



KLIMASIKRING AF KYST OG VANDLØB

En virksomhedscase udarbejdet Klimatorium og Naturvidenskabernes Hus

I samarbejde med

Klimatorium
Danmarks internationale klimacenter



novo
nordisk
fonden

PROBLEMBASERET PROJEKTFORLØB

Hvordan bruges klimadata til at fremtidssikre de danske kyster og vandløb? Det kan du sammen med dine elever undersøge i vores virksomhedscase i samarbejde med Klimatorium.

Kickoff

Forløbet skydes i gang med et virtuelt kickoff, hvor medarbejdere fra Klimatorium præsenterer en virksomhedscase, hvor du som lærer kan vælge enten at tage en kystsikringsvinkel eller en vinkel, hvor I undersøger oversvømmelse af vandløb.

Status

Midt i forløbet vil der være en spørgetime med deltagelse af medarbejdere fra Klimatorium.

Pitch

Forløbet afsluttes med, at 1-2 grupper fra hvert gymnasium laver en virtuel præsentation af deres problemstilling og løsningsforslag, hvor Klimatoriums medarbejdere giver feedback på projekterne. Præsentationerne må maksimalt have en varighed af 10 minutter. Det vil være muligt at besøge Klimatorium undervejs i forløbet.

Bemærk, at dette er et online forløb, som man kan deltage i fra hele Danmark.

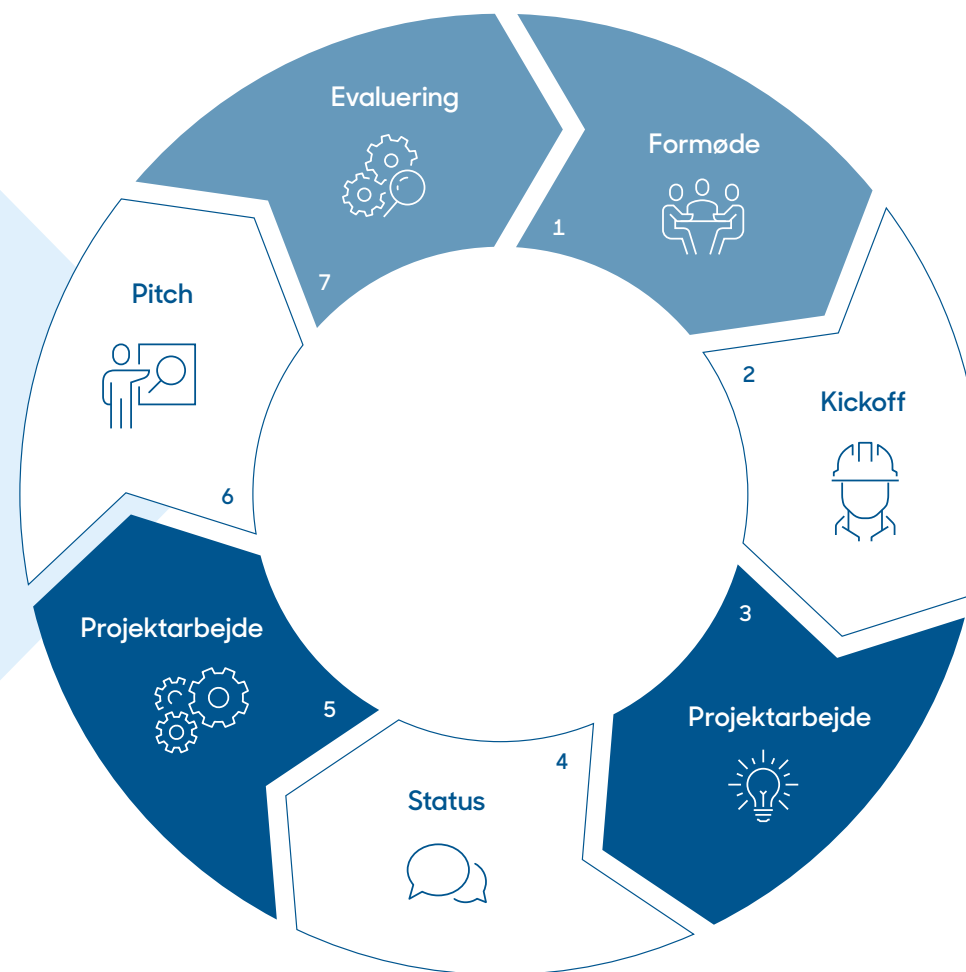


VIRKSOMHEDSCASENS FASER

Denne virksomhedscase er et problembaseret undervisningsforløb med udgangspunkt i en autentisk case fra Klimatorium. Hensigten er, at forløbet løfter de faglige forløb i gymnasieskolen og indfrier målet om, at eleverne udvikler kompetencer til at forstå, formulere og behandle samfundsrelevante problemer med henblik på at udvikle bæredygtige løsninger til fremtiden.

Virksomhedssamarbejdet vil forløbe gennem syv faser, som fremgår af modellen. Faserne er fleksible, og modellen kan tilpasses din læreplan og dine ønsker. Samarbejdet vil strække sig over 5-30 undervisningstimer – afhængig af hvilke faser I har mulighed for at deltage i. Herunder kan du se indholdet og estimeret tidsforbrug for de forskellige faser. Den specifikke tidsramme aftaler du i samarbejde med Naturvidenskabernes Hus og Klimatorium.

[Læs mere om modellens faser.](#)



OM KLIMATORIUM

Klimatorium er Danmarks internationale klimacenter og er placeret på havnefronten i Lemvig. Havnen i Lemvig er netop et af de steder, hvor man mærker konsekvenserne af stigende havniveau og hyppigere forekomst af storme, som FN's klimarapport forudsiger.

Projektledere i Klimatorium arbejder med at få viden fra forskningsprojekter på universitetet udfoldet i praksis, så danske virksomheder udfolder, skaber arbejdspladser og nye produkter, der afhjælper fremtidens klima- og vandproblematikker. I Klimatorium er der samlet en stor viden, da Region Midtjyllands jordforureningsafdeling og Lemvig Vand har kontor i bygningen.

I Klimatorium er der indenfor interaktive aktiviteter, der handler om vand og klimaforandringer, og udendørs er der eksempler på

teknologisk udvikling, der er udviklet for, at samfundet lettere kan håndtere de øgede nedbørsbegivenheder, der forventes i fremtiden.

Klimatorium arbejder meget aktivt på at udbrede viden om fremtidens klima- og vandproblematikker. Det gør Klimatorium blandt andet ved at engagere forskellige dele af befolkningen i undervisningsaktiviteter og arrangementer. I Børnenes Klimamøde deltager tusindvis af danske skolebørn. Der afholdes Det nationale klimatopmøde og Youth Climate Conference, der involverer unge i Danmark og New Zealand.



BESKRIVELSE AF CASES

Case 1

Er oversvømmelse af vandløb et problem, der kan og skal løses?

- Undersøg, hvilke naturforhold der er gældende for dit lokale vandløb. Hvor stort er afvandingsområdet og vandføringen? Er vandløbet ensrettet eller slynget?
- Undersøg oversvømmelsespotentiallet for dit lokale vandløb. Har det tidligere haft en oversvømmelseshistorik? Hvad er der i så tilfælde sat i gang for at ændre på det? Hvilke forhold skal der tages hensyn til?
- Hvordan kan satellitbilleder aktivt bruges i processen med at klima- og miljøtilpasse området omkring dit lokale vandløb?

Case 2

Hvordan kan man sikre kyster mod hændelser i en klimausikker fremtid?

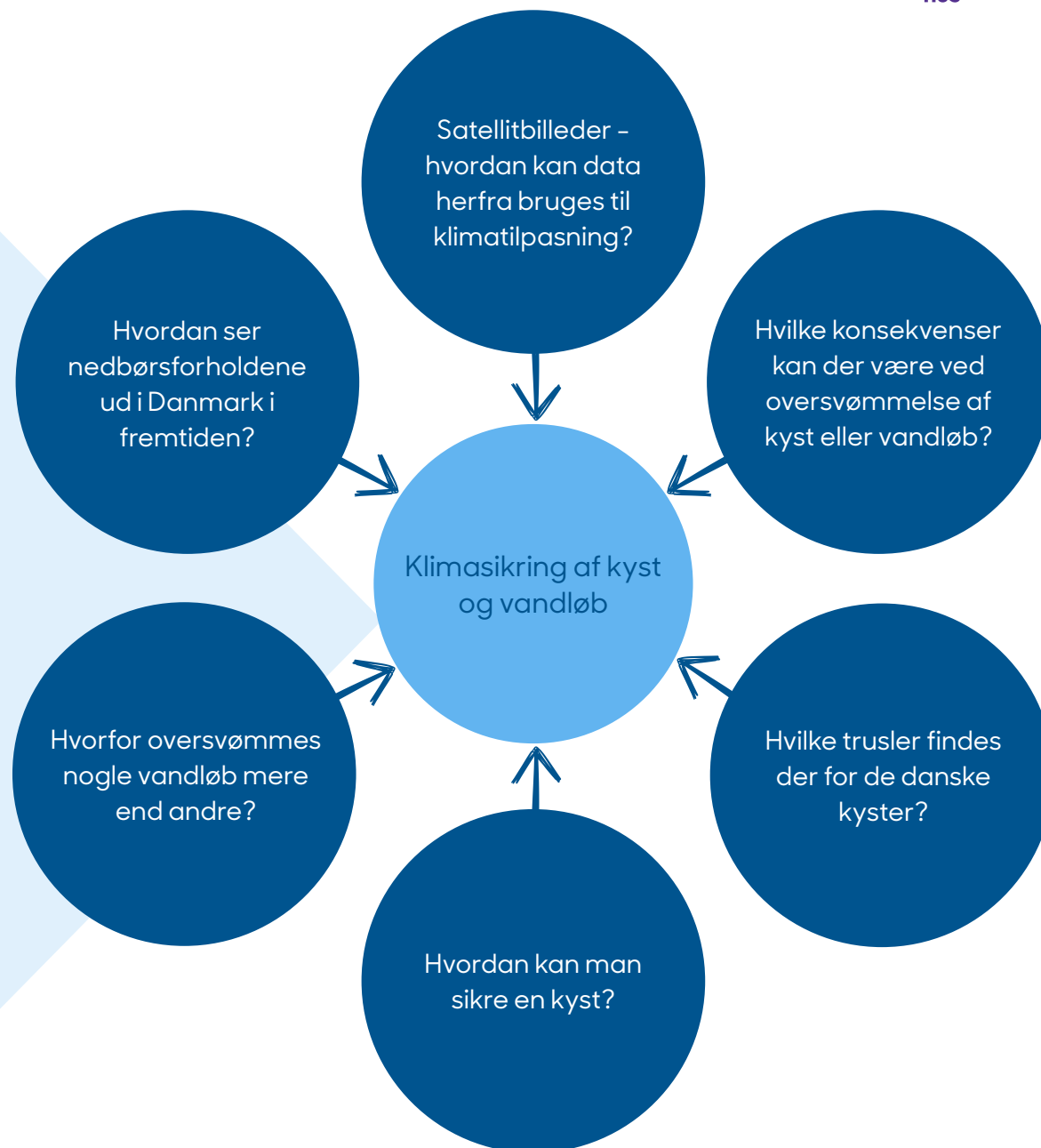
- Undersøg din lokale kyst. Hvilken type kyst er det? Har den altid set sådan ud, som den gør nu?
- Undersøg, hvilke trusler der gælder for din lokale kyst. Hvordan arbejder din kommune med kystsikring? Er der allerede foretaget nogle sikringsforanstaltninger ved kysten?
- Hvordan kan satellitbilleder aktivt bruges i kystsikring?

PROBLEMSTILLINGER

Arbejdet med casen *Klimasikring af kyst og vandløb* i samarbejde med Klimatorium er bygget op omkring GEOdetektiv-modellen, hvor der er en række problemstillinger, som alle rækker ind i de overordnede cases.

Problemstillingerne kan udfoldes i større eller mindre grad, således, at der f.eks. bruges alt fra en halv lektion til flere lektioner på den enkelte problemstilling.

Problemstillingerne kan behandles i en vilkårlig rækkefølge, og du kan til- eller fravælge problemstillinger, så det passer med det ønskede.



FORSLAG TIL FORLØBSPLAN

Modul	Fagligt indhold
1	Start på case – introduktion til Klimatorium, arbejdet med klimadata og hvordan disse anvendes i forbindelse med sikring af kyst og vandløb
2	Fremtidens nedbørsforhold i Danmark • GIS scenarier for udviklingen af nedbør 2004-2100 • Pixiguide til IPCC's 5. hovedrapport
3	Undersøgelse af lokale vandløb eller kyst via satellitdata og gamle målebordskort • Hvordan så området ud før i tiden? Er der sket nogle ændringer? • Kan der detekteres, hvilke områder der vil være særligt sårbare?
4 – 5	Feltarbejde • Besøg til lokale vandløb eller kyst • Profil af vandløb / kystopmåling
6	Efterbearbejdning af feltarbejdet • Vandløbets opland • Kystsikring / kystbeskyttelse
7	Anvendelse af satellitdata til klimatilpasning • Vejledning til EO-browser og EGMS • KAMP klimatilpasning • DMI Klimaatlas
8 – 9	Arbejdet med case og klargøring til præsentation til pitch
10	Pitch og evaluering af forløbet

Skemaet er et forslag til et forløb.

Bemærk, at det vil være muligt at besøge Klimatorium undervejs i forløbet.

SATELLITBILLEDER – HVORDAN KAN DATA HERFRA BRUGES TIL KLIMATILPASNING?

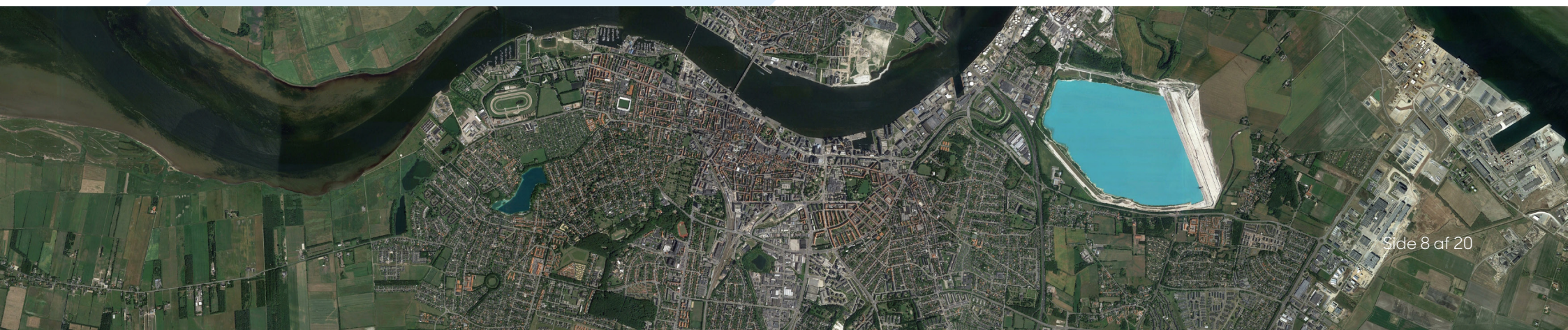
Satellitdata har gennem lang tid været en væsentlig del af klimaovervågningen. Både i forhold til ændringer i klimaet og til at udpege de steder, hvor behovet for beskyttelse er størst.

Satellitter spiller en vigtig rolle i overvågning og vurdering af naturkatastrofer som orkaner, jordskælv, oversvømmelser og skovbrande. De giver realtidsbilleder og data, der hjælper myndigheder med at reagere hurtigt og effektivt.

Billeder taget af Jorden fra rummet giver forskere og planlæggere et overblik over vejrsystemer, klimaforandringer, landbrugsarealer, skovdækning, kystudvikling og mere. Disse data bruges til at overvåge og forstå Jordens miljømæssige og geografiske forhold. Satellitbilleder bliver taget med forskellig rumlig opløsning – nogle er på f.eks. 100 km x 100 km, og andre er helt ned på 2 m x 2 m. Er den rumlige opløsning høj, medfører det, at målinger bliver taget sjældnere end dem med en lav opløsning. Der er derfor forskellige

anvendelsesmuligheder afhængigt af opløsningen. Data fra den enkelte satellit stammer ofte fra forskellige sensorer, der giver information fra forskellige bølgelængdeområder – nogle opfanger det synlige lys, andre infrarødt lys eller mikrobølger, der har en lav bølgelængde. Ved at sammenligne billeder fra satellitter med oplysninger fra jorden vil der opnås den højeste nøjagtighed i klassificering af data fra satellitbilleder. Det er derfor en god idé at kombinere analyserne med feltarbejde, hvor de analyserede områder besøges.

EO-browseren er et instrument til selv at undersøge Jorden gennem satellitbilleder. Herigennem får man mulighed for at visualisere og analysere billeder fra forskellige satellitter, blandt andet Sentinell-satellitterne. Her får man adgang til en bred vifte af geografiske oplysninger, herunder landoverflade, vegetation, vandressourcer, klimaforhold og meget mere.



MATERIALEBANK

Litteratur

[ESERO DK – Introduktion til satellitkommunikation](#)
[Government of Canada – Remote Sensing Tutorials](#)

Booking af Jordstation

[SDU – Lær at kommunikere med satellitter](#)
[AU – Introduktion til CubeSats og kommunikation med satellitter](#)

Hjemmesider

[EO-browser](#)
[European Ground Motion Service \(EGMS\)](#)

Vejledning til EO-browser og EGMS

[Børn af Galileo – Vejledning til undersøgelser med geodata \(EO-browser\)](#)
[European Environment Agency – DEMO: Working with EGMS data](#)

Podcast

[How To Keep Your Satellite Pointing At Earth – Jack Reed, PhD studerende fra MIT](#)
[Sentinel Hub – The Cloud API for Analysis Ready Satellite Data – Gregor Milcinski CEO og co-founder af Sentinel Hub](#)

Øvelser

[ESERO DK – Introduktion til satellitkommunikation](#)
[ESERO DK – EO-Browser øvelser](#)
[ESERO DK – Undersøg udviklingen på Jorden med Google Earth Timelapse](#)

HVORDAN SER NEDBØRSFORHOLDENE UD I DANMARK I FREMTIDEN?

Danmark får i fremtiden et varmere og vådere vejr med flere ekstreme hændelser. Det kan både være længere tørkeperioder og mere kraftig regn om sommeren, og mere nedbør om vinteren. Temperaturen i Danmark vil øges, hvilket giver længere vækstsæson for planter og mulighed for, at andre plante- og dyrearter kan trives i landet. Siden 1870 er den årlige mængde nedbør på landsplan steget med 100 mm om året, og der har været en stigende

tendens i antallet og intensiteten af de kraftige nedbørshændelser. Modelstudier viser en tendens til mere nedbør specielt om vinteren, hvor mængden af nedbør om sommeren er mere tvivlsom. Danmark ligger lige på grænsen mellem det nordlige område af Europa, der kan forvente mere nedbør om sommeren, og det sydlige område af Europa, der kan forvente en nedgang i sommernedbør.



MATERIALEBANK

Litteratur

[Pixiguide til IPCC's femte hovedrapport](#)

[Miljøministeriet – Kortlægning af klimaforandringer \(s. 13-19\)](#)

[Miljøministeriet – Klimatilpasning – FN's klimascenarier](#)

[Miljøministeriet – Klimatilpasning – Fremtidens vejr i Danmark](#)

[Miljøministeriet – Klimatilpasning – Nedbør og klimaforandringer](#)

[DMI – Oversigt over ekstrem nedbør i Danmark](#)

[DMI – Klimaatlas over forventede fremtidige ændringer i klimaet i Danmark](#)

Lærebogsmateriale

[Naturgeografiportalen, Systime – 5.4.3 Konsekvenser af klimaforandringer \(bag login\)](#)

[Naturgeografiportalen, Systime – 5.4.3.4 Danmark under de kommende klimaforandringer \(bag login\)](#)

GIS-filer

[Naturgeografiportalen, Systime – Scenarier for udviklingen af nedbør i 2004-2100](#)

Vejledninger

[DMI Klimaatlas – Naturvidenskabernes Hus](#)

[KAMP Klimatilpasning – Naturvidenskabernes Hus](#)

HVORFOR OVERSVØMMES NOGLE VANDLØB MERE END ANDRE?



Vandet i vandløb stammer fra to forskellige typer af afstrømning – nemlig det vand, der strømmer til vandløbet over jorden, og grundvandet, der strømmer til under jorden. Det område, hvorfra vandet strømmer til det givne vandløb, kaldes for et afvandingsområde. Det topografiske opland er afgrænset af det højeste punkt i landskabet omkring vandløbet – det topografiske skel – hvorfra vandet afstrømmer på jordoverfladen ned mod det laveste punkt, hvor vandløbet ligger. Dette gør sig mest gældende i områder, hvor jorden har en fast overflade, som nedbøren har svært ved at trænge igennem. Grundvandsopland er mere almindeligt

i Danmark, hvor nedbøren siver ned gennem de permeable jordlag til grundvandet. Grundvandsopland følger ofte konturerne på overfladen af jorden, men kan afvige, hvis der f.eks. er et underliggende lag med anden hældning i forhold til de øvre lag.

Er afvandingsområdet meget stort, vil der derfor være en større mængde nedbør, der vil blive ledt til vandløbet, og i perioder med megen langstrakt eller med meget kraftig nedbør vil der derfor akkumuleres meget vand i vandløbet.

I Danmark er den overfladiske afstrømning normalt ret lille. Men efterhånden som mængden af befæstet areal er vokset, og det dermed er blevet sværere for nedbøren at trænge ned gennem jorden, er andelen af overfladisk afstrømning steget.

Vandstanden i vandløbene afhænger især af vandføringen, der er et udtryk for, hvor meget vand der strømmer i vandløbet. Når vandets hastighed sænkes, kommer vandet til at være længere tid på det samme sted. Når der er en øget mængde vand, der i en periode skal igennem et område, hvor hastigheden er lav, kommer vandstanden til at stige. Der er forskellige parametre, der kan påvirke vandføringen i vandløbet. Et af disse er mængden af planter. Jo flere planter, der er i vandløbet, jo mere modstand møder vandet, når det strømmer, og derved kommer vand, der skal pacere mange planter, til at bevæge sig langsommere. En anden parameter er vandløbets udformning – dets bredde, dybde og fald – hvor slyngede vandløb generelt har en lavere vandføring, end hvis det samme vandløb blev udrettet.

MATERIALEBANK

Litteratur

[Aktuel Naturvidenskab nr. 2 \(2016\) – Grødeskæring og vandstand i danske vandløb](#)

[KU – Samspil mellem vandstand i vandløb og de omliggende dyrkede arealer](#)

[Biologividen.dk – Vandløb](#)

[Vand og Jord – Manningtallet for vandløb – en udtømmelig kilde til diskussion](#)

Lærebogsmateriale

[Naturgeografiportalen, Systime – Nedbørsområder og vandløb i Danmark \(bag login\)](#)

Geografihåndbogen, B.P. Hansen, T. Andersen, P. Brøndum, Forlaget Systime (2002)

- s. 94–105: Floden og landskabet i områder med tempereret klima

Naturgeografi – Vores Verden, J. Mangelsen, A.N. Kristiansen, A.A. Kortnum, A.T. Kjær, GO-forlaget

- s. 231–234: Fluvialmorfologi – læren om landskabets former dannet ved strømmende vand

Øvelser

[Gyldendal – Profil af et vandløb](#)

[Frederiksen – Vejledning til porøsitetstrør](#)

[Vandløbets opland – Naturvidenskabernes Hus](#)

Video

[Undervisningslokalet – Porøsitet og permeabilitet \(5:54 min\)](#)

HVORDAN KAN MAN SIKRE EN KYST?

Udfordringerne i kystområderne vokser i en fremtid, hvor stigende havvandstand og hyppigere storme bliver en realitet. Det er derfor nødvendigt at se ind i beskyttelse af kysten. Men ikke alle dele af den danske kyst har behov for lige meget beskyttelse, og typen af beskyttelse varierer også. De to største farer for de danske kyster er tilbagetrækning (erosion) af kysten og oversvømmelse af kysten ved forskellige stormflodsscenarioer.

Kystsikring har til formål at bremse den negative udvikling ved nogle kyster. Kystsikring kan bestå af en række forskellige metoder, der på sigt begrænser havets ødelæggelser. Det kan f.eks. være ved at placere store sten eller ved jævnlige fodre kysten med sandtilførsel. En anden mulighed er etablering af en hofde, der bygges vinkelret på

stranden. Hofden ligner en mindre mole og har en bølgebrydende effekt og holder på sandet på stranden.

Kystbeskyttelse er desværre ikke helt problemfrit. Flere kystbeskyttelsesmetoder kan flytte et problem med erosion til et nærliggende område, som efter etableringen af f.eks. en hofde eller en skråningsbeskyttelse af sten vil blive mere udsat for erosion. Et andet eksempel er sandtilførsel, hvor sandet hentes på dybere vand og tilføres kysten. Sandfodringen kan have forskellige negative konsekvenser for dyre- og planteliv i nærområdet. Det er blandt andet derfor nødvendigt med lovgivning på området – den såkaldte kystbeskyttelseslov.



MATERIALEBANK

Litteratur

[Miljøministeriet, Kystdirektoratet – Rundt om Kysten](#)

[Miljøministeriet, Kystdirektoratet – Erosionsatlas](#)

[Miljøministeriet, Kystdirektoratet – Kystanalyse og kystbeskyttelsesmetoder](#)

[Miljøministeriet, Kystdirektoratet – Kystplanlægger](#)

[Miljøministeriet – Eksempelsamling: Kystbeskyttelsesmetoder](#)

[Retsinformation – Kystbeskyttelsesloven](#)

[DR – Ekspert efterlyser national plan for kystsikring: Acceptér, at vi ikke kan rede alt](#)

[DR – Er sten bedre end sand til at sikre de danske kyster? Forskere og eksperter er uenige](#)

[DR – Hvad skal det gøre godt for? Derfor sprøjter staten tusindvis af tons sand op på stranden](#)

Lærebogsmateriale

Naturgeografi – Vores Verden, J. Mangelsen, A.N. Kristiansen, A.A. Kortnum, A.T. Kjær, GO-forlaget

- s. 224-226: Kystmorfologi – læren om landskabets former dannet ved kysten
- s. 231: Sikring af kysten

Alverdens Geografi, E. Sanden, A. Witzke, K. Duus, J. Ranfelt, GO-forlaget

- s. 266-268: Kystlandskaberne

GEOdetektiven, T. Birk, N. Vinther, Lindhardt og Ringhof

- s. 46-48: En kyst under forandring
- s. 48-51: Hvordan vil en havn påvirke kysten i Liseleje?
- s. 52-55: Kan man beskytte kysten mod erosion?

Opgaver

[GEOdetektiven – Opg. 3.5.A Kystsikring](#)

[GEOdetektiven – Opg. 3.5.B Kystbeskyttelse](#)

Feltarbejde

[Naturgeografi Grundbogen B, Systime – Feltundersøgelse – Undersøgelse af en kyst](#)

HVILKE TRUSLER FINDES DER FOR DE DANSKE KYSTER?



Effekten af en ekstremhændelse, såsom stormflod, vil påvirke kystnaturen ret voldsomt. Det er primært saltet, der er giftigt for de fleste landlevende organismer, og gentagne oversvømmelser vil derfor være til fare for dyr og planter i det nærliggende miljø.

Men hvad er en stormflod? Stormflod er, når højvande fører til oversvømmelser – hvilket oftest sker, når det blæser meget kraftigt. Stormfloder er mange steder et alvorligt problem – og kan være en trussel for mennesker, landskaber og ejendomme. I Danmark er det Vadehavskysten, der er det mest udsatte stormflodsområde, men også andre lavtliggende områder er truet af oversvømmelse under stormflod.

En stigende vandstand vil også medføre konsekvenser for dyrelivet i kystområdet. Strandengene langs de danske kyster er hjemsted for mange sjældne fugle og padder, der er i reel fare for udryddelse, hvis områderne forsvinder.

En stigende vandstand vil medføre en større erosion af kysterne, hvor sedimenttransport flytter mere sand væk fra kysten, end den tilfører. Foretages der ikke kystbeskyttelse, vil erosion kunne bevirke, at kysten langs store dele af Jyllands Vestkyst trækker sig 5–7 meter tilbage i alt i en periode frem mod 2050. Erosion påvirker blandt andet havbølger, der genereres af vindens kræfter. Lange bølger, der er produceret i dybe områder af havet, vil kunne forplante sig i vindens retning ind mod kysten, hvor de brydes og trækker sediment med sig.

MATERIALEBANK

Litteratur

[DHI – Kystdynamik og kystbeskyttelse](#)

[Miljøministeriet – Klimatilpasning Kyst](#)

[Miljøministeriet – Digitalt undervisningsmateriale om erosion](#)

[KU – Bølger og kysten](#)

Lærebogsmateriale

[Naturgeografiportalen, Systime – Kyster \(bag login\)](#)

[Naturgeografiportalen, Systime – Kystproblemer \(bag login\)](#)

Naturgeografi – Vores Verden, J. Mangelsen, A.N. Kristiansen, A.A. Kortnum, A.T. Kjær, GO-forlaget

- s. 226–231: Vandstanden ændres

Opgaver

[GEO-detektiven – opg. 3.4.A Kystmorfologi og morfodynamik](#)

[Geografilærerforeningen – Ideer til sårbarhedsanalyse af de danske kyster](#)

Øvelser

[EMU – Forsøg om stigende vandstand](#)

[EMU – Forsøg om havstrømme og Grønlandspumpen](#)

[Gyldendal – Tsunamibølgers hastighed – sammenhæng mellem havdybde og bølgehastighed](#)

HVILKE KONSEKVENSER KAN DER VÆRE VED OVERSVØMMELSE AF KYST ELLER VANDLØB?

Oversvømmelser kan medføre betydelig skade på de berørte områder. De seneste år er flere huse forsvundet i bølgerne, og mange flere ejendomme er truet af storme og erosion fra havet. Så sent som i sommeren 2022, hvor et sommerhus ved Vesterhavet røg i vandet under en direkte tv-udsendelse. Oversvømmelse fra f.eks. Gudenåen har også medført betydelig frustration hos lokalbefolkningen. Flere beboere langs åen har fået haver, terrasser og kældre fyldt med vand. Svstrup Kro – også beliggende ved

Gudenåen – har igennem flere år haft en massiv klimasikringsudgift til at dræne rundt om kroen samt til installation og drift af pumper.

Men hvad kan man gøre for at modvirke yderligere konsekvenser ved fremtidige oversvømmelser? Og skal oversvømmelserne modvirkes? Hvilke hensyn vægter højest – naturen eller mennesket? Og hvordan er lovgivningen på området?



MATERIALEBANK

Litteratur

[Miljøministeriet – vandområdeplaner Ringkøbing Fjord \(Skjern Å\)](#)
[Svostrup Kro – Oversvømmelse og klimasikring](#)

Lærebogsmateriale

[Naturgeografiportalen, Systime – 2.1.1 Vandmiljøplaner \(bag login\)](#)

Video

[TV2 – Sommerhus røg i vandet på direkte tv](#)

GIS-filer

[Miljøministeriet, Kystdirektoratet – Vandløbsoversvømmelser](#)
[Naturgeografiportalen, Systime – Vandmiljøplaner, Skjern Å \(bag login\)](#)

Vejledning

[DMI Klimaatlas – Naturvidenskabernes Hus](#)
[KAMP Klimatilpasning – Naturvidenskabernes Hus](#)

Simulering af vand i kældere som funktion af nedbørshændelser

- [NetLogo – LAR-loesninger paa matrikel.nlogo](#)
- [Vejledning til NetLogo \(LAR-loesninger paa matrikel\)](#)



OM NATURVIDENSKABERNES HUS

Naturvidenskabernes Hus bygger bro mellem skoler og virksomheder i hele landet og udvikler, udbreder og understøtter praksisnær undervisning, der engagerer børn og unge og inspirerer til STEM-studievalg. Det er vores vision, at mange flere unge vælger en STEM-uddannelse til gavn for erhvervslivet, samfundet og en bæredygtig fremtid.

Læs mere på nvhus.dk