

Klitbrud og oversvømmelse - klimaeffekt & tilpasning



Klitbrud og oversvømmelse

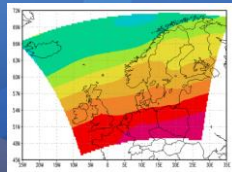
Klimaeffekter og konsekvenser

- Klimarelaterede ændringer
 - Vind
 - Bølger
 - Vandstand (stormflod)
- Forøget kysterosion
- Forøget kliterosion
- Potentiel forøget risiko for gennembrud
- Potentiel forøget risiko for oversvømmelse

Ændringer af vind, vandstand og bølger

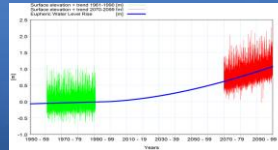
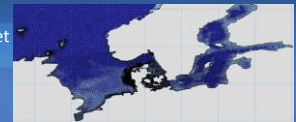
DHI arbejder netop nu med vurdering af klimaændringers indvirkning på metocean data (primært vandstand, bølger, strøm) i danske farvande og konsekvenser for bl.a. marine infrastrukturer

DHI baserer sine undersøgelser på bl.a. EMSEMBLES projektets regionale klimamodeller (RCM) via DMI's HIRHAM v5 model



Ændringer af vind, vandstand og bølger

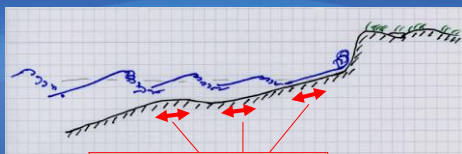
Vi har bl.a. gennemført simuleringer for IPCC scenariet A1B (1961-2100) i modeller med høj rumlig opløsning (~6km) i danske farvande



Simuleringer er gennemført med en gradvis stigning af Sea Level Rise (SLR) på +1m i 2100

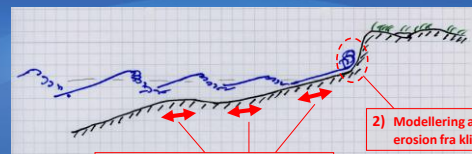
SLR har stor betydning for ændrede vandstands, strøm og bølgeforskel

Klitterosion - principielt



1) Modellering af sediment transport og udvikling af profil

Klitterosion - principielt



1) Modellering af sediment transport og udvikling af profil

2) Modellering af erosion fra klitfront

Simpel model for erosion af klitfront, baseret på Larson et al. 2004:

Erosion beregnes som funktion af bølgernes opskyl (run-up) og klitfodens niveau

Klitterosion – forsøg fra Delta flume (2008)

- Modelforsøg med bølger
- Skrænten trækker sig tilbage
- Den stejle skrænthældning opretholdes

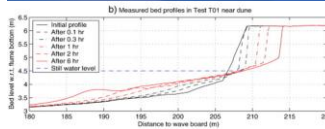


Klitterosion – forsøg fra Delta flume (2008)

- Modelforsøg med bølger
- Skrænten trækker sig tilbage
- Den stejle skrænthældning opretholdes



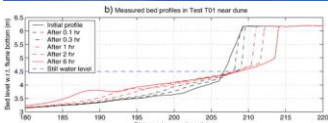
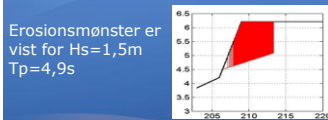
Erosionsmønster er vist for $H_s=1,5\text{m}$
 $T_p=4,9\text{s}$



Klitterosion – forsøg fra Delta flume (2008)

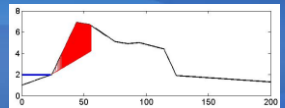
- Modelforsøg med bølger
- Skrænten trækker sig tilbage
- Den stejle skrænthældning opretholdes

Erosionsmønster er vist for $H_s=1,5\text{m}$
 $T_p=4,9\text{s}$

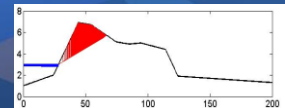


Case studie – Erosion af klit ved Krylen

Erosion med nuværende klima
 $H_s=6,5\text{ m}$ i 6 timer

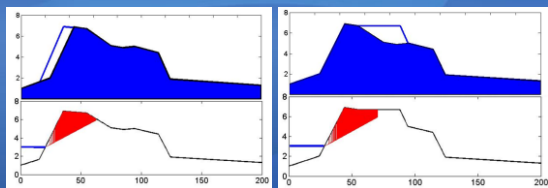


Erosion med Fremtidigt klima
 $H_s=7\text{ m}$ i 6 timer



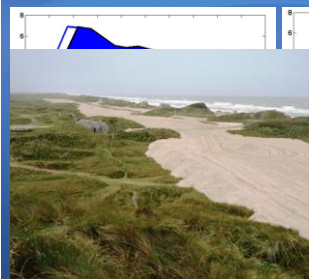
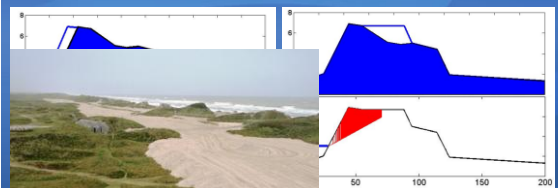
Optimal sikring af klitten

- Forstærkning af klitten: Bedst på bagsiden af klitten?



Optimal sikring af klitten

- Forstærkning af klitten: Bedst på bagsiden af klitten?



Klitforstærkning ved Krylen
op til kote 5,5 m

Klitgennembrud

- Ved gennembrud opstår der en ny form for transport
- Stor gradient i vandstand driver en kraftig strøm
- Brudformen ændres markant
- Bredden på bruddet vil forøges pga. tilstrømmende vand

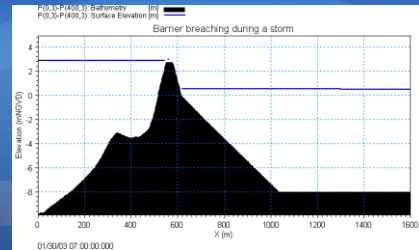
Foto: Brud ved Mecox, af: Nick Kraus, US Army Corps of Engineers



Ud mod Atlanterhavet

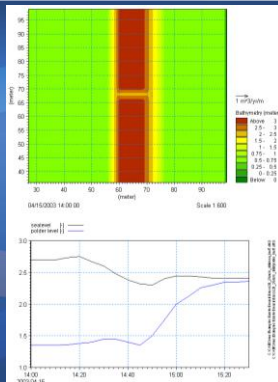
Ind mod baglandet

Simulering af klitgennembrud

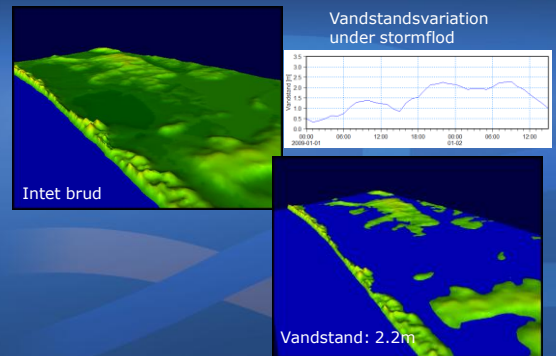


Idealiseret tilfælde: Fra David Basco, ODU, USA.

Morfologisk simulering af klitgennembrud



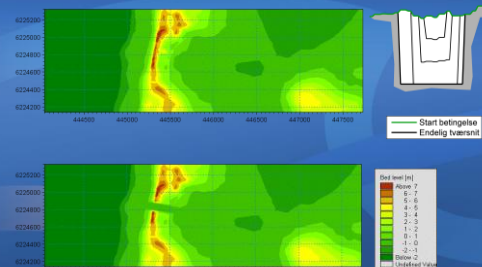
Oversvømmet areal baseret på stationær betragtning



Dynamisk oversvømmelsesanalyse

- Brududviklingen gennem klitten foreskrives dynamisk
- Kør MIKE 21 strømningsmodel
- Vurder omfanget af oversvømmelsen af det bagvedliggende land
- Sammenlign forskellige scenarier

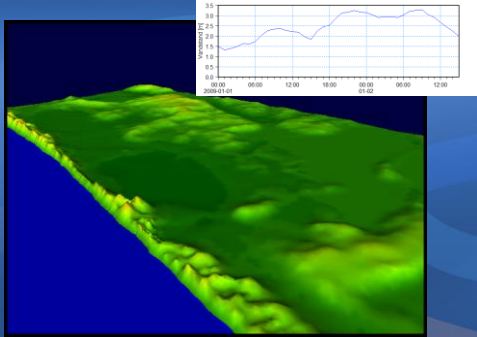
Brududvikling gennem klitten



Brud under 40 timer storm, +1 m i vandstand

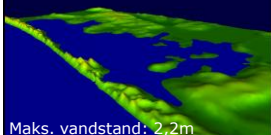
Future_short.avi

Vandstandsvariation under fremtidig stormflod



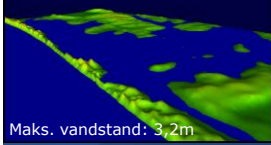
Oversvømmet areal efter 40 timer

Simulering, Nuværende forhold

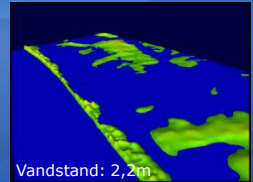


Maks. vandstand: 2,2m

Simulering, Fremtidige forhold



Maks. vandstand: 3,2m



Vandstand: 2,2m

	Areal	Vol
Fremtid	200%	250%
Fremtid + bred kanal	250%	350%