

DRAGØR KOMMUNE

DRAGØR KLIMAROBUST KYSTKOMMUNE

ALTERNATIVER PÅ NORDSTRANDEN
NOTAT

ADRESSE COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

INDHOLD

1	Indledning	1
2	Forudsætninger	2
2.1	Delstrækninger	2
2.2	Udbudsdokumenter bilag 7 og 8	3
2.3	Vanddybder	5
2.4	Vandstande	6
2.5	Enhedspriser	7
2.6	Øvrige forudsætninger	8
3	Sikringsforslag	9
3.1	Det eksisterende dige	10
3.2	Forlandsløsning	10
3.3	Fladt forland	11
3.4	Forhøjet dige	12
3.5	Forhøjet dige og stenpude	13
3.6	Konklusion	15
4	Referencer	16

1 Indledning

Formålet med nærværende opgave er at afklare og udfolde forskellen mellem borgenes umiddelbare ønsker på Nordstranden i forhold til den løsning, der er en del af Arkitema/COWIs forslag i udviklingsplanen. Derudover skal det vurderes hvilken sikkerhed der opnås, såfremt man forhøjer det eksisterende dige

PROJEKTNR.

A231453

DOKUMENTNR.

002

VERSION

1

UDGIVELSESDATO

30-08-2021

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

HSV

KONTROLLERET

OJJ

GODKENDT

JIJ

med 40-45 cm til kote 2,1 m DVR 90 og hvilken effekt man kan forvente ved at etablere evt. bølgereducerende tiltag foran diget.

Der udarbejdes en beskrivelse af:

- > Løsningen i udviklingsplanen, sikringskoter, bølgetillæg mm.
- > En forhøjelse af det eksisterende dige til kote 2,1 m DVR 90.
 - > Vurdering af sikkerhed i forhold til situationen i dag og i 2050, inkl. forventet bølgetillæg ved stormflodshændelser.
 - > Vurdering af muligheder og effekt af tiltag til at reducere bølgetillægget. Dette kan være fladt forland med skråningsbeskyttelse eller at etablere et fordige, evt. i sten til at reducere bølgehøjden ved diget.
- > Der udarbejdes 3 snit som borgerne ved Nordstranden har ønsket:
 - > A) forhøjelse af dige.
 - > B) dige med fladt forland/skråningsbeskyttelse.
 - > C) dige med fordige (alle disse diger er for forhøjelsen af det eksisterende dige til +2,1 m DVR90).
- > Der udarbejdes et groft prisoverslag for de 3 løsninger på samme niveau som for udviklingsplanen.

Dette er nærmere beskrevet i kapitel 3. I kapitel 2 er de forudsætningerne for vurderingerne beskrevet.

En forudsætning for at forstå nærværende notat er grundigt kendskab til forudsætningerne for opdraget i Dragør Kommunes Konkurrenceprogram *Klimarobust Kystkommune* fra marts 2020, [Ref. 1], samt Arkitema/COWIs løsningsforslag fra november 2020, [Ref. 2] og udviklingsplanen fra august 2021, [Ref. 3].

2 Forudsætninger

Materialet fra parallelkonkurrencen og igangværende arbejde på udviklingsplanen danner grundlaget. De hydrauliske forudsætninger baseres på de i konkurrenceudd budet foreliggende analyser (Niras rapporter i hhv. Bilag 6 og 7), dvs. der udarbejdes ikke nye analyser for hhv. vandstand og bølger for en 100 års hændelse i år 2100. Hvis andet ikke er angivet er koter og vandstande angivet i forhold til DVR90, og bølgehøjder er signifikante bølgehøjder.

2.1 Delstrækninger

Nedenfor i Tabel 1 ses en oversigt over områderne og de tilsvarende delstrækninger.

Tabel 1 Oversigt over delstrækninger.

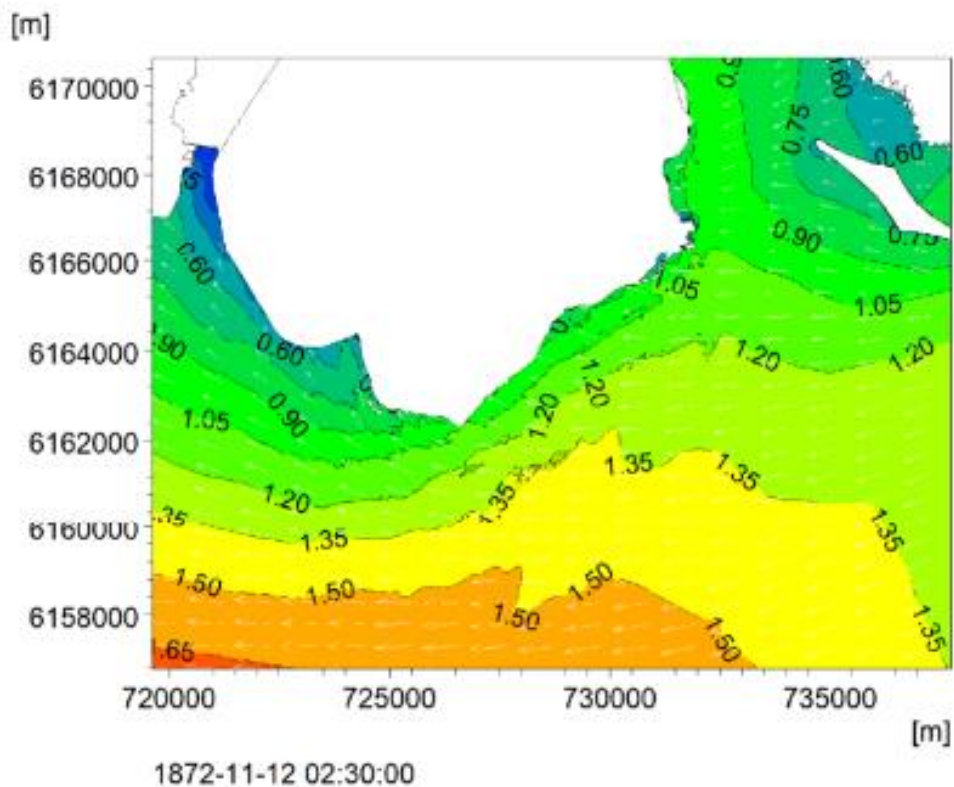
Område	Delstrækning
Dragør Nordstrand	1
Dragør By	2
Dragør By til Søvang	3
Søvang	4
Søvang til Kongelunden	5 og 6

2.2 Udbudsdokumenter bilag 7 og 8

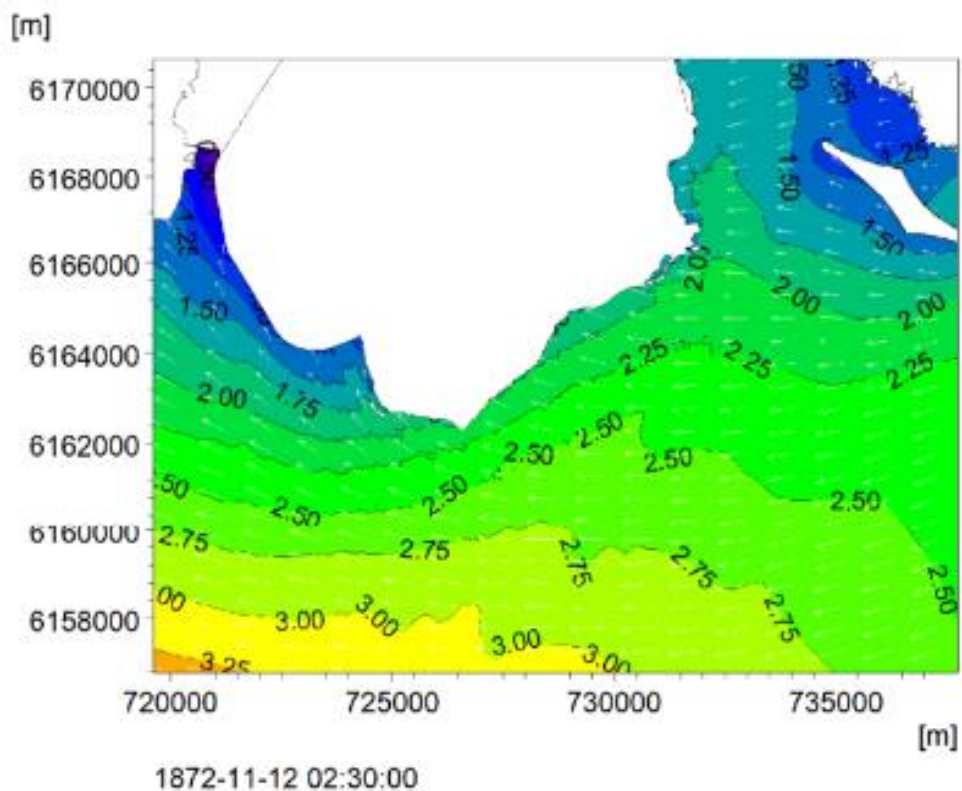
I Tabel 2 samt Figur 1- Figur 4 ses den hydrauliske basis fra hhv. [Ref. 4] og [Ref. 5], som danner grundlag for den efterfølgende vurdering af de fremtidige sikringernes koter mv.

Tabel 2 Vandstande fra tabel 4.1 i [Ref. 5].

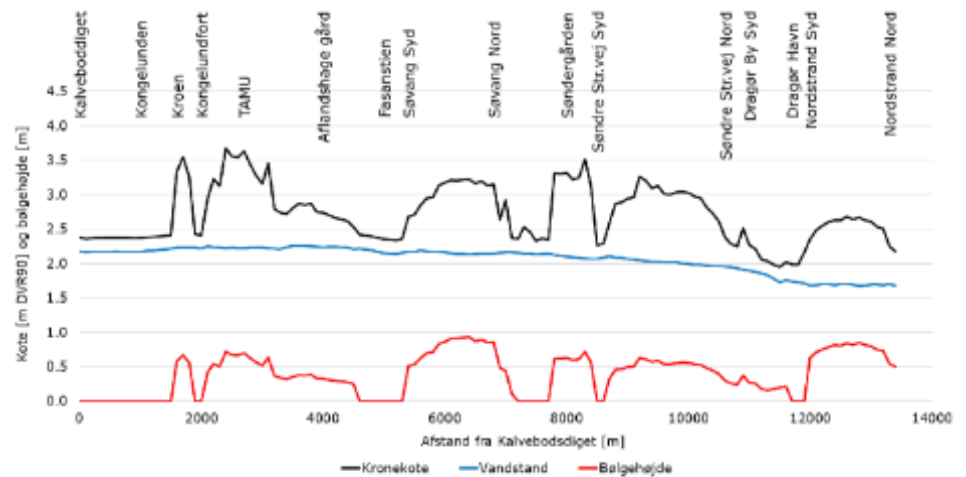
Lokali- tet/ stræk- ning	Vandstandskoter i m DVR90					
	Sikringsniveau					
	100 års returperiode i år 2050 [+m DVR90]			500 års returperiode i år 2050 [+m DVR90]		
	I dag	2050	2100	I dag	2050	2100
Kongelun- den og Kalvebodvej (indtil Af- landshage)	2,0	2,2	2,8	2,9	3,1	3,9
Fælledvej (fra Af- landshage)		2,15			3,0	
Søvang		1,95			2,9	
Grøften		1,9			2,8	
Søndre Strand		1,85			2,7	
Dragør	1,5	1,75	2,2	2,2	2,6	3,0
Dragør Nordstrand		1,65			2,5	



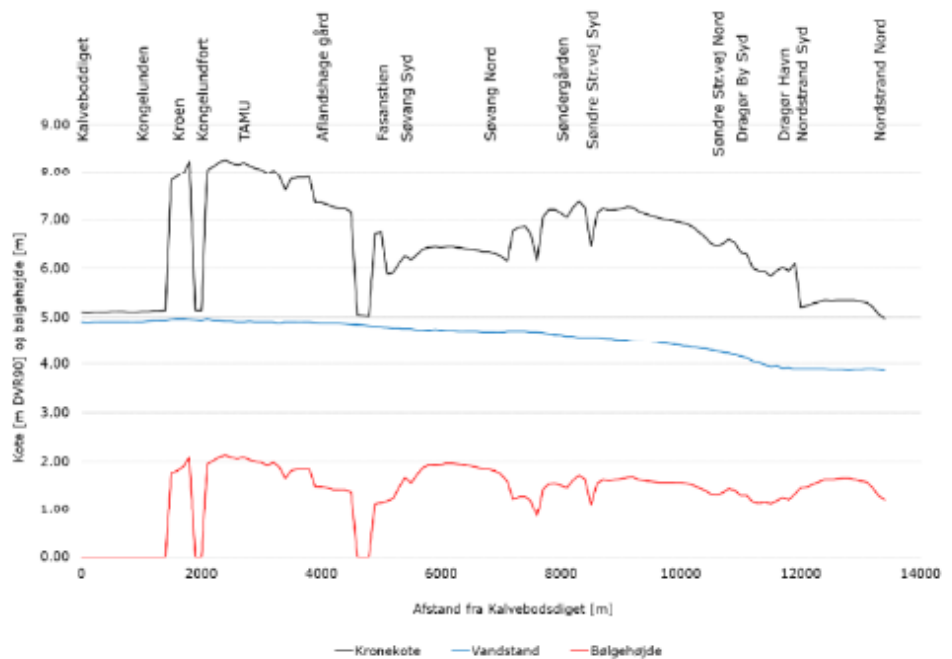
Figur 1 Signifikante bølgehøjder og retning for en samtidig 100 års stormflodshændelse i 2050 fra figur 2.8 i [Ref. 4].



Figur 2 Signifikante bølgehøjder og retning for en samtidig 10.000 års stormflodshændelse i 2050 fra figur 2.9 i [Ref. 4].



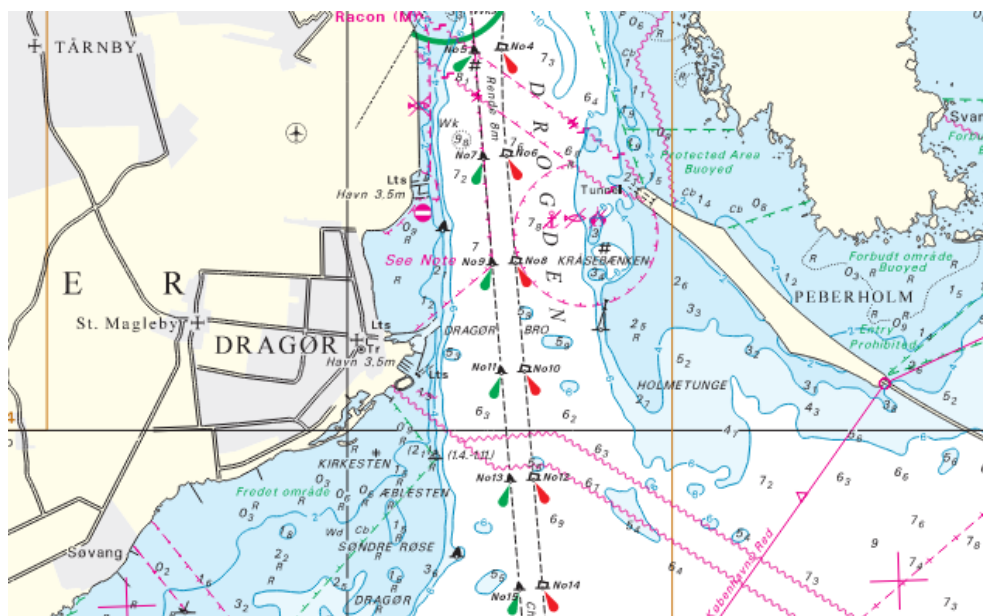
Figur 3 Vurderet kronenkote, vandstand og signifikante bølgehøjder for en 100 års stormflodshændelse i 2050 fra figur 3.1 i [Ref. 4].



Figur 4 Vurderet kronenkote, vandstand og signifikante bølgehøjder for en 10.000 års stormflodshændelse i 2050 fra figur 3.1 i [Ref. 4].

2.3 Vanddybder

Nedenfor i Figur 5 ses et søkort ved den nordlige del af Dragørs kyst. Det ses at der er relativt fladt ved Nordstranden, og ca. 0,0 m til -1,5 m vanddybde ved eksisterende og fremtidige diger/forland.



Figur 5 Søkort med havdybder ud for Dragør Nordstrand.

2.4 Vandstande

Fra år 2050 til år 2100 forventes en havspejlsstigning på ca. 0,5 m jf. IPCCs seneste vurderinger. I Tabel 3 ses de forventede 100 års vandstande i dag, i år 2050 samt i år 2100 baseret på [Ref. 4] og [Ref. 5].

Tabel 3 100 års vandstande (DVR90) på de forskellige delstrækninger i dag, i år 2050, [Ref. 4], og i år 2100.

Delstrækning	1	2	3	4	5 og 6
I dag	+1,5 m	+1,7 m	+1,8 m	+2,0 m	+2,0 m
År 2050	+1,7 m	+1,9 m	+2,0 m	+2,2 m	+2,2 m
År 2100	+2,2 m	+2,4 m	+2,5 m	+2,7 m	+2,7 m

Ud for hver delstrækning er de signifikante bølgehøjder for en 100 års hændelse i år 2050 vurderet ud fra [Ref. 4], se Figur 1 og Figur 3, og angivet i Tabel 4. Disse er sammen med vandstanden brugt til at vurdere kronekoten. Bølgehøjderne i år 2100 er vurderet ud fra en forøget vandstand på de ekstra 0,5 m fra 2050 til 2100 og tilhørende forøgelse af bølgehøjde ud fra en dybdebegrænsningsbetragtning pga. den ekstra vanddybde, dvs. ca. 20-30 cm forøgelse af bølgehøjden.

Tabel 4 100 års signifikante bølgehøjder på de forskellige delstrækninger i år 2050, [Ref. 4], og i år 2100. Det bemærkes at disse bølgehøjder, særligt for år 2100, er behæftet med stor usikkerhed.

Delstrækning	1	2	3	4	5 og 6
År 2050	0,8 m	1,0 m	0,8 m	1,0 m	-*)
År 2100	1,1 m	1,2 m	1,1 m	1,2 m	-*)

*) Da beskyttelsen lægges på land er bølgerne her meget små.

2.5 Enhedspriser

I Tabel 5 er angivet de skønnede enhedspriser anvendt som grundlag for anlægsoverslagene for de foreslåede alternativer. Priserne er behæftet med usikkerhed, da faktiske enhedspriser bl.a. afhænger af markedet på udbudstidspunktet. Desuden er der særlig stor usikkerhed på de poster, hvor der ikke er udregnet mængder, da der endnu ikke er udført projektering, f.eks. højvand-slukker ved indsejling, klapsluser og lign.

Baseret på disse enhedspriser og mængder beregnet/skønnet for typiske tværsnit og antal øvrige poster på hver delstrækning er der udregnet et samlet anlægsoverslag for hver af disse. Derudfra er angivet en gennemsnitlig meter pris pr. delstrækning og længden af anlægget herpå. Disse overslag er givet i afsnit 3.1 til afsnit 3.5 for de forskellige forslag.

Tabel 5 Skønnede enhedspriser anvendt som grundlag for anlægsoverslaget.

Materiale/post	Enhedspris
Sand	125 kr./m ³
Ler/jord (impermeabelt)	200 kr./m ³
Filterdug	60 kr./m ²
Ral/filtersten	500 kr./m ³
Dæksten	600 kr./m ³
Muld	200 kr./m ³
Klapsluser (laguner) ¹⁾ Porte/manuelle højvandslukke på land ¹⁾ Vejramper over diger ¹⁾	200.000 kr./stk
Beplantning og lign.	100 kr./m ²
Mur (½-1 m over terræn på havnen)	10.000 kr./m
Murbeklædning	4.000 kr./m
Højvandslukke/port ved indsejling ²⁾	150 mio. kr./stk.
Højvandslukke/port ved indsejling i indre havn (Dansemolen) ²⁾	75 mio. kr./stk.
Mobilisering pr. delstrækning (anlægges separat)	300.000 kr./delstrækning
Mobilisering samlet for alle hele strækningen	1.000.000 kr.

¹⁾ Skønnet gennemsnitspris.

²⁾ Denne omkostninger skønnet helt overordnet og behæftet med stor usikkerhed.

2.6 Øvrige forudsætninger

Det bemærkes, at der i det følgende er gjort flere antagelser mht. vurdering af bølger og vandstande, der alene er skønnede størrelser, da der ikke foreligger

den nødvendige information. Fremskaffelse heraf vil kræve større analyser og modelleringer, der ikke er inkluderet i nærværende opgave.

Der er ikke lavet statistikker for hændelser under en 100 års hændelse ved Dragør Nordstrand i dette eller andre offentlige tilgængelige projekter. Derfor er vandstande for disse hændelser vurderet ud fra højvandsstatistikker fra omkringliggende lokaliteter - Københavns Havn, Drogden Fyr og Køge Havn - hvor disse findes fra Kystdirektoratets højvandsstatistik fra 2017, se Bilag A. I Tabel 6 er givet en opsummering af de antaget forhold ved Dragør Nordstrand.

Tabel 6 100 års vandstande (DVR90) på de forskellige delstrækninger i dag og i år 2050, [Ref. 4].

Nordstrand	100 års vandstand	100 års bølgehøjde	50 års vandstand ³⁾	20 års vandstand ³⁾	20 - 50 års bølgehøjde ⁴⁾	ca. 10 års hændelse ⁵⁾
I dag	+1,5 m	ca. 0,75 m	+1,45 m	+1,35 m	ca. 0,65 m	
År 2050	+1,7 m	0,8 m ¹⁾	+1,65 m	+1,55 m	ca. 0,7 m	+1,5 m vandstand og ca. 0,5 m bølgehøjde

¹⁾ Fra [Ref. 4].

²⁾ Skønnet ud fra en vurdering af ekstra vanddybde.

³⁾ I Bilag A ses, at der er ca. 5 cm vandstandsforstel mellem en 100 års og en 50 års hændelse for de tre lokaliteter, og ca. 10 cm forskel mellem en 50 års og 20 års hændelse. Samme forskelle er antaget for Dragør Nordstrand.

⁴⁾ Denne bølgehøjde er skønnet helt overordnet ved en vurdering af vindhastighed, og fetch og vanddybde.

⁵⁾ Denne 10 års hændelse er skønnet dels pba. statistikker fra de øvrige lokaliteter i området og dels erfaringstal mht. bølgerne.

3 Sikringsforslag

I den følgende er de forskellige forslag ved Nordstranden beskrevet og typisk tværsnit er vist (på alle disse er havsiden mod venstre og landsiden mod højre).

Arkitema/COWIs forslag er en bred forlandsløsning som beskrevet i afsnit 3.2, mens løsninger foreslået af borgere fra Nordstranden dels er et fladt forland, afsnit 3.3, en forhøjelse af det eksisterende dige, afsnit 3.4, samt et forhøjet dige med en stenpude (permeabelt stenrev eller stendige) foran, afsnit 3.5.

Det bemærkes at den øvre grænse på koten på sikringen som foreslået af borgerne, er på +2,1 m som værende den maksimale højde af konstruktionen. Dvs. hvis diget skal forhøjet vil det kunne gøres vandtæt til +2,0 m med et 10 cm muldlag herpå, hvorfor sikkerheden skal vurderes ift. de +2,0 m i dette tilfælde og ikke +2,1 m.

Generelt bør koten på et dige eller lign. findes ved følgende simple formel:

Digekote:

*faktiske vandstand (stormflod + havspejlsstigning) + bølgeopskylshøjde + evt. fribord**

* Fribordet bør være min. 10 cm, men afhænger bl.a. af bredden af digekronen, robustheden på bagsiden af diget og hvad der ligger umiddelbart bagved.

3.1 Det eksisterende dige

Det eksisterende dige er i dag i kote ca. +1,7 m, dog enkelte steder lidt lavere (dette vil dog kunne genskabes således at der er +1,7 m hele vejen) og med en forsidehældning på ca. 1:4 ned til kote ca. 0,0 m.

Hvis der sker en mindre stormsituation med vandstand i +1,1 m og bølger på 0,3 m vil diget sandsynligvis akkurat kunne stå imod og vil ikke blive overskyllet. En sådan hændelse vurderes at være omtrent en 5 års hændelse i dag.

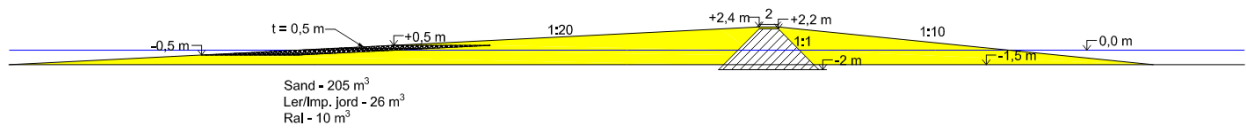
3.2 Forlandsløsning

Den af Arkitema/COWI foreslåede forlandsløsning vil være opbygget med en impermeabel kerne af enten ler eller ren impermeabel overskudsjord, et tilplantet top lag af sand tilpasset det æstetiske udtryk for delstrækningen samt en flad skråning på begge sider af forlandet. Hældningen på forlandets sider er 1:20 på havsiden og 1:10 på landsiden, se Figur 6.

For at reducere forlandets kronekoter mest muligt af hensyn til bevarelse af mest mulig udsigt, vil delstrækningen der har væsentlig bølgepåvirkning blive anlagt med bredt fremskudt forland ud for kysten. Således undgås opbygning med dyre dæksten og samtidig overholdelse af bølgeopskylskriterierne og en reduktion i kronekoterne i forhold til det i konkurrenceoplæggets Bilag 7 foreslåede, da bølgerne reduceres væsentligt inden de når hen over selve forlandet.

Denne løsning med en kote på +2,2 m (plus 10 cm muld) samlet vil sikre mod en 100 års hændelse frem til år 2050. En fremskudt forlandsløsning vil også relativt nemt kunne forhøjes med tiden i takt med at havspejlet i havet stiger (med ca. 0,5 m frem til år 2100 for et tilsvarende sikringsniveau). Desuden vil denne løsning, som også beskrevet nærmere i udviklingsplanen [Ref. 3], kunne håndtere stigende grundvand og skybrud i lagunen bag ved forlandet. Løsningen vil dog ændre den nuværende bugt der vil blive opdelt med en lagune hhv. en mindre bugt. Dette forland kan placeres tættere på kysten og sågar helt tæt på det eksisterende dige, men vi i så fald ikke kunne håndtere det stigende grundvand og skybrud, da lagunen således er forsvundet.

Denne løsning, Figur 6, er vurderet til at koste ca. 60 mio. kr. at anlægge (hertil skal lægges uforudsete udgifter, forundersøgelser, projektering, myndighedsbehandling mv., og ifølge Transportministeriets seneste anbefalinger bør der i budgetteringen således inkluderes et korrektionstillæg på 50 % for et projekt på nuværende stade).



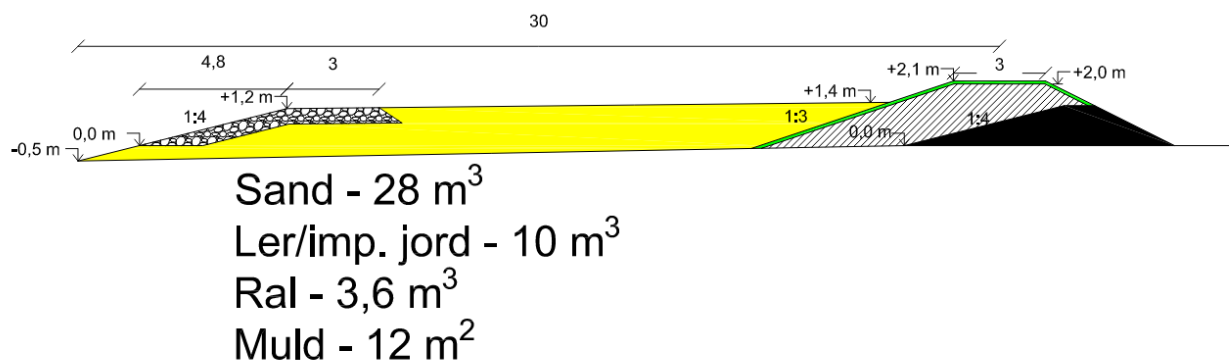
Figur 6 Tværsnit – fremskudt forland som foreslået i udviklingsplanen.

3.3 Fladt forland

Et af forslagene fra borgerne ved Nordstranden er et fladt forland. Et fladt forland i forbindelse med et forhøjet dige med maksimal kote på +2,1 m kunne opbygges som vist på Figur 7 neden, for at reducere bølgepåvirkningen mest muligt.

En 100 års hændelse i år 2050 har en vandstand på ca. +1,7 m og en bølgehøjde på ca. 0,8 m, se Tabel 6. Der er en vanddybde på ca. 0,5 m (1,7-1,2 m) henover det svagt skrånende forland. Dette vil reducere bølgens højde og påvirkning af selve digekronen. Men der vil stadig kunne eksistere en maksimal bølgehøjde på ca. 0,25 m højde på de ca. 0,3 m vand umiddelbart foran diget. Dette vil kunne give bølgeopskyl op til ca. 0,3 m over faktiske vandstand, dvs. op til +2,0 m. Men i praksis må man regne med, at der periodevis vil ske en vis opstuvning af vand på forlandet, så der vil ske begrænset bølgeopskyl, men dette vurderes som værende meget begrænset og formentlig acceptabelt. Hvis vandstanden er ca. 10 cm mindre, dvs. +1,6 m, vil der blive et lille fribord, som vil kunne accepteres. Denne løsning vurderes således at kunne modstå en hændelse med en gentagelsesperiode på ca. 50 år i år 2050. Hvis dette forlands flade sandpude optimeres mht. bølgereduktion (gøres højere) vil man sandsynligvis kunne opnå næsten samme sikkerhed som forlandsløsningen beskrevet i afsnit 3.2. En præcis vurdering af reduktionen vil kræve mere detaljerede analyser og modellering. Denne løsning vil, hvis den forhøjes med ca. 30 cm til +2,4 m, kunne modstå en 100 års hændelse i 2050 som for forlandsløsningen beskrevet i afsnit 3.2. Denne løsning vil stort set bevare bugten som den er i dag, og vil også kunne forhøjes med ca. 0,5 m frem til år 2100. Løsningen vil dog ikke kunne håndtere forhøjet grundvand samt skybrud pga. den manglende lagune.

Anvendes de i afsnit 2.5 givne forudsætninger mht. enhedspriser mv. vurderes denne løsning, Figur 7, at koste knap 8.000 kr./m på de ca. 1.500 m, dvs. ca. 12 mio. kr. at anlægge (hertil skal lægges uforudsete udgifter, forundersøgelser, projektering, myndighedsbehandling mv., og ifølge Transportministeriets seneste anbefalinger bør der i budgetteringen således inkluderes et korrektionstillæg på 50 % for et projekt på nuværende stadi).



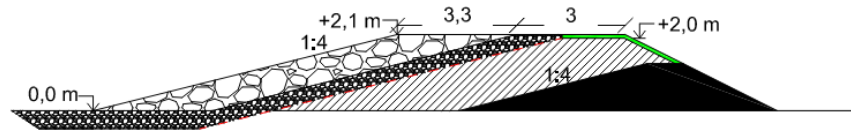
Figur 7 Tværsnit - fladt forland.

3.4 Forhøjet dige

Et andet forslag fra borgerne er en forhøjelse af det eksisterende dige til kote +2,1 m. Ved en sådan forhøjelse vil det, pga. den direkte bølgepåvirkning, være nødvendigt at beklæde diget med dæksten. Forhøjes diget til en maksimal kote på +2,1 m, som foreslået af borgere ved Nordstranden, vil dette kunne opbygges som vist på Figur 8.

En 100 års hændelse i år 2050 har en vandstand på ca. +1,7 m og en bølgehøjde på ca. 0,8 m, se Tabel 6. Bølgen vil ikke reduceres væsentligt inden den når selve diget. Dette vil kunne give bølgeopskyl op til ca. 0,9 m over faktiske vandstand, dvs. op til +2,6 m. Dette dige vil således ikke kunne klare en 100 års hændelse i år 2050. En 20 års hændelse i 2050 vurderes at have en vandstand på +1,55 m og en signifikant bølgehøjde på ca. 0,65 m, og en maksimal bølgehøjde på ca. 1,2 m. Dette giver bølgeopskyl op til ca. 0,8 m over faktiske vandstand, dvs. op til ca. +2,3 til 2,4 m. Haves en vandstand på +1,5 m og samtidige bølger på ca. 0,5 m højde, vurderes dette dige lige akkurat at kunne stå imod. En sådan hændelse vurderes at svare til ca. en 10 års hændelse i 2050. Denne løsning vil som for det flade forland beskrevet i afsnit 3.3 heller ikke kunne håndtere stigende grundvand og skybrud og vil i fremtiden skulle forhøjes mere end de 0,5 m frem mod år 2100 for også at kompensere for en øget bølgepåvirkning.

Anvendes de i afsnit 2.5 givne forudsætninger mht. enhedspriser mv. vurderes denne løsning, Figur 8, at koste knap 10.000 kr./m på de ca. 1.500 m, dvs. ca. 15 mio. kr. at anlægge (hertil skal lægges uforudsete udgifter, forundersøgelser, projektering, myndighedsbehandling mv., og ifølge Transportministeriets seneste anbefalinger bør der i budgetteringen således inkluderes et korrektionstillæg på 50 % for et projekt på nuværende stade).



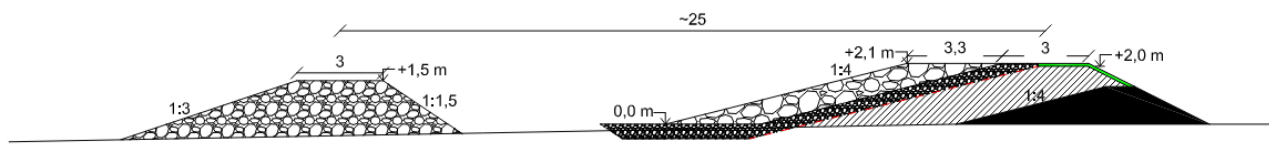
Dæksten - 7 m³
 RaI - 6,4 m³
 Ler/imp. jord - 9,4 m³
 Muld - 12 m²

Figur 8 Tværsnit – forhøjet dige med stenbeskyttelse.

3.5 Forhøjet dige og stenpude

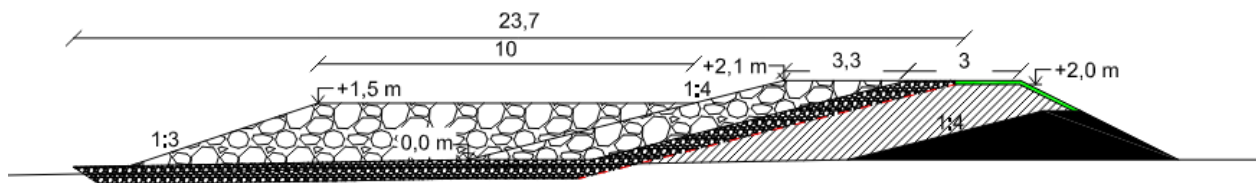
Borgerne ved Nordstranden har foreslået etablering af et fordige af sten til en lavere kote foran et forhøjet dige, som f.eks. vist på Figur 9. Stenpuden er vist opbygget til kote +1,5 m ud fra forslag fra borgere og kommunen. En sådan løsning, hvor der etableres et lavt stendige og vand mellem dette og sikringsdiget, har vist sig i fysiske modelforsøg at reducere bølgerne foran diget meget lidt. Hvis det skal virke til at reducere bølgerne tilstrækkeligt, vil det være nødvendigt af forhøje det op over stormvandspejlet og gøre det bredt. Dette vil derfor blive en dyr og stor løsning. Etableres stenpuden i stedet som en stenpude op af diget som et fladt forland, som vist på Figur 10, vurderes en sådan løsning sikringsmæssigt at være i samme størrelse som det flade forland som foreslået i afsnit 3.3. Dvs. nærværende løsning, Figur 10, vurderes således at kunne modstå en hændelse med en gentagelsesperiode på ca. 50 år i år 2050. Som for det flade forland vil en optimering mht. bølgereduktion (stenpude gøres højere) vil man sandsynligvis også her kunne opnå næsten samme sikkerhed som forlandsløsningen beskrevet i afsnit 3.2. En præcis vurdering af reduktionen vil kræve mere detaljerede analyser og modellering. Fordele og ulemper ved denne løsning er helt sammenlignelig med dem for det brede forland beskrevet i afsnit 3.3.

Anvendes de i afsnit 2.5 givne forudsætninger mht. enhedspriser mv. vurderes løsningen som vist på Figur 10 at koste knap 21.000 kr./m på de ca. 1.500 m, dvs. ca. 31 mio. kr. at anlægge (hertil skal lægges uforudsete udgifter, forundersøgelser, projektering, myndighedsbehandling mv., og ifølge Transportministeriets seneste anbefalinger bør der i budgetteringen således inkluderes et korrektionstillæg på 50 % for et projekt på nuværende stade).



Dæksten - 21 m³
 Ral - 6,4 m³
 Ler/imp. jord - 9,4 m³
 Muld - 12 m²

Figur 9 Tværsnit - forhøjet dige med stenbeskyttelse og stenpude foran diget.



Dæksten - 21,6 m³
 Ral - 10,5 m³
 Ler/imp. jord - 9,4 m³
 Muld - 12 m²

Figur 10 Tværsnit - forhøjet dige med stenbeskyttelse og stenpude som fladt forland foran diget.

3.6 Konklusion

I Tabel 7 herunder er de 4 beskrevne løsninger for Nordstranden opsummeret.

Tabel 7 Resumé af vurdering af foreslåede alternativer ved Dragør Nordstrand.

Alternativ	Topkote (sikringskote)	Skønnet sikkerhed i 2050	Enhedspris pr. m (kr./m)	Anlægsoverslag (mio. kr.)	Fordele (+) og ulemper (-)
Bred for- landsløs- ning, som beskrevet i Udviklings- planen	+2,4 m (+2,2 m)	100 års hændelse	ca. 40.000	ca. 60	+ Adaptiv til fremtidig sikring + Håndterer stigende grundvand + Håndterer skybrudsvand - Ændrer den nuværende bugts udtryk
Forhøjet dige med fladt for- land	+2,1 m (+2,0 m)	50 års hændelse	ca. 8.000	ca. 12	+ Adaptiv til fremtidig sikring + Ændrer ikke den nuværende bugts udtryk - Sikrer ikke til en 100 års hændelse - Håndterer ikke stigende grundvand - Håndterer ikke skybrudsvand
Forhøjet dige	+2,1 m (+2,0 m)	10 års hændelse	ca. 10.000	ca. 15	+ Ændrer ikke den nuværende bugts udtryk - Giver meget lav sikkerhed - Håndterer ikke stigende grundvand - Håndterer ikke skybrudsvand
Forhøjet dige med stenpude foran	+2,1 m (+2,0 m)	50 års hændelse	ca. 21.000	ca. 31	+ Adaptiv til fremtidig sikring + Ændrer ikke den nuværende bugts udtryk - Sikrer ikke til en 100 års hændelse - Håndterer ikke stigende grundvand - Håndterer ikke skybrudsvand

Som det fremgår ovenfor, vil det være nødvendigt med en ca. 1 m forhøjelse af det eksisterende dige for at dette vil kunne modstå en 100 års hændelse i 2050. Etableres i stedet løsninger der reducerer bølgehøjden inden disse når diget eller etableres et helt nyt forland, som foreslået i Arkitema/COWIs løsning, vil digeko-ten kunne reduceres.

Ønskes en mere præcis vurdering af risikoniveauet og optimering mht. dette er det nødvendigt med yderligere analyser, modellering, og statistikker om vand-standen lokalt ved Dragør.

Såfremt der vælges en løsning baseret på forhøjelse af det eksisterende dige i kombination med forland eller stensætning foran dette, kan der opnås en sikring op til en 100 års hændelse i år 2050, såfremt diget etableres op til samme kote som i udviklingsplanen 2,4 m (sikringskote 2,2). En sådan løsning vil dog ikke have de muligheder der ligger i løsningen med lagune i form af synergiløsninger for at løse problemer med stigende grundvand og skybrud.

4 Referencer

- Ref. 1 **Kommune, D.**
Klimarobust Kystkommune - Parallelkonkurrence om udvikling af Dragør som klimarobust kystkommune - Konkurrenceprogram
Marts 2020.
- Ref. 2 **Arkitema/COWI**
Morgendagens Dragør - Klimarobust Kystkommune - Parallelkonkurrence
November 2020.
- Ref. 3 **Arkitema/COWI**
Morgendagens Dragør - Klimarobust Kystkommune - Udviklingsplan
August 2021.
- Ref. 4 **Niras**
Stormflodssikring Dragør Kommune, Modellering af digekronekoter for en 100-års og en 10.000 års stormflodshændelse
2019.
- Ref. 5 **Niras**
Stormflodssikring Dragør Kommune, Teknisk-økonomisk-miljømæssig undersøgelse af de to overordnede digeløsninger med to forskellige sikringsniveauer
2017.

Bilag A Højvandsstatistikker fra Kystdirektoratet 2017

Nedenfor ses højvandsstatistikkerne fra Kystdirektoratet fra 2017 for hhv. Københavns Havn, Drogden Fyr og Køge Havn, der er de nærmeste stationer til Dragør, hvor der er udarbejdet statistikker.

58

Datablad

Københavns Havn

Hændelse [år]	20	50	100
Vandstand [cm]	143	152	158

Stationsnummer: DMI 30336
 Måleperiode: 01.07.1888 - 28.02.2017
 Datalængden: 127,9 år

Datagrundlag for ekstremanalyse

Afskæringsniveau [cm]: 119
 Detrending faktor ift. middelvandstand i 2017 [cm]: 4,59

Bemærkninger:

Manglende data: 05.07.2010 til 19.01.2011.



Drogden Fyr

59

Datablad

Hændelse [år]	20	50	100
Vandstand [cm]	134	141	145

Stationsnummer: DMI 30357
 Måleperiode: 21.02.1992 - 01.03.2017
 Datalængden: 24 år

Datagrundlag for ekstremanalyse

Afskæringsniveau [cm]: 90
 Detrending faktor ift. middelvandstand i 2017 [cm]: 4,59

Bemærkninger:

Ingen.



60

Datablad

Køge Havn

Hændelse [år]	20	50	100
Vandstand [cm]	146	154	159

Stationsnummer: DMI 30478/30479: NST
 Måleperiode: 01.04.1955 - 01.03.2017
 Datalængden: 56,5 år

Datagrundlag for ekstremanalyse

Afskæringsniveau [cm]: 111
 Detrending faktor ift. middelvandstand i 2017 [cm]: 5,13

Bemærkninger:

Manglende data: 09.11.2006 til 22.12.2011. NST måler nedlagt i 2007. DMI måler opsat ultimo 2011.

