Junior Geologerne

Kystdynamik

maj 2020

Aart Kroon

NORDEA FONDEN
Vi støtter gode liv

Diskuter med din sidemakker
- hvad ved I om vores kyster?

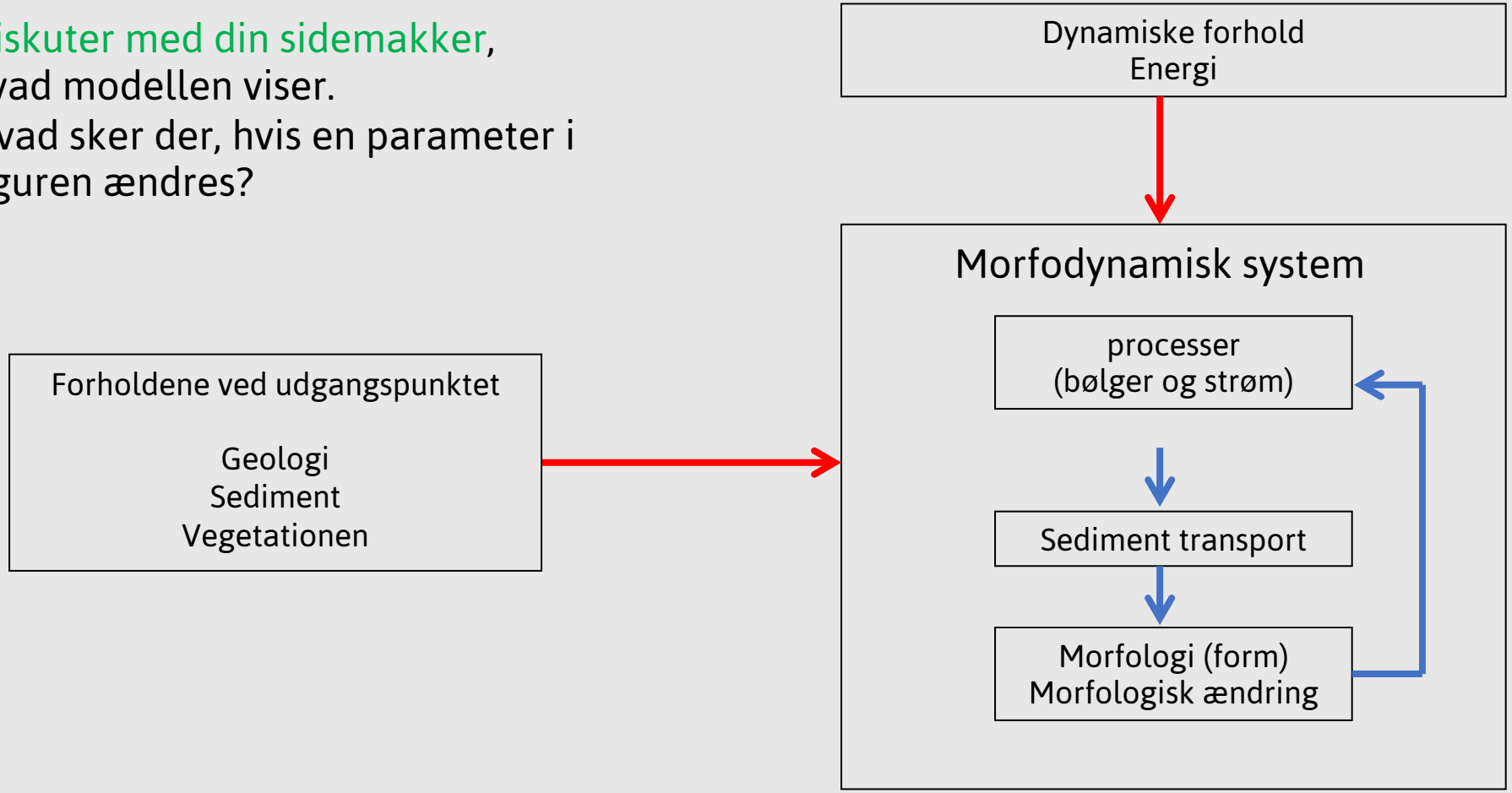
- Hvilken kræfter skaber vores kysterne?
- Spiller sedimenter (sten, sand) en rolle for kystens udseende?
- Hvornår og hvor får vi kysterosion eller kystaflejringer – dvs fjernet kyst eller dannet kyst?
- Hvornår og hvor får vi oversvømmelse af kysterne?
- Hvordan ser vores kyster ud?

Læringspointer

- Jeg kan forstå hvilken påvirkning bølger har på kystens udseende.
- Jeg kan beskrive hvad der sker under hændelser med højvande.
- Jeg kan reflektere over erosion og aflejringsproblemer langs kysterne.
- Jeg kan perspektivere hvilken betydning øget havniveau og øget stormaktivitet har i kystområderne.

Kystdynamik - morfodynamikken

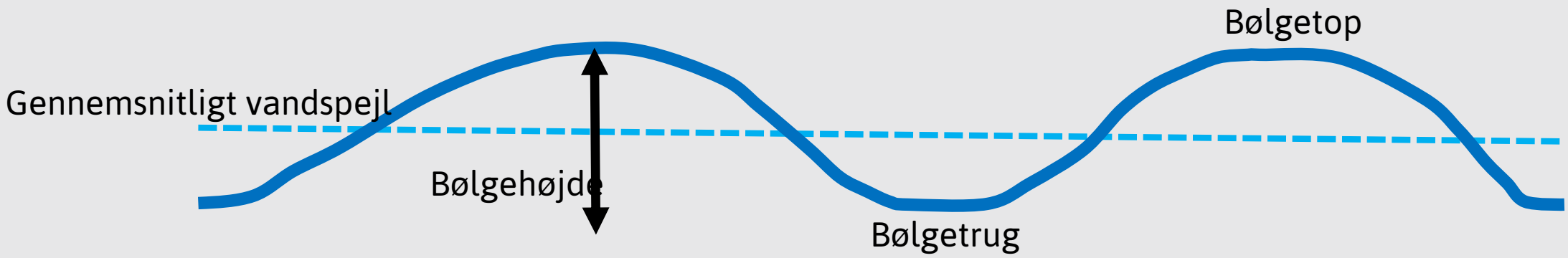
Diskuter med din sidemakker,
hvad modellen viser.
Hvad sker der, hvis en parameter i figuren ændres?



Kystdynamik - bølger

Bølger skaber de største ændringer i en kystzone

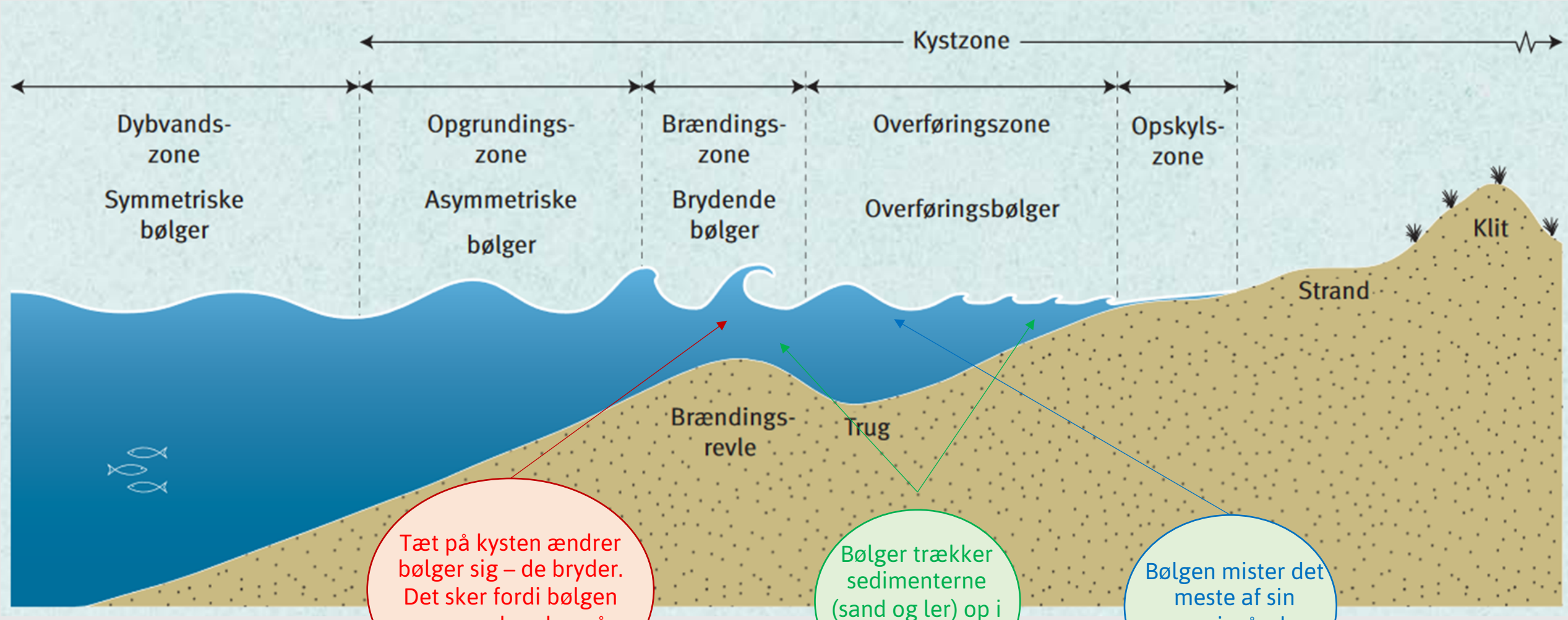
- Bølger bliver dannet, fordi vinden blæser over vandoverfladen.
- Bølgehøjde er afhængig af fristræk, vindhastighed og vindvarighed.
  Fristræk er strækningen på havet, som vinden blæser over.
- Bølgehøjden er en målestok for bølgeenergi.



Kystdynamik - bølger

Når bølger går fra dybt vand og ind til stranden, skaber det store ændringer i kystzonen

Kystdynamik - bølger



Tæt på kysten ændrer bølger sig – de bryder. Det sker fordi bølgen rammer bunden på det lave vand

Bølger trækker sedimenterne (sand og ler) op i vandsøjlen

Bølgen mister det meste af sin energi, når den brydes

Kystdynamik – bølger

Diskuter med din sidemakker

Spørgsmål 1: hvorfor har man aldrig høje bølger i et fjordområde eller i en sø?

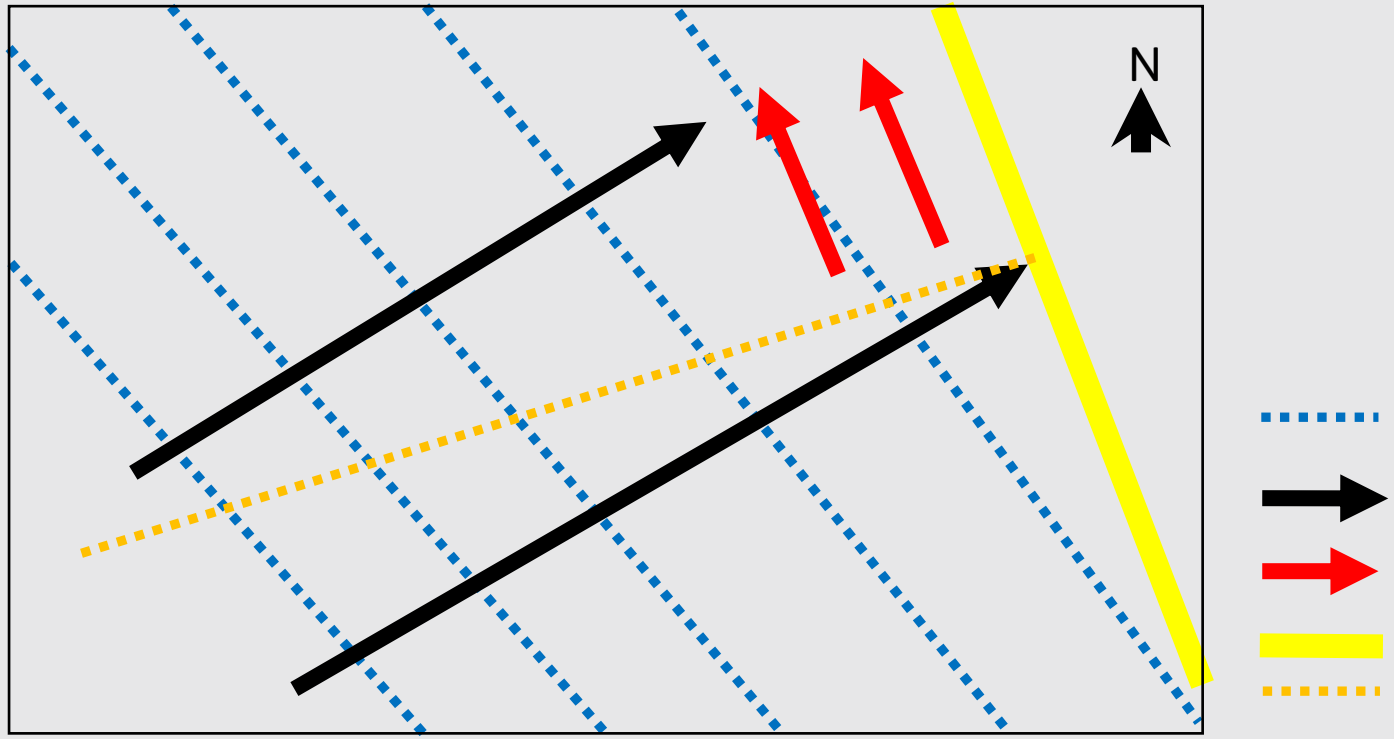
Spørgsmål 2: hvorfor bryder bølger i billedet?

Schiermonnikoog, Nederlandene

Kystdynamik - strøm

Kystzonen med strømning og transport langs kysten

Når bølger rammer ind på kysten, bliver der skabt en strøm, som fører sediment med sig, på langs af kysten



Bølgetopperne

Retning fra bølgerne mod kysten

Strømning og transport langs kysten

Kystlinje

Vinkelret på kysten

Kystdynamik - havniveau

Havniveauet kan ændre sig kortvarigt og lokalt.
Det kan skyldes har flere årsager:

Stormpassage
- Vindstuvning (en vandmasse ude fra havet presses ind mod kysten af vind)
- Atmosfæriske trykændringer (fra højtryk til lavtryk betyder havniveaustigning)
- Bølgestuvning

Tidevand (astronomiske kræfter mellem solen, månen og jorden)
- Svingninger i havniveau to gange om dagen (højvande og lavvande)
- Svingninger i havniveau to gange om måneden (spring tid og nip tid)

Badekar effekt i en lukket havbassin
- Vinden blæser og stuver vandet i en retning, som rammer kysten og kommer tilbage

Det daglige havniveau man måler er summen af alle tre årsager

Bølgerne fra den stormskabte høje vandstand resulterer i akut kysterosion

Kystdynamik - sedimenterne

Sedimenterne har en stor betydning for transporten

Vand kan bedre transportere fine og lette sedimenter end store og tunge sedimenter

Diskuter med din sidemakker

A: rangere følgende sedimenterne i forhold til størrelse (fra lille til stor).

Sten – Silt – Ler – Sand – Grus.

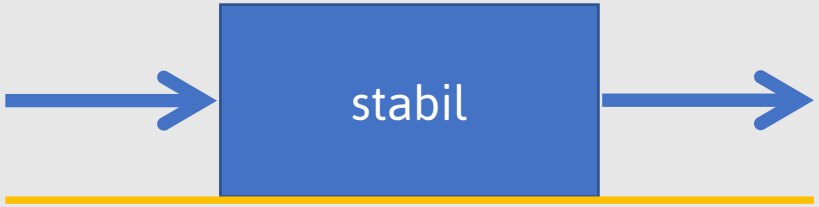
De fineste sedimenter har også en ekstra klisterkraft mellem partiklerne – cohesive kraft.

B: hvorfor finder man ikke ler på bunden, i kystområder med bølger?

Kystdynamik – kystbudgetter

Det er sedimenttransport, der bestemmer hvordan kysterne ændrer sig og om der er tale om erosion eller aflejringer.

Maarup Kirke, Billede Kystdirktoratet



Der føres lige så meget sediment ind som ud

Der føres mindre sediment ind, end der føres ud

Der føres mere sediment ind, end der føres ud

Kystdynamik – akut kysterosion

Akut eller pludselig kysterosion sker ofte ved storme, ekstra højt havniveau og bølgepåvirkninger

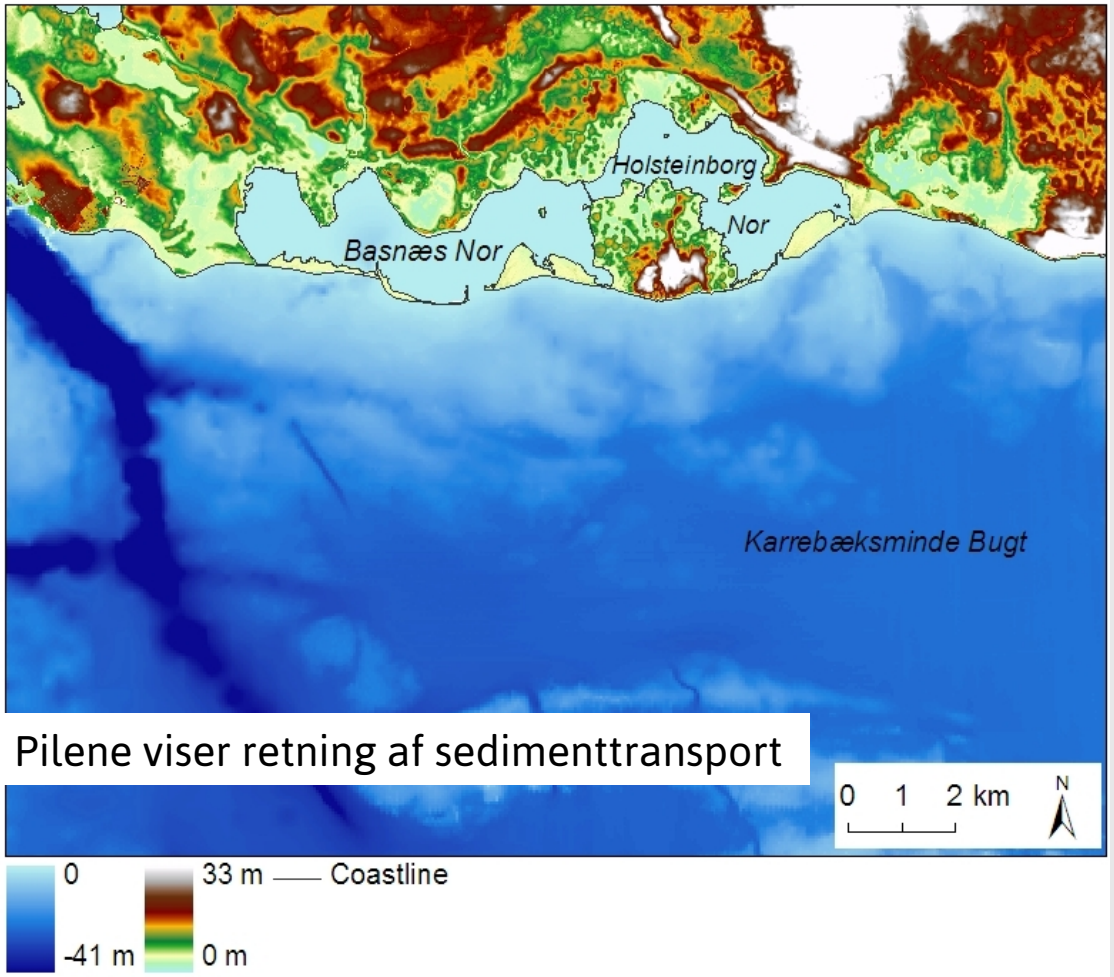
Erosion eller oversvømmelse

Erosion eller oversvømmelse

Kystdynamik – kronisk kysterosion

Kronisk eller vedvarende kysterosion opstår ofte i områder, hvor man har en permanent strøm, der løber parallelt med kysten.
I Danmark er strømmen ofte dannet af bølger, der kommer skævt på kysten. Det gør de f.eks. ved Vestkysten.

Fordi kysterne har forskellige retninger og vinkler i forhold til den strøm, bølger har dannet, kan der opstå store forskelle i erosions og aflejringsmønster langs kysten.



Pilene viser retning af sedimenttransport

Kystdynamik – kronisk kysterosion

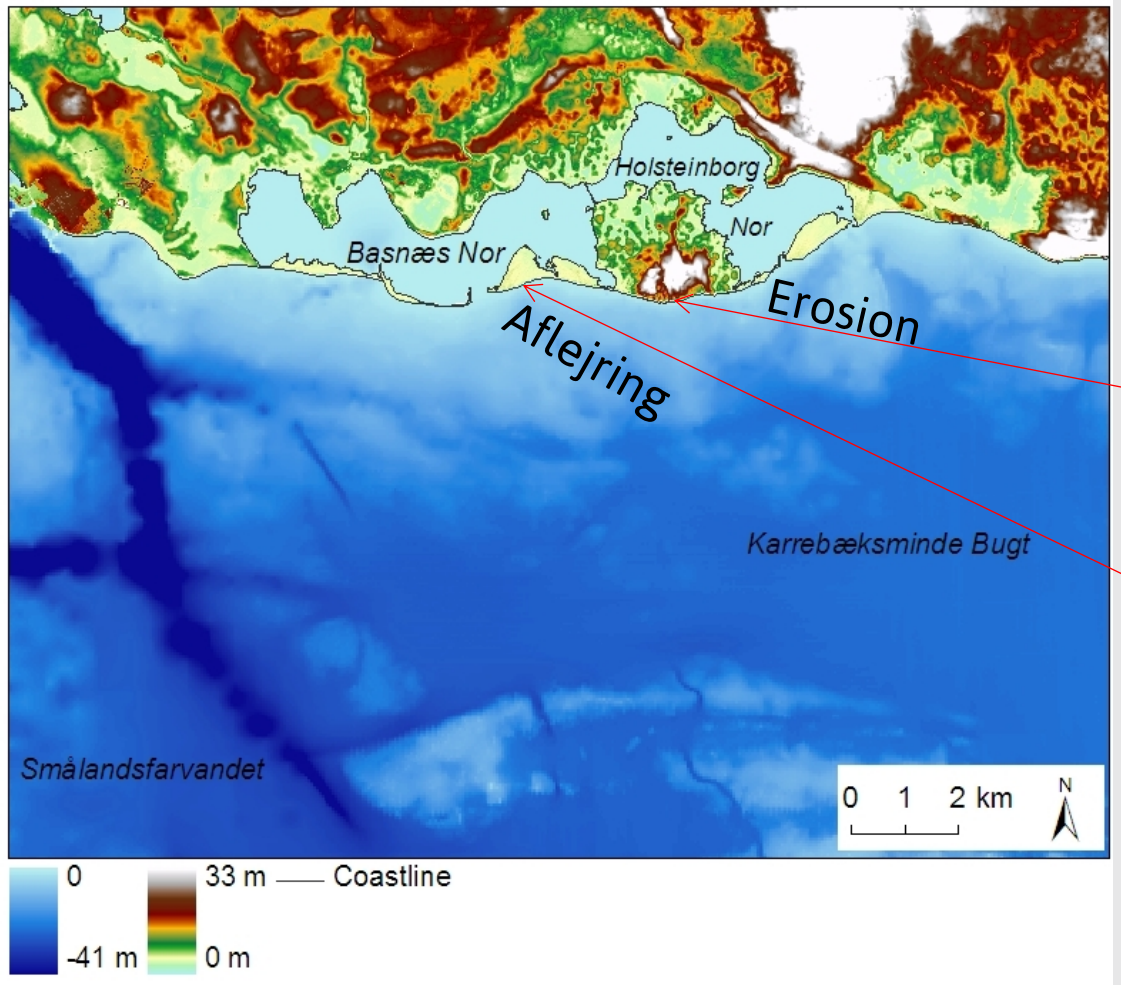
Figuren viser den samlede transport langs Vestkysten.

Langs Vestkysten sker der en kronisk kysterosion.

Det er bølgepåvirkninger, der har skabt kysten som den ser ud nu, hvor de oprindelige bugter og indhak er udlignet med tanger og fremspring. Kysten fremstår derfor nu som en samlet linje og kaldes for en udligningskyst.

Kystdynamik – kystlandskabet

Erosion og aflejring sker ofte tæt på hinanden. På billedet ses, hvordan erosion i en lille klint aflejres i en tange ud for Basnæs Nor på Sjællands sydkyst.



Kystdynamik – Kystsikring

Man vil gerne undgå erosion af kysten, da vi mennesker ikke er så mobile

De ”bløde” løsninger at fodre sand til området:

- klitfodring
- sandfodring på stranden,
- sandfodring på lavt vand eller/og på strandplanet

Strand og klit fodring (6 Mm^3), Holland

Sandmotor til stor fodring (21 Mm^3), Holland 2012

Kystdynamik – Kystsikring

De ”hårde” løsninger er at bygge konstruktioner:

- bølgebrydere (undgå akut kysterosion)
- skråningsbeskyttelse (undgå akut kysterosion)
- høfder (undgå kronisk kysterosion)
- diger (undgå oversvømmelse)
- højvandsmure/mobil højvandbeskyttelse (undgå oversvømmelse)

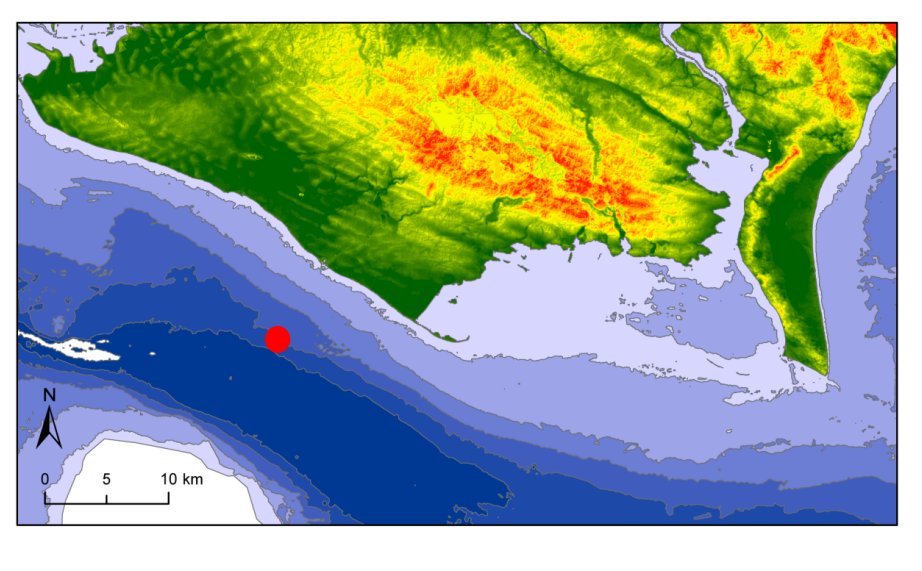
Bølgebrydere

Skråningsbeskyttelse

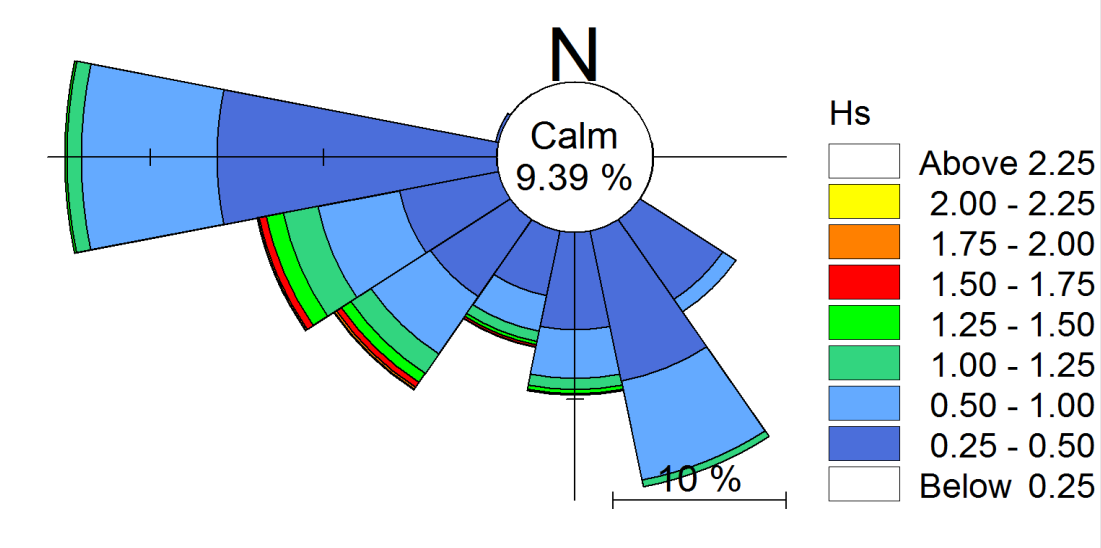
Høfder

Kystdynamik – Øvelse 1

Undersøg i grupper á 3-4 elever om i forventer transport langs kysten og i hvilken retning i forventer at kysten ændrer sig. Forhold jer også til, om man kan forvente krumoddedannelse.
Brug eventuelt 'google earth engine' til at se om man har haft ændringer over de sidste årtier.



Figur 1. Sydkysten Lolland, Rødsand og Falster, den røde prik er lokalitet hvor man måler bølger

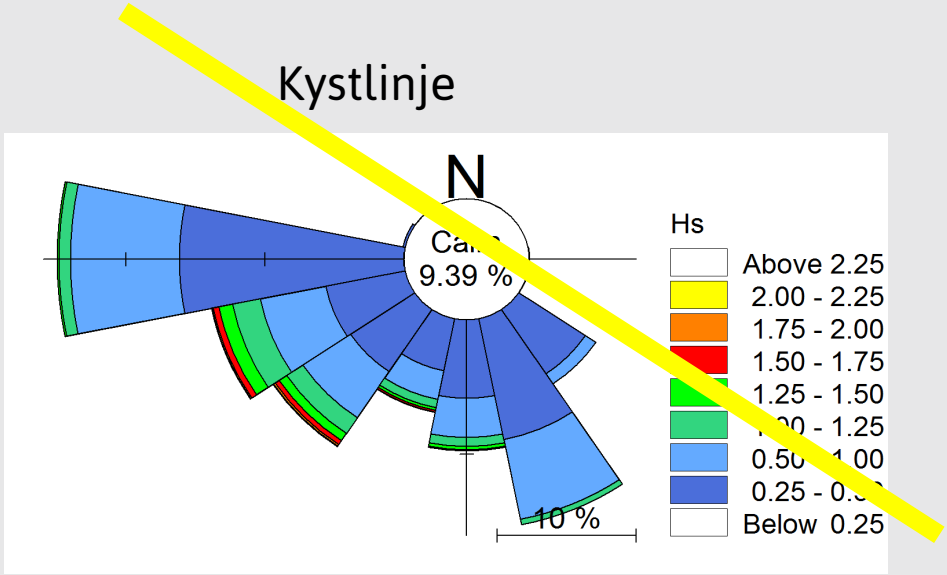


Figur 2. Bølgeklimaet udfor Rødby Havn gennem 21 år (1989-2010)

Kystdynamik – Øvelse 1

Gør sådan:

1. Brug google earth til at finde Rødby havn
2. Tegn Rødby Havn ind på kortet figur 1
3. Brug bølgeklimaet i figur 2 som baggrund for at tegne den samlede transport langs kysten ind på kortet i figur 1
   (husk kystlinje orientering og bølgeretning)
4. I hvilken retning forventer I at kysten ændrer sig?
5. Krumodder er en odde, der danner en bue. Kan man forvente en krumodde langs denne kyst?
6. Gå på https://earthengine.google.com/timelapse/
   - Find Rødby Havn og zoom ind så udsnittet svarer til figur 1
   - Tryk på play og se, hvordan kysten ændrer sig
   - Hvordan kan I forklare ændringerne?



Sådan kan I selv undersøge emnet i naturen

Undersøg bølger og strømningsforhold langs kysten:

En bølgeperiode er et mål for hvor lang tid der går, fra en bølge passerer et sted, til den næste bølge passer det samme sted. Bølgeperioden måles i sekunder.

Mål hvilken periode bølger har:

- Brug et stopur og mål tiden mellem den første og den 11e bølgetop.
- Divider tid med 10 og du har bølgeperioden.

Kom med et bud på bølgehøjden tæt på kysten:

- Husk at bølgehøjden er en målestok for energien i bølgen

Måle strømhastigheden langs kysten:

- Stå med 2 personer 100 m fra hinanden langs kysten
- Person 1 kaster en flaske eller appelsin vinkelret på kysten ud i havet og starter uret
- Mål tidsperiod til hvornår flasken eller appelsinen er vinkelret på kysten ved person 2
- Divider 100 m med tidsperioden og du har strømhastighed (m/s)

Sådan kan I selv undersøge emnet i naturen

Kystdynamikken i praksis:

Stå på en strand og vurder de følgende spørgsmål:

- Er der bølger i havet og kommer bølger vinkelret eller skrå på kysten?
- Hvilken størrelse har strandens sediment?
- Forventer du meget transport langs med kysten af sedimenterne?
- Kan du se erosionsformer (klinter) eller aflejringsformer (bl.a. krumodder) i området?

Sådan kan I arbejde videre med emnet

Kystdynamik relaterer sig til disse andre lektioner fra **www.junior-geologerne.dk**:

- Havets Geodiversitet
- Havniveauforandringer gennem 15.000 år
- Istiden
- Sand og grus ressourcer

Øvrige undervisningsmaterialer

- Geoviden (2018). Geopark Vestjylland. Geoviden – Geologi og Geografi Nr. 4, 20 sider, https://www.geocenter.dk/wp-content/uploads/2018/11/GEOVIDEN_4_2018_MagasinOnline-1.pdf
- Geoviden (2017). Geodiversitet + Genetablering af stenrev. Geoviden – Geologi og Geografi Nr. 1, 20 sider, https://www.geocenter.dk/xpdf/geoviden-1-2017.pdf
- Geoviden (2017). Nationalpark Mols Bjerge. Geoviden – Geologi og Geografi Nr. 3, 20 sider, https://www.geocenter.dk/wp-content/uploads/2018/07/geoviden-3-2017.pdf
- Geoviden (2016). På tværs af kysten. Geoviden – Geologi og Geografi Nr. 2, 20 sider, https://www.geocenter.dk/xpdf/geoviden-2-2016.pdf
- Geoviden (2015). Geopark Odsherred. Geoviden – Geologi og Geografi Nr. 1, 20 sider, https://www.geocenter.dk/wp-content/uploads/2018/07/Geoviden_1_2015.pdf
- Geoviden (2015). Værdifuld geologi og geologibevarelse i Danmark. Geoviden – Geologi og Geografi Nr. 3, 20 sider, https://www.geocenter.dk/wp-content/uploads/2018/07/Geoviden_3_2015.pdf
- Geoviden (2014). Den danske havbund. Geoviden – Geologi og Geografi Nr. 2, 20 sider, https://www.geocenter.dk/wp-content/uploads/2018/07/Geoviden_2_2014.pdf
- Geoviden (2005). Danmarks kyster. Geoviden – Geologi og Geografi Nr. 3, 20 sider, https://www.geocenter.dk/wp-content/uploads/2018/07/Geoviden_3_2005.pdf