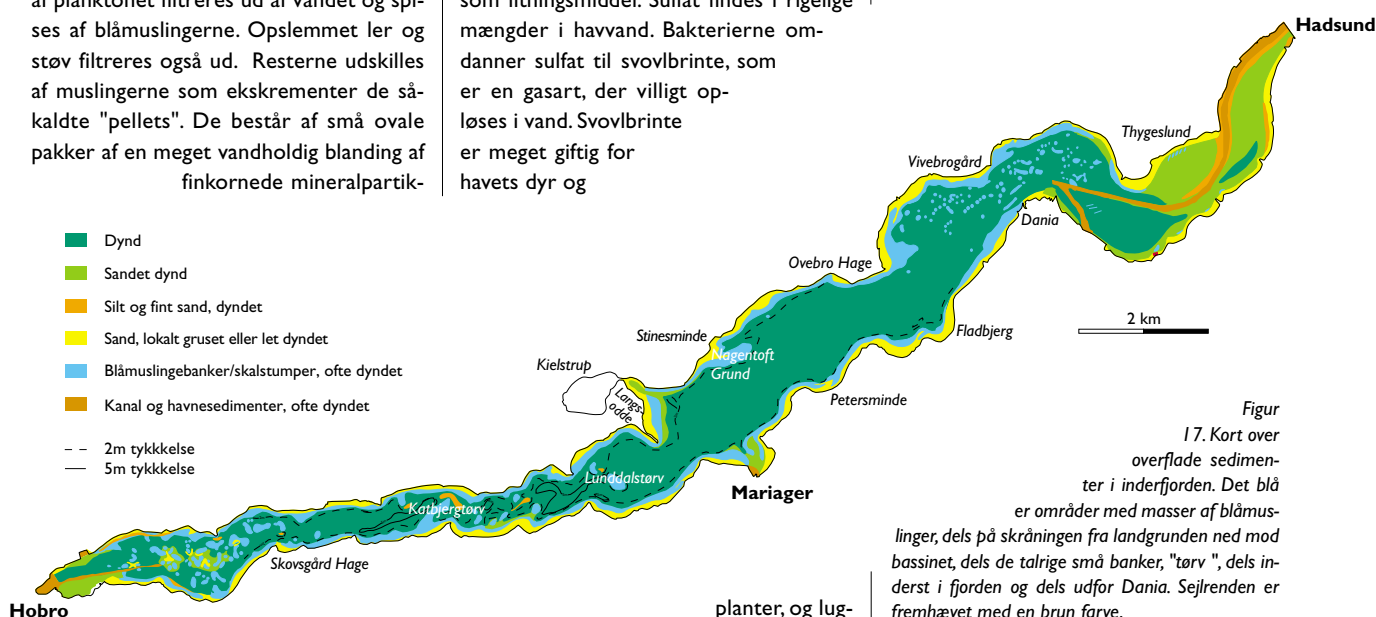
tilskud er blade og flyvejord, der bliver blæst ud over fjorden af efterårets storme, som det så flot er skildret i Nis Petersens digt "Sandflugt om Hohøj" (side 17).

Svovlbrinte, sumpgas og champagnemudder

Ved almindelige, iltende forhold nedbryder bakterier organisk materiale ved at optage ilt og udskille kuldioxid og vand. Hvis der ikke er ilt til stede, som det hurtigt bliver tilfældet i bundvandet, anvender nogle stammer af bakterier i stedet sulfat som iltningsmiddel. Sulfat findes i rigelige mængder i havvand. Bakterierne omdanner sulfat til svovlbrinte, som er en gasart, der villigt opløses i vand. Svovlbrinte er meget giftig for havets dyr og

vist er bundvandet næsten altid iltfrit i den dybe del af inderfjorden; sådanne forhold skal man ellers til Østersøens dybe bassiner eller Sortehavet for at studere.

Længere nede i bunden, hvor tilførslen af sulfat er mindre end behovet, kan andre stammer af bakterier nedbryde organisk materiale ved at danne sumpgassen metan. Det er en proces vi kender fra vort eget tarmsystem. Gassen samler sig i bobler, der søger opad og kan frigives fra bunden.



Figur 17. Kort over overflade sedimenter i inderfjorden. Det blå er områder med masser af blåmuslinger, dels på skråningen fra landgrunden ned mod bassinet, dels de talrige små banker, "tørv", dels inderst i fjorden og dels udfor Dania. Sejlrenden er fremhævet med en brun farve.

ler, diatomeskaller og andre organiske rester vævet sammen af organisk materiale. Pellets aflejres mellem muslingeskallerne eller falder ned af skråningen og fordeles på havbunden, hvor de langsomt nedbrydes (fig. 18). Oppe i vandet kan fint materiale og dødt plankton danne fnug, der falder tilbunds, men kun få procent af den levende plankton synker ned i det giftige svovlbrinteholdige bundvand. Lejlighedsvis transporteres materiale ned af skråningerne fra bredderne og måske også via renden fra Kattegat. Alt i alt en regn af finkornet materiale rigt på organisk stof, der lægger sig som finkornet meget vandrigt dynd på havbunden, inklusive sit indhold af næringssalte. Det kan føres af sted af den mindste vandstrøm og falder først til ro i de roligste dele af havbunden. Et særligt

planter, og lugter som rådne æg. Lidt af svovlbrinten bindes til havbundens jern og danner jernsulfid, deraf den sorte farve. Ved samme lejlighed bindes en hel del tungmetaller. Når jernet reagerer med sulfiderne, kan det ikke længere holde på fosfor, som derfor sættes fri fra havbunden og diffunderer op i det overliggende vand. Resten af svovlbrinten diffunderer op mod overfladen, der opstår iltvind. Hvor svovlbrinten når iltede områder vil andre stammer af bakterier leve af at nedbryde svovlbrinten til sulfat under forbrug af ilt. Den opstigende svovlbrinte "fanges" altså normalt på vej opad af ilt der er på vej nedad i vandsøjlen. Det er balancen mellem disse processer der får grænsen mellem iltholdige og iltfrie forhold til at bevæge sig op og ned i løbet af året, og altså en sjælden gang helt op til overfladen. Som

Det sker få centimeter nede i fjordens dynd. Hentes en prop af dette sorte dynd op til overfladen til nærmere undersøgelse vokser boblerne, og sedimentet siver ud af alle huller og sprækker som utæmmet tandpasta til geologernes fortvivlelse. Det har givet inspiration til betegnelsen "champagnemudder".

Bortset fra hos Klods Hans er det sorte stinkende dynd ikke særlig populært. Men i virkeligheden er kombinationen af sulfiddannelse, stort indhold af organisk stof og den enorme samlede overfalde af de mange små partikler, uovertruffen til at fange og binde mange tungmetaller, og udgør en af naturens mest effektive rensmekanismer for disse stoffer.

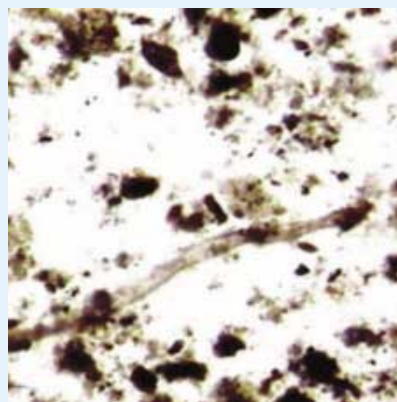
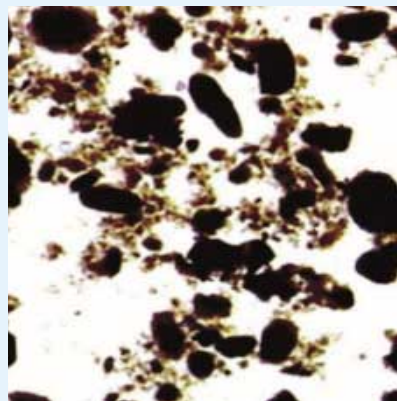
Blåmuslinger og tørv

Talrige og tætte bestande af blåmuslinger (blå på kortet fig. 17 og 18) nyder godt af den rige produktion af plankton. Ikke nok med at muslingerne danner tætte tæpper de fleste steder på skråninger og forhøjninger, men, som en specialitet for fjorden, men danner også de selvstændige muslingebanker i inderfjorden, hvor vanddybden er mindre end ca. 10 m. Muslingerne sidder tæt med suge- og udstødningsrør ud i vandet fra 1-2 meters dybde ned til 7-10 m, hvor iltfattigt vand og faren for at blive begravet i dynd begrænser udbredelsen. Generelt ser det ud til at muslingerne helst sidder på steder, hvor topografi og strøm sikrer at maden kommer til og at affaldet, "pellets", føres væk i tilstrækkeligt omfang. Dog, mange muslingepellets falder ned mellem skallerne, så der er en livlig omsætning og produktion af svovlbrinte og metan lige under overfladen af muslingetæppet; det bobler kraftigt, hvis en dykker stikker en arm ind i "tørven". Der ligger tit en masse døde skaller ved foden af skråningen og et stykke ud i bassinet, hvor de udgør en vigtig del af sedimentet. Muslingebankerne kaldes lokalt "tørv", hvad der altså ikke har noget med moser at gøre, de består af skaller og vandrigt sort slam. "Tørvene" er specielt talrige inderst i fjorden omkring Skovsgård Hage, hvor de er ca. 100 meter på tværs, og hæver sig ret stejlt 2-10 meter over de mellemliggende kanaler og bassiner. I dette område ser det ud til at tørvene med tiden er "vokset op" fra en flad bund; men de markante tørv længere mod øst Katbjerg-tørven, Lunddalstørven, og Lille Lunddals tørv, som er omgivet af dybere vand, ligger på gamle forhøjninger i underlaget. I den anden ende af inderfjorden ud for Fladbjerg og Dania gror langt de fleste tørv på bunker af jord klappet fra skibe, et eksempel på kunstige rev (fig. 20). En del tørv ligger på småplatauer, der nok er erosionsrester af gammel havbund.

Figur 18. Dyndet i mikroskop. Billederne viser opslæmninger af dynd.. Figurene er 2.5 mm tværs over.

Øverst: Dynd rigt på muslinge pellets - taget mellem muslingerne.

Nederst: Dynd fra den centrale del af bassinet bestående af mindre pellets og fnug af materiale rigt på organisk stof samt nogle få plantefibre.



Figur 19. Tætte bestande af blåmuslinger dækker de fleste skråninger og banker fra 1-8 stedvis 10 meters dybde. Det blå bånd på kortet figur 17. Udbredelsen nedad er styret af dybden til det iltfrie vand. Blåmuslingernes filtrering og fortæring af plankton formodes at være en vigtig kontrol af mængden af planteplankton.

Hvordan er tærskelen dannet?

Det er klart at tærskelen mellem Kattegat og inderfjorden er styrende for både fjordens miljø og for de geologiske forhold i dag. Man har tidligere antaget, at der, på et ikke nærmere bestemt sted i yderfjorden, lå en højtliggende ryg af kalk eller istidsdannelser tværs over fjorden, men som vi skal se, synes det ikke at være tilfældet.

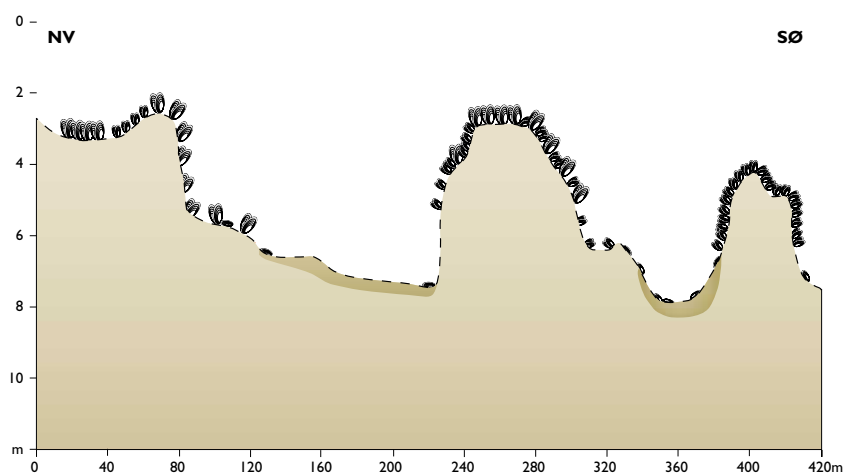
I den indre del af fjorden indenfor Lundals-tørven er dyndlaget 1 til 5 m tykt, sjældent mere (fig. 9C). Der lægger sig altså 10 til 100 cm dynd pr. tusind år, tal der svarer til de fleste andre fjorde. Det var derfor lidt overraskende, da det viste sig, at det marine dyndlag er ca. 20 m tykt, og når mindst ned til kote minus 30 m ved Fladbjerg (fig. 9 B) og nord for Dania, og til kote minus 20m ved Hadsund (fig. 9 A). Det betyder at det dybe bassin udfor Mariager indenfor de sidste 7000 år strakte sig væsentlig længere østpå. Tørveforekomster, der afspejler gamle landoverflader, findes under de marine lag ved Hadsund i kote minus 15 m, inderst i Ajstrup bugt i minus 11 og i minus 13 m, og under Als i minus 8 m; det viser, at der er aflejret mindst 10 m marint sediment også i den ydre del af fjorden. I disse områder er fjorden nu lavvandet, medens der stadig er dybt længere inde i det centrale bassin ud for Mariager. Hvorfor nu det? Bassinets nordøst-skråning er sandsynligvis dannet ved aflejring af dynd. Bassinet er altså under opfyldning fra øst. Der findes ikke større kilder til sedimentmateriale, f.eks. større vandløb eller tegn på omfattende kysterosion i yderfjorden eller omkring Dania, men måske er der stedvis eroderet i fjordbunden som følge af

landhævningen. Forklaringen på de tykke aflejringer kunne være, at der gennem tiden er tilført meget store sedimentmængder ind fra Kattegat, som blandet med lokalt materiale er aflejret på bunden af Mariager Fjord, hvor der er plads. Ved Hadsund ligger toppen af de tykke marine aflejringer et par meter over havniveau (fig. 9A), så her må de være afsat tidligere end ca. 4000 år før nu, medens havniveauet var højere, så dannelsen af tærskelen er gået stærkt.

Forholdene minder meget om et delta kommende fra havet med tidevandsrenden som flod og yderfjorden som den sandede flodslette, hvis niveau i det væsentlige er styret af havspejlets niveauet (se næste artikel). Denne slette skråner regelmæssigt, ganske svagt indad i fjorden. De stejle skråninger ned mod det dybe bassin i inderfjorden vil da være et vigtigt aflejringsområde "for-

an deltaet" for finkornet materiale, ud for "flodens" munding (se fig. 2). Her er der ro og plads til aflejring. Hvis denne hypotese er korrekt, er der grund til at tro, at en betydelig del af det finkornede materiale, der aflejres på skråningerne ned mod det dybe bassin, stammer fra Kattegat, tilsat organisk materiale og skaller dannet i fjorden eller jord tilført fra land. Det må understreges, at ideen om et "havdelta" og den deraf følgende sedimenttransport ind fra Kattegat kun er en hypotese, der må underbygges ved fremtidige undersøgelser.

Figur 20. Et skematisk snit over skråningen på landgrunden og lokale småbanker udfor Virebrøgd. Disse muslingebanker kaldes lokalt for tørv. "Tørv" er enten banker, der efterhånden er bygget op af muslinger på naturlige forhøjninger i underlaget, eller, specielt udfor Dania er dannet af små bunker af dumpet jord



Sandflugt om Hohøj

Mit land, så langt som jeg kan se, står rejst i vrede;
mit lille land, som jeg har kendt i smil,
i gråd, står mørkt af had.

I dage drev der truseltunge skyer
- i nætter lød der brøl og varselkvad;
- mens disen svøbte sig om fjerne byer,
lå mørket på den afgrundsvide hede.

En storm, mer rodyrond end jeg har kendt,
har blottet tænder;
- tre mile rundt - og tyve til måske
er marker flænset op.

Hvor himlen ses, er nattesorte skyer,
som blytungt hænger over højens top;
- og ingen aner landets fjerne byer
så lidt som grænserne, hvor vreden ender.

En røg af mange agres sand hinsides vandet
- en blåbrun røg af sodfint sand, af grus,
af markens muld
- en mange miles drift af tykke bølger
- og nye drifters hastigt fødte kuld
- og stadig - stadig nye floder følger
og går som serpenter over landet.

Mit land, så langt som jeg kan se, står rødt i hede;
mit lille land, hvis blidhed, ynde, smil er prist i kvad;
- mit land er brøl og gny af friske lunger
- mit land er larmende og havfrisk had.
- Gid landets havvandsblå og lyse unger
må drikke af dets skrankeløse vrede.

Nis Petersen, Hohøjdigte.

Yderfjorden



Af Christian Christiansen, Geografisk Institut, Københavns Universitet.

Yderfjorden er et Vadehav i miniformat. Man genfinder de samme landskabsformer, de samme plantearter og de samme sedimentfordelingsmåder. Godt nok er tidevandets størrelse kun 0,4 m i sammenligning med det sydvestjyske vadehavs 1,6-1,9 m. Men vandstandsændringer fremkaldt af vinden kan være fra -1,2 m til + 1,4 m. Kraftige vestenvinde giver de højeste vandstande, da der i sådanne situationer stuvendes vand ind i Kattegat fra Nordsøen.

Det flade landskab

Som det kan ses på foto fig. 21 og forsiden, er de lavvandede vader på begge sider af sejlrenden markante landskabselementer i yderfjorden. Vaderne blev meget detaljeret opmålt i 1969-70. Opmålingerne viste, at vaderne kun hælder ganske svagt ud mod sejlrenden. På kanten af sejlrenden er dybden stadig kun 20 cm i forhold til Dansk Normal Nul. Tilsvarende skal man 1200 m ud i Kattegat før dybden bliver mere end 20 cm. De ringe dybder betyder, at store dele af vaderne er tørlagte ved lavvande. Blæser det samtidig lidt fra øst er alle vaderne tørlagte. Sådanne situationer er meget almindelige om foråret.

På kanten af sejlrenden kan man nogle steder se lysere partier. Det er banker (levéer) aflejret af det stigende vand, når det med fal-

dende strømhastighed begynder at brede sig ud over vaderne fra sejlrenden. Toppen af nogle af levéerne er koloniseret af blåmuslinger. De ses som mørke linier langs sejlrenden.

Dele af vaderne er senere blevet genopmålt. Det drejer sig om områderne omkring henholdsvis Treskelbakke Holm og omkring Lille Plet og Store Plet. En sammenligning af opmålingsresultaterne med 10 års mellemrum viser, at der sker langt mere aflejring end erosion på vaderne. Aflejringshastighederne har generelt været størst i, og i nærheden af vegetationsområderne. Her er der aflejret helt op mod 10 mm om året. Som gennemsnit blev der på vaderne aflejret 3-4 mm om året. Disse gennemsnit er store, når man sammenligner med den nuværende vandstandsstigning i området. Bedømt fra vandstandsmåleren i Århus er langtidstendensen for vandstandsstigningen for området 0,4 mm om året. Så vaderne, øerne og de øvrige strandeng/marsklignende arealer i yderfjorden, kan altså i det lange løb rigeligt følge med vandstandsstigningen. Detaljerede målinger af aflejring og erosion i 5 testfelter gennem et år fordelt ud over vaden har dog vist, at aflejring ikke er en kontinuerlig proces. Der kan være år, hvor der eroderes mere end der aflejres. Naturlig strandeng er der ikke meget tilbage af i yderfjorden. Som det kan ses på fig. 21 og forsiden er der foretaget landvinding på både nord- og sydsiden. Selvom inddignin-

Figur 21. Luftbilledmosaik over de yderste 12 kilometer af yderfjorden. Danmarks Digitale Ortofoto Kampsax.

gen på nordsiden er fra 1920'erne og de sidste inddigninger på sydsiden kom i 1960'erne, så kan man stadig i den indvundne fjordbund se spor af de gamle render og øer.

Vegetationen

Den vigtigste af de salttålede pionerplanter i yderfjorden, når det drejer sig om landskabsændringer, er Vadegræs. Planten blev importeret til fjorden af den daværende ejer af godset Overgård og udplantet på 3 lokaliteter i perioden 1948-1953. Det var sikkert gode resultater med Vadegræs som sedimentsamler og landvindingsplante i Vadehavet, der gav inspirationen til dens import til fjorden. En isvinter i 1955-56 udryddede dog næsten hele vegetationen. Derfor skete der genudplantning i 1959. Siden har planten spredt sig meget i yderfjorden. I Treskelbakke Holm området på sydsiden af sejlrenden, medførte tilsandingen omkring planten, at øernes areal allerede i 1966 var blevet forøget med 120000 m². Planten kan tåle at være vanddækket i halvdelen af højvandsperioden (svarende til arealer der ligger over + 9 cm). Så når den har spredt sig over sådanne arealer, går spredningen senere kun langsomt. På nordsiden spreder planten sig især ved øen Lille Plet, der i dag af samme grund er ved at være landfast.

Sedimenterne

Sammenlignet med sedimenterne i inderfjorden er sedimenterne i yderfjorden generelt grove og sandede og de har kun et indhold på nogle få procent af organisk materiale. Der sker dog en naturlig sortering af sedimenterne i yderfjorden. De groveste sedimenter findes i sejlrenden, hvor strømhastigheden er størst. Sedimentets korn-

størrelse falder ind over vaden, således at kun det helt fine materiale kan transporteres helt ind mod kysten og mod øerne. Specielt i og omkring vegetationen findes finkornet sediment. Det er konstateret, at vegetationen ved at yde læ for aflejring har indflydelse på sedimentets kornstørrelse helt op til en afstand af 400 m. I takt med at vegetationen har spredt sig, har større are-

aler altså fået tilført blivende aflejring af finkornet sediment.

Også i sejlrenden sker en sortering af sedimentet. Tidevandets størrelse (og dermed også strømhastighederne) bliver mindre ind gennem fjorden. Derfor kan man konstatere, at sedimentet i sejlrenden ind gennem fjorden bliver finere og får et større organisk indhold.



Mariager Fjord og ...



SAMFUNDET

Mariager Fjord og området omkring den anses af mange for at være et af de smukkeste steder i Danmark. Så fjorden og dens omgivelser bliver nydt i mange sammenhænge.

Lystsejlere fra nær og fjern gæster hyppigt fjorden, der også anvendes til windsurfing og vandskisejads.

Fuglekiggere følger udviklingen i yderfjorden, der er EU-fuglebeskyttelsesområde og Ramsar område og vigtig rasteplass for mange fugle bl.a. den lysbugede knortegås.-Fritids- og lystfiskere prøver lykken, lige som der stadig foregår et vist erhvervsfiskeri i fjorden.

Mange går ture i de store fredede områder langs fjorden, hvor stier og landskabspleje giver mulighed for at opleve fjorddalens storslåede form.

Selv et lille profil i kalken er bevaret tæt ved det specielle fabriksmiljø på Skarodde.



FORSKNINGEN

Mariager Fjord er ekstrem med hensyn til næringsindhold i vandet og den deraf følgende produktion. Vandet bliver længe i fjorden, og tilløb til fjorden er rimeligt nemme at overskue. Det er et godt sted at studere eutrofieringsprocesserne i fjordmiljøer. Hvor meget er natur og hvor meget forurening? Selvom det iltfrie bundvand og det sorte dynd er ildelugtende så er de en del af naturen og vigtige kemiske processer sker i dette specielle miljø. Havområder med næsten permanent iltfrie forhold i bundvandet er sjældne, og der findes ikke lignende forhold i andre danske fjorde. Der er dog mange steder, hvor bunden og bundvandet udsættes for iltvind nogle måneder hver eftersommer, så iltvind og fiskedød er aktuelle emner. Permanent iltfrie forhold, også kaldt anoxiske forhold, skal man ellers rejse langt for at studere f.eks. til den Centrale Østersø eller Sortehavet.

Amterne har gennem 20 år en til flere gange om måneden målt saltholdighed, temperatur, næringsalte og mængden af plankton, hertil kommer de årlige undersøgelser af planter og dyr. Denne værdifulde serie af målinger, der fortsættes er en fortrinlig baggrund for mere specialiserede undersøgelser af processerne i fjorden. Hertil kommer at Århus Amts undersøgelseslekkab "Marie" ligger klart til brug, kun et par timers kørsel fra Universiteterne i Århus og Ålborg Det gør den smukke og let tilgængelige Mariager Fjord til et meget interessant studieobjekt.



MILJØET

Mariager Fjords form, med en lavvandet ydre del og en meget dyb indre del, betyder at vandet opholder sig i meget lang tid i Inderfjorden. Den er derfor fra naturens hånd meget sårbar overfor forurening. Den kraftige tilførsel af næringsstoffer medfører, at det biologiske system er skrøbeligt, og en stille sommer eller en lang isvinter vil igen kunne give omfattende iltvind.

Amterne har lavet en regionplan, med målsætning og kvalitetskrav for fjorden. Målene er langt fra opfyldt. For at miljøtilstanden skal blive bedre, er det nødvendigt at nedbringe både tilførslen af kvælstof og fosfor. Dels ved at omlægge intensivt drevet landbrugsjord til våde enge eller skov. Dels ved at mindske udvaskningen af nitrat fra de dyrkede arealer ved at nedsætte tilførslen af kvælstof og undgå overgødskning. Endvidere er der stillet krav om yderligere reduktion af udledninger af fosfor fra rensningsanlæg.

Her kan man læse videre

Bøggild, O.B., 1918: Den vulkanske Aske i Moleret. DGU I. Række Nr. 33.

Christiansen, C., 1997: Iltsvind i Mariager Fjord - hvorfor kom det i 1997?. Geologisk Nyt 6/97, 12-14.

Jessen, A., 1920: Stenalderhavets udbredelse i det nordlige Jylland. DGU II. Række Nr. 35, 112 pp.

Larsen, B., 1998: Mariager Fjord sedimentkortlægning Hobro-Hadsund 1998. Udført for Århus og Nordjyllands Amter. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelses Rapport 1998/41

Larsen, G. & Kronborg, C., 1994: Geologisk Set. Det mellemste Jylland, En beskrivelse af områder af national geologisk interesse.

Udgivet af Miljøministeriet og Geografforlaget.

Lykke-Andersen, H., 1992: Nogle hovedtræk af Kattegats kvartærgeologi- foreløbige resultater af en seismisk undersøgelse 1988-1991. Dansk geologisk Forenings Årsskrift 1990-91, 57-65.

Madsen, V., 1918: Om Tertiæret ved Mariager Fjord. DGU IV. Række Bd. I Nr. 8.

Mortensen, H.B., 1995: Danmarks Smukkeste fjord - en tur rundt om Mariager Fjord. Forlaget Rebild.

Petersen, Nis, 1954: Digte, udgivet ved Hans Brix. Gyldendal. 218 pp.

Ravn, J.P.J., 1907: Molluskfaunaen i Jyllands

Tertiæraflejringer, en paleontologisk-stratigrafisk Undersøgelse. Videnskabernes Selskabs Skrifter, 7 Række, Afd. III 2

Ødum, H., 1926: Studier over Daniet i Jylland og paa Fyn. DGU I. Række Nr. 45.

Ødum, H., 1969: Kvartæret omkring Hobro. DGU IV Række Bd. 4 Nr. 10. 23 pp.

Århus Amt & Nordjyllands Amt, 1998: Mariager Fjord, udvikling og status 1997* (* fås fra Natur og Miljøkontoret, ÅA 89446666 eller Miljøkontoret NA 96351000)

Alle målinger holdes opdateret på:

www.mariagerfjord.dk

Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS) er en forsknings- og rådgivningsinstitution i Miljø- og Energiministeriet.

Institutionens hovedformål er at udføre videnskabelige og praktiske undersøgelser på miljø- og energiområdet samt at foretage geologisk kortlægning af Danmark, Grønland og Færøerne.

GEUS udfører tillige rekvirerede opgaver på forretningsmæssige vilkår.

Interesserede kan bestille et gratis abonnement på **GEOLOGI - NYT FRA GEUS**. Bladet udkommer 4 gange om året. Henvendelser bedes rettet til: Knud Binzer.

GEUS giver i øvrigt gerne yderligere oplysninger om de behandlede emner eller andre emner af geologisk karakter.

Eftertryk er tilladt med kildeangivelse.

GEOLOGI - NYT FRA GEUS er redigeret af geolog Knud Binzer (ansvarshavende) i samarbejde med en redaktionsgruppe på institutionen.

Skriv, ring eller e-mail:
GEUS

Danmarks og Grønlands
Geologiske Undersøgelse
Thoravej 8, 2400 København NV.

Tlf.: 38 14 20 00

Fax.: 38 14 20 50

E-post: geus@geus.dk

Hjemmeside: www.geus.dk

GEUS publikationer:

Hos Geografforlaget kan alle GEUS' udgivelser købes.

Henvendelse kan ske enten på tlf.:

63 44 16 83 eller telefax: 63 44 16 97

E-post: go@geografforlaget.dk

Hjemmeside: www.geografforlaget.dk



Adressen er:

GEOGRAFFORLAGET 5464 Brenderup

ISSN 1396-2353

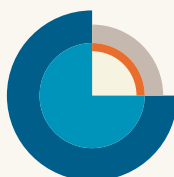
Produktion: Gitte Nicolaisen, GEUS

Tryk: From & Co.

Illustrationer: Gitte Nicolaisen,
Benny Schark og Nordjyllands Amt.

Omslag: Mariager Fjords udløb.

Foto af: Luftfotografen Erik W. Olsson



GEUS