

NR. -

02

·2023·

geo viden

VADEHAVET

KAN DANMARKS UNIKKE

VÅDOMRÅDE KLARE

KLIMAFORANDRINGERNE?



VADEHAVET ER 8000 ÅR
OG (GEOLOGISK SET)
KUN EN VÅRHARE!

DYK NED OG BLIV KLOG
PÅ TIDEVANDETS
FORUNDERLIGE DYNAMIK

VIDUNDERLIGE, VIDTSTRAKTE VADER

Vadehavsområdet i det sydvestlige Danmark er helt unikt set med geologiske briller, så vi bestemte os for at lave et helt blad om det.

Sandet er blødt og vådt, og det føles lidt som smør mellem mine bare tæer. Når jeg løfter blikket, er der sand, næsten så langt øjet rækker, og på hele fladen har vandet printet et sirligt, bølget mønster ned i den blotlagte havbund. Farverne er brune og grå, himlen er blå, og det skarpe genskin i de mange pytter får mig til at misse med øjnene. I horisonten skummer bølgerne. Dér går kanten af havet, men der er langt derud lige nu, og jeg nøjes med spejde efter sæler og lade vinden æ min kind.

Jeg står ved Vadehavet, og måske har du selv været der? Uanset hvad er det ikke svært at få øje på, hvad der er særligt ved det store vådområde, som udgør den sydlige del af den jyske vestkyst. Det er så unikt og enestående et sted, at det både er dansk nationalpark og UNESCO Verdensarv – og så må det være værd at kigge nærmere på. For Vadehavet ligner ikke noget, vi kan se andre steder i Danmark. Med landets største tidevandsforskel, vidtstrakte mudderflader og brede strande med blødt, hvidt sand (som man kan surfe på!) er landskabet helt sit eget, og i dette nummer af Geoviden er du inviteret med på tur!

På de følgende sider kan du få et indtryk af, hvad Vadehavet er for en størrelse, når vi udfolder historien om, hvordan området blev dannet for bare 8000 år siden – det er faktisk ikke så længe siden i geologisk perspektiv. Vi dykker både ned i landskabets byggesten,

der består af blandt andet barrierøer, marsk, tidevandslaguner og -dyb, og i begreber som f.eks. sedimentbudget, kystklemning, diger og slikgårde.

Du får også forklaret, hvorfor både fugle og mennesker valfarter til vaden, og ikke mindst, hvordan samspillet – og nogle gange kampen – mellem menneskets interesser og aktiviteter og naturen med hav, bølger, vind og sand i århundreder har udspillet sig netop der.

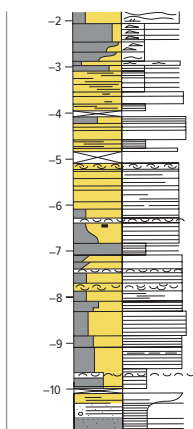
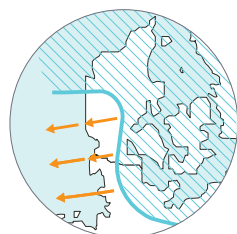
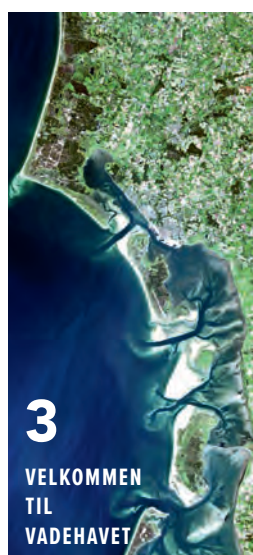
Der er ingen tvivl om, at der i Vadehavet er stærke kræfter på spil. Det er et område, hvor landskabet er i konstant udvikling, og med klimaforandringer og stigende havniveau er det nærliggende at fundere over, hvordan denne helt særlige del af Danmark vil reagere, så det spørger vi selvfølgelig også en forsker om.

God læsning – og pas på! Du vil nok få lyst til selv at få vind i håret og sand mellem tæerne på de vidunderlige vader.



FIE KRØYER DAHL
REDAKTØR OG SKRIBENT

INDHOLD



16
ALT ER GENSIDIGT
AFHÆNGIGT AF
HINANDEN I VADEHAVET



VADEHAVET

HVAD: Vådområde domineret af tidevand og sand.

HVOR: Fra Ho Bugt nord for Esbjerg i Danmark til Den Helder i Holland.

SAMLET AREAL: 11.500 km²

UDSTRÆKNING: 500 km.

STATUS: Dansk nationalpark (1.466 km²) og UNESCO Verdensarv.



TIDEVANDETS VERDEN

Der er stor forskel på høj- og lavvande i Vadehavet – faktisk har området den største tidevandsforskel i hele Danmark. Ved Højer tæt på den tyske grænse kan man opleve en forskel på to meter. Det er tidevandets kraft, som har været med til at danne vadehavsområdet, og det er stadig tidevandet, som dominerer naturen og livet i Vadehavet.



Låningsvejen, som fører til Mandø, kan man kun køre og gå på som her ved lavvande.

Foto: Svend Tougaard



Låningsvejen, som fører til Mandø, er her oversvømmet ved særligt højt højvande.

Foto: Svend Tougaard



STORMFLOD OG TYK HONNING

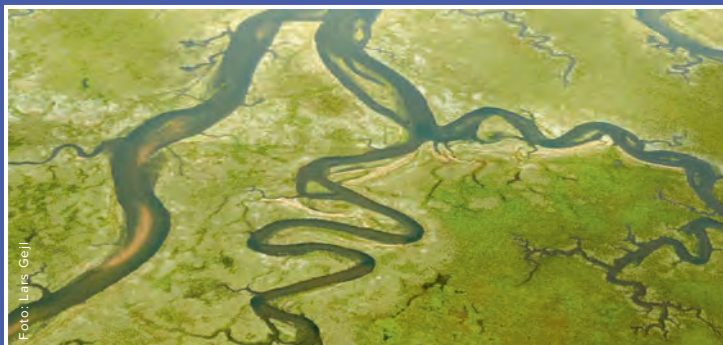
Geoland lader sig rive med af fortællingen om stormfloder ved Vadehavet! Lyt med, når Emil og Mathilde dykker ned i historien.

Find podcasten på geoviden.dk.

VELKOMMEN TIL VADEHAVET!

Få et hurtigt overblik over, hvad Vadehavet er for en størrelse, med Geovidens quickguide til de steder og begreber, som er gode at have styr på, inden du læser videre.

TEKST: FIE KRØYER DAHL · LAYOUT: LUKKE SANDAL



MARSK

På Jyllands fastlandskyst og på dele af de østvendte sider af vadehavsøerne er der marsk. Marsk opstår ved kyster med markant tidevand og er et område med planter, der er gode til at leve i salte omgivelser. I Vadehavet er størstedelen af områderne beliggende bag diger, men ved Skallingen kan man opleve uforstyrret marsk.

Læs mere om marsken på side 22.

TIDEVAND

Ved Vadehavet træder man ind i en verden, som styres af tidevand. Det løber ind og ud af enorme render kaldet tidevandsdyb, der skærer sig ind mellem vadehavsøerne. Intet andet sted i Danmark kan man opleve så stor en forskel på høj- og lavvande, og det er klogt at have respekt for tidevand, vind og vejr, når man færdes ved Vadehavet.

Bliv klogere på, hvordan tidevand fungerer, på side 12.



TIDEVANDSLAGUNER OG VADER

Områderne mellem øer og fastland er tidevandslaguner. På grund af tidevandet er lagunernes vader skiftevis oversvømmede og blotlagte, og her kan man gå en tur (med gummistøvler på), når det er lavvande. Det er også her, at millioner af fugle kommer for at spise de mange smådyr, der lever i muddret.

Forstå, hvorfor vaden er vigtig, på side 24.

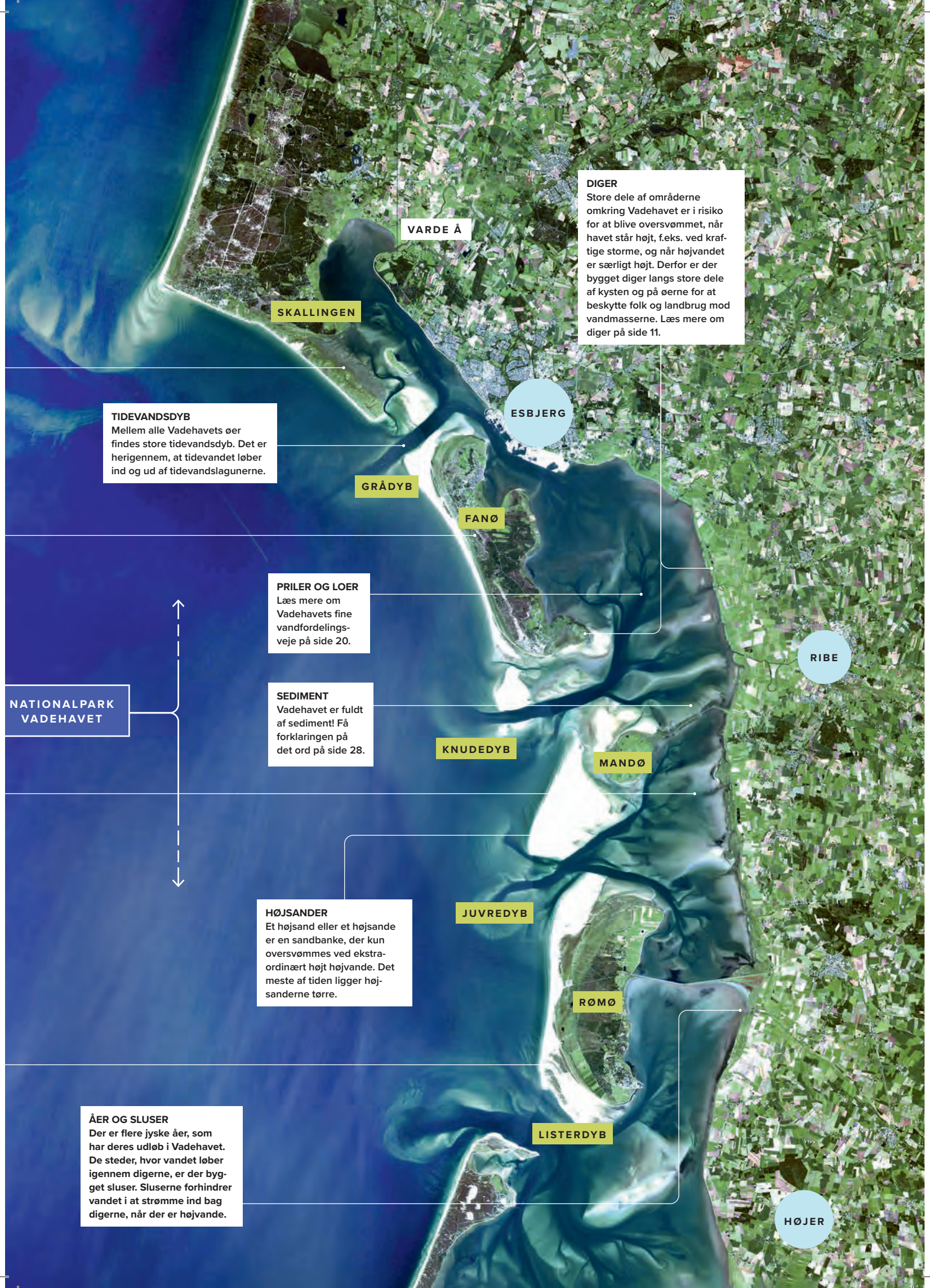
BARRIEREØER

Vadehavet har sin helt egen frontlinje som beskyttelse mod det åbne hav. Den består af øerne Rømø, Mandø, Fanø og halvøen Skallingen samt en række såkaldte højsander. Øerne ligger som perler på snor, og den geologiske term for dem er barriereøer. De er bygget op af sand, og de vestvendte kyster på barriereøerne er kantede af kilometerbrede sandstrande med klitter.

Gå i dybden med barriereøernes geologi på side 19.



NAT
V



DIGER
 Store dele af områderne omkring Vadehavet er i risiko for at blive oversvømmet, når havet står højt, f.eks. ved kraftige storme, og når højvandet er særligt højt. Derfor er der bygget diger langs store dele af kysten og på øerne for at beskytte folk og landbrug mod vandmasserne. Læs mere om diger på side 11.

TIDEVANDSDYB
 Mellem alle Vadehavets øer findes store tidevandsdyb. Det er herigennem, at tidevandet løber ind og ud af tidevandslagunerne.

PRILER OG LOER
 Læs mere om Vadehavets fine vandfordelingsveje på side 20.

SEDIMENT
 Vadehavet er fuldt af sediment! Få forklaringen på det ord på side 28.

HØJSANDER
 Et højsand eller et højsande er en sandbanke, der kun oversvømmes ved ekstraordinært højt højvande. Det meste af tiden ligger højsanderne tørre.

ÅER OG SLUSER
 Der er flere jyske åer, som har deres udløb i Vadehavet. De steder, hvor vandet løber igennem digerne, er der bygget sluser. Sluserne forhindrer vandet i at strømme ind bag digerne, når der er højvande.

NATIONALPARK VADEHAVET

VARDE Å

SKALLINGEN

ESBJERG

GRÅDYB

FANØ

RIBE

KNUDDYB

MANDØ

JUVREDYB

RØMØ

LISTERDYB

HØJER

8000 ÅR OG STADIG UNG

Vadehavet blev dannet efter den seneste istid – i den holocæne epoke – og er derfor, set med geologiske briller, et område, der er opstået for ret så nylig. Det er historien om sediment, bølger og planter tilsat et af Jordens mest kraftfulde fænomener, nemlig tidevand. Og så en hel masse dyreekskrementer. Her får du beretningen om Vadehavets tilblivelse.

TEKST: FIE KRØYER DAHL · LAYOUT: LYKKE SANDAL

1. ISTID I DANMARK
I dele af den seneste istid, Weichsel, var Danmark på en måde delt i to. Den ene del af landet lå under en tyk kappe af is, (den blå skravering), og den anden del var isfri. Randen af isen (den blå linje) gik ned gennem Jylland.

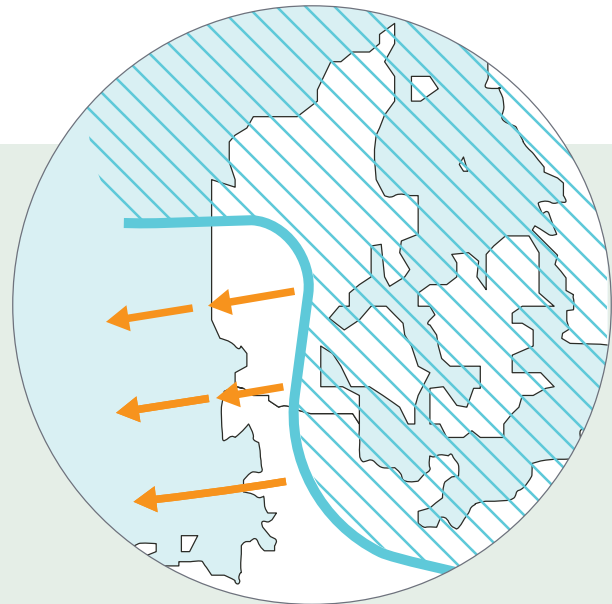


Foto: Johannes Krüger

2. EN SMELTENDE KÆMPEISTERNING
For omkring 11.700 år siden sluttede den seneste istid. Inden da var iskappen begyndt at smelte på grund af stigende temperaturer og blev drænet af store smeltevandfloder. De store floder flød på samme måde, som vandet løber fra en islandsk gletsjer på billedet her (og flød i den retning, som de orange pile på figuren herover). På vejen aflejrede smeltevandet en hel masse sediment i form af sand, sten og grus.

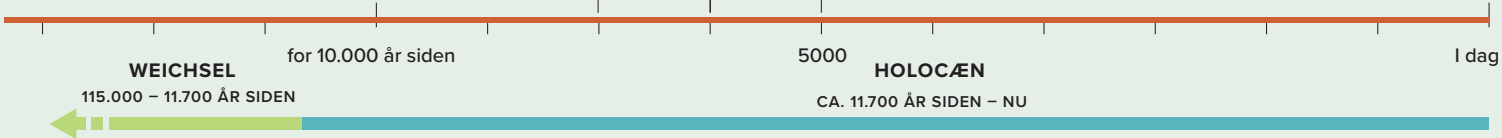
**OVERBLIK:
ET UNGT OMRÅDE**

Rømø og Fanø blev dannet for ca. 7000-8000 år siden.

Tidevandslagunerne blev dannet umiddelbart efter øerne. De ældste sedimentter fra lagune/vade er 7000 år gamle.

Det ældste marsk kender man ikke alderen på, men den er sandsynligvis dannet senere end barrierøer og laguner, formentlig for 5000 år siden.

Halvøen Skallingen blev dannet på bare nogle årtier efter en stor stormflod i 1634.



3. HAVET STEG HURTIGT

Smeltende iskapper fik verdenshavene til at stige. Det gik hurtigt, og på bare nogle tusinde år steg vandet 10 til 20 meter. Havet rykkede dermed tættere og tættere på den kystlinje, vi i dag kender som Jyllands vestkyst, hvor Vadehavet udgør den sydligste del.



4. SÅDAN BLEV BARRIEREØERNE (GROFT SAGT) DANNET

A Landskabet, som smeltvandstrømmene efterlod sig, var jævnt, fladt og sletteagtigt. Med tiden bragte bølger og strøm fra det stigende vand noget af det sand, som tidligere var blevet transporteret med af de store smeltvandstrømme, tilbage mod kysten.

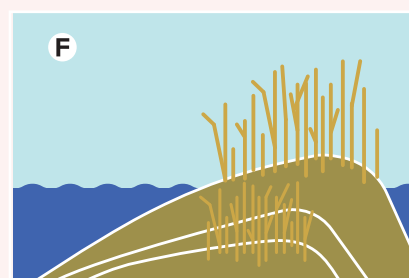
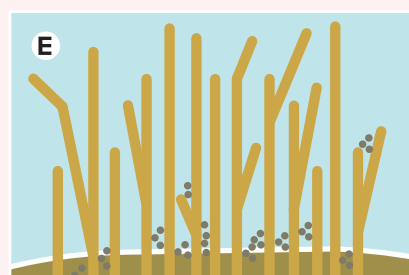
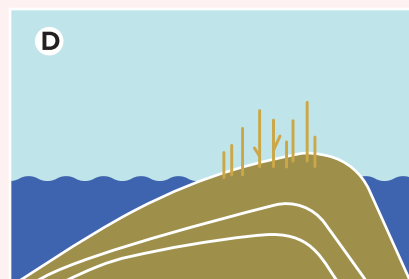
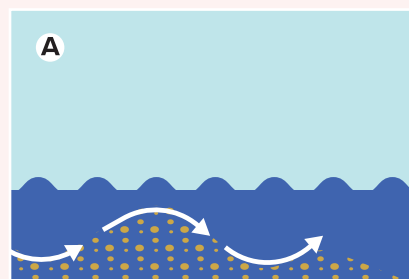
B Sandet aflejrede sig på forhøjninger på den skrånende havbund, og sandbankerne voksede både i højde og bredde og blev langsomt større og større.

C På et tidspunkt blev sandbankerne så høje, at de stak op over vandet og kun en gang imellem blev oversvømmet.

D På de tørrelagte sandbanker indvandrede såkaldte pionerplanter (som hedder sådan, fordi de er særligt hårdføre og derfor er de første, som kommer frem på udsatte steder). Det var blandt andet græsarter som marehalm og hjelme.

E Planterne kunne fange flygende sand mellem stænglerne og holde på det. Det betød, at sandbankerne, som kunne minde om de højsander, vi kan se i Vadehavet i dag, voksede endnu mere både i højde og bredde.

F Sandbankerne med deres bevoksning blev – groft sagt – grundlaget for de første klitter, som bredte sig og på sigt blev til vadehavsøerne Rømø, Mandø og Fanø og halvøen Skallingen.



5. OMSKIFTELIGE FLADER

I området mellem barrierøerne og fastlandet opstod tidevandslagunerne. Det var store flader (kaldet vader) af en blanding af sand, silt og ler, der med høj- og lavvande skiftevis blev oversvømmet og blotlagt. Sådan fungerer tidevandslagunerne stadig i dag.



Foto: J. Frikke

FIGUR 1

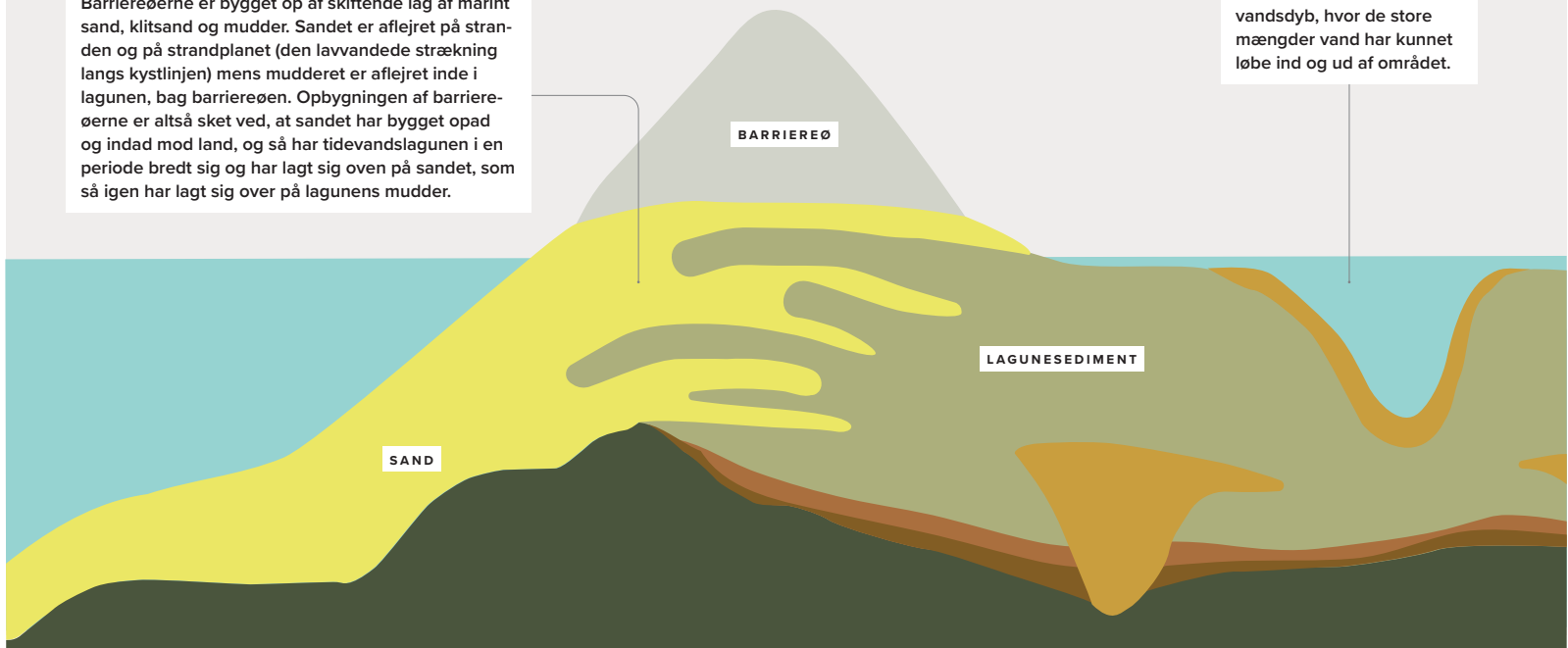
7. TVÆRSNIT AF GEOLOGIEN VED VADEHAVET I DAG

BARRIEREØERNES OPBYGNING

Barrierøerne er bygget op af skiftende lag af marint sand, klitsand og mudder. Sandet er aflejret på stranden og på strandplanet (den lavvandede strækning langs kystlinjen) mens muddret er aflejret inde i lagunen, bag barrierøen. Opbygningen af barrierøerne er altså sket ved, at sandet har bygget opad og indad mod land, og så har tidevandslagunen i en periode bredt sig og har lagt sig oven på sandet, som så igen har lagt sig over på lagunens mudder.

TIDEVANDSDYB

Tidevandet har gravet store render – såkaldte tidevandsdyb, hvor de store mængder vand har kunnet løbe ind og ud af området.



6. MØG FRA SMÅDYR STYRKEDE VADEN

I tidevandslagunens bund levede – og lever – masser af bunddyr, blandt andet muslinger og snegle, som finder føde ved at filtrere vand og fine partikler af ler, sand og silt. Resterne fra måltidet kommer ud som ekskrementer i form af grovere partikler, og den forvandling er til gavn for området, fordi grove partikler er sværere for bølger og strøm at flytte rundt på. På den måde er smådyrene med til at gøre vaden mere modstandsdygtig over for havets nedbrydning.



Dyndsneflen lever oven på vaden og måler kun nogle få millimeter. På en kvadratmeter kan der være op mod 120.000 snegle.

Foto: Wikimedia



Foto: Mikkel Fruergaard

Det meste liv i Vadehavet findes nede i vaden, som f.eks. muslingerne her i afstøbningen, man kan se på Vadehavscentret ved Ribe. Det kræver dog, at der er den rette blanding mellem sandbund og ler, det såkaldte slik. Den største mængde dyr lever på steder, hvor slik udgør op til en femtedel af bunden.



Foto: Henrik Gramat

Slik er et finkornet sediment med højt indhold af vand- og iltbindende organisk materiale, overvejende ekskrementer fra vadens bløddyr, som gør slikken blød, sort og ildelugtende.

TIDEVANDSLAGUNE

Lagunen mellem fastland og barrierøer består af en blanding af sand og ler.

GAMLE
TIDEVANDSDYB

TØRV

MARSK

ISTIDSAFLEJRINGER



Jyllands vestkyst
ud mod Vadehavet

JYLLANDS VESTKYST

I marsken transporteres vandet rundt gennem vidt forgrenede vandveje, der kaldes loer.

Foto: Mikkel Fruergaard



Foto: Bente Fjystenberg Nedergaard

8. MARSKEN VOKSEDE

Med barrierøer og tidevandslaguner på plads var der skabt gode betingelser for den naturtype, der hedder marsk. Den blev dannet på begge sider af tidevandslagunerne, det vil sige på fastlandskysten og barrierøernes østvendte kyster. Marsken opstod netop der på grund af tidevandslagunens rolige forhold og tidevandet, der en gang imellem overskyllede marsken og tilførte den nyt sediment.



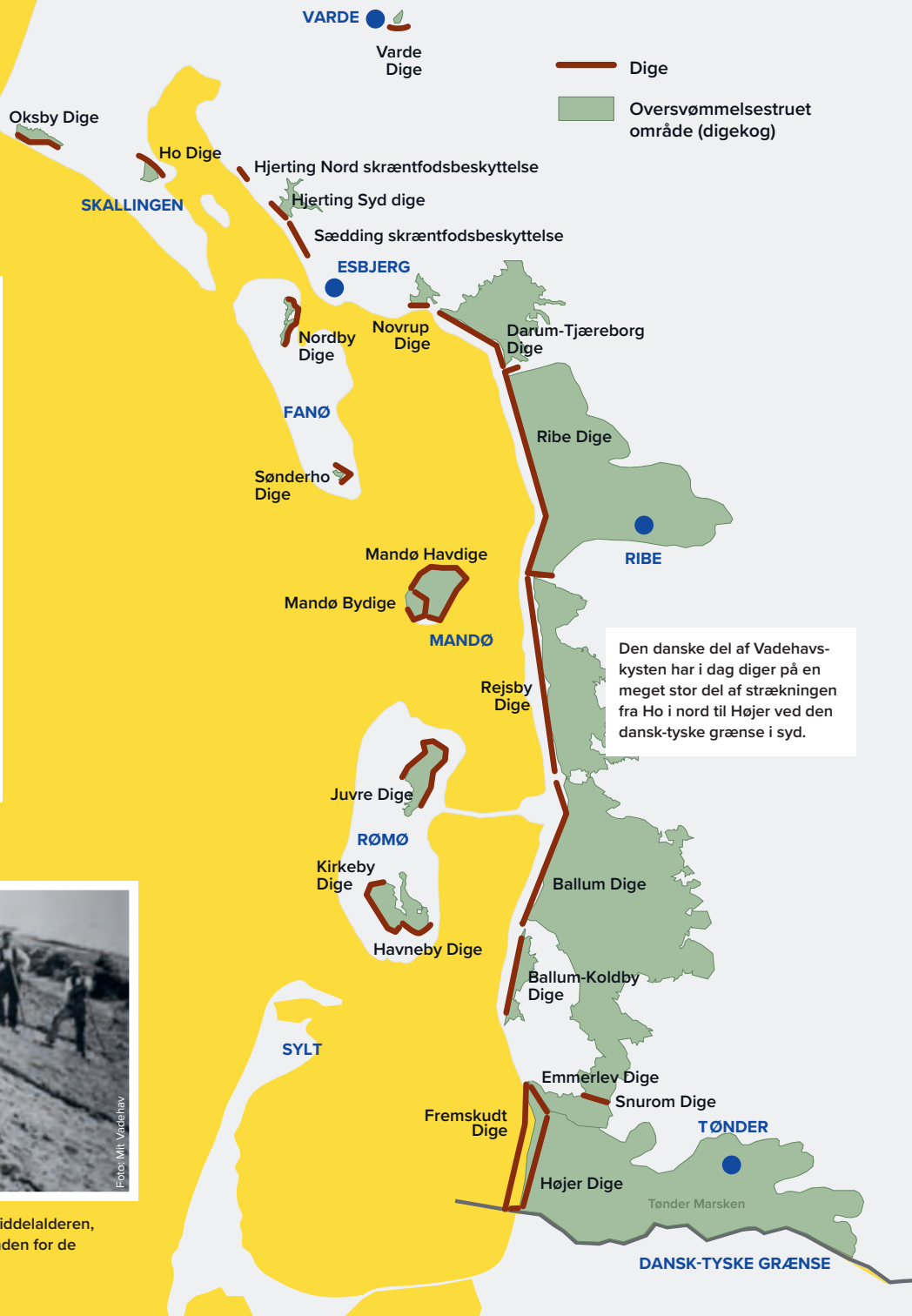
Foto: Bente Fjystenberg Nedergaard

I overgangen mellem vadeblade og fastland, der hvor vadebladen var højest, begyndte der at vokse planter frem, som var gode til at leve i det salte miljø. Hver gang områderne blev oversvømmet, opfangede planterne sedimentpartikler og holdt på dem, og det fik marsken til gradvist at vokse.

Det gør den til dels stadig, men noget (eller nogen) har ændret naturens gang – læs, hvem det er, på næste side ...

FIGUR 2

KORT OVER DIGER I VADEHAVSOMRÅDET



9. MENNESKET BYGGER DIGER

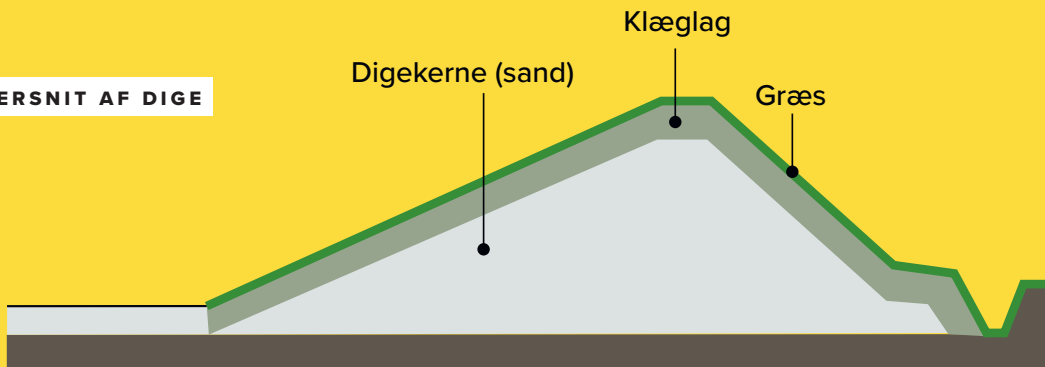
På et tidspunkt i Vadehavets historie var det ikke længere kun naturens kræfter, der definerede området udvikling. Med kilometervis af diger og såkaldte slikgårde på fastlandskysten begyndte vi mennesker at tæmme havet for at beskytte større og mindre byer, som lå i områder, der var i risiko for oversvømmelser, f.eks. ved stormflod (markeret med grønt). Digerne blev også bygget for at indæmme marsken, så den også undgik at blive oversvømmet under stormfloder og dermed blev egnet til landbrug og græssende dyr.

Den menneskelige indgriben har imidlertid betydet, at de sedimentologiske processer i marsken inde bag digerne er standset, og konsekvensen er, at den del ikke længere vokser i højden. Læs mere på side 23.



De første diger blev gravet i Tøndermarsken allerede i middelalderen, men de fleste af de nuværende danske diger er opført inden for de seneste 150 år.

TVÆRSNIT AF DIGE



Et dike er en jordvold, der bruges til kystsikring for at beskytte lave områder mod oversvømmelser. Det er oftest bygget med en sandkerne, overlagt med klæg/ler og beplantet med græs. Diger opbygges af finkornede jordmaterialer, som er gode til at forhindre, at vandet trænger igennem. De moderne diger bliver bygget bredt med en flad hældning ud mod havet, så det langsomt tager energien ud af stormflodens bølger. Samtidig betyder den brede bund, at diget er mere modstandsdygtigt, når vandet står op og trykker mod diget.

Kilde: Nationalpark Vadehavet

Kilde: Kyst.dk (Kystdirektoratet)

DYK NED I DETALJEN:

SÅDAN FUNGERER TIDEVAND

Du har nok bemærket, at vandstanden ikke altid er den samme, når du går en tur langs stranden eller havnen. Det skyldes tidevand – et globalt fænomen, hvor naturens kræfter hiver og trækker i verdenshavene og får dem til at stige og falde flere gange om dagen. Den dynamik kan især opleves ved Vadehavet, og forklaringen på tidevand får du her.

TEKST: FIE KRØYER DAHL • LAYOUT OG ILLUSTRATION: LYKKE SANDAL

Når tidevandet to gange i døgnet ruller ind og ud af Vadehavet, flytter en milliard kubikmeter vand rundt på sand og mudder og skaber revler og sandbanker. I Danmark er Vadehavet det bedste sted at opleve den særlige naturkraft, fordi det er der, tidevandsbølgen – det vil sige forskellen mellem høj- og lavvande – er størst.

Tidevand findes over hele kloden og er et fænomen, hvor både Solens og Månens tyngdekraft og Jordens rotation spiller ind. Det resulterer i, at havniveauet over hele Jorden skiftevis hæver og sænker sig, lidt som en kæmpe stor bølge, der går op og ned. Nogle steder er forskellen på høj- og lavvande helt op til 16 meter. Andre steder, f.eks. i de indre danske farvande, er der stort set ikke tidevand. Fra Skagen og sydover ned langs Jyllands østkyst er tidevandsforskellen under 30 centimeter! Når vandstanden ændres i de indre farvande, skyldes det i højere grad fænomenet vindstuvning, hvor vinden skaber friktion på havets overflade. Det gør, at vandet transporteres fra Kattegat ind i Østersøen, hvilket får vandstanden til at stige. I særlige tilfælde kan det medføre stormflod.



1 Månens tyngdekraft trækker i Jorden, og på det sted, hvor Månen er tættest på Jorden, er dens tiltrækningskraft størst. Netop dér bliver vores planet strakt lidt ud, og samtidig buler Jorden tilsvarende ud på den modsatte side – nøjagtig som en bold, der presses sammen og bliver oval. Og alt vandet følger med!

2 Når Månen trækker i Jorden, og den bliver oval, transporteres vandet med udad i begge sider, og der dannes højvande to steder på Jorden. Det betyder, at vandstanden på resten af Jorden er lavere, og der derfor opstår lavvande.

+
VIL DU OPLEVE
TIDEVAND OG VÆRE
SIKKER PÅ IKKE AT FÅ (ALT
FOR) VÅDE SOKKER? FIND
TIDEVANDSTABELLER
FOR HELE DANMARK PÅ
WWW.DMI.DK



4 I Danmark skifter tidevandet fire gange hver dag, og der er 6 timer og 12 minutter mellem høj- og lavvande ved Vadehavet. Tidevandet rykker sig altså lidt fra dag til dag, og det sker, fordi Månens tur rundt om Jorden er lidt forskudt i forhold til den tid, det tager for Jorden at dreje om sin egen akse.

HVORFOR ER DER HØJVANDE TO STEDER SAMTIDIG?

Der bliver højvande der, hvor Månen er tættest på Jorden, fordi Månen trækker vandet mod sig. Men samtidig er der også højvande på den stik modsatte side af Jorden. Forklaringen på det findes i to vigtige naturkræfter, nemlig tyngdekraften og centrifugalkraften. Her tager vi et kig på de to:

Når du ser ind i en tændt vaskemaskine, er det **centrifugalkraften**, som presser tøj og vand ud mod tromlens sider. Det er den samme kraft, som skabes, når Jorden drejer rundt om sig selv, og den er lige stor overalt.

+

Jordens **tyngdekraft** holder os fast på Jordens overflade, mens vi ikke kan mærke Månens tyngdekraft – den kan vi kun se, (f.eks.) når vi kigger på tidevandet, og den er størst der, hvor Månen er tættest på Jorden, og mindst der, hvor Månen er længst væk fra Jorden.

=

Til sammen skaber de to naturkræfter tidevandet. På den ene side af Jorden er det Månens tyngdekraft, der hiver i vandet, og på den anden side er Jordens centrifugalkraft stærkere end Månens tyngdekraft og kaster vandet væk fra sig – på samme måde som i vaskemaskinen.

HØJVANDE

3 Månens rotation om Jorden og Jordens rotation om sin egen akse betyder, at vandet konstant bliver trukket i en ny retning. Det er den dynamik, som skaber tidevandsbølgen (forskellen mellem høj- og lavvande).

SOLEN ER 147
MILLIONER
KILOMETER
DEN VEJ ...

FISK MED BEN UDVIKLEDE SIG (FORMENTLIG) I OMRÅDER MED TIDEVAND

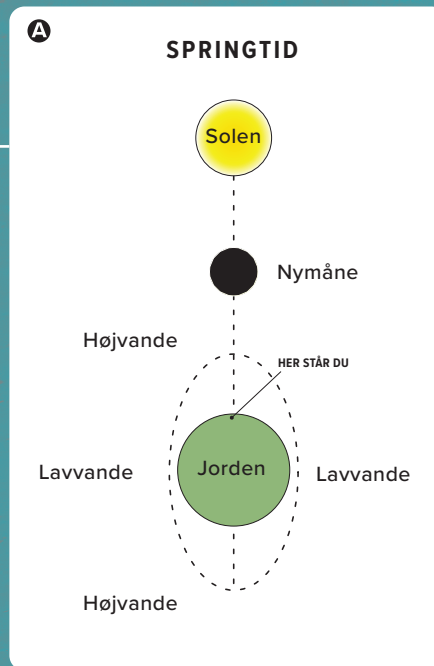
Tidevand har formentlig været en afgørende faktor for, at der udvikledes liv på Jorden. Tidevandszoner ved kysterne har nemlig været det ideelle sted til, at molekyler kunne begynde at sætte sig sammen til celler. Da cellerne senere havde udviklet sig til fisk, var tidevandszonerne igen vigtige, fordi de formentlig gav afsættet til liv på landjorden. Her kunne fiskene have gavn af at udvikle lemmer til at gå på sandet ved lavvande, præcis som dyndspringeren her til højre, der bruger sine finner til at bevæge sig fremad. Nogle fisk udviklede også lunger til at trække vejret med, og derfra var vejen videre op på land oplagt – og sådan startede udviklingen af landdyr.



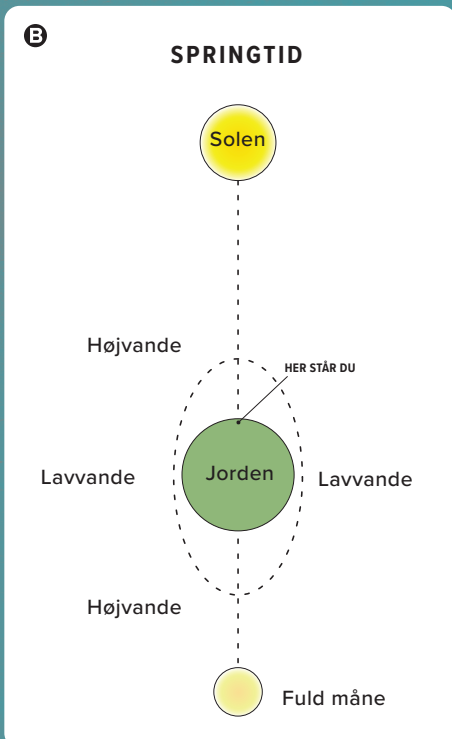
DYK NED I DETALJEN: SPRINGFLOD OG NIPFLOD

FIGUR 4

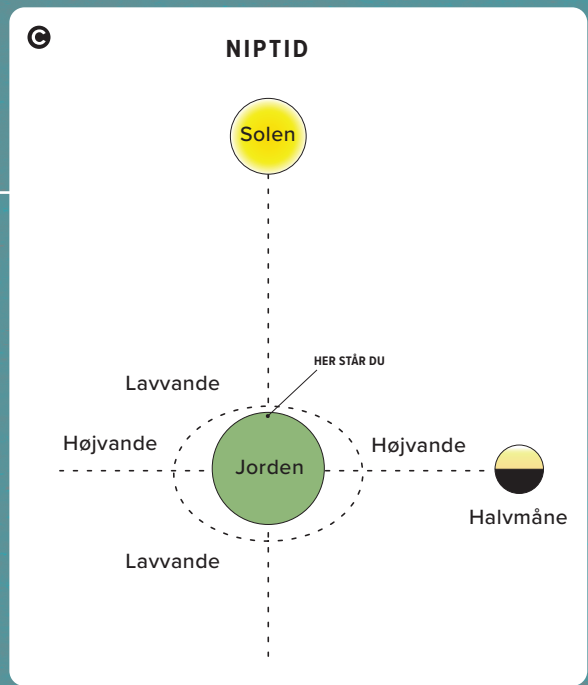
SOLEN FORSTÆRKER MÅNENS EFFEKT
 Det er ikke kun Månen, som har betydning for tidevandet. Det har Solen også, og det viser sig især ved, at den forstærker Månens effekt ved højvande. Det sker cirka hver 14. dag, og når det sker, kaldes det springflod. Springflod indtræffer, når vi fra Jorden ser Solen og Månen i samme retning, det vil sige ved nymåne, hvor Månen ikke er synlig for os.



FULD MÅNE = STØRST TIDEVANDSFORSKEL
 Springflod indtræffer også, når Solen står i modsat retning af Månen (det vil sige ved fuldmåne, hvor vi kan se hele Månen). Ved springflod er højvandet højere end det normale gennemsnit for højvande, og lavvandet er lavere end det normale gennemsnit for lavvande. Derfor er forskellen mellem højvande og lavvande *størst* netop der.

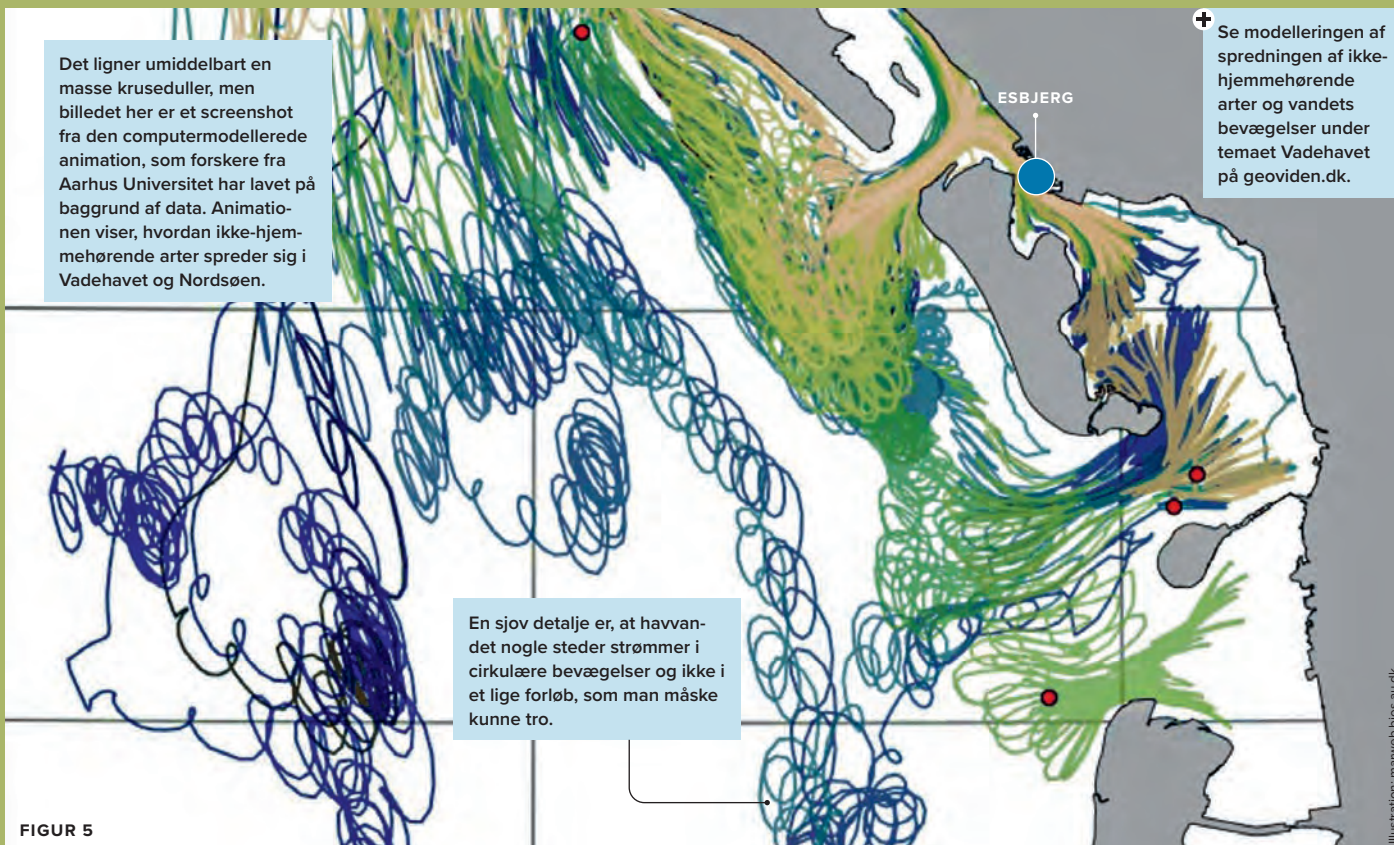


KRÆFTER, DER MODVIRKER HINANDEN
 Nipflod indtræffer mellem to springfloder, når linjen mellem Solen og Jorden står vinkelret på linjen mellem Månen og Jorden. I de to situationer vil Solens og Månens tiltrækningskræfter modvirke hinanden, og derfor er højvandet lavere end gennemsnittet for højvande og lavvandet højere end gennemsnittet for lavvande. Forskellen mellem højvande og lavvande er altså *mindst* netop der.



DET STØRSTE TIDEVAND!

Jordens, Månens og Solens bevægelser styrer, hvor stor forskellen på høj- og lavvande er, og tidevandsforskellen følger en cyklus, der varer lidt under en måned. Men der sker også en ændring ved forårsjævn-døgn og efterårsjævn-døgn – det vil sige de to gange om året, hvor dag og nat er lige lange. Her ligger Jorden, Månen og Solen på samme linje og i samme plan, og på det tidspunkt er afstanden mellem Jorden og Månen allermindst, hvilket giver så stor en tidevandsforskul som muligt.



Det ligner umiddelbart en masse kruseduller, men billedet her er et screenshot fra den computermodellerede animation, som forskere fra Aarhus Universitet har lavet på baggrund af data. Animationen viser, hvordan ikke-hjemmehørende arter spredte sig i Vadehavet og Nordsøen.

+ Se modelleringen af spredningen af ikke-hjemmehørende arter og vandets bevægelser under temaet Vadehavet på geoviden.dk.

En sjov detalje er, at havvandet nogle steder strømmer i cirkulære bevægelser og ikke i et lige forløb, som man måske kunne tro.

Illustration: manwebblos.au.dk

FIGUR 5

UBUDNE GÆSTER BLIVER HÆNGENDE I VADEHAVET

Hvordan bevæger de store mængder vand sig, når de skyller ind i Vadehavet og strømmer ud igen? Det har forskere fra Aarhus Universitet regnet på, blandt andet for at blive klogere på spredningen af invasive dyrearter.

TEKST: FIE KRØYER DAHL · LAYOUT: LYKKE SANDAL

Antallet af dyrearter, som ikke oprindeligt hører hjemme i Danmark, er stigende. De nye arter kommer blandt andet, fordi klimaet ændrer sig, så de i højere grad har mulighed for at finde fodfæste her, og Vadehavet er et af de steder, hvor blandt andet amerikansk ribbegøple, svøvlorm og kinesisk uldhåndskrabe har gjort deres indtog. Men det er ikke alle arter, som er lige velkomne.

”En del af de ikke-hjemmehørende arter er invasive og udgør en trussel mod de dyr, som oprindeligt lever i havmiljøet, for eksempel ved at konkurrere med dem om føde. Det kan gå ud over den biologiske mangfoldighed i et område – men på den anden side er det muligt, at nye arter giver Vadehavets økosystem bedre modstandskraft over for ændringer i havmiljøet,” siger Vibe Schourup-Kristensen, som er biolog og forsker ved Aarhus Universitet på Institut for Ecoscience – Anvendt marin økologi og modellering.

Hun har været med til at regne på, hvordan vandet i Vadehavet bevæger sig, og på den baggrund lave modeller af,

hvordan ikke-hjemmehørende arter transporteres rundt i vadehavssystemet (det kan du se på figuren herover).

UBUDNE GÆSTER SKAL OPDAGES I TIDE

Modellen viser blandt andet, at ikke-hjemmehørende arter, der udsættes på i overfladevandet i Nordsøen, generelt vil blive transporteret væk fra Vadehavet og ikke have nogen betydning for området. Men lander organismerne i de kystnære områder i Nordsøen og inde i selve vadehavssystemet, f.eks. via skibe i havnen i Esbjerg, forbliver de i området, hvor de kan bruge eksempelvis stenrev som midlertidig base til at udvikle og formere sig.

Den indsigt er ifølge Vibe Schourup-Kristensen relevant for arbejdet med naturbevaring og miljøbeskyttelse i Danmark.

”Vores studie peger på, at det er vigtigt at oprette et effektivt overvågningssystem af spredningen af de invasive arter. Så sikrer vi os, at vi så tidligt som muligt opdager ubudne gæster, og at vi følger med i eventuelle ændringer i sammensætningen af arter i Vadehavet,” forklarer hun.

Forskerne har også lavet computermodeller af, hvordan vandet bevæger sig en lang række andre steder i Danmark, blandt andet Roskilde Fjord, Limfjorden og de indre danske farvande, for på samme måde at kunne forstå dynamikker i økosystemet, som f.eks. hvad der skaber iltsvind, eller hvilken effekt etableringen af havvindmøller har på distributionen af invasive arter. •

“ALT ER GENSIDIGT AFHÆNGIGT AF HINANDEN I VADEHAVET”

Vadehavets landskab består blandt andet af barriereøer, laguner, tidevandsdyb og marsk – tilsat et solidt skvæet tidevand. Og ingen af delene kan undværes, hvis de hårfine balancer i systemet skal opretholdes.

TEKST: FIE KRØYER DAHL · LAYOUT: LYKKE SANDAL

Hvis vi sendte en drone et godt stykke op over Vadehavet, ville vi hurtigt få et godt overblik over de forskellige geologiske elementer, som det unikke naturområde består af. Under os ville vi mod øst se fastlandet, kantet af marsken, derefter tidevandslagunerne med de store mudderflader med tidevandskanaler – vaderne – som har givet området dets navn, og mod vest barriereøerne.

Mellem øerne træder tidevandsdybene tydeligt frem som mørkeblå render, der giver plads til, at tidevand, bølger og strøm kan transportere enorme mængder vand, sand og mudder rundt i systemet. Og netop det fine samspil mellem alle Vadehavets bestanddele gør det ifølge geolog og forsker ved De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) Lars Henrik Nielsen til et interessant område, som oven i hatten er dannet i rivende fart:

”Inden for geologien regner vi ofte i millioner af år – men alt, hvad vi kan se ved Vadehavet, er dannet inden for bare årtusinder. Inden for den korte tidsperiode er alle de geologiske elementer opstået – og de er i konstant forandring.”

SKIFTENDE LAG

Det skyldes, at Vadehavet udelukkende består af løse sedimentter, og i modsætning til for eksempel en svensk



LARS HENRIK NIELSEN
GEOLOG OG FORSKER, GEUS

“Der bliver ikke dannet tidevandsdyb, uden at du har tidevand, og der opstår ingen lagune uden en beskyttende barriereø.”

klippekystr er det et landskab opbygget af sand, silt og ler, som er alt andet end statisk. Det ses også tydeligt, når man tager et kig ned i jorden, som Lars Henrik Nielsen med kollegaer har gjort flere steder på Rømø, den sydligste af Vadehavets barriereøer.

Ved hjælp af georadar-undersøgelser, hvor man sender elektromagnetiske bølger ned i de øverste lag af undergrunden og aflæse det signal, der kastes tilbage, kan forskerne afgøre, hvad lagene ned til omkring 10 meter under deres fødder består af. På den baggrund vælger forskerne de bedste steder til at lave en række borer for at kunne undersøge og studere lagene nærmere (se eksemplerne på tolkninger af to boreprøver på modstående side). Med borer i både barriereø, lagune og dæmning gav det et interessant indblik i, hvornår og hvordan hele området er opstået.

”På den måde får vi et billede af dynamikkerne over tid, og hvordan bølger og strøm har dannet området. Resultaterne kan blandt andet bruges i vurderingen af, hvad der kan forventes at ske ved de fremtidige stigninger i havniveau, som følger med klimaforandringerne,” fortæller Lars Henrik Nielsen.

Derudover er boringsresultaterne blevet brugt i undersøgelser af grundvandsmagasiner og geotermiske reservoirer, og til at vurdere muligheden for at lagre CO₂ dybt i undergrunden som en del af den grønne omstilling.

EN HÅRFIN BALANCE

Med geologiske undersøgelser kan vi altså finde ud af, hvordan de meget dynamiske processer, som er knyttet til Vadehavet, har spillet ind i dannelsen af området de seneste mange tusind år. Og ingen af byggestenene kan eksistere uden de andre.

”Alt er gensidigt afhængigt hinanden i Vadehavet. Der bliver ikke dannet tidevandsdyb, uden at du har tidevand, og der opstår ingen lagune uden en beskyttende barriereø. Det er alt sammen lige vigtigt, og det er den hårfine balance mellem alle elementerne, som er afgørende for, at Vadehavet kan eksistere,” fortæller Lars Henrik Nielsen.

Hårfine balancegange findes selvfølgelig overalt i naturen, men geologisk set er det alligevel lidt anderledes på vaden, vurderer han:

”Det er ikke ligesom en bornholmsk klippekyst, som er fast. Vadehavet består af løse materialer, og ændringer i balancen, som for eksempel større havniveaustigninger, end vi ser nu, vil betyde, at alt hurtigt kan forandre sig.” •

BOREKERNER VISER VADEHAVETS DYNAMIKKER

En boreprøve består af en kerne, som bliver analyseret, tegnet op og beskrevet i en figur, der kaldes en sedimentologisk log. De to logs her på siden, Rømø-4 og Rømø-1, viser boreriger lavet i henholdsvis centrum af barrierereøen Rømø og i tidevandslagunen, der ligger mellem ø og fastland.

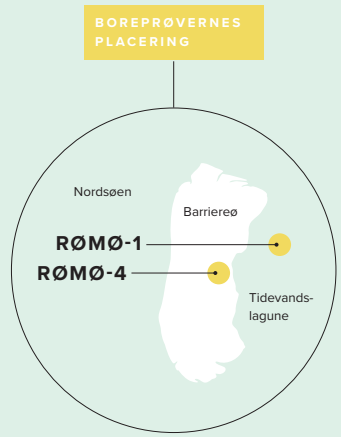
Den venstre søjlehalvdel viser de jordarter, som boreprøven indeholder. De kan aflæses ved hjælp af signaturforklaringen nederst på siden.

Symbolerne i højre søjlehalvdel viser forskellige sedimentstrukturer, f.eks. parallel lejrning (lagdeling) og strømrribber (skrå lejrning). Ud fra det kan man blandt andet bestemme, i hvilket miljø sedimenterne er aflejret, f.eks. om sandet er aflejret i klitter på land eller på havbunden nær stranden.



Krydserne markerer de dele af boreprøven, hvor materialet er faldet ud.

Nederst ses de lag, som er dannet i den seneste istid.

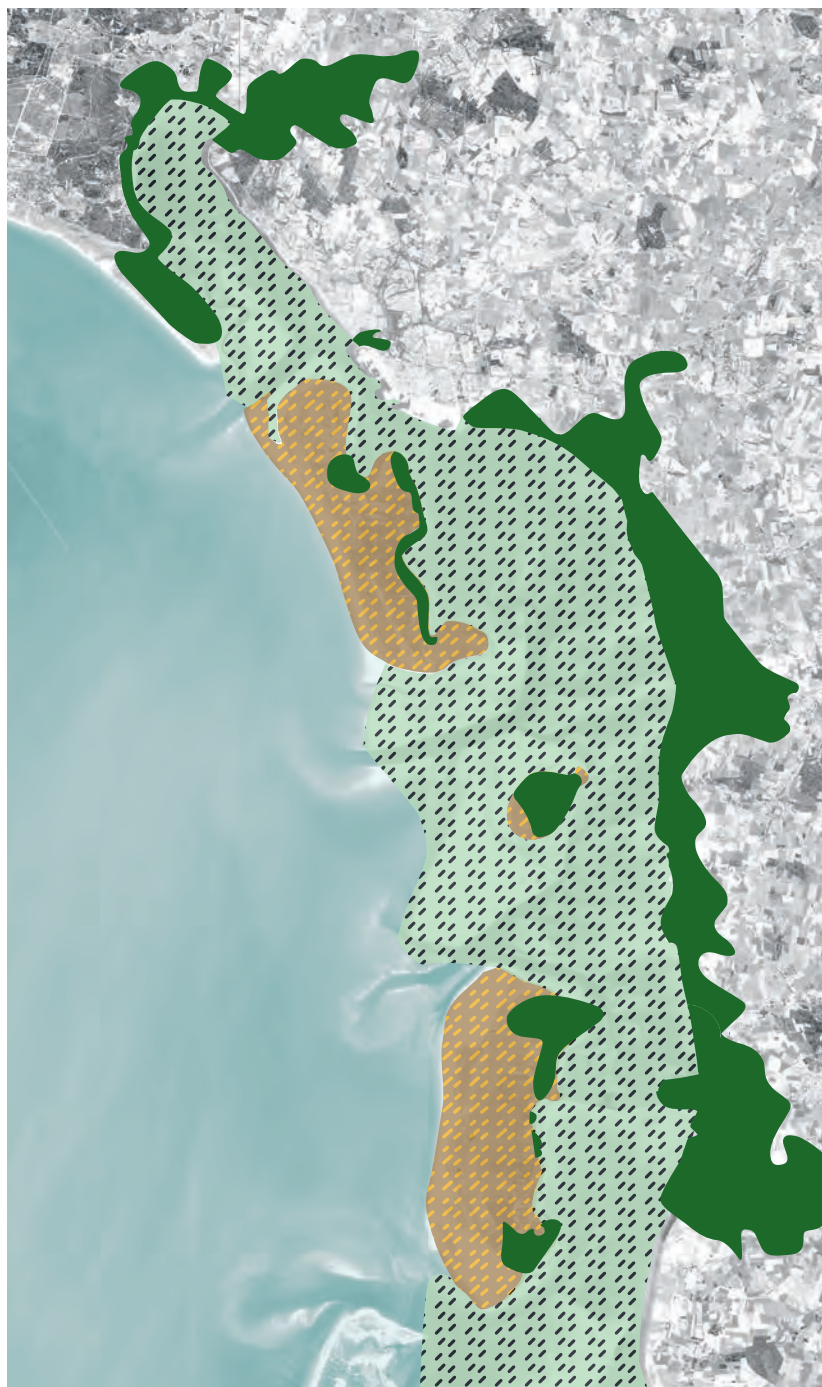


Tegning: Jette Halskov, GEUS, efter Johannessen et al. (2008).

Signaturforklaring

- SEDIMENTTYPE**
- Torrø
 - Ler
 - Blandet ler (80 %) og sand (20 %)
 - Sand
 - Silt
 - Sten
 - Fragment, rigt på organisk materiale
 - Ler-fragment
- STRUKTURER I SEDIMENTET**
- Krydslejrning
 - Parallel lejrning
 - Strømrribbe
 - Krydslamination
 - Sediment, der er gennemrodet af dyr og planter
- FOSSILER**
- Rødder
 - Skaller
 - Søpindsvin
 - Snegle og muslinger

Ø-PERLER, MUDDERVADER OG NORDISK MANGROVE



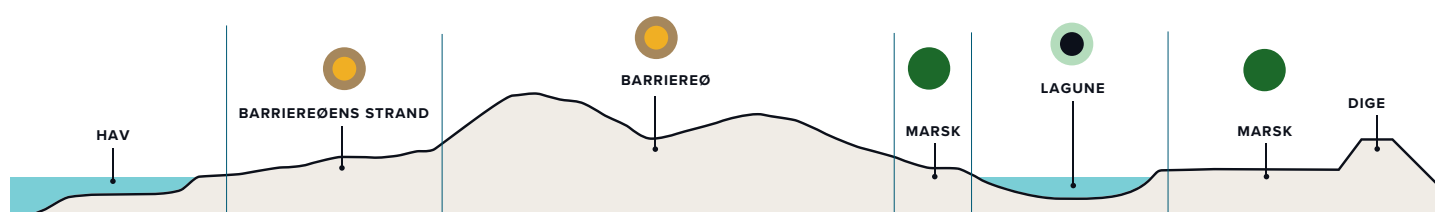
Som perler på en snor ligger Vadehavets **BARRIEREØER** som et værn skabt af sand mod det vilde Vesterhav. Det giver ly og ro til livet på vaderne af sand og mudder i **TIDEVANDSLAGUNERNE** bagved – og for **MARSKEN** langs fastlandskysten og på indersiden af øerne. På de følgende sider ser Geviden nærmere på Vadehavets landskab.

TEKST: FIE KRØYER DAHL · LAYOUT: LYKKE SANDAL

FIGUR 7

FÅ OVERBLIK OVER GEOGRAFIEN

Kortet her til venstre er inddelt i de tre typer af landskab, som er kendetegnende for vadehavsområdet. På tværsnittet herunder kan du se, hvad farvekoderne betyder, og på de følgende sider kan du læse om hvert område.





BARRIEREØER

VADEHAVETS Ø-PERLER

ET EFFEKTIVT VÆRN

Hele vejen langs Vadehavet, det vil sige fra Holland til Danmark, ligger ø efter ø ud for fastlandets kyst. De danner en effektiv barriere mod det åbne hav og kaldes derfor barriereøer. I den danske del af Vadehavet ligger (fra syd mod nord) Rømø, Mandø og Fanø. Længst mod nord er Skallingen, som betegnes som en halvø, fordi størstedelen af den er omgivet af vand.

Barriereøer opstår i områder med tidevand og masser af sediment, hvor strand og havbund kun har en svag hældning væk fra kysten – det vil sige, at man skal langt ud, før vandet bliver dybt. En barriereø er altid dannet af marint sand, som er en af de almindeligste jordarter i Danmark.

ØERNE KAN FLYTTE SIG

Det er store naturkræfter, som styrer de dynamiske processer i Vadehavet, hvor blandt andet vind, bølger, tidevand og strømforhold inden for kort tid kan flytte rundt på brikkerne. Siden barriereøerne blev dannet, har de været >

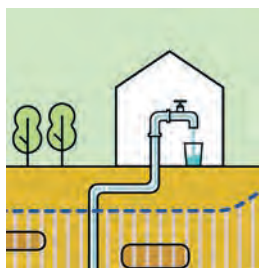
SAND, SAND OG ATTER SAND

Vadehavet er lig med sand, og vadehavsøerne er kendetegnet ved – og verdensberømte for – deres brede, vestvendte strande. Tager man en tur til for eksempel Rømø, kan man gå en god lang tur på tre kilometer strandsand, før man når frem og kan dyppe tæerne i vandkanten. Man kan faktisk også bare tage bilen, for på flere af strandene på både Rømø og Fanø må man gerne køre!



KYSTER MED BARRIEREØER
ER MEGET UDBREDTE PÅ
VERDENSPLAN OG DÆKKER
OP MOD 15% AF VERDENS
KYSTSTRÆKNINGER.

GAMLE BARRIEREØER GIVER OS VAND I HANEN



Den er god nok. Nogle af vores grundvandsmagasiner – altså de geologiske lag i undergrunden, vi pumper drikkevand op fra – er nemlig opstået i gamle barrierøer. Lagene består af sand, hvor grundvandet kan samle

sig og frit løbe i de hulrum, som findes mellem sandkornene. Der findes også gamle barrierøer under havbunden, blandt andet i Nordsøen, hvor barrierøer, der blev dannet i Juratiden for 150 millioner år siden, er blevet til olie- og gasdepoter.

underlagt disse kræfter, og derfor er deres areal igennem tiden skiftevis skrumpet og vokset. Det afhænger blandt andet af, hvor meget sediment de modtager. Et eksempel på det er Rømø, som naturen de seneste 2000 år har sørget for at gøre større. Der er dannet nye klitrækker, og øen går nu cirka tre kilometer længere ud i Nordsøen, end den gjorde tidligere. Det modsatte sker på halvøen Skallingen, hvor kysten i stedet eroderer, hvilket gør Skallingen mindre.

Helt naturligt vil barrierøerne over tid rykke sig mod øst, altså ind mod fastlandet. Det sker lige så langsomt, når havet en gang imellem skyller ind over de laveste steder i klitrækkerne på barrierøerne og fører masser af sand med sig. Når vandet trækker sig tilbage igen, bliver sandet liggende, og på sigt vil 'sandtæppet' (kaldet overskylsfaner) strække sig længere og længere ind tværs over øen. På et tidspunkt vil de nå den modsatte side af øen, hvor sedimentet lægger sig og gør øen større ind mod fastlandet. Hvis vestsiden af øen samtidig eroderer og mister sediment, er resultatet, at øen rykker sig.

Også fastlandskysten, altså Jyllands kyst, ville rykke sig mod øst, hvis ikke der var blevet bygget diger. Det kan du læse mere om på side 11 og 23.

ET KIG TILBAGE I TIDEN

Hvis man borer ned i jorden midt på Rømø, som blandt andre GEUS-forsker Lars Henrik Nielsen har gjort, (se boreprøver på side 17), kan man se, at undergrunden består af skiftende lag af marint sand og grus i forskellige kornstørrelser, blandt andet silt og ler, som er det mest finkornede. I lagene ligger også småsten og fossiler af skaller, og dybere nede kan man finde fossiler af snegle og søpindsvin. Cirka 12 meter nede i Rømø når man til de jordlag, som blev affejret under den seneste istid, Weichsel. De består af smeltevandssand og -grus.

TIDEVANDSLAGUNER

ROLIGE, FLADE VADER

I LÆ FOR VIND OG VEJR

På indersiden af barrierøerne, mellem dem og fastlandet, er der – i takt med at barrierøerne blev dannet – opstået tidevandslaguner. De ligger godt beskyttet bag barrierøerne, så området er i læ for både vind og vilde bølger. Det betyder dog langt fra, at der ikke sker noget i tidevandslagunerne. Gennem store tidevandsdyb mellem barrierøerne strømmer vandet ind og ud af lagunerne, og de kraftfulde bevægelser fire gange i døgnet skaber et højt niveau af energi, som kan flytte rundt på sedimenter både i renderne og i selve lagunen. Lagunerne er meget afhængige af øernes stabilitet, og hvis barrierøerne forsvinder, vil det samme ske for lagunerne.

EN OMSKIFTELIG FLADE

Lagunebunden kaldes vaden og består af et miks af sand, silt og ler, som skiftevis er eksponeret ved lavvande og står under vand ved højvande. Når fladerne er eksponeret, kan man se spor efter de dyr, som trives i det område – f.eks. snegle, orme, krabber og fugle (læs mere om dyrelivet på side 24).

VADEHAVETS HELT EGET VEJNET

Har du hørt om priler, dyb og loer? Nej, det er hverken fisk eller fugle, men Vadehavets helt eget vejnet til at transportere tidevand. Bliv klogere på infrastrukturen her:

Tidevandsdyb: I den danske del af Vadehavet har vi fire tidevandsdyb, som forbinder området med Nordsøen: Grådyb, Knudedyb, Juvredyb og Listerdyb. De er 'motorvejene', som sørger for, at en milliard kubikmeter vand to gange daglig kan løbe ind og ud af vadehavssystemet.

Priler: Tidevandsdybene forgrener sig i priler, som er strømrender, der sørger for, at vandet kan løbe ud igen ved lavvande.

Loer: Inde i marsken finder vi loerne, som er tidevandsrender. De ses f.eks. ved Skallingen vest for Esbjerg.

Tilsammen ligner det lidt et kæmpestort træ med stamme, grene og kviste, der breder sig ud over vaderne.



GÅ PÅ TRE SLAGS BUND I VADEHAVET

- 1** Tager du en badetur ud for Fanø, er der sand under dine fødder. Det bliver ført ind til barriereøernes strande fra det sydlige og nordlige Nordsøen.
- 2** Sopper du inde på selve vaden, som skiftevis er oversvømmet og fri for vand, synker dine tæer ned i en blanding af sand, silt og ler. Blandingen af silt og ler kaldes mudder.
- 3** Vandrer du gennem marsken, får du primært mudder (altså silt og ler) under dine såler. Det kommer med vandet ind og bliver holdt fast af planterne, når marsken oversvømmes ved de højeste højvander omkring hver 14. dag.



Foto: Vadehavsentret

Hver gang tidevandslagunen oversvømmes af tidevand, bliver der ført en masse sediment med ind i området. Det meste af sandet ryger med ud igen, men en lille smule (cirka fem procent) bliver tilbage. Hvis ikke havet samtidig steg en lille smule hvert år, som det har gjort de seneste 6000 år, ville vadeområderne ende med at sande til. Balancen mellem tilførslen af sediment og havets stigning er altså afgørende for, hvordan tidevandslagunen udvikler sig. (Læs mere om klimaforandringer og 'sedimentbudget' på side 28.)

SMUKKE AFLEJRINGER

Når vandet løber ud og ind af prilerne (som du kan læse om i boksen på forrige side) i Vadehavet, dannes de karakteristiske

strømribber, som minder om dem, bølgerne danner på havbunden – dem kender de fleste nok fra sommerens badetur. De dannes og flytter sig, fordi sandet bliver skubbet op over 'kanten' af ribben og lægger sig på den anden side, og i Vadehavet er ribberne meget markante. Men selvom der er gang i tidevandet, bevæger det sig faktisk ikke hele tiden. I lagunen står vandet stille fire gange i døgnet: når højvandet er på sit maksimale niveau og lavvandet på sit minimale. Det efterlader nogle meget flotte geologiske aflejringer af netop strømribberne (se eksempel på side 23), for når det urolige vand med sand og mudder står stille, falder muddret til bunds og lægger sig som et konserverende lag oven på ribberne. Ved næste højvande sker det hele igen. >



NORDENS MANGROVE

Marsken er en vegetationszone, som løber langs de kyster, der omkranser tidevandslagunen – det vil sige fastlandskysten, og barriereøernes østvendte kystlinje. Den danner grænsen mellem tidevandslagunerne med dens vader og baglandet, som ligger højere.

Marsken dannes ved, at mindre forhøjninger skabt af bølger og strøm giver fodfæste til planter, som er tolerante over for salt. Det er arter som f.eks. kveller, spartina og annelgræs. Planterne dæmper påvirkningen fra strøm og bølgeslag og holder på det sand og mudder, som kommer med tidevandet ind over marsken ved højvande. Uden dem ville aflejret

materiale nemt bare skylle med tidevandet ud igen. Planterne samler sig i tuer, og med tiden vokser de sammen, og marsken breder sig ud over den del af vadefladen, som ligger nærmest.

Marsken kan sammenlignes med mangrove, som er en naturtype, der findes i subtropiske og tropiske egne. Ligesom marsken er mangroven med til at beskytte kystområder fra bølgenes og havets påvirkning, og derudover har både marsk og mangrove et rigt biologisk liv.

VANDET GIVER NYT LIV

Ligesom vadefladerne lever marsken af at blive oversvømmet af tidevandet, men fordi marsken ligger højere, er det kun de mest lavtliggende områder, der oversvømmes hver 14. dag, når det er springflod. Meget af marsken ligger højere endnu, og her kræver det, at det blæser, før marsken oversvømmes. Oversvømmelserne sørger for, at der bliver transporteret sediment fra vaderne op på marsken, og ligesom tidevandslagunens vader har marsken også brug for en lille havniveau-stigning for at trives og kunne vokse. En marsk består af



DIGER, SLIKGÅRDE OG SLUSER

Det første større dige blev etableret i 1436 for at beskytte de bagvedliggende områder, når vandet fra tid til anden stod særligt højt. Siden da er kilometervis af diger kommet til, særligt i de seneste 150 år. Samtidig var man nødt til at lave sluser ved de mange åer, der løber ud i Vadehavet – blandt andet Kongeåen og Varde Å.

Efter etableringen af diger har man ihærdigt forsøgt at lave mere marsk foran dem – det vil sige ud mod vaderne. Det har man blandt andet gjort ved hjælp af faskinegærder, som er små, lave hegn af grene (se billedet herover), der omkranser såkaldte slikgårde. De giver læ for bølgepåvirkningen og holder på sediment, så planter bedre kan få fat.

Før i tiden var det vigtigt med mere marsk, fordi det betød mere land, der kunne inddiges og bruges som landbrug. I dag vil man primært gerne have mere marsk foran digerne, fordi de bevoksede flader er med til at beskytte digerne mod stormvejr og bølger. Læs mere om diger på side 11.

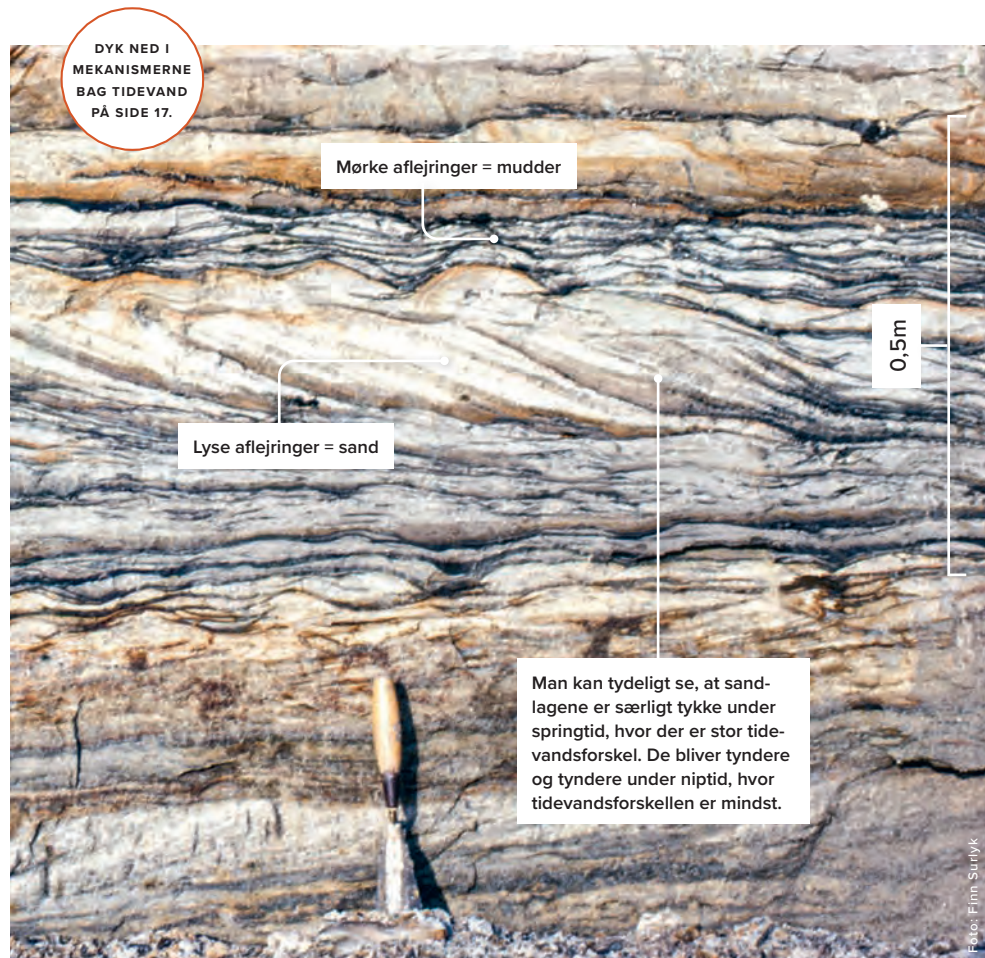


ET ÆLDGAMMELT BEVIS PÅ TIDEVANDETS KRÆFTER

Ved Galgeløkke Strand på Bornholm kan man tydeligt se spor af tidevandet, som for 200 millioner år siden strømmede netop der. De bølgede strukturer er aflejringer af strømribber dannet af sand og mudder i laguner og tidevandsdyb svarende til dem, der findes i Vadehavet. Enkelte steder kan man tælle omkring 25 vekslende sand- og mudderlag, som svarer til en hel tidevandscyklus med skiftende høj- og lavvande. Sandlagene blev dannet, når tidevandet var i bevægelse på vej ind og ud, og mudderlagene opstod, når vandet stod stille ved maksimalt højvande, og det finkornede sediment sank til bunds og lagde sig oven på sandet.



Foto: Fle Kroeyer Dahl



Man kan tydeligt se, at sandlagene er særligt tykke under springtid, hvor der er stor tidevandsforskel. De bliver tyndere og tyndere under niptid, hvor tidevandsforskellen er mindst.

Foto: Finn Surlyk



Foto: Nationalpark Vadehavet

klæg, som er ler, silt og lidt sand, og organisk materiale.

UDVIKLINGEN BREMSES

Store dele af marsken i det danske Vadehav er i dag inddiget. Konsekvensen er, at marsken bag digerne ikke får tilført nyt sediment og derfor ikke vokser mere, mens marsken foran digerne ud mod tidevandslagunen stadig er aktiv og vokser i højden og nogle steder også i bredden.

Som nævnt trives marsken med, at havet stiger en lille smule hvert år, og før digerne blev opført – det første større dige blev etableret i 1436 – kunne marskområderne godt holde trit med den havniveauøstigning, der har været efter den seneste istid (se figur 7, side 30). Men fordi marsken bag digerne er inaktiv, er den ikke vokset.

De inddigede områder ligger typisk op til en meter lavere end niveauet for marsken uden for digerne. •

DET HELE AFHÆNGER AF HAVBUNDEN

Den muddersandede havbund i Vadehavet, kaldet vaden, er propfuld af snegle, orme og alger, som omhyggeligt har tilpasset sig livet netop dér. De mange smådyr er årsagen til, at millioner af fugle hvert år lander for at tage del i festmåltidet på Vadehavets kæmpestore foderbræt, men med klimaforandringer kan vaden ændre karakter – og det vil give genklang i hele fødekæden.

TEKST: FIE KRØYER DAHL • LAYOUT: LYKKE SANDAL

Det svupper for hvert skridt, man tager, når man bevæger sig ud på vaden. Her tættest på kysten er den sandede vadeplade pyntet med grønne, græsagtige planter, der stritter op, og sætter man sig på hug og lader blikket glide hen over mudderflader og pytter og ind mellem bevoksningen, varer det ikke længe, før man får øje på noget, der bevæger sig. Bittesmå krabber smutter sidelæns af sted. Fiskeyngel skynder sig væk, når de mærker den mindste rystelse i deres små bassiner. En snegl er på vej, og overalt ligger muslingeskaller drysset som konfetti.



Foto: Vadehavscentret

KLAUS MELBYE

Direktør for Vadehavscentret, som er et besøgscenter for verdensarven Vadehavet og dets unikke natur og dyreliv.

Naturvejleder og uddannet agronom fra Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole, nu Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet.

Lidt længere ude på vaden stopper vegetationen, og nu er det bare sand, nærmest så langt øjet rækker. Bløde aftryk former havbunden i bølgende strømribber, og overalt vidner små vandpytter om, at hele området for bare få timer siden var oversvømmet. Men lige nu har vandet trukket sig tilbage, og bunden er blottet for en stund, hvor hav blevet til land, man kan gå på.

DEN HELT RETTE BLANDING

Sådan ser det ud, hvis man går en tur på vaden ved lavvande. Det kan man gøre langs hele Vadehavets fastlandskyst og også fra barrierøerne Rømø, Mandø og Fanø – og en af dem, som ofte begiver sig derud, er Klaus Melbye. I mere end 30 år har han været leder af Vadehavscentret ved Vester Vedsted lidt uden for Ribe, og med det job har han haft sin daglige gang i det store naturområde, hvor han har haft mulighed for at opleve og studere områdets unikke dyreliv på nært hold. Og vaden er interessant på grund af alt det, man kan se – men i høj grad også på grund af det, man ikke kan se. For langt de fleste af Vadehavets dyr og organismer lever faktisk *nede* i vaden.

”Det er i bunden, det hele begynder, for her findes blandt andet de mikroskopiske kiselalger, som udgør første led i fødekæden. De er med til at sikre den enorme biomasse, som findes i Vadehavet, og de er mad for masser af bunddyr som for eksempel snegle, sandorme og børsteorme. Den slags bliver spist af krabber, rejer og muslinger, som så bliver spist af fisk, fugle og sæler,” fortæller Klaus Melbye.

Den største mængde dyr lever der, hvor en del af bunden består af den blanding af sand og ler, som kaldes slik. Netop den sammensætning af sediment, hvor helt præcist en femtedel udgør slik, er altså meget vigtig, fordi den udgør levestedet for føden til millioner af dyr.

EKSTREMERNE VIL VÆRE AFGØRENDE

En af vadepladens faste beboere er den lillebitte slikkrebs, som selvfølgelig hedder sådan, fordi den lever i netop sedimenttypen slik. Med sine bare seks millimeter er den ikke blandt de største, men til gengæld er der så mange af dem, at man ikke kan undgå at møde en (eller tusind!), hvis man graver lidt i sandet. Den lille slikkrebs, som er i tangloppe-ordenen, har tilpasset sig et liv, hvor dens levested på grund af tidevandet skiftevis er over og under vand. Som mange andre dyr i vaden har den valgt en strategi, hvor den – så snart vandet er væk – graver sig ned og laver gange i sedimentet. Derved er den beskyttet, indtil vandet stiger igen. Det samme gør havbørsteormen, også kaldet sandorm, som efterlader en fin lille snirklet sandkage på havbunden, når den graver sig ned. Nogle gange kan man se hundredvis af de små forhøjninger, når havet har trukket sig tilbage, og når det stiger igen, viskes de væk med det strømmende vand. >

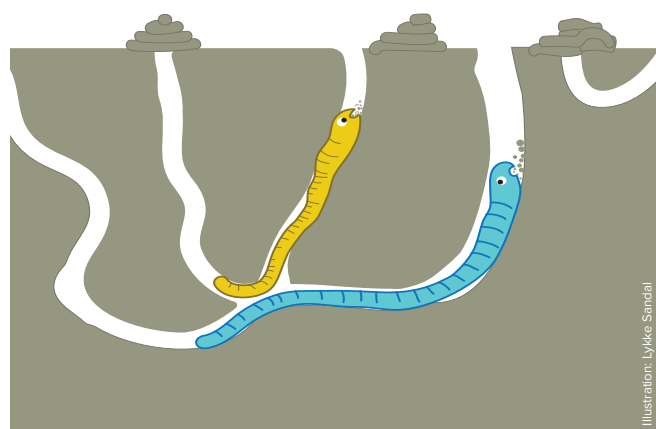


Illustration: Lykke Sanddal



Foto: Vadehavscentret

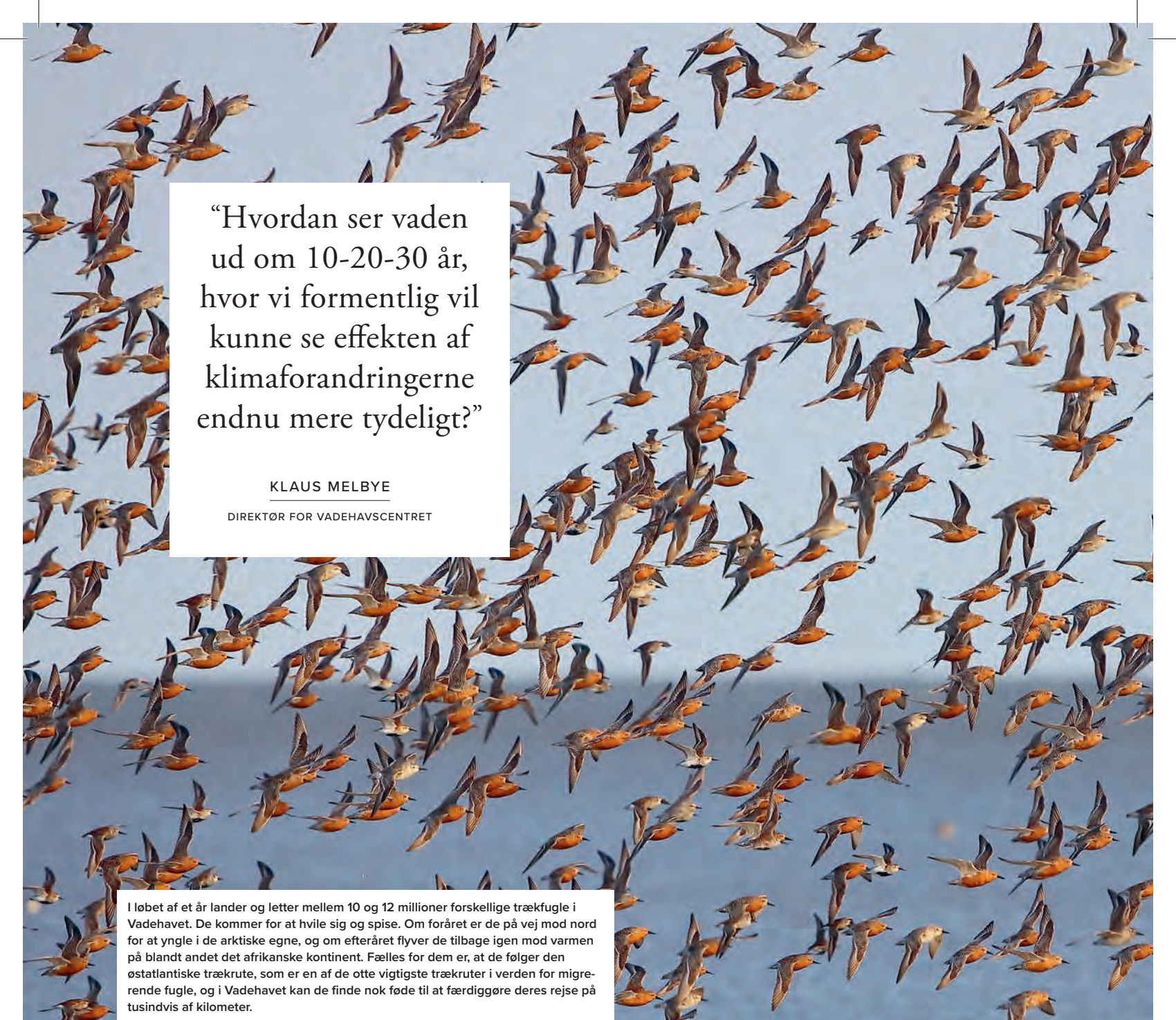
Sandormen er vigtig for vaden. Overalt støder man på vidnesbyrd om dens aktivitet i form af de karakteristiske små bunker af sand. Sandormen bor nede i vaden i et U-formet rør, den graver. Her spiser den sand og udnytter de mikroskopiske alger, der sidder på overfladen af sandkornene. Sandormens rør fører vand ned i sandet, og det gør det muligt for mange andre organismer at leve dybt nede i havbunden.

Kilde: Nationalpark Vadehavet



Foto: Miljøstyrelsen

Et af vadens mest talrige dyr er den lille slikkrebs, der visse steder findes i mængder på op mod 100.000 individer for hver kvadratmeter. Slikkrebsen lever i gange i havbunden og lever af nedbrudt plantemateriale og alger, som den indtager ved at spise mudder og derefter filtrere vandet fra. Slikkrebsen er som fødeemne utrolig vigtig for Vadehavets enorme rylebestande.

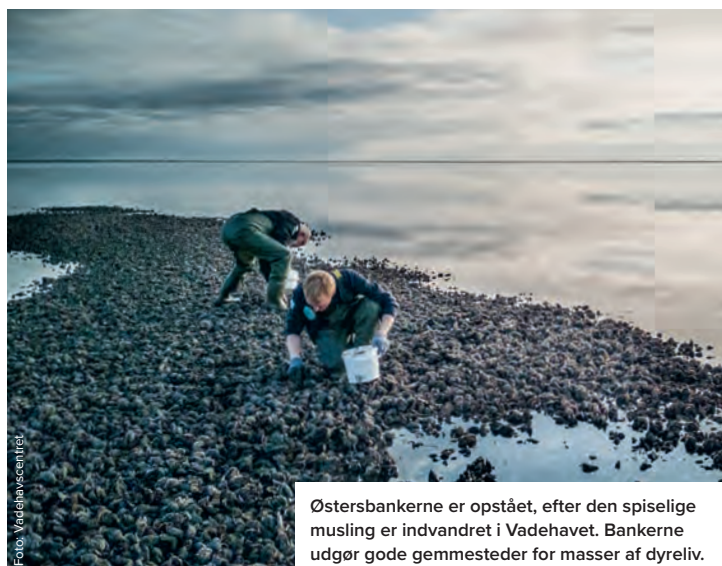


“Hvordan ser vaden ud om 10-20-30 år, hvor vi formentlig vil kunne se effekten af klimaforandringerne endnu mere tydeligt?”

KLAUS MELBYE

DIREKTØR FOR VADEHAVSCENTRET

I løbet af et år lander og letter mellem 10 og 12 millioner forskellige trækrugle i Vadehavet. De kommer for at hvile sig og spise. Om foråret er de på vej mod nord for at yngle i de arktiske egne, og om efteråret flyver de tilbage igen mod varmen på blandt andet det afrikanske kontinent. Fælles for dem er, at de følger den østatlantiske trækrute, som er en af de otte vigtigste trækruter i verden for migrerende fugle, og i Vadehavet kan de finde nok føde til at færdiggøre deres rejse på tusindvis af kilometer.



Østersbankerne er opstået, efter den spiselige musling er indvandret i Vadehavet. Bankerne udgør gode gemmesteder for masser af dyreliv.

Foto: Vadehavscentret

Netop fordi livet i og på vaderne er grundlaget for Vadehavets rige dyreliv, er bunden og sedimentet ifølge Klaus Melbye det allervigtigste element. Sker der ændringer i den, vil det få konsekvenser. Det kan ske som følge af klimaforandringer, hvor vi allerede nu oplever mere ekstremt vejr med voldsom nedbør og kraftigere storme. Og det er ekstremterne, som virkelig kan gøre en forskel i Vadehavet, fortæller Klaus Melbye:

”Når vi har kraftige storme, hvor vandet stiger med over fire meter, bliver der kastet masser af sand fra Nordsøen ind i vadehavssystemet, og det kan ændre sammensætningen af sediment på vaderne. Kommer der mere af den slags vejr, øges risikoen altså for at ændre levegrundlaget for de vigtige organismer nederst i fødekæden.”

54 MILLIONER ÅR GAMLE KISELALGER DANNER HELT SÆRLIG JORDART I THY

Det er ikke kun i Vadehavet, at man kan stifte bekendtskab med kiselalger. For 54 millioner år siden levede, døde og sank kiselalger, også kaldet diatoméer, til bunds i et fortidshav. Der blev resterne af algerne blandet med fint ler, og i løbet af tre millioner år blev blandingen til et 60 meter tykt lag af moler. Spor efter vulkanudbrud i samme periode kan ses som de mange mørke askelag, der ligger mellem lagene af moler.

Moleret kan ses på øerne Mors og Fur i Limfjorden i Nordjylland, hvor det under den seneste istid blev presset op foran isen og blottet, så vi i dag kan betragte de imponerende formationer.



Kiselalger har to skaller lavet af opal med et højt indhold af grundstoffet silicium (også kaldet kisel, deraf navnet kiselalger).



På øen Fur kan man blandt andet opleve Knudeklinten og dens spektakulære geologiske strukturer af moler og askelag.

strandskade, som lever af dem. Et varmere hav betyder også risiko for iltsvind, og det går ud over fiskebestandene. Varmen kan få betydning for parasitter og bakterier, der hidtil har været holdt nede, men med varmen vil de stige i antal og kan f.eks. eliminere slikkrebssamfund. Og med ændringer i klimaet kan invasive arter, der ikke normalt findes i Danmark, få fodfæste og gøre stor skade på eller helt udrydde bestande af dyr og planter både lokalt og på landsplan.

KLIMAFORANDRINGER KAN SKUBBE TIL BALANCERNE

En anden konsekvens af klimaforandringerne er et stigende havniveau. Indtil nu har forholdet mellem den mængde sand, der bliver aflejret inde i selve vadehavssystemet, og havniveauet været i balance (læs mere om havniveauanstigning og 'sedimentbudget' på side 29). Men hvis havniveauet stiger, uden at niveauet for havbunden tilsvarende stiger, vil en mindre del af vadefladerne fritlagt ved lavvande, og et øget havniveau vil reducere vadefladerne, strømmene vil blive kraftigere, og der vil være mindre ro i vandet, hvilket sandsynligvis vil betyde mere sandede vader og et ændret dyreliv.

Sådan kan klimaforandringerne skubbe til balancerne i Vadehavet, og i den tid, Klaus Melbye har arbejdet på Vadehavscentret, har han med stor interesse fulgt med i, hvordan landskab og dyreliv har ændret sig.

”Alle processer i Vadehavet går jo rygende hurtigt, og det bliver interessant at se, i hvilken retning udviklingen vil gå. Hvordan ser vaden ud om 10-20-30 år, hvor vi formentlig vil kunne se effekten af klimaforandringerne endnu mere tydeligt? Vil der dannes højsander, mudderflader eller strandeng? Det vil afgøre, hvilket dyreliv der kan trives der,” slutter han. •

Hvis andelen af slik i sedimentet ændrer sig, så det indeholder en større del af enten sand eller ler, er der langt færre dyr, som kan leve der. Og når vaderne bliver mindre slikholdige, vil det blandt andet betyde færre slikkrebs. Da det især er vadefugle som f.eks. forskellige slags rylere, herunder almindelig ryle, dværgryle og krumnæbbet ryle, der spiser dem, vil der derfor også blive færre af netop de fuglearter.

ARTER FORSVINDER

Storme er bare en af de ekstremer, som Klaus Melbye fremhæver, når man taler om klimaforandringernes påvirkning på Vadehavet. Også temperaturudsving med ekstrem kulde og varme og nedbør i form af store mængder regn vil have afgørende betydning for dyre- og planteliv. Når havet bliver varmere, vil blandt andet blåmuslinger ikke længere trives, og når de forsvinder, mister vi også arter som edderfugl og



Sælerne er vilde med Vadehavets geologi og trives på de mange sandbanker, hvor de sover, slapper af og passer deres unger den første tid.

Foto: Vadehavscentret

VADEHAVET TRIVES MED EN LILLE HAVNIVEAUSTIGNING HVERT ÅR

Vadehavet kan godt nå at tilpasse sig et let øget havspejlsniveau, men hvis tempoet sættes op, vil dele af Vadehavet få svært ved at følge med. Klimaforandringer øger netop, hvor hurtigt havet stiger – og hvad sker der så med det store vådområde?

TEKST: FIE KRØYER DAHL • LAYOUT: LYKKE SANDAL

‘Dynamisk’ må blive det ord, som geograf Mikkel Fruergaard fra Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning (IGN) ved Københavns Universitet vælger til bedst at beskrive Vadehavet. For det er netop, hvad der kendetegner de 60 kilometer af Jyllands vestkyst, som udgør den danske del af det spektakulære område. Intet andet sted i Danmark findes der et landskab magen til, og det skyldes blandt andet et helt bestemt fænomen:

”Det er det eneste sted i landet, hvor tidevandet rigtig spiller ind. Man har kombinationen af bølger og store mængder vand, der strømmer ind og ud af Vadehavet, og det er de kræfter, der driver dynamikken i området. Den proces gør, at der ser helt anderledes ud der, end der gør ved andre danske kyster,” siger Mikkel Fruergaard.

Vadehavets unikke karakter er en af grundene til, at han og kollegaerne hvert år tager en masse studerende med til Vadehavet for at lave feltarbejde og undervise dem i blandt andet morfologi – det vil sige, hvordan tidevand, sand, bølger, havstrømme og vejr spiller sammen og medfører, at landskabet ser ud, som det gør.



HVAD ER SEDIMENT?

Sediment er aflejringer bestående af løse partikler. Er partiklerne sammenkittet, udgør de en sedimentær bjergart. Sedimenter dannes blandt andet ved nedbrydning (forvitring og erosion) af bjerge, hvorefter det nedbrudte materiale transporteres videre af vind, vand eller is mod lavereliggende områder for til sidst at blive aflejret i blandt andet floder, søer og havet. I Vadehavet findes de såkaldte klastiske sedimenter, der inddeles efter partikelstørrelserne grus (grovest), sand, silt og ler (finest).

”Alle processer ved Vadehavet går rigtig hurtigt, og det er det, som gør området til et superfedt naturligt laboratorium. For du kan faktisk gå ud at måle og nærmest se, hvordan tingene udfolder sig for øjnene af dig,” siger Mikkel Fruergaard.

FASCINERET AF BRUNT VAND

To gange i døgnet strømmer cirka en milliard kubikmeter vand fra Nordsøen ind over de flade vader, som er de store lavvandede områder bestående af finkornet sediment mellem fastlandet og øerne Rømø, Fanø, Mandø og halvøen Skallingen. De ligger som naturlige barrierer mod Nordsøens bølger hele vejen ned langs kysten og kaldes netop derfor barrierer.

To gange i døgnet strømmer vandet så ud igen. Og hver gang det sker, bliver der skabt en svimlende mængde energi. Ved højvande presses tidevandet ind mellem øerne igennem de såkaldte tidevandsdyb, og i det strømmende vand bliver sand og mudder hvirvlet op og ført rundt i systemet – og lige præcis dét fænomen var med til at vække Mikkel Fruergaards interesse for Vadehavet allerede som ung geografistuderende, fortæller han. For det fascinerede ham, at der kan løbe relativt rent vand ind i Vadehavet fra både Nordsøen og en lang række jyske åer, men at det samme vand med ét bliver tryllet om til brunt, grumset vand fyldt med sediment, så snart det møder Vadehavet.

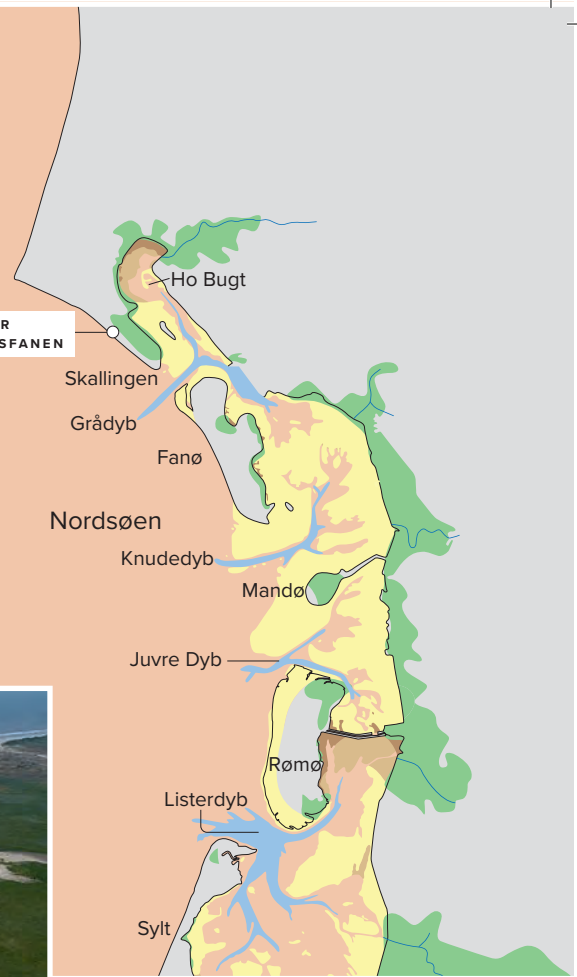
”Det fortalte mig, at der er nogle virkelig unikke kræfter på spil i det område, og oven i hatten kommer så klimaforandringer og påvirkningen fra mennesker. Det syntes jeg var virkelig spændende.”

VOKSER ELLER SKRUMPER ØERNE?

Der er stor forskel på, hvordan Vadehavets barrierøer udvikler sig. De eksisterer på sandets og vandets nåde, og mens Rømø længst mod syd bliver bredere, er historien en helt andet længere mod nord. Her skrumper halvøen Skallingen og bliver smallere og smallere. Forskellen fra nord til syd skyldes, at der er stor forskel på, hvor meget sediment der er til rådighed ved de enkelte øer.

Udviklingen af de enkelte øer afhænger blandt andet af det, man kalder sedimentbudgettet. Det er et regnskab, som beskriver mængden af sediment, der bliver tilført en barrierø, og mængden, som transporteres væk fra øen (se nederst på siden).

Udviklingen af øerne afhænger desuden af stigningen i havniveau. Jo hurtigere havniveauet øges, jo mere sediment skal der tilføres til barrierøerne for at holde sedimentbudgettet positivt, så kysten ikke rykker ind mod land.



Skallingens kystlinje ud mod Nordsøen eroderer, og kystlinjen rykker sig langsomt indad. Det sker ved, at havet bryder igennem de laveste steder i klitrækkerne og kaster et 'tæppe' (kaldet en overskylsfane) af sand langt ind over det bagvedliggende landskab. Skallingens kystlinje vandrer således indad ved, at sand kontinuerligt flyttes fra stranden og ind på marsken, der ligger bagved.

POSITIVT SEDIMENTBUDGET



Hvis der bliver tilført mere sediment til et område, end der transporteres væk, vil området have et positivt sedimentbudget og være domineret af aflejring, og kysten vil ofte rykke udad mod havet. Det sker for Rømø, som er vokset i bredden de seneste årtier og er en af de bredeste øer i hele Vadehavet.

NEGATIVT SEDIMENTBUDGET



Hvis der bliver tilført mindre sediment til et område, end der transporteres væk, vil området have et negativt sedimentbudget og være domineret af erosion, det vil sige, at kystlinjen rykker ind mod fastlandet. Det sker for Skallingen, som eroderer flere meter om året.

DIGER STANDSER HAV OG NATURLIG UDVIKLING

Netop på grund af de store naturkræfter vil et landskab som Vadehavet ifølge Mikkel Fruergaard helt naturligt ændre sig over tid – også hurtigere end andre landskabstyper. Vadehavet udgør mindre end en procent af Danmarks samlede kystlinje, og inden for det relativt lille område er der store forskelle på, hvordan landskabet udvikler sig. Her er hver enkelt del af systemet under konstant forvandling som følge af tidevand, vind, strøm og bølger, der medfører, at sediment konstant eroderes, transporteres og aflejres.

“Alle processer ved Vadehavet går rigtig hurtigt, og det er det, som gør området til et superfedt naturligt laboratorium.”

MIKKEL FRUERGAARD

Det gælder også kysterne inde i vadehavsområdet – hvis ellers de fik lov. For der er nogle eksterne faktorer, som blander sig i de naturlige processer, og det er blandt andet os mennesker. I århundreder har vi ihærdigt gjort alt, hvad vi kan, for at styre naturen og indrette den til størst mulig gavn for os selv. For at holde vandet væk fra områder, der ellers normalt ville blive oversvømmet, har vi bygget kilometervis af diger, lige fra Esbjerg til den tyske grænse (se kortet side 11). Ved at inddige områderne har vi kunnet dyrke landet, have husdyr på græs og desuden beskytte udsatte byer som Tønder

og Ribe, der ellers naturligt er i risiko for oversvømmelser, når vandstanden er særligt høj, for eksempel under kraftige storme.

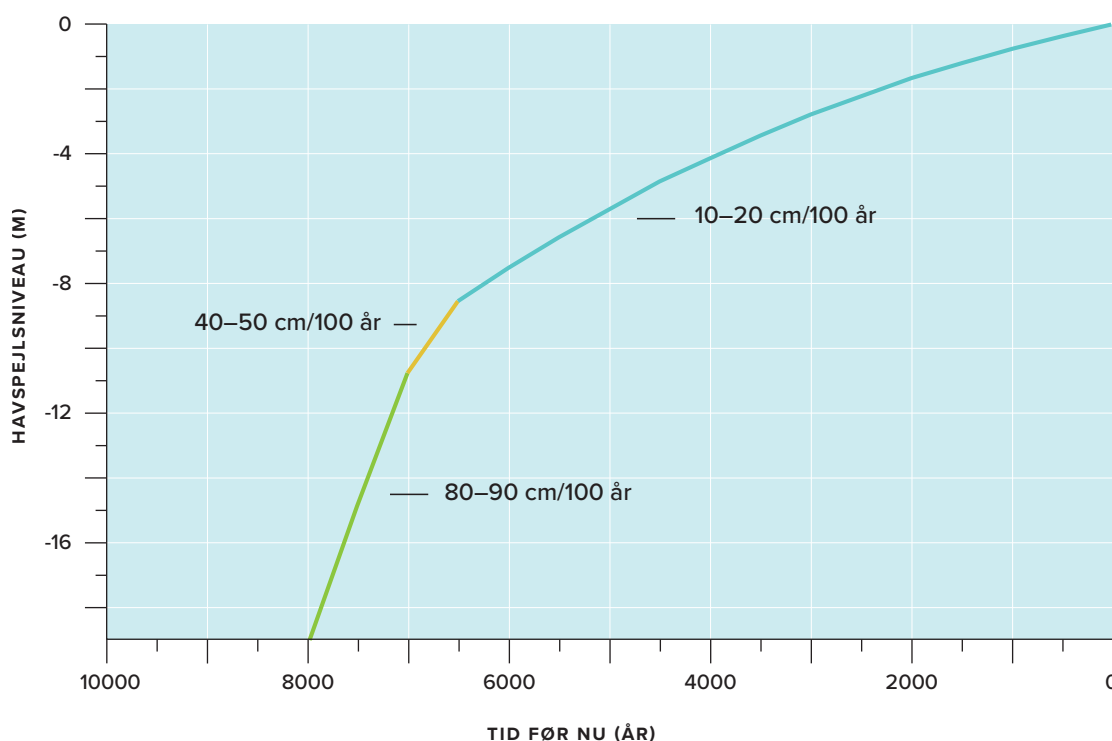
Men digerne har stor indflydelse på, hvordan Vadehavet har udviklet sig – eller rettere ikke har udviklet sig, fortæller Mikkel Fruergaard:

”Etableringen af digerne betyder, at den naturlige udvikling af fastlandskysten langs med Vadehavet er blevet bremset. Når havniveauet stiger, er den naturlige respons, at kystlinjen rykker ind i landet, det vil sige mod øst, men med digerne har man ‘fikseret’ naturen, så det hele stort set bliver, hvor det er.”

Konsekvensen er, at fænomenet ‘coastal squeeze’ opstår. Det sker, fordi barriererøernes vestvendte kyster helt naturligt lige så langsomt rykker sig indad mod fastlandet, men når fastlandskysten ikke følger med, bliver vadehavet imellem ø og fastland klemt (læs mere om ‘coastal squeeze’ på side 31). Den omfattende inddigning af områder har også medført, at marsken på indersiden af digerne ikke længere tilføres sediment fra Vadehavet, fordi den aldrig bliver oversvømmet. Marskens vækst i højden er derfor stoppet, mens havet fortsat stiger. Dette har betydet, at havet – siden de første inddigninger af Tøndermarsken – er steget med 50 til 60 centimeter, mens marsken ikke har kunnet vokse tilsvarende i højden. Vadehavets naturlige processer er således forstyrret af lokale ændringer i naturen i form af diger, dæmninger, faskinegærder (en indhegning af pæle med bundter af gran- eller fyrretræene imellem, som danner firkanter, der kaldes

DEN GENNEMSNITLIGE STIGNING I HAVNIVEAU PÅ VERDENSPLAN

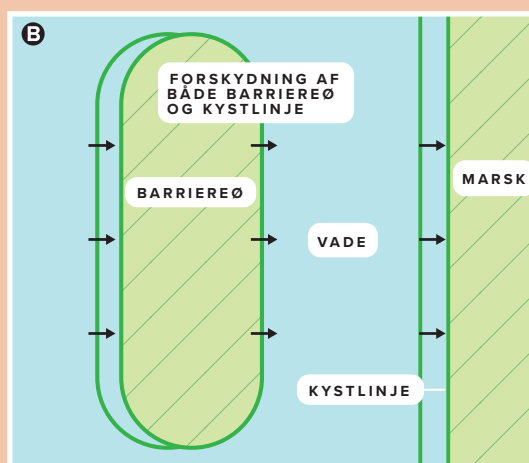
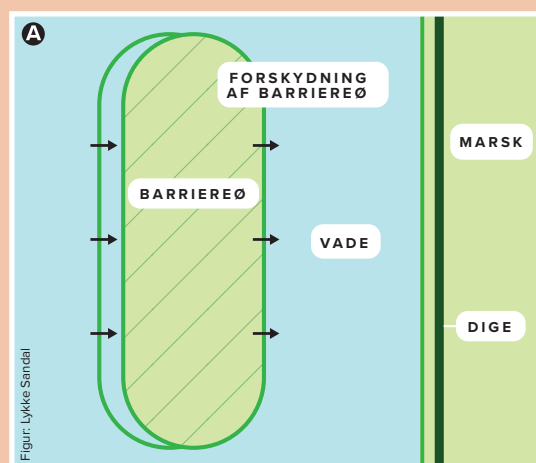
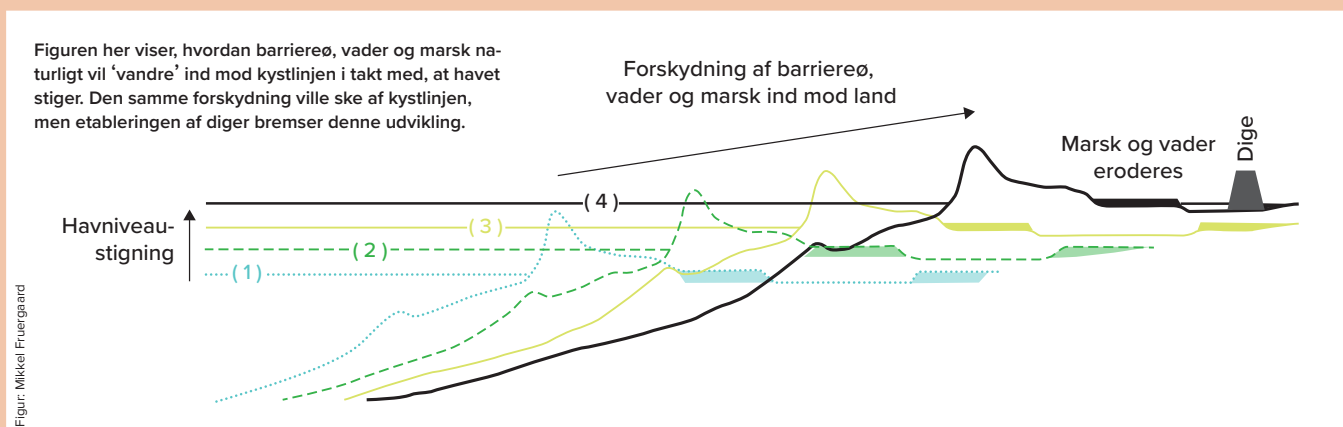
FIGUR 7



Vadehavet blev dannet for 8000 år siden i en periode, hvor verdenshavene efter den seneste istid var i markant stigning (grøn og gul markering). For omkring 6500 år siden begyndte kurven for havniveau-stigningen at flade ud (markeret med blå).

'COASTAL SQUEEZE' – SÅDAN FUNGERER DET

FIGUR 8



På figur A ses samme udvikling som på figur 8, bare set oppefra. Barrierø, vade og marsk rykker sig ind mod land, men kystlinjen er 'fikseret' af diger.

Figur B viser, hvordan et landskab som Vadehavet ville udvikle sig, hvis ikke der var lavet diger. Her ville både barrierø, vade, marsk og kystlinje gradvist forskyde sig ind mod fastlandet.

KYSTERNE KLEMMER VADERNE

Da man i Danmark i starten af 1900-tallet for alvor begyndte at bygge diger langs med Vadehavets kyst, var det med inspiration fra den måde, som Holland (der også ligger ved Vadehavet) havde valgt at håndtere tidevandets gentagne oversvømmelser, der hvert år kostede både mennesker og dyr livet. Men hvad man ikke vidste dengang var, at det valg havde nogle markante konsekvenser.

Digerne skulle beskytte de folk, der boede langs kysten, og inddæmme områder, så de kunne udnyttes til landbrug. Men i samme hug blev den marsk, der ligger

som en naturlig og vigtig del af området hele vejen langs fastlandskysten, afskåret fra det hav, der får den til at vokse i højden.

Digerne hindrer også andre naturlige processer. Når havet stiger, som det overordnet set har gjort de seneste årtusinder, vil fastlandskysterne helt naturligt rykke sig mod øst – det vil sige ind i landet. Det samme gælder barrierøerne, der ligger som saltvandsperler på en snor ud for kysten. Over tid vil de også vandre mod øst, det vil sige ind mod fastlandet. Men da fastlandskysterne på grund af digerne ikke længere rykker sig

nogen steder, opstår fænomenet 'coastal squeeze' – groft oversat: 'kystklemning'.

På lang sigt vil det kunne betyde, at vaderne mellem barrierøer og fastland arealmæssigt bliver mindre og mindre. På kortere sigt er konsekvensen, at energiniveauet – eller sagt på en anden måde bølgerens størrelse – langsomt øges over vaderne, og derfor bliver det sværere at få aflejret finkornet sediment som ler, silt og organisk materiale, mens det sand, som er grovere, stadig kan aflejres. Vaternes sedimentsammensætning bliver altså grovere, og det vil have betydning for og dyre- og planteliv.

slikgårde), sluser og opgravning og klappning (det vil sige deponering) på udvalgte steder af tonsvis sediment fra blandt andet oprensning og uddybning af havne og sejlrønder.

HAVNIVEAUET STIGER

En anden vigtig faktor, som har indflydelse på Vadehavets udvikling, er klimaforandringer. Siden Vadehavets dannelse, det vil sige perioden efter slutningen af den seneste istid og til nu, er klimaet blevet markant varmere, hvilket for eksempel

har betydet, at havniveauet er steget med over 100 meter (se figur 7). Det ville svare til, at Lighthouse-højhuset på havnen i Aarhus og forlystelsen Himmelskibet i Tivoli i København stod under vand. Plus størstedelen af alle kystnære byer i Danmark.

Forklaringen på den store stigning er dog ret ligetil. Den skyldtes, at iskapperne, som dækkede Nordamerika og Skandinavien og også en del af Danmark under sidste istid, >

“Hver gang tidevandet løber ind i Vadehavet, aflejres der en lille smule sediment på vaderne.”

MIKKEL FRUERGAARD

begyndte at smelte, og vandet strømmede ud i oceanerne. På et tidspunkt var de store iskapper smeltet bort og havniveaustigningen aftog. De seneste cirka 6000 år er det gennemsnitlige havniveau ved Vadehavet steget en til to millimeter per år, og det er helt naturligt og skyldes, at området synker. Det kaldes isostasi og er forårsaget af, at den del af Danmark var presset op på grund af belastningen af is under sidste istid. Og den naturlige havniveaustigning er ifølge Mikkel Fruergaard til gavn for Vadehavet.

”Hver gang tidevandet løber ind i Vadehavet, aflejres der en lille smule sediment på vaderne. Det betyder, at havbunden ganske langsomt vokser i højden. Hvis ikke havniveauet samtidig steg lidt, men i stedet var konstant eller ligefrem faldt, ville vaden til sidst ikke længere blive oversvømmet, og områderne ville i stedet blive fyldt op af sediment. Så en lille havniveaustigning er med til at sørge for, at Vadehavet overhovedet findes,” forklarer Mikkel Fruergaard.

De seneste mange tusind år er havniveauet steget, men nu sker stigningen hurtigere og hurtigere på grund af klimaforandringer. Så hvad vil der ske, når havet stiger hurtigere end før? Kan Vadehavet så følge med?

BØLGER OG TIDEVAND GIVER OG TAGER

Disse spørgsmål er der ifølge Mikkel Fruergaard ikke noget entydigt svar på, og det skyldes først og fremmest de formentlige store forskelle på landskabsudviklingen i selve vadehavsområdet.

”Man kan ikke sige, hvornår Vadehavet som en enhed begynder at erodere på grund af et stigende havniveau. Det vil ske



MIKKEL FRUERGAARD

Adjunkt ved Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning på Københavns Universitet. Tilknyttet forskningsgruppen Geomorfologi, processer og landskab. Ph.d. i naturgeografi fra samme sted.

i forskellige tempi og blandt andet afhænge af, hvor meget sediment der bliver aflejret langs barrierøernes kyster og på vadefladerne og marsken.”

Nogle gange bliver der aflejret så meget sediment, at øerne vokser på trods af havniveaustigninger. Ved at undersøge øernes opståen og historikken for havniveaustigningen i Vadehavet kan forskerne for eksempel konstatere, at Fanø har fået mere sediment, end der forsvinder, og derfor er vokset og blevet bredere på trods af en havniveaustigning på to millimeter. Rømø vokser endnu mere og er den af barrierøerne, som naturens kræfter transporterer allermest sediment til. Det betyder, at den har mere materiale at stå imod med og derfor kan ‘tåle’ en større eller hurtigere havniveaustigning, før øen begynder at erodere i stedet for at vokse.

Helt mod nord er historien en helt anden, for halvøen Skallingen eroderer ganske hurtigt og bliver dermed mindre, fordi den har underskud på ‘sedimentbudgettet’ (forklaret på side 29) – det vil sige, at der bliver tilført mindre sediment til dens vestvendte kyst, end der eroderes.

ET SÅRBART SYSTEM

Lige nu stiger havet globalt set 3,4 millimeter i gennemsnit om året, og ved Esbjerg, der ligger på fastlandskysten midt i Vadehavet, er stigningen cirka tre millimeter om året – altså hvad der svarer til det globale niveau. Mikkel Fruergaard forklarer, at forventningen er, at vadehavsområdet med den stigning godt vil kunne følge med til en vis grad, men at det vil blive udfordret.

”Det er ikke, fordi Vadehavet er ved at forsvinde, men klimaforandringerne vil uden tvivl påvirke området på sigt. Den havniveaustigning på tre millimeter om året, som vi ser lige nu, er ret meget i sådan et dynamisk system,” siger Mikkel Fruergaard.

Med havniveaustigningen vil vandstanden selvsagt blive dybere. Det har især betydning under stormfloder, hvor store mængder vand stives sammen inde i Vadehavet og får vandstanden til at stige. Hvis digernes beskyttelsesniveau fortsat skal være det samme, som det i dag, er Mikkel Fruergaards vurdering, at digerne skal forhøjes. Det vil være rigtig dyrt økonomisk, og samtidig er digerne jo årsag til ‘coastal squeeze’, altså kystklemning (se side 31). Med det in mente, pointerer han, er det måske på tide, at vi overvejer, hvordan vi i fremtiden bedst beskytter de nuværende inddigede landområder, eller om nogle diger kunne flyttes længere ind i landet eller helt sløjfes.

Under alle omstændigheder skal Vadehavet nok bestå i fremtiden takket være bølgenes og tidevandets kræfter, og fordi vi passer på det, efterhånden som vi laver tilpasninger i takt med havniveaustigningerne. Og en ting er sikkert: Så længe Vadehavet består, forbliver det dynamisk. •

MARSK OG ÅLEGRÆS FUNGERER SOM CO₂-LAGER

Vadehavet er spisekammer for dyr og mennesker, men området har også helt andre egenskaber, som har stor betydning på globalt plan. Marsk og havplanter som f.eks. ålegræs er nemlig gode til at binde kulstof og dermed holde på CO₂ – og det gør Vadehavet til en vigtig medspiller i forhold til klimaforandringer.

Der er mange gode grunde til, at vi skal værne om Vadehavet. En af dem handler om det, der kaldes 'blue carbon', på dansk 'blåt kulstof'. Det refererer til det kulstof, som er lagret i kyst- og havøkosystemer – ikke bare i Danmark, men over hele kloden. Helt naturligt optager den slags systemer nemlig store mængder CO₂, og en del af dette kulstof lagres permanent i havbunden og bliver dermed ikke frigivet til atmosfæren igen.

I Danmark er det især områder med bevoksning i form af marsk og ålegræs (en plante, der vokser på havbunden i kystnært vand), som fungerer som naturlige CO₂-lagre, og Vadehavet er en stor aftager af den skadelige drivhusgas. Det er vel at mærke kun vaderne og den marsk, som ikke er

bag diger, der har en betydning for lagring af blåt kulstof. Alt, hvad der ligger bag digerne, er inaktivt på den måde at det jo ikke oversvømmes under stormfloder og derfor ikke lagrer nyt kulstof ligesom den aktive del, der stadig oversvømmes af tidevand og stormfloder og dermed hele tiden vokser i højden (læs mere om marsken på side 22).

NATURGENOPRETNING

Hvis økosystemerne nedbrydes eller beskadiges, vil kulstoffet lagret i marsk og havbund blive frigivet igen. Det betyder, at det kulstof, som ellers var lagret, ryger tilbage ud i atmosfæren som CO₂, som vil bidrage til klimaforandringer.

Det giver altså god mening at passe rigtig godt på den type marSine områder, som også omfatter blandt andet Everglades i Florida i USA og Great Barrier Reef i Australien. Dem kan vi tage vare på blandt andet ved så vidt muligt at genoprette den oprindelige natur, dér hvor den er blevet påvirket af f.eks. menneskeskabte ændringer. I Vadehavet kunne f.eks. nogle af de inddigede marskområder gives tilbage til naturen ved at rykke digerne længere ind i landet.

Kilde: Nationalpark Vadehavet, Center for Marin Naturgenopretning og Mikkel Fruergaard



Foto: Naturfokus

Ålegræsenge optager og holder på store mængder CO₂. Det sker både i de levende plantedele, men især, fordi der er kulstofflagrende lag af døde plantedele i sedimentet under det levende ålegræs.

TAG EN TUR PÅ VADEN

Måske har du allerede gjort det. Men på et eller andet tidspunkt i dit liv **MÅ** du prøve at begrave tæerne i vadens bløde mudder, dovne den i barrierøernes hvide klitgryder eller spejde efter din yndlingsfugl (joo, sådan en har du da, ik?!), når den flyver hen over marsken. Geoviden guider til natur og kultur, der er knyttet til Vadehavet.

TEKST: FIE KRØYER DAHL • LAYOUT: LYKKE SANDAL

NATUR: MILLIONVIS AF FLYVENDE, NÆBBEDE GÆSTER

Det helt store trækplaster ved Vadehavet er fugle! Og selvom man ikke nødvendigvis går rundt med en ornitolog i maven, vil de fleste nok kunne fascineres alene af antallet (10 til 12 millioner!) af flyvende gæster, der hvert år indlogerer sig på vadefladerne for at smovse i alle de lækkerier, som hav og bund kan byde på. Oplev trækfugle som islandske ryler, skestørke, traner og klyder eller fænomenet sort sol med tusindvis af støre i perioden marts til maj og igen fra august til oktober.



KULTUR: SÆRLIGE DRAGTER TIL AT HOLDE SAND UDE

Et liv med sand og vand og vind som faste følgesvende gjorde, at der på Fanø opstod en helt særlig måde at klæde sig på. Her bar kvinderne som en del af det arbejdstøj, de brugte til daglig, en såkaldt strude. Det var en maske, som fungerede som værn mod sand og vind, når kvinderne arbejdede uden-dørs. Den dækker både munden og næsen, så kun øjnene er fri og kan se ud gennem en smal sprække. Derudover var masken med til at beskytte huden mod solens stråler.



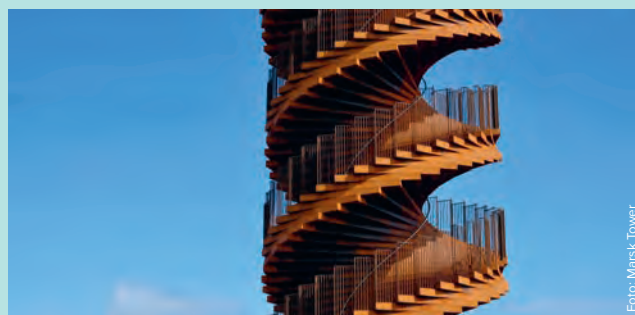
OPLEVELSER: UD PÅ TUR, ALDRIG SUR



Få tips fra en ægte vadehavsentusiast, når Klaus Melbye – naturvejleder og direktør for Vadehavscentret – guider til de bedste geoscience-oplevelser i vadehavsområdet! Hop over på geoviden.dk, eller scan QR-koden her, og kom direkte til insider-anbefalingerne.

OPLEVELSER: SE DET HELE LIDT FRA OVEN

Når du har haft tæerne fulde af sand i vaden og stået med tilbagelænet nakke for at se de imponerende fugleflokke komme sværmende ind over dig, så kan det jo godt være, at du får lyst til at se det hele lidt oppefra – fra fuglenes perspektiv! Marsk Tower er med sin højde på 25 meter et fantastisk sted at få overblik heelt ud til horisonten. Der er 146 trin op og 131 ned (tæl selv efter, hvordan det kan lade sig gøre), så få pulsen op, og glæd dig til at kunne puste ud 36 meter over havets overflade med en unik udsigt over det smukke vadehavsområde. Du kan jo se, hvor meget af dét, du kan læse om her i bladet, du kan udpege! Pssst: Der er også adgang til toppen via en lift, hvis du er i kørestol eller dårligt gående.





NATURBESKYTTELSE: VADEHAVET SKAL VI VÆRNE OM

Der er mange grunde til, at Vadehavet er internationalt anerkendt som et helt unikt område, der skal beskyttes. For Vadehavets natur har blandt andet stor betydning globalt som et af verdens vigtigste vådområder. Derfor er den 500 kilometer lange kyststrækning, som går fra Blåvandshuk i Danmark gennem Tyskland til Den Helder i Holland, beskyttet på forskellige måder fra politisk side. Derudover er Vadehavet både UNESCO Verdensarv og ikke mindst dansk nationalpark.

FOLK SKAL HAVE GODE OPLEVELSER

En af dem, som arbejder intenst med netop beskyttelsen af området, er Xenia Salomonsen, biolog og naturkonsulent i Nationalpark Vadehavet. Nationalparken blev indviet i 2010 og er Danmarks første marine nationalpark, og et af formålene med den udnævnelse er at værne om det unikke område.

”Vadehavet er et af de mest besøgte turistområder i Danmark, så her kommer virkelig mange mennesker hvert år. Det er vi rigtig glade for, og vores opgave er blandt andet at vurdere, hvordan vi bedst muligt passer på naturen, samtidig med at gæsterne kan opleve den,” siger Xenia Salomonsen.

Vadehavets popularitet slider nemlig på nogle sårbare naturområder, og derfor er det vigtigt, at folk ved, hvordan man opfører sig i naturen, forklarer biologen.

”Gæsterne vil jo gerne være gode gæster, men mange er i tvivl om, hvor de må og kan gå henne. Vi vil hjælpe folk til gode oplevelser.”

EN INTERESSANT BALANCEGANG

Ud over turismen er der også andre aktiviteter, der enten direkte eller indirekte kan påvirke vadehavsområdet, blandt andet skibstransport til og fra Esbjerg havn. Lige uden for Vadehavet foregår der råstofindvinding, fiskeri, vindmølleaktivitet, og der er olie- og gasfelter. Tæt ved Vadehavet findes desuden flere klappladser, hvor der deponeres havbundsmateriale fra f.eks. havne.

Alle de aktiviteter kan have stor negativ effekt på natur og dyreliv i Vadehavet. I sådan et område, hvor landskabet og vaden forandrer sig, og som samtidig er et unikt fødeområde for organismer som fugle, fisk og marine pattedyr, er det derfor vigtigt løbende at vurdere, hvilke konsekvenser aktiviteter på vand og fra land har på natur og miljø.

”Vi bør tage hensyn til både menneske og natur i Vadehavet, hvilket er en interessant og udfordrende balancegang. I Nationalparken oplever vi, at medarbejdere i nogle virksomheder bliver mere bevidste om den påvirkning, deres aktiviteter har, og gerne vil gøre en forskel,” slutter Xenia Salomonsen.

GASTRONOMI: SPIS PLANTEN!

Hvis du møder en spøjs lille, grøn, kaktuslignende fætter (uden torne) lige der, hvor vaden ender, og marsken begynder – så smag på den! Det er kveller, og den er spiselig, sprød og salt i smagen, så du kan fint tage lidt med hjem og blande det i salaten til middagen.

Kveller tilhører salturfamilien og kan vokse på saltholdig bund og optage vand med højt saltindhold. Det kan den kun, fordi den fortynder saltvandet i sine blade (der ligger helt tæt op ad stænglen og ikke ser ud som blade på andre planter). Derfor er bladene tykke og saftfyldte. Ligesom andre af Vadehavets planter er kveller god til at holde på noget af det sediment, der ved højvande bliver ført med ind over det område, hvor planten holder til. Det gør, at endnu flere planter kan finde fodfæste, og på den måde bidrager kveller til, at marsken vokser sig større.



EN VAN(D)VITTIG PÆL I RIBE

Det her er stormflodssøjlen i Ribe, som ligger i den sydvestlige del af Jylland, fem kilometer fra Vadehavet. Bronzeringene på den massive egetræspæl markerer, hvor højt vandet stod i Ribe ved de mest alvorlige stormfloder, der har ramt byen i tidens løb. På den måde vidner stormflodssøjlen om, at livet i vadehavsområdet altid har været på havets præmisser. Først i 1912 gjorde byggeriet af Ribediget en ende på havets raseren. Der er også søjler flere andre steder i vadehavsområdet, blandt andet på Mandø og i Tønder.

Stormflodssøjlen er inspireret af gondolernes fortøjningspæle i Venedig.

I 1634 rejste havet sig rekordhøje seks meter over normal vandstand. Havde man et ærinde i Ribe Domkirke den dag, skulle man huske snorklen, for i kirkerummet stod vandet 170 centimeter over gulvet.

I februar 1825 ramte en stormflod hele vestkysten, og i Ribe blev der målt en vandstand på 5,33 meter over normalen.

I december 1999 ramte den kraftigste orkan, der nogensinde er målt i Danmark, og måleren i Ribe brød sammen ved en vandstand på 5,12 meter – men reelt set var den nok oppe på cirka 5,50 meter over normalen. Heldigvis kulminerede stormen ved lavvande, for havde den ramt ved højvande, ville vandstanden have været 1-1,5 meter højere.

Foto: Colourbox



GEUS

DE NATIONALE GEOLOGISKE
UNDERSØGELSER FOR DANMARK
OG GRØNLAND (GEUS)

Øster Voldgade 10
1350 København K
Tlf: 38 14 20 00
E-mail: geus@geus.dk
www.geus.dk



INSTITUT FOR GEOVIDENSKAB
OG NATURFORVALTNING (IGN)

Øster Voldgade 10
1350 København K
Tlf: 35 32 25 00
E-mail: ign@ign.ku.dk
www.ign.ku.dk

STATENS NATURHISTORISKE
MUSEUM (SNM)

Øster Voldgade 5-7
1350 København K
Tlf: 35 32 23 45
E-mail: snm@snm.ku.dk
www.snm.ku.dk

AARHUS
UNIVERSITET

INSTITUT FOR GEOSCIENCE (IG)
AARHUS UNIVERSITET

Høegh-Guldbergs Gade 2
B.1670
8000 Aarhus C
Tlf: 89 42 94 00
E-mail: geologi@au.dk
www.geo.au.dk

geo viden

Udgiver: Geocenter Danmark

Ansvarshavende:
Anja Fonseca, GEUS

Redaktør og skribent:
Fie Krøyer Dahl, GEUS

Design: Lykke Sandal, GEUS

Korrektur: Caroline Dea Rutter, GEUS

Forsidebillede: Fie Krøyer Dahl

Tryk: Strandbygaard

Eftertryk: Tilladt med kildeangivelse, videre salg ikke tilladt. Læs mere på geoviden.dk/copyright

Kontakt: geoviden@geus.dk
www.geoviden.dk

ISSN: 1604-6935 (papir)

ISSN: 1604-8172 (elektronisk)

GEOCENTER DANMARK

Geoviden udgives af Geocenter Danmark og er målrettet undervisningen i gymnasierne. Bladet udkommer tre gange om året. Abonnement er gratis og tegnes på geoviden.dk. Her kan man også læse bladet og finde ekstramateriale såsom video.

Geocenter Danmark, der udgiver Geoviden, er et samarbejde mellem De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS), Institut for Geoscience ved Aarhus Universitet samt Institut for Geoviden og Naturforvaltning og Statens Naturhistoriske Museum, begge ved Københavns Universitet. Geocenter Danmark er et center for geovidenkabelig forskning, uddannelse, rådgivning, innovation og formidling på højt internationalt niveau.