

Højvandssikring af Skælskør

Lars Frederiksen

1

26 FEBRUAR 2020
BØRGERMØDE SKÆLSKØR

COWI

Lidt om mig...

- > Civilingeniør(2007) SDU
- > Ansat som Projektleder og Specialist – COWI Vand&Natur
- > "Arbejder med vand" ofte i relation til klimatilpasning/oversvømmelsessikring
 - > Regnvandshåndtering
 - > Vandløb
 - > Stormflod

- > Primært på det danske marked...

Agenda

1. Højvandsstatistik og klima
2. Udfordringer på nationalt niveau
3. Udfordringer i Skælskør
4. Præsentation af 3 mulige skitseforslag

Generelt om højvandsstatistik og klima

Højvandsstatistik

Korsør Havn

51

Datablad

Hændelse [år]	20	50	100
Vandstand [cm]	137	149	156

Stationsnummer: DMI 29393
 Måleperiode: 01.01.1890 - 01.03.2017
 Datalængden: 126,9 år

Datagrundlag for ekstremanalyse

Afskæringsniveau [cm]: 117
 Detrending faktor ift. middelvandstand i 2017 [cm]: 5,67

Bemærkninger:

Ingen.



Højeste registrerede vandstande i cm (trendfri)

1. november 2006	158	16. december 1898	129	1. januar 1922	118
31. december 1904	155	9. januar 1914	129	7. januar 1958	118
21. februar 1993	152	28. november 1983	128	5. januar 2017	117
29. september 1914	133	20. november 1973	121		
6. december 2013	130	24. oktober 1921	119		

67 målestationer



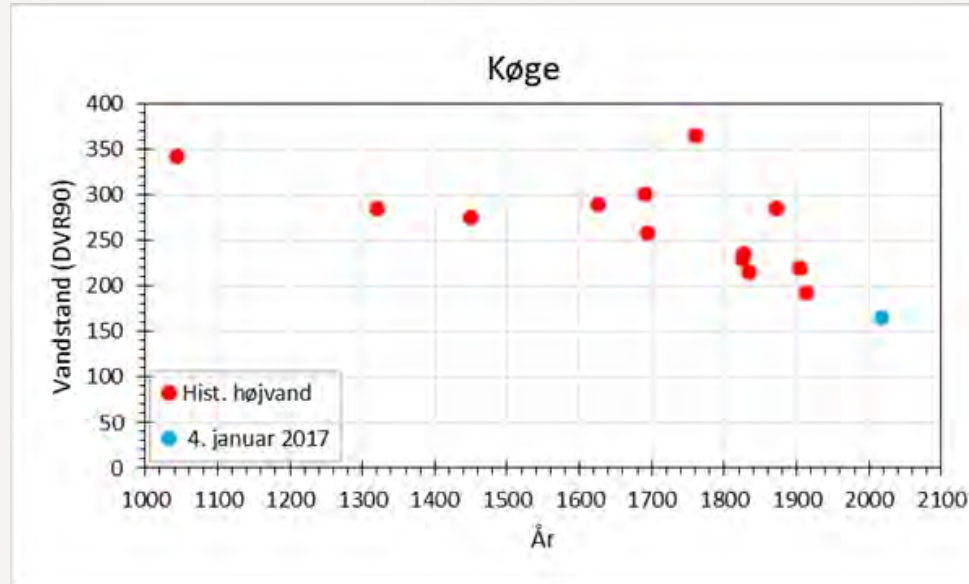
Signaturforklaring

● Databladnr., stationsnavn, 20 års middeltidsværdi (cm)

Stormflodshændelse

- > 100 års hændelse = en hændelse som statistisk set forekommer én gang pr. hundrede år.
- > Baseret på historisk data
- > Man kan godt have flere kraftige hændelser flere år i træk

Stormflod – ikke en nyhed

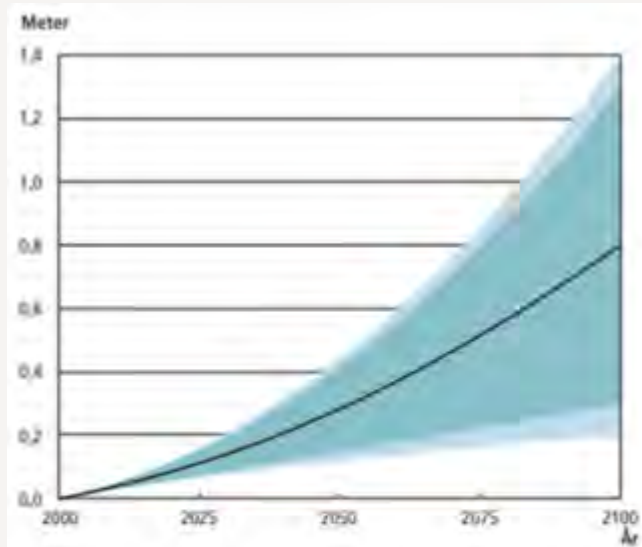


Stigning i middelvandspejl

- Vandstanden i havet stiger som følge af is afsmeltning (som følge af klimaforandringer, som følge af flere drivhusgasser, som følge af forbrug af fossile brændsler osv...)
- Det er et faktum at havet stiger
- Hvor meget havet stiger (og hvor hurtigt) afhænger af de modeller der forudsiger det.

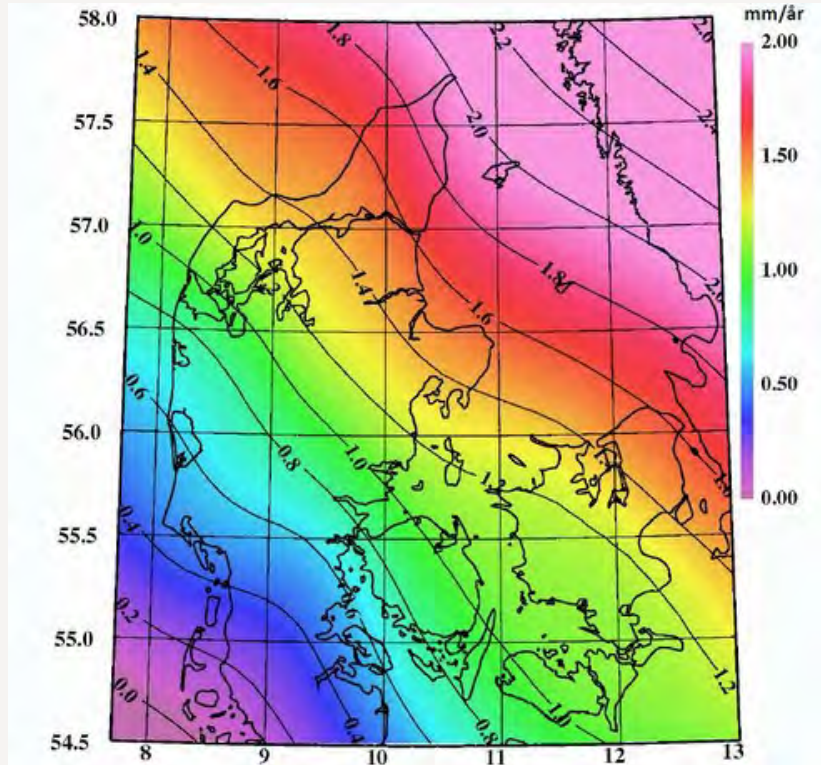


Stigning i middelvandspejl

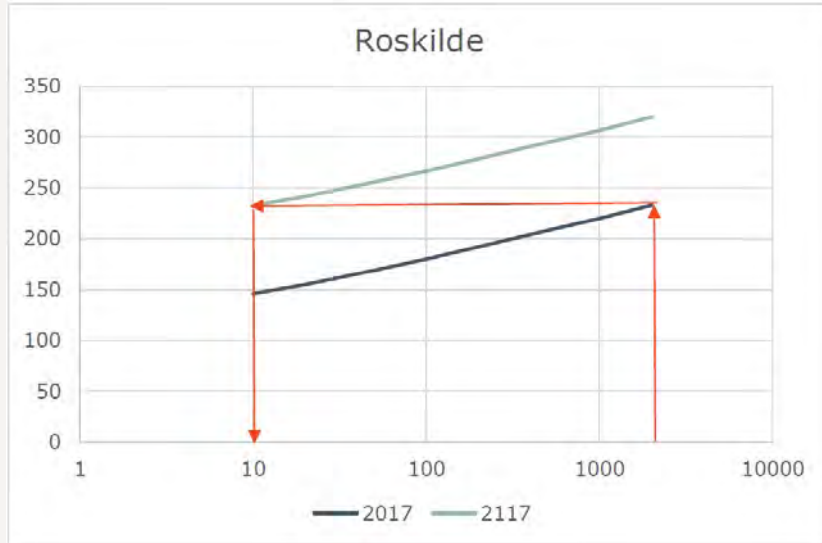


DMI's bedste bud på vandstandsstigninger de næste 100 år i meter, når der ses bort fra landhævning. Den sorte kurve viser middelværdien, mens den grønne og blå areal viser usikkerheden henholdsvis globalt og omkring Danmark., Kilde: DMI

Kan landhævningen redde os?

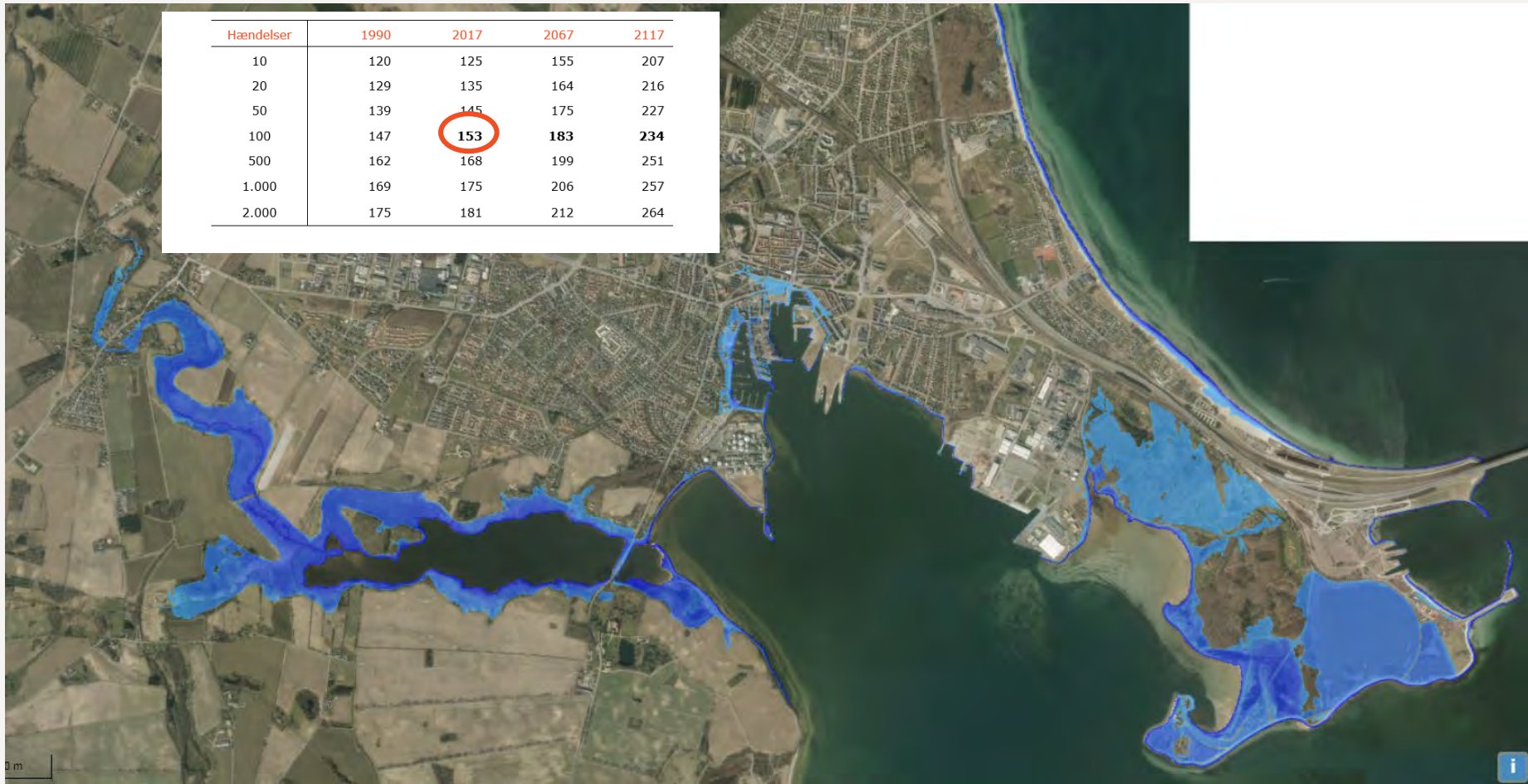


Hvad har størst betydning: Stormflod eller vandstandsstigning?

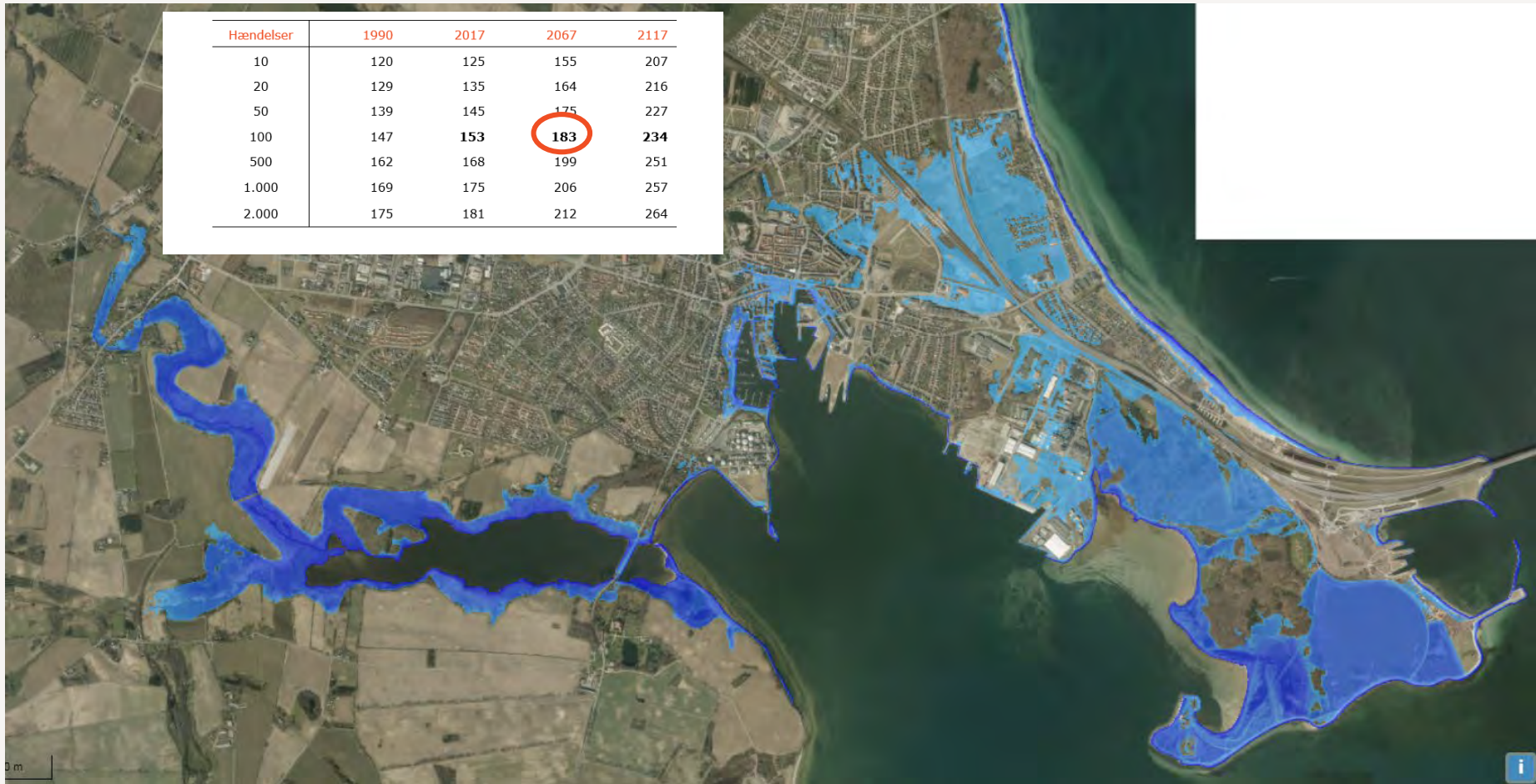


Hændelser	1990	2017	2067	2117
10	120	125	155	207
20	129	135	164	216
50	139	145	175	227
100	147	153	183	234
500	162	168	199	251
1.000	169	175	206	257
2.000	175	181	212	264

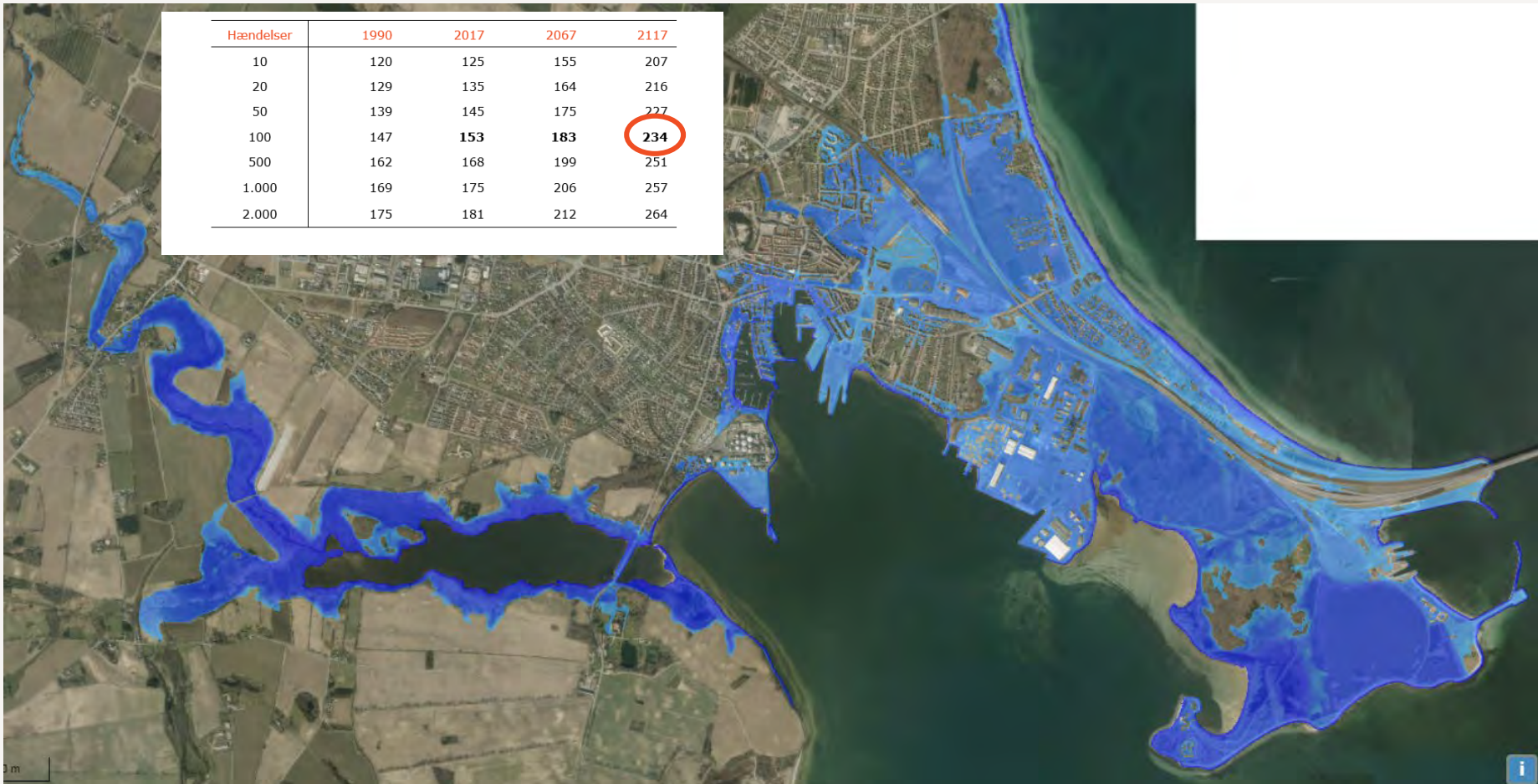
Hændelser	1990	2017	2067	2117
10	120	125	155	207
20	129	135	164	216
50	139	145	175	227
100	147	153	183	234
500	162	168	199	251
1.000	169	175	206	257
2.000	175	181	212	264



Hændelser	1990	2017	2067	2117
10	120	125	155	207
20	129	135	164	216
50	139	145	175	227
100	147	153	183	234
500	162	168	199	251
1.000	169	175	206	257
2.000	175	181	212	264



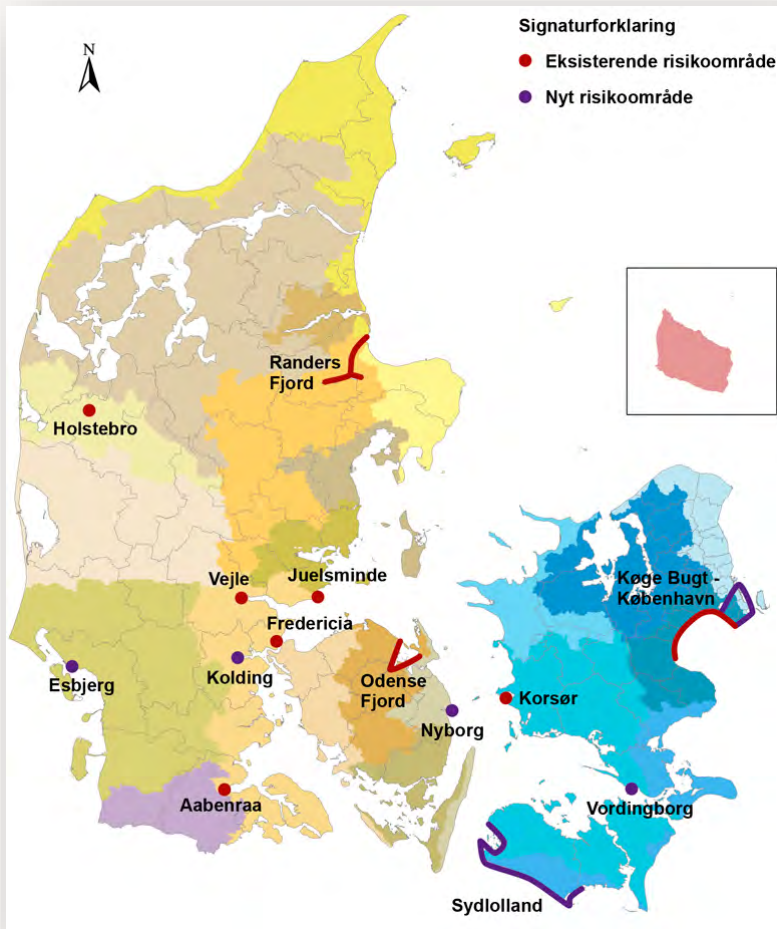
Hændelser	1990	2017	2067	2117
10	120	125	155	207
20	129	135	164	216
50	139	145	175	227
100	147	153	183	234
500	162	168	199	251
1.000	169	175	206	257
2.000	175	181	212	264

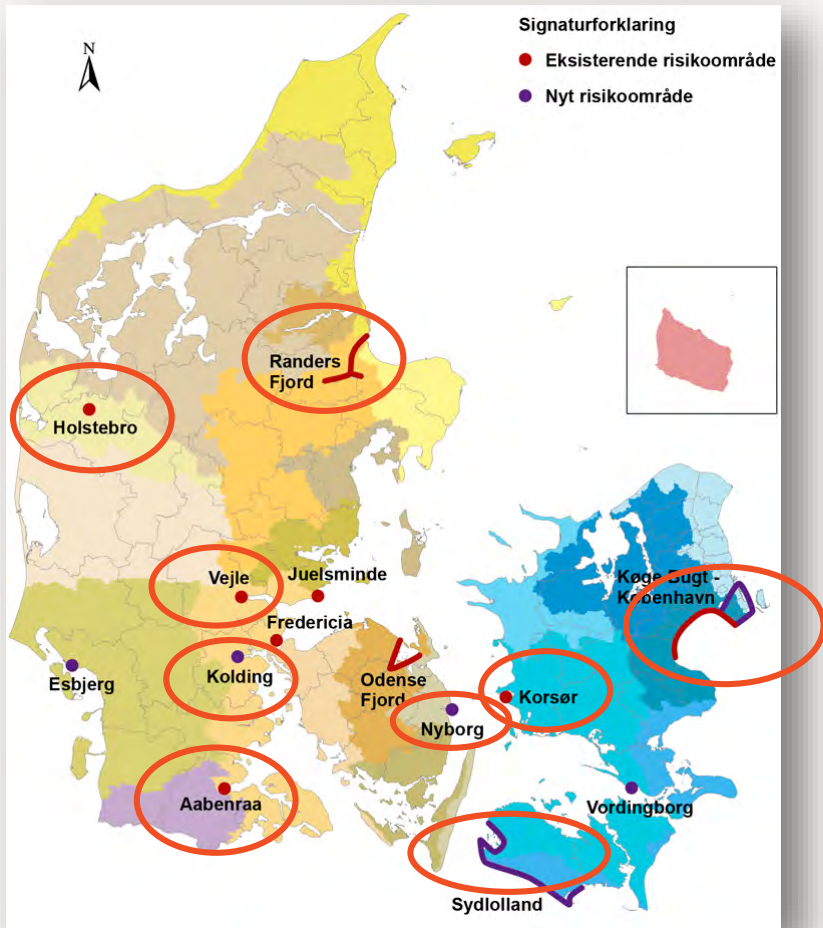


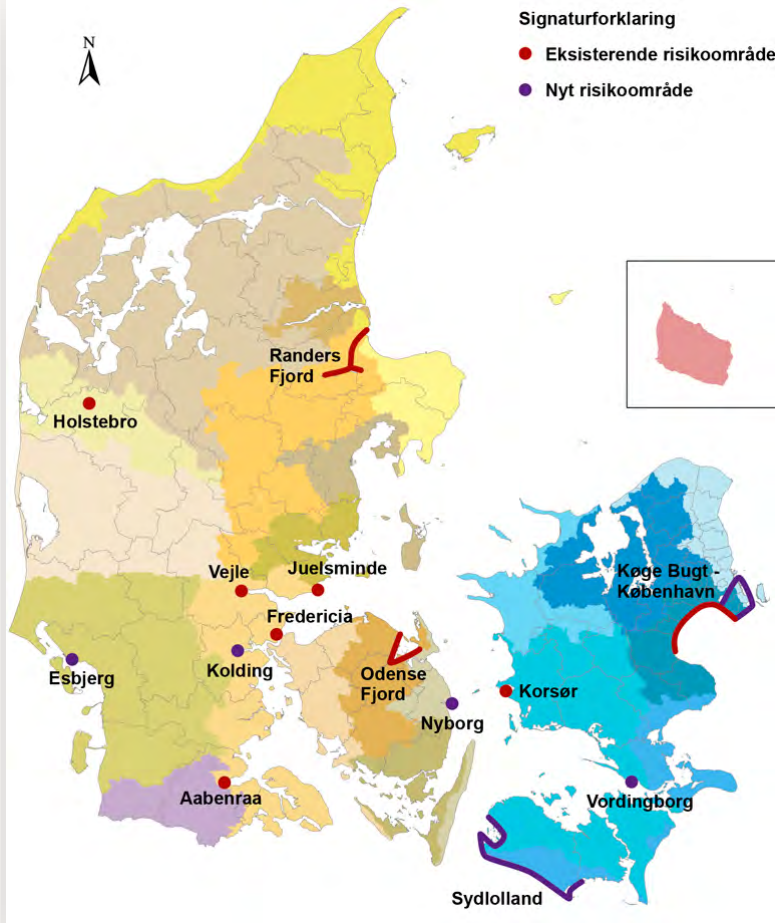
Udfordringer på nationalt niveau

Perspektiver









Risikoområde	Nyborg
Kommuner	Nyborg
Vanddistrikt	1, Jylland og Fyn
Hovedvandopland	1,14 Storebælt
Kilde til oversvømmelse	Primært hav Vandløb
Statistisk 1000 års hændelse	1,71 m, Slipshavn
Historisk højeste vandstand	1,80 m, stormfloden 2006 Screeningsvandstanden er 2,86 m, stormfloden 1872
Vandstand til afgrænsning af risikoområde	3,86 m
Berørte indbyggere	4248
Særlige sårbarheder	Nyborg slot Fredede bygninger Hospital Motorvej Potentielt forurenende virksomheder Fjernvarme Renseanlæg

AUGUST 2017
REALDANIA

BYERNES UDFORDRINGER MED HAVVANDSSTIGNING OG STORMFLOD

RAPPORT



COWI

By	Forventede skader i mio. kr. 2017-2117	Forventede skader i år 2017, mio. kr.	Andel af skader i 2017.
Espergaerde	136	0,38	0,28%
Helsingør	463	1,46	0,31%
Frederikssund	2.658	16,98	0,64%
Frederiksværk	2.137	8,99	0,42%
Jyllinge	3.084	29,80	0,97%
Roskilde	291	1,44	0,49%
Holbæk	288	0,40	0,14%
Kalundborg	2.484	4,24	0,17%
Korsør	1.853	2,83	0,15%
Middelfart	164	1,08	0,66%
Kerteminde	2.877	12,18	0,42%
Nyborg	623	0,80	0,13%
Odense	3.624	5,87	0,16%
Esbjerg	1.512	22,51	1,49%
Fredericia	2.027	11,80	0,58%
Horsens	2.709	6,72	0,25%

6.3.1 Byer hvor sandsynligheden vil øges markant som følge af en svagt stigende højvandsstatistik

Af de undersøgte byer er det følgende byer, hvor risikoen ændres markant i løbet af de kommende 100 år.

By	Risiko i år 2017, mio. kr.	Risiko i år 2117, mio. kr.	Faktor 2117/2017
Korsør	2,83	1.405,46	496
Middelfart	1,08	79,86	74
Kerteminde	12,18	1.379,67	113
Nyborg	0,80	476,74	597
Odense	5,87	1.522,54	259
Esbjerg	22,51	417,89	19
Fredericia	11,80	671,72	57
Horsens	6,72	1.187,30	177
Vejle	4,04	2.272,71	562
Lemvig	3,70	439,86	119
Struer	0,86	265,85	311

Fokus på byer over 10.000 indbyggere

- › 48 byområder langs kysten
(Hovedstaden er opdelt i kommuner)
- › Resultater ekstrapoleres til at dække
øvrige kystbyområder.



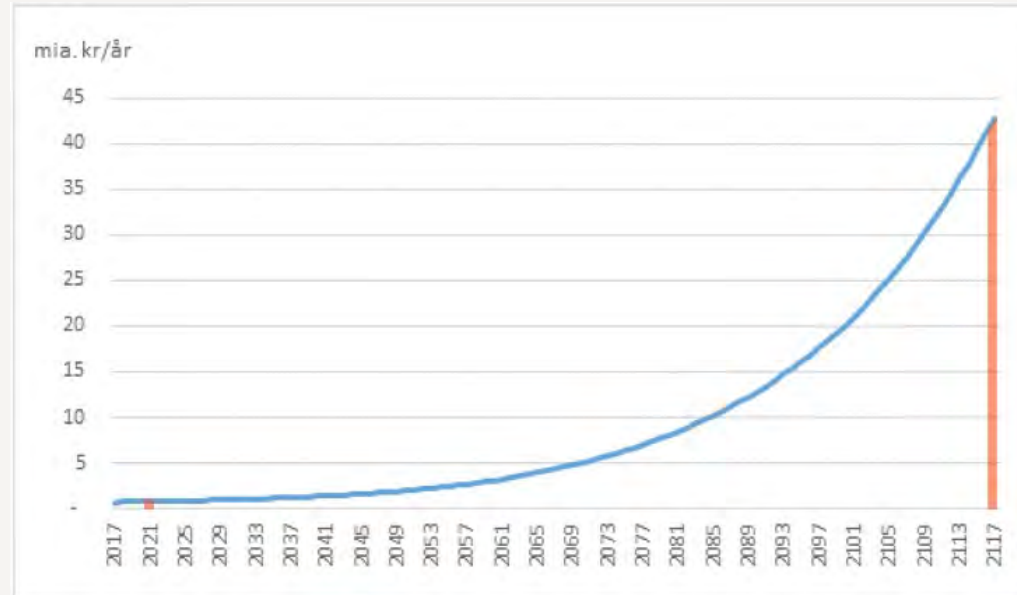
Formål med undersøgelsen

- › Forbedring af vidensgrundlag for betydning af stormflod og havvandsstigning.
- › Fokus på byer
- › Samlet samfundsøkonomisk risiko
- › Kortlægning af typologier,
 - er der noget der skiller sig ud?



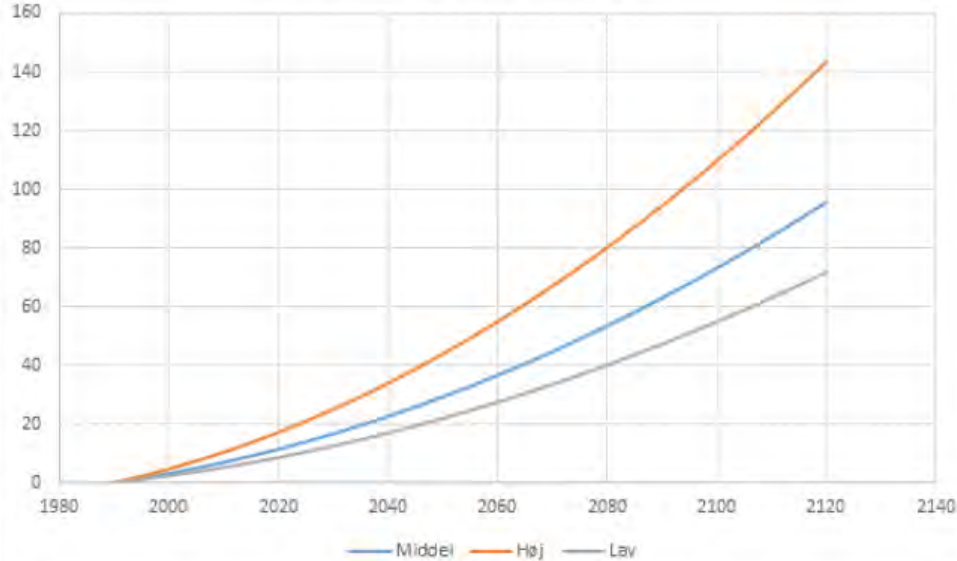
Resultater

- › Risiko de kommende 100 år = 100 mia. dkk. i nettonutidsværdi.
- › Stigende fra ca. 1 mia. i 2017 til 43 mia. i 2117.



Udvikling i vandstandsstigning har stor betydning

Relativ vandstandsstigning

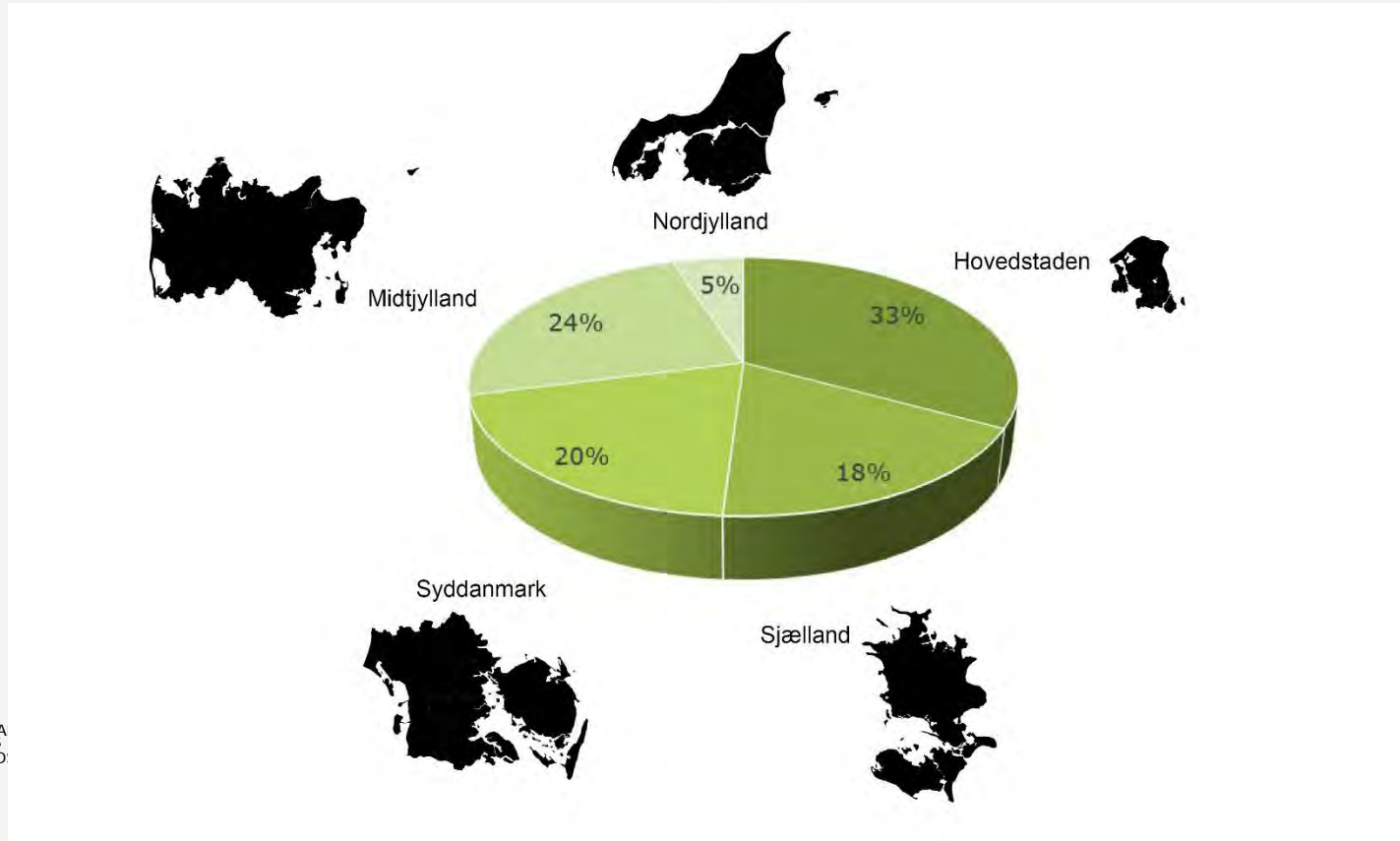


Eksempel på skadesomkostninger udregnet med forskellige eksempler på vandstandsstigninger frem til år 2100

Rimelig sikker forudsigtelse

Mere usikker forudsigtelse

Geografisk fordeling af forventede skader

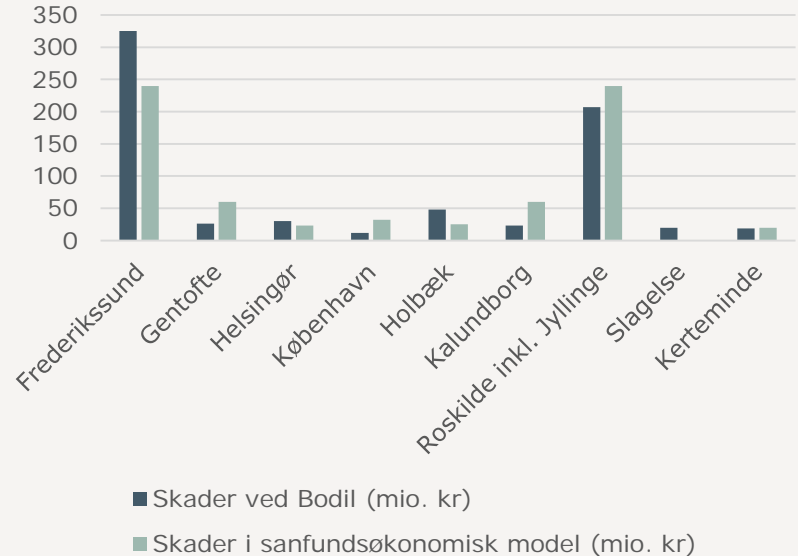


Skader i mio. kr.:



Usikkerheder

- › Skadesomkostninger og metode
- › Tidshorisont
- › Samfundsøkonomi
- › Gennemsnitlig sandsynlighed
- › Hvor ofte kan et område oversvømmes før det forlades?
- › Hvor højt er fysisk maksimum for stormflod fra øst?
- › Beredskabsindsats!



Skal vi ikke bare vente?

UDLAND

Forskere vil bygge en enorm dæmning tværs over Nordsøen



MEST SETE P

COVID-1

Sk

02

M

K

la

G

se

m

D

tl

Skraldesp
110 liter

Det hollandske Afsluttdijk er 30 kilometer langt og holder Nordsøen ude af Holland. Måske kan klimaforandringerne betyde, at hele Nordeuropa skal inddæmnes. Foto: Olaf Kraak / Scanpix Denmark.

Et gigantisk byggeprojekt kan frelse Nordeuropa fra klimaforandringernes værste konsekvenser, mener en hollandsk forsker. Han har regnet på ideén.

Pris og konsekvenser

Han har regnet ud, at det vil koste et sted mellem 250 og 500 milliarder euro at opføre de to dæmninger og et enormt pumpesystem, der skal fjerne alt det vand fra Nordeuropas floder, der løber ud i Nordsøen.

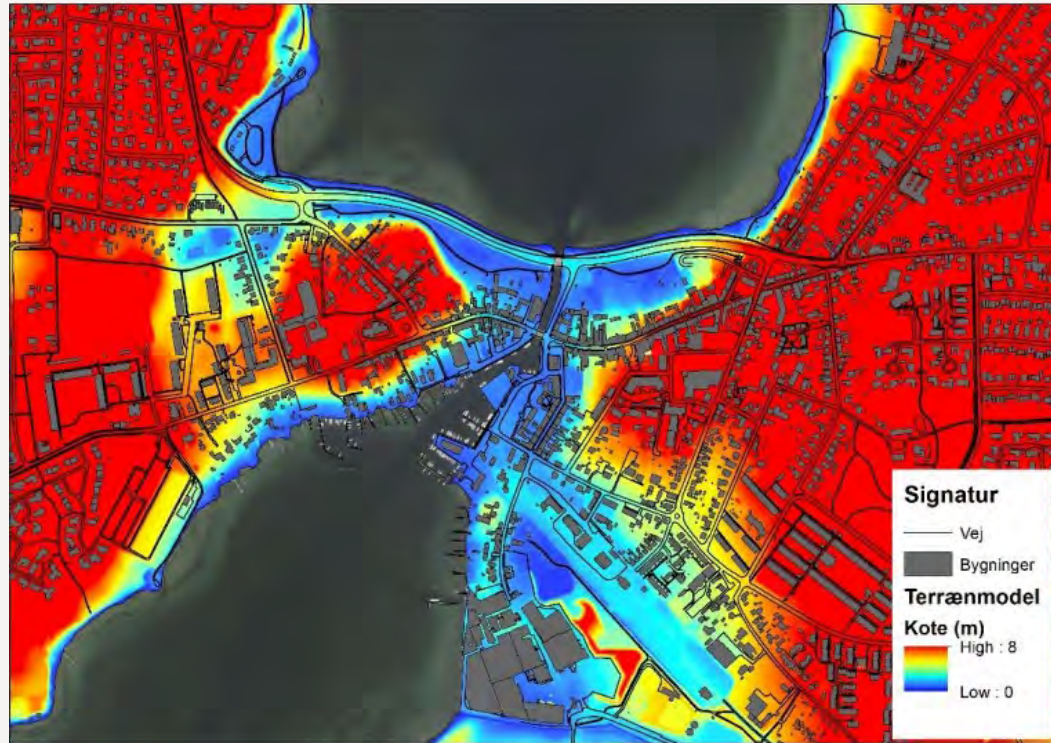


Udfordringer i Skælskør

Skælskør



Skælskør



Skælskør

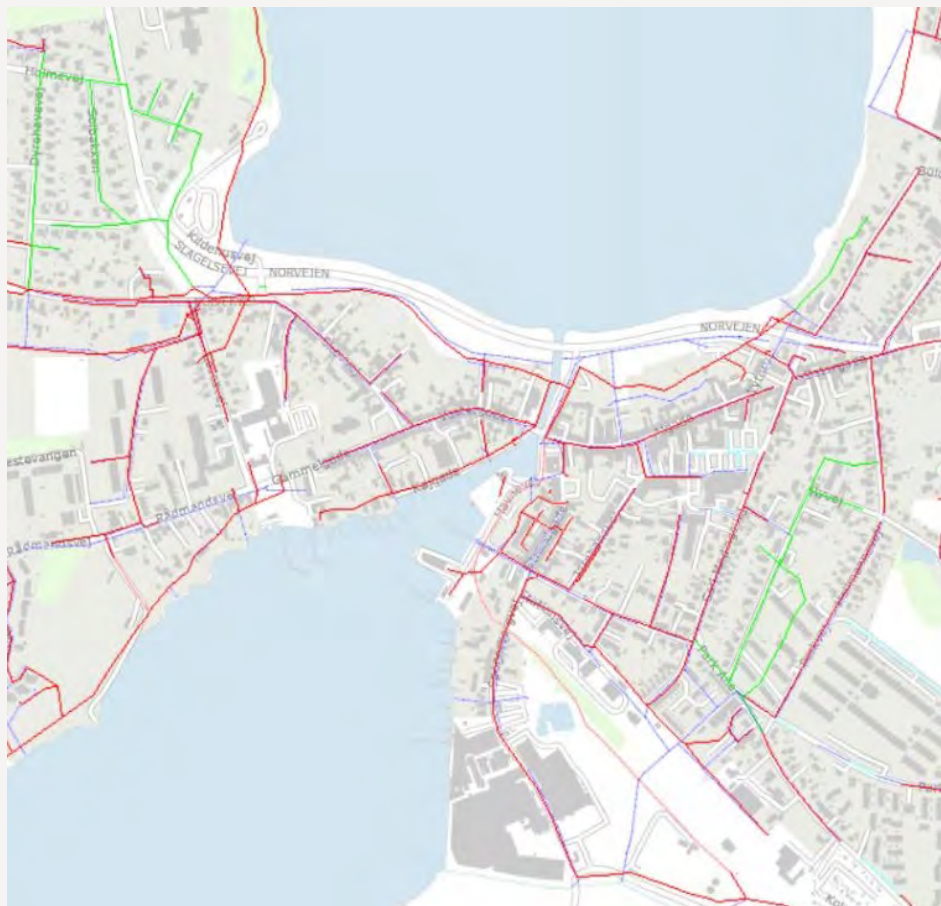


Havnen





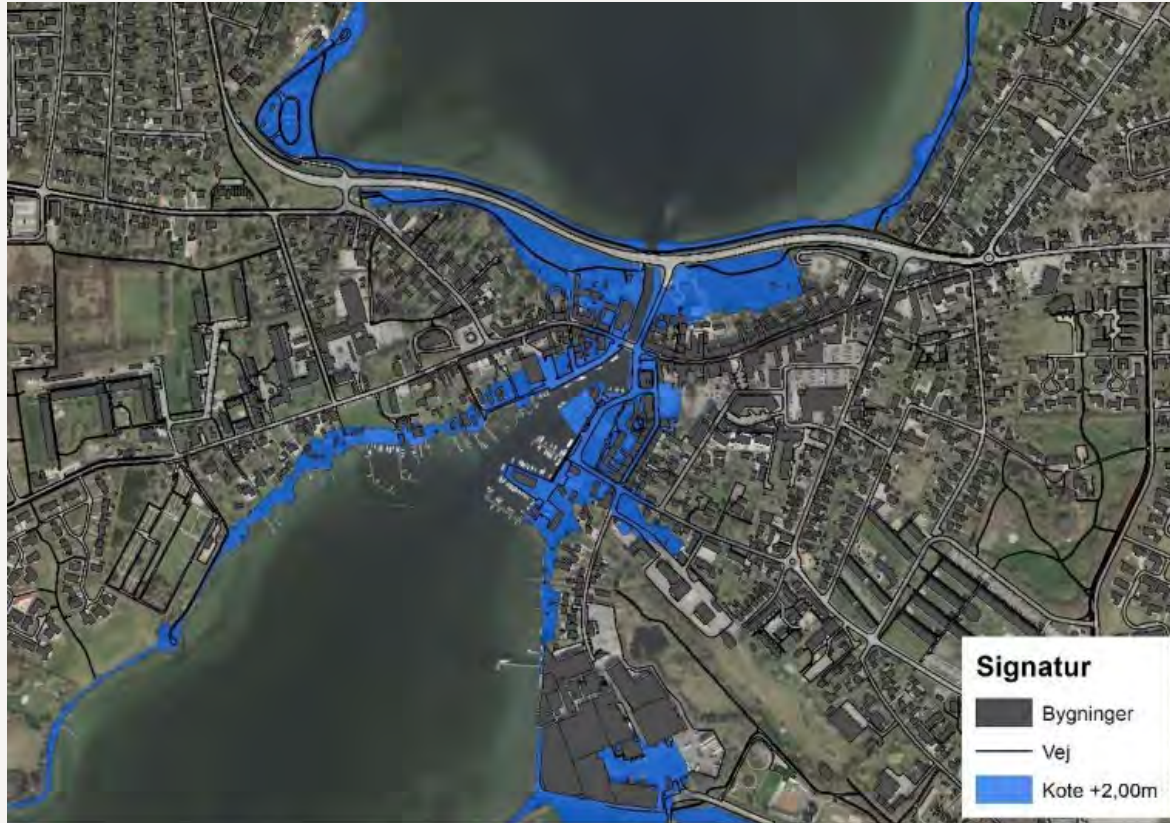
Kloakering



Stormflod

Dimensionsgivende vandstand på dybt vand	100 års vandstand hændelse om 50 år
Ekstrem vandstand (m DVR90)	+1,56
Global havspejlsstigning (m)	+0,45
Landhævning (m)	-0,055
Dimensionsgivende vandstand (m DVR90)	+2,0

Stormflod



Stormflod



Skadesomkostninger

- > Tidligere beregnet: 197 mio. Kr. over 50 år og 534 mio. Kr. Over 100 år.
- > MEN...

Skadesomkostninger

- › Beredskab og lokale tiltag = effekt (men primært på den korte bane)
- › Nedsætter skadesomkostninger – ikke gratis og indsats prioriteres hvor der er mest brug for dem.



Præsentation af 3 mulige skitseforslag

Skitser – Er et muligheds-studie

- Undersøgelse af problemstilling
- Opstilling af mulige principielle løsninger
- Økonomi på mulige principielle løsninger (hva' koster n')

Skitser – Er et muligheds-studie

Skitser – Er ikke:

- Undersøgelse af problemstilling
- Opstilling af mulige principielle løsninger
- Økonomi på mulige principielle løsninger (hva' koster n')

- Endelige løsninger
- Endelige udformninger
- Klar til "gravemaskinen"

Principper – 3 løsningsforslag



Løsning 1



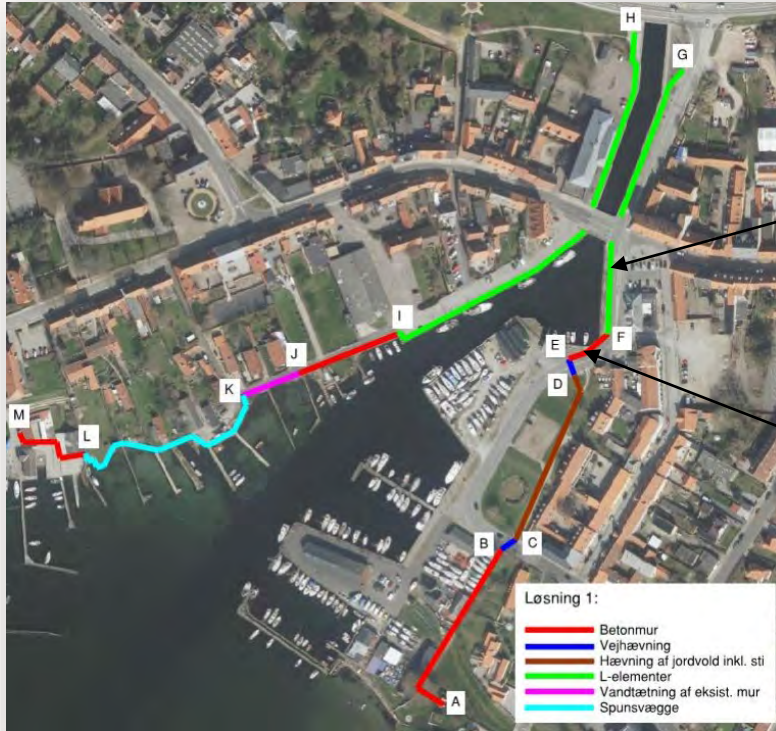
Løsning 1



Løsning 1



Løsning 1



Løsning 1



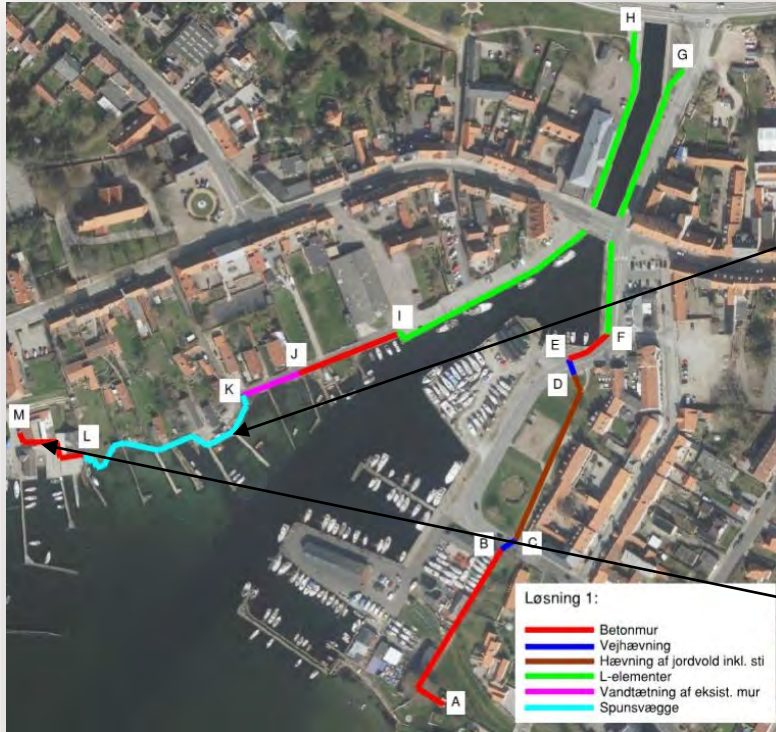
Løsning 1



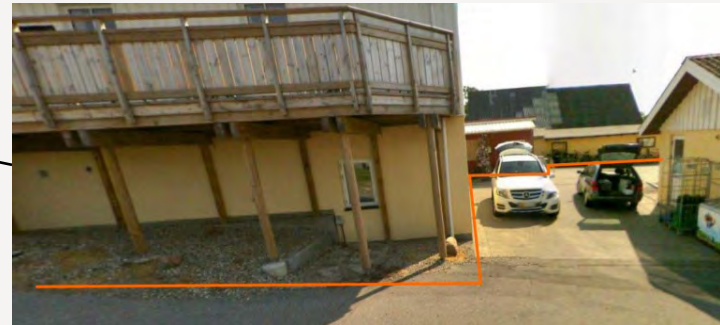
Ca. 1m OT



Løsning 1



Ca. 1,1-1,5m OT



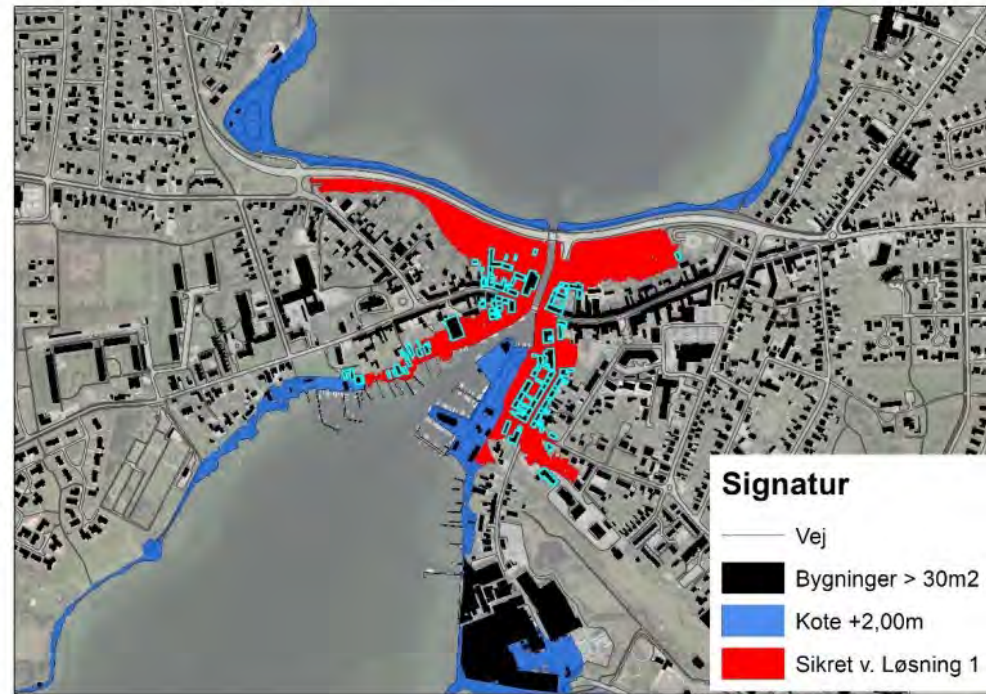
Anlægsoverslag - generelt

- Trafikministeriets anvisninger omkring Ny anlægsbudgettering
- Hvordan projekter på fase 1 og 2 niveau efter Vejdirektoratets (VD) fase system skal budgetteres.
- Et usikkerhedstillæg kaldet Korrektionstillæg 1 som er 40 % for projekter på land og 50 % for projekter på vandet.

Løsning 1

Løsning 1		Kote 2.0			
Strækning	Type	Mængde	Enhed	Enhedspris (kr.)	Pris (kr.)
A-B	Betonmur	125	m	10.000	1.250.000
B-C	Vejhævning	1	sum	150.000	150.000
C-D	Hævning af jordvold inkl. sti	120	m	2.500	300.000
D-E	Vejhævning	1	sum	300.000	300.000
E-F	Rund betonmur	15	m	13.000	195.000
F-G	L-element	160	m	6.500	1.040.000
H-I	L-element	255	m	6.500	1.657.500
I-J	Betonmur	70	m	10.000	700.000
J-K	Vandtætning af eksist. mur	40	m	1.500	60.000
K-L	Spunsvæg	130	m	13.000	1.690.000
L-M	Betonmur	55	m	11.000	605.000
Generelt	Lukning af diverse udløb	1	sum	1.000.000	1.000.000
Entreprenøromkostninger					8.947.500
Administration		15 %			1.340.000
Basisoverslag				Delsum	10.290.000
Korrektionsbidrag		40 %			4.116.000
Totalbudget					14.406.000

Hvad sikres løsning 1?



Figur 5-3

Visning af bygninger større end 30 m² som opnår beskyttelse ved løsning 1. Antallet af beskyttede bygninger er 93. Bygninger er markeret med tyrkis farve.

Løsning 2



Løsning 2



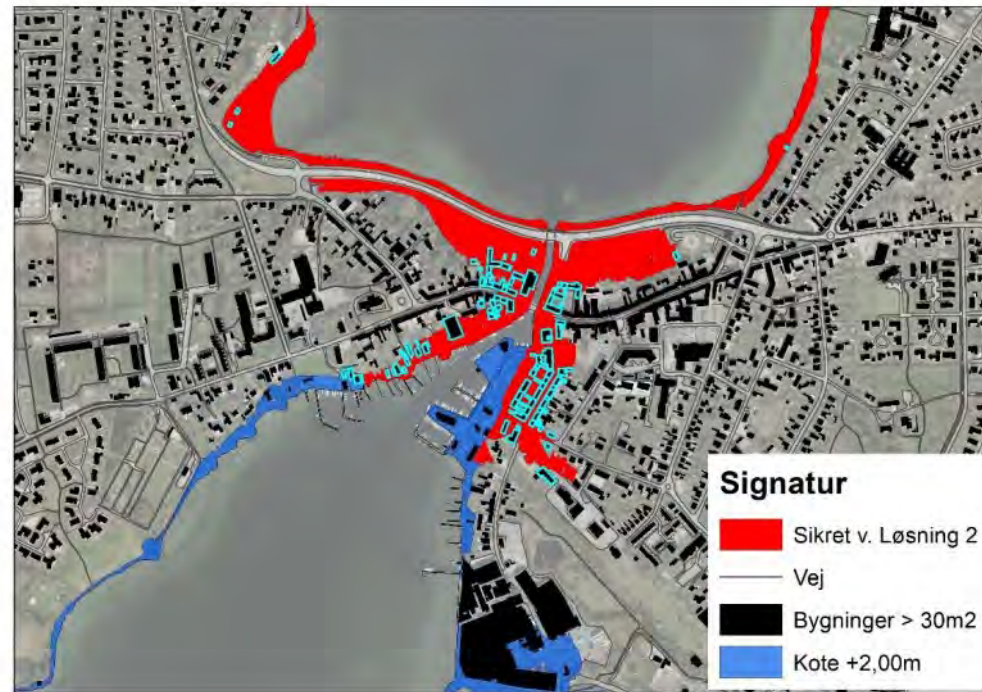
Løsning 2

Løsning 2

Kote 2.0

Strækning	Type	Mængde	Enhed	Enhedspris (kr.)	Pris (kr.)
A-B	Betonmur	125	m	10.000	1.250.000
B-C	Vejhævning	1	sum	150.000	150.000
C-D	Hævning af jordvold inkl. sti	120	m	2.500	300.000
D-E	Vejhævning	1	sum	300.000	300.000
E-F	Rund betonmur	15	m	13.000	195.000
F-G	L-element	60	m	6.500	390.000
G-H	Træporte	1	sum	3.800.000	3.800.000
H-I	L-element	140	m	6.500	910.000
I-J	Betonmur	70	m	10.000	700.000
J-K	Vandtætning af eksist. mur	40	m	2.000	80.000
K-L	Spunsvæg	130	m	13.000	1.690.000
L-M	Betonmur	55	m	11.000	605.000
Generelt	Lukning af diverse udløb	1	sum	1.000.000	1.000.000
Entreprenøromkostninger					11.370.000
Administration		15 %			1.710.000
Basisoverslag				Delsum	13.080.000
Korrektionsbidrag		40 %			5.232.000
Totalbudget					18.312.000

Hvad sikres løsning 2?



Figur 5-5

Visning af bygninger større end 30 m² som opnår beskyttelse ved løsning 2. Antallet af beskyttede bygninger er 97. Bygninger er markeret med tyrkisk farve.

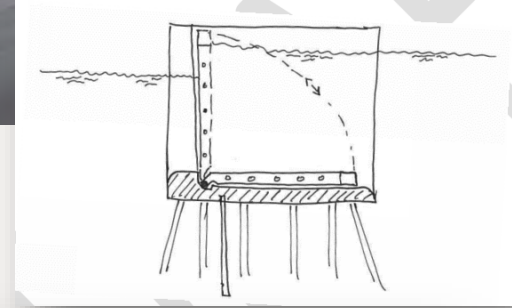
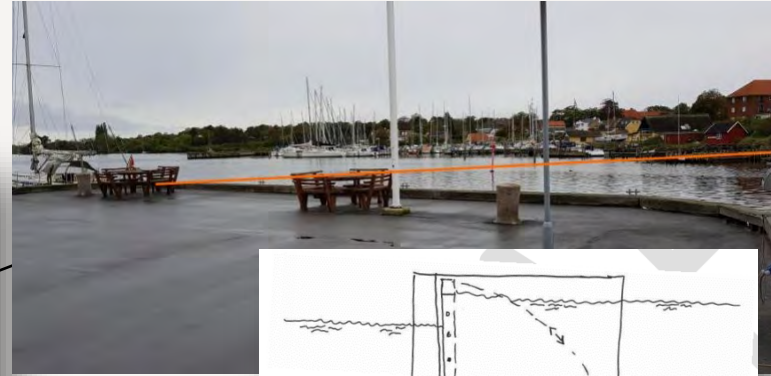
Løsning 3



Løsning 3

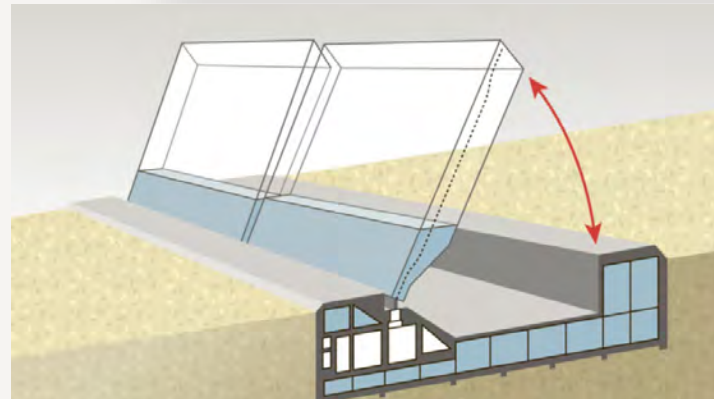
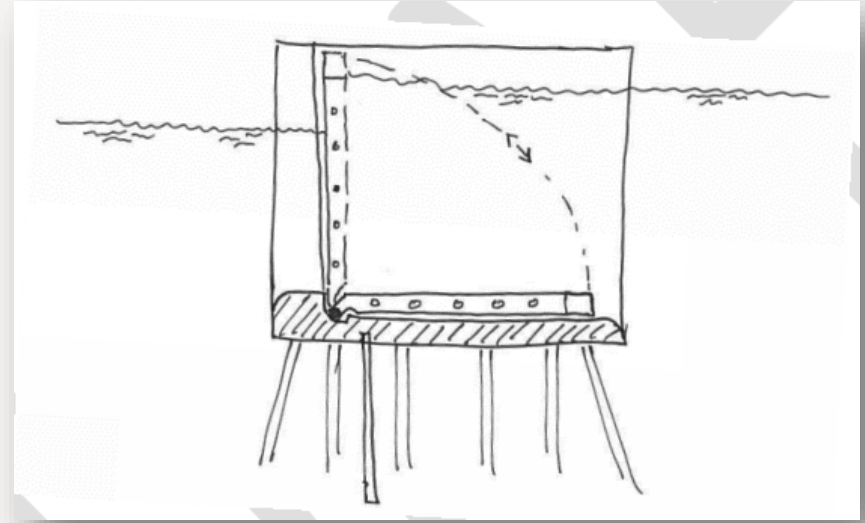


Løsning 3



Løsning 3

- › En bundhængslet port med bund i kote -4,0 m og top i kote 2,75
- › Bredde: 20 meter
- › Teknik kendes fra. Bl.a. tørdok



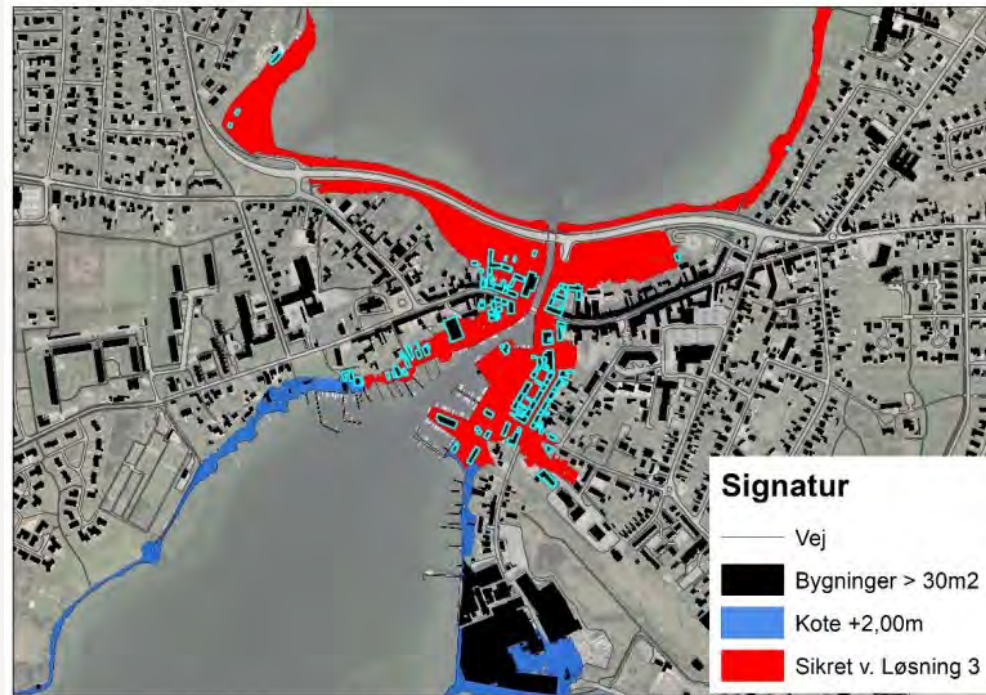
Højvandsklapper / Sluser i Danmark?



Løsning 3

Løsning 3		Kote 2.5			
Strækning	Type	Mængde	Enhed	Enhedspris (kr.)	Pris (kr.)
A-B	Betonmur	40	m	11.000	440.000
B-C	Spunsvæg	30	m	13.000	390.000
C-D	Betonmur	120	m	11.000	1.320.000
D-E	Sluse	1	sum	13.500.000	13.500.000
E-F	Mole	55	m	50.000	2.750.000
F-G	Spunsvæg	100	m	13.000	1.300.000
G-H	Betonmur	55	m	11.000	605.000
Generelt	Lukning af diverse udløb	1	sum	500.000	500.000
Entreprenøromkostninger					20.805.000
Administration		15 %			3.120.000
Basisoverslag				Delsum	23.930.000
Korrektionsbidrag		50 %			11.965.000
Totalbudget					35.895.000

Hvad sikres løsning 3?



Figur 5-7

Visning af bygninger større end 30 m² som opnår beskyttelse ved løsning 3. Antallet af beskyttede bygninger er 105. Bygninger er markeret med tyrkis farve.



Tak for opmærksomheden

