

Behov for kystbeskyttelse – risici og myter

Chefingeniør Nils Drønen, Marine & Coastal Solutions, DHI

Agenda

- DHI kort
- Klimatruslen i helikopterperspektiv
- Klimatruslen – myter og virkelighed
 - Returperioder, havniveauet, landsænkning, ...
- Beslutningstagning – overvejelser
- Eksempler fra dele af Danmark

DHI – en GTS virksomhed indenfor vandsketoren

- DHI – en del af GTS gruppen (Godkendt Teknologisk Service)
- GTS virksomheder:
 - er kernen af den danske teknologiske “infrastruktur”
 - følger teknologiudviklingen i ind- og udland tæt – hjemtager og tilbyder relevant viden og teknologi til erhvervslivet
 - udgør et af Danmarks største netværk af konsulentvirksomheder
- DHI har aktiviteter i ca. 100 lande
- DHI udvikler videnbaserede IT værktøjer til design, beslutningsstøtte og varsling indenfor vandsektoren – herunder Kyst, By og Land
- DHI er også en selvstændig rådgivningsvirksomhed

GTS-netværket



01.

Klimatruslen i helikopterperspektiv

Med fokus på kystnære byområder

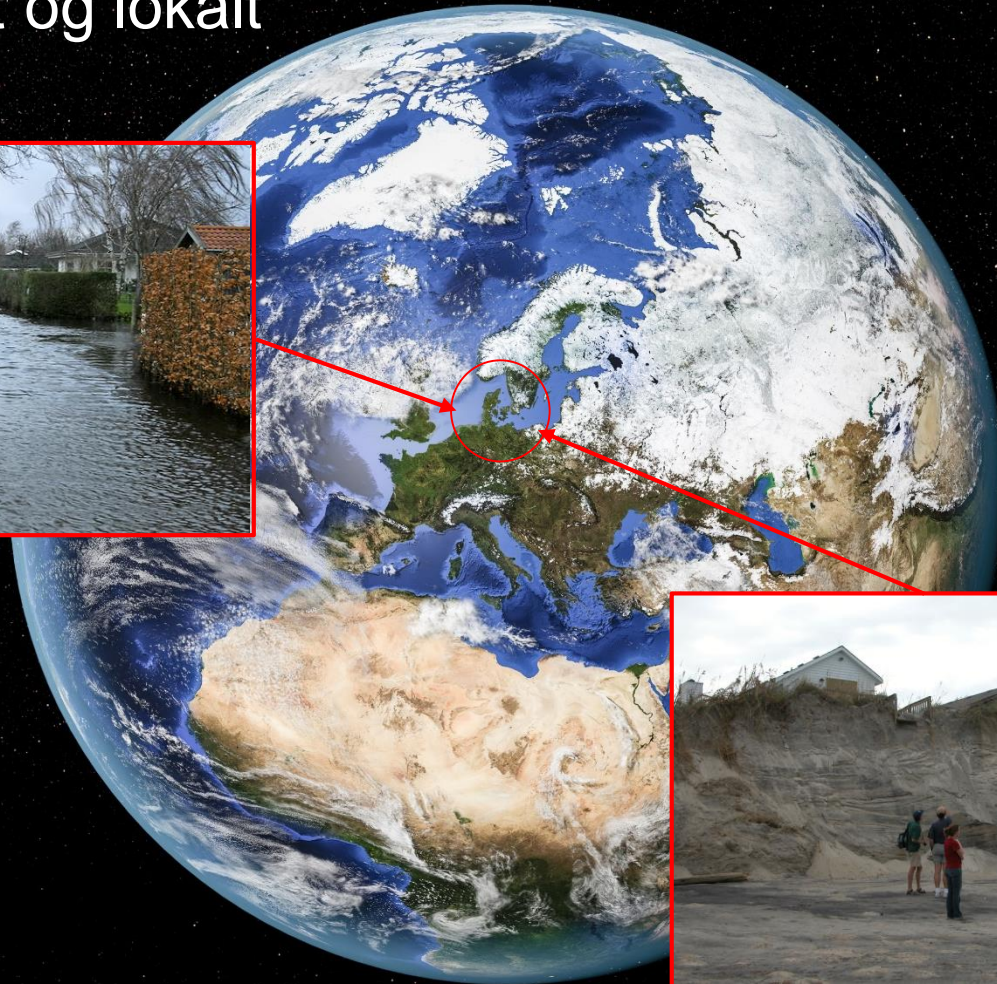


Globalt, regionalt og lokalt



Oversvømmelser

- hav
- afstrømning (opland)
- skybrud
- grundvand

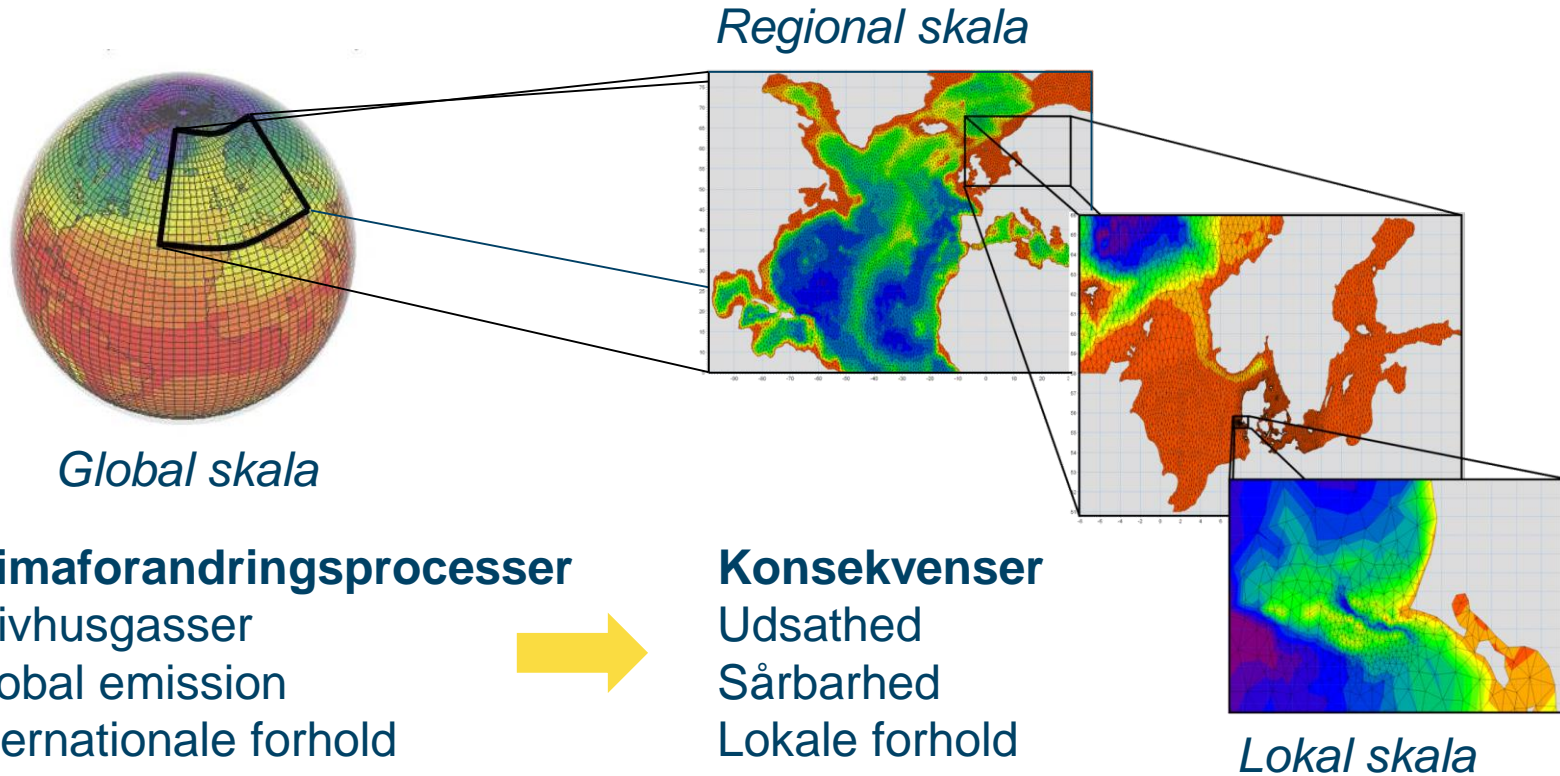


Erosion

- strømninger
- bølger
- højvande
- sedimenter



Vind, lufttryk, nedbør, bølger, strømninger, vandstande



Danmark

Erosion

- Vestkysten
- Nordkysterne

Oversvømmelser

- Fjorde
- Østersøen
- Bælterne



Samfundsøkonomiske forhold

Oversvømmelse



Påvirker arealer
Bygning, infrastruktur
Miljø, økologi
Sundhed (fysisk, psykisk)

Erosion



Evt. øget oversvømmelsestrussel
Kystveje og bygninger ved kysten
Havne og marinaer (tilsanding...)
Strand og rekreative områder

Klimatruslen – myter og virkelighed

Er der egentlig et problem – eller hvad?



Myte eller virkelighed?

“Der er ingen grund til at sikre Solrød de næste mange år”

“En 100-årshændelse sker ca. hvert 100. år”

“Havniveaustigninger er så små at de ingen problemer skaber (f.eks. 1m over 100 år)”

“Landhævninger opvejer havniveaustigninger”

“Sandfodring er dyrere end kystbeskyttelsesstrukturer”

“Oversvømmelsen i 1872 – sker nok ikke igen”

...

Myte eller virkelighed?

“Der er ingen grund til at sikre Solrød de næste mange år”

“En 100-årshændelse sker ca. hvert 100. år”

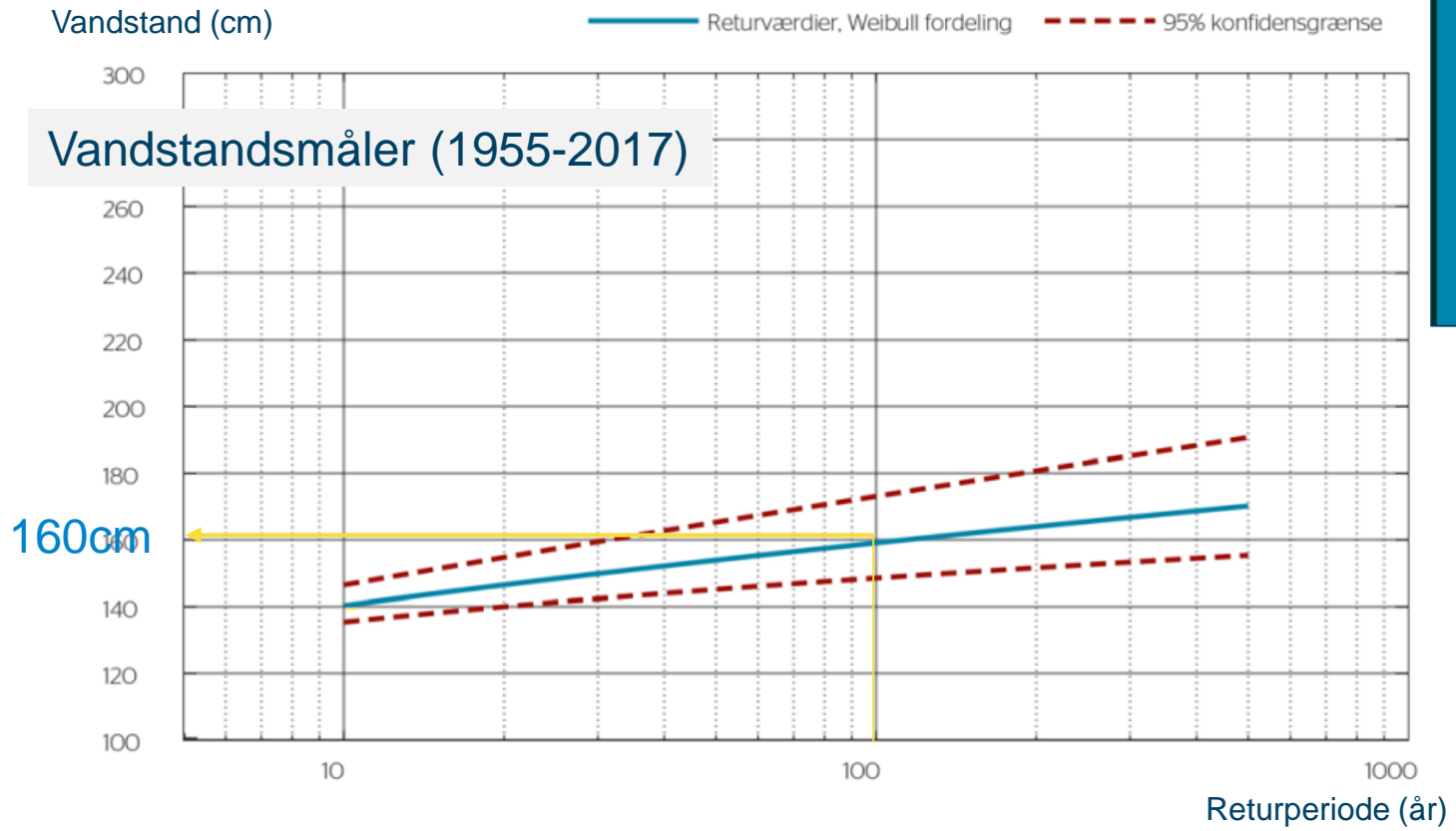
“Havniveaustigninger er så små at de ingen problemer skaber (f.eks. 1m over 100 år)”

“Landhævninger opvejer havniveaustigninger”

“Sandfodring er dyrere end kystbeskyttelsesstrukturer”

“Oversvømmelsen i 1872 – sker nok ikke igen”

...



Returperiodediagram for Stormfloder (Køge) – KDI 2017

Stormfloder – højevander - sandsynligheder

Returperiode: Et udtryk for hvor lang tid der i gennemsnit vil gå mellem at en hændelse sker til den sker igen

- Eks. en såkaldt **100 års-hændelse** for vandstandsstigninger under en stormflod er i dag ved Solrød ca. 160 cm
- Dette svarer til at der er $1 / 100 \text{ år} = 1 \%$ sandsynlighed for at den sker et givent år (per år).
- Hvad er sandsynligheden så for at en sådan hændelse sker over en 50 års periode?

Sandsynligheder for overskridelse - designperioder

Table 16.1 The probability of occurrence of the design event R [%] as function of the of the life time L [years] and the recurrence period T_d [years].

Life Time (L) in years	Recurrence Period (T_d) in years							
	5	10	30	50	100	500	1,000	10,000
1	20	10	3	2	1	0	0	0
5	67	41	16	10	5	1	0	0
10	89	65	29	18	10	2	1	0
30	100	96	64	45	26	6	3	0
50	100	99	82	64	39	10	5	0
100	100	100	97	87	63	18	10	1
200	100	100	100	98	87	33	18	2
500	100	100	100	100	99	63	39	5

Stormfloder – højevander - sandsynligheder

Returperiode: Et udtryk for hvor lang tid der i gennemsnit vil gå mellem at en hændelse sker til den sker igen

- Eks. en såkaldt **100 års-hændelse** for vandstandsstigninger under en stormflod er i dag ved Solrød ca. 160 cm
- Dette svarer til at der er $1 / 100 \text{ år} = 1 \%$ sandsynlighed for at den sker et givent år (per år).
- Hvad er sandsynligheden så for at en sådan hændelse sker over en 50 års periode? **Svar: 39% sandsynlighed**

Myte eller virkelighed?

“Der er ingen grund til at sikre Solrød de næste mange år”

“En 100-årshændelse sker ca. hvert 100. år” **Så simpelt kan man ikke sige det – der er tale om et udtryk for en sandsynlighed der hele tiden er til stede og sandsynligheden for at hændelsen sker mindst en gang vokser med levetiden – jf. 39% over 50 år**

“Havniveaustigninger er så små at de ingen problemer skaber (f.eks. 1m over 100 år)”

“Landhævninger opvejer havniveaustigninger”

“Sandfodring er dyrere end kystbeskyttelsesstrukturer”

“Oversvømmelsen i 1872 – sker nok ikke igen”

Myte eller virkelighed?

“Der er ingen grund til at sikre Solrød de næste mange år”

“En 100-årshændelse sker ca. hvert 100. år”

“Havniveaustigninger er så små at de ingen problemer skaber (hvad skulle f.eks. 1m over 100 år have af betydning?)”

“Landhævninger opvejer havniveaustigninger”

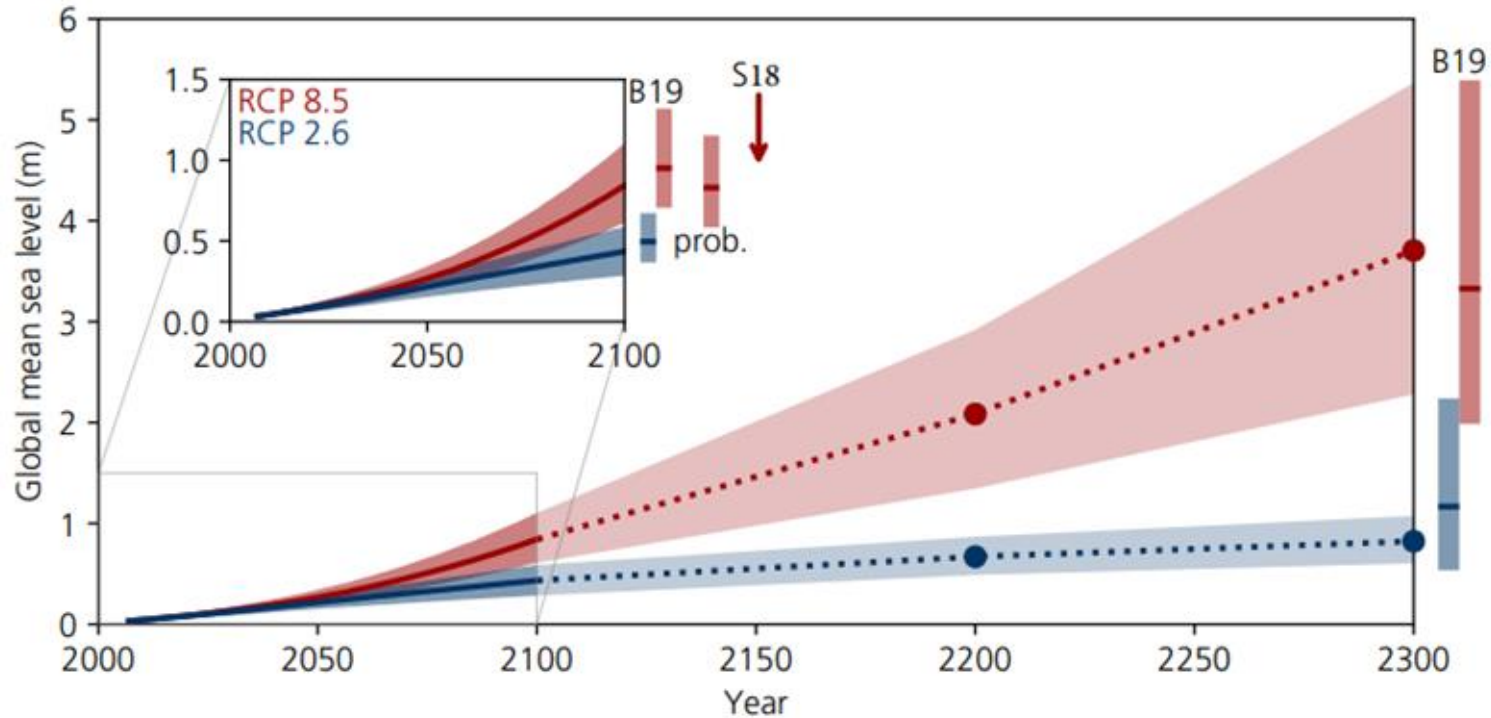
“Sandfodring er dyrere end kystbeskyttelsesstrukturer”

“Oversvømmelsen i 1872 – sker nok ikke igen”

...

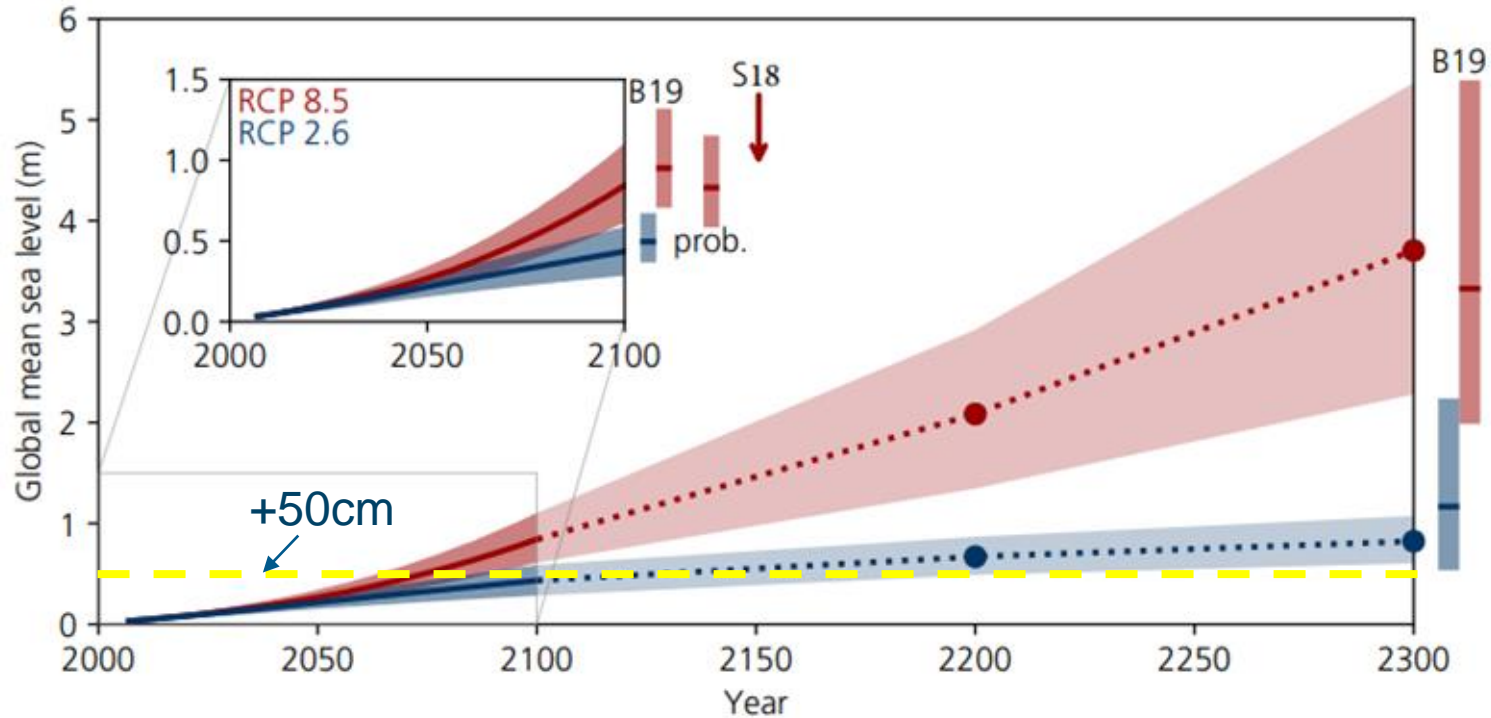
Havniveaustigning (globalt)

IPCC Ocean and Cryosphere Special Report 2019

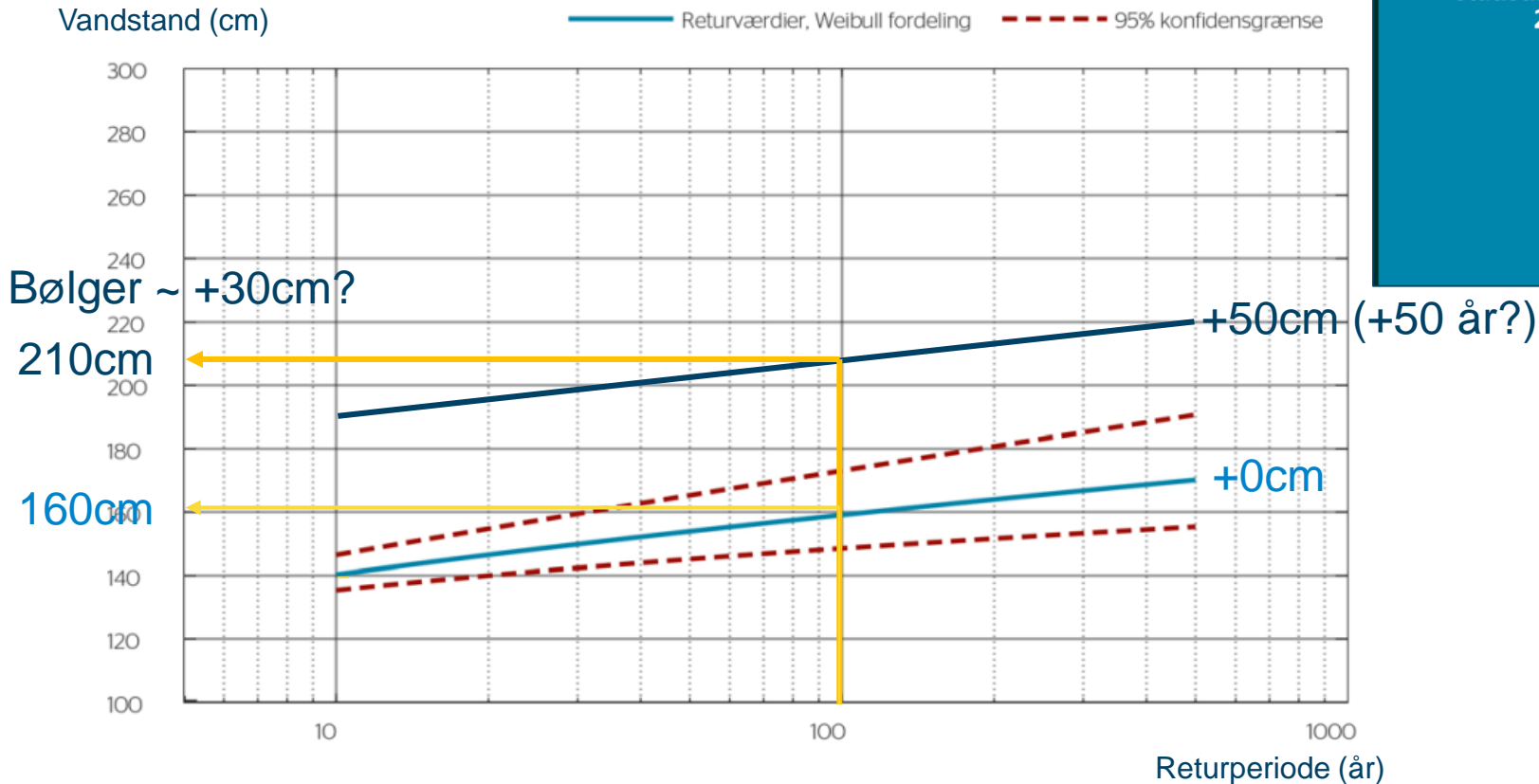


Havniveaustigning (globalt)

IPCC Ocean and Cryosphere Special Report 2019



Havet vil under alle omstændigheder stige *mindst* 50cm!

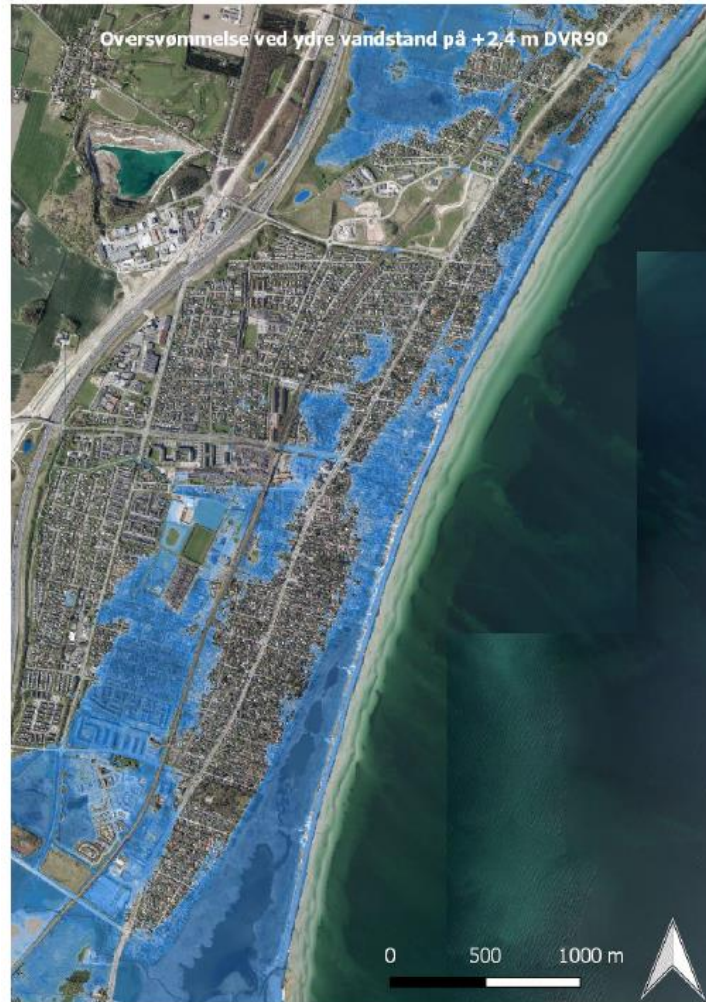


Returperiodediagram for Stormfloder (Køge) – KDI 2017

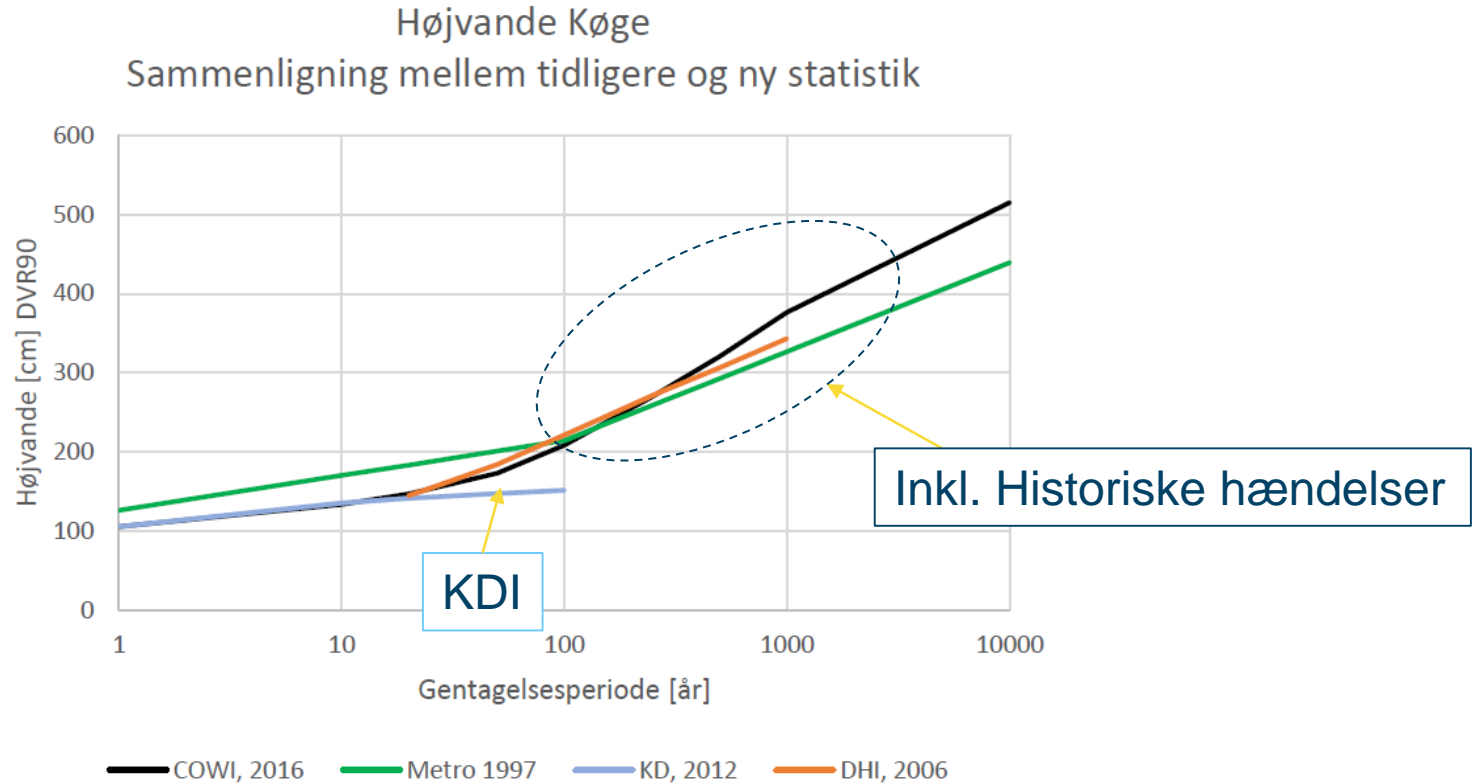
Oversvømmelse – eks.

Havspejlsstigning + stormflod
Max vandstand 2,4 m
Estimeret oversvømmelse

Se rapport 2018 – Stormflodssikring,
Solrød Kommune



Usikkerheder om større historiske hændelser (Rapport 2018)



Myte eller virkelighed?

“Der er ingen grund til at sikre Solrød de næste mange år”

“En 100-årshændelse sker ca. hvert 100. år”

“Havniveaustigninger er så små at de ingen problemer skaber (f.eks. 1m over 100 år)” **Havniveaustigninger lægger et niveau til ekstrem vandstand under stormflod til en grad, der vil kunne skabe oversvømmelser og skader i fremtiden (se evt. også rådgiver-rapporter)**

“Landhævninger opvejer havniveaustigninger”

“Sandfodring er dyrere end kystbeskyttelsesstrukturer”

“Oversvømmelsen i 1872 – sker nok ikke igen”

...

Myte eller virkelighed?

“Der er ingen grund til at sikre Solrød de næste mange år”

“En 100-årshændelse sker ca. hvert 100. år”

“Havniveaustigninger så små at de ingen problemer skaber (f.eks. 1 m over 100 år)”

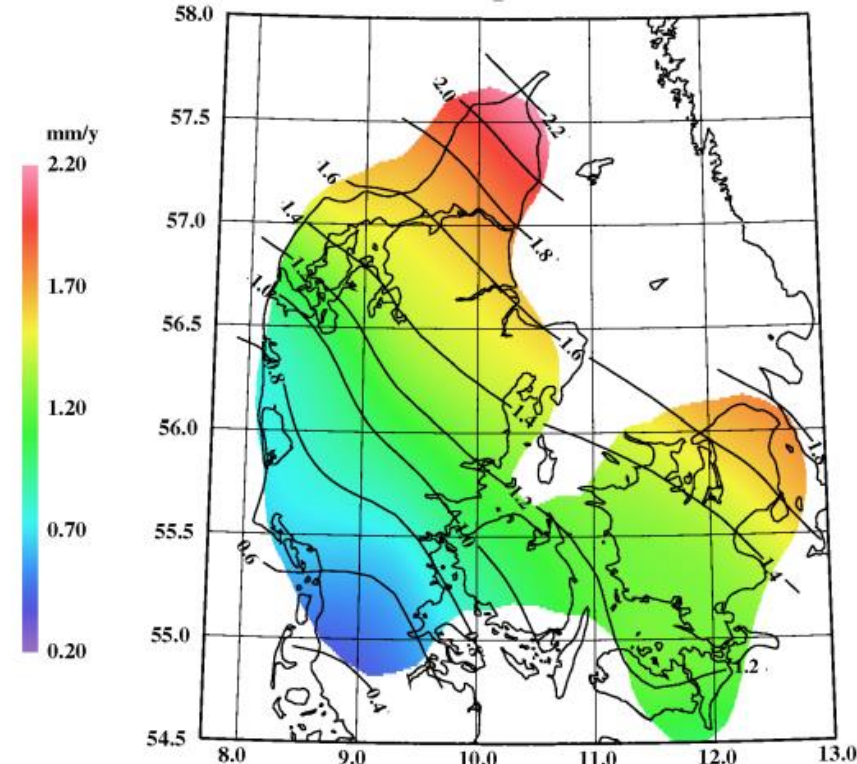
“Landhævninger opvejer havniveaustigninger”

“Sandfodring er dyrere end kystbeskyttelsesstrukturer”

“Oversvømmelsen i 1872 – sker nok ikke igen”

...

Landhævning i Solrød kommune (50år ude i fremtiden)



Aflæst landhævning ca. 1,4 mm/år
 $1,4 \text{ mm/år} \times 50 \text{ år} = \text{ca. } 70 \text{ mm} = 7 \text{ cm}$

Havstigning ca. 50-60 cm over 50 år(?)

Relativ havniveau-stigning 43-53 cm

Landhævning modvirker havniveau-stigningen en smule

Myte eller virkelighed?

“Der er ingen grund til at sikre Solrød de næste mange år”

“En 100-årshændelse sker ca. hvert 100. år”

“Havniveaustigninger så små at de ingen problemer skaber (f.eks. 1 m over 100 år)”

“Landhævninger opvejer havniveaustigninger”

Landhævning har en mindre modvirkende effekt på havniveaustigninger – men redder ikke situationen

“Sandfodring er dyrere end kystbeskyttelsesstrukturer”

“Oversvømmelsen i 1872 – sker nok ikke igen”

...

Myte eller virkelighed?

“Der er ingen grund til at sikre Solrød de næste mange år”

“En 100-årshændelse sker ca. hvert 100. år”

“Havniveaustigninger så små at de ingen problemer skaber (f.eks. 1 m over 100 år)”

“Landhævninger opvejer havniveaustigninger”

“Sandfodring er dyrere end kystbeskyttelsesstrukturer”

“Oversvømmelsen i 1872 – sker nok ikke igen”

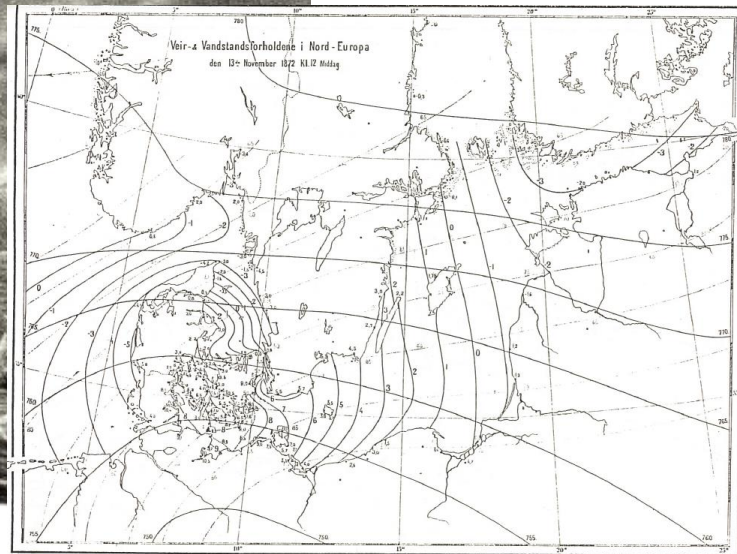
...

Højvandstatistikken (KDI)

- Få stationer med lange tidserier
- Mange stationer med kort tidsserie
- Korte tidsserier giver usikre statistikker for højvande (stormfloder)
- Eks. (lang) Gedser 1892-2021
- Eks. (kort) Kalvehave 2000-2021



Historiske oversvømmelser



1362

1. og 2. Store Manddrukning i Vadehavet

1634

1872

Indre danske farvande

Myte eller virkelighed?

“Der er ingen grund til at sikre Solrød de næste mange år”

“En 100-årshændelse sker ca. hvert 100. år”

“Havniveaustigninger så små at de ingen problemer skaber (f.eks. 1 m over 100 år)”

“Landhævninger opvejer havniveaustigninger”

“Sandfodring er dyrere end kystbeskyttelsesstrukturer”

“Oversvømmelsen i 1872 – sker nok ikke igen” **Der er ingen grund til at tro at en uhyre sjælden ekstrem hændelse ikke en dag vil kunne hænde igen – sådan er virkeligheden – en smule beredskab og en rimelig, men ikke overdreven sikring anbefales**

Myte eller virkelighed?

“Der er ingen grund til at sikre Solrød de næste mange år”

“En 100-årshændelse sker ca. hvert 100. år”

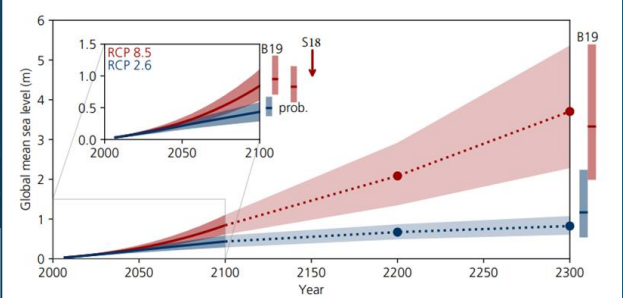
“Havniveaustigninger så små at de ingen problemer skaber (f.eks. 1 m over 100 år)”

“Landhævninger opvejer havniveaustigninger”

“Sandfodring er dyrere end kystbeskyttelsesstrukturer”

“Oversvømmelsen i 1872 – sker nok ikke igen”

...



Myte eller virkelighed?

“Der er ingen grund til at sikre Solrød de næste mange år” **Det virker bestemt til at være en god ide at fortsætte det gode klimatilpasningsarbejde – klimaforandringerne kan måske synes usynlige, men statistikkerne og IPCC projektioner viser en klar tendens: Der er ikke uendelig lang tid til at tage beslutningerne og etablere sikringerne før ekstremere er gået hen og blevet hverdag (hver vinter)**

“En 100-årshændelse sker ca. hvert 100. år”

“Havniveaustigninger så små at de ingen problemer skaber (f.eks. 1m over 100 år)”

“Landhævninger opvejer havniveaustigninger”

“Sandfodring er dyrere end kystbeskyttelsesstrukturer”

“Oversvømmelsen i 1872 – sker nok ikke igen”

Beslutningstagning

Under stor usikkerhed



Trusselsbilledet

Tab af værdi

- Rekreativ værdi
- Naturværdi
- Økonomisk værdi
- ...

Tab af livsbetingelser

- Ødelæggelse af bygninger og infrastruktur
- Dødsfald pga. ekstremhændelser
- Forureningskatastrofer
- Biodiversitetskrise
- ...

Risiko

=

Fare, konsekvens/sandsynlighed (hazard)

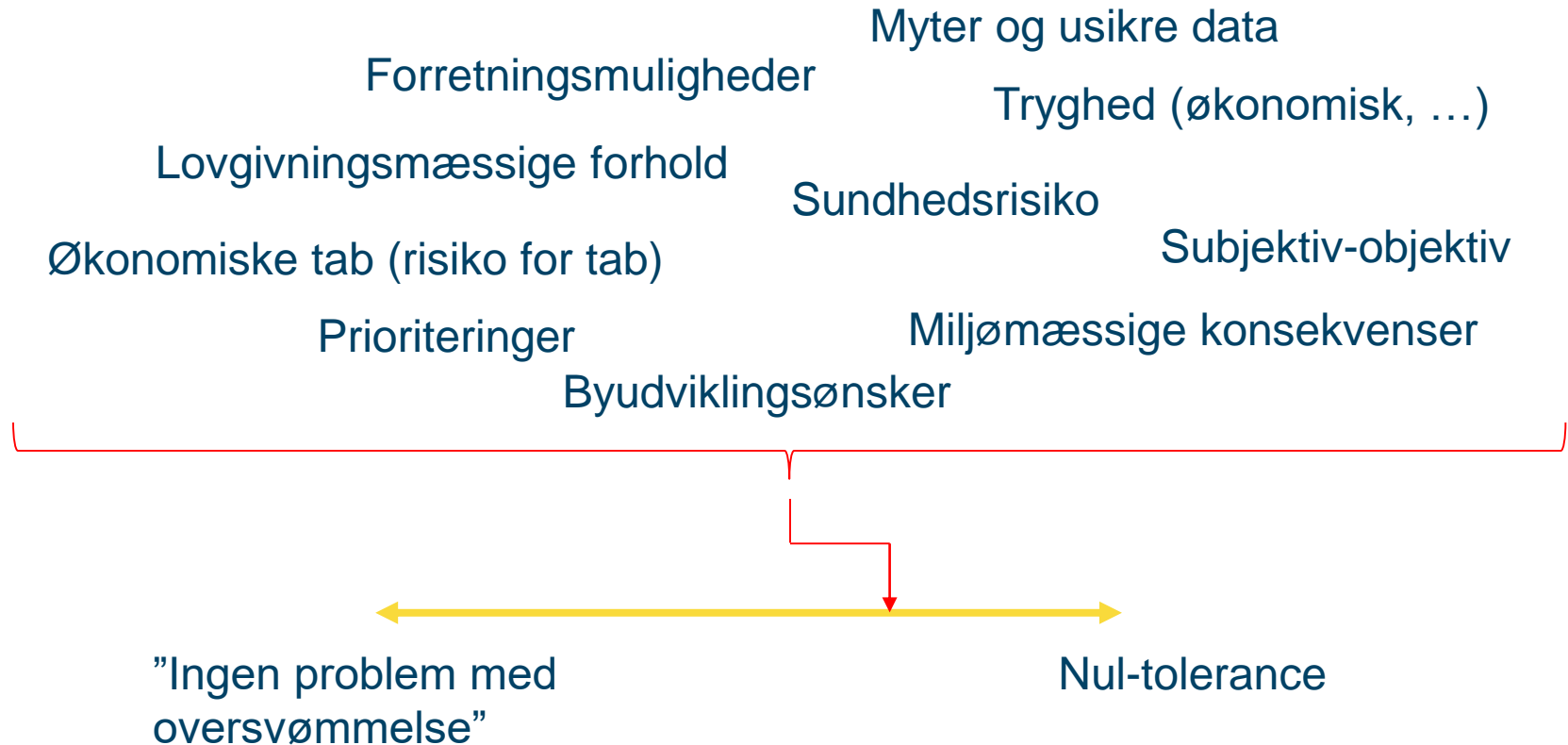
x

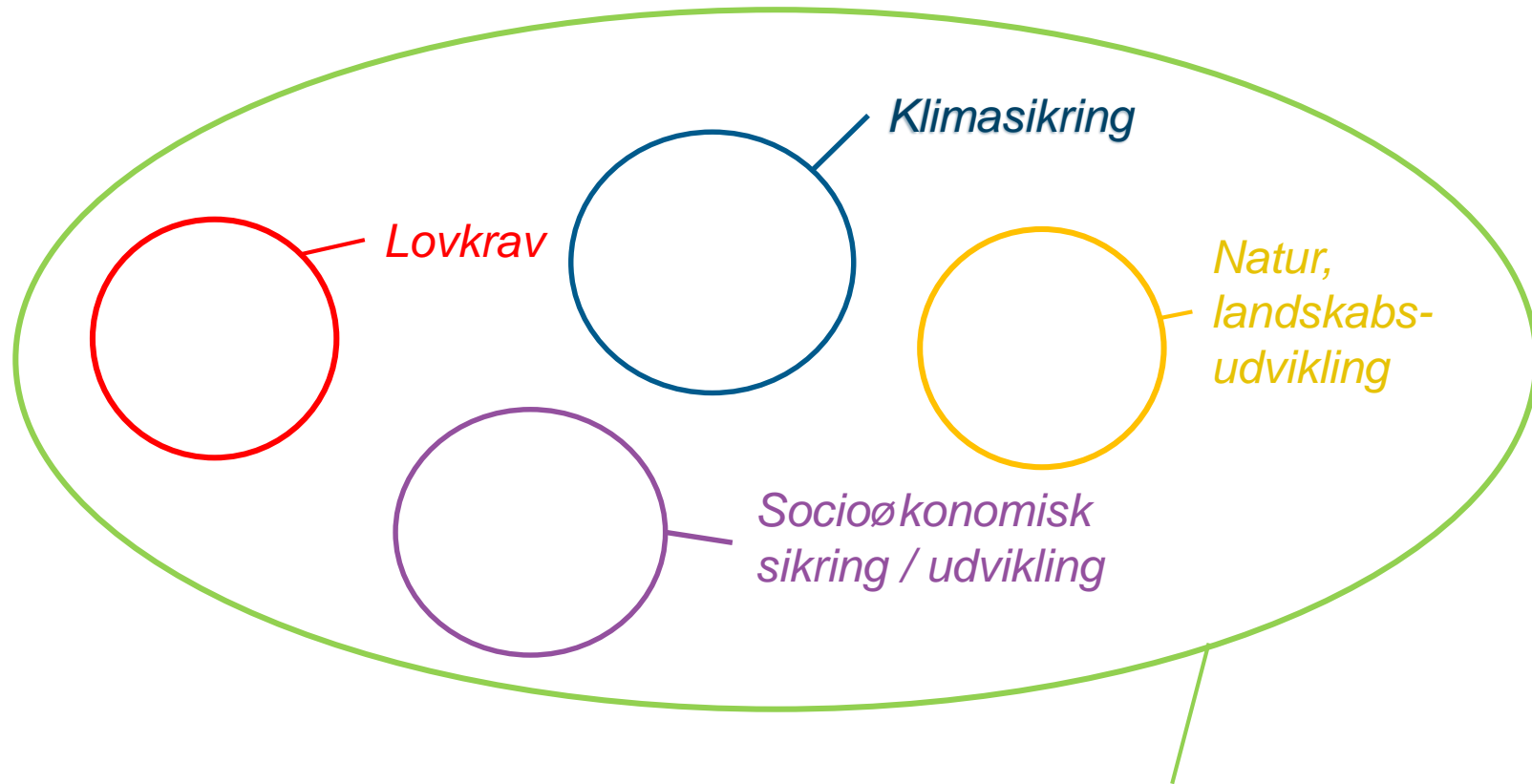
Udsathed (exposure)

x

Sårbarhed (vulnerability)

Beslutninger – i virkeligheden





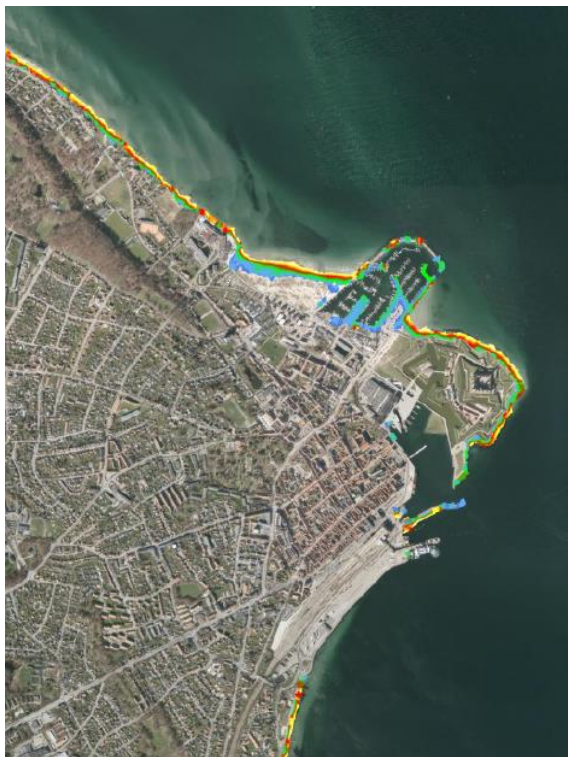
Samspil af hensyn

Integreret kyst-plan

Eksempler fra dele af Danmark



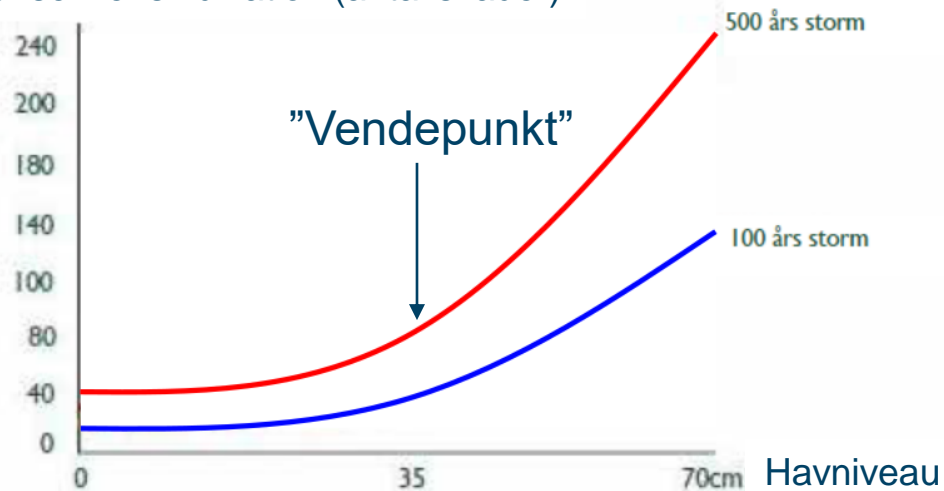
Havniveau + stormfloder



DHI FloodRisk dynamisk model

		Havniveaustigning fra 2020		
		0cm	35cm	70cm
Returperiode	50 år		X	X
	100 år	X	X	X
	500 år	X	X	

Konsekvensindikation (antal skader)



Løsningskatalog – faseinddelt byudvikling / klimasikring



Oversigtskort fra rapporten 'Analyse og sikringsstrategi for Helsingør Bykerne' udarbejdet i efteråret 2020. Her udpeges kategori 1 områder.

Komplicerede problemer med havvand, afstrømning og skybrud

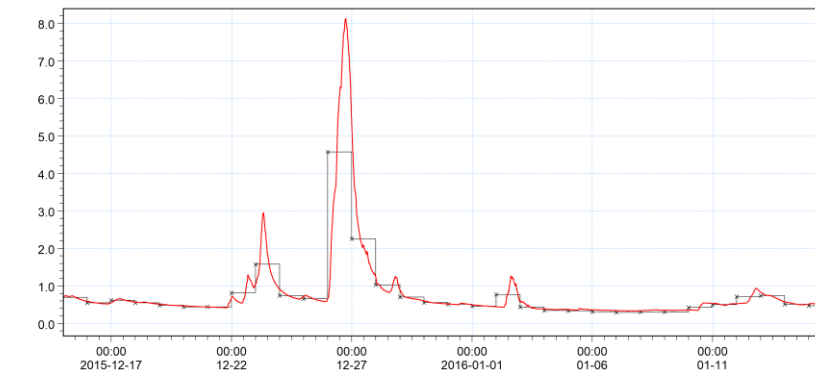
Klimasikring af Aabenraa



Aabenraa - afvanding ved fremtidige høje vandstande i fjorden

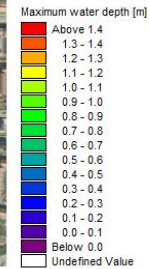
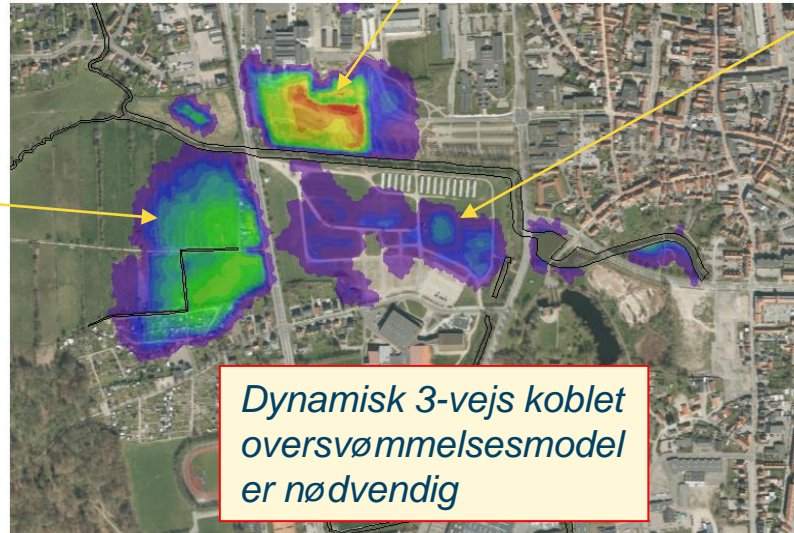


Model (vandløb, kloaker, terræn)



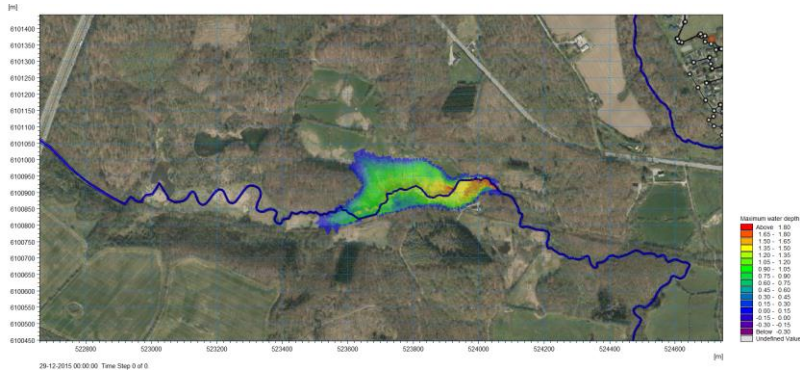
50 årshændelse 2021 – vandføring i å - høj tidsopløsning!

Modelvalidering

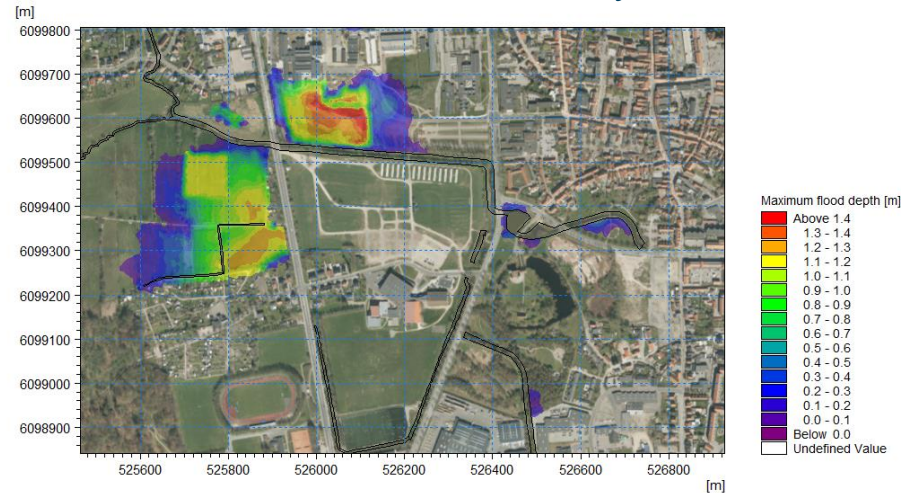


Scenarier – opmagasineringsløsninger dynamisk beregning

DHI FloodRisk web system



Rise Enge (opmag. langt fra byen)



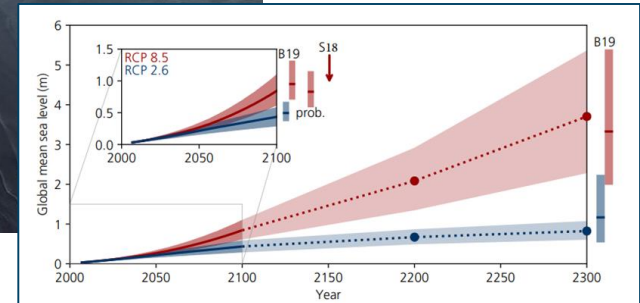
Bøndervej (opmag. tæt ved byen)

Hvilke opstrøms aflastninger kan betale sig?
Hvad skal prioriteres?
To be continued (sagen er ved sin afslutning)

Solrød klimasikring



Solrød klimasikring



Tak for at hænge på helt til slut

Nils Drønen, DHI

