

Limfjordens Moler - 7. klasse

Teori

Teori om Moler

Moleret er et unikt kendetegn ved den vestlige del af Limfjorden, hvor især naturen på Mors og Fur er præget af denne særlige sedimenttype. Moleret blev dannet for cirka 55 millioner år siden, da aflejringer af skaller fra kiselalger sammen med ler og vulkansk aske skabte det, vi i dag kender som moler. Moleraflejringen er også kendt som Fur-formationen.

Dannelse af moler

Moleret opstod i den tidlige del af Eocæn. Den eocæne tidsalder strakte sig over 22 millioner år og fandt sted mellem 56 og 34 millioner år siden.

For omkring 55 millioner år siden var Mors og resten af Danmark dækket af havvand. På dette tidspunkt var klimaet i området subtropisk.

Ved indgangen til Eocæn skete en pludselig og voldsom temperaturstigning. Det medførte store forandringer i dyre- og plantelivet – både på land og i havet. Forskere, der beskæftiger sig med nutidens klimaændringer, ser ofte netop på denne temperaturstigning som en parallel til den udvikling, vi oplever i dag.

I den eocæne tidsalder var havet rigt på kiselalger, som sank til bunds, når de døde. På havbunden var der ofte meget iltfattige forhold, hvilket betød, at nedbrydningen af de døde alger foregik meget langsomt. Derfor blev de oplagret i bunden og blev med tiden omdannet til moler.

I denne periode bevægede den nordamerikanske tektoniske plade sig væk fra den europæiske. Det betød, at Grønland langsomt fjernede sig fra Nordeuropa. Disse pladebevægelser udløste talrige vulkanudbrud omkring Grønland, Storbritannien og Norge. Færøerne blev dannet af lava fra nogle af disse vulkaner.

Kiselalger – også kaldet diatoméer – er en gruppe mikroalger, der typisk er brune eller gulbrune i farven. De er særligt kendt for deres to skaller af kisel, som beskytter cellen. Den ene skal er en smule større end den anden, så de kan passe ind i hinanden som en æske med låg. Der, hvor skallerne mødes, dannes et bælte.



Kiselalger findes både i runde og aflange-former. Kisel kaldes også silikat eller siliciumdioxid, og i dette tilfælde består skallerne af mineralet opal. Når algen dør, bliver skallerne tilbage. De vil langsomt blive nedbrudt, men hvis forholdene er gunstige, kan de ophobes og bevares som en slags kselfossiler.

Vulkanudbruddene sendte store mængder aske op i atmosfæren. Asken blev ført med vinden til det område, der i dag er Danmark, hvor den lagde sig på havets overflade og siden sank til bunds. I dag kan askelagene stadig ses som mørke striber i moleret.

Langt de fleste af de cirka 200 askestriber i moleret har fået et nummer. Askelagene fungerer som gode markører og hjælper med at opdele moleret i forskellige tidsafsnit. Alt efter hvor lagene befinder sig i lagserien, er de nummereret enten positivt eller negativt.



Figur 1 Moler ved Ejerslev Lagune med askelag.

Dette system blev foreslået allerede i 1918 af en naturforsker, som bemærkede, at de tættest liggende og hyppigste askelag findes i den positive serie – den øvre del af moleret. Den underliggende, negative serie indeholder færre og mere spredte askelag. De negative lag er nummereret fra -1 til -45, mens de positive går fra +1 til +140. Om et askelag er klassificeret som positivt eller negativt afhænger af geologiske forhold og bevægelser i de tektoniske plader.

Moler er meget porøst, da det består af 45–65 % rester af døde kiselalger. Når kiselalgerne dør, efterlader deres kisel skeletter små hulrum i sedimentet, hvilket giver moleret dets karakteristiske lette og porøse struktur.

Selvom moleret i sig selv er blødt, findes der hårde sten inde i lagene. Disse kaldes cementsten og blev dannet tidligt i molerets geologiske udvikling. Kalk fra det omkringliggende sediment og kiselalger udfældedes i porerne og samlede sig i klumper, hvor det hærdede og gjorde materialet fast. Cementsten kan indeholde fossiler og er derfor af stor geologisk og palæontologisk interesse.

Fossiler og danekræ

Hvordan opstår fossiler?

Fossiler kaldes ofte forsteninger, selvom det ikke altid er helt præcist. De mest almindelige fossiler er aftryk eller afstøbninger af biologisk materiale som dyr og planter. Fossiler opstår kun under helt særlige forhold. Når en organisme hurtigt efter sin død bliver dækket af ler, mudder, aske eller lignende, kan der opstå betingelser, der gør fossildannelse mulig.

Nogle materialer har lettere ved at danne fossiler end andre. Hårde dele som knogler, tænder og skaller nedbrydes langsomt og har derfor større sandsynlighed for at blive bevaret. Bløde dele som hud, muskler og de fleste plantedele nedbrydes hurtigt efter døden, og det er derfor sjældent, at forholdene er tilstrækkeligt gunstige til, at de bliver fossiler.

Fossiler kan dannes på flere forskellige måder. Nogle organismer, som fx søpindsvin, har en skrøbelig skal, der nedbrydes samtidig med, at det bløde indre rådner. Når hele organismen er væk, kan der være efterladt et hulrum i det omkringliggende sediment. Mineraler, som f.eks. kisel, kan udfylde hulrummet og danne en flintsten i formen af søpindsvinet – en såkaldt stenkerne, der fungerer som et indre aftryk af organismens ydre. Mere holdbare materialer som knogler og skaller kan bevares i god stand, hvis de bliver hurtigt begravet. Over tid vil mineraler trænge ind og udfylde porer og hulrum i materialet, hvilket forstener det og danner et fossil. I nogle tilfælde bevares det oprindelige materiale – især i tænder, som ofte er særligt modstandsdygtige. Andre fossiler dannes ved, at det oprindelige organiske materiale langsomt bliver helt erstattet af et andet stof, f.eks. kisel. Dette ses eksempelvis i forstenet træ. Insekter, der er fanget i rav, betragtes også som fossiler, selvom de ikke er forstenet i klassisk forstand. Rav bevarer dem ofte i enestående detaljeret stand.

Vil du vide mere om fossiler: <https://denstoredanske.lex.dk/fossiler>

Hvad er danekræ?

Danekræ og lovgivningen om dem minder om reglerne for danefæ. Både danefæ og danekræ er genstande af stor historisk eller naturhistorisk betydning for Danmark og tilhører derfor staten. Et danekræ er en jordfunden, naturskabt genstand, som vurderes at have stor videnskabelig eller udstillingsmæssig værdi. Det kan for eksempel være fossiler, dyreskeletter fra istiden, særlige mineraler og bjergarter – samt alle meteoritter.

I dag findes mange unikke fossiler og andre naturhistoriske fund af engagerede amatørgeologer. Ved at kunne erklære sådanne fund for danekræ, sikrer man, at de bliver bevaret og gjort tilgængelige for offentligheden. Finderen bliver naturligvis økonomisk godtgjort for sit fund.

Fossiler i moleret

Havbunden i Molerhavet var meget iltfattig og kunne til tider være helt uden ilt. Derfor finder man kun ganske få fossiler af bundlevende dyr. Sjældne fund af fossiler fra muslinger, søstjerner og andre bundlevende organismer er dog blevet gjort i moleret. Til gengæld findes der mange fossiler af insekter – primært vingede arter, som levede i de omkringliggende landområder. Disse insekter er enten fløjet eller blevet blæst ud over havet og er siden sunket til bunds.

Der er også gjort mange fund af plantefossiler i moleret. Ligesom insekterne stammer planterne fra det nærliggende land og er blevet ført ud i havet af strømme og vind. Det er dog stadig usikkert, præcis hvor disse planter oprindeligt voksede.

Derudover er der fundet fossiler af de fisk, der svømmede rundt i Molerhavet. Den store variation af fiskefossiler giver et godt billede af artssammensætningen og dens udvikling gennem tiden. Der

findes nemlig forskellige fiskearter i de nederste lag af moleret sammenlignet med de øverste lag. Fiskefossilerne i moleret minder meget om de fiskearter, vi kender i dag, og de giver et unikt indblik i den tidligste udvikling af moderne fiskegrupper.

Forskellige lag af moleret er kendetegnet ved forekomsten af bestemte arter. For eksempel er der mange spor efter hajer i Sundby-laget, mens Skarrehage-laget rummer en stor variation af fiskearter.

Blandt de særligt bemærkelsesværdige fund i moleret er skildpadden *Luffe*, der blev fundet i 2008, samt fossiler af fugle. Fuglefossilerne har særlig stor betydning, da fossiler af fugle fra eocæntiden er sjældne. Det var netop i denne periode, at de tidligste moderne fugle – altså fugle fra de samme grupper og ordner, som vi ser i dag – begyndte at udvikle sig. Fossilerne bidrager derfor væsentligt til forståelsen af, hvordan nutidens fuglearter er opstået. Et af de mest spektakulære fund er verdens ældste kendte sangfugl, som blev fundet på Mors i 2021.

Vil du vide mere om moler, fossiler og geologien på Mors, kan du læse bogen *Geologien fortæller: Moler og fossiler* af Henrik Madsen og Jan A. Rasmussen. Den kan blandt andet købes hos Museum Mors eller i butikken "Bøger og Papir" i gågaden i Nykøbing Mors.

Du kan også læse *Molerets historie* af Stig A.S. Pedersen & Gunver K. Pedersen udgivet i Geoviden 2012, 3. Den kan downloades her: https://www.geoviden.dk/wp-content/uploads/2020/11/Geoviden_3_2012.pdf.

Krystaller i moleret

Ikait er en krystal, der består af kalkmineral. Krystallerne dannes ved meget lave temperaturer og er ofte meget porøse. Ikaitkrystallerne, der blev dannet under Molerhavets havbund, blev i nogle tilfælde omdannet til et andet mineral, men beholdt deres oprindelige krystalform. Efter omdannelsen består krystallerne af calcit og kaldes nu Glendonit. Disse krystaller er mere stabile end ikait.

Selvom ikaitkrystaller kun findes i nogle få lag af moleret, er de relativt almindelige i visse molergrave på Mors.

Landskabsdannelse på Mors

Landskabet på Mors er blevet dannet af en række forskellige faktorer, hvoraf isfremstød under istiderne har været en af de vigtigste. Temperaturskift har fået iskapen til at vokse og trække sig tilbage skiftevis. Når det blev koldere, bevægede isen sig længere sydpå, og når det blev varmere, smeltede isen, og randen trak sig længere mod nord.

Fremstød af iskappen skubbede underlaget op foran sig, hvorefter isen trak sig tilbage i en periode, før den igen bevægede sig fremad. Denne bevægelse skabte bølger i jorden, der kaldes folder og forkastninger, og disse kan ses ved klitter, hvor moler og askestriber er tydelige. Når underlaget bliver skubbet frem på den måde, bliver det presset opad og danner bakker.

Hele Nordmors er på den måde skabt, da den gamle molerhavbund blev skubbet op og æltet af iskappen. Askelagene ligger derfor i bølger og bøjer op og ned.

Når isen smelter og trækker sig tilbage, sker der to vigtige ting: For det første var smelte vandet fra isen med til at forme landskabet. Derudover spillede den måske 500 meter tykke (eller endda tykkere) iskappe en væsentlig rolle. Iskappen var tung og lagde et stort pres på de områder, den dækkede. Da dette pres forsvandt, reagerede jorden ved at blive løftet – en proces, der kaldes landhævning.

Erosion er udtrykket for nedbrydning af jord og sten. Det er en naturlig proces. Landskabet kan eroderes af vind, regn eller andre naturfænomener.

Erosion fra vind og vejr, samt smelte vandet fra isen, har derfor været med til at forme de dale og landskabsformer, vi ser i dag.

Molerindustrien

I 1800-tallet begyndte man så småt at få øjnene op for molerets egenskaber. Det blev blandt andet foreslået, at man kunne bruge det til isolering på grund af dets ringe evne til at lede varme. I 1880'erne blev der lavet undersøgelser af molerets isoleringsevne samt forsøg, der dog mislykkedes, på at bruge det til cement.

Det var først i 1903, at de første succesfulde undersøgelser af udvinding og anvendelse af moler blev gennemført. Disse undersøgelser fandt sted nær Ejerslev, og man havde nu fået øjnene op for molerets mange egenskaber.

Efter disse undersøgelser voksede den nye industri hurtigt, ledet af Det danske Molerselskab, som havde ansvaret for at sende moler til Frederiksholm Teglværk i København. I 1910 overtog teglværket bruddet og byggede en udskibningshavn, som senere blev udvidet til en større havn. I denne periode blev havne og landingsbroer i Ejerslev, Gullerup, Sundby og Skarrehage bygget, og Mors oplevede en stor vækst.

I 1912 blev moler godkendt som et teknisk anvendeligt materiale af Københavns Universitet. Der var stor interesse for produktet både i ind- og udland. I samme år blev det første lokale molerselskab oprettet – I/S Skarrehage Molerværk, som stadig er aktivt i dag under navnet Skamol.

A/S. Skamol producerer ikke længere moler ved Skarrehage, men har flyttet deres virksomhed til Fur.

Molerværket ved Skarrehage blev købt af Damolin i 1977. Damolin blev i 2017 overtaget af Imerys, som i dag driver værket på Nordmors og et værk på Fur.

I 1920 startede Ejerslev Molerværk, som lavede de første porøse isolerende mursten. I den efterfølgende periode blomstrede Mors, og byer som Ejerslev oplevede stor vækst. Der var international interesse for produktet, og det var ikke usædvanligt at høre både engelsk og tysk hos købmanden i Ejerslev.

Udskibningen af moler fra Ejerslev havn stoppede i 1970, men udvindingen fortsatte. I dag ejes området af flere virksomheder, heriblandt Skamol, og moleret fra graven bearbejdes på værket i Skarrehage.

Efterhånden som industrien ændrede sig, blev havnen i Ejerslev for lille, og meget af industrien flyttede væk. Da industrien startede, blev moleret gravet med håndkraft. I dag har vi maskiner, der gør arbejdet lettere, og derfor er der ikke brug for samme mængde ansatte som i molerets storhedstid. Selvom molerindustrien i dag er mindre, har den sat varige spor på Mors.

Vil du vide mere om molerindustriens historie, kan du læse bogen *Molerindvinding på Mors* af Bo Brix, 1985. Denne kan bestilles på biblioteket.

Molerets egenskaber

Moler er gennem tiden blevet brugt til mange forskellige ting. Den særlige sammensætning giver nemlig moleret helt særlige egenskaber.

Fordi moleret er fyldt med kiselalger, har det en meget høj porøsitet. Det vil sige, der er masser af små lufthuller i moleret. Det er med til at gøre det til et meget let materiale, og det kan flyde på vand. Derudover har det en dårlig evne til at lede varme og de sten, man laver af moleret er ildfaste.

Her er en række ting, som moleret er blevet brugt til gennem tiden:

- Isolering blandt andet i form af mursten, der kan bruges til ovne, skorstene eller bygninger (Der blev blandt andet brugt Skamol-plader til isolering af undervisningslokalet på Dansk Skaldyrcenter)
- Dynamit
- Kattegrus
- Gødning
- Filtrering under ølproduktion
- Tilsætning til dyrefoder

- Bærestof til ukrudtsmiddel og insektmiddel
- OSV...

I dag bliver det dog mest brugt til isolering, kattegrus og til moler-granulater, der kan bruges til at suge kemikaliespild op i industrien.

Man kan dykke meget mere ned i de fysiske og kemiske egenskaber af moler. Det bliver dog meget hurtigt på et meget højt niveau.