

HAVETS BEVÆGELSER

Havets fysiske forhold hænger sammen med havets bevægelser. Havets bevægelser kan sørge for at bundvandet tilføres frisk ilt i takt med forbruget. De samme vandbevægelser kan desuden sikre, at næringssaltene kommer tilbage til de øverste vandlag, hvor planteplanktonet har brug for dem. Der findes forskellige former for bevægelser og fænomener, der har meget stor betydning for havets produktion.

BØLGER

Hvis man står på et skib og betragter bølgerne, vil det for de fleste være meget vanskeligt at finde to bølger, der er ens. Store og små bølger danner et forvirrende billede. Det er ikke en gang altid til at se, hvilken retning bølgerne bevæger sig i. Det virker mere eller mindre kaotisk. Går man derefter ind på en strandbred og betragter bølgerne, kan man se, at bølgerne fra det dybe vand har forandret sig på deres vej mod kysten.

Bølgeryggene er blevet mere sammenhængende og længere. Der er i det hele taget en større grad af rytme. Men selv her hersker der også en form for kaos. Tænk blot på, hvor forskellig bølgestørrelsen er, når vi bader eller går en tur langs stranden. Bølger opstår som regel ved luftens (vindens) gnidningsmodstand mod vandoverfladen. Kraftig blæst og høje bølger hører sammen.

Bølgernes størrelse afhænger af:

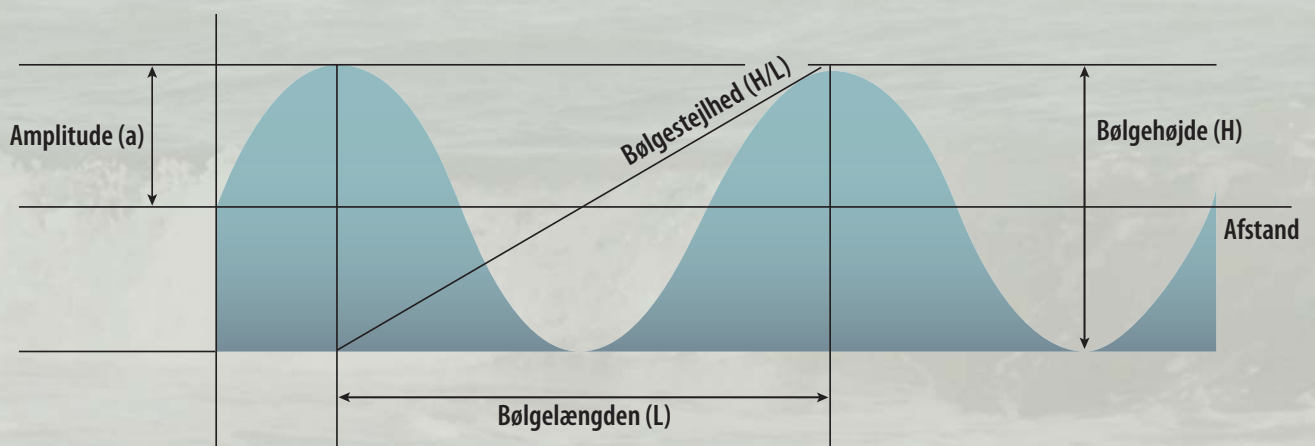
- Vindens hastighed (vindstyrken)
- Vindens varighed
- Den strækning de frit kan løbe over (åbent vand)
- Vanddybden

Bølger beskrives bl.a. ved deres højde og længde. Forholdet mellem højde og længde afgør, hvor stejle eller flade bølger er.

Bølger transporterer ikke materiale, f.eks. vand og partikler, men derimod energi henover eller igennem materialet. Vi kender det, når en genstand ligger i vandoverfladen. Genstanden bevæges op og ned, når bølgerne passerer, men får ikke rigtig nogen bevægelse i en bestemt retning.

3.1 BØLGER

Bølger beskrives ud fra fem forskellige begreber: Højde (H), amplitude, længde (L), stejlehed (H/L) og frekvens. Figuren viser et idealiseret billede af to bølger, der følger hinanden.



DØNNINGER

Dønninger er *gamle* vindbølger. Det kan enten være de bølgebevægelser, der fortsætter efter at vinden er ophørt. Eller det kan være bølger, der bevæger sig bort fra et stormområde. Vindbølger er som regel stejle, hvorimod dønninger er mere flade.

F A K T A

3.2 VINDSTYRKER

Beauforts skala for vindstyrker og deres synlige virkninger til havs.

BEAUFORT NR.	VIND	VINDHASTIGHED		HAVOVERFLADENS TILSTAND	BØLGEHØJDE (meter)
		knob	ms ⁻¹		
0	stille	< 1	0.0 - 0.2	Havblik	
1	luftning	1-3	0.3 - 1.5	Lette krusninger	0,1 - 0,2
2	let brise	4-6	1.6 - 3.3	Vedvarende krusninger, kamme, men ingen breakere	0,3 - 0,5
3	brise	7-10	3.4 - 5.4	Tydelige bølger, let kamdannelse med spredt skumdannelse	0,6 - 1,0
4	let vind	11-16	5.5 - 7.9	Små bølger, bliver længere, mere konstant skumdannelse	1,5
5	vind	17-21	8.0 - 10.7	Moderate og længere bølger	2,0
6	stærk vind	22-27	10.8 - 13.8	Skumtoppe, større bølger med hvide skumtoppe	3,5
7	kuling	28-33	13.9 - 17.1	Havet hæves i større bølger - hvidt skum, blæser i striber i vindretningen	5,0
8	stærk kuling	34-40	17.2 - 20.7	Voksende bølgehøjde - bølger brækker - skum i markerede striber	7,5
9	kuling til storm	41-47	20.8 - 24.4	Høje bølger, tætte skumstriber, dønning, løsrevne vanddråber i luften påv. sigtbarheden	9,5
10	storm	48-55	24.4 - 28.4	Meget høje bølger med krængende kamme, havoverfladen har hvidt udseende, stærke dønninger og nedsat sigtbarhed	12,0
11	stærk storm	56-64	28.5 - 32.7	Usædvanlige høje bølger, havet hvidt af skum, småskibe forsvinder af syne gennem længere tid - sigt yderligere reduceret. Beg. udjævning på bølgeoverflader.	15,0
12	orkan	> 64	> 32.8	Luften fyldt med skum og vand-sprøjt, havet helt hvidt af skumsprøjt og sigtbarhed stærkt reduceret.	> 15

F A K T A

TSUNAMI

Tsunami er det japanske ord for kæmpe store oceanbølger, der opstår på dybt vand i forbindelse med under-søiske jordskælv og vulkanudbrud. Bølgelængden kan være flere hundrede kilometer, mens selve bølgehøjden typisk kun er en 1 meter. Man kan stort set ikke mærke sådan en bølge til søs. Men når bølgen nærmer sig lavt vand vil dens bølgehøjde vokse samtidig med at hastigheden aftager. Den vil ramme land som en kæmpe flodbølge. Det sker med jævne mellemrum i Stillehavet.

3.3 TIDEVAND

Tidevand - en tænkt situation for højvander. *Springflod* indtræder, når solen, jorden og månen står på linie (*nymåne* og *fuldmåne*). *Nipflod* er, når sigtelinierne fra jorden til solen og månen danner en vinkel på 90° .



TIDEVAND OG VANDSTANDSÆNDRINGER

Tidevandet opstår ved et samspil mellem jordens, månens og solens tiltrækningskraft. Når månen bevæger sig rundt om jorden, kommer der en tidevandsbølge på den side, som vender mod månen og en anden på den modsatte side af jorden. Månen er 24 timer og 50 minutter om at nå rundt om jorden. Så tiden mellem 2 højvande er derfor 12 timer og 25 minutter.

Højvande kaldes også for *flod*, mens lavvande kaldes *ebbe*. Forskellen mellem høj- og lavvande er ikke altid lige stor. Ved fuldmåne og nymåne forstærker solen månens tiltrækningskraft, og tidevandsforskellen er derfor stor. Det kaldes *springflod*. Midt mellem nymåne og fuldmåne, dvs. når månen er halv, virker kræfterne modsat hinanden, og tidevandsforskellen er mindre.

Det kaldes *nipflod*. Andre ting som f.eks. kontinenterne og vanddybde spiller også ind og skaber et meget kompliceret system af tidevandstrømme og tidevandsbølger.

Tidevandet har kun direkte indflydelse på havets plante- og dyreliv specielle steder i kystzonen. Til havs vil tidevandsforskellen være under 1 meter. Tidevandet har dog en indirekte betydning ved at skabe stedvise kraftige strømme som sammen med vindens kræfter er med til at skabe omrøring i vandmasserne.

Vandstandsændringer kan også skyldes vindstuvning. Vindstuvning er, når vinden presser vandet og dermed vandstanden op mod kysten. Vindstuvning kombineret med højvande kan skabe farlige situationer med risiko for oversvømmelser.

3.4 NORDSØEN

Nordsøen er særlig kompliceret, fordi der dannes forskellige tidevandsbølger på forskellige tidspunkter. Tidevandsbølgerne ruller ind i Nordsøen fra NV og SV. Linierne på kortet (A) angiver med en times forskel tidspunktet for højvandsbølgen, der så roterer om de angivne knudepunkter. De største tidevands forskelle findes langs Storbritanniens østkyst. Linierne på kortet (B) viser forskelle mellem høj- og lavvande under springflod.

HAVSTRØMME

Havstrømme ligner på mange måder strømme i luften, det vi kender som vinden. I luften flyttes luftmolekyler, mens i havet flyttes vandmolekyler. Strømme kan til forskel fra bølger flytte genstande og transportere vandmasser over store afstande uden at de fysiske forhold (temperatur, massefylde mm.) ændres særligt meget.

Klima og havstrømme hænger nøje sammen og påvirker hinanden. Klimaet på jorden påvirker havstrømmene, der så igen virker tilbage på klimaet. F.eks. har vi i Nordvesteuropa et relativt mildt klima pga. Golfstrømmen, der har opsamlet sin varme i troperne og kun langsomt afgiver denne varme til de vand/luftmasser, den passerer. Mange fisks livscyklus, specielt deres vandringer, er knyttet til havstrømmene. (se kapitel 6).

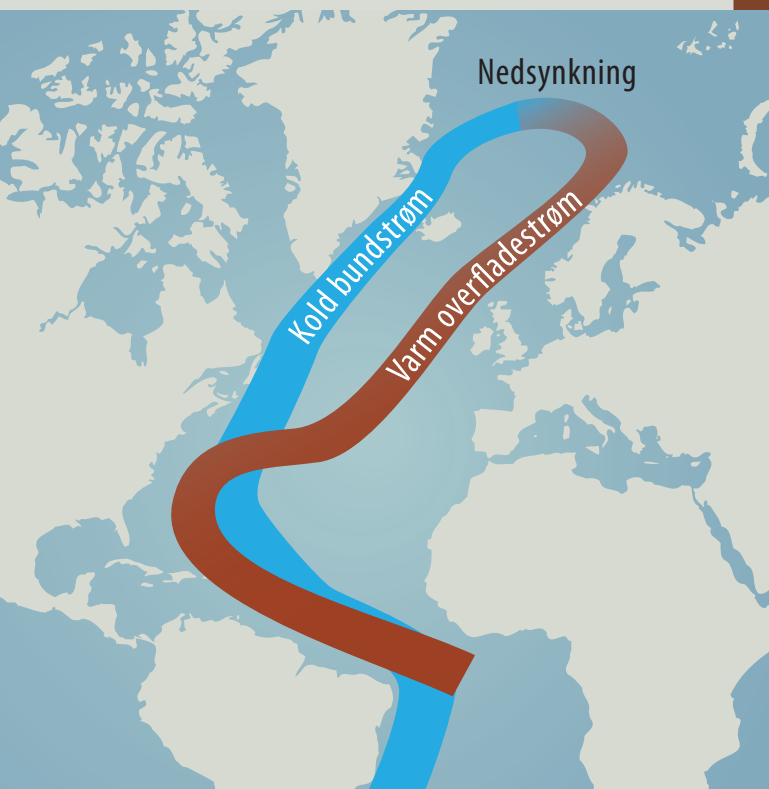
Strømme opstår bl.a. pga. vinden og forskelle i massefylde. Det samlede strømbillede kompliceres af jordens rotation samt mødet med kontinenterne og undersøiske højderygge. Der findes både vandrette og lodrette strømninger. Nogle opstår lokalt, mens andre er en del af større strømsystemer.



GOLFSTRØMMEN

Golfstrømmen har stor betydning for varmetransporten fra ækvator til de polare områder. Motoren i disse globale havstrømme er forskelle i massefylde i havvandet. Ved fordampning øges saltholdigheden, og vandet bliver tungere. Det samme sker, når havvandet fryser til is og uddriver saltet. Det tungere vand synker ned og starter en verdensomspændende strømning, der har stor betydning for klimaet og for livet i havet. Det er vinden og jordens rotation, der styrer, hvordan Golfstrømmen løber. I Atlanterhavet betyder det, at der dannes et område uden strømninger - Sargassohavet. Her samles et lag af flydende tang, og det er her man mener, at ålen har sit gydeområde.

F
A
K
T
A



VANDRETTE STRØMNINGER

Når det blæser, påvirkes vandmasserne i overfladen af en kraft i vindens retning. Man skulle så umiddelbart tro, at der ville opstå en strøm i vindens retning. Men på grund af jordens rotation afbøjes alle strømme. På den nordlige halvkugle betyder det, at alle strømme afbøjes mod højre fra strømmens retning, som om

EL NIÑO

El Niño er spansk for drengbarnet eller jesusbarnet. Det er betegnelsen for en unormal varm havstrøm, der optræder i de centrale og østlige dele af Stillehavet med 3-10 års mellemrum - oftest omkring juletid. Årsagen er kæmpemæssige forskelle i lufttrykket omkring Indonesien og Australien, der får passatvinden til at skifte retning. Fænomenet har stor betydning for klimaet på hele jorden og har en ødelæggende effekt på fiskeriet langs Sydamerikas vestkyst.

F
A
K
T
A

Foto: NASA

den blev påvirket af en kraft vinkelret på strømretningen. Som et samlet resultat af vindkraften og højrefløjningen fås en overfladestrøm, hvis retning er drejet ca. 45 grader til højre for vindens retning. For at erstatte de vandmasser, der føres bort med vindstrømme opstår en erstatningsstrøm i den modsatte retning.

VINDSTUVNING

Ved vindstuvning presser vinden vandmasserne højere og højere op ind mod kysten. Det betyder, at vandspejlet kommer til at stå skråt. Situationen kendes f.eks. i en østenstormsperiode, hvor vandstanden i de østjyske havne stiger, mens vandstanden i de vestjyske havne er lavere end normalt. En sådan hældning af vandspejlet vil betyde, at der i det samme vandlag vil være et højere tryk der, hvor vandstanden er høj. Når stormen lægger sig, står vandspejlet skævt, og tyngdekraften vil rette op på dette. Det giver en strøm i den modsatte retning af stormen. Men pga. af jordens rotation afbøjes strømmen mod højre, så det endelige strømbillede bliver mere kompliceret.

KYSTSTRØM

På satellitbilleder kan man ofte se vandmasser, der som et vandløb snor sig langs en kyst uden øjensynligt at blive blandet med det omgivende hav. Fænomenet kaldes *kyststrøm*.

Kyststrømmen skyldes udstrømning af fersk let vand, der lægger sig ovenpå det tungere bundvand. Vinden kan så *blæse* det lette overfladevand mod kysten, så vandmasserne ikke blandes. Strømmen vil afbøjes mod højre på grund jordens rotation og resultatet bliver en strøm, der flyder parallelt med kysten.

Langs Jyllands vestkyst løber der sådan en kyststrøm kaldet *Den Jyske Kyststrøm* eller *Jyllandsstrømmen*. Strømmen starter mod syd i Tyske Bugt med vand fra de central-europæiske floder og løber nordpå op langs Jyllands vestkyst. Normalt strømmer den nord om Vendsyssel og videre ud i de østlige dele af Skagerrak og videre nord og vestover. Men i visse situationer kan *Den Jyske Kyststrøm* slå ind i Kattegat og føre vandmasserne med videre ind i de indre danske farvande.

LODRETTE STRØMNINGER

Strømningerne kan også være lodrette, hvor overfladevandet udskiftes med bundvand. En sådan udskiftning kan startes af flere forskellige grunde. Det kan skyldes forskelle i massefylde på grund af forskelle

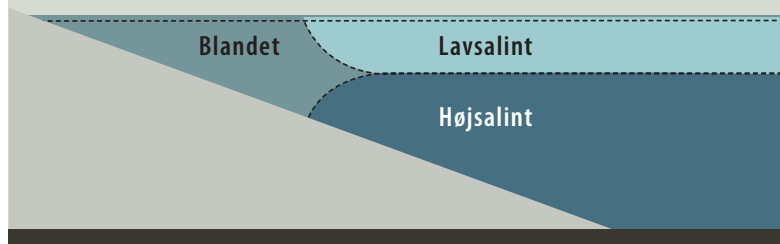
UPWELLING

Upwelling er engelsk og betyder opstrømning. Betegnelsen bruges, når vand fra dybere lag strømmer op mod en kyst eller en kontinentalsokkel og erstatter vand ved overfladen. *Downwelling* betyder omvendt - at overfladevand erstatter dybereliggende vand. En af de vigtigste årsager til *upwelling* i danske farvande er vinden.

Upwelling har stor biologisk betydning, fordi bundvandet bringer næringsalte op til overfladen. Men hvis bundvandet har lavt iltindhold eller indeholder svovlbrinte, kan det have katastrofale følger (læs mere i kapitlet om iltsvind).

3.5 TIDEVANDSFRONT

Figuren viser princippet for en tidevandsfront. Tidevandsfronter kan opstå i fladvandede, lagdelte farvande. På grund af gnidningsmodstanden (*friktion*) mod bunden blandes vandmasser tættest mod kysten. Forholdene kendes fra den jyske vestkyst og den sydlige Nordsø.



i temperatur og saltholdighed. Et eksempel på dette er den afkøling og koncentreret af overfladevandet, som sker om vinteren, når der dannes is. Vandmassernes stabilitet aftager. I nogle tilfælde så meget, at overfladevandet af sig selv synker mod bunden og erstattes af bundvand.

FRONTER

En front er en fysisk overgang mellem forskellige vandmasser. Fronter kan opfattes som skilleflader *springlag*, der står oprejst i vandmassen. Fronter opstår eksempelvis som følge af tidevand. Det sker i Nordsøen. Fronter opstår også, hvor strømme fører forskellige vandmasser sammen, f.eks. ved udstrømning fra fjorde og åer. I det sydlige Kattegat opstår fronter, når der er udstrømning gennem Øresund og Bælterne. I overgangsområdet mellem Kattegat og Skagerrak dannes der en front mellem det lagdelte Kattegatvand og det mere salte, men mindre lagdelte Skagerrakvand. Fronter flytter sig og har sjældent samme placering i længere tid ad gangen.

