

Nordkystens Fremtid

Tekniske udfordringer og løsninger

Medlemsmøde i Samvirket

CHRISTIAN HELLEDIE (AFDELINGSLEDER, COASTAL ENGINEERING, NIRAS, CHLD@NIRAS.DK)



Nordkystens Fremtid

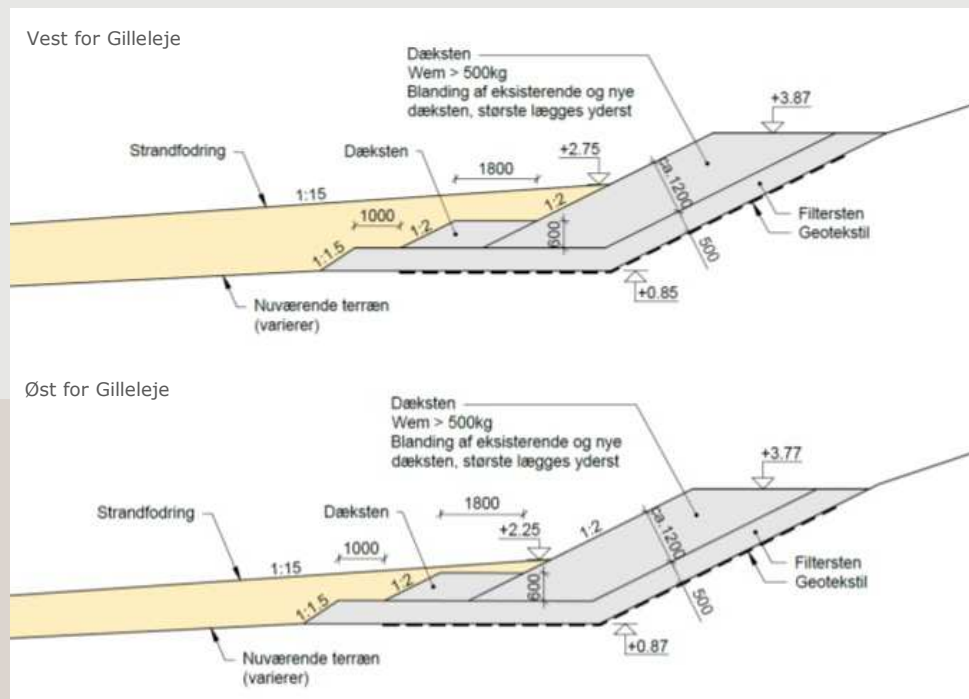
Tekniske udfordringer og løsninger

Agenda

- Nordkysten er en erosionskyst
- Tilstandsvurdering af kystkonstruktioner
- Kystteknisk projekt
- Myndighedsprojekt
- Cost-effectiveness analyse



Anbefalet erosionsbeskyttelse med skråningsbeskyttelser kombineret med strandfodring med sand og ral

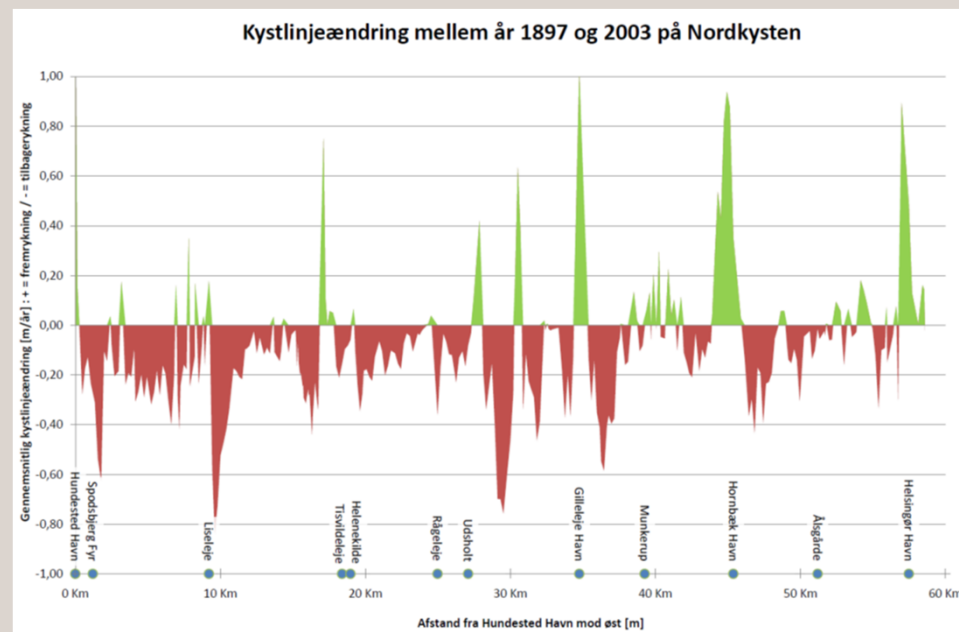


Nordkystens Fremtid

Tekniske udfordringer og løsninger

Nordkysten er en erosionskyst

- Kronisk erosion



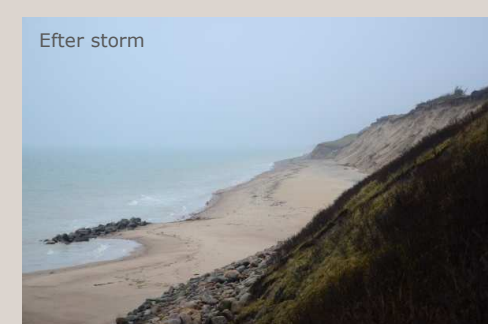
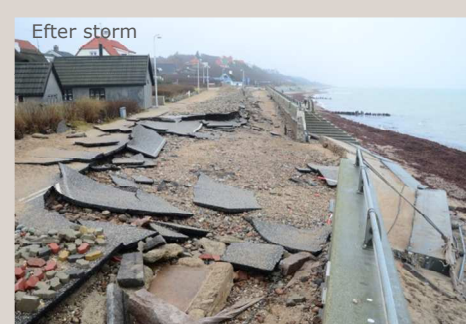
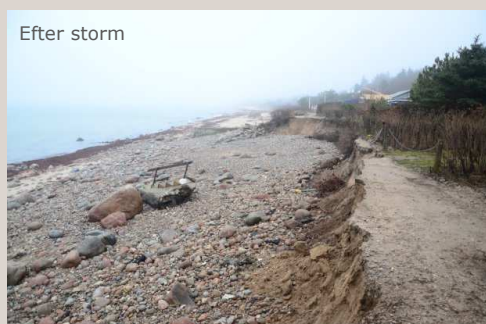
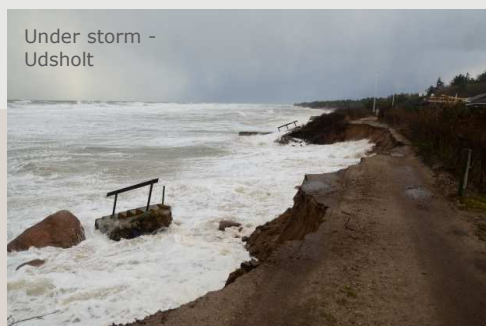
Nordkystens Fremtid

Tekniske udfordringer og løsninger

Nordkysten er en erosionskyst

- Akut erosion

- Stormen Bodil
06.12.2013



Nordkystens Fremtid

Tekniske udfordringer og løsninger

Nordkysten er en erosionskyst

- Skader på konstruktioner

- Stormen Bodil
06.12.2013



Konstruktion?
Hald Strand



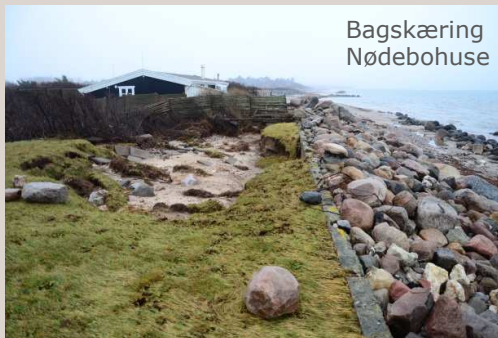
Lav konstruktion
Ålgårde



Svag konstruktion
Kikhavn



Svag og lav konstruktion
Udsholt



Bagskæring
Nødebohuse



Lodret konstruktion
Rågeleje

Nordkystens Fremtid

Tekniske udfordringer og løsninger

Registrering af eksisterende kystkonstruktioner



Nordkystens Fremtid

Tekniske udfordringer og løsninger

Registrering af eksisterende kystkonstruktioner (ca. 750 stk.)

id	TypeKonstr	d50	d15	d85	Anlæg gr	Anlæg 1	Kommentar	Topkote	Bundkote	St start	St end	Label	Length
	Skråningsbeskyttelse						1 række halvstore sten			26360	26370	1 række halvstore sten	17.7
	Skråningsbeskyttelse			50	140	39	Store sten. Rødet\nFaldet sammen\nFlest	3	1.1	26440	26450	Store sten. Rødet\nFaldet	18.6
	Skråningsbeskyttelse			50	160	35	Flest store	3.2	0.6	26450	26470	Flest store	18.8
	Skråningsbeskyttelse			40	90	43	Dårligt udført\nFaldet sammen	3	0.7	26480	26500	Dårligt udført\nFaldet sammen	22.9
	Skråningsbeskyttelse			50	160	30	Dårligt udført	3	0.5	26500	26530	Dårligt udført	29.6
	Skråningsbeskyttelse			40	120	26	Også gamle betonblokke	2.8	1.2	26530	26560	Også gamle betonblokke	31.4
	Skråningsbeskyttelse			50	95	23	Halvt op ad HV mur			26600	26620	Halvt op ad HV mur	28.0
	Højvandsmur					15	Beton kasse			27090	27100	Beton kasse	13.6
	Højvandsmur						Nyt beton			27100	27110	Nyt beton	18.8
	Bølgebryder			30	80		Bunke sten på stranden			28310	28350	Bunke sten på stranden	39.5
	Skråningsbeskyttelse	50					Ligger sten			28300	28290	Ligger sten	21.7
	Hofde			40	80		Faldet sammen			28350	28350	Faldet sammen	14.6
	Skråningsbeskyttelse			40	100	26	1 større i bunden	3.4	1.8	28310	28400	1 større i bunden	92.9
	Skråningsbeskyttelse			40	80	20	Kæmpe store i bunden	3.4	2.1	28420	28440	Kæmpe store i bunden	25.4
	Hofde						Gammel betonhøfde			28500	28500	Gammel betonhøfde	9.5
	Hofde						Gammel betonhøfde			28510	28510	Gammel betonhøfde	18.0
	Hofde						Gammel betonhøfde			28560	28560	Gammel betonhøfde	11.1
	Skråningsbeskyttelse			40	10	16		1.9	1.2	28520	28560	40/10 cm - 1/3.49	43.2
	Bølgebryder						1 stenrække			28510	28570	1 stenrække	53.4
	Højvandsmur						Jordvold / Bunke jord			28520	28630	Jordvold / Bunke jord	110.0
	Bølgebryder	130					Næsten neddykket	0.5		28660	28690	Næsten neddykket	21.1
	BB+Hofde	130					Næsten neddykket			28640	28660	Næsten neddykket	19.7
	Skråningsbeskyttelse			40	100	30		2.2	1.2	28560	28650	40/100 cm - 1/1.73	82.3
	Skråningsbeskyttelse			30	100	30		4.8	2.2	28650	28710	30/100 cm - 1/1.73	57.5
	Skråningsbeskyttelse			30	100	27	Kollapset	3.2	2	28710	28740	Kollapset	26.8
	Skråningsbeskyttelse			40	80	23		3.2	1.8	28800	28850	40/80 cm - 1/2.36	52.5
	Skråningsbeskyttelse			60	140			1		28830	28860	60/140 cm	29.0
	Skråningsbeskyttelse			30	90	30		4	1.8	28860	28920	30/90 cm - 1/1.73	60.9
	Skråningsbeskyttelse			40	90	20	Bedre/Pænt lagt op	4	0.8	28930	28980	Bedre/Pænt lagt op	44.9
	Skråningsbeskyttelse			40	90	36		4	1	28980	29110	40/90 cm - 1/1.38	127.0
	Skråningsbeskyttelse			40	90	25		3.4	1	29110	29130	40/90 cm - 1/2.14	24.2
	Skråningsbeskyttelse	155					1 række sten			29330	29340	1 række sten	14.2
	BB+Hofde	125					Nærmest helt neddykkede\n1 række			29350	29470	Nærmest helt neddykkede\n1	58.4
	Bølgebryder			60	120		Stenrev			29470	29490	Stenrev	20.7

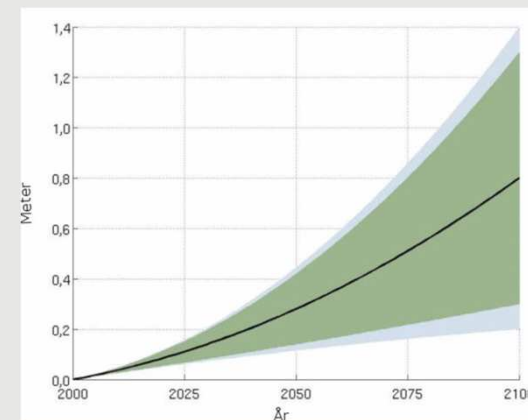
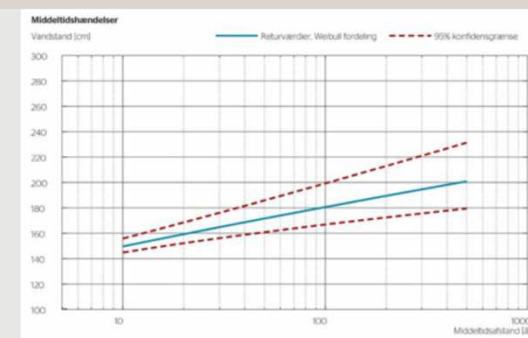
Nordkystens Fremtid

Tekniske udfordringer og løsninger

Tilstandsvurdering af hård kystbeskyttelse

Målsætning for kystbeskyttelsen

- 50 års storm
Storm der i middel forekommer en gang på 50 år
- Levetid på 50 år (år 2070)
Stormen kan forekomme i løbet af kystbeskyttelsens levetid
- 64% sandsynlighed for at 50 års storm forekommer over kystbeskyttelsens levetid på 50 år (2070)
- Normal praksis for kystbeskyttelse
- Relativt let at reparere



Nordkystens Fremtid

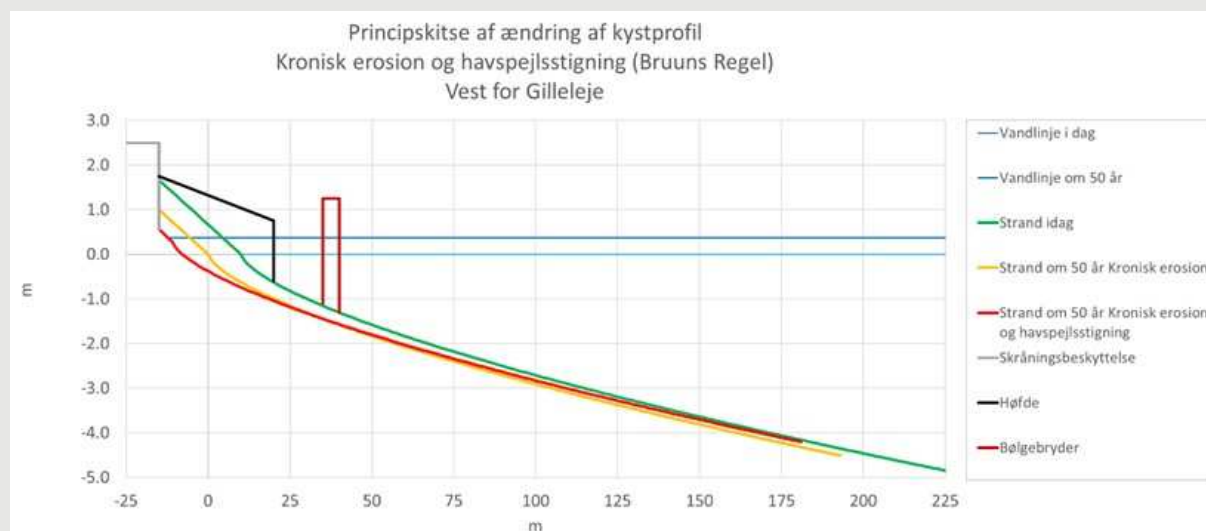
Tekniske udfordringer og løsninger

Tilstandsvurdering for hård kystbeskyttelse

- Vanddybde foran beskyttelse

Vandstand ÷ terrænniveau

- Vandstand
 - Stormflodshændelse
 - Bølge set-up
 - Havspejlsstigning
- Terrænniveau
 - Landhævning
 - Erosion
 - Kronisk erosion
 - Akut erosion
 - Havspejlsstigning
 - Strandfodring
 - Initialfodring
 - Vedligeholdelsesfodring



Nordkystens Fremtid

Tekniske udfordringer og løsninger

Tilstandsvurdering af hård kystbeskyttelse

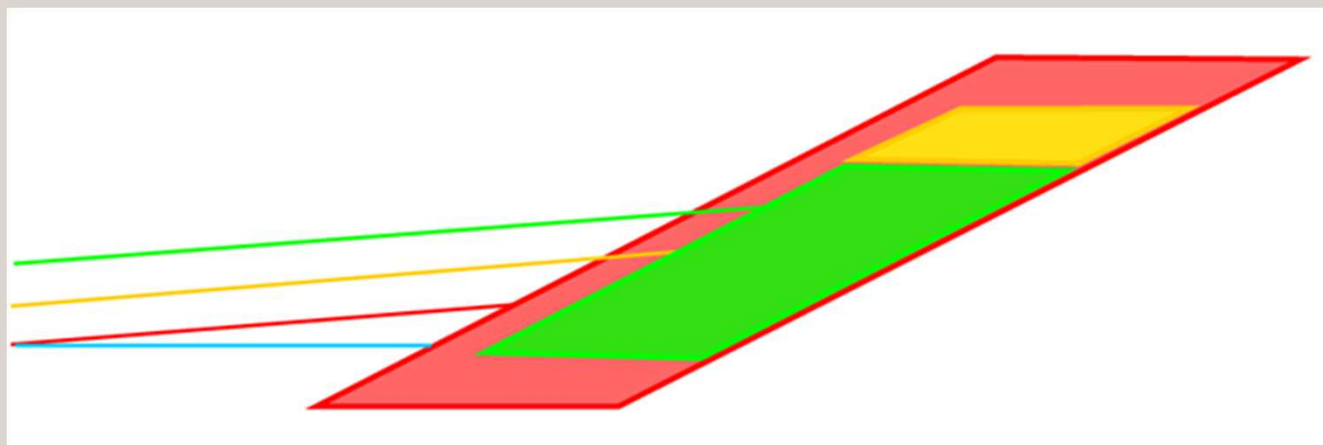
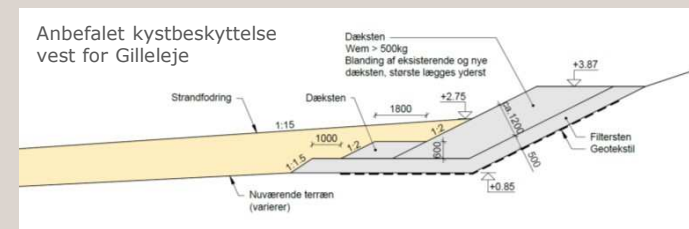
Dimensionering af:

- Stenstørrelse
- Krone kote

Ringe:
Ombygges

Udbygges:
Topkote forhøjes

OK: Sikret mod
50 års storm
om 50 år



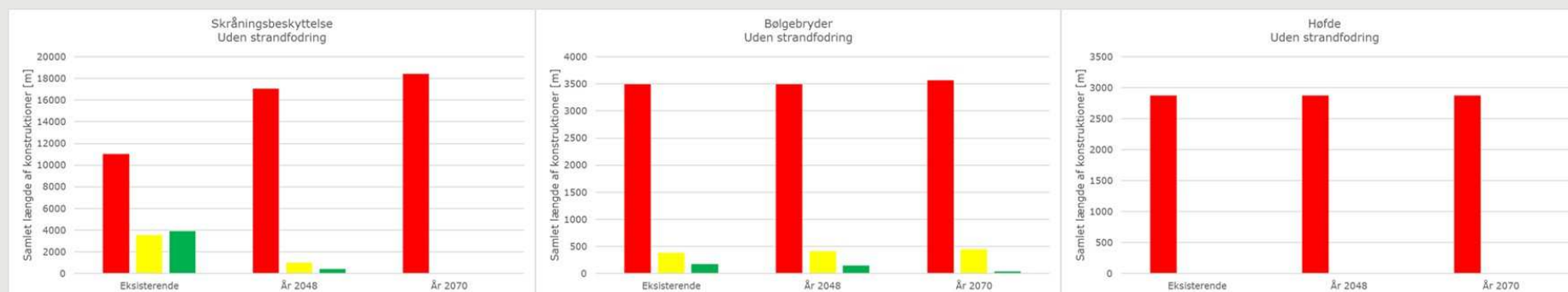
Behov for udbygning af skråningsbeskyttelser afhængigt af strandens højde

Nordkystens Fremtid

Tekniske udfordringer og løsninger

Tilstandsvurdering

- Eksisterende hård kystbeskyttelse uden strandfodring i dag, om 25 og 50 år



- Eksisterende kystbeskyttelse er generelt ikke tilstrækkelig til at beskyttelse mod 50 års storm i dag, om 25 eller 50 år

Nordkystens Fremtid

Tekniske udfordringer og løsninger

Kystteknisk projekt

Bedste kystbeskyttelse på Nordkysten

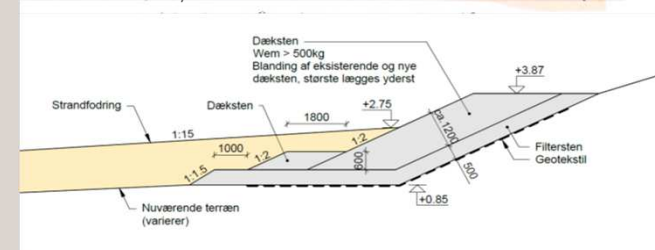
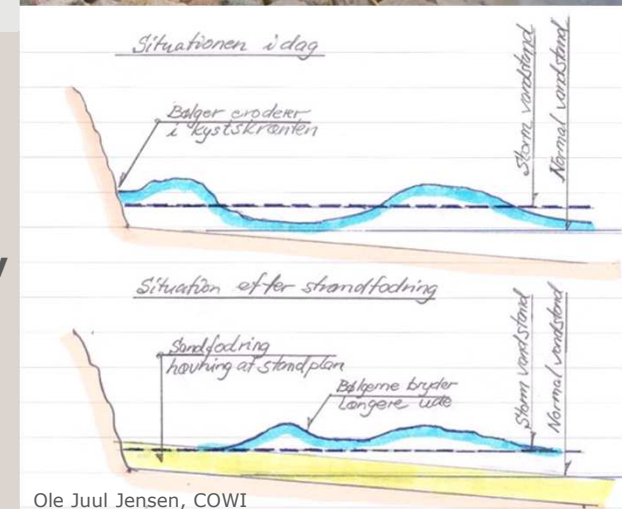
- **Kombination af strandfodring og skråningsbeskyttelse**

Fælles strandfodring (Nordkystens Fremtid)

- Strandfodring langs **bebyggede grunde med kystbeskyttelsesbehov**
- Strandfodring til sikring af **minimumshøjde på +2,0m mod akut erosion** foran skråningsbeskyttelser
 - **Initial strandfodring op til +2,75m (vest) / +2,25m (øst)**
 - **Vedligeholdelsesfodring hvert 5 år op til +2,75m / +2,25m**
 - Kompensation for kronisk erosion
 - Kompensation for havspejlsstigning

Inspiration til opgradering af konstruktioner (Grundejerne)

- Skråningsbeskyttelser - 50 års storm nu og om 50 år
- Nye bølgebrydere, høfder, rev eller flak på **udsatte strækninger**
- Oprydning og renovering af nedslidt og utilstrækkelig konstruktioner



Nordkystens Fremtid

Tekniske udfordringer og løsninger

Inspiration til opgradering af hård kystbeskyttelse langs **bebyggede og udsatte strækninger** (Grundejerne)



Nordkystens Fremtid

Tekniske udfordringer og løsninger

Myndighedsprojekt

- 8 fodringsstrækninger
- I alt 35 km
- 8 strækninger er indbyrdes uafhængige i forbindelse med initialfodring.
- 2 strækninger henholdsvis vest og øst for Gilleleje er indbyrdes uafhængige i forbindelse med vedligeholdelsesfodring.

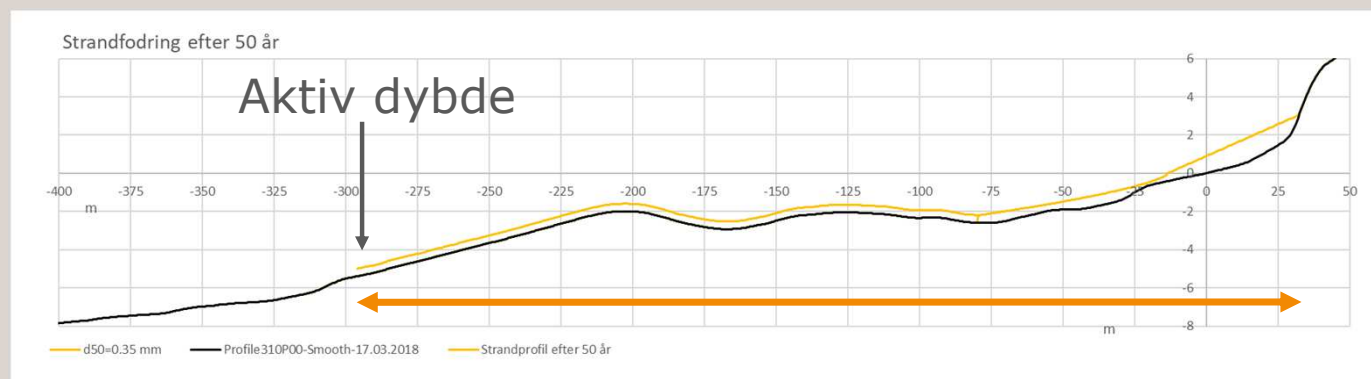
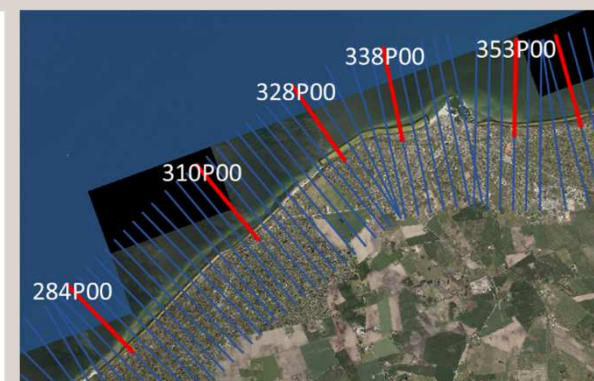
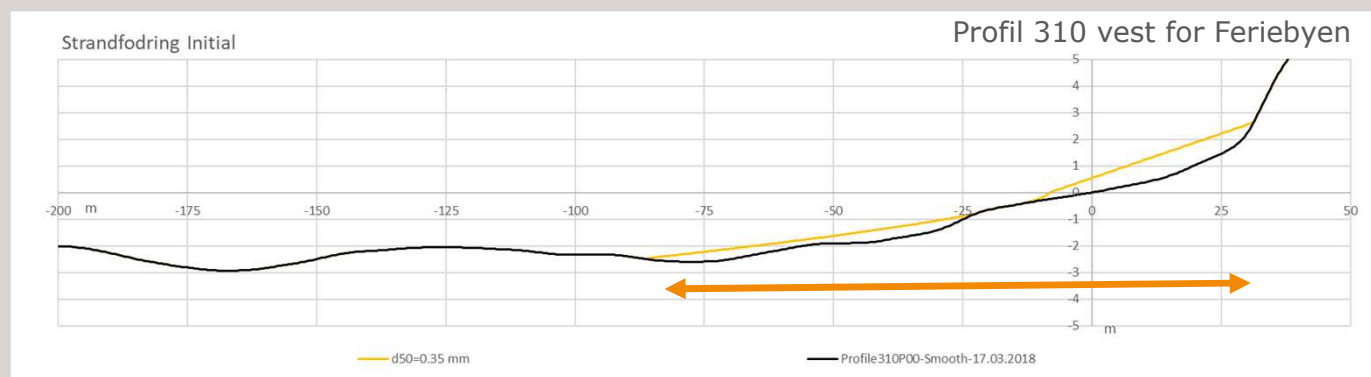


Strandfodring med **sand og ral** langs bebyggede strækninger med kystbeskyttelsesbehov

Nordkystens Fremtid

Tekniske udfordringer og løsninger

Myndighedsprojekt - Strandfodring



Nordkystens Fremtid

Tekniske udfordringer og løsninger

Myndighedsprojekt

Specifikation af strandfodringsmateriale:

Sandfraktion

$0,35 \text{ mm} < d_{50} < 0,60 \text{ mm}$

$1,5 < u < 3,0$, hvor $u = d_{60}/d_{10}$

Silt ($d < 0,06 \text{ mm}$) $< \text{ca. } 2\%$

$60\% < \text{sand og grus} < 90\%$

Alternativt 100% sand

Ralfraktion

$10 \text{ mm} < d_{50} < 100 \text{ mm}$

$10\% < \text{grus og ral} < 40\%$

Alternativt 0% ral

Marin oprindelse

Ingen organisk materiale og kalk

Tilsvarende naturligt sediment på Nordkysten



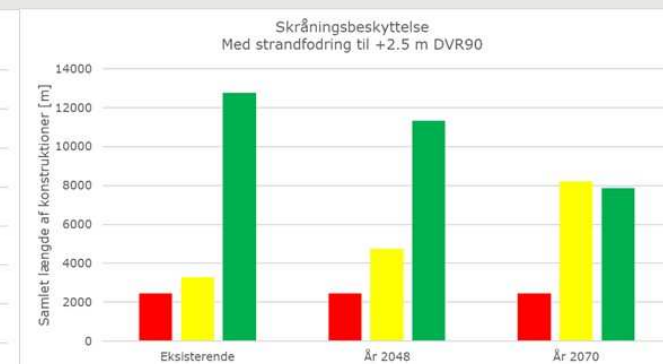
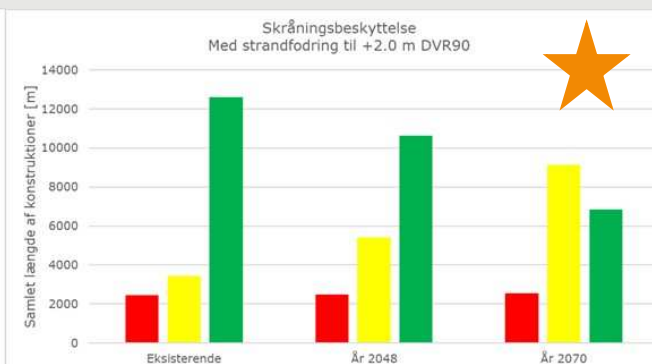
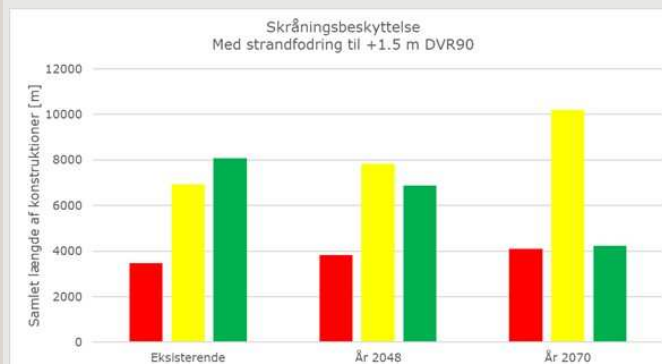
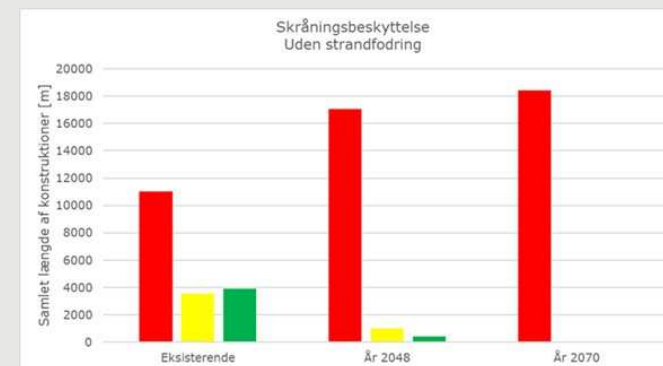
Nordkystens Fremtid

Tekniske udfordringer og løsninger

Myndighedsprojekt

Tilstandsvurdering af skråningsbeskyttelser med strandfodring

- Eksisterende skråningsbeskyttelser i dag, om 25 og 50 år **med** strandfodring
- **Strandfodring vil forbedre kystkonstruktionernes robusthed og kystteknisk virkning**

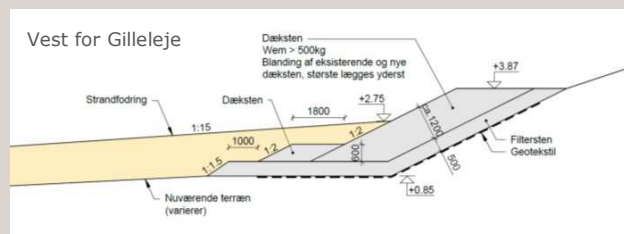


Nordkystens Fremtid

Tekniske udfordringer og løsninger

Myndighedsprojekt

Visualisering af strandfodring ved Hald Strand

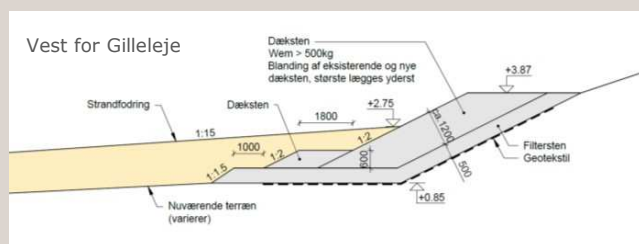


Nordkystens Fremtid

Tekniske udfordringer og løsninger

Myndighedsprojekt

Visualisering af strandfodring vest for Feriebyen

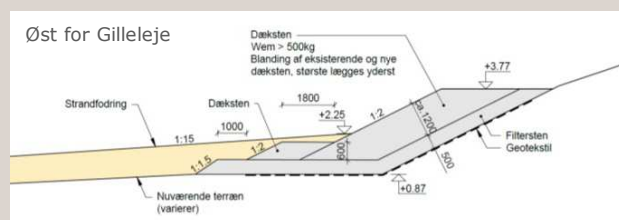


Nordkystens Fremtid

Tekniske udfordringer og løsninger

Myndighedsprojekt

Visualisering af strandfodring ved Ålsgårde



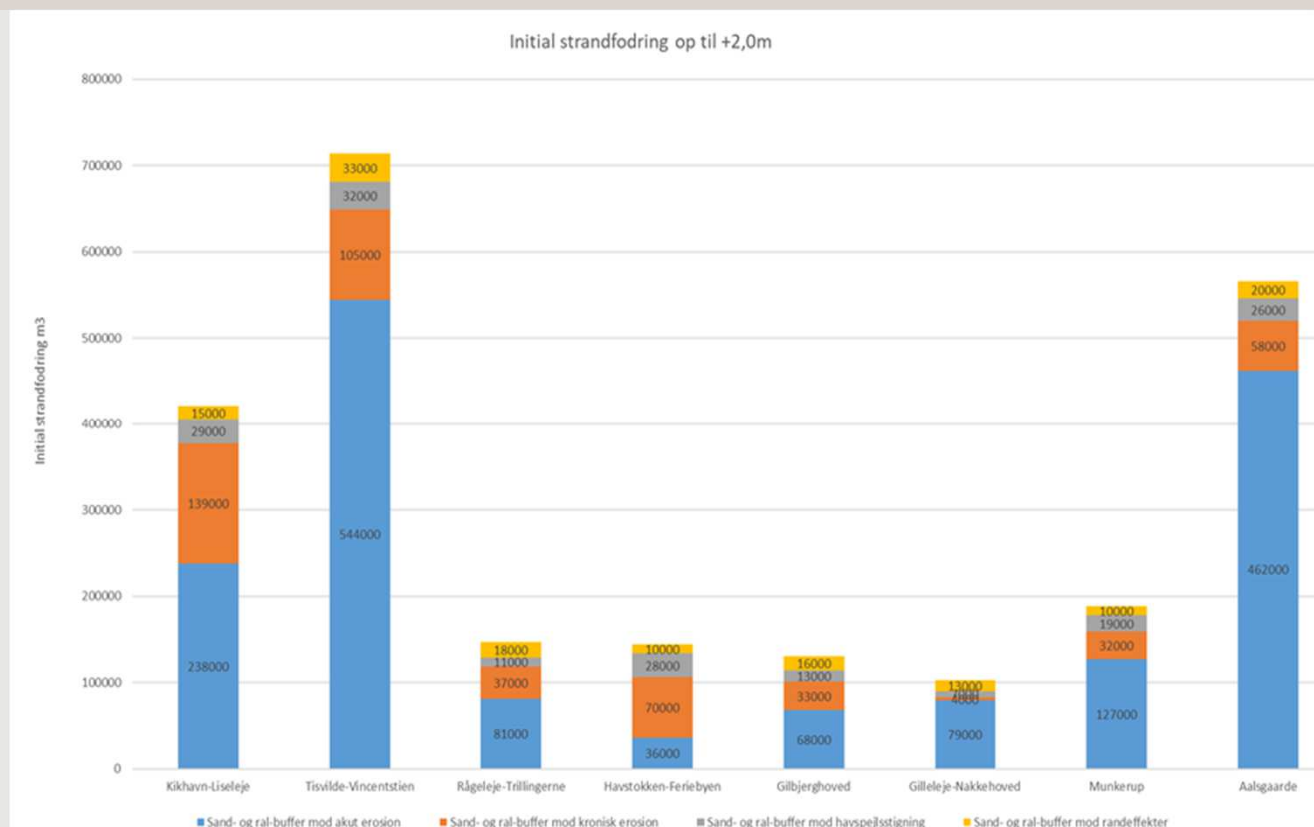
Nordkystens Fremtid

Tekniske udfordringer og løsninger

Myndighedsprojekt

Fodringsmængder

- Beskyttelse mod akut erosion (Blå)
- Beskyttelse mod kronisk erosion (Orange)
- Kompensation for havspejlsstigning (Grå)
- Udglatning af ender af fodringsstrækninger (Gul)
- Initialfodring 2,4 mio. m³
- Vedligeholdelse 780.000 m³/5år
- Vedligeholdelse 156.000 m³/år



Nordkystens Fremtid

Tekniske udfordringer og løsninger

Myndighedsprojekt Anlægsoverslag

- 49,5 kr/m³ sejlafstand <15km
- +1 kr/m³/km sejlafstand >15km
- 49,5-80kr/m³
(skibsmål inkl. + 10%)

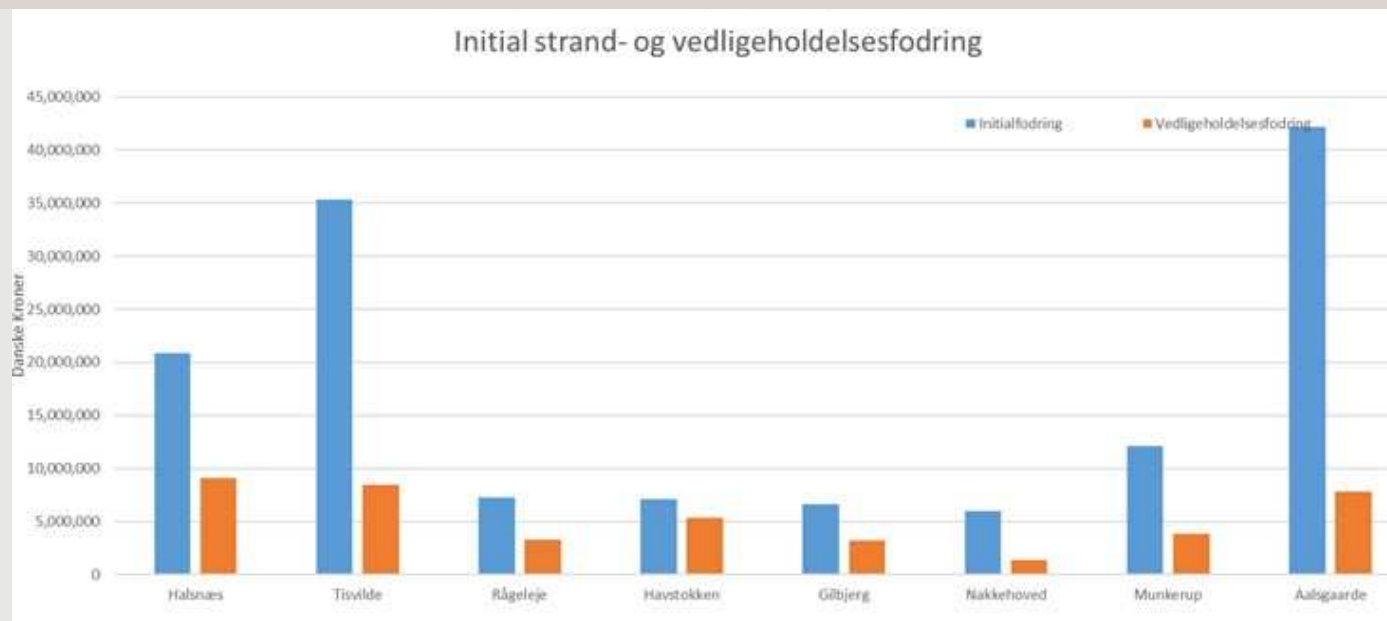


Nordkystens Fremtid

Tekniske udfordringer og løsninger

Myndighedsprojekt Anlægsoverslag for strandfodring

- Initialfodring:
137,5 mio. kr + moms
- Vedligeholdelse hvert 5 år:
42,4 mio. kr/5 år + moms

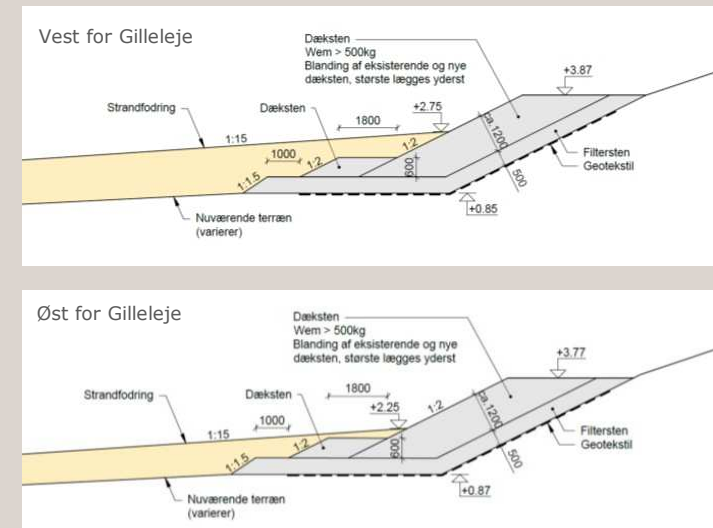


Tekniske udfordringer og løsninger

Cost-effectiveness analyse

- **Projektforslag** med skråningsbeskyttelser kombineret med strandfodring
- **Referencescenarie** med skråningsbeskyttelser
- Omkostninger beregnes for hver 10 år
- Opgøres i markedspriser
- Omregnes til nutidsværdier

Strandfodring bevirker, at behovet for udbygning af skråningsbeskyttelserne reduceres.

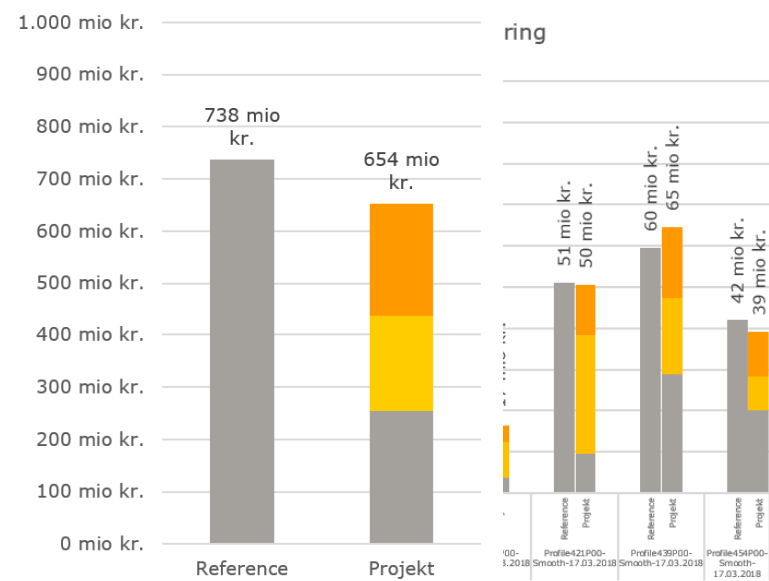
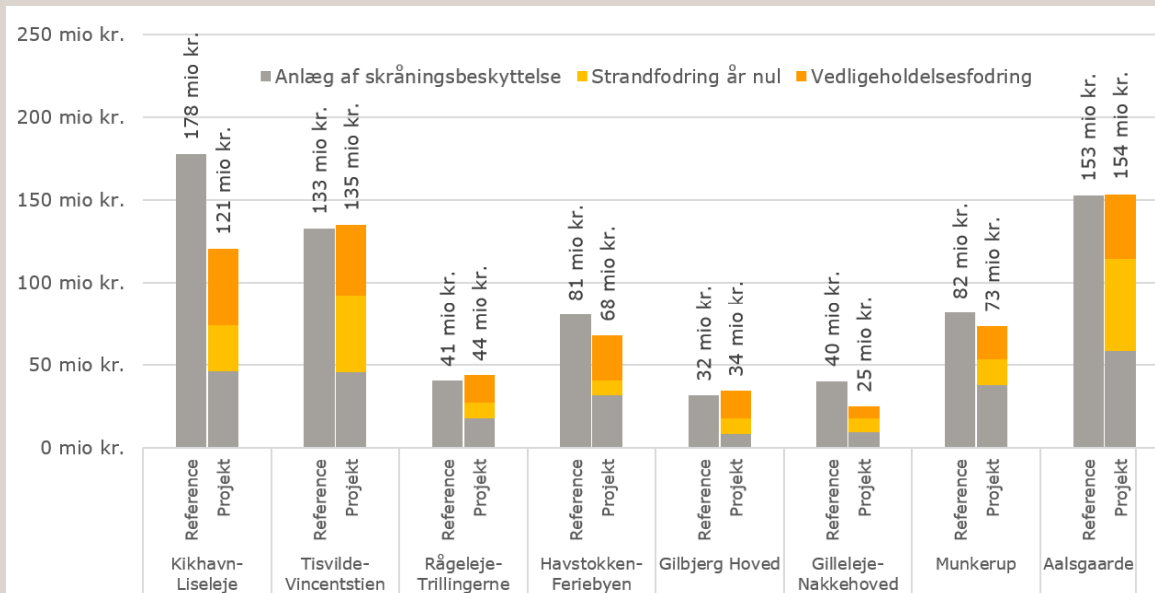


Nordkystens Fremtid

Tekniske udfordringer og løsninger

Cost-effectiveness analyse

- Projektscenariets totale omkostninger er cirka 11% lavere end referencescenariet
- Delstrækninger med sammenlignelige omkostninger
- Delstrækninger, hvor omkostningerne i referencescenariet er lavest



Nordkystens Fremtid

Tekniske udfordringer og løsninger

Stranden er væk ved Svalevej



Ny strandfodring ved Vincentstien



KYSTDAG

Klimatilpasning i byer og langs kyster

Kom til gratis kystdag. Hør om klimasikring, kyst- og højvandsbeskyttelse. Få inspiration og nyeste viden fra førende eksperter.

Tid: Onsdag den 4. marts kl. 10:00 - 16:45
Sted: NIRAS Aarhus, Ceres Allé 3

DELTAG I KYSTDAGEN OG FÅ:

- Oplæg af Danmarks førende eksperter.
- Viden om optimale løsninger til miljø og kystbeskyttelse.
- Viden om helhedsorienterede løsninger.
- Viden om nye innovative løsninger.
- Dialog og sparring med eksperter og kolleger som har udfordringer som ligner dine.

TILMELDING

Send en mail til ssc@niras.dk

Senest 26. februar 2020.

UDFORDRINGEN

Klimaforandringer medfører, at der kommer højere vandstand i havet og mere vand i byerne.

NIRAS er en af Danmarks førende virksomheder indenfor klimasikring, kyst- og højvandsbeskyttelse.

Kystbeskyttelse dækker erosions- og højvandsbeskyttelse, som lovmæssigt hører under samme lov, men teknisk set er vidt forskellige at beskytte sig imod.

Den enkelte lodsejer skal selv stå for kystbeskyttelsen foran sin ejendom og kystbeskyttelse er som udgangspunkt en individuel handling.

De dynamikker, der ligger bag er imidlertid ikke begrænset til enkelte ejendomme eller matrikel, hvorfor løsningerne ofte omfatter længere strækninger og større områder.

NIRAS

Kystdag 2019 - Program

10:00 Velkomst / ved Christian Helledie

10:10 Hvad er erosionsbeskyttelse og stormflodssikring / ved Peter Flække Klagenberg

10:40 Lovgrundlag og proces for erosionsbeskyttelse og oversvømmelsessikring / ved Gunnild Vølund
Erfaringer med tidlig inddragelse af miljøpåvirkninger i danske kystprojekter.

11:10 Samfundsøkonomiske analyser af klimatilpasning, erosionsbeskyttelse og stormflodssikring / ved Lars Christian Sørensen. Erfaringer med samfundsøkonomiske analyser i Danmark.

11:30 Klimatilpasningsplaner og samspil med lokalplaner / ved Anja Wejs & Sara Bugge
Erfaringer med klimatilpasningsprojekter i Danmark.

12:00 Frokost

12:40 Helhedsplaner for kystbyer / ved Mette Lundov
Erfaringer med højvandsbeskyttelse i Danmark. Projekter med højvandsbeskyttelse og bagvand: Køge, Dragør 1872, Enø, Aarhus Å sluse, Binderup og Korsør By.

13:00 Kystplaner / ved Christian Helledie
Erfaringer fra Hjørring og Sjællands Nordkyst.

13:30 Numerisk modellering af oversvømmelse og kystbeskyttelse / ved Klavs Bundgaard
State of the art indenfor højvandsbeskyttelse og kystmodellering. Erfaringer fra Danmark og udlandet.

14:00 Pause

14:10 Projekter med VVM klimatilpasningsprojekter / ved Gunnild Vølund
Erfaringer fra Sjællands nordkyst og Jyllinge Nordmark og Enø.

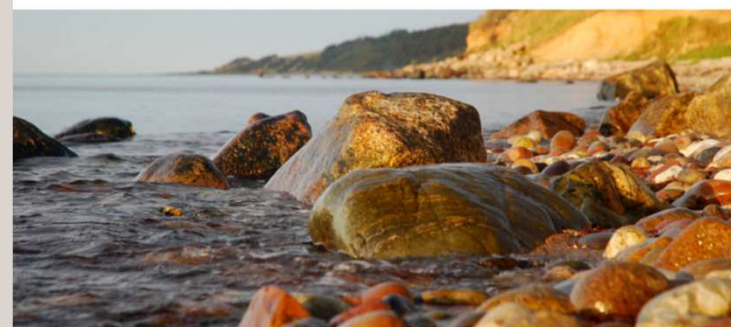
14:40 Visioner for klimasikring med merværdi / ved Peter Flække Klagenberg
Erfaringer fra: Køge Bugt Strandpark, Amager Strandpark, Esbjerg strand og Randers.

15:10 Visioner for stormflodsbeskyttelse af byer med sand og jord / ved Christian Helledie
Erfaringer med traditionelle løsninger på en ny måde.

15:30 Workshop om klimatilpasning med merværdi.
Workshoppen tager udgangspunkt i dagens temaer og skal skabe dialog mellem deltagere i temadagen.

16:30 Afrunding

16:45 Tak for i dag



NIRAS