

AUGUST 2022
DRAGØR KOMMUNE

Supplerende undersøgelser af løsninger på delstrækning 1, 4, 5 og 6

TEKNISK NOTAT



AUGUST 2022
DRAGØR KOMMUNE

Supplerende undersøgelser af løsninger på delstrækning 1, 4, 5 og 6

TEKNISK NOTAT

PROJEKTNR.

A231453

DOKUMENTNR.

007

VERSION

3.0

UDGIVELSESDATO

12 august 2022

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

Jeppe Sikker Jen-
sen, Hanne
Svendsen

KONTROLLERET

Peter Fløkke Kla-
genberg

GODKENDT

Jeppe Sikker Jen-
sen

INDHOLD

1	Resume og konklusion	7
2	Indledning	11
2.1	Baggrund	11
2.2	Vurdering af alternative og supplerende løsninger	11
2.3	Forudsætninger	12
2.4	Perspektivering ift. den nuværende prissituation	12
3	Delstrækning 1, Nordstranden	14
3.1	Sikringsniveau	14
3.2	A: Udbygning fra landsiden, begrænset	14
3.3	B: Landbaseret løsninger, der fokuserer på Klubbernes behov for adgang til vandet	17
3.4	C: Ydre løsning der fokuserer på klubbernes behov for et større vandspejl	20
3.5	Screening af beredskabsløsning Error! Bookmark not defined.	
3.6	Resume af udviklingsplanens løsning	22
3.7	Sammenstilling af løsninger for delstrækning 1	24
4	Delstrækning 4, Søvang	29
4.1	Sikringsniveau	29
4.2	Vurdering af grundejernes forslag til løsning	29
4.3	Resume af udviklingsplanens løsning	31
4.4	Sammenstilling af løsninger for delstrækning 4	33
5	Delstrækning 5 og 6, Sydvestpynten	34
5.1	Sikringsniveau	34
5.2	Placering langs de gamle strandvolde	34
5.3	Viderebearbejdning af kombinationsdiget	36

5.4	Ydre sikring	37
5.5	Resume af udviklingsplanens løsning	38
5.6	Sammenstilling af løsninger for delstrækning 5 og 6	40
6	Vurdering af hvilke tiltag der kan udføres hurtigt og omkostningseffektivt	40
6.1	Dragør Nordstrand	41
6.2	Havnen og den Gamle By	41
6.3	Sydstranden	42
6.4	Søvang	42
6.5	Sydvestpynten	43
7	Anvendte enhedspriser	44
8	Referencer	46

1 Resume og konklusion

Denne rapport omhandler løsninger for sikring af Dragør kommune mod oversvømmelser fra stormflod, beskrevet af Niras i 2017, af Arkitema og COWI i udviklingsplanen fra 2021, samt supplerende løsninger foreslået af grundejerforeninger.

Rapporten fokuserer på delstrækning 1, Dragør Nordstrand, delstrækning 4, Søvang og delstrækning 5 og 6, Sydvestpynten.

Alle løsninger er beskrevet og vurderet ud fra de samme forudsætninger som anvendt i udviklingsplanen. Det bemærkes at der må forventes en væsentlig prisudvikling ift. de enhedspriser der er anvendt i udviklingsplanen.

På delstrækning 1 Nordstranden er undersøgt følgende løsninger:

A: Udbygning fra landsiden, begrænset

Med afsæt i input fra Nordstrandens digelag undersøges en løsning, der er karakteriseret ved en begrænset udbygning fra landsiden med en udvidelse af eksisterende dige og et forland til at tage kraften af bølger og gøre højden acceptabel. Der arbejdes med en 100 års hændelse for 2050, som i udviklingsplanen. Der er endvidere undersøgt en variant, A1, som angiver en minimumsløsning

B: Udbygning fra landsiden med fokus på klubbernes behov for adgang til vandet

Derudover undersøges en løsning som tager udgangspunkt i klubbernes behov for adgang til et større vandspejl til brug for vandsportsaktiviteter og behovet for at kunne sætte både i vandet. Løsningen tager afsæt i en udbygning fra landsiden, men tilpasses efter forhold, som kan gøre løsningen mere robust i forhold områdets karakter og til det besluttede sikkerhedsniveau.

C: Ydre løsning med større vandspejl

Endelig undersøges en "ydre" løsning, som tager udgangspunkt i klubbernes behov for et større vandspejl til brug for vandsportsaktiviteter og behovet for at kunne sætte både i vandet. En "ydre løsning" udgøres i typologi af et forland, der rykkes længere ud i bugten, hvilket muliggør sejlads i bugten i en stor lagune og samtidig sikrer vandgennemstrømning og minimere gener fra aflejret tang langs stranden.

Heri belyses regionale perspektiver, samt perspektiver ift. vandudskiftning i "lagunen"

Beredskabsløsning Grundejerne er kommet med forslag til en beredskabsløsning, baseret på Water-Tubes. Denne er overordnet vurderet ift. sikringsniveau, sikkerhed, økonomi og teknik. I nedenstående tabel sammenstilles de forskellige løsninger for delstrækning 1.

Tabel 1 Sammenstilling af løsninger for delstrækning 1

Løsning	Placering	Særlige forhold - grundvand/skybrud - fremtidsperspektiv og fleksibilitet - regional løsning - teknik/realiserbarhed/sikkerhed	Sikringskote 2050/2100 (m)*	Økonomisk overslag (mio. kr.)
A: Begrænset udbygning fra landsiden	På eksisterende diges linjeføring, skrånende forland.	Bidrager ikke til løsning af grundvands- eller skybrudsproblematik. Teknisk sikker løsning, der relativt let kan realiseres. Kan udbygges i højden ved stigende vandstand, med konsekvenser for udsigt. Kan senere suppleres af en ydre sikring, hvorved investeringen vil være tabt.	2,2 m/3,0 m	25 mio.
A1: Begrænset udbygning fra landsiden, minimumsløsning	På eksisterende diges linjeføring, fladt forland.	Bidrager ikke til løsning af grundvands- eller skybrudsproblematik. Teknisk sikker løsning, der relativt let kan realiseres. Kan udbygges i højden ved stigende vandstand, med konsekvenser for udsigt. Kan senere suppleres af en ydre sikring, hvorved investeringen vil være tabt.	2,2 m/3,0 m	16 mio.
B: Landbaseret løsning der fokuserer på klubbernes behov for adgang til vand	Nær eksisterende dige med mindre laguner	Kan bidrage til løsning af grundvands- og skybrudsproblematikker. Teknisk sikker løsning, der relativt let kan realiseres. Kan udbygges i højden og løbende tilpasses ved succesiv udbygning. Stor fleksibilitet hvis vandstanden stiger hurtigere.	2,2 m/3,0 m	30 mio.
C: Ydre løsning der fokuserer på klubbernes behov for større vandspejl	Længere fra land end anført i udviklingsplanen.	Kan bidrage til løsning af grundvands- og skybrudsproblematikker. Kan indgå i en regional løsning. Teknisk sikker løsning, der kan realiseres. Kan løbene forhøjes i takt med den stigende havvandstand. Stor fleksibilitet hvis vandstanden stiger hurtigere.	2,2 m/3,0 m	68 mio.
Udviklingsplanens løsning	Forlandsløsning	Kan bidrage til løsning af grundvands- og skybrudsproblematikker. Kan indgå i en regional løsning. Teknisk sikker løsning, der kan realiseres. Kan løbene forhøjes i takt med den stigende havvandstand. Stor fleksibilitet hvis vandstanden stiger hurtigere.	2,2 m/3,0 m	60 mio.

På delstrækning 4, Søvang er undersøgt følgende løsning:

Med afsæt i input fra grundejerforeningen i Søvang undersøges en løsning, som er mindre i udstrækning (og forventet økonomi) end løsningen, der er skitseret i udviklingsplanen, men i øvrigt er af samme typologi. Der anvendes samme enhedspriser som i udviklingsplanen og sammenlignes således på mængderne. Der tages udgangspunkt i det fremsendte materiale af arkitektfirmaet Hasløv og Kjærsgaard, som grundejerne har fået udarbejdet. I nedenstående tabel sammenstilles de forskellige løsninger for delstrækning 4.

Tabel 2 Sammenstilling af løsninger for delstrækning 4

Løsning	Placering	Særlige forhold - grundvand/skybrud - fremtidsperspektiv og fleksibilitet - regional løsning - Natura 2000/natur/myndigheder - teknik/realiserbarhed/sikkerhed	Sikringskote 2050/2100 (m)*	Økonomisk overslag (mio. kr)
Grundejer- nes forslag til løsning	Som et frem- skudt dige, men reduce- ret bredde af forland.	Kan bidrage til løsning af grundvands- og skybrudsproblematikker. Påvirker Natura 2000 områder i mindre grad end løsningen fra udviklingsplanen. Løsningen fokuserer dog ikke i samme grad på at de påvirkede områder kan omdannes til anden værdifuld natur. Teknisk sikker løsning, der giver en god sikring mod stormflod. Kan løbene forhøjes i takt med den stigende havvands- tand. Stor fleksibilitet hvis vandstanden stiger hurtigere.	2,7 m/3,4 m	29 mio.
Udviklings- planens løs- ning	Som ydre dige	Kan bidrage til løsning af grundvands- og skybrudsproblematikker. Påvirker Natura 2000 områder, men der er fokuseret på at den nye forlandsløs- ning, både på forsiden og bagsiden an- lægges således at der gives optimale be- tingelser for udvikling af ny natur. Teknisk sikker løsning, der giver en god sikring mod stormflod. Kan løbene forhøjes i takt med den stigende havvands- tand. Stor fleksibilitet hvis vandstanden stiger hurtigere.	2,7 m/3,4 m	68 mio.

På delstrækning 5 og 6 undersøges følgende løsninger

Med afsæt i input fra grundejere på Sydvestpynten undersøges dels et frem-
skudt dige, der ligger så tæt på de gamle "strandvolde" som muligt.
Derudover undersøges en løsning, som i hovedtræk følger linjeføringen for
"Kombinationsdiget" med landskabelig bearbejdning. Med henblik på landskabe-
lig bearbejdning tages følgende i betragtning:

- Grundejere der ønsker det, skal placeres bag hoveddiget (ikke ringdiger).
- Mulighed for græsning fastholdes.
- En eventuel stiforbindelse trækkes så langt væk fra bebyggelse som muligt.

Endelig foreslår forvaltningen en overordnet undersøgelse af en løsning, som trækkes så langt ud i vandet som muligt, da der tidligere har været ønske om at få dette alternativ belyst. Denne undersøgelse udarbejdes på screeningsniveau. I nedenstående tabel sammenstilles de forskellige løsninger for delstrækning 5 og 6.

Tabel 3 Sammenstilling af løsninger for delstrækning 5 og 6

Løsning	Placering	Særlige forhold - fremtidsperspektiv og fleksibilitet - Natura 2000/natur/myndigheder - teknik/realiserbarhed/sikkerhed	Sikringskote 2050/2100 (m)*	Økonomisk overslag (mio. kr)
Udnyttelse af gamle strandvolde	Langs de gamle strandvolde, på grænsen til Natura 2000 området.	Påvirker ikke Natura 2000 områder direkte, men giver heller ikke mulighed for at naturen kan flytte sig ind i land og udvikle sig. Teknisk mulig løsning, der omfatter mange ejendomme. Kan løbende forhøjes med konsekvenser for udsigt. Rimelig fleksibilitet ved stigende vandstand.	2,5-3,6 m /3,2-4,5 m	18 mio.
Viderebearbejdning af kombinationsdiget	I området mellem de gamle strandvolde og udviklingsplanens løsning	Påvirker ikke Natura 2000 områder direkte, og giver mulighed for at naturen kan flytte sig ind i land og udvikle sig. Teknisk god løsning, der omfatter mange ejendomme. Kan løbende forhøjes med konsekvenser for udsigt. Rimelig fleksibilitet ved stigende vandstand.	2,5-3,6 m /3,2-4,5 m	25-35 mio.
Udviklingsplanens løsning	Indre landskabeligt udformet dige	Påvirker ikke Natura 2000 områder. Giver naturen mulighed for at bevæge sig ind i landet og udvikle sig. Set i sammenhæng med indgreb på delstrækning 3 og 4 kan der argumenteres for en samlet neutral påvirkning af mulighederne for naturens udbredelse ifm. fravigelsessag Teknisk god løsning for ejendomme bag hoveddiget. Ringdigerne giver udfordringer for de omfattede ejendomme ift. evt. evakuering. Kan løbende forhøjes med konsekvenser for udsigt. Rimelig fleksibilitet ved stigende vandstand, der kan dog være udfordringer med løbende forhøjelse af ringdiger.	2,5 m/3,2 m	41 mio. Heraf ringdiger for ca. 19 mio.

2 Indledning

2.1 Baggrund

Dragør Kommune har gennem mange år arbejdet med sikring mod oversvømmelser fra stormflod, hvor risikoen gradvist øges i takt med den stigende havvandstand.

I 2017 har Kommunen undersøgt to mulige digeløsninger med forskellige sikringsniveauer: *"Stormflodsikring Dragør Kommune, teknisk-økonomisk-miljø-mæssig undersøgelse af to overordnede digeløsninger med to forskellige sikringsniveauer, Niras august 2017"*.

I 2019 udskrev Kommunen en parallelkonkurrence om udarbejdelse af en udviklingsplan Arkitema og COWI vandt parallelkonkurrencen og har arbejdet med udviklingsplanen, som har ligget i foreløbig udgave siden efteråret 2021. På dette grundlag er der i maj 2022 offentliggjort: *"Morgendagens Dragør, Klimarobust kystkommune, udviklingsplan August 2021, Arkitema og COWI"*.

I forbindelse med udarbejdelsen af udviklingsplanen har der været en løbende dialog og inddragelse af borgere og grundejerforeninger og kommunalbestyrelsen besluttede i oktober 2021, at der skulle indhentes yderligere input fra grundejerne. I den forbindelse er der indkommet supplerende forslag og bidrag til løsninger på delstrækning 1, 4, 5 og 6.

Denne rapport samler disse input og bearbejder dem i en form, hvor de kan sidestilles med løsningerne i udviklingsplanen og danne grundlag for politisk beslutning om, hvilken løsningstypologi og linjeføring, der skal arbejdes videre med i de kommende faser af projektet.

Rapporten udfylder således løsningsrummet for de relevante strækninger og belyser en række alternativer, der stadig kan tilpasses, justeres og kombineres.

Der udestår således stadig tilpasninger af løsninger på de enkelte delstrækninger, herunder optimering ift. økonomi og justeringer/ændringer som følge af miljøvurderingen og den almindelige projektudvikling.

2.2 Vurdering af alternative og supplerende løsninger

Løsningerne vurderes ift. enslydende kriterier ift. sikringsniveau, sikkerhed for at de virker, mulige udfordringer ift. f.eks. naturværdier, deres mulighed for at bidrage til skybruds- og grundvandsproblematiker, samt mulighed for en senere forøgelse af sikringsniveauet frem mod år 2100 eller senere. Endvidere er løsningernes vurderet ift. fleksibilitet såfremt vandstanden stiger hurtigere end forudsat.

En række infrastrukturselskaber arbejder endvidere på sikring af anlæg nord for Dragør. Her har en regional fælleskommunal løsningsmodel været italesat. De i dette notat beskrevne løsninger vurderes derfor ligeledes ift. om de er egnede til at indgå i en samlet regional løsning.

2.3 Forudsætninger

Undersøgelserne vurderes med enslydende kriterier for at være sammenlignelige for hver delstrækning. Disse kriterier vil for alle delstrækninger dække det fastsatte sikkerhedsniveau om **sikring til en statistisk 100 års middeltidshændelse i år 2050** (herefter benævnt "en 100 års hændelse" eller "100 MT" for MiddelTidshændelse") for hele kommunen, inkl. udbygningskrav, teknisk vurdering og realiserbarhed samt økonomisk overslag.

De hydrauliske forudsætninger baseres på de i konkurrenceudbuddet 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 (Dansk Vertikal Reference fra 1990) som er en national højdeangivelse i forhold til normal vandstanden i år 1990, og bølgehøjder er signifikante bølgehøjder (H_s).

Der indgår en indledende vurdering af forhold, der kan have særlig betydning for den enkelte delstrækning, eks. ekspropriation/værdibetragtning på delstrækning 1; Natura 2000 og andre fredningsforhold på delstrækning 4, 5 og 6.

2.4 Perspektivering ift. den nuværende prissituation

Overslagene for de forskellige varianter og delstrækninger er for sammenlignelighedens skyld udført med **samme metode og grundlag som de økonomiske overslag i udviklingsplanen.**

Det skal bemærkes at den nuværende situation i forsommeren 2022, indikerer at priserne generelt er stigende og usikre i en højere grad end tidligere. Lige nu er prisudviklingen meget usikker og det er vanskeligt at estimere hvorledes den fortsatte udvikling vil være.

Det vurderes at priserne på jordarbejder som minimum er steget med 10% siden udviklingsplanen blev udarbejdet. Priser og leverancetider på jern og evt. sluseanlæg, vurderes at være behæftet med endnu større usikkerhed.

De anførte priser skal således primært anvendes til sammenligning af de forskellige varianter og vil detaljeres yderligere i næste projekteringsfase.

For alle anførte overslag gælder at det er anlægsomkostninger alene. Der skal derfor tillægges uforudsete udgifter, forundersøgelser, projektering, myndighedsbehandling mv. Ifølge Transportministeriets seneste

anbefalinger bør der i budgetteringen således inkluderes et korrektionstillæg på 50 % for et projekt på nuværende stade. Alle priser er ekskl. moms (25%).

3 Delstrækning 1, Nordstranden

På Nordstranden undersøges følgende løsninger:

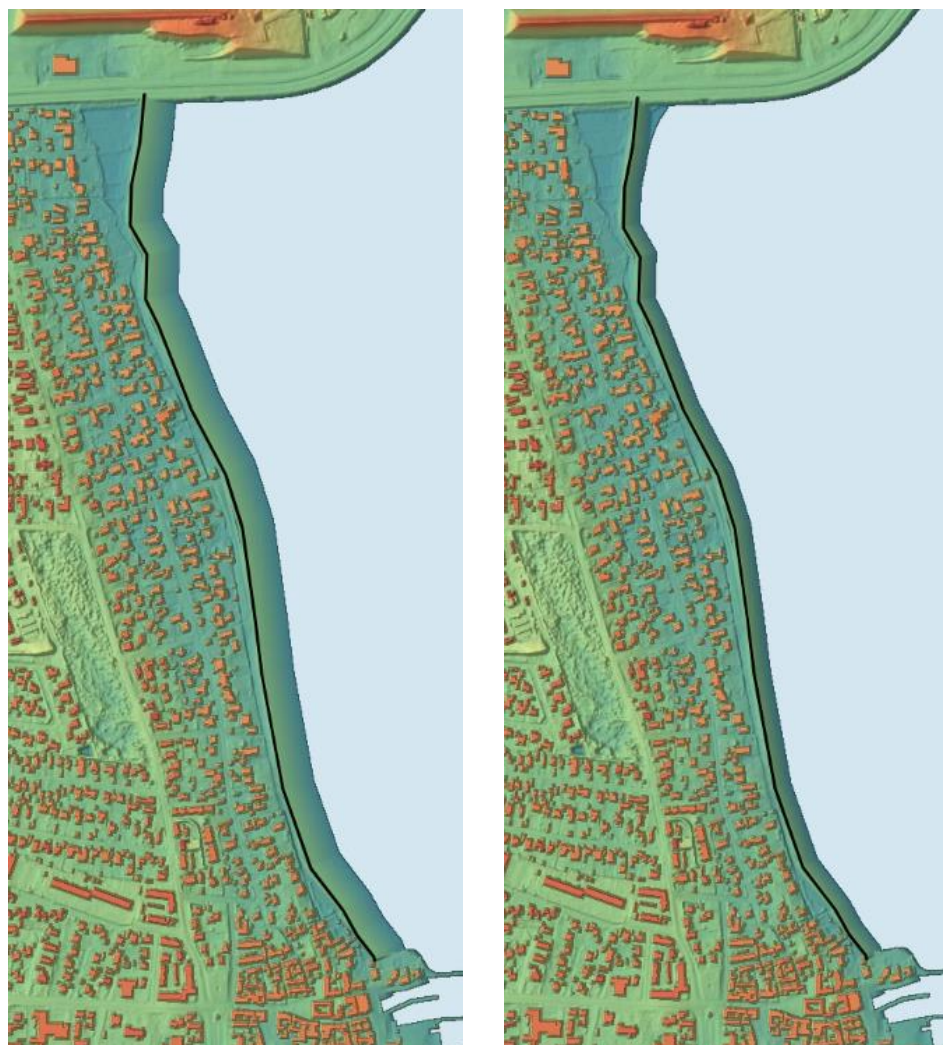
- A: Udbygning fra landsiden, begrænset** Med afsæt i input fra Nordstrandens digelag undersøges en løsning, der er karakteriseret ved en begrænset udbygning fra landsiden med en udvidelse af eksisterende dige og et forland til at tage kraften af bølger og gøre højden acceptabel. Der arbejdes med en 100 års hændelse for 2050, som i udviklingsplanen. Der er endvidere undersøgt en variant, A1, som angiver en minimumsløsning
- B: Udbygning fra landsiden med fokus på klubbernes behov for adgang til vandet** Derudover undersøges en løsning som tager udgangspunkt i klubbernes behov for adgang til et større vandspejl til brug for vandsportsaktiviteter og behovet for at kunne sætte både i vandet. Løsningen tager afsæt i en udbygning fra landsiden, men tilpasses efter forhold, som kan gøre løsningen mere robust i forhold områdets karakter og til det besluttede sikkerhedsniveau.
- C: Ydre løsning med større vandspejl** Endelig undersøges en "ydre" løsning, som tager udgangspunkt i klubbernes behov for et større vandspejl til brug for vandsportsaktiviteter og behovet for at kunne sætte både i vandet. En "ydre løsning" udgøres i typologi af et forland der rykkes længere ud i bugten, hvilket muliggør sejlads i bugten i en stor lagune og samtidig sikrer vandgennemstrømning og minimere gener fra aflejret tang langs stranden.
- Heri belyses regionale perspektiver, samt perspektiver ift. vandudskiftning i "lagunen"
- Beredskabsløsning** Grundejerne er kommet med forslag til en beredskabsløsning, baseret på Water-Tubes. Denne er overordnet vurderet ift. sikringsniveau, sikkerhed, økonomi og teknik.

3.1 Sikringsniveau

På Dragør Nordstrand er den dimensionsgivende stormflodskote for en 100 års hændelse i 2050 på 1,7 m. Hertil skal lægges den signifikante bølgehøjde på 0,8 m. Hvilket giver et sikringsniveau på 2,5 m DVR90. Såfremt løsningerne anlægges med et fladt forland således at bølgehøjden reduceres, kan sikringskoten reduceres til 2,2 m. Evt. muld, der supplerer sikringen til beplantning mm. vil ligge udover dette niveau. typisk ca. 10 cm. Muldlaget kan ikke indregnes i sikringslaget, da der både kan være slid der reducerer højden og vandgennemstrømning i dette.

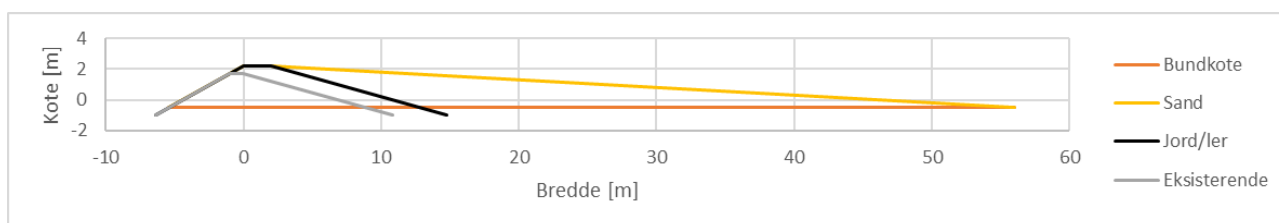
3.2 A: Udbygning fra landsiden, begrænset

Et af forslagene fra borgerne ved Nordstranden er et fladt forland. Et fladt forland i forbindelse med et forhøjet dige med maksimal kote på +2,2 m kunne opbygges som vist på Figur 1 og Figur 2 nedenfor, for at reducere bølgepåvirkningen mest muligt. Der er illustreret en bred løsning, svarende til forlandsløsningen fra udviklingsplanen, flyttet ind til en forhøjelse af det eksisterende dige.



Figur 1 Eksempel på hvorledes en løsning med udbygning fra landsiden opbygget som med udviklingsplanens forland (løsnig A, tv.) og som en minimumsløsning (løsnig A1, th).

Derudover er der illustreret en smal løsning, som må betragtes som en minimumsløsning, såfremt digekoten skal holdes nede i kote 2,2 m (2,3 m med 10 cm muld).



Figur 2 Principsnit af A: udbygning fra landsiden, begrænset med bredt skrånende forland med anlæg 1:20.

Opbygning

Den begrænsede udbygning med et bredt skrånende forland skal udover en forhøjelse af det eksisterende dige, en sandopbygning suppleres med ral/sten i vandkanten for at minimere daglig kronisk erosion. Forlandet er udformet som i forslaget fra udviklingsplanen, som også gengives senere. Forstærkningen med

ral og sten skal sikre opbygningen mod slid fra den daglige vandstandsvariation fra 0,5 m under til 0,5 m over det daglige vandspejl, da forlandet anlægges relativt fladt med anlæg 1:20, bliver udstrækningen ca. 20 m.

Bølgeoverskyl Ved stormflod i maksimalt niveau, kan der være et mindre bølgeoverskyl. Dette havvand vil samle sig i de laveste områder på bagsiden af eksisterende dige. Det vurderes ikke at dette giver væsentlige udfordringer.

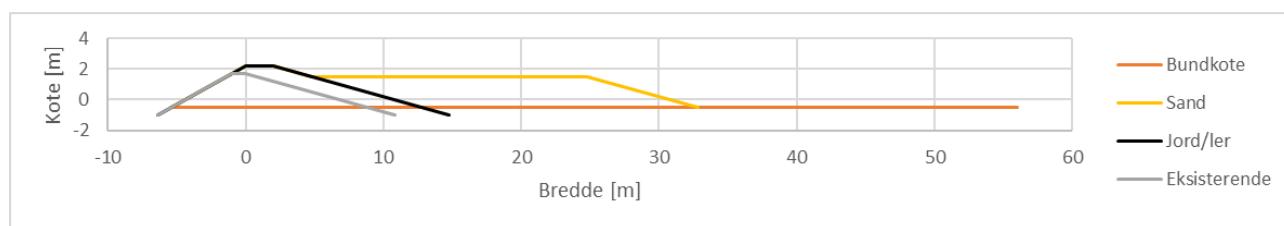
Natur På delstrækningen findes §3 beskyttet strandeng, som kan påvirkes af en forhøjelse af diget. Dette skal der søges dispensation for.

Udbygning år 2100 Såfremt denne løsning etableres, vil der være muligt løbende at forhøje den. Dette vil dog betyde at diget med tiden vil tage mere og mere af udsigten og ligge meget tæt på eksisterende ejendomme. Det vil også være muligt at fortsætte sikringen med en ydre løsning som foreslået i udviklingsplanen og bygge kystbeskyttelsen højere længere ude i havet, herved vil investeringen til ovenstående løsning dog gå tabt. Med en forventet vandstandsstigning på 0,5 m og øget bølgebidrag på 0,3 m, skal sikringskoten øges til 3,0 m før år 2100.

Økonomi Anvendes de givne forudsætninger mht. enhedspriser mv. vurderes denne løsning at koste knap 17.000 kr./m på de ca. 1.500 m, dvs. ca. 25 mio. kr. at anlægge.

Minimumsløsningen A1

Minimumsløsningen, A1 er baseret på en forhøjelse af det eksisterende dige og opbygning af en sandpude foran diget i kote 1,5 m i 20 meters bredde se Figur 3. Herved kan bølgehøjden reduceres, så diget kan modstå en 100 års hændelse i 2050, tilsvarende forlandsløsningen, dog med reduceret sandmængde og derved strandbredde. Der vil ikke opstå en egentlig strand, men et forland over normalt vandspejl afsluttet med en fremskudt digeskråning.



Figur 3 Principskitse af A1: udbygning fra landsiden, minimumsløsning, med bølgeabsorberende sandpude foran det forhøjede dige.

Minimumsløsningen skal suppleres med ral/sten, hvor sandpuden afsluttes mod havet.

Opbygning Den begrænsede udbygning med en sandpude i form af en strandvold foran diget, der skal absorbere bølgerne ved stormflod er optimeret ift. minimalt materialeforbrug og samtidig sammenlignelig bølgereduktion. Sandopbygning suppleres med ral/sten i vandkanten og på hele skråningen. Forstærkningen med ral og sten skal sikre opbygningen mod slid fra den daglige vandstandsvariation og kronisk erosion, samt ved stormflod og skal således gå fra ca. 0,5 m under det

daglige vandspejl til min. 3 meters bredde ind på selve sandpuden, herved bliver udstrækningen ca. 8 m.

Bølgeoverskyl	Ved stormflod til maksimalt sikringsniveau, kan der forventes at være et mindre bølgeoverskyl. Dette vand vil samle sig i de laveste områder på bagsiden af eksisterende dige. Det vurderes ikke at dette giver væsentlige udfordringer.
Natur	På delstrækningen findes §3 beskyttet strandeng, som kan påvirkes af en forhøjelse af diget. Dette skal der søges dispensation for.
Udbygning år 2100	Såfremt denne løsning etableres, vil der være muligt løbende at forhøje den. Dette vil dog betyde at diget med tiden vil tage mere og mere af udsigten og ligge meget tæt på eksisterende ejendomme. Det vil også være muligt at fortsætte sikringen med en ydre løsning som foreslået i udviklingsplanen og bygge højere længere ude i havet, herved vil investeringen til ovenstående løsning dog gå tabt. Med en forventet vandstandsstigning på 0,5 m og øget bølgebidrag på 0,3 m, skal sikringskoten øges til 3,0 m før år 2100.
Økonomi	Anvendes de givne forudsætninger mht. enhedspriser mv. vurderes denne løsning at koste ca. 10.600 kr./m på de ca. 1.500 m, dvs. ca. 16 mio. kr. at anlægge.

3.3 B: Landbaseret løsninger, der fokuserer på Klubbernes behov for adgang til vandet

En landbaseret løsning, der fokuserer på klubbernes behov for adgang til vandet, er i princippet en variant af grundejernes ønske til løsning og løsningen skitseret i udviklingsplanen, se Figur 4.

Opbygning	Løsningen baseres således på en kombination af en forhøjelse af eksisterende dige og partier hvor diget er fremskudt ud i vandet. Herved kan der, som i udviklingsplanen skabes mindre partier på indersiden af forlandet, som kan håndtere skybrud og bidrage til at holde grundvandsstanden nede.
-----------	---



Figur 4 *Eksempel på hvorledes en løsning der tilgodeser klubbernes behov for adgang til vandet, kan kombineres med tankerne i udviklingsplanen med et bredt forland.*

Selve forlandet udformes som alternativ A, med et fladt forland og et impermeabelt dige, som dels er nyt og dels supplerer af eksisterende dige, hvor dette anvendes til sikringen, se Figur 5.

Bølgeoverskyl

Ved stormflod i maksimalt niveau, kan der være et mindre bølgeoverskyl. Dette vand vil samle sig i de små vandområder på bagsiden af diget. På enkelte

strækninger kan det ske overskyl over det eksisterende dige. Det vurderes ikke at dette giver væsentlige udfordringer.

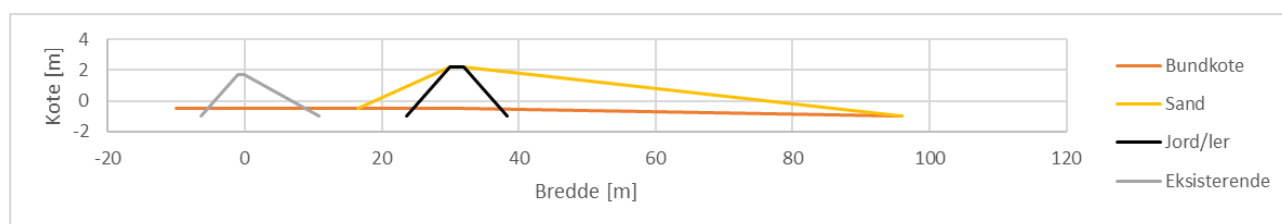
Natur På delstrækningen findes §3 beskyttet strandeng, som kan påvirkes af en forhøjelse af diget. Løsningen vil dog kunne udføres så denne påvirkning minimeres. Det vurderes ikke at løsningen har konsekvenser for ålegræs.

Vandkvalitet Lagunerne på bagsiden kan varieres i omfang og dybde. Der kan varieres ift. hvor den er tæt på eller længere fra det eksisterende dige.

Afhængig af den endelige udformning vil der kunne etableres muligheder for at løsningen kan være med til at holde grundvandsniveauet nede i det nuværende niveau, samt at lagunerne kan anvendes til regnvandshåndtering ifm. skybrud.

Dette kræver dog at vandstanden holdes ned i det nuværende niveau, hvilket vil kræve pumpning, når den generelle havvandstand stiger yderligere. Salinitet og vandkvalitet kan reguleres gennem løbende vandudskiftning ved etablering af indløb som det også er beskrevet i udviklingsplanen for Søvang, som vil være en sammenlignelig løsning, med dette alternativ ved Nordstranden.

Det skal bemærkes at jo mindre vandområderne er, jo sværere vil det være at opretholde en stabil vandkvalitet.



Figur 5 Principskitse af landbaseret løsning med bredt forland, hvor der fokuseres på klubbernes adgang til vandet.

Udbygning år 2100 Såfremt denne løsning etableres, vil der være muligt løbende at forhøje den. Dette vil dog betyde at diget med tiden vil tage mere og mere af udsigten og ligge meget tæt på eksisterende ejendomme. Det vil være muligt at supplere løsningen, hvor den følger det eksisterende dige, med nye delstrækninger længere ude i vandet og således langsomt bygge ud i havet i takt med vandstandsstigningen og skabe en mosaik af vandområder bag digerne. Med en forventet vandstandsstigning på 0,5 m og øget bølgebidrag på 0,3 m, skal sikringskoten øges til 3,0 m før år 2100.

Økonomi Anvendes de givne forudsætninger mht. enhedspriser mv. vurderes denne løsning at koste ca. 18.000 kr./m på de ca. 1.500 m, dvs. ca. 30 mio. kr. at anlægge.

Jo længere den flyttes ud i vandet, jo dybere bliver der og der skal således anvendes endnu flere materialer.

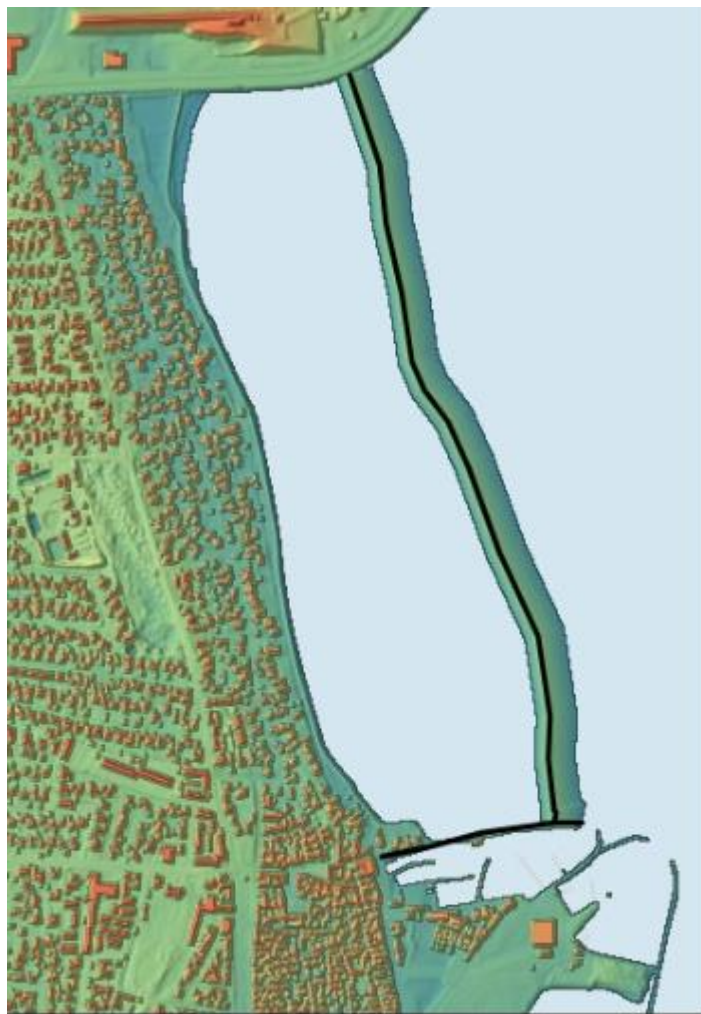
3.4 C: Ydre løsning der fokuserer på klubbernes behov for et større vandspejl

Et alternativ til udviklingsplanens løsning, der tilgodeser klubbernes behov for et større vandspejl, er at flytte løsningen endnu længere til søs, således at der etableres et egentligt vandspejl med stor udbredelse på indersiden af diget. Herved kan der skabes et vandspejl på indersiden på 3-400 m bredde og 1400 meters længde, se Figur 6.

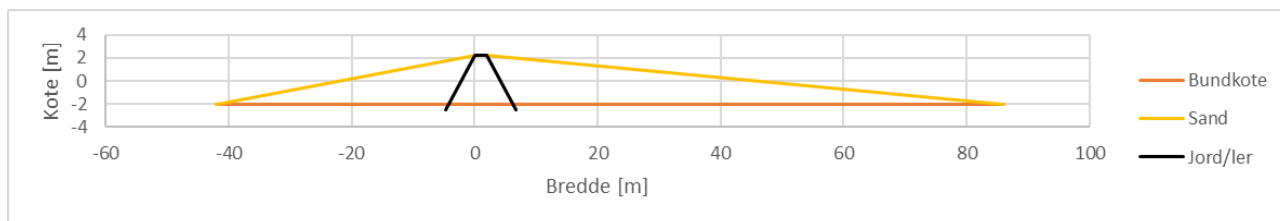
Opbygning

Løsningen opbygges principielt som foreslået i udviklingsplanen, men flyttes 100-200 m længere ud i vandet mod øst, se Figur 7. Ved denne løsning kommer man ud på lidt dybere vand og der skal derfor anvendes flere materialer til opbygningen.

Udover selve forlandsløsningen, skal der findes en løsning ved tilslutning til havnen og sikring langs med molen. Dette kan være en spunsløsning op til ca. kote 2,3 m.



Figur 6 Illustration af princip for løsning længere til søs.



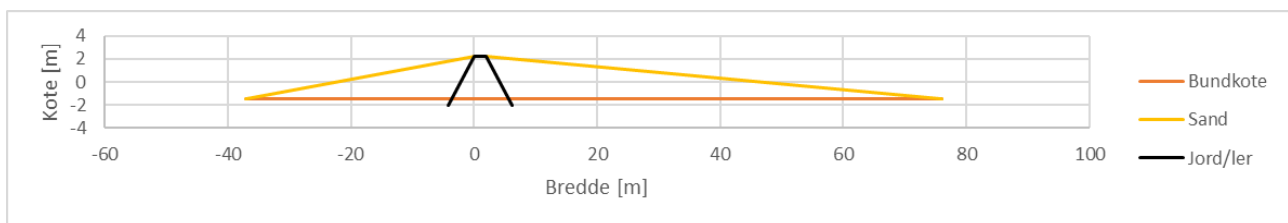
Figur 7 Principssnit af fremskudt løsning med bredt forland

Bølgeoverskyl	Ved stormflod i maksimalt niveau, kan der være et mindre bølgeoverskyl, dette vil bare løbe til lagunen uden at give anledning til yderligere udfordringer.
Natur	På delstrækningen findes §3 beskyttet strandeng, som ikke påvirkes af denne løsning. Det vurderes at løsningen er på placeret i området med udbredt ålegræs, den skal derfor tilpasses så påvirkningen bliver minimal. Den nye kystnære havbund, vil kunne fungere som ålegræshabitat.
Udbygning år 2100	Såfremt denne løsning etableres, vil det være muligt løbende at forhøje den i takt med vandstandsstigningen. De materialer, der allerede er tilført, vil indgå i de følgende løsninger. Med en forventet vandstandsstigning på 0,5 m og øget bølgebidrag på 0,3 m, skal sikringskoten øges til 3,0 m før år 2100.
Vandkvalitet	Lagunen på indersiden af diget vil få en stor vandoverflade og en reel vanddybde, som det kendes fra flere strandparkområder omkring København. Ved at etablere mulighed for vandudskiftning enten tidevandsstyret eller ved pumping, kan man regulere opholdstid og salinitet og derved optimere vandkvaliteten.
Grundvand og skybrud	Der kan endvidere etableres muligheder for at løsningen kan være med til at holde grundvandsniveauet nede i det nuværende niveau, samt at lagunen kan anvendes til regnvandshåndtering ifm. skybrud. Dette kræver dog at vandstanden holdes nede i det nuværende niveau, hvilket vil kræve pumping, når den generelle havvandstand stiger yderligere.
Økonomi	Anvendes de givne forudsætninger mht. enhedspriser mv. vurderes denne løsning at koste ca. 45.000 kr./m på de ca. 1.500 m, dvs. ca. 68 mio. kr. at anlægge. I overslaget indgår ikke sluser der kan sikre sejlads gennem diget. Dette kan evt. etableres ifm. Sammenhæng med havnen.

3.5 Resume af udviklingsplanens løsning



Figur 8 Plantegning af udviklingsplanens løsning.



Figur 9 Tværsnit – fremskudt forland som foreslået i udviklingsplanen.

Opbygning

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 9.

For at reducere forlandets kronkoter mest muligt af hensyn til bevarelse af mest mulig udsigt, vil de delstrækninger, 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 kronkoterne 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.

Bølgeoverskyl	Ved stormflod i maksimalt niveau, kan der være et mindre bølgeoverskyl, dette vil bare løbe til lagunen uden at give anledning til yderligere udfordringer.
Natur	På delstrækningen findes §3 beskyttet strandeng, som ikke påvirkes af denne løsning. Det vurderes at løsningen er på placeret i området med sparsom vegetation af ålegræs. Det vurderes at påvirkningen er begrænset.
Udbygning år 2100	Såfremt denne løsning etableres, vil det være muligt løbende at forhøje den i takt med vandstandsstigningen. De materialer, der allerede er tilført, vil indgå i de følgende løsninger. Med en forventet vandstandsstigning på 0,5 m og øget bølgebidrag på 0,3 m, skal sikringskoten øges til 3,0 m før år 2100.
Vandkvalitet	Lagunen på indersiden af diget vil få en stor vandoverflade og en reel vanddybde, som det kendes fra flere strandparkområder omkring København. Ved at etablere mulighed for vandudskiftning enten tidevandsstyret eller ved pumpning, kan man regulere opholdstid og salinitet og derved optimere vandkvaliteten.
Grundvand og skybrud	Der kan endvidere etableres muligheder for at løsningen kan være med til at holde grundvandsniveauet nede i det nuværende niveau, samt at lagunen kan anvendes til regnvandshåndtering ifm. skybrud. Dette kræver dog at vandstanden holdes ned i det nuværende niveau hvilket vil kræve pumpning, når den generelle havvandstand stiger yderligere.
Økonomi	Denne løsning er vurderet til at koste <u>ca. 60 mio. kr. at anlægge</u>

3.6 Sammenstilling af løsninger for delstrækning 1

I nedenstående tabel sammenstilles de forskellige løsninger for delstrækning 1

Tabel 4 Sammenstilling af løsninger for delstrækning 1

Løsning	Placering	Særlige forhold - grundvand/skybrud - fremtidsperspektiv og fleksibilitet - regional løsning - teknik/realiserbarhed/sikkerhed	Sikringskote 2050/2100 (m)*	Økonomisk overslag (mio. kr.)
A: Begrænset udbygning fra landsiden	På eksisterende diges linjeføring, skrånende forland.	Bidrager ikke til løsning af grundvands- eller skybrudsproblematik. Teknisk sikker løsning, der relativt let kan realiseres. Kan udbygges i højden ved stigende vandstand, med konsekvenser for udsigt. Kan senere suppleres af en ydre sikring, hvorved investeringen vil være tabt.	2,2 m/3,0 m	25 mio.
A1: Begrænset udbygning fra landsiden, minimumsløsning	På eksisterende diges linjeføring, fladt forland.	Bidrager ikke til løsning af grundvands- eller skybrudsproblematik. Teknisk sikker løsning, der relativt let kan realiseres. Kan udbygges i højden ved stigende vandstand, med konsekvenser for udsigt. Kan senere suppleres af en ydre sikring, hvorved investeringen vil være tabt.	2,2 m/3,0 m	16 mio.
B: Landbaseret løsning der fokuserer på klubbernes behov for adgang til vand	Nær eksisterende dige med mindre laguner	Kan bidrage til løsning af grundvands- og skybrudsproblematikker. Teknisk sikker løsning, der relativt let kan realiseres. Kan udbygges i højden og løbende tilpasses ved succesiv udbygning. Stor fleksibilitet hvis vandstanden stiger hurtigere.	2,2 m/3,0 m	30 mio.
C: Ydre løsning der fokuserer på klubbernes behov for større vandspejl	Længere fra land end anført i udviklingsplanen.	Kan bidrage til løsning af grundvands- og skybrudsproblematikker. Kan indgå i en regional løsning. Teknisk sikker løsning, der kan realiseres. Kan løbene forhøjes i takt med den stigende havvandstand. Stor fleksibilitet hvis vandstanden stiger hurtigere.	2,2 m/3,0 m	68 mio.
Udviklingsplanens løsning	Forlandsløsning	Kan bidrage til løsning af grundvands- og skybrudsproblematikker. Kan indgå i en regional løsning. Teknisk sikker løsning, der kan realiseres. Kan løbene forhøjes i takt med den stigende havvandstand. Stor fleksibilitet hvis vandstanden stiger hurtigere.	2,2 m/3,0 m	60 mio.

*Sikringskoten for år 2100 svarer til 2050, tillagt den forventede vandstandsstigning på 0,5 m. Der er derudover korrigeret for supplerende bølgebidrag. Screening af beredskabsløsning

3.6.1 Generelt om beredskabsløsninger

Beredskabsløsninger bør generelt kun anvendes hvor en stationær sikring ikke er mulig, grundet fysiske forhold, krav om adgang til vandet eller andet. Beredskabsløsninger vil altid være svagere end en permanent sikring, da der kræves en indsats før stormflodshændelsen, for at anlægget virker efter hensigten.

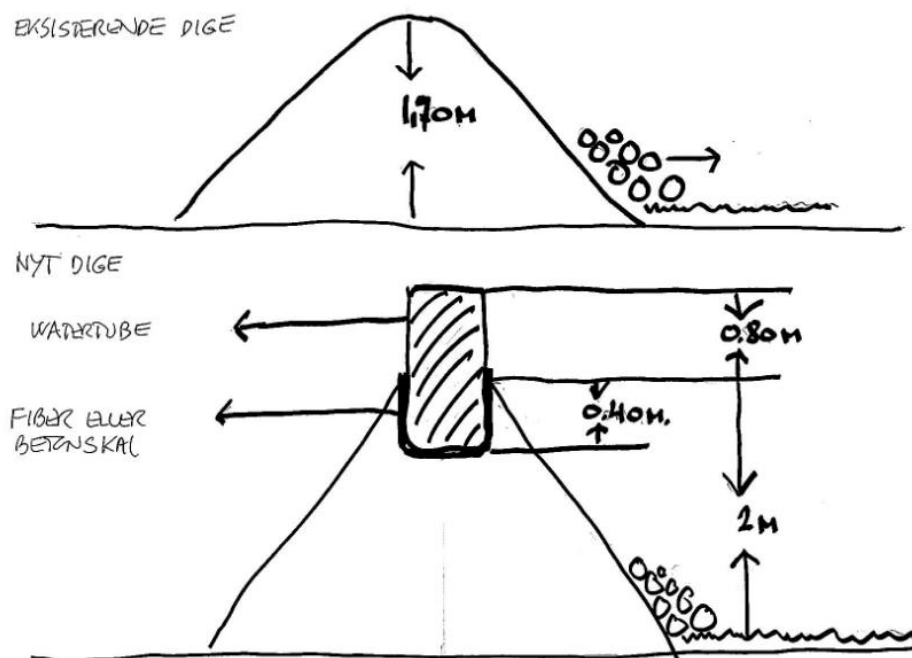
I udviklingsplanen foreslås en delvis beredskabsløsning i havnen, på korte stræk, for at sikre at der til daglig er fuld adgang til vandet og havnen kan anvendes til sit formål.

De fleste beredskabsløsninger har endvidere begrænset holdbarhed, da materialerne ikke tåler længerevarende opbevaring. De fleste leverandører anbefaler en maksimal opbevaring på 5 år, derudover må det forventes at store dele af materialerne skal udskiftes efter anvendelse.

Beredskabsløsninger kræver endvidere uddannet personel der kan håndtere løsningen ved varsel om stormflod. Det kræver endvidere testudlægning og træning med jævne mellemrum for at sikre at der kan ageres korrekt i en beredskabssituation. En beredskabsløsning vil derfor have løbende udgifter til vedligeholdelse.

3.6.2 Forslag til beredskabsløsning for Nordstranden

Repræsentanter for digelaget har foreslået en løsning baseret på en beredskabsløsning på det nuværende dige, som forberedes til dette.



Figur 10 Principskitse af beredskabsløsning (modtaget fra Nordstrandens Digelag)

Opbygning

Princippet i løsningen er at diget forbederes til yderligere sikring med WaterTubes (WaterTubes er beskrevet i bilag A), som lægges permanent i en skal i beton eller fiber materialer. Det kræver således kun at der tilsluttes vand og WaterTubes fyldes op ifm stormflod.

COWI vurderer at løsningen kun er relevant, såfremt den udføres med en dobbelt WaterTube, som kan give den fornødne sikkerhed, ifm. eventuelle brud eller lækage – og ikke kan rulle ved vandtryk på den ene side, hvilket er sket ved praktisk anvendelse. Det anbefales endvidere at WaterTuben udlægges ifm. varsel om høj vandstand, da opbevaring på diget er usikkert ift. slid og vejrbestandighed ifm regn, frost, vind mm. Den daglige færdsel på diget er ligeledes et usikkerhedselement ift. tilstanden af WaterTuben, når den skal anvendes.

Diget, hvor WaterTuben skal lejres, skal således have en kronebredde på min. 4 m. For at der ifm. anvendelsen også kan ske tilsyn langs med dette Det eksisterende dige har en kronebredde på ca. 1,5 m. Det vil således kræve en breddeudvidelse af det eksisterende dige på ca. 2,5 m.

Økonomi

Baseret på tidligere indhentede tilbud på WaterTubes løsninger, vurderes en dobbelt WaterTubes med tilhørende samlestationer pr. 200 m, og pumper, at koste ca. 1,6 mio. kr. Udvidelsen af diget til placering af WaterTubes vurderes at kunne udføres for 3.000 kr/m, svarende til ca. 4,2 mio. En permanent struktur til opbevaring af WaterTubes kan udføres på mange måder, men det vurderes at omkostninger til dette beløber sig til ca. 2000 kr/m og op, afhængig af krav til afskærmning og sikkerhed med skader. Dette beløber sig således til 2,8 mio. Det samlede overslag udgør således ca. 8,6 mio. Overslaget er behæftet med usikkerhed.

Driftsudgifter på WaterTubes kan opdeles i genanskaffelse efter brug og til almindelige driftsudgifter til pumpeeftersyn, materiale-vedligehold etc.

Særligt slangerne er påvirkelige overfor vraggods og andre muligheder for beskadigelse under storm og transport. Derfor anbefales det at slangerne erstattes eller som minimum kritisk inspiceres efter hvert brug. De 7 stk. 200 meters dobbeltslanger kan genanskaffes for 875.000 kr pr. udskiftning af slanger.

Den almindelige drift og vedligehold af samlinger, pumper, generatorer etc. andrager erfaringsmæssigt omkring 10% af indkøbssummen, da materiellet benyttes i stormpåvirket saltvands-miljø. Den årlige drift af materiel beløber sig derved på 162.000 kr.

Beredskab til håndtering til WaterTubes skal være uddannede til opgaven. Enten oplæres det lokalt beredskabspersonel til at håndterer og vedligeholde materiellet ellers kan der alternativt tilkøbes uddannet personel fra Falck etc., der varetager denne opgave.

Erfaringsmæssigt er alt disponibelt regionalt beredskab udkommanderet til sikring af vitale installationer og områder andre steder i regionen, da stormflod rammer meget store kystområder samtidigt. Derfor skal det forventes at det kun er lokalt/tilkøbt beredskabs-personel, der håndterer WaterTubes ved varsel om stormflod over 70% af digets sikringshøjde (usikkerhed i prognose og bølgeoverskylsmængder).

Udgifter til lønnet lokalt/tilkøbt beredskabspersonel til opsætning, vagt og nedtagning i stormen (ca 30 timer) samt før og efter, er sat til 40 timer pr. mand.

Til de 1,4 Km dige med WaterTubes ovenpå, går der mindst 7 personer i hver treholdsskift. Erfaringsmæssigt er gennemsnitsprisen for beredskabet omkring 2.000 kr/time ekskl. moms for dette risikofyldte (nat-) arbejde. Lønomskostningerne pr. stormflod/beredskabsøvelse forventes derfor at være i størrelsesorden (40 timer x 7 personer x 2.000 kr/time =) 560.000 kr.

Alternativt til udgiften til beredskab kan der mobiliseres et frivilligt beredskab. Dette stiller dog yderligere krav til materiel til udlægning mm, som så skal indkøbes af kommunen. Ved at basere sikringen på frivilligt beredskab tilføjes endnu et usikkerhedselement, da dette kræver at folk deltager aktivt i beredskabet og ikke lader sig evakuere.

Samlet er startomkostningerne med bredere dige på 4,2 mio. kr. og indkøb af WaterTubes med pumper etc. på 1,6 mio. kr. samt opbevaringsmulighed til 2,8 mio. kr, i alt 8,6 mio. kr.

Hver varsel om stormflod og beredskabsøvelse med WaterTubes beløber sig på personel-omkostninger på 560.000 kr og udskiftning af slanger for 875.000 kr, samlet 1,4 mio. kr. Der er således en reinvestering efter hver anvendelse på 875.000 kr.

Almindeligt årligt vedligehold af udstyr beløber sig på 162.000 kr/år.

3.6.3 Vurdering af den foreslåede løsning for Dragør Nordstrand

Det vurderes at den foreslåede løsning for Nordstranden indeholder en række fordele med også ulemper ift. de alternative løsninger.

Det er en fordel, at der for en beredskabsløsning defineres en fast placering, således at alle er klar over, hvor den skal ligge ved varsel om stormflod. Beredskabsløsningen vil kunne opfylde det ønskede sikringsniveau. Som beskrevet er der dog også en række ulemper, primært relateret til de generelle udfordringer der er ved beredskabsløsninger, hvor den lange strækning her, gør det ekstra sårbart.

4 Delstrækning 4, Søvang

Med afsæt i input fra grundejerforeningen i Søvang undersøges en løsning, som er mindre i udstrækning (og forventet økonomi) end løsningen, der er skitseret i udviklingsplanen, men i øvrigt er af samme typologi. Der anvendes samme enhedspriser som i udviklingsplanen og sammenlignes således på mængderne. Der tages udgangspunkt i det fremsendte materiale af Hasløv og Kjærsgaard, som grundejerne har fået udarbejdet.

4.1 Sikringsniveau

På strækningen ved Søvang er den dimensionsgivende stormflodskote for en 100 års hændelse i 2050 på 2,0 m. Hertil skal lægges den signifikante bølgehøjde på 1,0 m. Hvilket giver et sikringsniveau på 3,0 m. Såfremt løsningerne anlægges med et fladt forland således at bølgehøjden reduceres kan sikringskoten reduceres til 2,7 m. Evt. muld der supplerer sikringen til beplantning mm. vil ligge udover dette niveau. typisk ca. 10-20 cm. Muldlaget kan ikke indregnes i sikringslaget, da der både kan være slid og vandgennemstrømning i dette.

4.2 Vurdering af grundejernes forslag til løsning

Grundejerne ved Søvang har fået udviklet ét alternativt forslag til løsning ved Søvang, se Figur 11. Denne er baseret på en sandformation med stabiliserende stenrev på udsatte lokaliteter for at holde på sandet og reducere erosion. Det vurderes at den i sig selv vil være stabil, da tværtransporten er ind mod kysten, der er ingen langsgående transport og sandopfyldningen ikke er eksponeret for bølger ved pålandsvind.



Figur 11 *Plantegning af principløsning for grundejernes forslag (Hasløv og Kjærsgaard 2021)*

Imellem de eksisterende diger og det fremskudte dige etableres en strandeng med vådområder med en bredde på ca. 50 m, se Figur 12. Grundet den kortere afstand til kysten, bliver den samlede længde ca. 1300 m.

Løsningen er som udviklingsplanen baseret på et fladt forland der kan absorbere bølgerne i en stormflodssituation, således at den maksimale kote kan holdes nede.

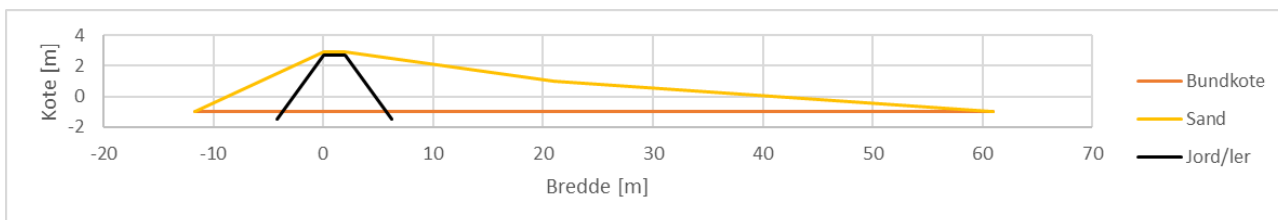
Løsningen er adaptiv, da den løbende kan udvides i takt med ny viden om vandstandsstigninger.

I løsningen er det foreslået at flytte de eksisterende stier væk fra det nuværende dige og ud på det nye forland.

Løsningen bygger således videre på de samme principper, som er anvendt i udviklingsplanen, men angiver en form for minimumsløsning ift. mængder og udstrækning ift. løsningen skitseret i udviklingsplanen. Funktionsmæssigt ift. stormflod vil den have tilsvarende sikkerhed, såfremt den opbygges med tilsvarende styrke. Det er dog usikkert om den øvre del med anlæg 1:10 vil have helt samme effekt ift. bølger og stabilitet ved erosion, som løsningen i udviklingsplanen, som anlægges bredere med et fladere anlæg 1:20.



Figur 12 Snit af fremtidige forhold, fra eksisterende dige til nyt dige (Haslev og Kjærsgaard 2021).



Figur 13 Principskitse af tværsnit til brug for overslag

Anvendes de givne forudsætninger mht. enhedspriser mv. vurderes denne løsning at koste ca. 22.000 kr./m på de ca. 1.300 m, dvs. ca. 29 mio. kr. at anlægge. I grundejerforeningens forslag er løsningen beregnet til 11.540 kr./m. eller ca. 15 mio. Forskellen i disse to overslag skyldes at enhedsprisen for sand er justeret (125 kr./m³ anvendt i udviklingsplanen), samt at der er indarbejdet et impermeabelt dige i opbygningen og afsat midler til stenmaterialer, samt inkluderet udgifter til beplantning, se Figur 13.

Overslaget er således opbygget efter samme principper som udviklingsplanen og kan derfor sammenlignes med denne.

4.3 Resume af udviklingsplanens løsning

Udviklingsplanen skitserer en bred fremskudt digeløsning med laguner og regnvandssøer på bagsiden.

4.4 Sammenstilling af løsninger for delstrækning 4

I nedenstående tabel sammenstilles de forskellige løsninger for delstrækning 4

Tabel 5 Sammenstilling af løsninger for delstrækning 4

Løsning	Placering	Særlige forhold	Sikringskote	Økonomisk overslag
		- grundvand/skybrud - fremtidsperspektiv og fleksibilitet - regional løsning - Natura 2000/natur/myndigheder - teknik/realiserbarhed/sikkerhed	2050/2100 (m)*	(mio. kr)
Grundejer- nes forslag til løsning	Som et frem- skudt dige, men reduce- ret bredde af forland.	Kan bidrage til løsning af grundvands- og skybrudsproblematikker. Påvirker Natura 2000 områder i mindre grad end løsningen fra udviklingsplanen. Løsningen fokuserer dog ikke i samme grad på at de påvirkede områder kan omdannes til anden værdifuld natur. Teknisk sikker løsning, der giver en god sikring mod stormflod. Kan løbene forhøjes i takt med den stigende havvandsstand. Stor fleksibilitet hvis vandstanden stiger hurtigere.	2,7 m/3,4 m	29 mio.
Udviklings- planens løs- ning	Som ydre dige	Kan bidrage til løsning af grundvands- og skybrudsproblematikker. Påvirker Natura 2000 områder, men der er fokuseret på at den nye forlandsløsning, både på forsiden og bagsiden anlægges således at der gives optimale betingelser for udvikling af ny natur. Teknisk sikker løsning, der giver en god sikring mod stormflod. Kan løbene forhøjes i takt med den stigende havvandsstand. Stor fleksibilitet hvis vandstanden stiger hurtigere.	2,7 m/3,4 m	68 mio.

*Sikringskoten for år 2100 svarer til 2050, tillagt den forventede vandstands-
stigning på 0,5 m. Der er derudover korrigeret for supplerende bølgebidrag.

5 Delstrækning 5 og 6, Sydvestpynten

Med afsæt i input fra grundejere på Sydvestpynten undersøges dels et frem-skudt dige, der ligger så tæt på de gamle "strandvolde" som muligt.

Derudover undersøges en løsning, som i hovedtræk følger linjeføringen for "Kombinationsdiget" med landskabelig bearbejdning. Med henblik på landskabelig bearbejdning tages følgende i betragtning:

- Grundejere der ønsker det, skal placeres bag hoveddiget (ikke ringdiger).
- Mulighed for græsning fastholdes.
- En eventuel stiforbindelse trækkes så langt væk fra bebyggelse som muligt.

Endelig foreslår forvaltningen en overordnet undersøgelse af en løsning, som trækkes så langt ud i vandet som muligt, da der tidligere har været ønske om at få dette alternativ belyst. Denne undersøgelse udarbejdes på screeningsniveau.

5.1 Sikringsniveau

På delstrækning 5 og 6 ved Sydvestpynten (Søvang til Kongelunden) er den dimensionsgivende stormflodskote for en 100 års hændelse i 2050 på 2,2 m. Der arbejdes generelt inde i land, hvorfor bølgehøjden er begrænset. Derfor anvendes et sikringsniveau på 2,5 m. Når løsningen ligger langt inde i land.

Arbejdes der med kystnære løsninger, skal lægges den signifikante bølgehøjde på op til 1,1 m. Hvilket giver et sikringsniveau på 3,6 m. Såfremt løsningerne anlægges med et fladt forland, således at bølgehøjden reduceres, kan sikringskoten reduceres til ca. 3,0 m. Evt. muld der supplerer sikringen til beplantning mm. vil ligge udover dette niveau. typisk ca. 10-20 cm. Muldlaget kan ikke indregnes i sikringslaget, da der både kan være slid og vandgennemstrømning i dette.

5.2 Placering langs de gamle strandvolde

Opbygning

En sikringslinje langs de gamle strandvolde medfører en ydre placering af diget, som langs hovedparten af forløbet følger Natura 2000 afgræsningen, se Figur 15. Diget skal generelt placeres på indersiden af voldene for ikke at komme i konflikt med udpegningen.



Figur 15 Digeforløb langs de gamle strandvolde

Den samlede længde af diget udgør 4,8 km og diget forløber generelt hvor det naturlige terræn er omkring kote 1,0 m. Diget ligger inde i land, og der vil derfor være noget, men ikke fuld bølgereduktion, da vanddybden foran diget ved stormflod stadig vil være betydelig.

Digeforløbet svarer i store træk til det af Niras undersøgte ydre dige på strækningen. Hvor diget etableres med kronekoter mellem kote 2,4-3,0 (længst mod nordvest) til kote 3,5-4,0 på de sydligste partier. Dighøjden svinger således mellem 1,0-2,7 m over eksisterende terræn.

Bølgeoverskyl

Ved stormflod i maksimalt niveau, kan der være et mindre bølgeoverskyl, dette vil bare løbe til de lave områder på bagsiden uden at give anledning til yderligere udfordringer.

Udbygning år 2100

Såfremt denne løsning etableres, vil det være muligt løbende at forhøje den i takt med vandstandsstigningen. De materialer, der allerede er tilført, vil indgå i de følgende løsninger. Diget vil med tiden fremstå som en barriere mellem landbrugsarealerne og havet, hvor naturen, der nu findes på ydersiden, vil være vanddækket.

Natura 2000

De eksisterende Natura 2000 områder på land, der ligger foran diget, vil langsomt forsvinde over tid og forgå i takt med vandstandsstigningen. Naturområderne vil pga. diget ikke have mulighed for at brede sig ind over land.

Grundvand og skybrud

Løsningen vil ikke medvirke til løsning af grundvands- eller skybrudsproblematikker.

Økonomi

Anvendes de givne forudsætninger mht. enhedspriser mv. vurderes denne løsning at koste ca. 3.700 kr./m på de ca. 4.800 m, dvs. ca. 18 mio. kr. at anlægge.

Bølgeoverskyl	Ved stormflod i maksimalt niveau, kan der være et mindre bølgeoverskyl, dette vil bare løbe til de lave områder på bagsiden uden at give anledning til yderligere udfordringer.
Udbygning år 2100	Såfremt denne løsning etableres, vil det være muligt løbende at forhøje den i takt med vandstandsstigningen. De materialer, der allerede er tilført, vil indgå i de følgende løsninger.
Natura 2000	Ved løsningen vil der være mulighed for at arbejde med de samme principper som foreslået i udviklingsplanen, hvor der på de landskabeligt udformede diger kan skabes grundlag for at arealerne på sigt kan overgå fra landbrugsarealer til naturarealer. Der kan således etableres sydvendte skråninger på det landskabeligt udformede dige, som på sigt kan udvikle til kalkoverdrev, ligesom der i områderne på ydersiden af diget, hvor det er trukket tilbage, kan udvikle sig strandsøer, kystlagune og engarealer i takt med at vandstandsstigningen gør landbrugsdriften urentabel.
Grundvand og skybrud	Løsningen vil ikke medvirke til løsning af grundvands- eller skybrudsproblematikker.
Økonomi	Anvendes de givne forudsætninger mht. enhedspriser mv. vurderes denne løsning at koste <u>ca. 3.000-10.000 kr./m på de ca. 5.900 m. Dette kan beregnes til ca. 25-35 mio. kr. at anlægge.</u>

5.4 Screening af en ydre sikring

Opbygning En ydre sikring er en naturlig variant i forlængelse af de principper der er anvendt i udviklingsplanen på de øvrige strækninger, se Figur 17 .



Figur 17 Oversigtskort over mulig ydre sikring. Den skal tilsluttes løsningen ved Søvang mod øst.

Sikringskoterne vil være højre, men kan reduceres ved udformning af et fladt bølgeabsorberende forland, til omtrent samme niveau som for Søvang.

Den samlede længde er ca. 5,6 km.

Bølgeoverskyl Ved stormflod i maksimalt niveau, kan der være et mindre bølgeoverskyl, dette vil bare løbe til lagunen uden at give anledning til yderligere udfordringer.

Udbygning år 2100 Såfremt denne løsning etableres, vil det være muligt løbende at forhøje den i takt med vandstandsstigningen. De materialer, der allerede er tilført, vil indgå i de følgende løsninger.

Natura 2000 Løsningen er placeret ude i Natura 2000 området, hvilket vil have stor betydning for de omfattede naturtyper. På selve forlandet vil det være muligt at skabe grundlag for ny natur med den dynamik som havet giver. På indersiden af diget, vil der også kunne skabes ny natur, men der vil ikke være den naturlige dynamik med periodevise oversvømmelser som bl.a. strandenge har brug for, derfor vil det være en anden mere ensartet natur, der kan skabes som det f.eks. kendes fra Vestamager havværts kalvebod-digerne i dag. Det vil også være muligt helt at opretholde den nuværende tilstand med arealer i omdrift, såfremt man holder vandstanden på indersiden af diget nede i det nuværende niveau ved pumpning.

Det vurderes at det vil være yderst vanskeligt at få denne løsning godkendt gennem en fravigelsessag i EU, da der findes alternative løsninger på denne strækning.

Grundvand og skybrud Løsningen kan medvirke til løsning af grundvands- eller skybrudsproblematikker, såfremt vandstanden på indersiden holdes i det nuværende niveau.

Økonomi Ved en opbygning som foreslået ud for Søvang, vurderes denne løsning at koste ca. 45.000 kr./m på de ca. 5.600 m, dvs. ca. 250 mio. kr. at anlægge.

5.5 Resume af udviklingsplanens løsning

Opbygning Udviklingsplanen arbejder med en løsning baseret på maksimal tilbagetrækning for at give plads til naturen og udviklingen af Natura 2000 områderne, se Figur 18. Løsningen skal kombineres med lokal sikring af enkelte ejendomme. Dette er foreslået med ringdiger opbygget traditionelt.



Figur 18 Oversigtskort over løsningen fra udviklingsplanen

Diget opbygges som en kombination af traditionelle jorddiger, hvor pladsen er trang og landskabeligt udformede diger med meget flade anlæg, helt ned til 1:50, så de reelt kun fremstår som hævede terrænflader.

Bølgeoverskyl	Ved stormflod i maksimalt niveau, kan der være et mindre bølgeoverskyl. Dette vil bare løbe til de lave områder på bagsiden uden at give anledning til yderligere udfordringer.
Udbygning år 2100	Såfremt denne løsning etableres, vil det være muligt løbende at forhøje den i takt med vandstandsstigningen. De materialer, der allerede er tilført, vil indgå i de følgende løsninger.
Natura 2000	Ved løsningen vil der være mulighed for at arbejde med naturen, hvor der på de landskabeligt udformede diger, kan skabes grundlag for, at arealerne på sigt kan overgå fra landbrugsarealer til naturarealer. Der kan således etableres syd-vendte skrånninger på det landskabeligt udformede dige, som på sigt kan udvikle til kalkoverdrev, ligesom der, i områderne på ydersiden af diget, hvor det er trukket tilbage, kan udvikle sig strandsøer, kystlagune og engarealer i takt med at vandstandsstigningen gør landbrugsdriften urentabel.
Grundvand og skybrud	Løsningen vil ikke medvirke til løsning af grundvands- eller skybrudsproblematikker.
Økonomi	Anvendes de givne forudsætninger mht. enhedspriser mv. vurderes denne løsning at koste <u>ca. 41 mio. kr. at anlægge inkl. 19 mio. til ringdiger.</u>

5.6 Sammenstilling af løsninger for delstrækning 5 og 6

I nedenstående tabel sammenstilles de forskellige løsninger for delstrækning 5 og 6.

Tabel 6 Sammenstilling af løsninger for delstrækning 5 og 6

Løsning	Placering	Særlige forhold - fremtidsperspektiv og fleksibilitet - Natura 2000/natur/myndigheder - teknik/realiserbarhed/sikkerhed	Sikringskote 2050/2100 (m)*	Økonomisk overslag (mio. kr)
Udnyttelse af gamle strandvolde	Langs de gamle strandvolde, på grænsen til Natura 2000 området.	Påvirker ikke Natura 2000 områder direkte, men giver heller ikke mulighed for at naturen kan flytte sig ind i land og udvikle sig. Teknisk mulig løsning, der omfatter mange ejendomme. Kan løbende forhøjes med konsekvenser for udsigt. Rimelig fleksibilitet ved stigende vandstand.	2,5-3,6 m /3,2-4,5 m	18 mio.
Viderebearbejdning af kombinationsdiget	I området mellem de gamle strandvolde og udviklingsplanens løsning	Påvirker ikke Natura 2000 områder direkte, og giver mulighed for at naturen kan flytte sig ind i land og udvikle sig. Teknisk god løsning, der omfatter mange ejendomme. Kan løbende forhøjes med konsekvenser for udsigt. Rimelig fleksibilitet ved stigende vandstand.	2,5-3,6 m /3,2-4,5 m	25-35 mio.
Udviklingsplanens løsning	Indre landskabeligt udformet dige	Påvirker ikke Natura 2000 områder. Giver naturen mulighed for at bevæge sig ind i landet og udvikle sig. Set i sammenhæng med indgreb på delstrækning 3 og 4 kan der argumenteres for en samlet neutral påvirkning af mulighederne for naturens udbredelse ifm. fravigelsessag Teknisk god løsning for ejendomme bag hoveddiget. Ringdigerne giver udfordringer for de omfattede ejendomme ift. evt. evakuering. Kan løbende forhøjes med konsekvenser for udsigt. Rimelig fleksibilitet ved stigende vandstand, der kan dog være udfordringer med løbende forhøjelse af ringdiger.	2,5 m/3,2 m	41 mio. Heraf ringdiger for ca. 19 mio.

*Sikringskoten for år 2100 svarer til 2050, tillagt den forventede vandstandsstigning på 0,5 m. Der er derudover korrigeret for supplerende bølgebidrag.

Den ydre sikring er vurderet på et screeningsniveau. Den vil påvirke Natura 2000 områder. Den kan udføres som en teknisk solid løsning, der løbende kan forhøjes. Der er stor fleksibilitet ved stigende vandstand. Sikringskoter 2,7 i 2050 og 3,4 i år 2100. Anlægsomkostninger 250 mio. Denne løsning kan blive del af regional ring-løsning rundt om hele området i løbet af de næste århundreder, hvis havspejlet stiger fra 3 m og op.

6 Vurdering af hvilke tiltag der kan udføres hurtigt og omkostningseffektivt

I dette afsnit beskrives der, for den samlede strækning i Dragør Kommune, hvilke løsninger, der vurderes billigst på kort sigt, økonomisk mest omkostningseffektivt på længere sigt (år 2100) og hvilke løsninger, der vurderes at kunne iværksættes hurtigst, herunder om der er myndighedsmæssige udfordringer ift. tidsplan for udførelse.

I afsnittet indgår ud over de tidligere beskrevne løsninger også de af Niras udarbejdede løsninger (*Niras 2017*). I Niras notat er de anlægstekniske overslag dog ikke opgjort på delstrækninger eller i samme prisniveau som udviklingsplanen.

6.1 Dragør Nordstrand

På kort sigt etableres en sikring til år 2050. Det vurderes at den billigste løsning at være en forhøjelse af det nuværende dige til en kronekote på 2,7 m. og en anlægsøkonomi på ca. 10 mio. kr.

Alternativt til dette er løsning A1, beskrevet i dette notat til kote 2,2 med et bølgebrydende forland og en anlægsøkonomi på 16 mio.

På lang sigt (år 2100) vurderes den billigste løsning at være en videre forhøjelse af diget. Anlægsøkonomien for dette er endnu ikke undersøgt.

Da projekter med dæmningsanlæg er omfattet af Miljøvurderingslovens bilag 2, skal der udføres en VVM-screening. Såfremt det heri vurderes at der er væsentlige påvirkninger af f.eks. udsigt, kan det medføre en fuld VVM.

Det vurderes, at den løsning, der hurtigst kan gennemføres, er løsning A1. Løsningen kan gennemføres i løbet af ca. 1 år. Såfremt der skal laves fuld VVM, vil perioden forlænges med ca. et år.

Såfremt denne løsning udføres, udskyder man beslutning om evt. etablering af en ydre sikring på langt sigt. Arbejdes der videre med denne strategi vil havudsigten forsvinde og man vil med tiden få et boligområde gemt bag et højt jorddige.

6.2 Havnen og den Gamle By

På kort sigt etableres en sikring frem til år 2050, med en indre løsning med forhøjelse af kajkanter, suppleret med beredskabsløsninger, som beskrevet i udviklingsplanen til kote 2,0 m anlægsøkonomi til ca. 14 mio. kr.

Det vil være muligt at fortsætte forhøjelsen af kajkanter og etablering af støttemure, men det vil have store konsekvenser for havnens daglige anvendelse.

Der er ikke udarbejdet anlægsoverslag for dette og det anbefales, at det tænkes sammen med en generel forhøjelse af havnearealerne. Disse vil der ligeledes være brug for, såfremt området stadig skal fungere som havn ved en vandstandsstigning på op til 70-90 cm i år 2100 ift. nuværende forhold.

Da projekter med dæmningsanlæg er omfattet af Miljøvurderingslovens bilag 2, skal der udføres en VVM-screening. Såfremt det heri vurderes at der er væsentlige påvirkninger af f.eks. udsigt, kan det medføre en fuld VVM.

Det vurderes, at den løsning, der hurtigst kan gennemføres, er løsningen fra udviklingsplanen eller en variant heraf. Løsningen kan gennemføres i løbet af 1-2 år. Såfremt der skal laves fuld VVM, vil perioden forlænges med ca. et år.

Ved at arbejde med en indre løsning, delvist baseret på beredskab, udskydes beslutning om en eventuel ydre sikring med sluseporte. En sådan løsning er dog også så omkostningstung, at den først bør implementeres, når det er absolut nødvendigt ift. vandstandsstigningen og kan være et alternativ til en total ombygning af havneområdet. Det vurderes således at det er mest hensigtsmæssigt at arbejde med en indre løsning med en kortere tidshorisont.

6.3 Sydstranden

På kort sigt etableres en sikring frem til år 2050 svarende til linjeføringen fra udviklingsplanen og Niras forslag fra 2017, som i store træk er sammenfaldene. Sikringen anlægges med en kronekote i kote 2,8 m og har en anlægsøkonomi på ca. 19 mio. kr.

Løsningen ligger indenfor Natura 2000 afgrænsningen og der skal derfor gennemføres en Natura 2000 Væsentlighedsvurdering og konsekvensvurdering, ligesom der nok kræves fuld miljøkonsekvensvurdering (VVM). Løsningen ligger også indenfor fredningen og skal indpasses under hensyntagen til denne. Der skal derfor ansøges om dispensation hos fredningsnævnet og dispensation fra NBL §3.

På langt sigt vil den billigste løsning være en forhøjelse af diget. Dette vil dog på sigt medføre at naturen på ydersiden af diget forsvinder og bliver erstattet af marine naturtyper, der kan leve i permanent vanddækkede miljøer.

Løsningen vil kræve noget myndighedsbehandling og vurderes at kunne gennemføres på 5-10 år.

6.4 Søvang

På kort sigt etableres en sikring frem til år 2050 svarende til linjeføringen fra Niras forslag fra 2017, hvilket er en forhøjelse af det eksisterende dige til ca. 3,3 m. (Niras 2019). Der er ikke udført detaljeret overslag over anlægsøkonomien, men det vurderes at det kan etableres for ca. 15 mio. kr.

Løsningen ligger indenfor Natura 2000 afgrænsningen og der skal derfor gennemføres en Natura 2000 Væsentlighedsvurdering og konsekvensvurdering,

ligesom der nok kræves fuld miljøkonsekvensvurdering (VVM) og dispensation fra NBL §3.

På langt sigt vil den billigste løsning være en forhøjelse af diget. Dette vil dog på sigt medføre at naturen på ydersiden af diget forsvinder og bliver vanddækket. Løsningen vil kræve noget myndighedsbehandling og vurderes at kunne gennemføres på 5-10 år.

6.5 Sydvestpynten

På Sydvestpynten er det vanskeligt at vurdere, hvilken løsning, der realistisk kan etableres med en kort tidshorizont.

Den billigste løsning er en løsning baseret på traditionelle diger langs eksisterende strandvolde. Den vil dog have væsentlige konsekvenser for Natura 2000 områderne, da den vil hindre at naturen kan udvikle sig.

Da der er belyst alternativer i form af det tilbagetrukne kombinationsdige, som kan give naturen plads, vurderes dette umiddelbart at være den mest farbare vej at gå.

Den kan eventuelt udføres i flere trin, således at digerne i første omgang udformes mere traditionelt til kote 2,5 m og dermed billigere. Med tiden kan man så omdanne dem til landskabsdiger i takt med vandstandsstigningen og at areaerne på ydersiden overgår til mere natur.

Løsningen, der sikrer frem til år 2050, vurderes således at kunne udføres i den lave ende af det beskrevne økonomiske interval, hvilket er ca. 25 mio. kr.

6.6 Samlet helhedsløsning i et naturperspektiv

Grundlaget for udviklingsplanens løsninger har været at arbejde med en helhedsløsning i et naturperspektiv. Herved menes at der ved udviklingen af løsningerne, er taget hensyn til den eksisterende naturbeskyttelse og Natura 2000 udpegningsgrundlaget. Der er derved søgt løsninger, der er i mindst mulig konflikt med disse, under hensyntagen til det primære behov for sikring af ejendomme.

Der er endvidere foreslået løsninger baseret på naturbaserede løsningselementer med jord og sandmaterialer, der løbende kan tilpasses, har lang holdbarhed og kan udvikle sig til ny natur.

De i dette notat supplerende løsninger har ikke samme hensyntagen til naturen i et helhedsperspektiv, men kan hver især have andre sekundære hensyn, udover selve beskyttelsen. Dette kan f.eks. være en minimering af økonomi. Hvor det er muligt, er der også her anvendt jord, sand og stenmaterialer, men der er ikke opnået samme indpasning i landskabet.

7 Anvendte enhedspriser

I prisoverslagene er anvendt de samme enhedspriser som anvendt til udviklingsplanen.

I Tabel 7 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. højvandslukker 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.

Som det blev nævnt i afsnit 2.4, bør alle priser hæves med mindst 50% for at medtage de usikkerheder og materialeprisvariationer, som man normalt medtager på dette proces-stadie.

Tabel 7 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 højvandlukke på land ¹⁾ Simple 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
Mobilisering pr. delstrækning (anlægges separat)	2-300.000 kr./delstrækning
Mobilisering samlet for hele strækningen	1.000.000 kr.
WaterTubes, dobbeltslange 1,2 m høj (90 cm effektiv), inkl. pumpesystem, Pris beregnet for 1,2 km. og sektio- ner a 200 m længde.	1.400.000 kr.
Forberedelse af dige til fast indlagte WaterTubes ¹⁾	3000 kr./m.

¹⁾ Skønnet gennemsnitspris.

8 Referencer

Arkitema og COWI 2021: Morgendagens Dragør, Klimrobust Kystkommune, Udviklingsplan August 2021.

NIRAS 2017: Stormflodssikring Dragør Kommune, Teknisk-økonomisk-miljø-mæssig udnærsøgelse af to overordnede digeløsninger med to forskellige sikringsniveauer. Dragør Kommune, August 2017.

NIRAS 2019: Stormflodssikring Dragør Kommune, Modellering af dige kronekoter for en 100 års og 10.000 års stormflodshændelse. Dragør Kommune, februar 2019.

Bilag A WaterTubes beredskabsløsning

WaterTubes er en oppustelig gummislange som fyldes med vand. Dermed udgør det en barriere op til 90 cm over terrænet, der forhindrer stormfloden i at anrette skade på de bagvedliggende områder. WaterTubes kræver uddannet personale at opsætte og er derfor mere besværligt end f.eks. sandsække. Ved længere strækninger er det dog klart at foretrække en sådan løsning frem for sandsække. På Figur 8-1 ses eksempler på WaterTubes.

Hver slange kan kun benyttes én gang og med relativt dyr lbm-pris samt time-lønninger til beredskabet under hele stormfloden, er det en relativt dyr løsning. Ved opsætning på permeabelt underlag som saltvandsgruset i Jyllinge Nordmark, trænger havvandet under WaterTuben gennem jordmatricen. WaterTubeløsningen er meget sårbar overfor skarpe genstande som løsrevne paller, vrag-gods eller både og biler, der kan få sikringstypen til at kollapse, særligt med bøl-gepåvirkning.



Figur 8-1 Eksempler på WaterTubes. (kilde: <https://nofloods.com/inflatable-flood-barrier-pro/>)

WaterTubes udlægges generelt altid som en dobbeltslange, dels for at sikre stabiliteten og dels for at give forbedret sikkerhed ved evt. brud på den ene slange.

Normalt udlægges WaterTubes fra trailer (bil eller lastvogn).

WaterTubes kan udlægges i sektioner af varierende længde, mellem disse indsættes terminaler, hvor de enkelte elementer samles samt med mulighed for påfyldning af vand.