

# Oversvømmelse og erosion fra havet i Faxe kommune

Hylletoft skole Fakse Ladeplads  
13. December 2023  
Per Sørensen



# Proces for risikohåndtering

1. Identificer udfordringen
2. Forstå systemet
3. Definer målsætninger
4. Identificer metoder
5. Implementer
6. Monitor
7. Evaluer
8. Gentag 1-7

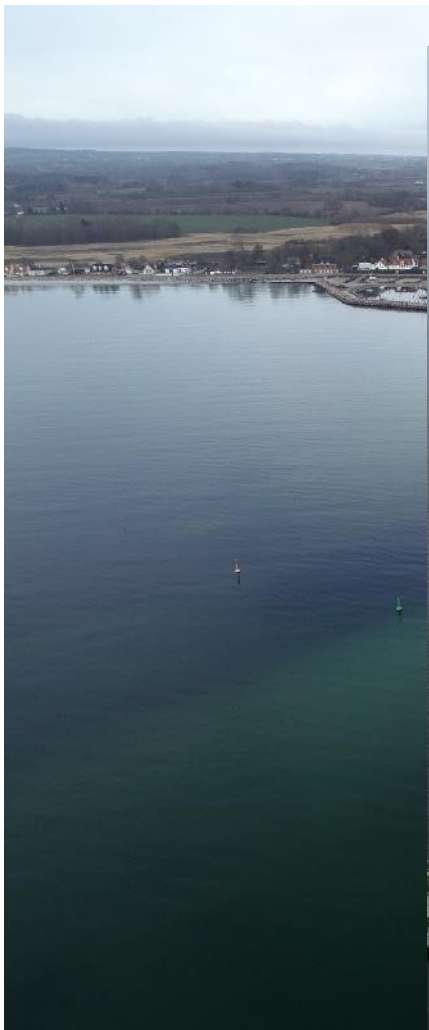


# Hvad er det for nogle kyster i har





# Hvad er det for nogle kyster i har





# Hvad er det for nogle kyster i har





# Vandstande

Vandstanden varierer med bl.a.

- Tidevand
- Pålandsbølger
- Månefaser
- Vandets temperatur

Måler:

Startdato:

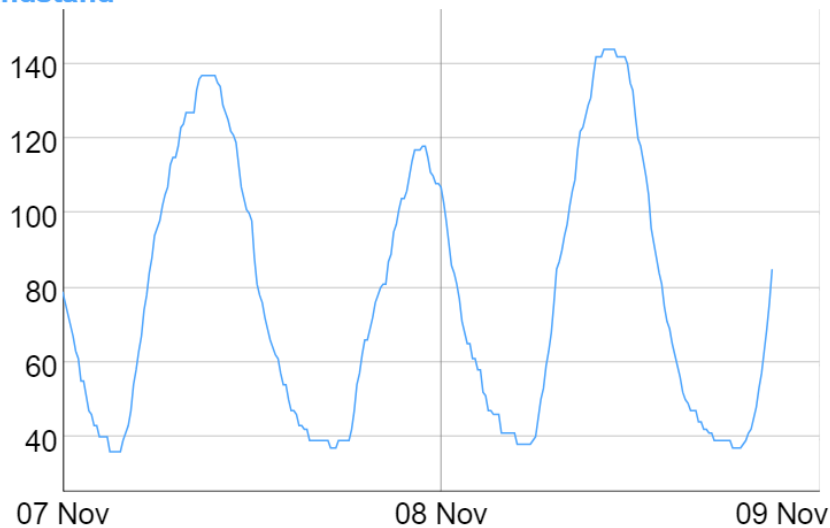
Slutdato:

## Ballum

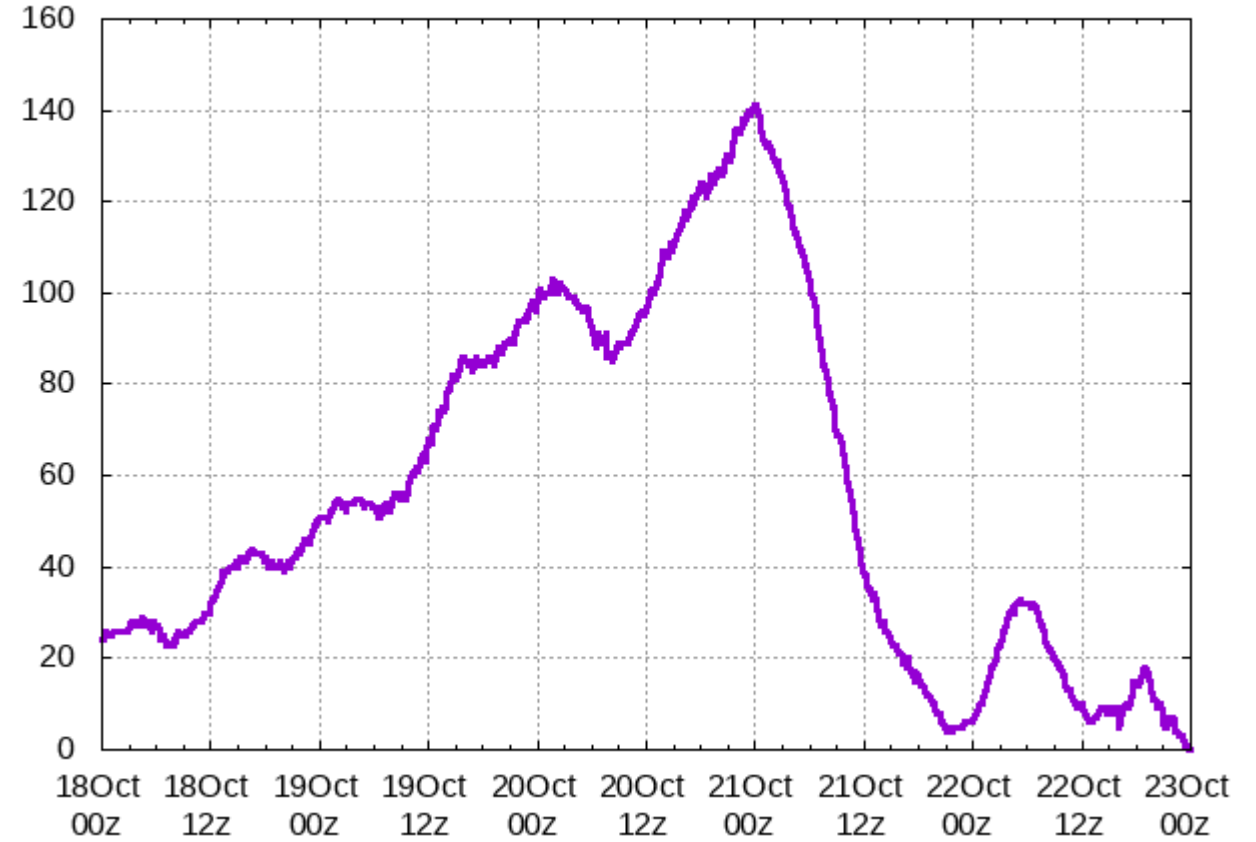
Opdater graf

Hent grafdata som CSV fil

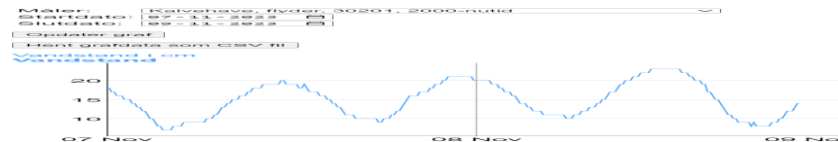
Vandstand i cm  
**Vandstand**



## Svendborg



## Kalvehave





# Højvandstandsstatistik, Køge

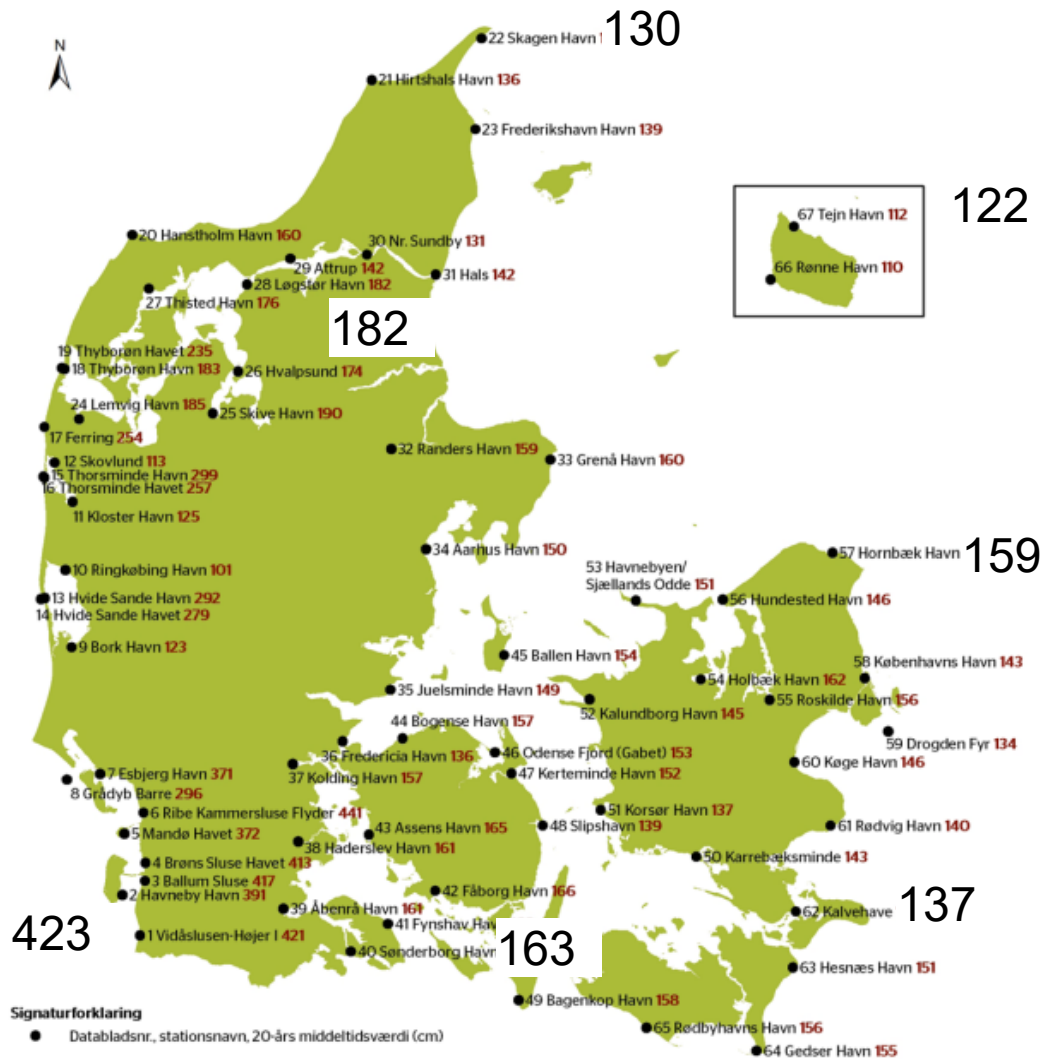
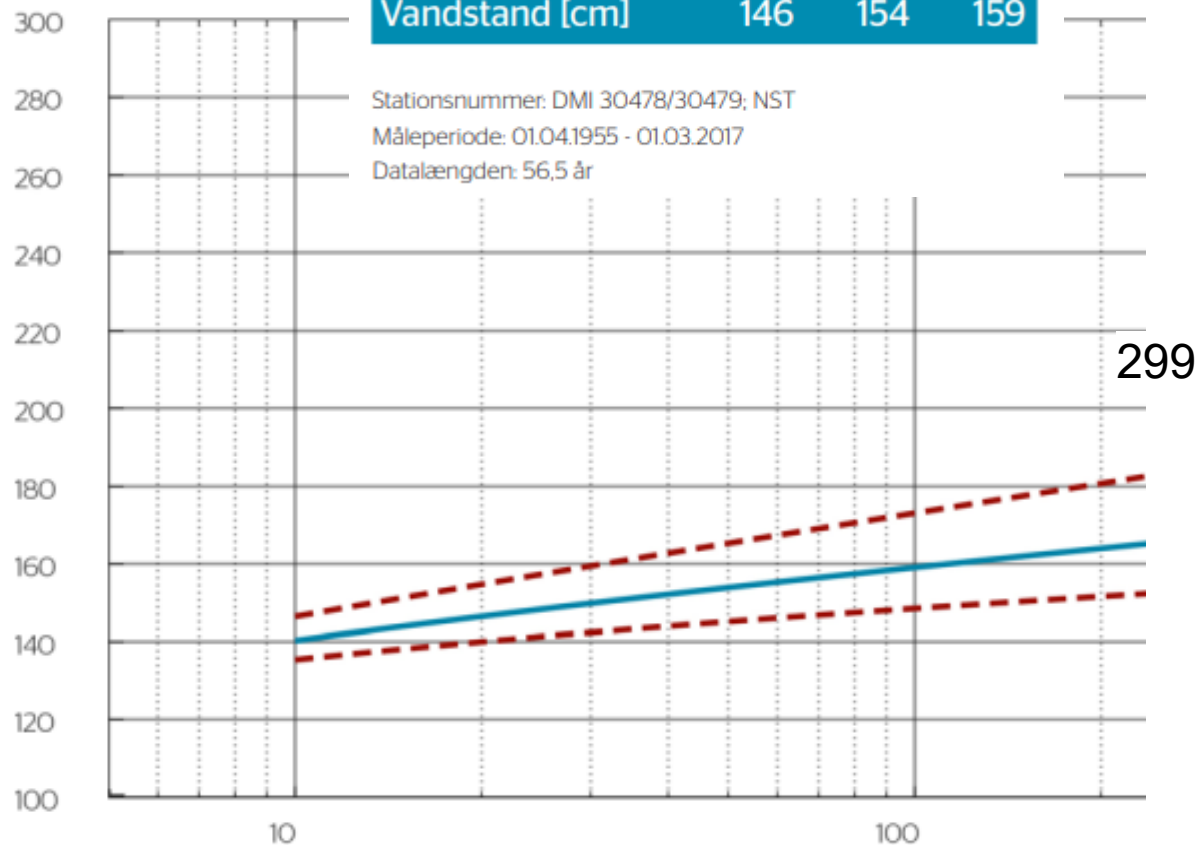
## 20-års middeltidshændelse

### Middeltidshændelser

Vandstand [cm]

Hændelse [år]	20	50	100
Vandstand [cm]	146	154	159

Stationsnummer: DMI 30478/30479; NST  
 Måleperiode: 01.04.1955 - 01.03.2017  
 Datalængden: 56,5 år



<https://kyst.dk/publikationer/oversvoemmelse/hoejvandsstatistikker>

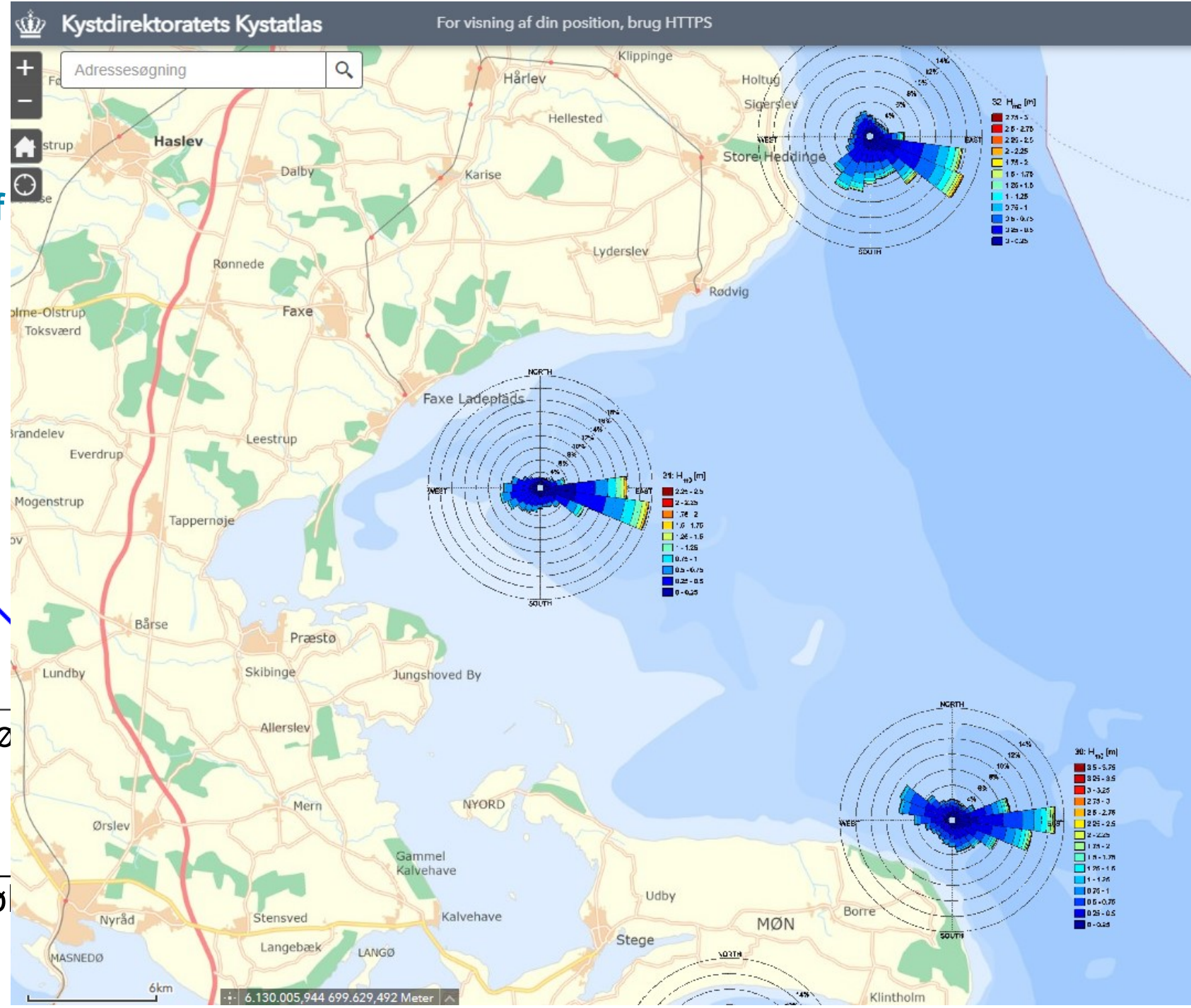
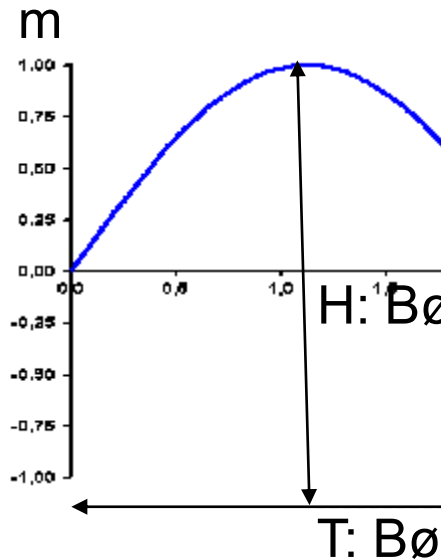




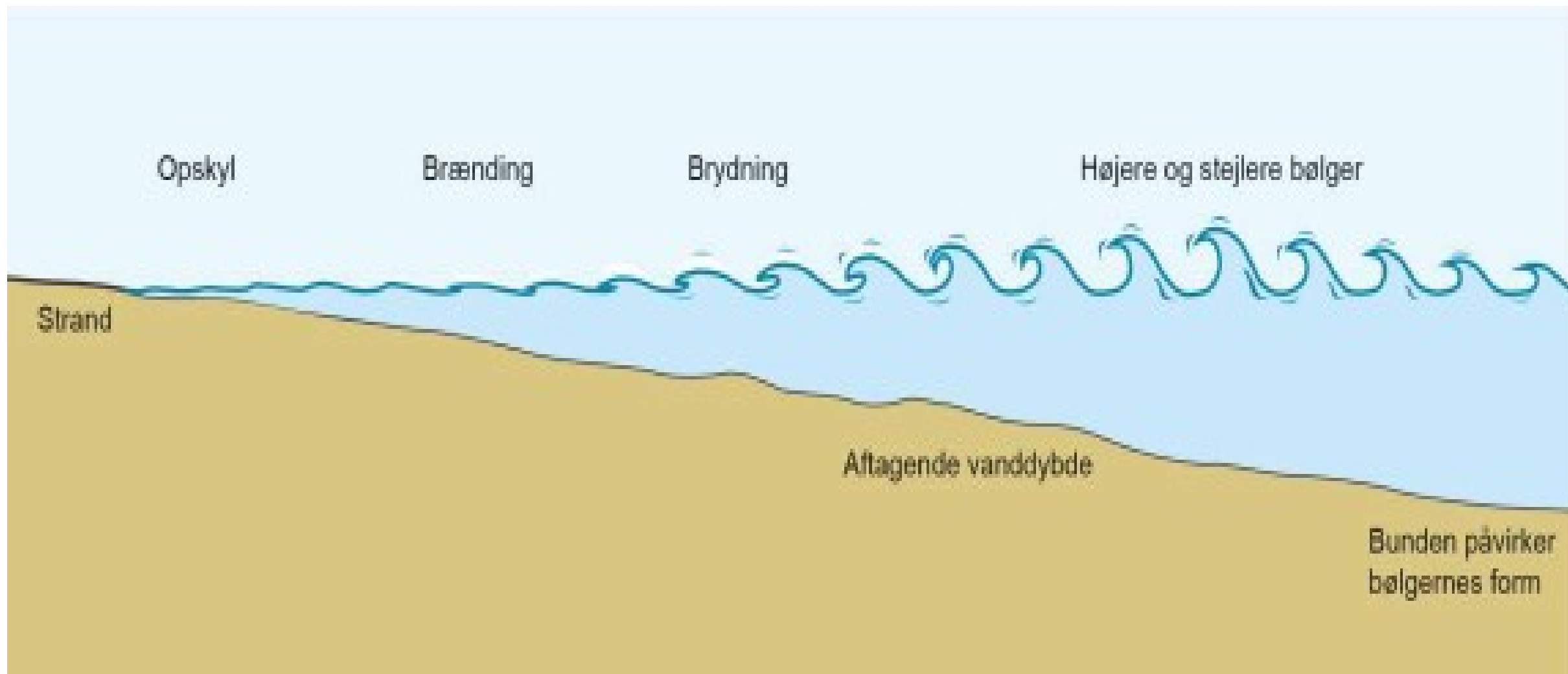
# Vindbølger

## Vind genererer bølger

- Bølgens størrelse afhænger af
- Vind-hastighed, -retning og varighed.
  - De frie stræk.
  - Vanddybden.



# Bølgebrydning



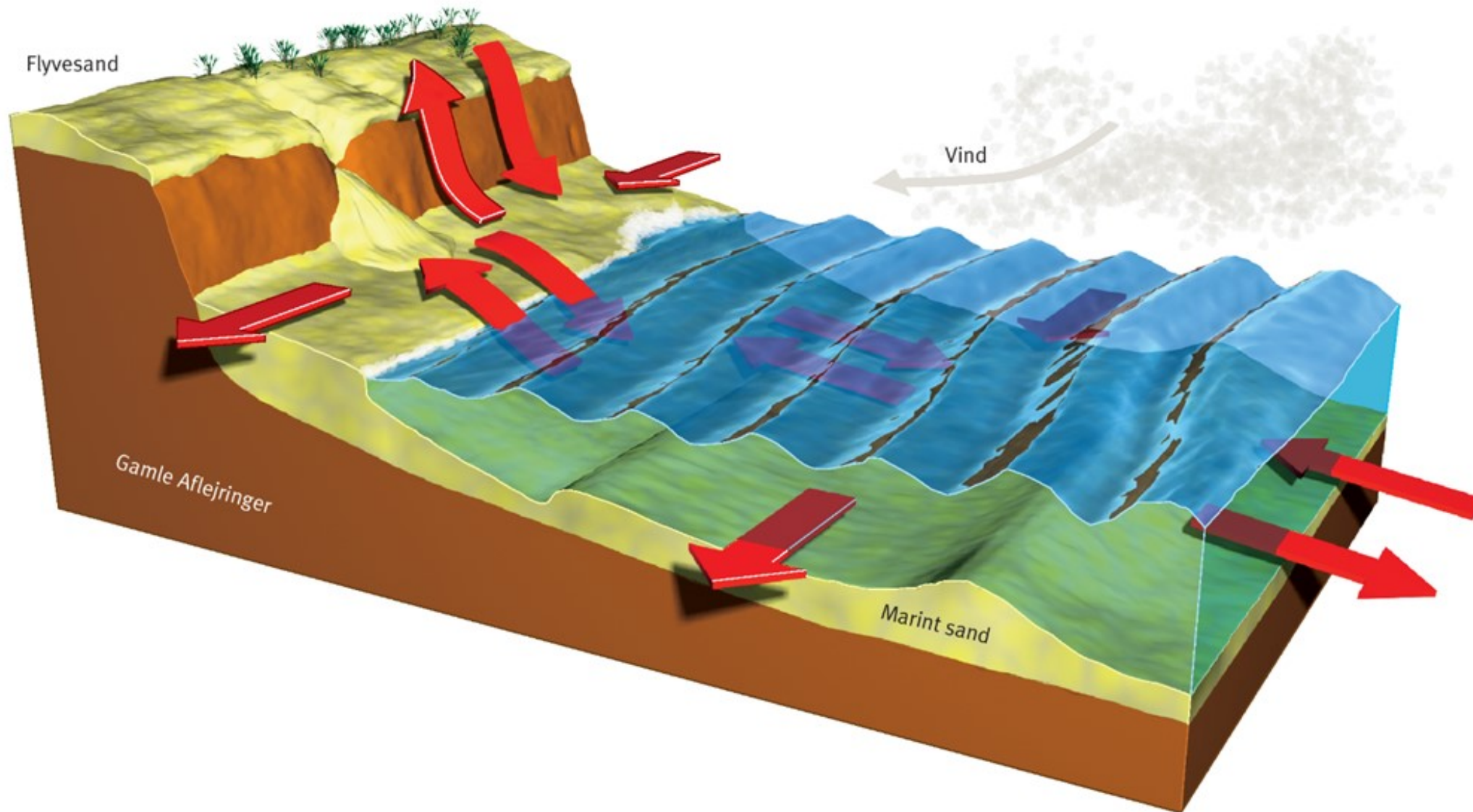


# Akut og kronisk erosion



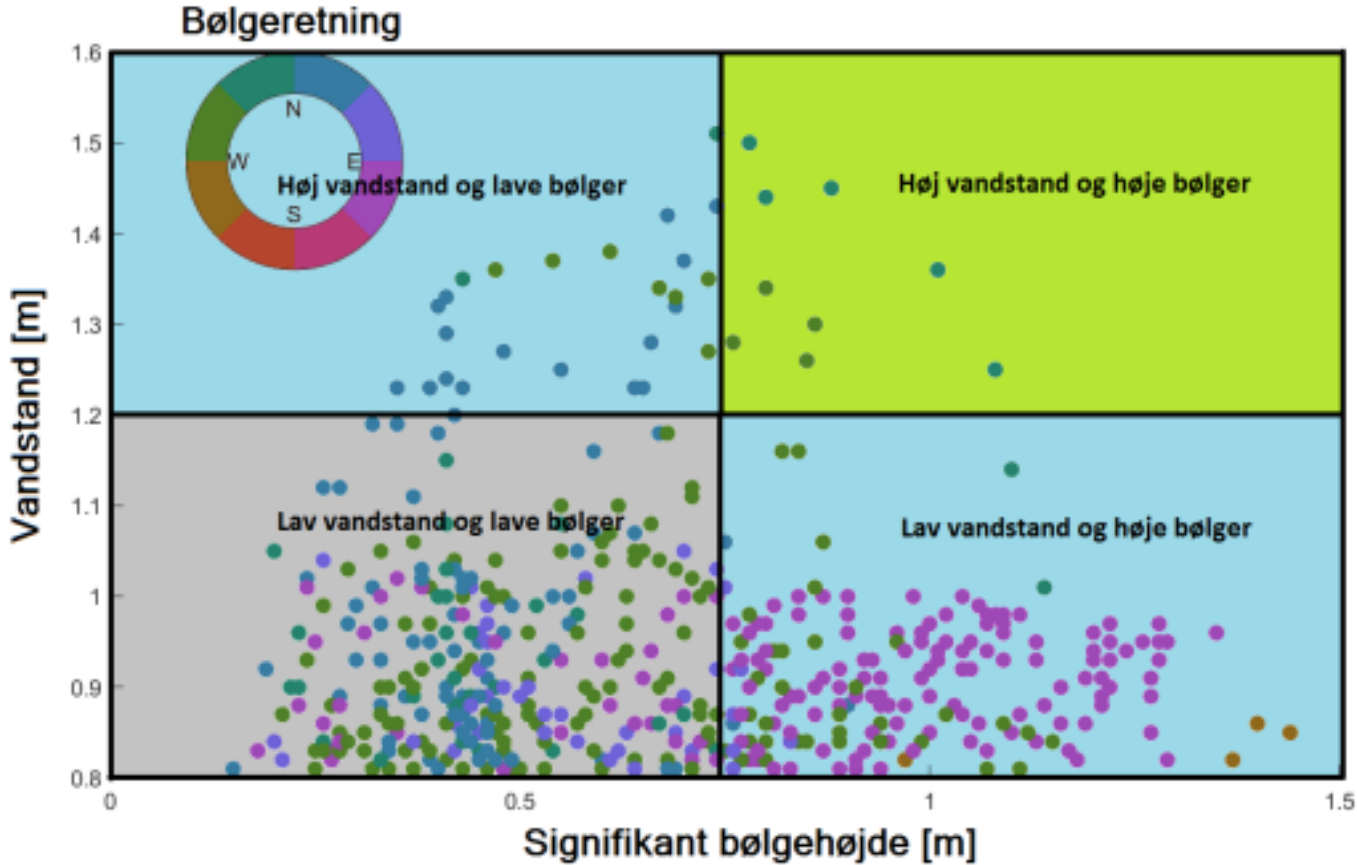
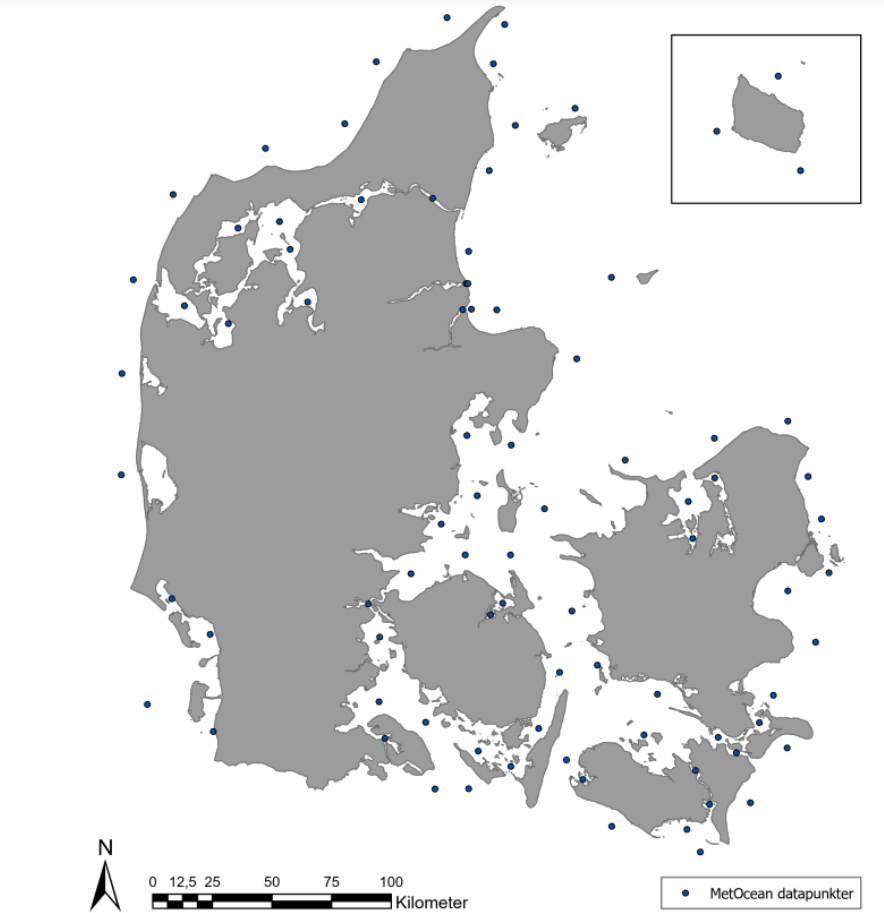


# Langsgående og tværgående sedimenttransport

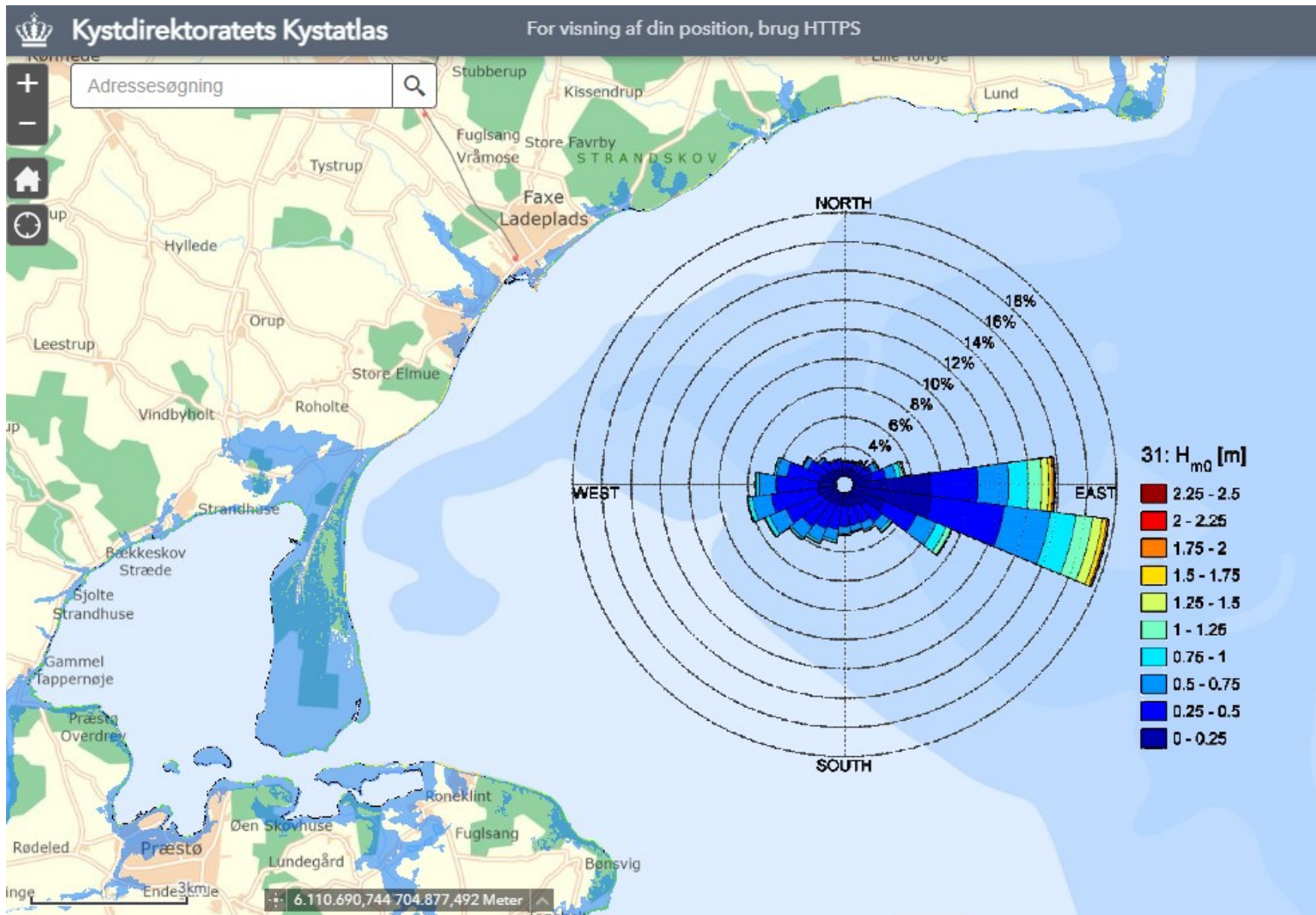




# Er der høje bølger sammen med høje vandstande?



# Fare af erosion og oversvømmelse, bølger og vandstand

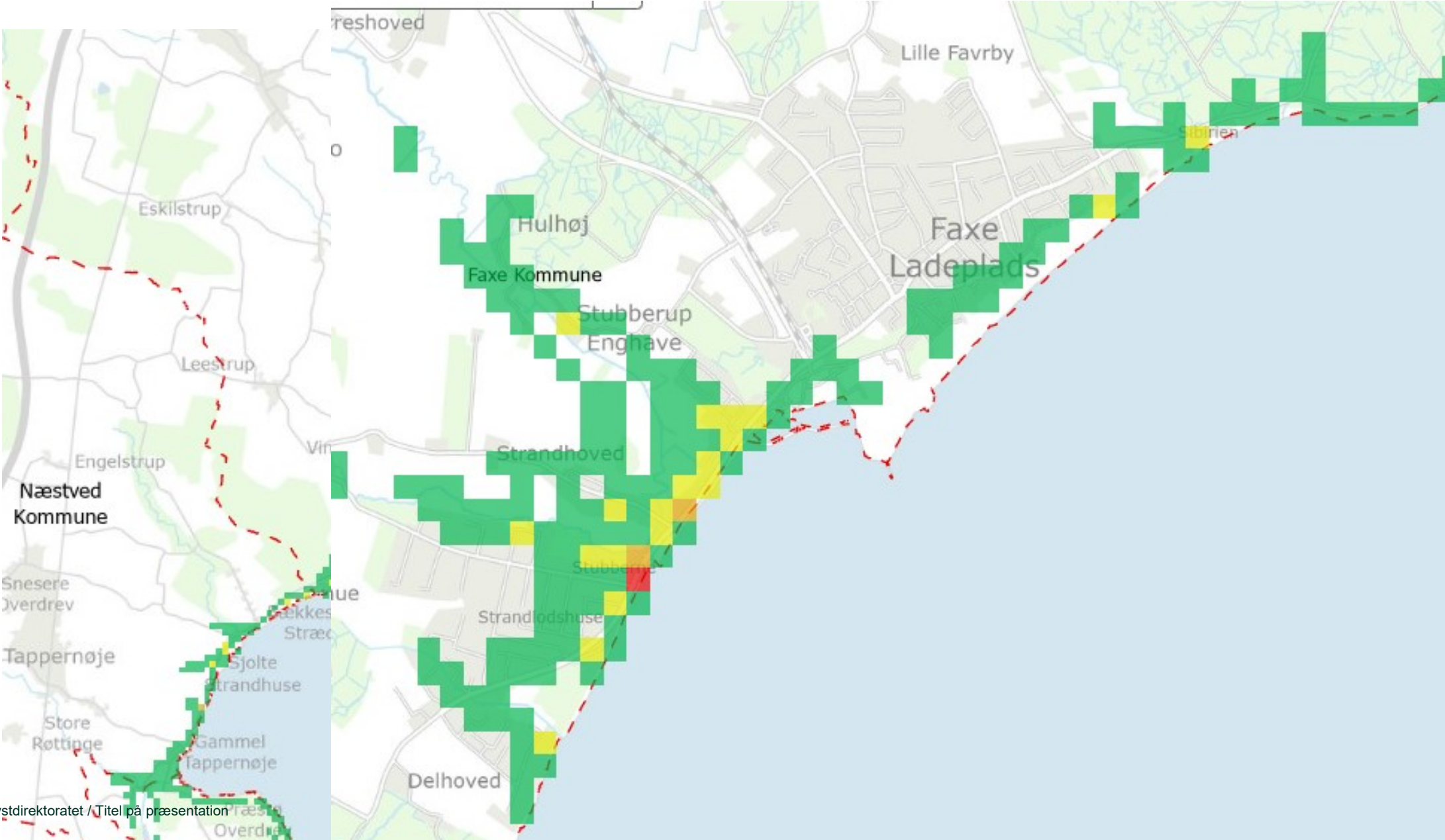




# Stormen 20-21 oktober 2023

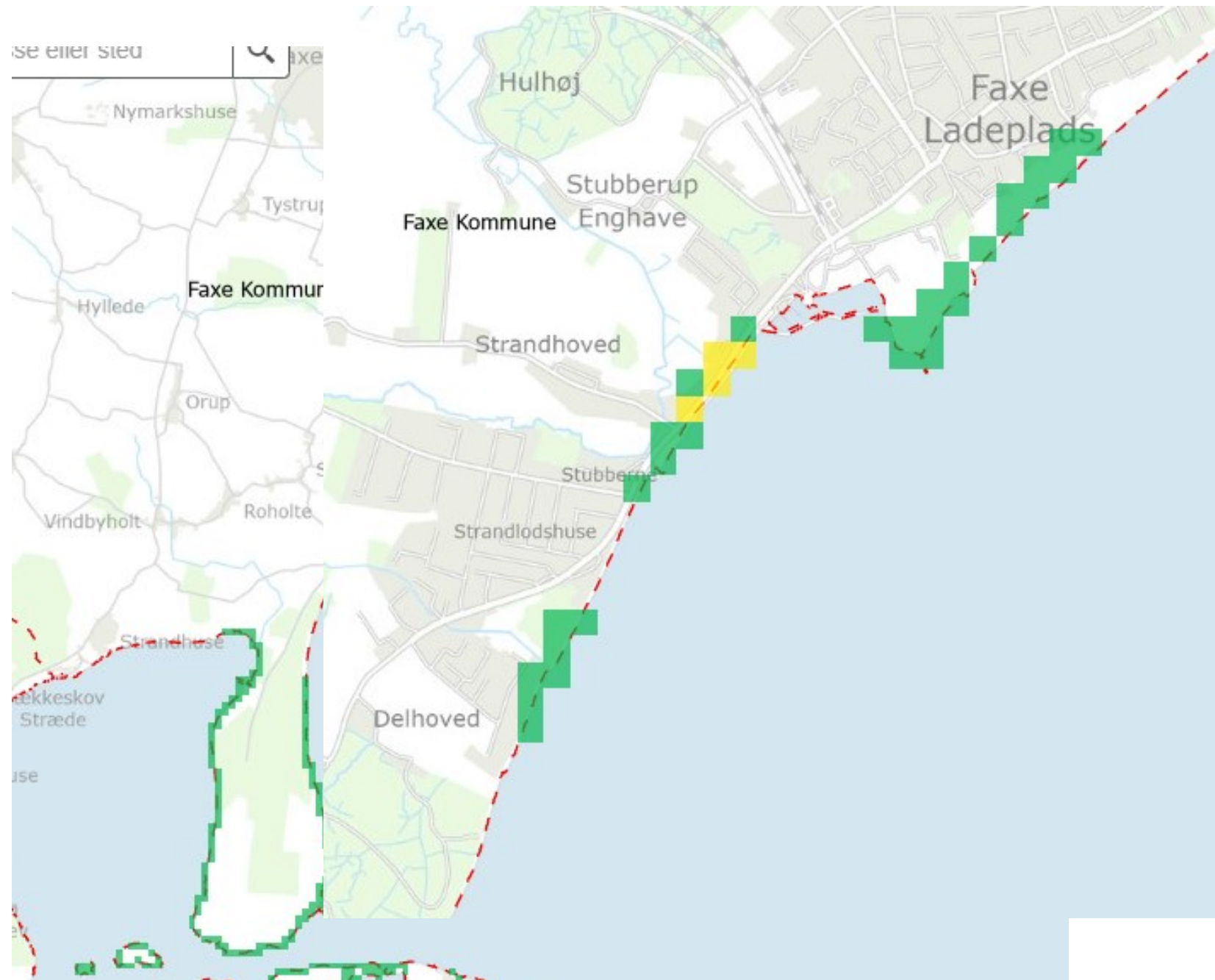


# Oversvømmelsesrisiko 2020





# Erosionsrisiko 2020



# Kystbeskyttelse, the basics

- ✓ Husk at definere målsætninger som kystbeskyttelsen skal levere på en kyststrækning i løbet af levetiden.
- ✓ På erosionskyster skal der tilføres mindst lige så meget mobilt sediment som sedimentunderskuddet i det aktive kystprofil.
- ✓ I oversvømmelsestruede områder skal et volumen af sediment i tilstrækkelig højde og volumen placeres mellem to højere områder.





# Aktiv og passiv kystbeskyttelse

Aktiv kystbeskyttelse (naturbaseret) benytter naturens dynamik til at reducere risikoen for erosion/oversvømmelse

Aktiv kystbeskyttelse er dynamisk og vil forandre sig over tid

Aktiv kystbeskyttelse kræver vedligeholdelse

Passiv kystbeskyttelse benytter statiske ikke dynamiske elementer til at reducere risikoen for erosion/oversvømmelse

Passiv kystbeskyttelse kræver vedligeholdelse

Solrød strand

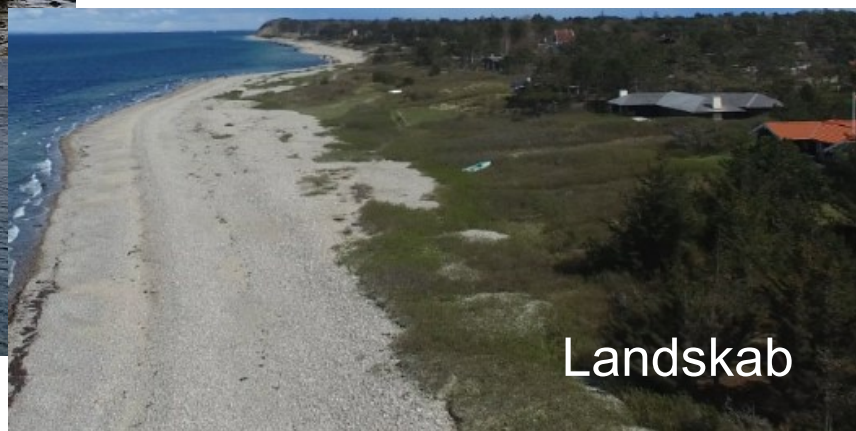


Kelstrup strand



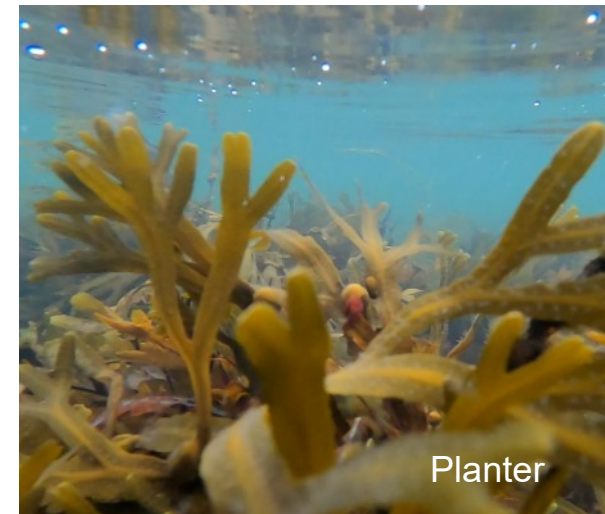
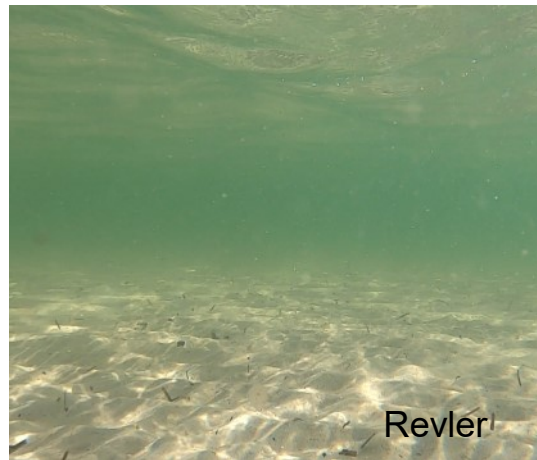


# Aktiv kystbeskyttelse



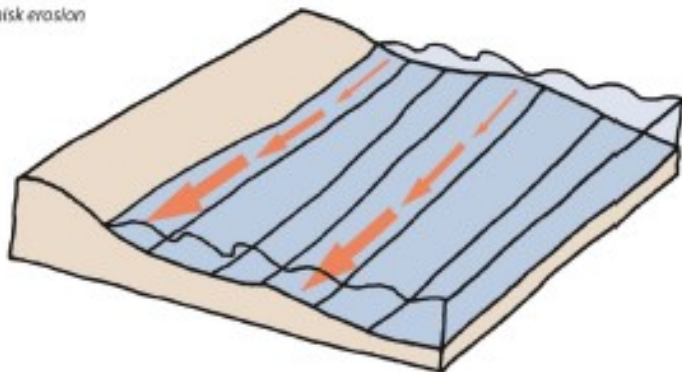


# Naturbaseret kystbeskyttelse

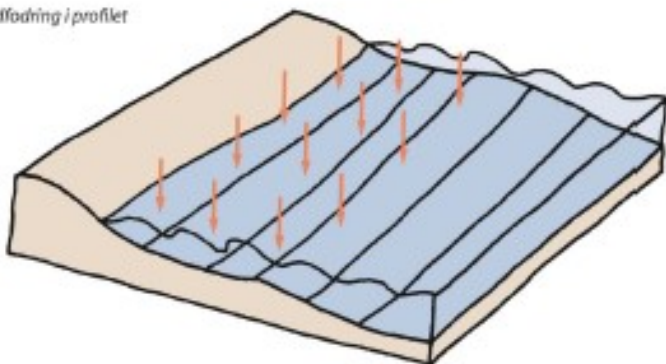


# Sandfodring

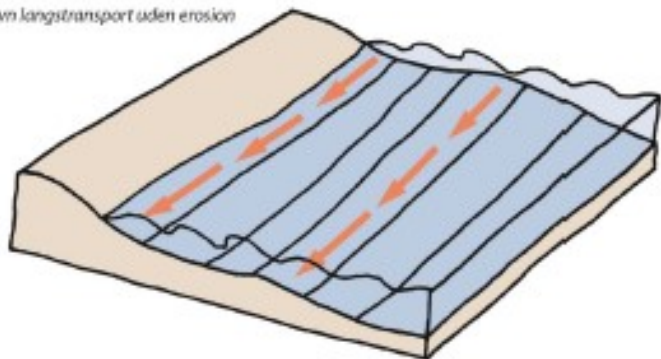
Kronisk erosion



Sandfodring i profillet



Jævn langstransport uden erosion



Sandfodringer virker ved at tilføre den mængde sand der over en given strækning forsvinder pga. erosion.

Sandfodring lader naturens kræfter fordele det tilførte sand.

Sandfodring bør kun anvendes på sandkyster



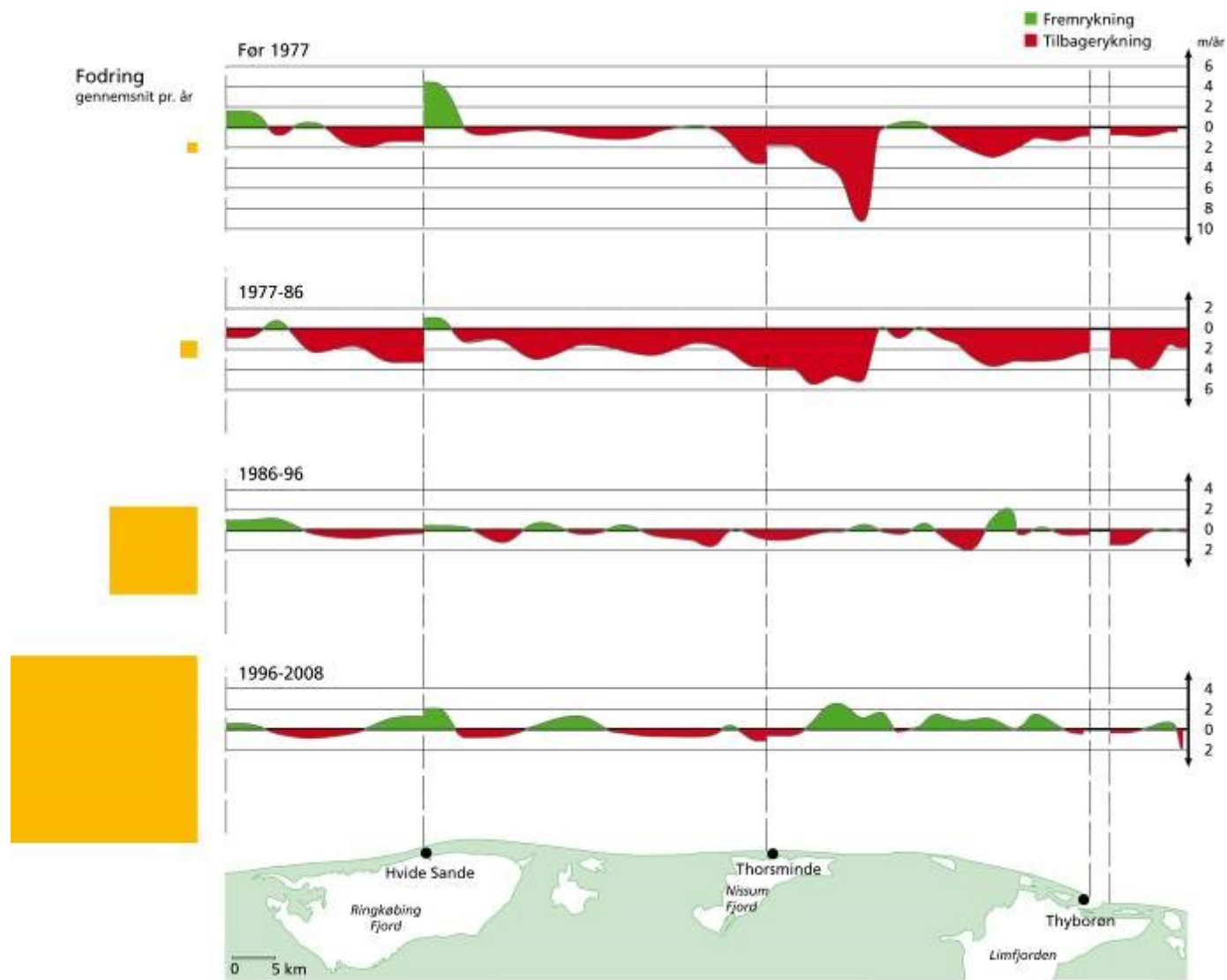
Foto: Poul Jensen



Foto: Hjørring kommune



# Sandfodring kan stoppe kysttilbagerykning eller flytte kystprofilen søværts



# Ralfodring

## Ralfodring bruges mod akut erosion Kun lille læsideerosion

*Ralfodring kan benyttes ved kyster, der i forvejen er karakteriseret ved at have ralstrande*

*Ralstrande kan i tilfælde af lavtliggende baglande forhøjes og dermed virke som kombineret erosions- og oversvømmelsesbeskyttelse*





# Lerfodring

Ved lerfodring placeres leret som en buffer for erosionen på kystskrænten eller bruges til at reparere

Lerfodring er meget sjældent anvendt



# Strandvold

En strandvold kan anvendes til at bryde bølgerne eller til at reducere oversvømmelsen.

Strandvolden bør opbygges af de lokalt naturligt forekommende materialer.

Metoden er sjældent brugt i Danmark





# Landskab

Et landskab opbygges af forskellige lokalt forekommende materialer

Der kan således beskyttes mod erosion og/eller oversvømmelse.

Anvendes bl.a. en del, bevidst eller ubevidst ved ny udstykning





# Klitforstærkning

**Klitforstærkning anvendes til at skabe ekstra sikkerhed mod oversvømmelse og/eller erosion ved at tilføre fint sand til den eksisterende klit**

**Naturen kan selv anvendes til at skabe naturlige former**





# Vegetation

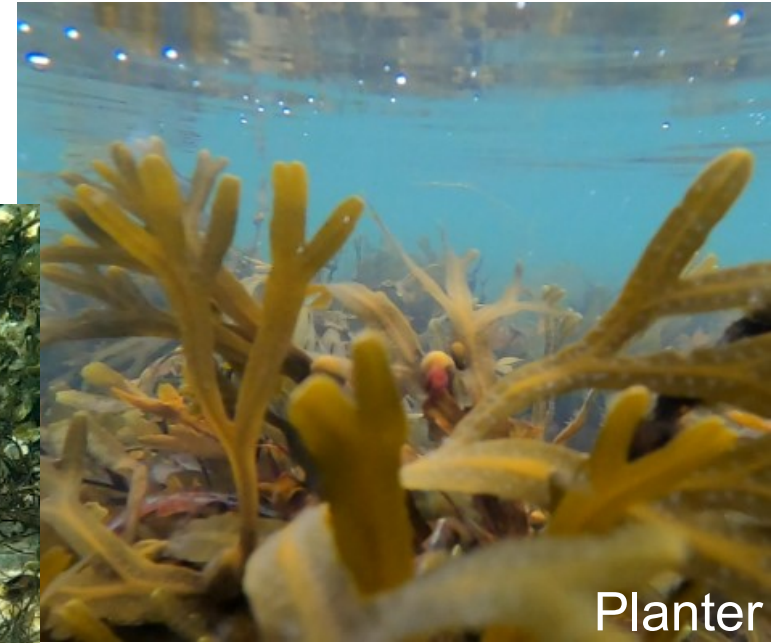
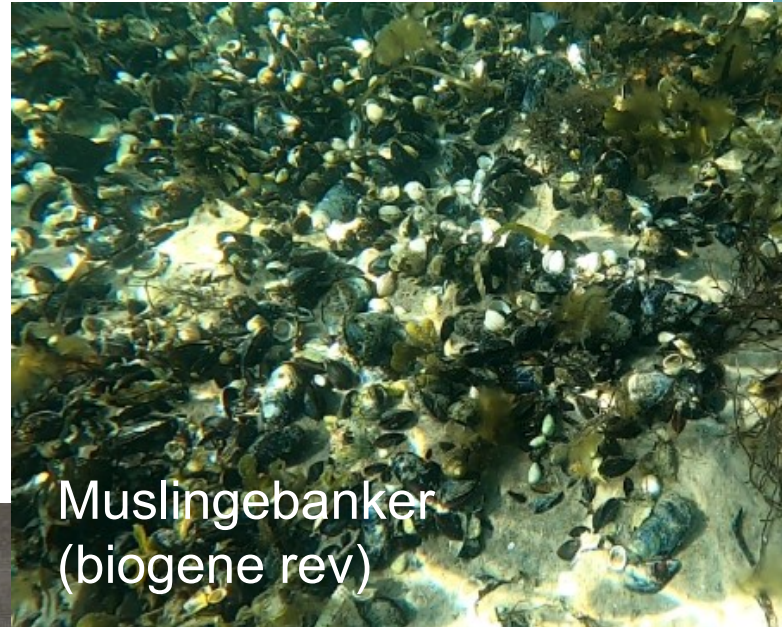
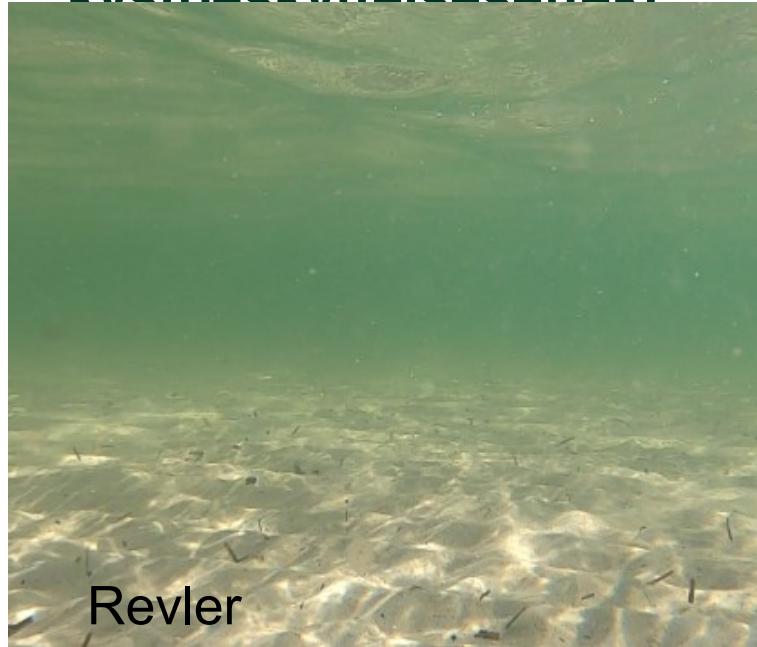
**Vegetation anvendes til at sikre modstandsdygtighed overfor vandstrømninger**

**Kan også anvendes til at dæmpe vindtransport af sediment**





# Aktiv kystbeskyttelse med reduceret kystbeskyttelseseffekt

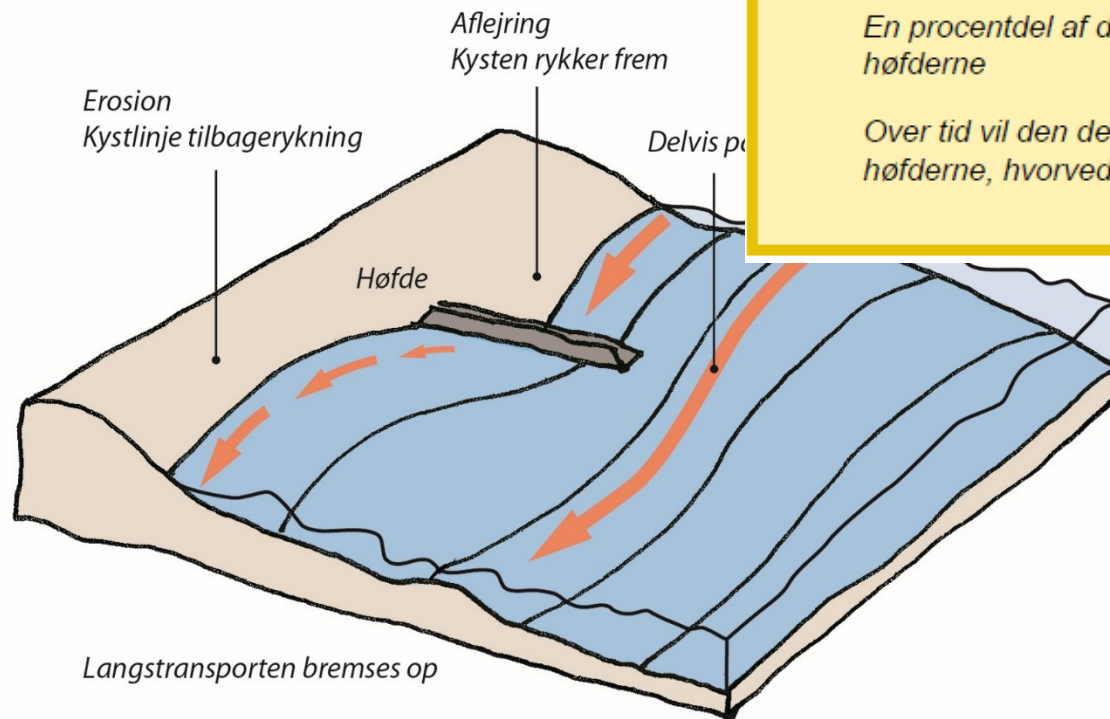




# Passiv kystbeskyttelse



# Høfder



Høfder er konstruktioner mest bestående af store sten

Høfder er konstruktioner, der bygges vinkelret på kysten

Høfder blokerer langtransporten ud til den dybde, hvor høfden ender, hvorfor det sand der ellers ville have passeret akkumuleres opstrøms (på luvside).

Høfder skaber nedstrøms (læside-) erosion svarende til det sand, der er blevet holdt tilbage

En procentdel af den langsgående transport vil i mange tilfælde passere forbi høfderne

Over tid vil den del af den totale erosion, der ikke er bremset nå ind mellem høfderne, hvorved kystprofilen begynder at rykke tilbage



# Høfder læsideerosion

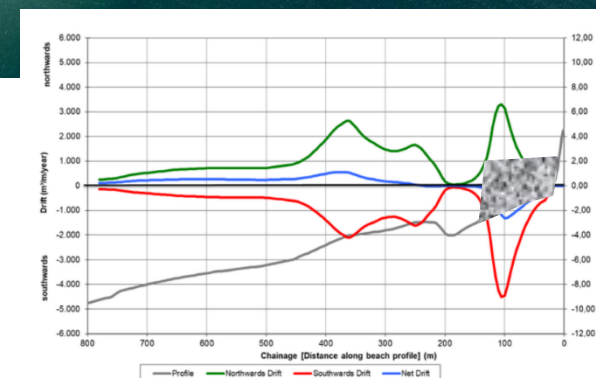
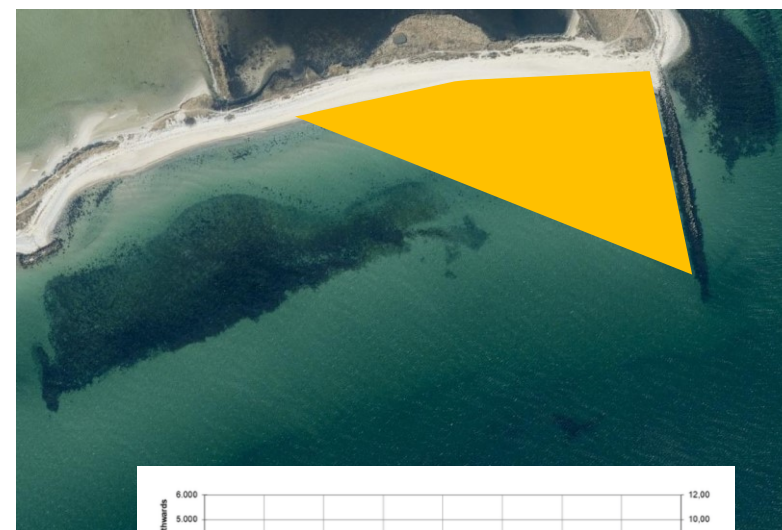
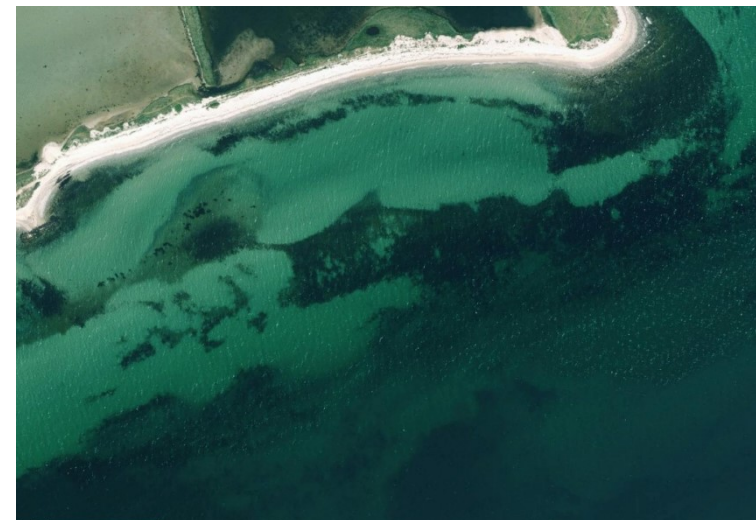




# Høfder, kompensations fodring

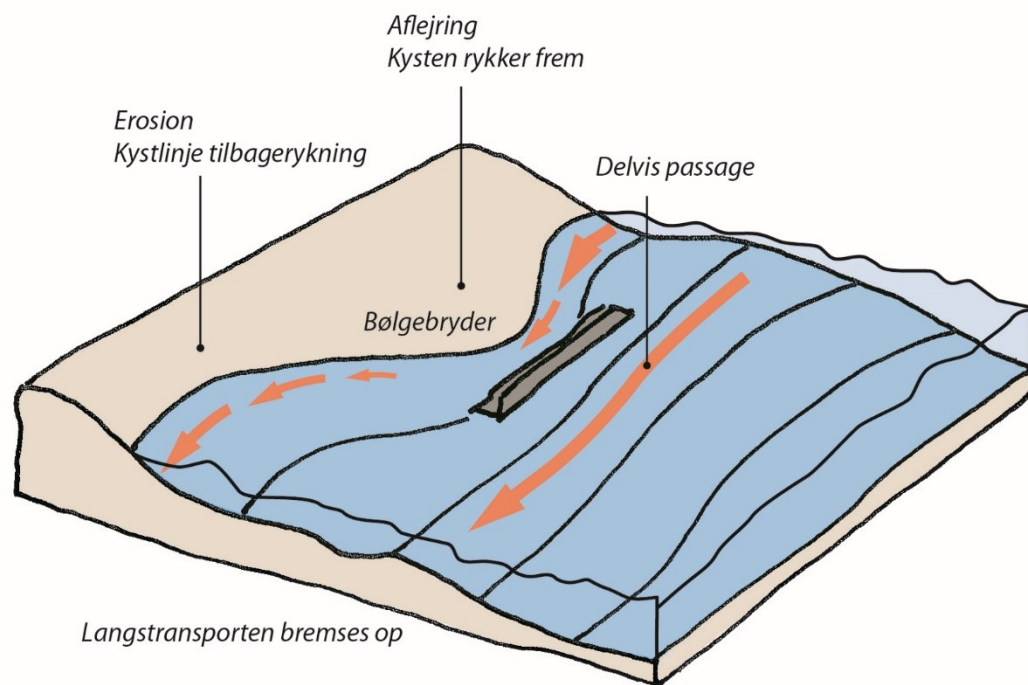
Mængden, der bør kompensationsfodres med, er den mængde af den langsgående sedimenttransport, som høfden er designet til at stoppe i levetiden

Derudover bør der kompenseres for den naturlige erosion på begge sider af høfden





# Bølgebrydere



*Bølgebrydere er konstruktioner mest bestående af store sten*

*Bølgebrydere er konstruktioner der bygges parallelt med kysten*

*Bølgerne skygges væk bag bølgebryderen*

*Langstransporten dæmpes/stoppes helt ud til den dybde, hvor bølgebryderen befinder sig*

*Sandet der ville have passeret akkumuleres bag bølgebryderen.*

*En del af den langsgående transport vil i mange tilfælde kunne passere udenfor bølgebryderen*

*Bølgebrydere skaber nedstrøms erosion svarende til det sand, der er blevet holdt tilbage*

# Læsideerosion

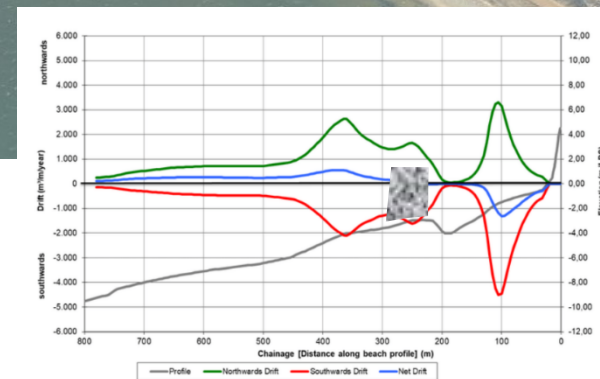
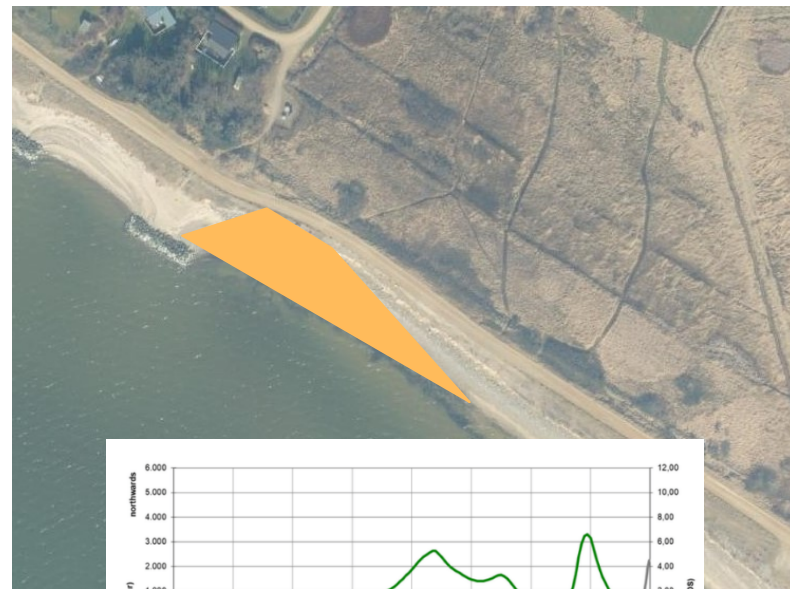




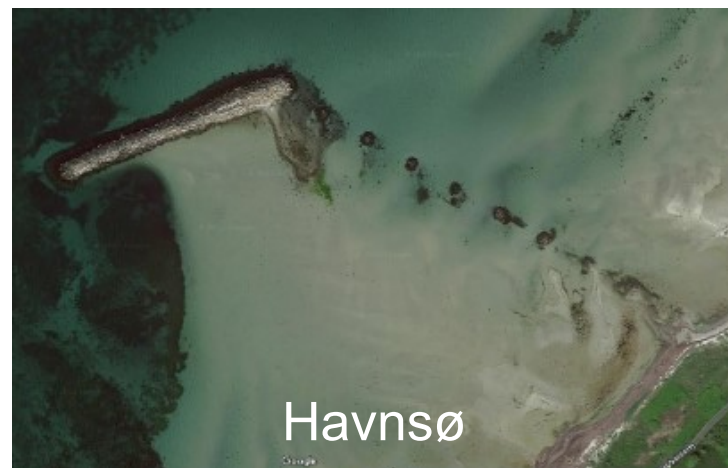
# Bølgebrydere, kompensationsfodring

Mængden, der bør kompensationsfodres med, er den mængde af den langsgående sedimenttransport, som bølgebryderen er designet til at stoppe i levetiden

Derudover bør der kompenseres for den naturlige erosion på begge sider af bølgebryderen



# Stenrev som kystbeskyttelse





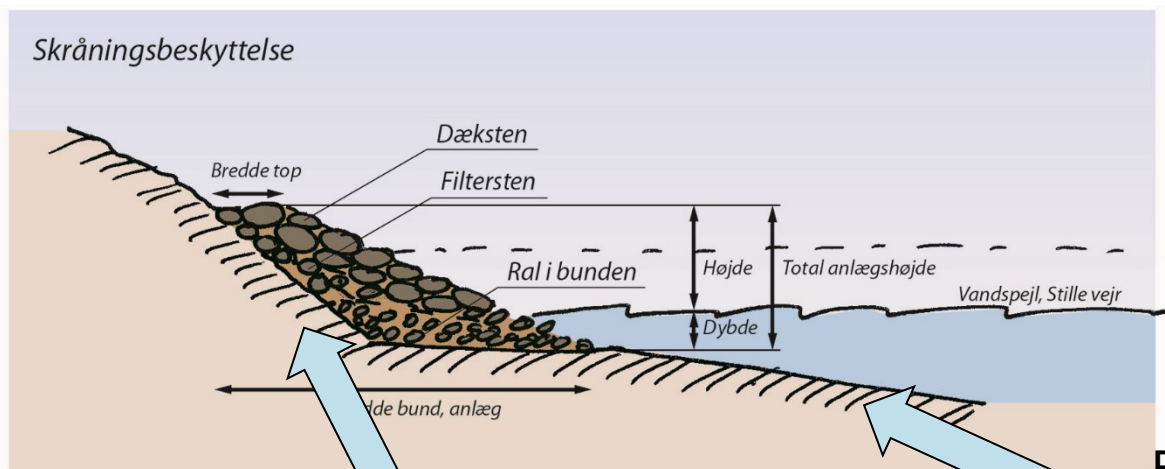
# Skråningsbeskyttelse

*Skråningsbeskyttelse virker lokalt og mest mod akut erosion*

*Uden kompensation for kronisk erosion i profilet vil skråningsbeskyttelsen på sigt blive undermineret og skride ud i profilet*

*Skråningsbeskyttelse vil lokalt virke delvist mod kronisk erosion*

*Lokal læside erosion vil forekomme*



Sandtilførsel stoppes,  
giver læsideerosion

Erosion fortsætter foran  
skråningsbeskyttelsen

# Skråningsbeskyttelse, kompensationsfodring

Mængden, der bør kompensations fodres med, er den mængde af den langsgående sedimenttransport, som skråningsbeskyttelsen er designet til at stoppe i levetiden

Derudover bør der kompenseres for den naturlige erosion på strækningen





# KUSTUTVECKLING LÖDERUPS STRANDBAD



1974



1982



1984



2000



# Kystbeskyttelse mod akut erosion

Type af erosion	Situation	Erosionsstatus	Anvendelse	Nuværende beskyttelse	Risiko kategori	Type af tiltag
Akut	Reversibel (temporær)	Akut tilbagevinding mindre end bufferbredden	Land	Ikke beskyttet	Sårbar for erosion men ikke kritisk for faciliteter	Sandfodring eller <a href="#">aktivt</a> kystdræn for at vedligeholde bred strand, indføre statisk <a href="#">setback</a> -linie
			By	Beskyttet eller ikke		
	Ikke reversibel (permanent)	Akut tilbagevinding større end bufferbredden	Land	Ikke beskyttet	Ikke kritisk pt.	Indføre statisk setback-linie
			By	Ikke beskyttet	Kritisk overfor skade på permanente faciliteter	Sandfodring, passiv skråningsbeskyttelse (begravet) eller kombineret beskyttelse
				Beskyttet og eksponeret	Kritisk fordi stranden forsvinder	Sandfodring kan overvejes for at reetablere sandstranden, men ingen tiltag nødvendig for at beskytte faciliteter
				Begravet beskyttelse	Kritisk for tab af strand	Sandfodring kan overvejes



# Kystbeskyttelse mod kronisk erosion

Kronisk	Umiddelbar erosion	Ikke kritisk indenfor 2 år	Land	Ikke beskyttet	Sårbar for erosion men ikke kritisk for faciliteter	Ingen
			By	Beskyt eller ej		
		Kritisk indenfor 2 år	Land	Ikke beskyttet	Ikke kritisk pt.	Indføre statisk setback-linie
			By	Ikke beskyttet	Kritisk overfor skade på permanente faciliteter	Sandfodring, Katastrofe beskyttelse (midlertidig) eller skråningsbeskyttelse
				Beskyttet og eksponeret	Kritisk fordi stranden forsvinder	Sandfodring kan overvejes for at retablere sandstranden, men ingen tiltag nødvendig for at beskytte faciliteter
				Begravet beskyttelse	Kritisk for tab af strand	Sandfodring kan overvejes
	Langtids erosion	Ikke kritisk indenfor 20 år	Land	Ikke beskyttet	Sårbar for erosion men ikke kritisk for faciliteter	Indføre statisk setback-linie
			By	Beskyt eller ej		
		Kritisk indenfor 20 år	Land	Ikke beskyttet	Ikke kritisk	Indføre statisk setback-linie
			By	Ikke beskyttet	Kritisk overfor skade på permanente faciliteter	Kyststabilisering er nødvendig
				Beskyttet og eksponeret	Kritisk fordi stranden forsvinder	Strand-retablering nødvendig
				Begravet beskyttelse	Kritisk for tab af strand	Strand-retablering nødvendig

# Høfder

Høfder er konstruktioner mest bestående af store sten

Høfder er konstruktioner, der bygges vinkelret på kysten

Høfder **ned sætter** erosionen i konstruktionens levetiden

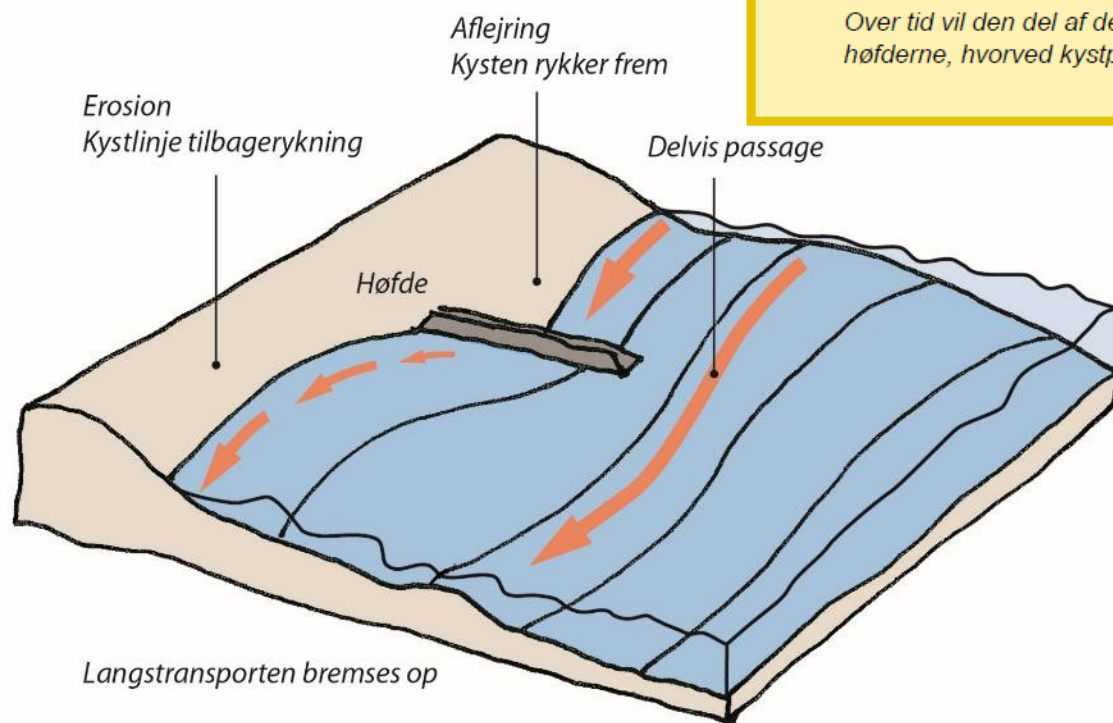
Høfden forhindrer ikke erosion 100%

Høfder blokerer langtransporten ud til den dybde, hvor høfden ender, hvorfor det sand der ellers ville have passeret akkumuleres opstrøms (på luvside).

Høfder skaber nedstrøms (læside-) erosion svarende til det sand, der er blevet holdt tilbage

En procentdel af den langsgående transport vil i mange tilfælde passere forbi høfderne

Over tid vil den del af den totale erosion, der ikke er bremset nå ind mellem høfderne, hvorved kystprofillet begynder at rykke tilbage





# Ralfodring

## Ralfodring bruges mod akut erosion Kun lille læsideerosion

*Ralfodring kan benyttes ved kyster, der i forvejen er karakteriseret ved at have râlstrande*

*Râlstrande kan i tilfælde af lavtliggende baglande forhøjes og dermed virke som kombineret erosions- og oversvømmelsesbeskyttelse*



# Klitforstærkning





# Agger



# Oversvømmelsesbeskyttelse





# Andre oversvømmelseskilder

- Udløb
- Regn
- Overtopping
- Grundvand

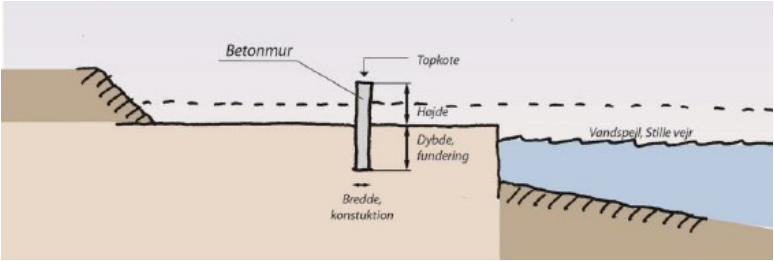
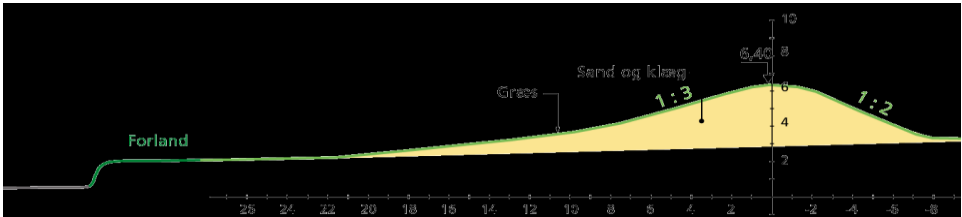
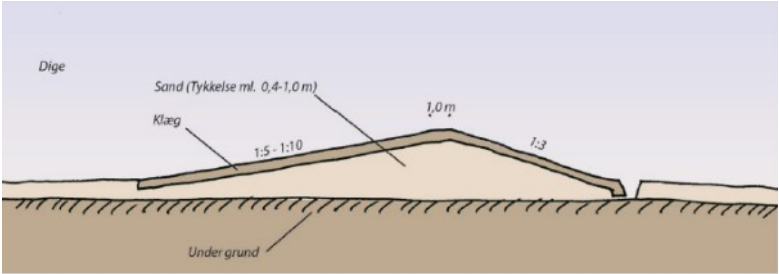


# Sokkelkote





# Permanent oversvømmelsesbeskyttelse



# Dæmninger, barrierer





# Integration med huse



# Mobil beskyttelse

