

# **Kysttekniske spørgsmål og svar på de fremlagte løsninger til kystbeskyttelse**

Problemstillinger, definitioner mv. i tilknytning til etablering af fælles kystbeskyttelse



# Forord

*Forløbet med udvælgelsen af kystbeskyttelsesløsninger under skitseprojektet for kystsikring i Taarbæk tog udgangspunkt i et debatoplæg om, hvordan Taarbæk skal møde Øresund i fremtiden. Oplægget indeholdt 4 forskellige strategier og eksempler på kystbeskyttelsesmetoder, der har fundet anvendelse andre steder i Danmark og ude i verden.*

*Repræsentanter for de forskellige interessenter i Taarbæk, der enten bor ud til kysten eller anvender vandet til rekreative og sportslige formål, var inviteret til at deltage i debatten, som forløb over to scenarieværksteder. På det første blev strategierne diskuteret i grupper, og plusser og minusser blev vendt. På det andet kom interessenterne med forslag til visioner og løsninger til, hvordan Taarbæk kan møde udfordringerne med stormfloder og forventninger til stigende havvand, så der tages hensyn til både byens beskyttelse og til rekreative formål.*

*Teknisk rådgiver arbejdede videre med oplæggene og kom med en række løsningsforslag til både kystbeskyttelses- og rekreative anlæg. Løsningerne blev præsenteret på et borgertopmøde, og gennem en afstemningsmetode blev der givet indikationer på, hvordan Taarbæks borgere så på løsningsforslagene. Herefter blev løsningerne yderligere tilrettet og konkretiseret i tre helhedsløsninger til fælles kystbeskyttelse.*

*De kystbeskyttelsesløsningerne er, sammen med oplæg til bidragsmodeller og organisering, blevet præsenteret på et borgermøde, sammen med forvaltningens oplæg til i første omgang at inddrage de oversvømmelsestruede på strækningen fra Bellevue til Nordlyvej lige nord fra havnen.*

*Det møde afstedkom en række spørgsmål fra deltagerne, som har betydning for det næste skridt mod en fælles løsning: et dispositionsforslag til kystbeskyttelse, som der i overvejende grad kan skabes opbakning til med de berørte borgere. Vi har forsøgt at uddybe svar til de spørgsmål der blev rejst i denne 'FAQ'.*

## **Kystbeskyttelsesloven** (kap.1, §1)

**Formålet** med kystbeskyttelse er at beskytte mennesker og ejendom ved at reducere risikoen for oversvømmelser eller kystnedbrydning fra havet, fjorde eller andre dele af søterritoriet.

Dette formål varetages ved en afvejning af følgende **hensyn**:

- 1) Behovet for kystbeskyttelse
- 2) Økonomiske hensyn ved projekter omfattet af kapitel 1 a
- 3) Kystbeskyttelsesforanstaltningens tekniske og natur- og miljømæssige kvalitet
- 4) Rekreativ udnyttelse af kysten
- 5) Sikring af den eksisterende adgang til og langs kysten
- 6) Andre forhold

# Spørgsmål og svar

## Havnes betydning for kystbeskyttelsen

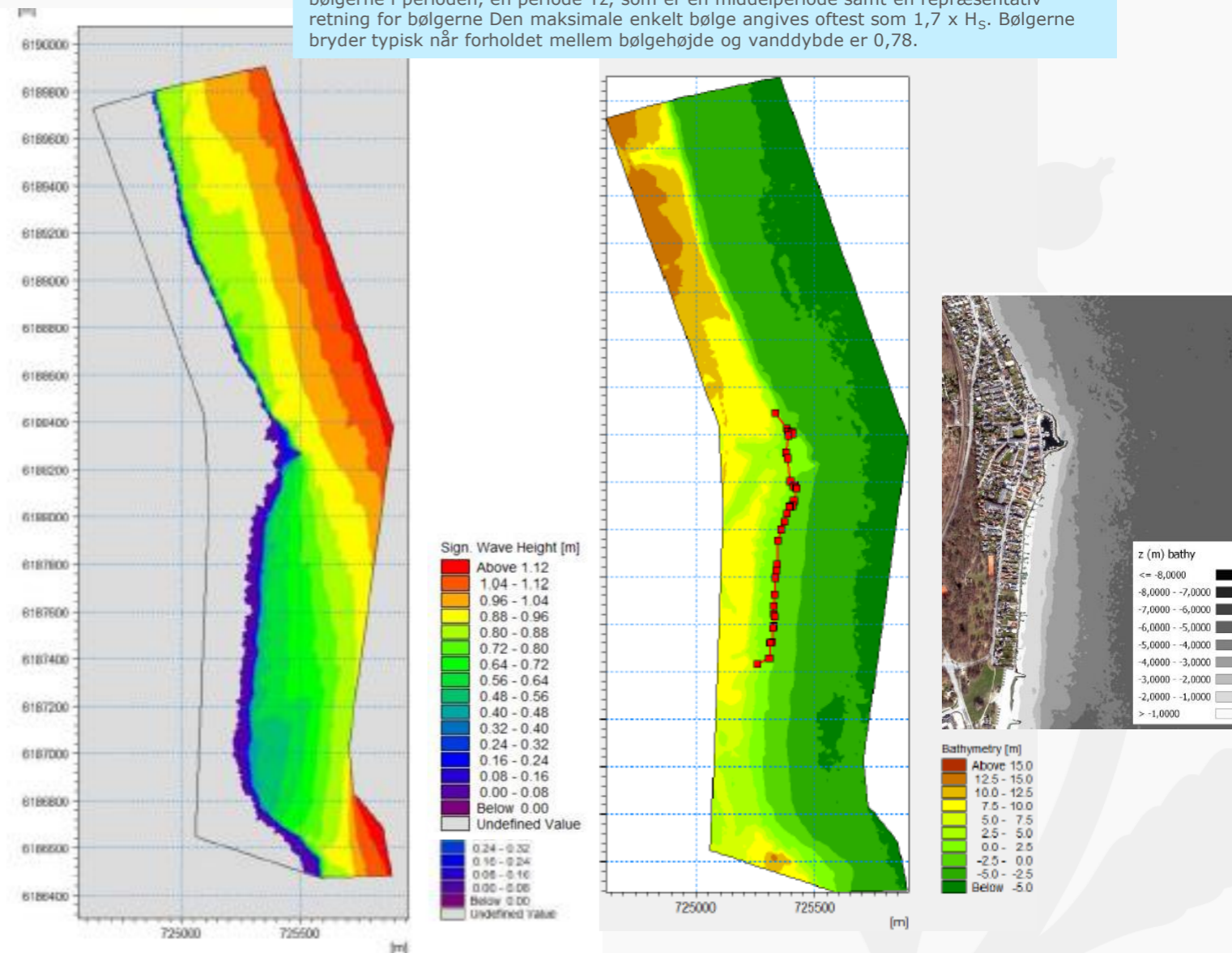
*Beskytter havnens mole for bølger fra nord under stormflod?*

Stormen Bodil gik hårdt ud over især den nordlige mole pga. høj vandstand i kombination med kraftige bølger og dønninger fra nord. Lige syd for havnen observeredes ingen nævneværdige bølger, men nede ved Ole Steffens Vej var der bølgeoverskyl af en mur med krone i +2.2 m, lyder øjenvidneberetninger. Havne er af natur udsatte og fungerer som læskærm afhængig af bølgeretning. De nævnte observationer under ekstreme forhold, som ved Bodil er således ikke overraskende. Kysten syd for havnen er under sådanne forhold generelt mindre eksponeret for de meget nordlige bølger, men man vil stadig kunne opleve en vis grad af bølger i området væk fra havnen under de nordlige stormfloder alt efter, hvor meget bølgenes retning varierer under stormfloden. Havnen ligger på en lille pynt og kysten syd for drejer syd- sydvest, hvilket til en vis grad øger beskyttelsen.

Illustration yderst til højre viser fordelingen af bølgehøjder langs kysten, udtrykt ved den signifikante bølgehøjde. De to næste illustrationer viser topografi/vanddybder, dels i farveintervaller af 2.5m og murforløb, samt målte vanddybder i intervaller af 1m. For at inkludere et sandsynligt udfaldsrum af storme fra nord, har teknisk rådgiver benyttet tre retninger: bølger kommende fra stik nord ( $0^\circ$ ) og nordnordøst ( $10^\circ$  og  $20^\circ$ ) i opstillingen af designkriterie for kystbeskyttelsen. Der benyttes typisk en bølgehøjde et lille stykke udfor kysten/kystsikringen, når man regner på bølgeoverskyl.

Der vil altid ligge en vurdering af, hvad man lægger til grund og hvad man trækker ud af analyserne for at inkludere en sikkerhedsmargin. Teknisk rådgivers overvejelser, som har ledt til de anbefalede sikringskoter, repræsenterer et lavt risikoniveau for oversvømmelse, så der kan soves trygt om natten, og ser det som et optimum for de kystsikringsløsninger der betragtes.

Signifikante bølgehøjde  $H_s$ , er defineret som gennemsnittet af den højeste 1/3 af bølgerne i perioden, en periode  $T_z$ , som er en middelperiode samt en repræsentativ retning for bølgerne. Den maksimale enkelt bølge angives oftest som  $1,7 \times H_s$ . Bølgerne bryder typisk når forholdet mellem bølgehøjde og vanddybde er 0,78.



Figur 18 Fordelingen af bølgehøjder langs kysten ved Taarbæk for en belgelindfaldsvinkel på  $10^\circ$  for en 100-årshændelse for stormflod ved en 60 m vandstandsstigning (om o.a. 60 år).

# Spørgsmål og svar

## Historiske stormflodshændelser og skadesbillede

*Hvor slem var Bodil-stormen (2013)?*

COWIs undersøgelse (2018) vurderede Bodil-stormen til en 250-års hændelse og DHI (2023) under skitseprojektet hér til en 500-års hændelse.

Stormrådet (COWI 2018) rapporterede skader for 7 millioner kroner fordelt på 16 sager i Taarbæk. Ifølge samtaler med oversvømmelsesramte borgere varierede omkostningerne fra 5 til 6-cifrede beløb omfattende både skader på udendørsinventar og indenfor i husene.

Skaderne blev forårsaget dels af oversvømmelser og bølgeopskyl fra havet, dels indtrængning af havvand gennem kloaksystemet, som blev yderligere forstærket på grund af pumpestop.

*For at estimere effekten af de forventede havvandsstigninger fra klimapåvirkninger på oversvømmelsesbilledet er der kørt simuleringer af en 100-års storm, med en dynamisk model der udover vandstandsstigninger genereret af stormflod sammen med havvandstigning inkluderer effekten af opstuvet vand fra bølger og bølgebrydning. Resultaterne fra modelkørsler med forskellige havstignings niveauer fremgår i figuren til højre.*

Havstigning: 0 cm

35 cm

50 cm

100 cm



# Spørgsmål og svar

## Kystbeskyttelsesmetoder væk fra kysten

Hvorfor er de kystparallelle bølgebrydere og rev valgt fra?

De argumenter som teknisk rådgiver har fremført som baggrund for at fravælge den type som kystbeskyttelsesmetode i Taarbæk er følgende:

- bølgebrydere der ved normal vandstand er dykkede for at virke mindre udsigtsforstyrrende, har begrænset bølgebrydende effekt under stormflod da vanddybden over disse vil være høj og brydningen således ikke effektiv
- de dykkede bølgebrydere virker bedre desto bredere og længere de er
- Badesikkerhed pga. overskyl kan skabe strømhvirvler og ved enderne strømhuller
- sejladsikkerhed, risiko for påsejling/grundstødning

Det er også blevet nævnt at det er blevet vanskeligere at få de overordnede myndigheders (Kystdirektoratets) accept af den type, da der er en præference for blød kystbeskyttelse som samtidig tager hånd om erosion. Sidstnævnte kan opfattes at være lidt "skævvredet", og kystdirektoratet som sådan ikke er myndighed, hvis det drejer sig om bølgebrydere/rev som kystbeskyttelse, selvom de er placeret på søterritoriet. Men generelt kræves dokumentation for, hvordan kystbeskyttelsesforanstaltninger påvirker kysten og også indvirker på nabokyststrækningerne. De kystparallelle bølgebrydere kræver nok lidt flere kystmorfologiske analyser, og på den måde kan være mere 'administrativt' tunge .

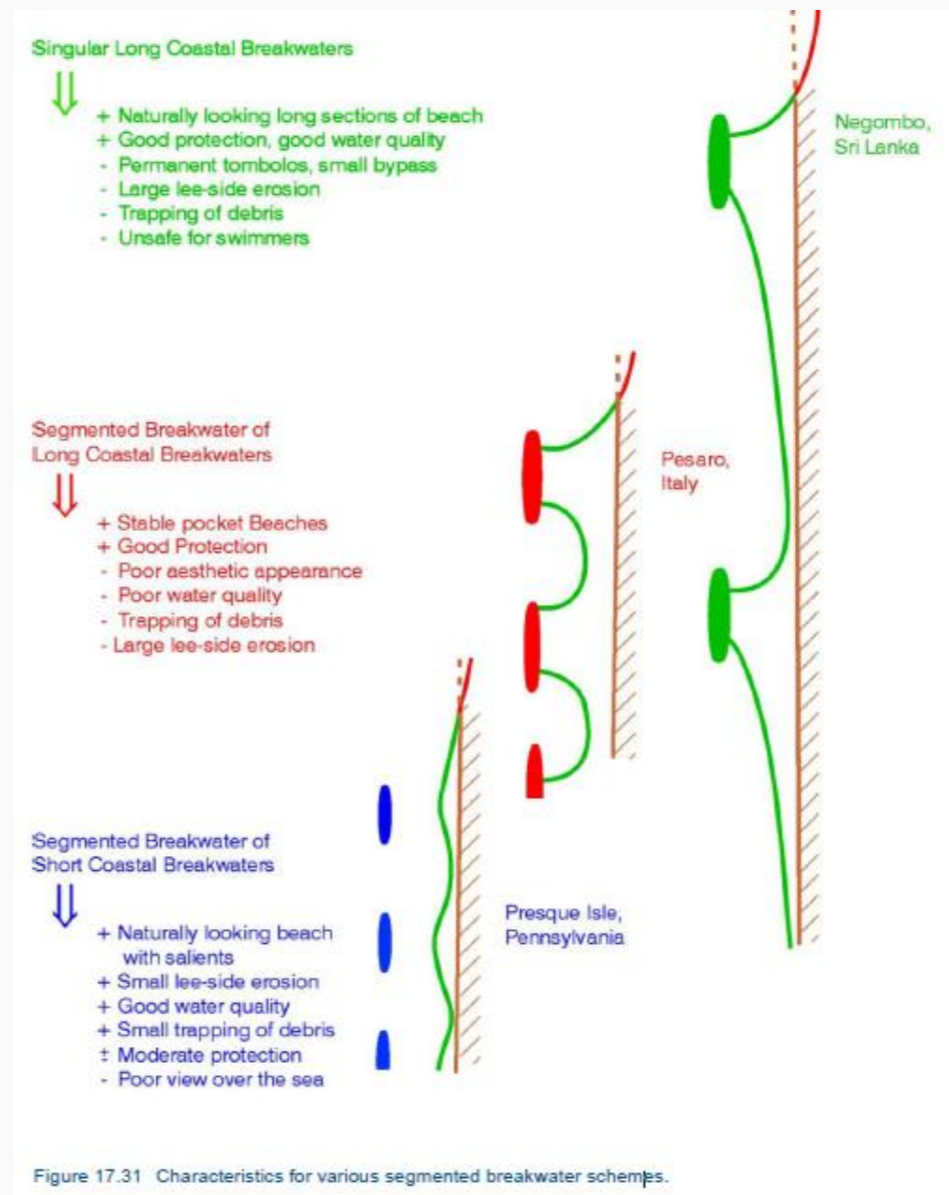


Figure 17.31 Characteristics for various segmented breakwater schemes.

De viste eksempler på kystudviklinger bag en serie af kystparallelle klassiske bølgebrydere (stikker op over vandoverfladen) er betinget af, at der foregår en materialevandring langs kysten, og illustrerer, at afstanden imellem dem og afstanden til kysten spiller ind. Figuren er lånt fra: Shoreline management guidelines, DHI, 2017

# Spørgsmål og svar

## Kystbeskyttelsesmetoder væk fra kysten

*Hvorfor er de kystparallelle bølgebrydere og rev valgt fra? (forts.)*

Bølgebrydere virker ikke som en direkte stormflodssikrende løsning. Den måde de virker på er, at de får materialevandringen langs kysten til at lægge sig mellem kysten og bølgebryderen. De dykkede bølgebrydere har ikke samme effektivitet, som ikke dykkede bølgebrydere, med hensyn til at holde på sandet og dermed opbygge en ny strand med tiden, hvis der finder en materialevandring sted. De senere år er det mest strandfodringen ved Bellevue, der har bidraget til den. Det vil kunne medføre at man med tiden, så skulle uddybe en sejlrende for at Jollehavnen kan benyttes, og skulle det vise sig nødvendigt må det forventes, at der samtidig er blevet opbygget en strand langs kysten.

Man kan forestille sig, at jo bredere og længere de er, jo flere sten skal der fragtes hertil og jo dyre bliver den. Det samme gælder jo højere bølgebryderen/revet er, og de samme betragtninger vil selvfølgelig gøre sig gældende for stensætninger langs mure/kysten.

På Kystdirektoratets hjemmeside kan du finde en vejledning om kystbeskyttelsesmetoder, hvor også bølgebrydere er omtalt på side 58-62 med fordele og ulemper:  
<https://kyst.dk/media/80401/vejledningomkystbeskyttelsesmetoder18-11.pdf>

Specifikt om dykkede bølgebrydere se s 236 i Shoreline Management Guidelines som kan downloades fra:  
<https://training.dhigroup.com/download-shoreline-management-guidelines/>

Referencer/links til materiale fra tidligere møder med borgere og interessenter i Taarbæk, hvor kystparallelle bølgebrydere og stenrev har været nævnt og diskuteret:

1. Debatoplæg til fremtidsscenarier for kystsikring af Taarbæk (april 2022), side 11: <https://www.ltk.dk/media/4607/download?attachment>
2. Resultater fra scenariværksted d. 30. april 2022, side 7, 10, 14 og 15: <https://www.ltk.dk/media/4608/download?attachment>
3. Udpluk fra referater fra gruppeopgaver med at lave egne scenarier på scenariværksted d. 22 maj 2022 :
  - Gruppe 1:
    - Enighed om at udsyn over vandet skal bevares. En bølgebryder skal være meget lav. Hele gruppen var opmærksom på, at den i så fald ikke bryder bølgerne ved kraftig pålandsvind under højvande.
    - Gruppen ønsker mere teknikerviden om sandtransporten og hvordan bølgebrydere vil påvirke den.
  - Gruppe 2:
    - Området ud for Jollehavnen ønskes styrket ved at etablere en Robinson Kruse øen (side 15 i resultater fra scenariværksted d. 30. april 2022)
  - Gruppe 3:
    - Der etableres et stenrev til overfladeniveau foran ejendommene fra Bellevue til Jollehavnen. Revet etableres under normalt havniveau og tjener som bølgebryder. Revet bidrager til biodiversiteten
  - Gruppe 4:
    - I område 3 må eksperterne ind over og vurdere stabilitet af eksisterende stensætning og hvordan den kan erosionsbeskyttes, f.eks. evt med kystparallel bølgebryder
1. Materiale til Borgertopmødet d. 4 september, side 27 og 37 (med argumenter hvorfor de løsningsmetoder er fravalgt): <https://www.ltk.dk/media/4876/download?attachment>
2. Resultater fra afstemningerne på Borgertopmødet, side 18, 19, 20, pkt.11/side 32, pkt. 18 og 22/side 33, pkt. 2/side 36, pkt. 3/side 39, pkt.12/side 42 : <https://www.ltk.dk/media/4878/download?attachment>

# Spørgsmål og svar

## Beskyttelsesforanstaltninger mod oversvømmelse

*Hvorfor er der ikke en tilgang a la 'shared spaces', altså at lade vandet komme ind og beskytte enkelt boligerne/værdier i stedet?*

Man inviterer ikke bare vandet ind - man inviterer højvandet og oversvømmelsestruslen ind - hvilket øger kravet til at beskytte bygninger idet periferien, hvor der er oversvømmelsestrussel øges. Det er noget andet end, hvis man f.eks. udlægger arealer til regnvandsbassiner og lignende ved skybrudshåndtering eller ved overskuelige mængder af overskyl fra havet - i det tilfælde styrer man, hvor vandet skal løbe hen.

En af de 4 strategier i debatoplægget, som blev diskuteret på de indledende scenarieværksteder, var 'Vi lader vandet komme ind' med underteksten: 'Hvis man tør løbe an på det, kan man også vælge at indstille sig på, at der en gang imellem - tiere og tiere - kommer vand ind i byen, og ind til nogle af husene.' Men der viste sig ikke stemning for den metode, da det på lidt længere sigt, må formodes at skulle mure rundt om enkelt matrikler, og dermed resultere i et borglignende præg med kanaler. Der blev spøget med "at så kunne vi ro ned til købmanden".

Hvis man som strategi vil beskytte ejendommene med fleksible foranstaltninger i stedet for mure, så det mere har præg af et beredskab, er det tvivlsomt, at det kan betragtes som et fælles kommunalt kystbeskyttelsesprojekt. De orienterer sig mod faste løsninger, som har til formål både at sikre mod oversvømmelse og forhindre yderligere erosion af kysten.