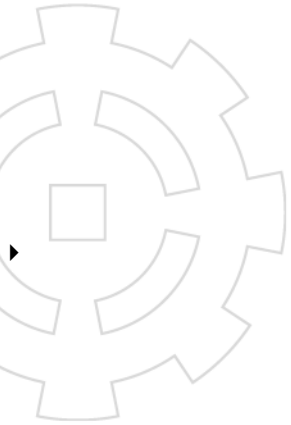




## FAKTAARK\*



1. Kystsikring med højvandsmure og stensætning inkl. anlægsoverslag
2. Kystsikring med bølgebrydere og højvandsmure inkl. anlægsoverslag
3. Risikoen for høj vandstand og bølger i Taarbæk
4. Principper for fordeling af omkostninger
5. Lovgivning og hensyn


\*) udarbejdet som led i dialogprocessen med de ejendomsjere i Taarbæk, der vurderes at få nytte af et kommunalt fælles kystbeskyttelsesprojekt. Dialogprocessen er nået til det tredje, og sidste trin, hvor de berørte ejendomsjere bedes om at tilkendegive, hvilken kystbeskyttelsesmetode de foretrækker. Det er tilstræbt at fremstille essensen af det årelange forløb med kystsikringsprojektet.

I nærværende materiale fokuseres på de to tekniske løsninger, som forløbet er kommet frem til, om oversvømmelsesrisikoen ved kysten, de forventede principper for fordeling af omkostninger, og den lovgivning som kystsikringsprojekter skal overholde herunder de hensyn som Kommunen, som kystmyndighed, skal forholde sig til.





## Faktaark 1 - Kystbeskyttelse med højvandsmure og stensætninger (inkl. anlægsomkostninger)

Metode	Kombination af land- og kystmure og porte som stormflodsbarriere sammen med stensætninger som bølgebrydende foranstaltning
Sikringsforløb	<p>Taarbæk sikres ved etablering af en sammenhængende mur til ca. kote 2,5-3,0 m (over daglig vande) samt etablering af stensætninger foran strækningerne med kystmure. Der fastlægges en sikringslinje, der følger de eksisterende mure. De eksisterende mure forhøjes/fornyres og sammenbindes på alle både private og offentlige ejendomme.</p>  <p>Sikringslinjeforløbet mod højvande er vist i figuren til venstre, som svarer til forløbet for skitseforslag 1 – ref./1/</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Nordlyvej - Havn: Stensætninger og mure i kote ca. + 2,8 - 3 m.</li><li>2. Bag havnen: Højvandsværnet følger matrikelskel, hvor mure, gavle og porte ved adgangsveje fungerer som beskyttelse som beskrevet i skitseforslag 1. Sikringsniveau: ca. +2,5 m.</li><li>3. Syd for havnen til Bombegrunden: Stensætninger og eksisterende mure sammenbindes og forhøjes til ca. kote +2,5 m. Særlige delstrækninger:<ol style="list-style-type: none"><li>a. Jollehavn/Rosenhaven udvidelse og forbedring af rekreative anlæg er ikke en del af kystsikringsprojektet</li><li>b. Søvej 10 – strandlaget ønskes bibeholdt som sandstrand</li><li>c. Bombegrunden, som ejes af LTK, ønskes bibeholdt som offentlig strand. Tilpasses løsningerne på nabostrækningerne. Højvandsmure på land ind mod nabogrunde.</li></ol></li><li>4. Bombegrund – Bellevue: Stejl stensætning på strækningen og forhøjelse af mure til kote ca. +2,8 - 3 m, som illustreret i Skitseforslag 2 – ref./2/.</li></ol>



		<p><i>Udsnit af sikringsforløbet fra Nordlyvej lige nord for havnen til Becksvej syd for havnen med angivelse af placeringer af porte og skot, der lukkes under stormflod og ellers skal sikre adgang under normale forhold. Placeringen følger matrikelskellene. Forøgelse af stensætningerne, hvor de grænser op til havnes stensætninger og moler (markeret med grønt), skal koordineres og aftales med havnen.</i></p>
<p>Visualiseringer</p>		<p><i>Eksempel på port-ref./3/ og skot løsninger ref./4/.</i></p> <p><i>Skitse af en stensætningsløsning tilført eksempler på anvendelser, der kan udvikle kontakten til vandet - ref./5/.</i></p>
<p>Beskrivelse</p>	<p>Formålet med denne kombinationsløsning er at undgå en for høj kystmur, der risikerer at tage udsigten ud over Øresund. Det gøres ved at hæve kystprofilen med stensætninger, så eventuelle bølger under en stormflod brydes, før de rammer muren. Den mindre belastning på kystmuren, som nu primært skal fungere som en vandtæt barriere, betyder samtidig, at de</p>	



	<p>eksisterende mure sandsynligvis i større omfang vil kunne benyttes og indgå i den samlede sikring.</p> <p>Bag murene kan der, på grund af risiko for overskyl, eventuelt etableres render til vandopsamling, hvorfra vandet kan føres til pumpeump.</p> <p>Kommunen skal som kystmyndighed forholde sig til hensynene i Kystbeskyttelsesloven. Det betyder blandt andet, at hensynet om ikke at forværre adgangsforholdene må forventes at medføre krav om etablering af trædesten, så passage langs vandkanten forsat er mulig de steder, det er tilfældet i dag. I skitsen ovenfor er passagemulighed antydnet. Den kan etableres fx med trædesten i kote +0,5 m.</p> <p><b>BEREDSKAB</b></p> <p>Ved varsling af forhøjet vandstand (stormflod), er der behov for aktivering af skot/porte, og eventuelle pumper til bortpumpning af bølgeoverskyl. Rådgiverne på projektet anbefaler at minimere anvendelsen af mobile løsninger på strækningen. Dels på grund af øget risiko for utætheder, og dels den manglende adgang til de fleste private kystmatrikler. Det betyder, at adgang til badebroer og bådophal fra kystmatriklerne bør foregå over murene og stensætningerne. Flere ejere mener dog, at det lokale sammenhold i Taarbæk er vant til at håndtere udfordringerne i fællesskab.</p> <p>Hvordan en løsning med mobile foranstaltninger ved udgange kan tage sig ud og integreres i stensætningen uden at svække bølgebrydningsevnen, må udvikles i det videre arbejde. Det samme gælder for et eventuelt "afvandings-system", som er en relativ kompleks opgave, der må løses i samspil mellem kommune, forsyning, beredskabet og de berørte borgere – herunder adressere problemet angående adgang til berørte ejers parceler. Oprettelsen, og organiseringen af, et lokalt beredskab som en del af fællesløsningen er opgaver for et kommende kystsikringslag.</p>
Dimensionering	<p>For at finde frem til hvor høj kystbeskyttelsen skal være, benytter kystingeniørerne bølgeoverskyllet som kriterie. Altså hvor stor en mængde vand pr løbende meter af kysten kan accepteres at skylle over stormflodsbarrieren, mens designstormen raser på sit højeste.</p> <p>Med designstorm refereres til det scenarie, som ligger til grund for anlægsberegningerne. Her en 100-års højvandshændelse, med tillæg for forventet havvandsstigning, sammen med bølger fra kritiske retninger, der kan optræde samtidigt. Bølgehøjden foran barrieren bliver således afgørende for, hvor meget højere end design vandstanden (100-års hændelsen + tillæg for forventet havvandsstigning) stormflodsbarrieren skal være.</p> <p>I det følgende en kort gennemgang af rådgivernes beregningsmetode og forudsætninger for en kystbeskyttelse med mur og stensætninger.</p> <p><b>EKJ/H&amp;K/DHI</b></p> <p>I skitserapportens bilag 5, kap. 6 (ref./1/) redegøres for, hvilken kote de forskellige skitseforslag ender ud med, givet en overskyls rate på ca. 1 l/s/m, som retningsgivende for et acceptabelt niveau. Med forbehold for, at projektet er i sin indledende fase er skitseforslagenes reducerende effekt på bølgehøjden (beregnet ved hjælp af en kystprofilmodel) indsat i en generel overskyls formel, som typisk anvendes på screeningsniveau - og i</p>



mangel af bedre. Bølgeoverskyllet kan nemlig ikke beregnes direkte, men ved hjælp af resultater fra både model og in-situ forsøg med forskellige typer af kystbeskyttelse er der udviklet empiriske formler for overskyllet. De resultater er samlet i en europæisk manual EurOtop (ref. /6/) hvorfra den benyttede overskyls formel også stammer.

Som beregningsgrundlag er anvendt dels en 100-års hændelse baseret på højvandsstatistikken for Københavns Havn (158 cm - som i seneste højvandsstatistik fra juli 2024 er forhøjet til 162 cm), der sammen med en forventet vandstandsstigning om 50 år på 50 cm medførte en samlet vandstand på 208 cm.

For bølger er der taget udgangspunkt i bølgedata dækkende 23 år. For et punkt ud for Taarbæk på 6 m's vanddybde giver en ekstremværdianalyse en signifikant bølgehøjde,  $H_s$  på 1,6 m for en 100-års hændelse. Den optræder dog ikke sammen med ekstremt højvande, men for sydøstlige retninger. Sammenfaldende med højvande er en bølgehøjde,  $H_s$ , i størrelsesorden 1 m fundet mere realistisk. Fordelingen af bølgehøjder langs med kysten (for en bølgesituation, der minder om Bodil stormen fra nordnordøstlige retninger, sammen med førnævnte samlet vandstand, og uden ændringer i kystprofilen) er ved bølgesimulering fundet til ca. 1 m nord for havnen og 0,5-0,7m syd for havnen.

For et kystprofil med en bred stensætning (skitseforslag 2) er der foretaget en vurdering af den bølgereducerende effekt ved anvendelse af kystmodel, som viser en reduktion af bølgehøjden på 65%.

#### COWI

I COWI's notat om brugen af eksisterende mure og mobile løsninger ref./4/, er der en sammenligning af krav til kronekoten for forskellige kystbeskyttelseskonstruktioner med samme acceptable bølgeoverskyl for en 100 års stormflod i år 2050 – se tabel nedenfor.

Kystbeskyttelses type	Kystmur	Kystmur + stejl stensætning	Kystmur + bred stensætning	Kystmur + bølgebryder
Kronekote	+3,8 m	+3,4 m	+ 2,5 m	+2,5 m

COWI konkluderer: "Den viser at permanente løsninger med enten en bred stenkastning eller offshore bølgebrydere giver de bedste muligheder for at grundejerne kan bevare deres eksisterende kystmure og stadig gøre det muligt at se ud over vandet.

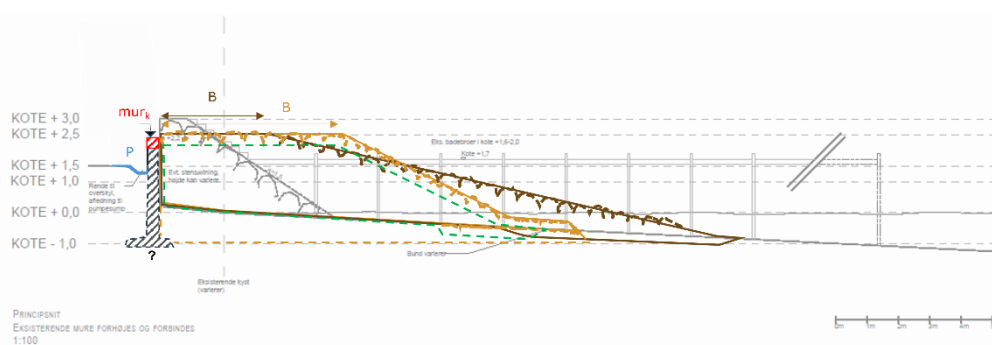
Det vil stadig være krævet, at visse kystmure forhøjes og forstærkes og at de forbindes til en sammenhængende beskyttelse mod stormfloder. Begge løsninger vil kunne tilpasses de allerede eksisterende konstruktioner og bygges i faser efter behovet langs strækningen. Sådanne løsninger vil også nemmere kunne modificeres i fremtiden, når der er krav om yderligere beskyttelse pga. stigende vandstand."

Som beregningsgrundlag benytter COWI en 100-års højvandshændelse om ca. 25 år (år 2050) med en samlet vandstand på 190 cm svarende til

en forventet vandstandsstigning på ca. 30 cm, og en design bølgehøjde,  $H_s$  på 1,0 m.

I samme notat diskuteres overskyll, og med reference til Hundested Havn og resultater fra modelforsøg, bestemmes kroneskæntningen i tilfældet med en stejl stensætning, for et acceptkriterie for overskyl på kun 0,2 l/s/m. For den brede stensætning er det et estimat baseret på erfaring, som bør verificeres ved modelforsøg senere, skriver COWI.

Nedenfor er en illustration af rådgivernes forslag til tværsnit af stensætninger påført principskitzen af forslag 1 fra skitseprojektet. Ref. /2/. Kun omridset er vist her. I selve opbygningen af stensætninger indgår typisk, udover de yderste dæksten, kernemateriale og filterduk hvilende på et jævnt underlag.



Principskitse for tværsnit af kystmur med omrids af de forskellige forslag til stensætningsprofiler.

Signaturer: Stejl stensætning, kroneskote +3,0 m (grå baggrund - skitseforslag 1)  
Stensætning, kroneskote +2,5 m,  $B \sim 3$  m, hældning 1:4 (brun - skitseforslag 2)  
Stensætning, kroneskote +2,5 m,  $B \sim 5$  m, hældning 1:2 (lysebrun - COWI)  
Stensætning, kroneskote  $\sim +2,2$  m,  $B \sim 4$  m, hældning 1:2 (grøn - eksempel på en 1<sup>st</sup> fase)  
Forhøjelse af mur, indikeret med rødt og afvandingsrende (evt. bølgeoverskyl og regnvand) til pumpeump m blå.

#### Diskussion:

At rådgiverne ender ud med samme kroneskote for forskellige tidshorisonter, kan forklares ved forskellige antagelser om forudsætninger og acceptkriterier for overskyl. COWIs lavere højvande udjævnes af en højere bølgehøjde foran konstruktionen (intet der reducerer bølgen på 6 m vanddybde på vej ind) og et strengere acceptkriterie for overskyl. På et skitse-niveau er forskellen knap så vigtig. Tværtimod giver de forskellige vurderinger et indblik i betydningen af valg af parametre. Fx betyder kroneskæntningen af stensætningen meget for at reducere bølgeoverskyll og dermed for at opnå en lavere kystmur. Det viser også indirekte, at bortpumpning af bølgeoverskyl kan indgå som et led i dimensioneringen af en kystbeskyttelse.

I principskitzen er vist et omrids som et bud på, hvad der kunne være en første fase af en stensætning. Stensætninger, der i dag ses anvendt i Taarbæk, ligger i intervallet 0,3 - 0,9 m. Det vil give lagtykkelser på ca. 1/2 m for hvert dækstenslag i stensætningen. Hvis det tilstræbes at etablere en stensætning nu, der kan bygges videre på i fremtiden, kunne en første fase være et profil med filterduk, kernemateriale og kun ét lag dæksten.

Det vil selvfølgelig påvirke anlægsøkonomien, men den store udskrivning må alt andet lige ligge i mobiliseringsomkostningerne og det at få



	etableret fundamentet og en vandtæt barriere, som der kan bygges videre på om godt 30 år - eller hvornår næste gang nu bliver.
Anlægsmetode og tidsplan	<p>Kystmure: Der er et udtalt ønske blandt grundejerne om i videst muligt omfang at benytte de eksisterende kystmure som en del af en ny fælles kystsikring. Det vil kræve en del forundersøgelser af de eksisterende mure og jordbundsforhold for at kunne vurdere kvaliteten af og dimensionerne på dem. Da der er omkring 50 kystmatrikler med potentielt hver deres type og tilstand af kystmur, har rådgiver ikke været i stand til at give et prisoverslag på undersøgelsesmetoder og omfang, andet en general vurdering af, at det nok bliver dyrt, når man nu ikke har tegninger og tilstrækkelig information om dem. I stedet foreslås en mere pragmatisk tilgang om, at de kystmure, der klarede stormen Bodil, har gode forudsætninger for at indgå i en fælles løsning. Der er dog en udfordring om hvem der skal tage ansvaret for 'genbrug' af murene – se faktaark 5 om lovgivningen.</p> <p>Badebroer: Det bliver nødvendigt at delvist nedtage de fleste badebroer midlertidigt for at gøre plads til adgangs- og anlægsvej til etablering af stensætninger. De reetableres i en modificeret udformning, når kystmurene er renoveret/forhøjet og stensætningerne etableret.</p> <p>Stensætninger: Da det ikke er så nemt at komme til kysten med entreprenørmateriel og materialer, hverken fra land eller kystsiden, må en anlægsmetode og tidsplan, som følger principperne beskrevet for bølgebryderne ref./4/ og uddrag i faktakark 2, også forventes at være gældende for etableringen af stensætninger.</p>
Anlægsoverslag i mio. kr.	<p>Som udgangspunkt for overslaget er:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- skitseforslag 1 benyttet for murene og porte, og</li><li>- skitseforslag 2 for stensætningerne, men enhedspriser erstattet med dem fra bølgebryderundersøgelsen</li><li>- nedtagning og reetablering af badebroer ovenpå stensætningerne og videre ud er sat til 75.000 kr. pr. stik.</li><li>- Lyngby-Taarbæk Kommunes anlægsstyringsregler.</li></ul>



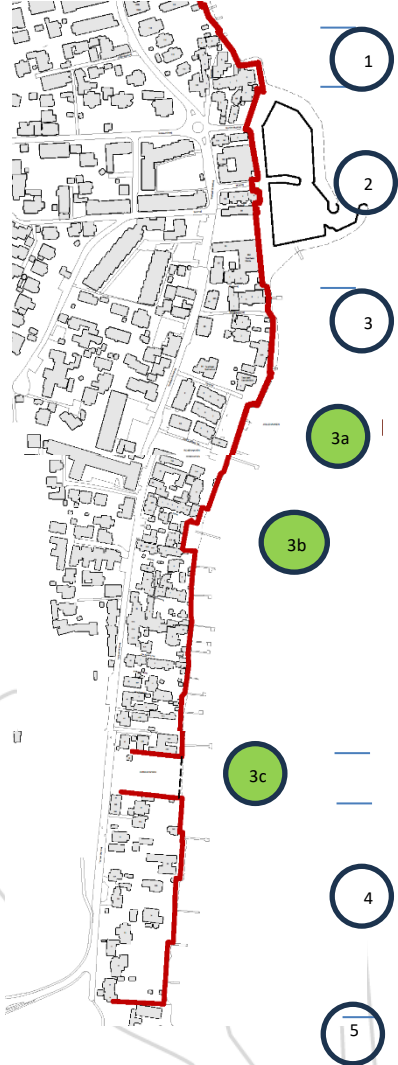
Delstrækning	Forhøjelse og sammenbinding af eksisterende mure	Stensætning	I alt
Nordlyvej – syd for Havn	11,6	1,9	13,5
Syd for Havn til Bombegrund	12,9	25,3	38,2
Jollehavn og Rosenhaven	3,2		3,2
Bombegrund	2,0		2,0
Bombegrund til Bellevue (stejl stensætning)	7,0	4,9	11,9
I alt etableringsomkostninger	36,7	32,1	68,8
Årlige driftsomkostninger	2,9	0,3	3,2

Referencer	<p>/1/ Skitseforslag til kystsikring i Taarbæk – Skitserapport, EKJ-H&amp;K-DHI, april 2023 <a href="https://www.ltk.dk/media/5865/download?attachment=">https://www.ltk.dk/media/5865/download?attachment=</a></p> <p>/ 2/ Skitseforslag til kystsikring i Taarbæk – Tegningshæfte, EKJ-H&amp;K-DHI, april 2023 <a href="https://www.ltk.dk/media/5866/download?attachment=">https://www.ltk.dk/media/5866/download?attachment=</a></p> <p>/3/ Udredning om stormflod og havvandsstigning, COWI, juni 2019 <a href="https://www.ltk.dk/media/3696/download?attachment=">https://www.ltk.dk/media/3696/download?attachment</a></p> <p>/4/ Notat om stormflodsbeskyttelse i Taarbæk, COWI, februar 2024 <a href="https://www.ltk.dk/media/5997/download?attachment=">https://www.ltk.dk/media/5997/download?attachment</a></p> <p>/5/ Materiale til Borgertopmødet – løsningskatalog, august 2022 <a href="https://www.ltk.dk/media/4876/download?attachment=">https://www.ltk.dk/media/4876/download?attachment</a></p> <p>/6/ EurOTop - Manual on wave overtopping of sea defences and related structures, 2018. <a href="https://www.overtopping-manual.com/assets/downloads/EurOtop_II_2018_Final_version.pdf">https://www.overtopping-manual.com/assets/downloads/EurOtop_II_2018_Final_version.pdf</a></p>
------------	---

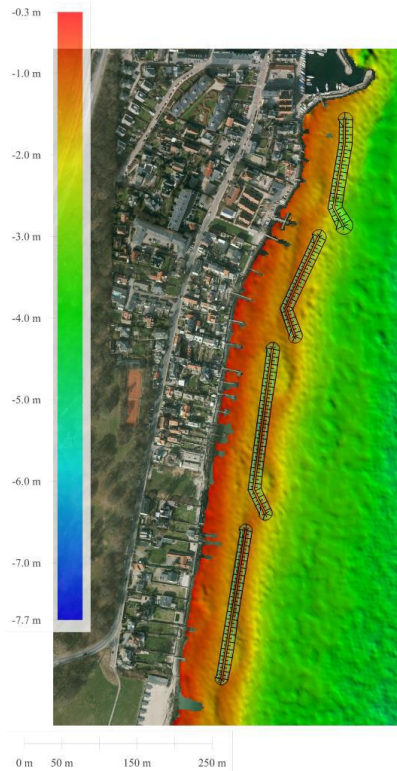


## Faktaark 2 - Kystbeskyttelse med højvandsmure og kystnære bølgebrydere (inkl. anlægsomkostninger)

<p>Metode</p>	<p>Kombination af land- og kystmure som højvandsværn/sikringslinje sammen med kystnære synlige stenrev som bølgebrydere</p>	
<p>Sikringslinjeforløb og løsningsmetode på delstrækninger</p>	<p>Taarbæk sikres ved at etablere en sammenhængende mur til ca. kote 2,5-3,0 m (over daglig vande) sammen med anlæggelse af en serie kystnære bølgebrydere. Der fastlægges en sikringslinje, der følger de eksisterende mure.</p> <p>Sikringslinjeforløbet mod højvande er vist i figuren til højre, som svarer til forløbet for skitseforslag 1 – ref./1/</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Fra Nordlyvej til Havn: som beskrevet på faktaark 1</li> <li>2) Fra nordside til sydsiden af Havnen: som beskrevet på faktaark 1</li> <li>3) Fra Havn til Bombegrund: Kystnære bølgebrydere sammen med forhøjelse og sammenbinding af eksisterende mure. Særlige områder             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Jollehavn/Rosenhaven der etableres porte i kystmuren for at bibeholde områdets rekreative funktioner, men udvidelse og forbedring af rekreative anlæg er ikke en del af kystsikringsprojektet</li> <li>b. Søvej Strandlag Her ønskes stranden bibeholdt</li> <li>c. Bombegrunden Her bibeholdes stranden</li> </ol> </li> <li>4) Fra Bombegrund til Bellevue Her er både en planløsning med og uden kystnære bølgebrydere sammen med forhøjelse og sammenbinding af eksisterende mure</li> <li>5) Den nordlige badeplatform / hofde ved Bellevue forlænges.</li> </ol>	 <p>The map shows the coastline of Taarbæk with a red line indicating the proposed defense line. Numbered markers 1 through 5 are placed along the coast to indicate specific sections. Markers 1, 2, 3, 4, and 5 are blue circles, while markers 3a, 3b, and 3c are green circles.</p>



Visualiseringer



Illustrationerne tv. er fra ref. /2/

a) Forslag til planløsninger for et system af 4 bølgebrydere ud for kyststrækning mellem Taarbæk Havn og Bellevue Strand.

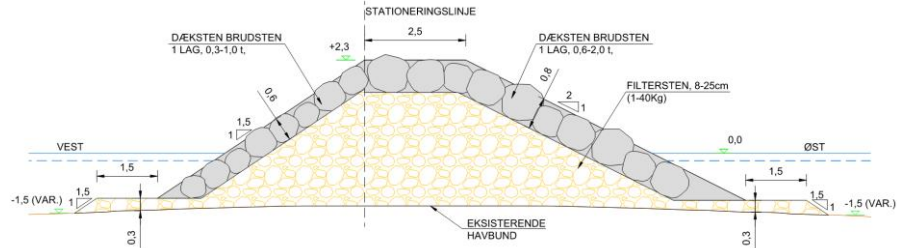
b) Visualisering af udsigt ud over bølgebryderne med topkote +2,3 m DVR90, som det typiske vil tage sig ud fra kystejendommene. Topkoten for muren lige bag planterne er desuden hævet til kote +2,5 m DVR90. Øjenhøjde i +3,0 m DVR90.

c) Samme som b) men set fra Havnen med kig mod syd

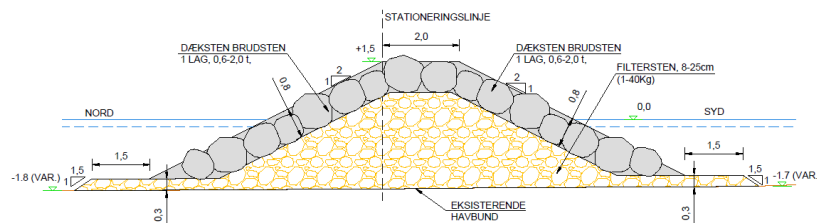
Næste side tværsnit af bølgebryder og hofdeforlængelse ved Bellevue



### Typisk tværsnit af bølgebryder



### Tværsnit af forlænget hofde ved Bellevue



#### Beskrivelse

Formålet med denne kombinationsløsning er at mindske behovet for en høj kystmur ved at få bølgerne brudt på en serie af bølgebrydere placeret parallelt og i en afstand af ca. 50 m fra kysten, før de rammer muren. Dermed kan udsynet til havet/Øresund bedre bevares i forhold til, hvis den var en kystmur, der både skulle fungere som værn i højde og drøjde mod højvandet og bølgerne.

Løsningen betyder samtidig også, at nedtagning og reetablering af badebroer ikke bliver nødvendig, bortset fra justeringer ved kystmurene.

Der er ønske om at bevare de eksisterende kystmure og benytte dem som udgangspunkt for et sammenhængende og forhøjet sikringsforløb mod højvande. Det kræver dog en del forundersøgelser og prøvetagninger fra hver af de eksisterende mure – se ref. /2/ under afsnittet anbefalinger.

Sikringsforløbet på land og ved kysten følger som beskrevet på faktaark 1.

#### BEREDSKAB

Ved varsling af stormflod behov for aktivering af skot/porte og pumpesteder til bortpumpning af eventuelt bølgeoverskyl. Rådgiverne på projektet anbefaler at minimere anvendelsen af mobile løsninger på strækningen, hvorfor det bør overvejes, at adgang til badebroer og bådophal fra kystmatriklerne foregår over murene.

Se beskrivelsen under faktaark 1.

#### Anlægsmetode og tidsplan

Kystmure: De behøver nødvendigvis ikke at blive anlagt først, som forudsat i løsningen med stensætninger foran murene beskrevet i faktaark 1. Men det forventes at det samlede projekt kan planlægges udført i etaper. Det kræver i så fald, at der udarbejdes en plan for forhøjelse og



sammenbinding af de eksisterende mure. Det vil så være en opgave for et kommende kystbeskyttelseslag at udarbejde en sådan plan.

Der er et udtalt ønske blandt grundejerne om i videst muligt omfang at benytte de eksisterende kystmure som en del af en ny fælles kystsikring. Det vil kræve en del forundersøgelser af de eksisterende mure og jordbundsforhold for at kunne vurdere kvaliteten af og dimensionerne på dem.

Da der er omkring 50 kystmatrikler med potentielt hver deres type og tilstand af kystmur, har rådgiver ikke været i stand til at give et prisoverslag på undersøgelsesmetoder og omfang, andet en general vurdering af at det nok bliver dyrt, når man nu ikke har tegninger og tilstrækkelig information om dem. I stedet foreslås en mere pragmatisk tilgang om, at de kystmure, der klarede stormen Bodil, har gode forudsætninger for at indgå i en fælles løsning. Der er dog en udfordring om hvem der skal tage ansvaret for 'genbrug' af murene – se faktaark 5 om lovgivningen.

Bølgebrydere: Bombegrunden anvendes som bygge og materialeplads; sten fra svenske stenbrud sejles til Nordhavn, hvorfra de køres til Bombegrunden. Fra Bombegrunden anlægges midlertidig dæmning ud til 50 m fra kysten, hvorfra der arbejdes henholdsvis nordpå og sydpå med etableringen af bølgebrydere – se beskrivelse i ref./2/.

For etablering af anlæg regnes med 11 måneder for planløsning 1 med de 4 bølgebrydere og 9 måneder for planløsning 2 med 3 bølgebrydere.



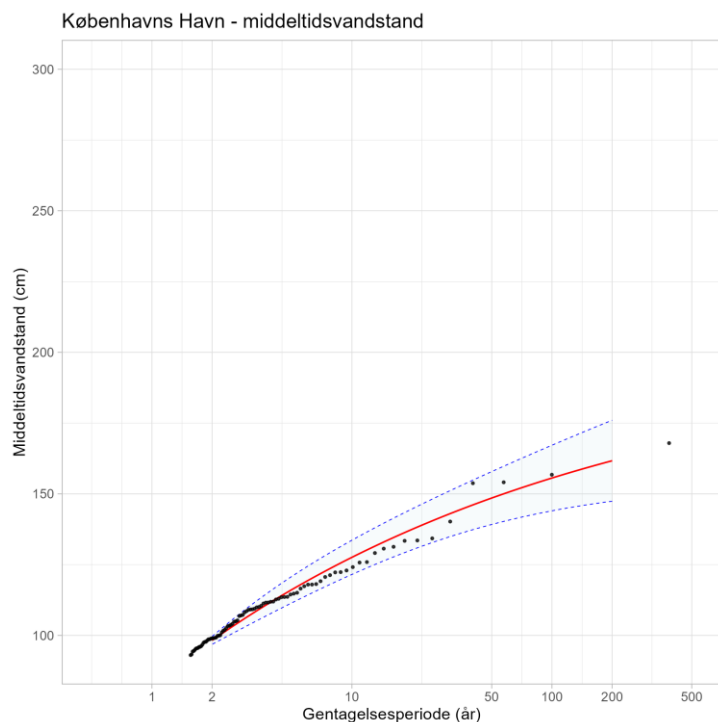
Anlægsoverslag for planløsning 1 med 4 bølgebrydere (pris i mio. kr.)	Delstrækning / længde (antal kystmeter)	Forhøjelse og sammenbinding af eksisterende mure	Kystnære bølgebrydere (andel)	I alt
I anlægsoverslaget for forhøjelse og sammenbinding af eksisterende mure er benyttet enhedspriserne fra skitseforslag 1, ref. /3/	Nordlyvej – syd for Havn	Ikke aktuel – se faktaark 1	Ikke aktuel	
	Syd for Havn til Bombegrund / (410,75 m)	12,9	35,8	48,7
	Jollehavn og Rosenhaven / (102,35 m)	3,2	8,9	12,1
	Bombegrund (45,75 m)	2,0	4,0	6,0
	Bombegrund til Bellevue (244,35 m)	7,0	21,3	28,3
	I alt etableringsomkostninger (803,2 m)	25,1	70,0	95,1
	Årlige driftsomkostninger	2,0	0,7	2,7
	Referencer	/1/ Skitseforslag til kystsikring i Taarbæk – Tegningshæfte, EKJ-H&K-DHI, april 2023 <a href="https://www.ltk.dk/media/5866/download?attachment=">https://www.ltk.dk/media/5866/download?attachment=</a> /2/ Stormflodsbeskyttelse i Taarbæk – kystnære bølgebrydere, COWI, juli 2024 <a href="https://www.ltk.dk/media/6204/download?attachment=">https://www.ltk.dk/media/6204/download?attachment=</a> /3/ Skitseforslag til kystsikring i Taarbæk – Skitserapport, EKJ- H&K-DHI, april 2023 <a href="https://www.ltk.dk/media/5865/download?attachment=">https://www.ltk.dk/media/5865/download?attachment=</a>		



## Faktaark 3 - Risikoen for høj vandstand og bølger i Taarbæk

Baggrund	<p>Taarbæk er ikke blandt de 25 risikoområder i Danmark, der er særligt udsatte for oversvømmelse og erosion, som samtidig påvirker mange mennesker. Dog er Taarbæk et område, hvor situationen kan blive kritisk inden for en overskuelig årrække. Derfor undersøges, på medinitiativ af Taarbæk Borgerforening, muligheden for at etablere en fælles kystbeskyttelsesløsning og, hvis der kan opnås enighed, at påbegynde arbejdet med at realisere denne løsning. Du kan læse om de indledende undersøgelser i Refs. /1/ og /2/.</p>
Risiko og betydning	<p><b>Risiko for stormflod</b> - Det er ikke muligt at forudsige, hvornår den næste stormflod kommer. Først 4-5 dage i forvejen kan meteorologerne forudsige, om der er risiko for stormflod.</p> <p>Men det er muligt at estimere sandsynligheden for en stormflod af en bestemt styrke baseret på mange års vandstandsmålinger.</p> <p><b>Klimaforandringer og havstigning</b> - Havniveauet stiger som følge af menneskeskabte klimaforandringer. På kort sigt kan det ikke forhindres, men på længere sigt kan stigningen bremses ved at reducere udledningen af CO<sub>2</sub> og andre drivhusgasser.</p> <p>Hvor hurtigt, havet kommer til at stige, ved man ikke præcist, og det må der tages højde for, når kystbeskyttelse planlægges. Estimerer på forventede havstigninger justeres løbende af eksperterne.</p> <p><b>Kystbeskyttelse og beredskab</b> - Stormfloder kan ikke forhindres, men gennem kystbeskyttelse og beredskab kan skaderne reduceres. Fuldstændig eliminering af risikoen kræver omfattende anlæg. Typisk anvendes en 100-års hændelse som dimensioneringsgrundlag og en levetid, som giver mening i konstruktions- og investeringsssammenhæng. I skitseprojektet (Ref. /3/) blev der benyttet en 50-års horisont med mulighed for udbygning. Dialogmøderne har vist, at der er stemning for en kortere tidshorisont og eventuelt etapeopdele udbygningen.</p> <p><b>Sårbarhed og værdier</b> - Det er også vigtigt at vurdere, hvor sårbart et område er. Dette inkluderer både materielle og immaterielle værdier. Materielle værdier kan gøres op i kroner og øre som fx skader på huse og veje samt indirekte skader som tabt arbejdstid og genhusning. Immaterielle værdier er sværere at gøre op i penge som fx tab af menneskeliv, nedbrud af kritisk infrastruktur, kulturarv og natur- og rekreative interesser.</p> <p>I skitseprojektet blev de direkte skadesomkostninger som følge af oversvømmelser af bygninger beregnet og værditabet på grund af kysterosion vurderet.</p> <p><b>Omkostninger og nytte</b> - Et af kravene til et kommunalt fælles kystbeskyttelsesprojekt er, at omkostningerne til at etablere en løsning ikke må overstige værdien af det, der beskyttes. De direkte skadesomkostninger på</p>

	<p>bygninger på grund af stormfloder i de næste 50 år blev beregnet til 135-220 mio. kr. (2022 prisindeks). Dette giver en idé om, hvor meget anlægs- og driftsomkostningerne til en kystbeskyttelse højst må koste.</p>
<p>Højvands- og bølgestatistikker</p>	<p>Begrebet 100-årshændelse handler om statistisk sandsynlighed. For at dimensionere en kystbeskyttelse er det nødvendigt at se på bidrag fra både vandstand og bølger. Kilder og tilgængelighed er dog meget forskellige.</p> <p>Kystdirektoratet beregner sandsynligheden for højvande ud fra målinger af den hidtidige vandstand. Målingerne i Københavns Havn bruges som reference for forholdene i Taarbæk. En vandstand på 143 cm optræder i snit hvert tyvende år og 162 cm hvert hundrede år. For at være 95 procent sikker på at undgå stormflodsskader fra højvande alene skal man aflæse den øverste, blå, stiplede kurve, som viser en sandsynlighed for en stormflod højere end 173 cm i løbet af 100 år.</p> <p>Sandsynlighedsberegningerne siger <i>intet</i> om, <i>hvornår</i> stormflod vil indtræffe. Hvis den indtræffer om et år, er der faktisk lidt større sandsynlighed for, at det sker en gang til de næste 100 år.</p> <p><i>Figuren viser ekstreme højvandsstande målt i Københavns Havn siden 1888 (sorte prikker), og den beregnede (rød kurve) sammen med 95-% konfidensintervaller (blå kurver). Data er relative til normal vandstand (DVR 90) i år 1990. For at tage højde for den globale havstigning siden 1990 (3 mm/år) og den lokale landhævning (1.3 mm/år for København), skal der lægges ca. 6 cm til kurveaflysningen for at få de aktuelle ekstreme højvandsstande for forskellige gentagelsesperioder – Ref. /4/.</i></p>
	<p>Under stormflod er der også risiko for bølger afhængig af, hvordan kysten er orienteret og farvandet eksponeret. Bølgebidraget kan være ganske betragteligt, selv i et relativt beskyttet farvand som Øresund.</p> <p>Under skitseprojektet beregnede DHI, baseret på en ekstremværdianalyse af bølgedata over en 23 år periode i et punkt ud for Taarbæk Havn på 6 m dybe, at en 100 års-hændelse svarer til en signifikant bølgehøjde (gennemsnittet af den højeste tredjedel af bølgerne) på 1.6 m. Men for situationer</p>






	<p>med de højeste vandstande er bølgehøjden typisk i størrelsesorden 0.8-1m og under Bodil 1.0-1.2 m – i reglen fra nordlige retninger. Den dimensionsgivende er, hvad der samtidigt vil give det maksimale samlede bidrag, og når landet rammes af stormfloder fra sydøstlige retninger, giver det ikke særlige høje vandstande i Taarbæk, selvom bølgerne er højst fra de retninger. DHI vurderede, at en 100-års bølgehændelse samtidigt med ekstremt højvande svarer til en bølgehøjde på 1.0 m (Ref. /3/).</p>
Risikovurdering	<p><b>Udsættelse</b> - Ved at udskyde kystsikring udsætter man sig for en forøget risiko, både fordi der går flere år, før sikringen virker, og fordi risikoen for ekstrem stormflod stiger med årene.</p> <p><b>Hvor længe kan man vente?</b> I takt med havet stiger, flytter den blå og de røde kurver på illustrationen opad. Når vandstanden er steget 19 cm, vil en 100-års-hændelse være en 20-års-hændelse. Sandsynligheden femdobles. Derfor kan det siges med stor sikkerhed, at <u>der bliver behov for højere og højere sikring mod oversvømmelser i fremtiden</u>. Det holder ikke op.</p> <p>Det kan også forudsiges, at <u>vejret bliver mere og mere ekstremt i fremtiden</u>. Det skyldes, at der hele tiden bliver tilført mere energi til vejrsystemerne end før. Og det kan konstateres, at der i de senere år har været flere stormflodshændelser, end statistikken fra fortiden tilsiger.</p> <p><b>Tilpasning</b> - Havet stiger gradvist, så det giver mening at tilpasse sikringsniveauet i etaper. Det er vigtigt at forberede anlægget til forhøjelse, så opgradering i fremtiden ikke udløser store ekstra omkostninger. Beslutning om sikringsniveauet bør baseres på en afvejning af fordele og ulemper.</p>
Referencer	<p>/1/ Stormflod og havvandsstigninger, COWI, februar 2018 <a href="https://www.ltk.dk/media/3695/download?attachment">https://www.ltk.dk/media/3695/download?attachment</a></p> <p>/2/ Udredning om stormflod og havvandsstigning, COWI, juni 2019 <a href="https://www.ltk.dk/media/3696/download?attachment">https://www.ltk.dk/media/3696/download?attachment</a></p> <p>/3/ Skitseforslag til kystsikring i Taarbæk – Skitserapport, april 2023 <a href="https://www.ltk.dk/media/5865/download?attachment=">https://www.ltk.dk/media/5865/download?attachment=</a></p> <p>/4/ Højvandsstatistikker, Miljøministeriet/Kystdirektoratet, juli 2024 <a href="https://kyst.dk/media/1ftbul3g/hoejvandsstatistikker-2024.pdf">https://kyst.dk/media/1ftbul3g/hoejvandsstatistikker-2024.pdf</a></p>





## Faktaark 4 Principper for fordeling af omkostninger

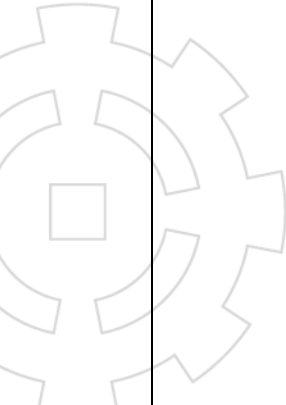
Finansiering	Finansieringen af et fælles kystbeskyttelsesprojekt efter kystbeskyttelseslovens kapitel 1a kan ske ved bidrag fra de beskyttede grundejere og andre, som opnår en fordel ved projektet.	
Hvem er omfattet og skal betale?		<p>I projektet vurderes alle med ejendom beliggende under kote +2.5 m at være i risiko for oversvømmelse på grund af stormflod indenfor de næste 50 år.</p> <p>Det betyder at ejendommene i delområde 1 og 2 i figuren tv er omfattet. Den turkisfarvede kurve er +2,5 m konturen - ref. /1/.</p> <p>Juridisk rådgiver har anbefalet en model, hvor alle betaler efter m<sup>2</sup> grundareal under kote +2.5 m, og en ekstra bidragspart for ejendomme i 1. række efter ejendommens længde mod kysten (antal kystmeter). Ref. /2/.</p> <p>Der er sat en bagatelgrænse for de matrikler der kun berøres perifært: Hvis mindre end 10 % af grundarealet ligger under +2,5 m, medtages de ikke i denne omgang. Det betyder, at det kun er ejendomme øst for Taarbæk Strandvej, der omfattes. I alt fire ejendomme undtages.</p>
Organisering - Oprettelse af kystlag	En kystsikringsløsning kan organiseres i et eller flere lag. Er strækningerne teknisk set indbyrdes afhængige, bør der organiseres i et fælles lag af hensyn til koordineringen af efterfølgende drift og vedligeholdelse. For fx bølgebryderløsningen vil der således kunne oprettes et lag for den strækning den beskytter.	
Medlemmer af kystlag	Medlemmerne af kystlaget bliver alle de bidragspligtige grundejere og andre ejere, der kan drage nytte af kystbeskyttelsen. Vedtægterne for kystlaget besluttet af Kommunalbestyrelsen.	



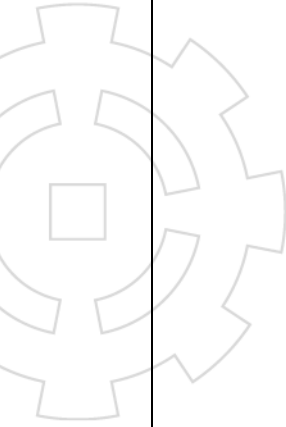
<p>Den eksisterende kystsikring</p>	<p>I modellen med stensætning foran de eksisterende mure vil de eksisterende mure indgå i den fælles kystsikring. Det er en forudsætning at de forhøjes, sammenbindes og fornyes før stensætninger anbringes og udvides.</p> <p>I modellen med de kystnære bølgebrydere kan de eksisterende mure indgå i en fælles løsning, men de behøver nødvendigvis ikke i første omgang at blive forhøjet, sammenbundet eller fornyet.</p> <p>Kommunens juridiske rådgiver har anbefalet ikke at tage højde for værdien af den eksisterende kystsikring, når de enkelte grundejeres bidrag til kystlaget fastsættes. I stedet fastsættes et ensartet bidrag for alle baseret på kystmeter mv. som nævnt ovenfor.</p> <p>Baggrunden er, at en model med vurdering af eksisterende kystsikring hurtigt bliver ganske kompleks, da der kan være ganske store variationer i omfang og kvalitet af en sådan allerede etableret kystsikring.</p> <p>I forlængelse af det har teknisk rådgiver påpeget, at når man ikke har information og tegninger om deres udformning, alder mv., så bliver det svært at finde nogen rådgiver eller entreprenør der vil tage ansvar for 'genbrug' af murene.</p> <p>Juridisk rådgiver gør opmærksom på, at for et kommunalt fælles projekt er det et krav, at det er konkret. Det betyder at kystbeskyttelsesforanstaltningerne skal være rimelig veldefineret, og det ikke er nok at udstikke retningslinjer og dimensionskrav til kystmurene, som overlades til individuel udførelse.</p> <p>Det betyder ligeledes, at kystbeskyttelseslaget i sidste ende må tage ansvaret, og en af lagets første opgaver bliver at konkretisere, hvordan benyttelse af de eksisterende kystmure kan realiseres.</p>
<p>Referencer</p>	<p>/1/ Skitseforslag til kystsikring i Taarbæk – Skitserapport, EKJ-H&amp;K-DHI, april 2023 <a href="https://www.ltk.dk/media/5865/download?attachment=">https://www.ltk.dk/media/5865/download?attachment=</a></p> <p>/2/ Kystsikring af Taarbæk – bidragsmodeller og organisering, Horten, marts 2023. <a href="https://dagsordener.ltk.dk/vis/pdf/bilag/0bd5a033-9a79-42eb-a97e-49305ae2110e/?redirectDirectlyToPdf=false">https://dagsordener.ltk.dk/vis/pdf/bilag/0bd5a033-9a79-42eb-a97e-49305ae2110e/?redirectDirectlyToPdf=false</a></p> <p>/3/ Juridisk FAQ, oktober 2023 <a href="https://www.ltk.dk/media/5935/download?attachment">https://www.ltk.dk/media/5935/download?attachment</a></p>





	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Behovet for kystbeskyttelse</li><li>2) Økonomiske hensyn ved projekter omfattet af kapitel 1 a. (Kommunale fællesprojekter)</li><li>3) Kystbeskyttelsesforanstaltningens tekniske og natur- og miljømæssige kvalitet</li><li>4) Rekreativ udnyttelse af kysten.</li><li>5) Sikring af den eksisterende adgang til og langs kysten.</li><li>6) Andre forhold</li></ol> <p>Ved en evt. tilladelse til en kystbeskyttelsesløsning skal myndighederne foretage ovennævnte afvejning.</p>
<p>Hvad indebærer et kommunalt fællesprojekt?</p>	<p>Nedenfor en række egenskaber, der karakteriserer et kommunalt fælles projekt:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kystbeskyttelseslovens kap. 1 a giver kommunen en række kompetencer til at sikre kyststrækninger mod oversvømmelse og erosion. En af de kompetencer giver kommunerne mulighed for at træffe beslutning om etablering af fælles kommunale kystbeskyttelsesplaner</li><li>• Forudsætningerne for at etablere et kommunalt fællesprojekt er, at der først og fremmest skal være et kystbeskyttelsesbehov, altså en trussel som det kan betale sig at sikre sig imod i forhold til de skadesomkostninger, der forventes at indløbe, såfremt man vælger ikke at etablere kystbeskyttelse. Det vil være afgørende for beslutning om etablering af fælles kystbeskyttelse, at der er et ønske lokalt om at finde en fælles løsning. Hvor bred en opbakning, der er nødvendig for at kunne træffe en beslutning, afgør kommunalbestyrelsen</li><li>• Finansiering – nytteprincip. Denne adgang giver mulighed for at inddrage alle grundejere, der opnår en beskyttelse, eller anden fordel af et sådant anlæg i finansieringen. De er således forpligtet til at betale bidrag til projektet, og hvis der oprettes et kystbeskyttelseslag, at være medlem af laget. Kommunen afgrænser, hvilke ejendomme, der beskyttes eller opnår anden fordel</li><li>• Løsning – omkostningseffektiv. I et kommunalt fællesprojekt skal det vurderes, om omkostningerne til kystbeskyttelsesforanstaltningen står mål med de værdier, som ønskes beskyttet. Projektet skal derfor være økonomisk optimeret i forhold til behovet for beskyttelse. Hensynet er, at den enkelte borger ikke skal kunne tvinges til "overbeskyttelse"</li><li>• Tvungen deltagelse - også grundejere der ikke umiddelbart ønsker at deltage i en fælles kystbeskyttelse. Baggrunden for dette mandat er, at kystbeskyttelse og</li></ul>



	<p>oversvømmelsessikring ikke er stærkere end det svageste led. For at opnå en effektiv sikring kan det derfor være nødvendigt at gennemtvinge projektet</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kommunen (kommunalbestyrelsen) beslutter projektet. Et fælles kommunalt kystbeskyttelsesprojekt omfatter beskyttelse af flere ejendomme, og det er i princippet kommunen, der beslutter projektets udformning. Dvs., at det er kommunalbestyrelsen, der i sidste ende tager stilling til, om det, borgerinddragelsesforløbet er nået frem til, skal etableres. Der kan ikke af kommunen vedtages en ramme for kystbeskyttelse, som den enkelte grundejer selv kan bestemme, hvordan udfyldes, eller om rammen ønskes helt eller delvist udfyldt. Kommunen vedtager efter høring af grundejerne på strækningen og andre interessenter et konkret projekt for kystbeskyttelse, som er det projekt, der skal etableres på strækningen</li><li>• Kommunalbestyrelse har tilkendegivet, at man kun ønsker at arbejde videre med et fælles projekt, hvis der er bred opbakning blandt de berørte grundejere.</li></ul> <p>For yderligere information henvises til KBL og FAQ-en (Refs. /1/ og /2/).</p>
<p>Formel proces for et kommunalt fællesprojekt</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Opstart</li><li>2) Udtalelse fra Kystdirektoratet</li><li>3) Kommunalbestyrelsens beslutning om at fremme/ikke fremme</li><li>4) Kystbeskyttelseslag kan dannes med stiftende generalforsamling, vedtægter, bestyrelses etc.</li><li>5) Udarbejdelse af konkret projekt</li><li>6) Høring over projektet – herunder borgermøde</li><li>7) Vedtagelse af projektet</li></ol> <p>De berørte grundejeres tilkendegivelse skal indgå i beslutningsgrundlag til pkt. 3.</p>
<p>Referencer</p>	<p>/1/ Kystbeskyttelsesloven (KBL) kapitel 1a <a href="https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2024/73">https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2024/73</a></p> <p>/2/ Juridisk FAQ, oktober 2023 <a href="https://www.ltk.dk/media/5935/download?attachment">https://www.ltk.dk/media/5935/download?attachment</a></p>