



Forarbejder til Kyst- helhedsplan for Strøby Egede – Strøby Ladeplads

Kysttekniske analyser, kystcelle-
opdeling og administrationsgrundlag

STEVNS KOMMUNE - TEKNIK & MILJØ

21. DECEMBER 2020

Indhold

1	Indledning	4
2	Resume	4
2.1	Kysttekniske analyser	4
2.2	Kystcelle-opdeling	5
2.3	Administrationspraksis	6
2.4	Standarder	7
3	Områdebeskrivelse	8
4	Metocean data	10
4.1	Vandstand	10
4.1.1	Normal vandstand i 2020	10
4.1.2	Ekstrem vandstand i 2020	10
4.1.3	Klimarelateret havspejlsstigning	12
4.1.4	Isostatisk landhævning	14
4.1.5	Ekstrem vandstand i fremtiden	15
4.2	Bølger	16
5	Sedimenttransport	18
5.1	Langsgående sedimenttransport	18
5.2	Tværgående sedimenttransport	20
5.3	Historisk kystudvikling	20
5.4	Potentiel langsgående sedimenttransport	24
5.5	Sedimenttransportsområder	28
5.5.1	Område 1 Køge Sønakke og Strøby Ladeplads	29
5.5.2	Område 2 Bølgebryderen ved Strøby Ladeplads til Lemgårdsvej	30
5.5.3	Område 3 Lemgårdsvej til Bådklubben Ege	31
5.5.4	Område 4 Bådklubben Ege til Tryggevælde Å	31
5.6	Kystteknisk vurdering	32
6	Kystplan	34
6.1	Overordnede anbefalinger	34
6.1.1	Eksisterende anlæg	34
6.1.2	Kystfodring	35

6.1.3	Fremtidig kystbeskyttelse	35
6.2	Kysttekniske enheder	36
6.2.1	Strækning 1: Tryggevælde Å til Ved Kystvejen	36
6.2.2	Strækning 2: Kystvejen	39
6.2.3	Strækning 3: Strøby Ladeplads	42
7	Administrations praksis	43
7.1	Kysterosion	43
7.1.1	Fjernelse af eksisterende kystbeskyttelse	43
7.1.2	Strandfodring	43
7.1.3	Genopbygning af skråningsbeskyttelser	44
7.1.4	Genopbygning af høfder	44
7.1.5	Forstærkning af eksisterende skråningsbeskyttelser	44
7.1.6	Etablering af nye skråningsbeskyttelser	45
7.1.7	Forstærkning af eksisterende høfder og bølgebrydere	45
7.1.8	Etablering af nye høfder og bølgebrydere	46
7.2	Højvandsbeskyttelse	46
7.2.1	Krav til højvandsbeskyttelse	46
7.2.2	Eksisterende højvandsbeskyttelse	46
7.2.3	Etablering af nye diger	46
7.2.4	Etablering af nye højvandsmure	46
8	Referencer	47

Projekt ID: 10408122
Ændret: 21-12-2020 13:00
Revision

Udarbejdet af MLV, SSC
Kontrolleret af PFKL, CHLD
Godkendt af PFKL

1 Indledning

Stevns Kommune har bedt NIRAS udarbejde forarbejdet til en kysthelhedsplan for kyststrækningen Strøby Egede – Strøby Ladeplads, Figur 2.1.

Forarbejdet til kysthelhedsplanen beskriver fysikken langs kysten og dens historiske udvikling, opdelingen i kystceller og forslag til administrationspraksis. Dette notat indeholder følgende tre overordnede emner:

1. Kysttekniske informationer
2. Kystcelle-opdeling i administrative og kysttekniske enheder
3. Administrations praksis for kysten, der kan danne grundlag for fremtidig myndighedsbehandling.

Forarbejdet til kysthelhedsplanen er en fortsættelse af det arbejde NIRAS tidligere har udført for Stevns Kommune i form af skitseprojekt for stormflodssikring af kommunens kyst fra april 2016 samt inspektionsrapport fra august 2018.

2 Resume

2.1 Kysttekniske analyser

De kysttekniske analyser viser en stigende langsgående nettosedimenttransport fra Strøby Ladeplads til Strøby Egede. Nettotransporten er generelt nordvest gående. Det betyder, at der forekommer kronisk erosion langs hele kysten og sand og ral bliver transporteret af bølger og strøm fra Strøby Ladeplads mod Strøby Egede og videre mod Køge Kommune.

Den historiske kystudvikling viser en gennemsnitlig tilbagerykningshastighed på mellem 3-60 cm/år de sidste 120 år. Den relativt lille tilbagerykning (erosion) af kysten de sidste mange år, skyldes sandsynligvis den omfattende hårde kystbeskyttelse, der er anlagt langs kysten. Den erosion der foregår, sker primært foran erosionsbeskyttelserne, hvilket betyder, at stranden på sigt bliver smallere og vanddybden nær kysten bliver større.

Analysen viser dermed et behov for tilførsel af sand og ral på kyststrækningen for at gendanne stranden og kompensere underskuddet i sedimentbudgettet. En tilførsel af sand og ral vil bevirke en bredere strand, men vil også beskytte eksisterende skråningsbeskyttelser og bidrage til beskyttelse mod højvande. Jo mere sand og ral, der ligger på stranden og ude i strandprofilet, jo mere dæmpes bølgerne inden de rammer kysten. Påvirkningen fra bølgerne bliver dermed mindre. Samtidig vil der under en storm ske erosion af forstranden i stedet for den bagvedliggende skrænt eller beskadigelse af eksisterende hård kystbeskyttelse.

De fleste kystgrundejere i området kan stadig huske den "Stille Stormflod" eller som nogle kalder den, After Urd-stormen, den 4. januar 2017, som den seneste større stormflod, der bevirkede lokale oversvømmelser med maksimal vandstand på +1,57 m DVR90 og bølger fra nord.

Fremtidige stormfloder forventes at forvolde større skade på kysterne, da højere generelt havniveau både vil medføre øget erosion jf. Bruuns regel og højere maksimal vandstand (se Kystdirektoratets Kortlægning af erosion og oversvømmelse 2016). Desuden har der været mindst 7 historiske stormfloder de sidste 1000 år, der har haft maksimal vandstand på mere end 1 meter højere end den "Stille Stormflod" og hvor bølgerne var højere eftersom vinden kom fra øst.

I beskrivelse af sikringsniveau tages der udgangspunkt i stormfloderne og den akutte erosion og herunder bølger og vandstand langs stranden.

Figur 2.1: Oversigt over kyststrækningen Strøby Egede-Strøby Ladeplads og forslag til opdeling i kystceller, som baggrund for udarbejdelse af en kysthelhedsplan.



2.2 Kystcelle-opdeling

NIRAS foreslår, at dele kyststrækningen op i tre delstrækninger. For hver delstrækning bør der udarbejdes en særskilt kystplan.

Delstrækning 1 dækker Strøby Egede, jf. Figur 2.1. På denne strækning er der fare for oversvømmelse både fra havet og Tryggevejlede Å. Langs kysten er der behov for både erosionsbeskyttelse og højvandsbeskyttelse. Med en helhedsorienteret løsning kan der anlægges en samlet kystbeskyttelse foran den nuværende

kystlinje samtidig med, at baglandet skal beskyttes mod vand fra åen ved udbygning og forhøjelse af de eksisterende diger i nord og højvandsporten ved Tryggelvælde Å fra nuværende ca. kote +2,3 m DVR90.

Delstrækning 2 dækker Kystvejen, jf. Figur 2.1. På denne strækning er der behov for erosionsbeskyttelse, samtidig med at enkelte bygninger er i fare for oversvømmelse.

Generelt anbefales det at strandfodre med sand og ral langs den del af kyststrækningen, hvor bebyggelsen ligger ud til stranden. Strandfodringen kombineres med opgradering af skråningsbeskyttelserne, hvor der samtidig indarbejdes en højvandsmur, dige eller anden højvandsbeskyttelse, såfremt det er nødvendigt.

Det vurderes at være billigere og bedre at vedligeholdelsesfodre på sigt fremfor at prøve at stabilisere kysten ved udbygge med flere og større høfder og bølgebrydere. Bølgeindfaldsvinklen er forholdsvis stor på denne kyst, hvilket betyder, at konstruktionerne skal ligge tæt og være store for at holde på sand og ral. Flere store høfder og bølgebrydere vil fange en masse tang og vil alligevel skulle vedligeholdelsesfodres med års interval, da der i alle tilfælde vil være en vis transport på dybere vand foran konstruktionerne.

På de mest udsatte strækninger kan det dog overvejes at forlænge udvalgte høfder for at reducere gradient i den kystparallelle sedimenttransport lokalt og derved øge bredden af stranden lokalt, hvor dette ellers ikke er muligt.

Delstrækning 3, som dækker Strøby Ladeplads jf. Figur 2.1, er oversvømmelsestruet uden at være erosionstruet. På denne strækning bør der derfor anlægges et tilbagetrukket dige, som beskytter de bagvedliggende huse.

2.3 Administrationspraksis

Administrationspraksis indeholder en række kysttekniske vejledninger, som kystmyndigheden kan læne sig op ad i forbindelse med forvaltningen af kommunens kyster.

Kommunen kan med fordel rejse en Kapitel 1a sag med det formål at strandfodre langs hele kyststrækningen langs både Delstrækning 1, 2 og 3. Dette vil give en helhedsorienteret kystbeskyttelse fremfor, at hver enkelt grundejer strandfodrer foran egen matrikel og som sandsynligvis er mere økonomisk fordelagtig.

Stevns Kommune anbefaler som udgangspunkt, at erosionsbeskyttelse designes til at modstå en 50 års statistisk middeltidshændelse med en levetid på 50 år (Erosion: 50/50), og alle højvandsbeskyttelser bør som minimum beskytte mod en statistisk 100 års middeltidshændelse med en levetid på 80 år. Det er den gennemsnitlige levetid for boliger og derfor frem til år 2100 (Oversvømmelse: 100/80) svarende til minimum +2,8 mDVR90.

Som erosionsbeskyttelse bør Stevns Kommune anbefale at tillade skråningsbeskyttelser kombineret med højvandsbeskyttelse ved behov, når der samtidig strandfodres over længere sammenhængende strækninger.

Det vurderes, at vedligeholdelsen af strandfodring er billigere end af forsøge at stabilisere hele kysten med konstruktioner som bølgebrydere, høfder og lignende.

Den foreslåede administrationspraksis forudsætter, at Stevns Kommune iværksætter et fælleskommunalt strandfodringsprojekt, der dækker hele den bebyggede del af kysten i sammenhæng.

Strandfodring er den eneste kystbeskyttelsesmetode, der kan bremse den kroniske erosion og tilpasse kystprofilen til et højere havspejl i fremtiden. Samtidig vil strandfodring med sand og ral reducere den akutte erosion foran den hårde kystbeskyttelse og derved reducere behovet for at forstærke skråningsbeskyttelserne i fremtiden.

Strandfodring vil desuden genoprette en bred og attraktiv strand og derved sikre passagen langs kysten.

Det vurderes ikke, at grundejerne på individuel basis og som del af lokale tilladelser til hård kystbeskyttelse kan sikre en bæredygtig beskyttelse af stranden på sigt.

2.4 Standarder

Til denne opgave er anvendt Dansk Vertikal Reference fra 1990 (DVR90) som grundlag for højdeangivelser.

Derudover er der langs kyststrækningen i Stevns Kommune defineret en stationering af NIRAS i 2016, som starter ved kommunegrænsen mod Køge Kommune i nord med Stationering 0 og følger kystlinjen rundt til kommunegrænsen mod Faxe Kommune med Stationering 40330 lige øst for Lund Havn i syd. Den samlede kystlinje i Stevns Kommune er derved 40,33 Km.

3 Områdebeskrivelse

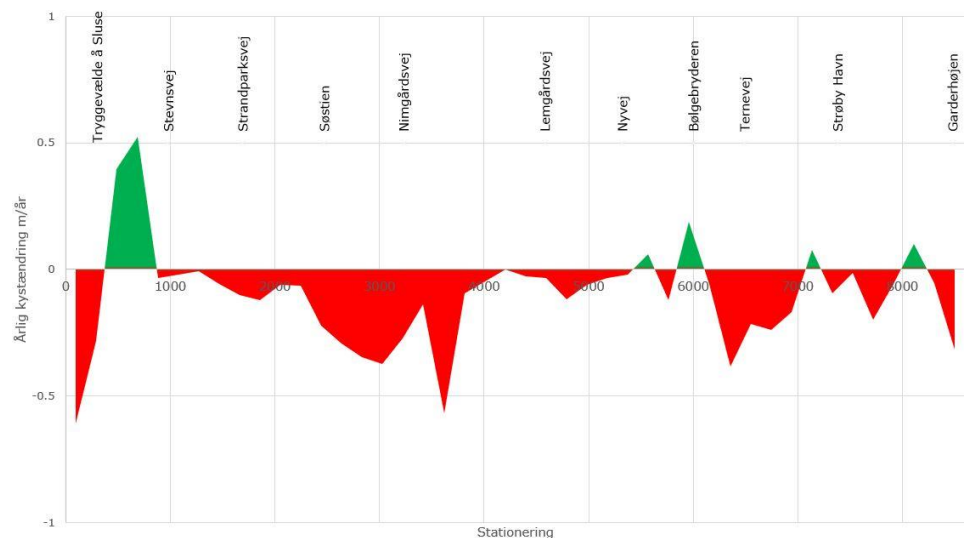
Den nordøstlige del af Stevns Kommunes kyst er kendetegnet af det sammenhængende kystnære byområde Strøby Egede og Strøby Ladeplads. Geologisk er området kendetegnet af moræneler med kystnær lag af saltvandsgrus og ferskvandstørv langs Tryggevælde Å, se Figur 3.1.

Figur 3.1: Jordartskort, der viser den geologiske sammensætning i de øvre jordlag. Den kystnære blå farve viser gruslag af marin oprindelse. Den gennemgående brune farve er moræneler og den lyseblå farve ved Tryggevælde Åens udløb er saltvandssand. De mange mørkegrønne områder indikerer ferskvandstørv, mens de to lysegrønne områder er ferskvandsler. De mørke- og lyserøde områder er henholdsvis smeltevandsgrus og -sand.



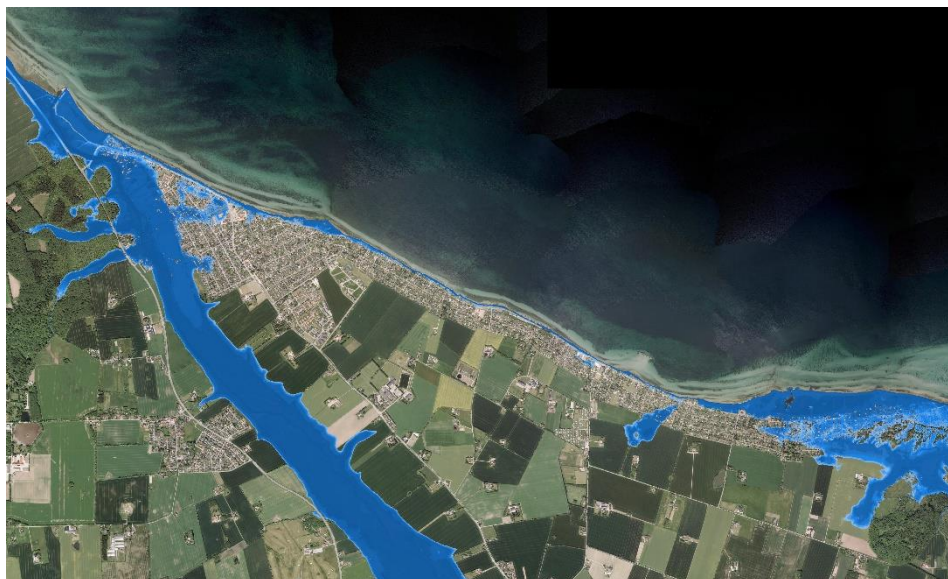
Særligt moræneler eroderes kun langsomt af bølgerne, hvilket fremgår af den historiske kysttilbagerykning de sidste 120 år, se Figur 3.2. De menneskeskabte konstruktioner bremser desuden den kroniske erosion og samler lidt sand og ral lokalt, men resulterer samtidig i læsideerosion nedstrøms for mod nordvest.

Figur 3.2: Den kroniske erosion (rød) og aflejring (grøn) af sediment langs kyststrækningen er fremkommet ved at sammenligne nutidens kystlinje med den kystlinje, som lå her for 106 år siden. Erosionen vises som et langstrakt bælte langs kysten, mens aflejningspunkterne alene skyldes menneskabte konstruktioner, som havnen ved Strøby Ladeplads, den store bølgebryder og høfden ved Tryggevælde Ås udløb.



Kyststrækningen er mange steder kendetegnet af højtliggende områder, som ikke er truet af oversvømmelse, men særligt langs Tryggevælde Å og den nordlige del af Strøby Egede samt det sydlige sommerhusområde ved Garderhøj-området er lavtliggende og dermed truet af oversvømmelse som følge af stormflod, se Figur 3.3.

Figur 3.3: Højdekort der viser oversvømmelse fra havet ved vandstand på +2,8 m DVR90. Det svarer til sikringsniveauet for oversvømmelse med en returperiode på 100 år om 80 år. Alle de små prikker i vandet er oversvømmede huse.



De kystnære revler ændres både i antal og orientering langs kysten, se Figur 3.4. Det understreger, at man umiddelbart ikke kan håndtere hele kyststrækningen på samme måde, da bølge-, strøm- og sedimentationsforhold ændrer sig fra Strøby Ladeplads i SØ mod Strøby Egede i NV. Den overordnede langstransport er mod NV og derved fra Stevns Klint mod Køge Kommune.

Figur 3.4: Revlerne er uensartede langs strækningen med mange revler og orientering mod nord i den østlige ende. Det centrale område er kendetegnet ved én revle med orientering mod nordøst og den nordlige del har overordnet 3 revler ligeledes orienteret mod nordøst. Derudover ses transversal revler uden for de kystparallelle revler i den nordøstlige del af strækningen. Den overordnede nettotransport er mod nordvest.



4 Metrocean data

4.1 Vandstand

4.1.1 Normal vandstand i 2020

Ifølge den Danske Havnelods er forskellen i Køge Havn mellem middelhøjvande og middellavvande 0,4 m, (Geodatastyrelsen, 2018), men ofte er den astronomiske tidevandsamplitude på under 10 cm fra maksimum til minimum ifølge tidevandstabellen for Køge Havn.

Ifølge DMI måler vandstandsmåleren i Køge Havn ca. 7 cm lavere end i Køge Bugt på grund af bølge- og energidæmpning gennem havnen.

I Kystdirektoratets højvandsstatistik fra 2017 for Køge Havn, er den reelle nuværende havniveaustigning på 1,9 mm/år eftersom havniveauet ifølge den har undergået en reel havniveaustigning (havspejlsstigning-landhævning) på 5,1 cm fra 1990 til 2017, se Kystdirektoratets højvandsstatistik 2017.

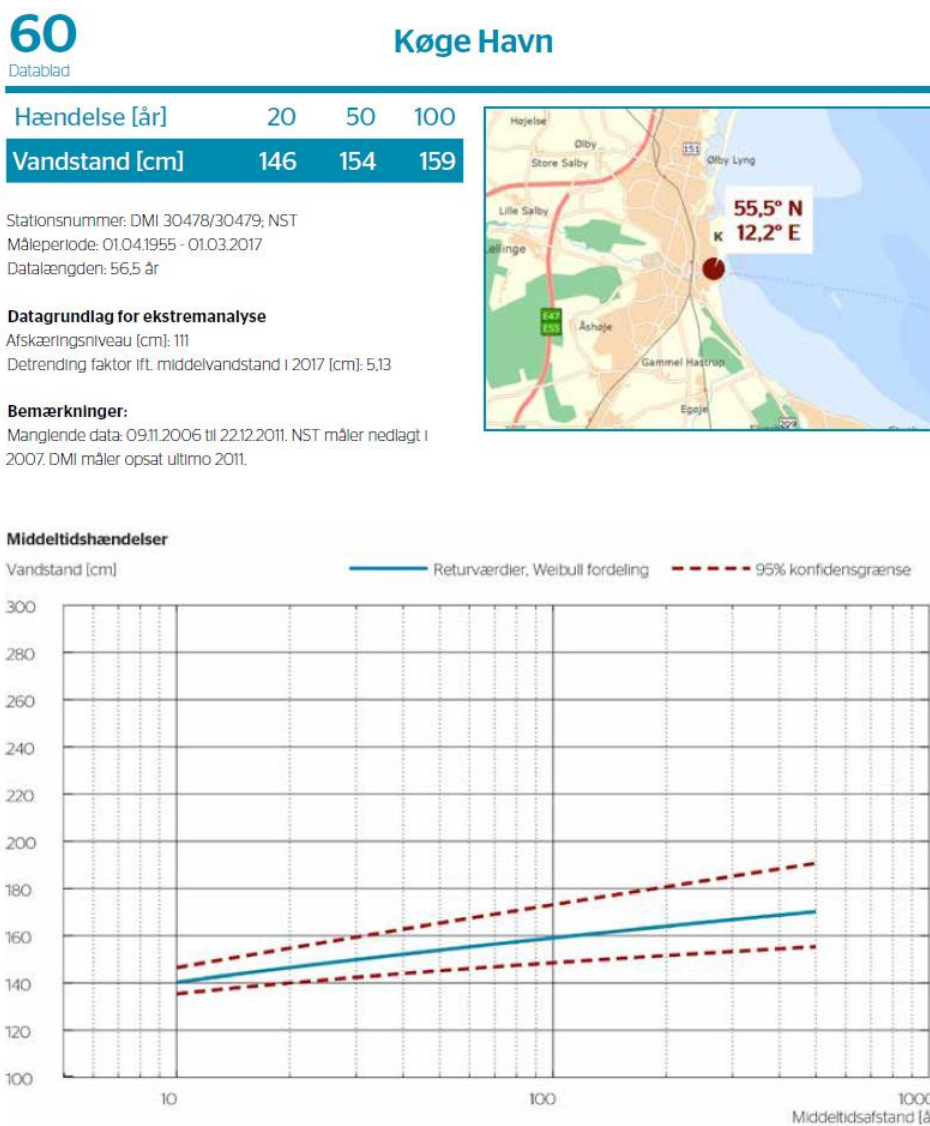
4.1.2 Ekstrem vandstand i 2020

Ifølge den Danske Havnelods kan kraftige vinde fra nordøst og sydøst give indtil 1,6 m højvande og vestlige vinde indtil 0,9 m lavvande, (Geodatastyrelsen, 2018).

Både Kystdirektoratet og Realdania har udarbejdet en højvandsstatistik for lokaliteter i hele Danmark. Den nærmeste og mest repræsentative statistik for den nordlige del af Stevns Kommune er fra Køge Havn.

Kystdirektoratets højvandsstatistik baseres udelukkende på målte vandstandsdata, og deres seneste statistik for Køge Havn er vist i Figur 4.1. Ifølge Kystdirektoratet svarer en middeltidshændelse på f.eks. 50 år til en vandstand på +1,54 m DVR90 i dag (år 2017). Bemærk usikkerhedsintervallet, som varierer mellem +1,45 til +1,65 m DVR90 for 50-års middeltidshændelsen.

Figur 4.1: Kystdirektoratets højvandsstatistik for Køge Havn (Kystdirektoratet, Miljø og fødevareministeriet -, 2018).



Ifølge Realdania svarer en middeltidshændelse på 50 år i dag (år 2015) til en vandstand på +1,74 m DVR90, hvilket er 20 cm højere end Kystdirektoratets estimat, se Figur 4.2. For 100-års hændelsen i dag er denne forskel på hele 50 cm.

Figur 4.2: Realdanias højvandsstatistik for Køge, (Realdania, Cowi, 2017).

Byer	Hændelser	2014
Køge	10	133
	20	147
	50	174
	100	209
	250	270
	500	321
	1000	376
	2000	418

Forskellen mellem de to statistikker skyldes, at Kystdirektoratets statistik er baseret på målte vandstande med Køge Havns vandstandsmålere over perioden mellem 1955-2017, mens Realdania baserer sin statistik på målinger og beretninger, der går næsten 1.000 år tilbage i tiden. Derved er medtaget 7 historiske voldsomme stormfloder, hvor den seneste var i år 1872 med en maksimal vandstand på +2,86 m DVR90 og den største i år 1760 var +3,76 m DVR90, hvilket fremtræder som en 1000 års middeltidshændelse, se Figur 4.2.

Mange af beretningerne fra før 1900-tallet, bl.a. hændelsen i år 1872, vurderes at overestimere vandstands niveauet, såfremt der samtidig var bølgepåvirkning, da bølgestuvning og opskyl fra bølger formegentlig er inkluderet i vandstandsberetningerne, mens vandstanden i sig selv har været lidt lavere.

De laveste vandstande i Stevns forekommer i forbindelse med storme fra V, NV og N. I stormen Bodil i 2013 blæste det så kraftigt fra NV, at vandstanden i Køge Havn blev sænket til -1,96 m DVR90.

4.1.3 Klimarelateret havspejlsstigning

De globale klimaforandringer med afsmeltning af is forventes at resultere i acceleration af nuværende havspejlsstigning. Havspejlet forventes at stige eksponentielt med tiden som følge af afsmeltning og thermal udvidelse af havene som følge af global opvarmning. I løbet af de sidste ca. 150 år er temperaturen i Danmark allerede steget med ca. 1,5°C.

IPCCs seneste bud på vandstandsstigningerne er vist i Figur 4.3. De forskellige RCP-scenarier refererer til forskellige forudsætninger vedrørende den fremtidige udledning af CO₂ og temperaturstigninger. RCP8.5 er scenariet, hvis jordens befolkning ikke formår at ændre deres udledninger radikalt – derved forventes middeltemperaturen at stige globalt med 3,4°C frem mod år 2100.

RCP 2.6 bygger på at Paris-aftalen bliver fuldt på globalt plan inden for de næste 10 år og udledningerne ændres radikalt, så der er netto negative emissionstal i slutningen af århundredet, hvorved jordens middeltemperatur kun stiger 1,5-2°C frem mod slutningen af dette århundrede.

Figur 4.3: IPCC's bud på global havspejlsstigning frem til år 2300 for to klimascenarier (RCP 2.6 og 8.5). Middelværdien i prognoserne er vist med stiplede linjer og usikkerhedsintervallet er vist med farvede områder, (IPCC, 2019).

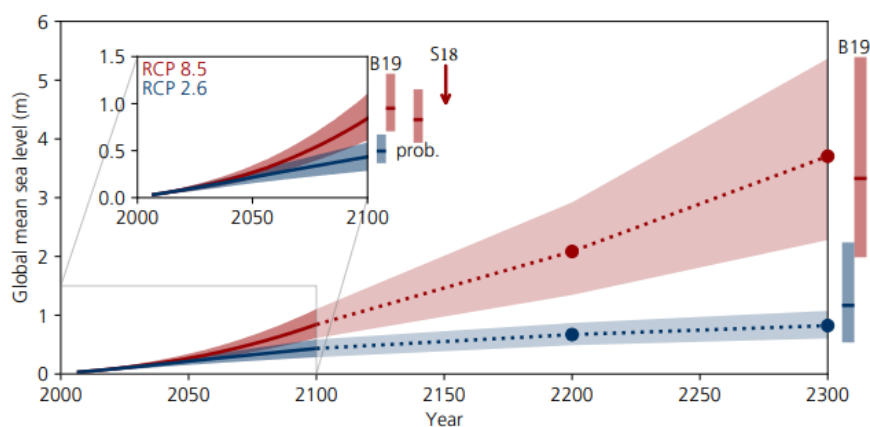


Figure 4.2: Projected sea-level rise until 2300. The inset shows an assessment of the *likely* range of the projections for RCP2.6 and RCP8.5 up to 2100 (*medium confidence*). Projections for longer time scales are highly uncertain but a range is provided (4.2.3.6). For context, results are shown from other estimation approaches in 2100. The two sets of two bars labelled B19 are from an expert elicitation for the Antarctic component (Bamber et al., 2019), and reflect the *likely* range for a 2 and 5°C temperature warming (*low confidence*; details section 4.2.3.3.1). The bar labelled “prob.” indicates the *likely* range of a set of probabilistic projections (4.2.3.2). The arrow indicated by S19 shows the result of an extensive sensitivity experiment with a numerical model for the Antarctic ice sheet combined, like the results from B19 and “prob.”, with results from Church et al. (2013) for the other components of sea level rise. S19 bars also show the *likely* range.

IPCC's fremskrivning af den globale havspejlsstigning for klimascenarie RCP8.5 stemmer godt overens med DMI's bedste centrale bud på havspejlsstigninger i Danmark ved median percentilen. Ved etablering af kystbeskyttelses anlæg med levetider, der strækker sig længere frem end til år 2050 anbefaler DMI, at man anvender klimascenarie RCP8.5.

Figur 4.3 og Tabel 4.1 viser de forventede havspejlsstigninger fra i dag (år 2020) og hhv. 20, 30, 50 og 80 år frem i tiden.

Tabel 4.1: Forventet global havspejlsstigning mellem år 2020 og hhv. år 2040, 2050, 2070 og 2100. Kilde: IPCC 2019

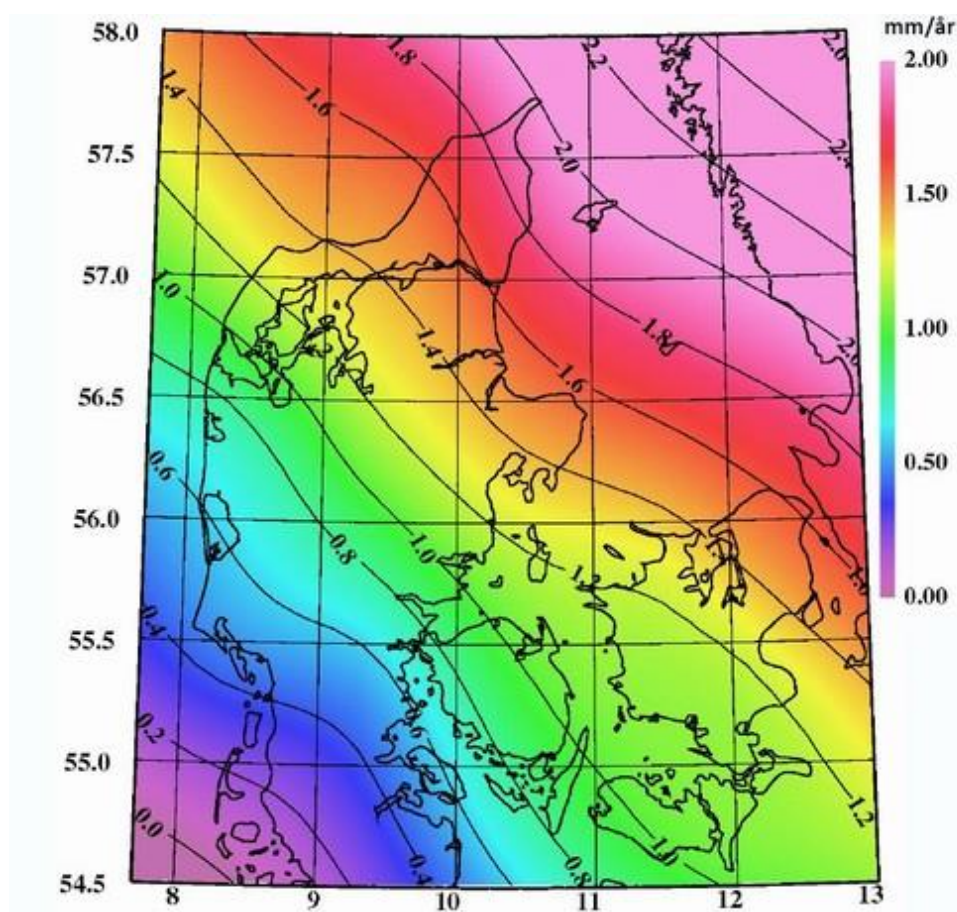
Om antal år	Årstal	Havvandsstigning for RCP8,5 global middel [cm]
20	2040	+10
30	2050	+20
50	2070	+40
80	2100	+80

Bemærk usikkerhedsintervallet på estimerne i Figur 4.3. I DMI's Klimaatlas er den høje stigning i havniveauet i år 2070-2100 defineret til +280 cm for RCP8,5 (95% percentilen). Den største usikkerhed er afsmeltningen fra sydpolen, som dog ikke er medtaget i ovenstående tabel eller i Figur 4.3.

4.1.4 Isostatisk landhævning

Under seneste istid blev hele Skandinavien trykket ned, grundet tyngden af ismasserne. Siden isens afsmeltning har landmasserne hævet sig. Dette foregår endnu i dag dog med regionale forskelle, se Figur 4.4. For Stevns Kommune varierer landhævningen mellem 1,2 mm/år mod syd til ca. 1,25 mm/år mod nord, (Vognsen, et al., 2011).

Figur 4.4: Landhævning i Danmark med nøjagtighed på 0,2 mm/år, (Vognsen, et al., 2011).



Dette giver en gennemsnitlig landhævning for den nordlige del af Stevns Kommune som vist i Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Landhævning for nordlig del af Stevns Kommune mellem år 2020 og hhv. 2040, 2050, 2070 og 2100.

Om antal år	Årstal	Landhævning i forhold til år 2020 [cm]
20	2040	+2,5
30	2050	+3,8
50	2070	+6,3
80	2100	+10,0

4.1.5 Ekstrem vandstand i fremtiden

Sammensættes Kystdirektoratets nuværende højvandsstatistik, vist i Figur 4.1, med de forventede havspejlsstigninger for RCP8.5 og forventede landhævning, fås følgende ekstremvandstande i fremtiden jf. Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Ekstrem vandstand for tre middeltidshændelser om hhv. 20, 50 og 80 år. Ekstremvandstanden er baseret på Kystdirektoratets seneste højvandsstatistik, (Kystdirektoratet, Miljø og fødevareministeriet -, 2018).

Om antal år (Årstal)	Middeltidshændelse		
	20 år [m DVR90]	50 år [m DVR90]	100 år [m DVR90]
0 (år 2020)	+1,46	+1,54	+1,59
20 (år 2040)	+1,53	+1,61	+1,66
50 (år 2070)	+1,80	+1,88	+1,93
80 (år 2100)	+2,16	+2,24	+2,29

Sammensættes Realdanias/COWIs højvandsstatistik, vist i Figur 4.1, med de forventede havspejlsstigninger for RCP8.5, og forventede landhævning, fås følgende ekstremvandstande i fremtiden jf. Tabel 4.3.

Tabel 4.4: Ekstrem vandstand for tre middeltidshændelser om hhv. 20, 50 og 80 år. Ekstremvandstanden er baseret på COWIs højvandsstatistik, (Realdania, Cowi, 2017).

Om antal år (Årstal)	Middeltidshændelse		
	MT = 20 år [m DVR90]	MT = 50 år [m DVR90]	MT = 100 år [m DVR90]
0 (år 2020)	+1,47	+1,74	+2,09
20 (år 2040)	+1,54	+1,81	+2,16
50 (år 2070)	+1,81	+2,08	+2,43
80 (år 2100)	+2,17	+2,44	+2,79

Udpegning af oversvømmelsestruede områder baseres i nærværende rapport på en 100 års middeltidshændelse i år 2100 baseret på Realdania/COWIs højvandsstatistik; +2,8 mDVR90 Dette svarer også til den maksimale vandstand under den store stormflod i år 1872. I design af skråningsbeskyttelser anvendes numeriske modelberegning af vandstand, bølgeforhold og erosion under stormen.

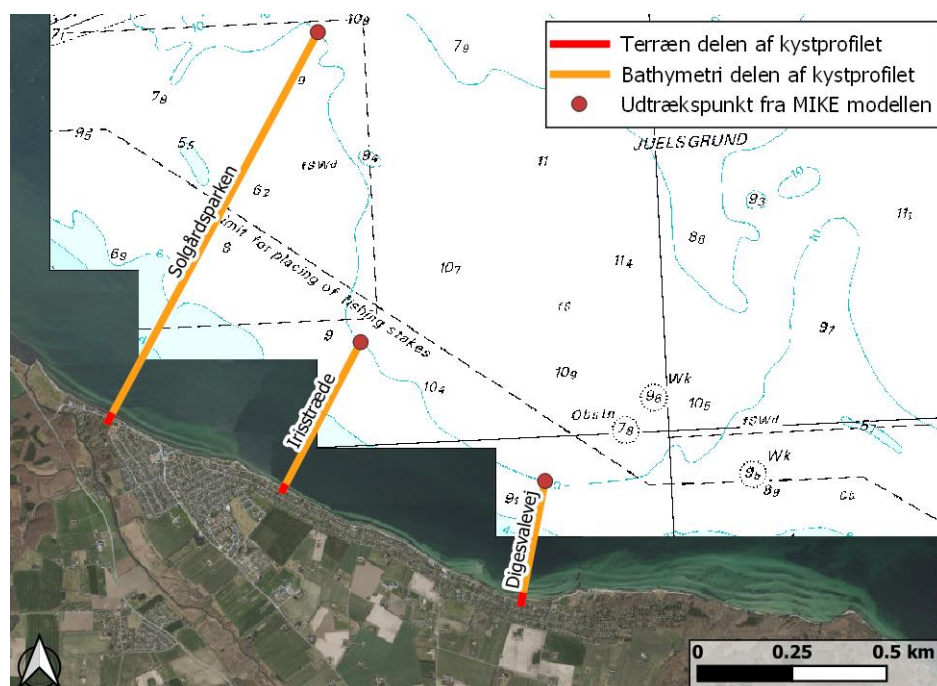
4.2 Bølger

NIRAS har opstillet en regional spektral bølgemodel for hele Danmark. Bølgerne er genereret ud fra vinddata i 10 m højde fra ERA5 modellen. Modellen som både indeholder vandstandsdata, vinddata og bølgedata er opstillet for en ca. 40-årig periode mellem 1979-01-01 til 2019-01-01.

På baggrund af den regionale bølgemodel er udtrukket tidsserier af bølger og vandstand på tre lokaliteter ud for Stevns kystlinje i Køge Bugt.

Figur 4.5: Lokalteter hvor tids-serier for bølger og vandstand er udtrukket på 10 m vanddybde ud for den nordlige del af Stevns Kommune, samt udstrækningen af anvendte kystprofiler.

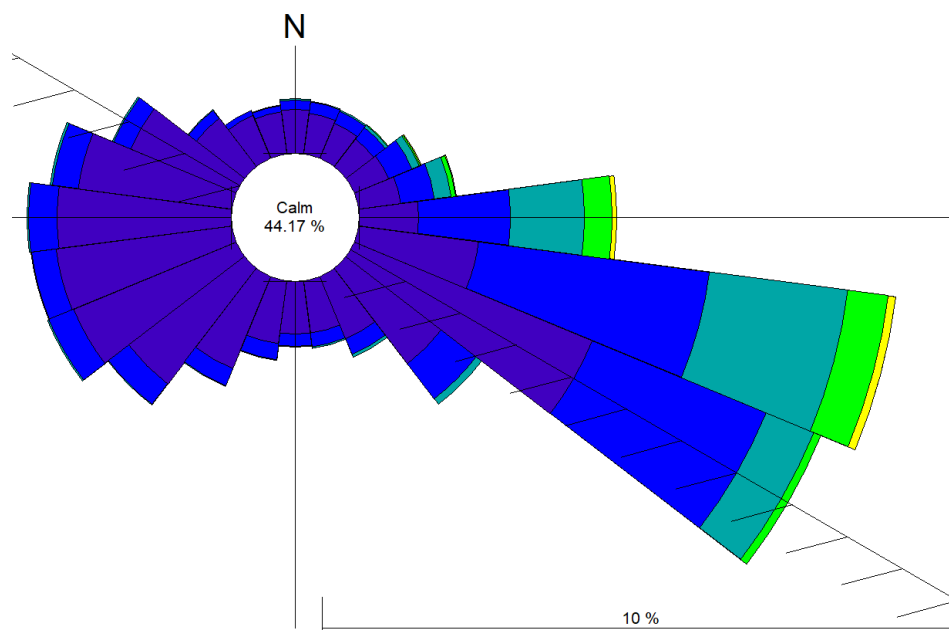
Baggrundskort: Ortofoto 2019, Geodatastyrelsens WMS-tjeneste. Bag dette ligger søkort nr. 132, Geodatastyrelsen.



Tidsserierne af bølger og vandstand er udtrukket på 10 m vanddybde ud for hhv. Sølgårdsparken, Irisstræde og Digesvaleyvej. Bølgetidsserierne er benyttet til at beregne bølgeroserne vist i Figur 4.6 til Figur 4.8.

Figur 4.6: Bølgerose (Nord) for H_{m0} baseret på regionale bølgemodel på 10 m vanddybde ud for Solgårdsparken. Kystlinjens orientering er indtegnet.

Bølgehøjde[m]	
■	Above 1.2
■	1.0 - 1.2
■	0.8 - 1.0
■	0.6 - 0.8
■	0.4 - 0.6
■	0.2 - 0.4
■	Below 0.2

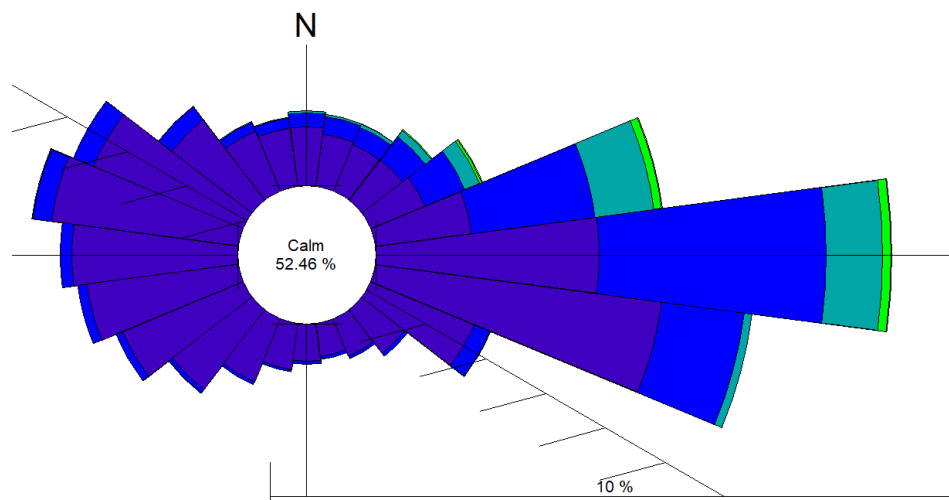


Bølgeroserne viser, at de største bølger findes ud for Solgårdsparken, da denne nordligste lokalitet er mest eksponeret for bølgerne fra sydøst, hvorfra det frie stræk er længst, se Figur 4.6.

Det ses også, at der en stor del af tiden kommer bølger fra vest, fordi det blæser ofte fra vestlige retninger i Danmark. Bølger fra vestlige retninger er dog små, fordi de fri stræk er begrænset mod vest.

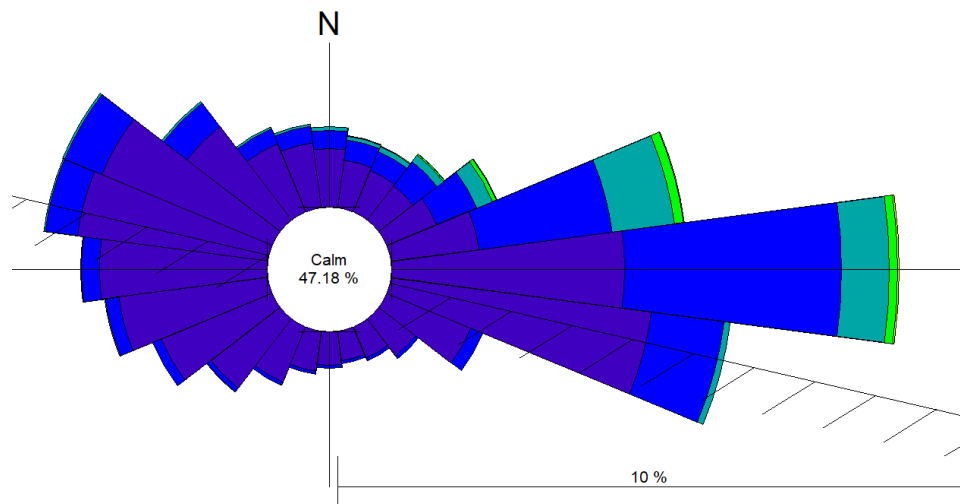
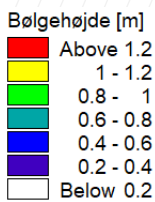
Figur 4.7: Bølgerose (Midt) for H_{m0} baseret på den regionale bølgemodel på 10 m vanddybde ud for Irisstræde. Kystlinjens orientering er indtegnet.

Bølgehøjde [m]	
■	Above 1.2
■	1.0 - 1.2
■	0.8 - 1.0
■	0.6 - 0.8
■	0.4 - 0.6
■	0.2 - 0.4
■	Below 0.2



Kystprofilet ved Irisstræde, er stejlere end ved Solgårdsparken og punktet med en vanddybde på 10 m ligger nærmere på kysten end ved Solgårdsparken. Punktet hvor bølgerne er trukket ud ligger derfor mere i læ af Stevns, se Figur 4.5.

Figur 4.8: Bølgerose (Syd) for H_{m0} baseret på den regionale bølgemodel på 10 m vanddybde ud for Digesvalevej. Kystlinjens orientering er indtegnet.



Bølgeforholdene ud for den sydligste lokalitet, Digesvalevej, er stort set de samme som ud for Irisstræde eftersom Stevns også her giver læ for bølger fra sydøst.

Punktets placering i den sydøstlige del af bugten gør, at bølgerne fra vestlige retninger er lidt større end ved Irisstræde. Til forskel fra ved Irisstræde og ved Solgårdsparken, kan disse bølger godt ramme kysten ved Digesvalevej, som er mere nordligt orienteret. De største og mest dominerende bølger, der rammer kysten, kommer dog fortsat fra øst og nordøst.

5 Sedimenttransport

Sedimenttransport på langs og på tværs af kysten skabes ved, at turbulensen ved bølgebrydning hvirvler sediment op fra bunden og skaber en strøm på langs og på tværs af kysten.

5.1 Langsgående sedimenttransport

Størrelsen af den kystparallelle sedimenttransport afhænger primært af bølgenes størrelse og retning i forhold til kysten. Desuden har sedimentets kornstørrelse stor betydning for transportens størrelse.

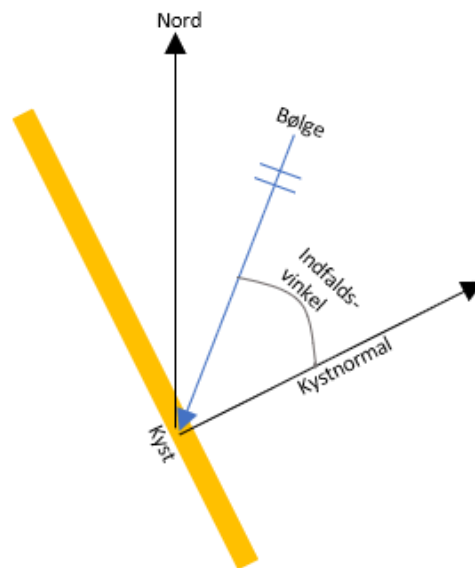
Når bølgenes indfaldsvinkel er lille i forhold til kystnormalen er den langsgående transport minimal også selv om bølgerne er store.

Den langsgående sedimenttransport øges, når bølgeindfaldsvinklen øges op til cirka 45 grader. Øges bølgeindfaldsvinklen yderligere vil den langsgående

sediment transport gradvist reduceres til nær 0 for bølger med en indfaldsvinkel på 90 grader.

Figur 5.1 viser illustration af kystorientering og bølgenes indfaldsvinkel.

Figur 5.1: Indfaldsvinklen for bølger findes som vinkelafstanden fra kystnormalen (90° vinklen i forhold til kystlinjen) til bølgenes overordnede ud-bredelsesretning. Nordpilen er vejledende..



Bølgenes størrelse og indfaldsvinkel på kysten varierer fra dag til dag. Nogle gange går transporten den ene vej og andre gange går transporten den anden vej.

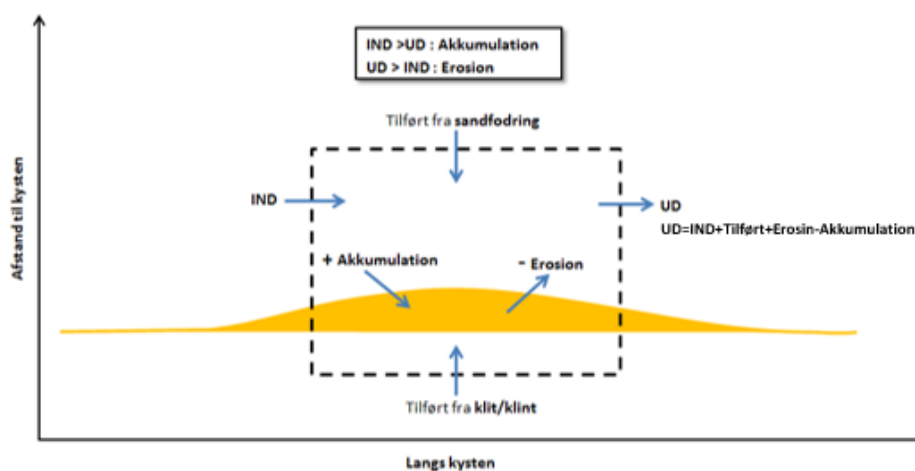
Den kystparallelle bruttotransport bestemmes ved at summere sedimenttransporten over hele året, når der ikke tages hensyn til, i hvilken retning transporten foregår.

Den kystparallelle nettotransport bestemmes ved at summere transporten over hele året, når der samtidig tages højde for, i hvilken retning transporten foregår (positiv transport mod øst og negativ transport mod vest).

Størrelsen og retningen af nettotransporten kan variere langs kysten, afhængigt af sedimenternes beskaffenhed, bølgeklimaet og ændring i kystens orientering.

Når nettotransporten stiger langs en strækning medfører det, at der fjernes mere sediment end der tilføres, hvormed kysten erodere tilbage. Dette kaldes kronisk erosion. Omvendt, når nettotransporten reduceres langs en strækning medfører det, at der tilføres mere sediment end der fjernes, hvormed kysten bygger ud, se Figur 5.2.

Figur 5.2: Illustration af langs-transport og sammenhæng mellem erosion og akkumulation.



5.2 Tværgående sedimenttransport

Særligt under storme med store bølger og høj vandstand, vil der kunne opstå understrøm langs bunden i opskylszonen, som transporterer sand ud af i kystprofilet og væk fra stranden, hvilket betegnes akut erosion.

Det sediment understrømmen fjerner fra strande under stormflod, vil typisk transporteres ind på strande igen i perioder med godt vejr med normal vandstand og mindre bølger.

Akut erosion af klitter og skrånninger genetableres dog ikke, når først materialet er fjernet ved akut erosion.

Ral opfører sig anderledes end sand. Typisk vil ral transporteres ind mod stranden, når der er bølger og derved opbygge strandvolde langs den bagerste del af stranden. Ral på stranden vil herved beskytte mod akut erosion langs skråningerne.

5.3 Historisk kystudvikling

NIRAS har analyseret den historiske kystudvikling i projektområdet.

Analysen er foretaget ud fra digitalisering af vandlinjen på et historisk kort fra 1892 samt ortofoto (oprettede flyfoto) fra 1954, 1995, 2006, 2012 og 2016 samt visuel analyse af foto fra flere årstal.

Ved digitalisering af vandlinjen kan kronisk erosion over længere perioder vurderes.

Ved digitalisering er placeringen af vandlinjen bestemt af den aktuelle vandstand på fotograferingstidspunktet, hvilken varierer på de analyserede foto. Derudover påvirker fotoets opløsning nøjagtigheden af vandlinjens placering. Vandlinjens

udvikling bør derfor vurderes ud fra flere års foto for at reducere usikkerheden. Det er således ikke nok blot at anvende vandlinjens position på det ældste og på det nyeste foto. Dog benyttes denne til at give estimat over gennemsnitlig årlig udvikling, se Figur 3.2.

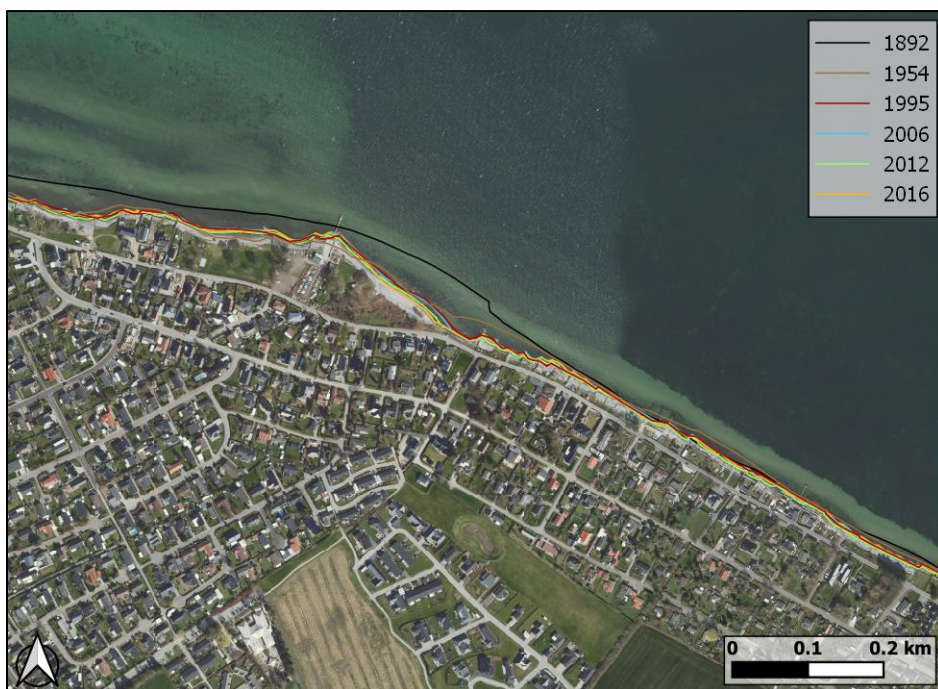
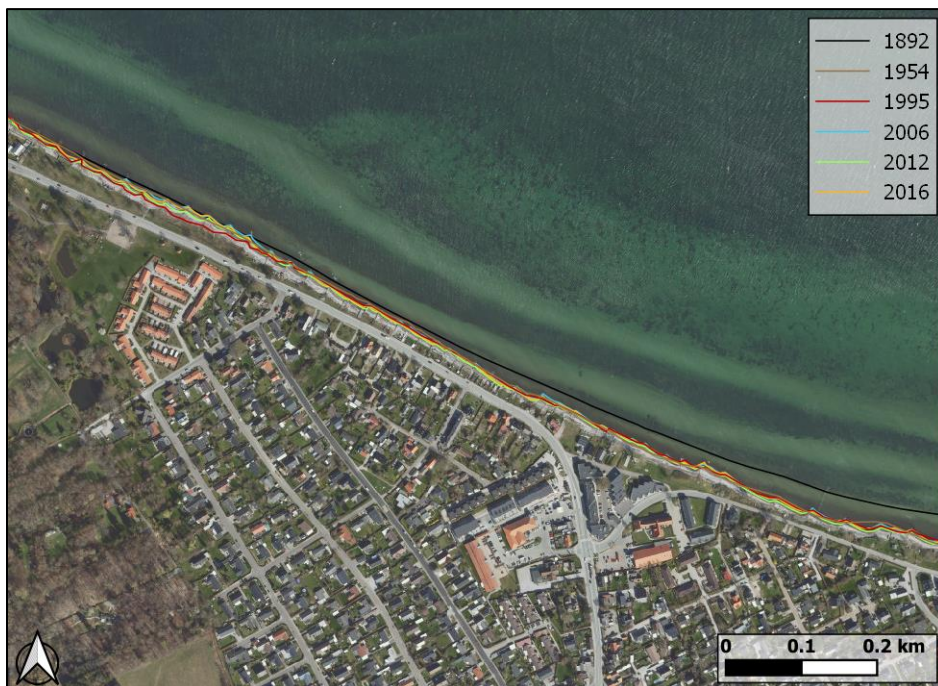
Analysen viser, at vandlinjen på det meste af strækningen mellem Strøby Ladeplads og Tryggevælde Ås udløb er rykket tilbage mellem 1892 og 1954. Enkelte steder er der dog opstået lokal aflejring, hvor kysten er rykket frem, bl.a. bag den store bølgebryder etableret i den sydlige del, se Figur 5.3.

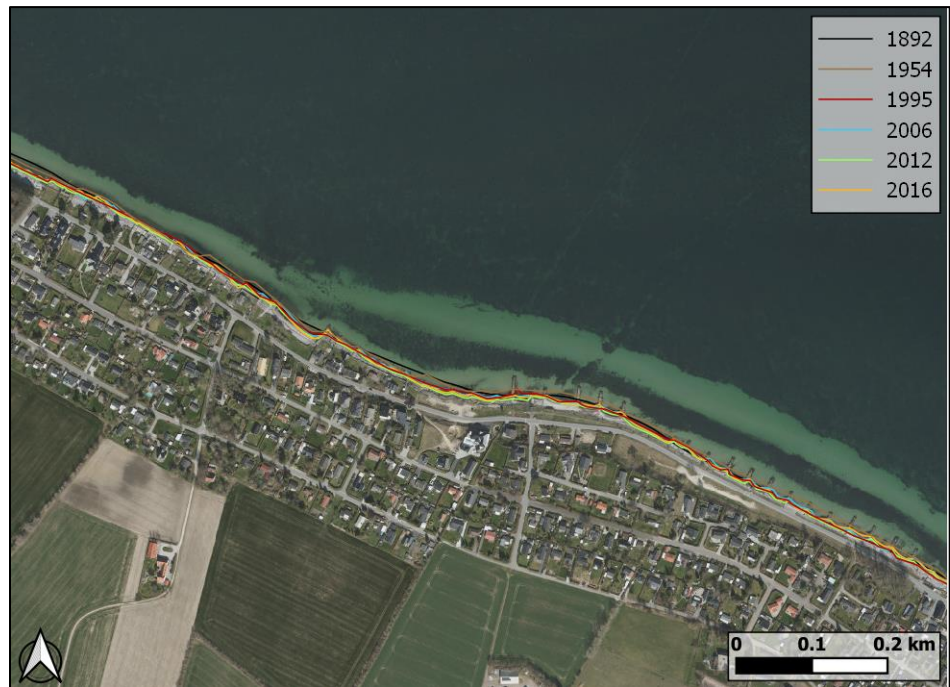
Figur 5.3: Historisk udvikling af vandlinjen mellem 1892 og 2016 for hele kyststrækningen:
Billede 1: St 0-1400
Billede 2: St 1400-2650
Billede 3: St 2570-3930
Billede 4: St 3840-5200
Billede 5: St 5170-6530
Billede 6: St 6450-7750

Baggrundskort: Orthofoto fra 2019, Geodatastyrelsen WMS-tjeneste.

- 1892
- 1954
- 1995
- 2006
- 2012
- 2016









På nogle strækninger er kystlinjen rykket yderligere landværts mellem 1954 og 1995, men mange steder ligger den nogenlunde samme sted i 1995, 2006, 2012 og 2016. De lokale kystfrespring, der opstod ved større konstruktioner mellem 1892 og 1954, er de fleste steder eroderet tilbage siden 1954.

Der ses ikke en egentlig tendens til enten fremrykning eller tilbagerykning af vandlinjen mellem 1995 – 2016. På det meste af strækningen fluktuerer vandlinjen frem og tilbage inden for den horisontale usikkerhed i analysen, som den almindelige vandstandsvariation giver. Få steder, især i den sydlige del, ses dog en tilbagerykning fra 1995 til 2002 og efterfølgende år.

Den nogenlunde stabile placering af vandlinjen skyldes det store antal bølgebrydere og høfder, samt at der er store mængder ral på stranden langs kysten.

Høfden, der holder udløbet af Tryggevælde Å åbent i den nordlige del af Stevns Kommune, fanger fortsat mere og mere sand og ral på luvsiden (sydlige side), som får vandlinjen til fortsat at rykke frem her, se Figur 5.3, Billede 1.

5.4 Potentiel langsgående sedimenttransport

På baggrund af resultaterne fra den regionale bølgemodel beskrevet i Afsnit 4.2 er den potentielle kystparallelle sedimenttransport modelleret med LITDRIFT i de tre kystprofiler fra dybt vand til kysten ved hhv. Solgårdsparken (Nord), Irisstræde (Midt) og Digesvaleyvej (Syd), se Figur 4.5.

De tre analyserede profiler er vist i Figur 5.4. Kystprofilerne er opstillet på baggrund af:

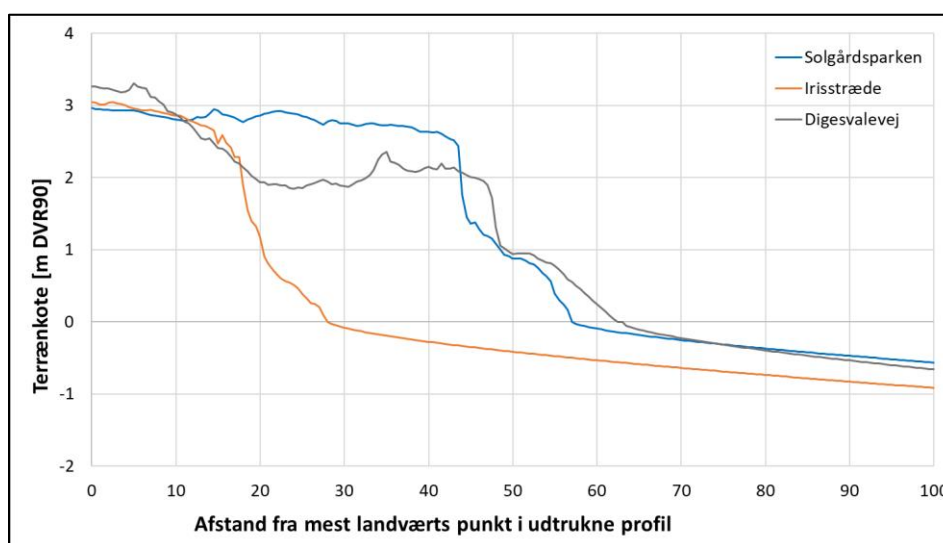
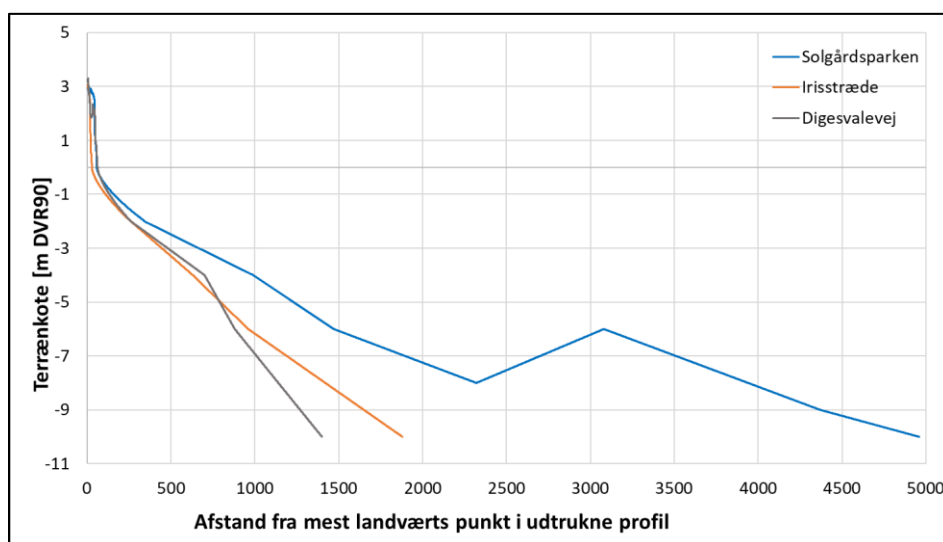
- Den danske højdemodel fra 2015 (terræn over +0,0 m DVR90),
- Søkort nr. 132 (terræn under kote +0,0 m DVR90).

- Imellem kote +0,0 til -2,0 m DVR90 er efterfølgende anvendt et tilpasset Dean's profil, som beskriver ligevægtsprofilen ud fra sedimentets middeldkornstørrelse.

Figur 5.4: Kystprofil ud til 10 m vanddybde ved de tre lokaliteter, hvor den kystparallelle sedimenttransport er modelleret. Den inderste del af profilet er udtrukket på baggrund af den nationale danske højdemodel fra 2015, mens den havværts del er udtrukket fra Søkort nr. 132. Kilde: Geodatastyrelsens WMS tjeneste.

Øverst: Hele kystprofilet.

Nederst: Udsnit af den inderste del af kystprofilet.



Da kystprofilernes bathymetriske del er opstillet på baggrund af Søkort nr. 132, er eventuelle revler ikke repræsenteret. Kystprofilernes overordnede hældning vurderes dog at kunne uddrages af søkortets dybdekurver.

Som input til sedimenttransportmodellen anvendes samme bølgedata, som bølgeroserne er beregnet ud fra. Derudover er der anvendt tilsvarende tidsserie for vandstandsvariationen ved de tre kystprofiler.

I LITDRIFT antages det, at hele kystprofilen består af sand med en kornstørrelse, $d_{50} = 0,3$ mm. Som det fremgår af ortofotoene og fotoene fra inspektionerne er dette ikke altid tilfældet i virkeligheden. De fleste steder består den inderste del af kystprofilen af skråningsbeskyttelser, stranden består af en blanding af ral og sand samtidig med, at havbunden under vandlinjen ofte er karakteriseret af 1-3 sandrevler med sand ral ind imellem.

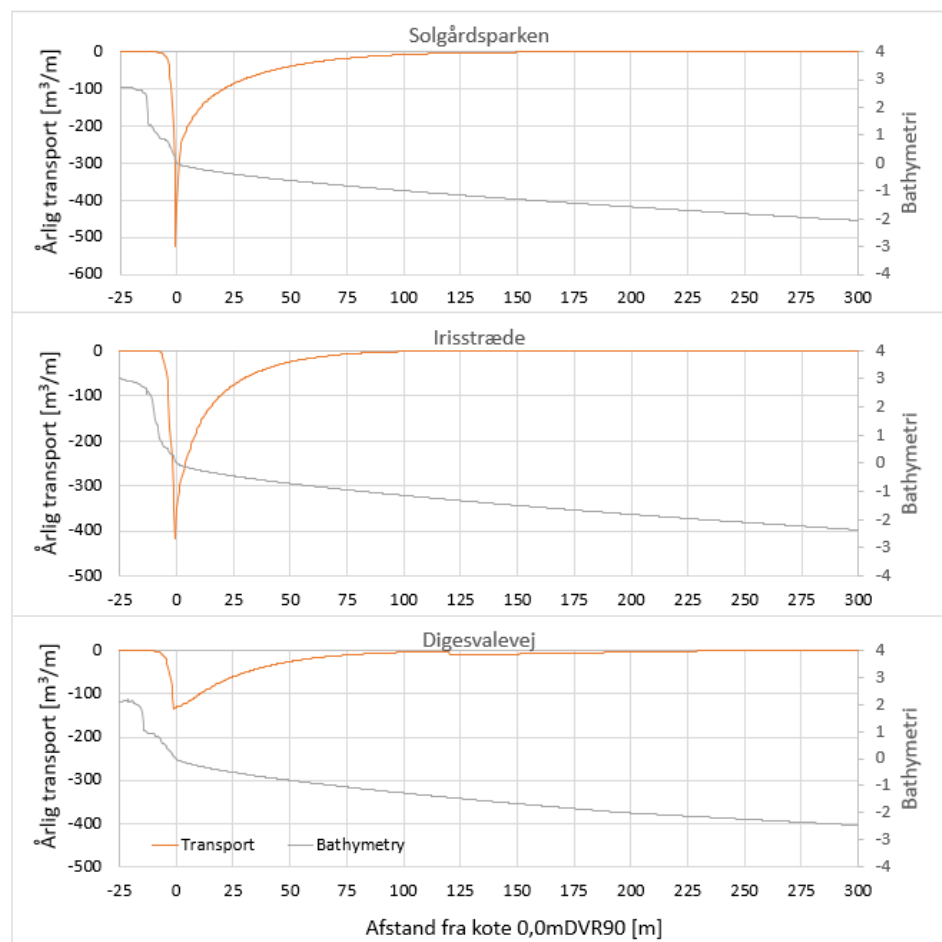
Modellen beregner således den potentielle kystparallelle transport, såfremt kystprofilerne udelukkende består af sand med en $d_{50} = 0,3$ mm. Den aktuelle sedimenttransport forventes at være mindre end den potentielle transport, da der ofte ikke er sand nok til rådighed i kystprofilen.

Den beregnede kystparallelle sedimenttransport ses i Figur 5.5. Negative transport betyder, at transporten er fra sydøst mod nordvest, hvilket er i overensstemmelse med bølgeroserne, se Figur 4.6 til Figur 4.8.

Størstedelen af den kystparallelle transporten foregår over de inderste 100 m fra kysten. Dog ses der ved Digesvaleyvej en tendens til, at transport går ud til en afstand på 125-200 m fra kysten. Dette er i overensstemmelse med ortofoto, som viser tre revler på denne strækning, hvilket også indikerer kystparallel transport længere ude i profilet, se Figur 5.5.

Figur 5.5: Fordeling af kystparallel nettotransport på tværs af kystprofilen ved analyserede kystprofiler ved Solgårdsparken, Irisstræde og Digesvaleyvej.

Negative værdier betyder nordvest-gående sedimenttransport.



Af Figur 5.5 ses det desuden, at den potentielle nettotransport stiger fra den sydlige til den nordlige lokalitet. Forskellen i størrelsen af nettotransporten mellem Solgårdsparken (Nord) og Irisstræde (Midt) er relativt lille, og nettotransporten ved Digesvaleyvej (Syd) er markant mindre end på de to andre lokaliteter.

Den samlede potentielle nettotransport gennem hvert kystprofil er vist Tabel 5.1.

Tabel 5.1: Gennemsnitlig årlig potentiel nettotransport i hvert kystprofil.

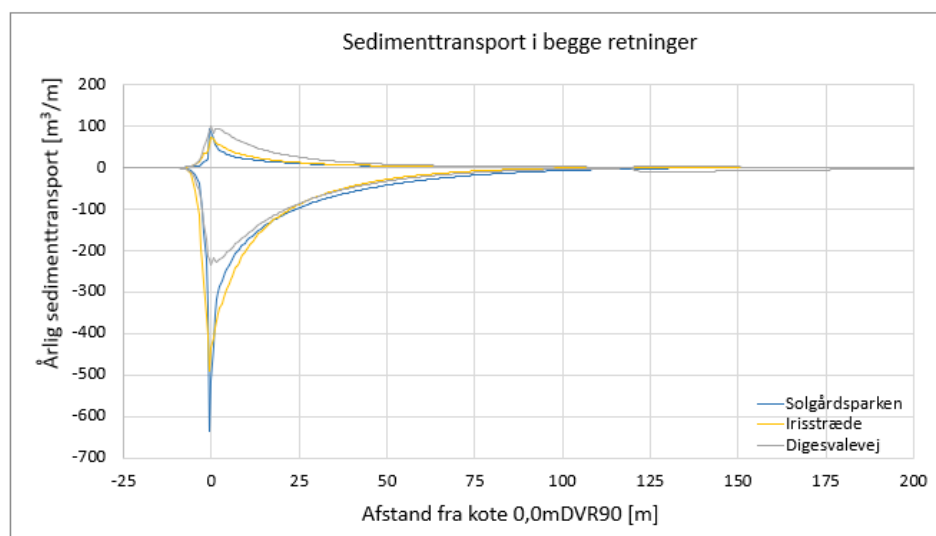
Lokalitet	Potentiel netto sedimenttransport [m ³ /år]
Solgårdsparken (Nordvest)	7.500
Irisstræde (Midt)	7.000
Digesvaleyvej (Sydøst)	5.250

At den potentielle nettotransport ved Irisstræde er større end ved Digesvaleyvej på trods af, at bølgeforholdene er næsten ens skyldes, at bølgeindfaldsvinklen ved Irisstræde er ca. 50 grader, mens den ved Digesvaleyvej er på ca. 70 grader.

Den mindre nettotransport ved Digesvaleyvej skyldes også, at strækningen påvirkes af bølger fra nord-nordvestlige retninger i højere grad end den øvrige del af projektstrækningen, se Figur 4.6 til Figur 4.8. Dette skyldes, at sedimenttransporten gennem året er mindre ensidig. Dette ses af Figur 5.6, som viser fordelingen af sedimenttransport i nordvestlig og sydøstlig retning.

Figur 5.6: Fordeling af kystparallel sedimenttransport på tværs af kystprofilen gennem analyserede kystprofiler ved Solgårdsparken, Irisstræde og Digesvaleyvej.

Positive værdier betyder sydøst-gående sedimenttransport og negative værdier betyder nordvest-gående sedimenttransport



Den dominerende bølgeindfaldsvinkel ved Solgårdsparken er som ved Digesvaleyvej ca. 70 grader, men den potentielle nettosedimenttransport er markant større end ved Digesvaleyvej og lidt større end ved Irisstræde, da bølgepåvirkningen på kysten er mere ensrettet og med større bølger, da der ikke er så stor bølgeskygge fra Stevns.

På baggrund af de udtrukne bølgeklimaer i de tre punkter langs kysten er det fundet, at ligevægtsorienteringen i forhold til kompasretningen for Solgårdsparken, Irisstræde og Digesvaleyvej er hhv. (Nord) 105°, se Figur 4.6, (Midt) 85°, se Figur 4.7 og (Syd) 85°, se Figur 4.8. Bemærk, at denne analyse er udarbejdet på baggrund af 10 års bølgedata mellem 2008-01-01 til 2017-08-01. Kysten er derfor præget af uligevægt og kronisk erosion.

Som det fremgår af Figur 5.5 foregår den overvejende del af sedimenttransporten på de inderste ca. 100 m fra kysten med omkring 50% i opskylszonen og omkring 50% over revlerne.

Den aktive dybde er beregnet til 1,8 m ved Digesvaleyvej og 0,8 m ved Irisvej og 1 m ved Solgårdsparken.

Den aktive dybde indikere, hvor langt ned og hvor langt ud i kystprofilet størstedelen af den kystparallelle sedimenttransport foregår. Den aktive dybde er beregnet som dybden, hvortil 97,5% af den kystparallelle bruttotransport foregår indenfor.

For at modvirke den kroniske erosion kan der med fordel strandfodres med samme mængde sediment, som der tabes fra området.

Af Tabel 5.1 ses det, at forskellen i den kystparallelle potentielle nettotransport af sand mellem Digesvaleyvej og Solgårdsparken er omkring 2.000 m³/år.

For at bremse erosionen af stranden langs kysten skal der således som et minimum strandfodres med i størrelsesordenen 2.000 m³ sand per år ($d_{50} > 0,3\text{mm}$).

I tilfælde af, at der naturligt tilføres mindre end 5.000 m³ sand per år fra øst, skal der strandfodres tilsvarende mere for at bremse den kroniske erosion langs projektstrækningen. Desuden skal der tages højde for havspejlsstigning, som der også skal kompenseres for med strandfodring.

Det anbefales at fodre med sand og ral for at øge kystens robusthed overfor stormflod.

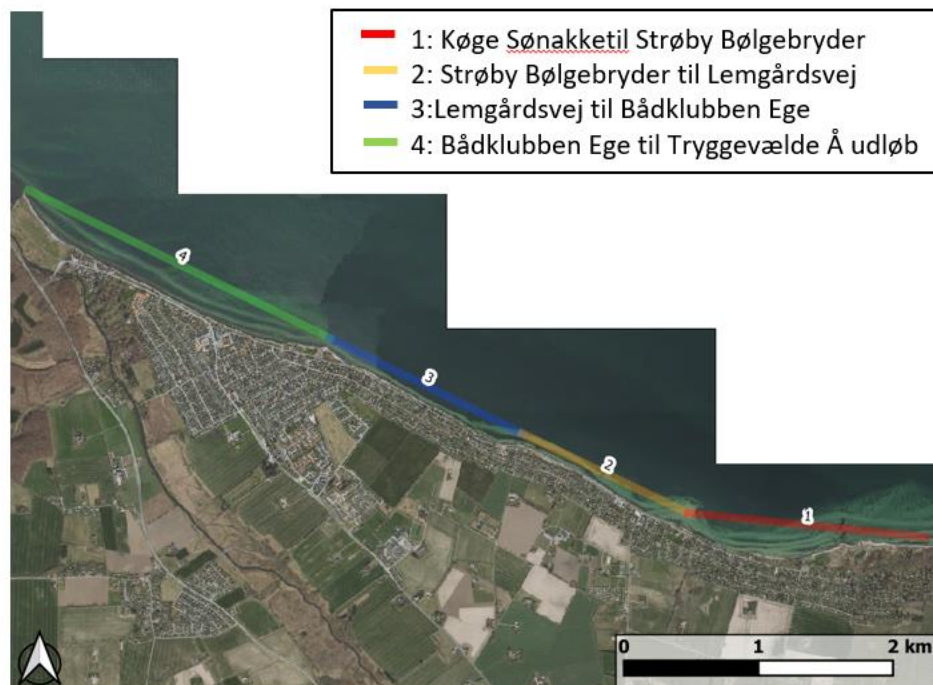
5.5 Sedimenttransportsområder

På baggrund af analysen af den kystparallelle sedimenttransport, bølgeroser og kystmorfologien i området, kan der udpeges fire områder med forskellig karakteristika langs projektstrækningen, se Figur 5.7:

- 1) Køge Sønakke til Strøby Bølgebryderen/Alkevej
- 2) Strøby Bølgebryderen til Lemgårdsvej
- 3) Lemgårdsvej til Ahornvej/Bådklubben Ege
- 4) Ahornvej / Bådklubben Ege til Tryggevælde Å

Strækningerne er forskellige fra den overordnede opdeling i kystplanen, da de 4 områder opdeles ud fra sedimenttransport og kystmorfologi.

Figur 5.7: Inddeling af kyststrækningen i 4 sedimenttransportzoner. Baggrundskort: Ortofoto 2019, Geodatastyrelsens WMS-tjeneste.



5.5.1 Område 1 Køge Sønakke og Strøby Ladeplads

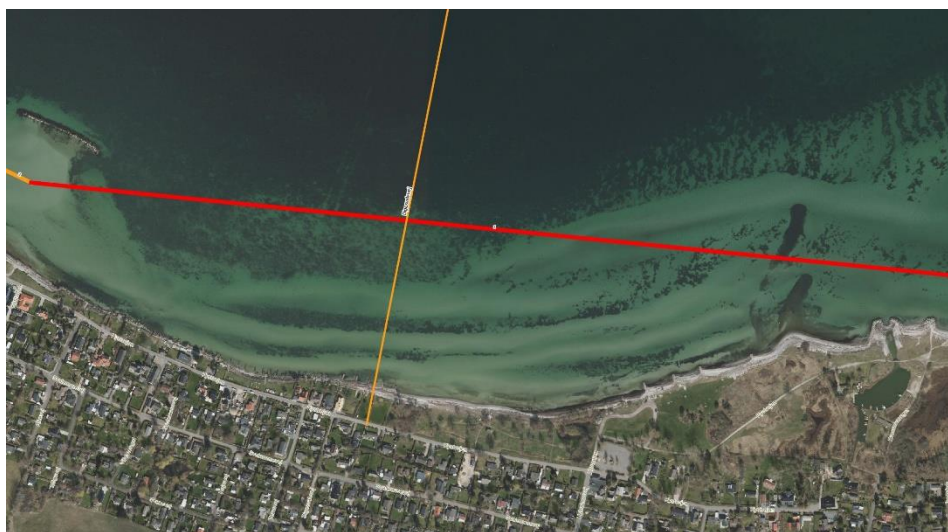
Figur 5.8 viser Område 1 mellem Køge Sønakke og Strøby Ladeplads bølgebryderen.

Kystnormalen på denne strækning er mellem nordnordvest og nordnordøst. Den kystparallelle sedimenttransport varierer således betydeligt langs denne strækning.

Strækningen er karakteriseret af et multirevleprofil med 3-6 kystparallelle revler i den aktive zone.

Bølgebryderen ved Strøby Ladeplads har gennem tiden samlet en salient på bagsiden, hvor kysten er bygget ud. Bølgebryderen er ikke lang nok til at blokere den kystparallelle sedimenttransport og danne en tombolo (landfast tange) og en stor del af den kystparallelle sediment transporteres derfor mellem kysten og bølgebryderen i dag. Denne salient-dannelse vil også foregå efter strandfodring.

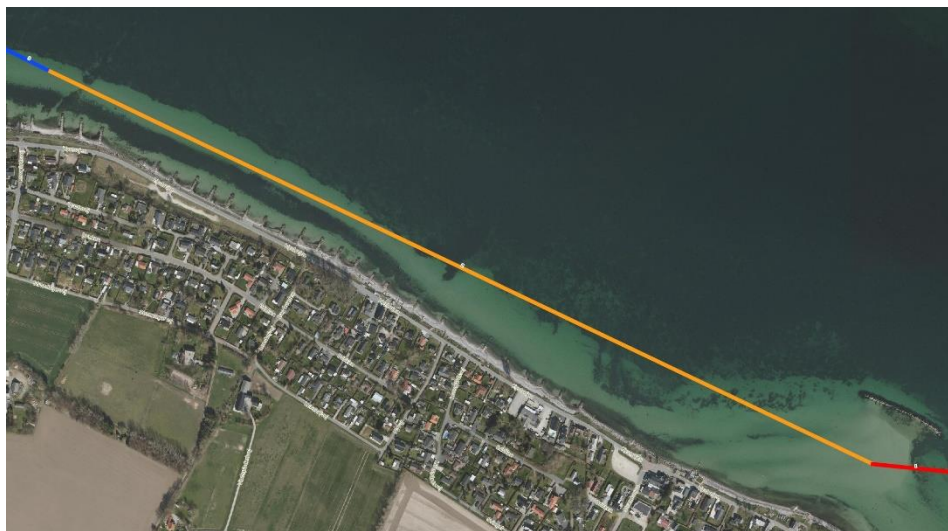
Figur 5.8: Område 1 mellem Køge Sønakke og Bølgebryderen ved Strøby Ladeplads/Alkevej er en lavvandet multirevle-kyst med relativt lille nordvestgående nettotransport på 5250 m³/år beregnet ved Digesvalevej (Syd).



5.5.2 Område 2 Bølgebryderen ved Strøby Ladeplads til Lemgårdsvvej

Fra bølgebryderen ved Strøby Ladeplads til Lemgårdsvvej er kystnormalens orientering mod nordøst, se Figur 5.9. Strækningen er udsat for læsideerosion nordvest for Bølgebryderen ved Strøby Ladeplads. Kysten ligger desuden mindre i læ for Stevns, hvorved strækningen udsættes for større bølger fra sydøst end Område 1.

Figur 5.9: Område 2 mellem bølgebryderen ved Strøby Ladeplads/Alkevej og Lemgårdsvvej er kendetegnet af én overordnet bred revle og relativt ensartet kystlinjeorientering.



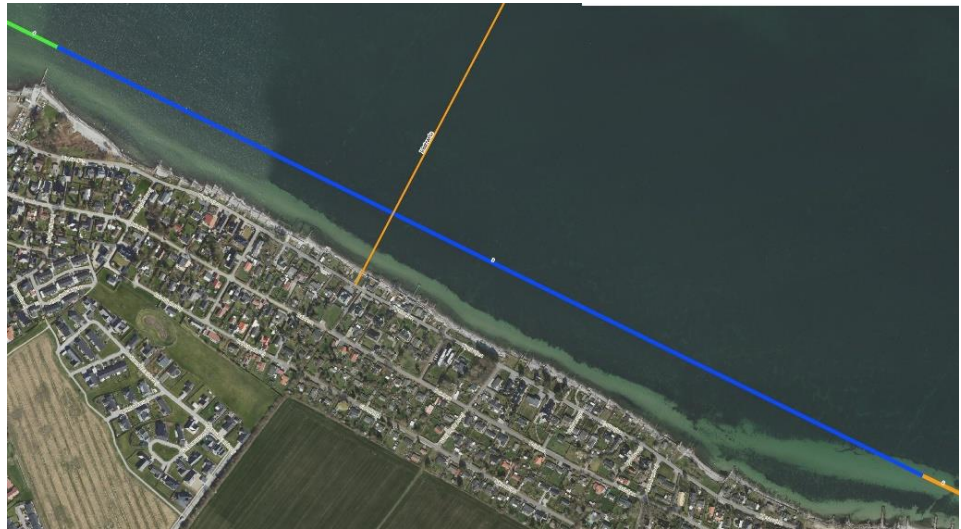
Bølgeenergien og dermed transportkapaciteten stiger langs denne strækning, som det fremgår af beregningerne fra Digesvalevej til Irisvej. Dette har i første omgang medført kronisk erosion, som er forsøgt afhjulpet med omfattende hård kystbeskyttelse. Kystbeskyttelsen har medført reduceret kysttilbagerykning, men kystprofilen er stejlere her og stranden er smal mange steder.

På denne strækning er der kun 1-2 revler og dermed et stejlere kystprofil, se Figur 5.10.

5.5.3 Område 3 Lemgårdsvej til Bådklubben Ege

Omkring Lemgårdsvej findes et mindre fremspring på kysten. Fra toppen af pynten og i den første del af bugten vest herfor falder sedimenttransportkapaciteten en smule, da pynten skaber lidt læ for bølgeenergien. Hvor læside-effekten ophører tiltager bølgeenergien fra øst og dermed den nordvestgående sedimenttransport, hvilket skaber kronisk erosion.

Figur 5.10: Område 3 mellem Lemgårdsvej og Bådklubben Ege har overordnet én kystnær revle og den kroniske erosion øges mod nordvest. Netto transportkapaciteten er omkring 7000 m³/år beregnet ved Irisstræde (Midt).



Langs størstedelen af strækningen på nær umiddelbart vest for kystfremspringet, er kystorienteringen i Område 3 nogenlunde som i Område 2. Bølgeenergien og dermed transportkapaciteten stiger dog lidt langs Område 3.

Tilgængeligheden af sediment i Område 2 og 3 er lille på grund af omfanget af hård kystbeskyttelse langs stranden. Desuden er kystprofilet stejlere og der finder derfor kun en enkelt kystnær revle.

Denne strækning vurderes derfor at være mest udsat for bølgepåvirkning, da bølgerne kun bremses af en kystnær revle, inden de rammer stranden.

Omkring Bådklubben Ege findes et område bestående af mindre eroderbare sedimenter som moræneler, hvormed der også her er dannet et mindre fremspring på kysten.

5.5.4 Område 4 Bådklubben Ege til Tryggevælde Å

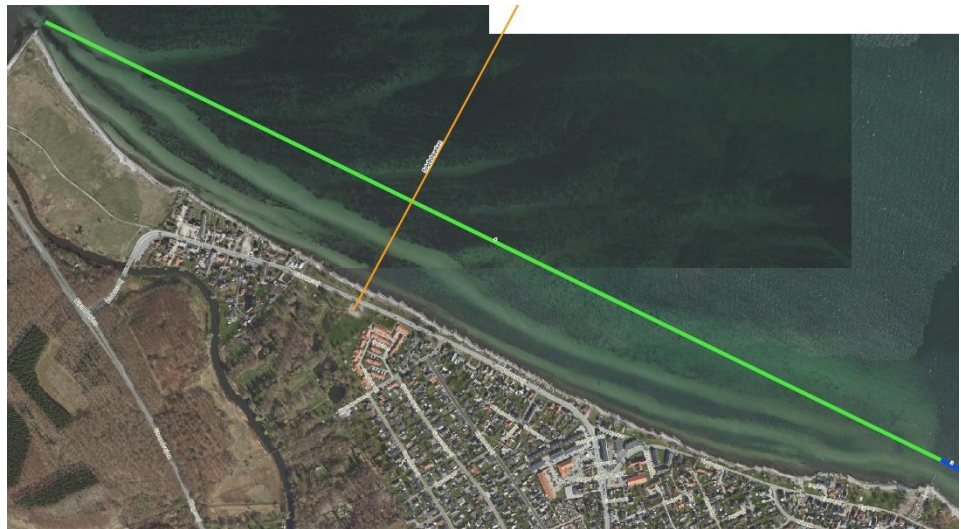
Langs kyststrækningen i Område 4 stiger bølgepåvirkningen fra sydøst, mens bølgepåvirkningen fra østlige og nordøstlige retninger aftager, jf. bølgerosen i Figur 5.6.

Stigningen i nettotransporten langs kysten fra sydøst mod nordvest fra Irisvej til Solgårdsparken er kun 500 m³/år.

Umiddelbart vest for pynten ved Bådklubben Ege er kysten lidt i læ for bølger fra sydøst. Længere mod nordvest øges transportkapaciteten igen, hvilket øger transportkapaciteten og derved den kroniske erosion.

Kysten er her karakteriseret af 2 revler i den centrale del, mens der er tre revler i hver side af denne kystcelle. Dette vurderes at skyldes variation i dybdeforholdene langs kysten, hvor der forventes flere revler langs de strækninger, der har et fladere kystprofil, se Figur 5.11.

Figur 5.11: I Område 4 mellem Bådklubben Ege og Tryggevælde Å er kysten forskelligartet med to revler i midten og op til 3 revler i enderne. Ved Solgårdsvej (Nord) i midten af området er der beregnet en årlig nettotransportkapacitet på 7500 m³/år, hvilket kun er lidt mere end ved Irisstræde (Midt) i Område 3.



Kystfremspringet ved Tryggevælde Å, som i nyere tid er fastholdt af en lang hofde, skaber en luvsidaeflejring af sediment. Omtrent fra Ellevej drejer kysten et par grader mere mod øst og dermed tættere på ligevægtsorienteringen, hvormed transportkapaciteten aftager, og sedimentet aflejres. Aflejringen af sediment ses helt ned til Dalvej.

5.6 Kystteknisk vurdering

På baggrund af analyserne af den historiske, aktuelle og potentielle langstransport i Afsnit 5.3 til 5.5 ser det umiddelbart ud til, at den nuværende hårde kystbeskyttelse i form af hofder og skråningsbeskyttelser i et vist omfang har bremset tilbagegangen af kystlinjen, men har ikke stoppet erosionen af stranden.

Da bølgeklimaet langs kysten genererer en nordvest gående sedimenttransport, der stiger mod nordvest, vil der forsat blive fjernet sediment på strækningen.

Da skråningerne er beskyttet af skråningsbeskyttelser vil sedimentet i større omfang fjernes fra stranden og havbunden i den aktive del af kystprofilet, og forstjeler dermed kystprofilet. Denne kystforstjeling forventes at fortsætte i fremtiden og accelerer som havniveauet stiger.

Ejendommene langs kysten er således truet af kronisk erosion, akut erosion og havspejlsstigning.

Den kroniske erosion resulterer i, at den hårde kystbeskyttelse undermineres, fordi der fjernes sediment foran konstruktionerne.

Den akutte erosion forekommer under stormflod, hvor sandet flyttes fra stranden ud i kystprofilen og bølgerne derved kan banke ind i de hårde konstruktioner, som derved beskadiges i stadig større omfang.

Den fremtidige kystbeskyttelse langs kysten skal kunne modvirke både kronisk erosion og akut erosion i forbindelse med stormflod. Samtidig skal kystbeskyttelsen kunne tilpasses et stigende havspejl for at kunne beskytte ejendommene langs kysten i fremtiden.

Underskuddet i sedimentregnskabet langs kysten kan ikke løses ved at udbygge den hårde kystbeskyttelse.

Den hårde kystbeskyttelse skal udbygges betydeligt for at kunne modstå kronisk erosion, akut erosion og havspejlsstigning.

Erosionen vil medføre, at stranden gradvist forsvinder helt, som det allerede er sket mange steder langs kysten i dag.

Det overoverordnede problem på kysten er, at der mangler sand og ral langs stranden.

Strandfodring anbefales derfor som et central element i den fremtidige kystbeskyttelse langs hele den bebyggede del af kysten.

Strandfodring vil stoppe den kroniske erosion af stranden.

Strandfodring med sand og ral vil øge beskyttelsen af eksisterende hård kystbeskyttelse, som derved skal udbygges mindre for at kunne følge med havspejlsstigningen.

Strandfodring medfører, at kystprofilen hæves i takt med havspejlsstigningen og stranden herved bevares i fremtiden.

Strandfodring vil desuden medføre, at stranden genoprettes, således at passagen langs kysten sikres.

Oversvømmelsesfaren på Delstrækning 1, 2 og 3 forventes at blive større fremadrettet. Havspejlet forventes at stige i alle fremtidsscenerier, så stormfloder vil blive højere alene som følge af havspejlsstigningen.

Hvis den "Stille Stormflod" med maksimal vandstand på +1,57 m DVR90 i 2017 gentages i år 2100, ville de omkring +80 cm havspejlsstigning, medfører, at den maksimale vandstand vil blive (+1,57+ ,80=) +2,37 m DVR90, se Tabel 4.1. D

Det er således nødvendigt at hæve en stor del af eksisterende skråningsbeskyttelser og samtidig kombinerer med højvandsmure og eller diger langs bagsiden.

Det anbefales desuden, at alle fremtidige byggerier i lavtliggende områder, som er i fare for oversvømmelse, hæves betydeligt og der stilles krav om forhøjede sokkelkote for bygninger og generel terrænhævning af grundene.

6 Kystplan

NIRAS har udarbejdet et teknisk forarbejde til en kystplan for strækningen mellem Strøby Egede og Strøby Ladeplads. Kystplanen tager udgangspunkt i resultaterne af de kysttekniske analyser og vurderinger, samt øvrige hensyn diskuteret med Stevns Kommune.

Kystplanen deler kysten op i karakteristiske delstrækninger med lokale anbefalinger til håndtering af kysterosion, oversvømmelse og øvrige lokale hensyn.

6.1 Overordnede anbefalinger

6.1.1 Eksisterende anlæg

Kystlinjeanalysen viser, at den hårde kystbeskyttelse samlet har reduceret kysttilbagerykningen fra 1954 og frem.

NIRAS anbefaler at lade nuværende kystbeskyttelseskonstruktioner være som de er.

Fremadrettet bør nye kystbeskyttelsesplaner samt udbedringer af nuværende konstruktioner følge retningslinjerne i kystplanen.

Det anbefales, at der gives tilladelse til udbygning og forstærkning af erosionsbeskyttelse i form af skråningsbeskyttelse opført af sten. Ved alle tilladelser til skråningsbeskyttelse anbefales det, at der stilles krav om deltagelse i det fælleskommunale strandfodringsprojekt. Ved at sammenkoble den hårde kystbeskyttelse med strandfodring med sand og ral, opnås en mere robust og fremtidssikret kystbeskyttelse.

Det anbefales ikke at stille krav om kompenserede foranstaltninger i form af individuel strandfodring med sand, da individuel sandfodring har meget lille effekt og er meget omkostningstung for den enkelte grundejer. Ved at stille krav om at indgå i det fælleskommunale strandfodringsprojekt bliver bidraget for den enkelte borger mindre samtidig med, at effekten for hele området bliver optimeret.

Der ligger mange små høfder langs kysten. Høfderne er flere steder i dårlig stand og ligger meget tæt. Høfderne har derfor begrænset effekt.

NIRAS anbefaler, at uvirksomme høfder fjernes og stenmaterialet indbygges i forbedrede skråningsbeskyttelser.

I tilfælde af at høfder ønskes forstærket og forlænget skal der stilles krav om detaljerede undersøgelser og lokal strandfodring for at forhindre læsideerosion hos naboerne og sikre adgangen langs kysten.

Langs hele kyststrækningen er der mange steder naturlige ral-strandvolde. Ral er helt essentiel også i den fremtidige kystbeskyttelse, fordi ral kan modvirke akut erosion og bremse kronisk erosion. Det bedste tegn på at ral virker er jo, at der nu stadig er meget ral langs kyststrækningen selvom meget af sandet gennem årene er fragtet videre af langstransporten mod nordøst.

6.1.2 Kystfodring

Kystlinjeanalysen og sedimenttransportberegningerne har vist, at der mangler sand og ral på kysten. Langtransporten stiger fra sydøst mod nordvest. Allerede i dag er stranden flere steder meget smal og stenet. Beregninger af sedimenttransportkapaciteten viser, at der skal strandfodres med mindst 2000 m³/år for at sikre balance i sedimentbudgettet langs kysten fra Stevns Klint i sydøst og til Tryggvælde Å i nordvest – alene for at håndtere den kroniske erosion. Dette forudsætter vel og mærke, at der transporteres cirka 5.000 m³/år sediment ind i området fra sydøst.

Denne ubalance i sedimentbudgettet vil øges med stigende havspejl. Det stigende havniveau forventes at medføre smallere strande (jf. Bruuns regel) og medføre større kystnære vanddybder og derved mere bølgepåvirkning på stranden, der samlet vil øge presset på eksisterende skråningsbeskyttelser og strande.

NIRAS anbefaler derfor, at den samlede kyststrækning strandfodres med mere end et minimum 2.000 m³/år, som alene skyldes underskuddet i sedimentbudgettet.

Størrelsen af den nødvendige kystfodring bestemmes ud fra følgende bidrag:

- Buffer mod akut erosion bestemmes ud fra eksisterende kystprofil og den ønskede højde af stranden.
- Buffer mod kronisk erosion afhænger af gradienten i den kystparallelle sedimenttransport.
- Buffer mod havspejlsstigning afhænger af den aktive dybde og dermed længden af den aktive del af kystprofilet samt bredden af stranden.
- Buffer mod randeffekter som afhænger af bølgeklimate og længden af den enkelte fodring.

Det sand og ral der i øjeblikket transporteres ud af kommunen mod nordvest, kan muligvis delvis genbruges i form af back-passing (tilbageførsel) tilbage til den sydøstlige ende af det bebyggede område ved Strøby Ladeplads Strand. Denne back-passing er allerede blevet afprøvet i 2016 ved at transportere 1000 m³ opgravet sand og ral med lastbiler fra høfden ved Tryggvælde Å til Kystvej.

Der vurderes ingen negative påvirkninger af nabokommunen nedstrøms ved back-passing.

6.1.3 Fremtidig kystbeskyttelse

NIRAS anbefaler, at den fremtidige kystbeskyttelse mod erosion og oversvømmelse bør være længere sammenhængende anlæg.

Det anbefales, at skråningsbeskyttelserne forstærkes til et ensartet minimumsniveau med mulighed for højere konstruktioner efter grundejernes ønsker.

På de strækninger, hvor baglandet er lavtliggende bør skråningsbeskyttelserne kombineres med højvandsbeskyttelse som mure eller diger bagved, for at forhindre oversvømmelse af baglandet.

Det anbefales at lade eksisterende hølfer og bølgebrydere ligge. Mindre virksomme anlæg kan med fordel fjernes og stenmaterialet indbygges i

skråningsbeskyttelserne, hvorved værdien af stenene udnyttes bedst muligt som beskyttelse af ejendommene langs kysten.

Som det helt centrale element i kystplanen bør hele den bebyggede del af kysten beskyttes med strandfodring med sand og ral for at genskabe en beskyttende og rekreativ strand langs kysten.

Strandfodringen skal løbende vedligeholdes med års interval for at erstatte det sediment, der tabes som følge af transport langs kysten og for at modvirke havspejlsstigningen.

Strandfodringen skal omhandle hele kyststrækningen, da sedimentet gradvist spredes ud langs hele kysten

Der kan være pynter, hvor sand og ral har svært ved at blive liggende i tilstrækkelig omfang til at beskytte baglandet tilstrækkeligt.

På de mest udsatte strækninger kan eksisterende høfder udbygges således, at lokale gradienter i langtransporten reduceres. Sådanne tiltag bør studeres grundigt før udførelse for at undgå læsideerosion.

6.2 Kysttekniske enheder

Kystplanen for hver enkelt delstrækning afhænger af erosionen og risikoen for oversvømmelse samt arealanvendelsen i baglandet. I det næste inddeles kyststrækningen i tre celler, med hver sin tekniske kystplan afhængigt af lokale karakteristika.

Ved design af erosionsbeskyttelse anbefaler Kystdirektoratet, at der som minimum designes for en 50 års storm om 50 år (år 2070). Højvandsbeskyttelse skal, ifølge Kystdirektoratet, som minimum designes for en 100 års middeltidshændelse om 80 år (år 2100).

Fremadrettet bør alle nye bygninger langs kysten og i baglandet anlægges med en sokkelkote på minimum +2,8 m DVR90 for at reducere risikoen for oversvømmelse. Desuden anbefales at kræve at terrænet hæves tilsvarende, når der bygges nyt.

Vurderingen af risiko for oversvømmelse langs hele kyststrækningen tager udgangspunkt i stormflodsvandstanden for en 100 års hændelse i år 2100 på +2,80 mDVR90.

Bidrag for bølger i form af bølgestuvning og overskyl er dog ikke inkluderet. Når bølgebidragene inkluderes vil den nødvendige sikringskote for en 100 års stormhændelse om 80 år være højere end +2,80 mDVR90. Flere bygninger end angivet i følgende afsnit kan derfor være i risiko for oversvømmelse under en 100 års stormhændelse i år 2100. Ligeledes vil havspejlstigningen sandsynligvis varierer i forhold til nuværende forudsigelser for de næste 80-100 år.

6.2.1 Strækning 1: Tryggevælde Å til Ved Kystvejen

Kyststrækningen, der strækker sig mellem St. 0 og 2500 fra Kommunens grænse i nord til sydøst for Søstien, ses i Figur 6.1 med markering af områder, der er truet af oversvømmelse ved en vandstand på +2,8 mDVR90, naturudpegninger og kommunalt ejede arealer.

Langs det meste af den bebyggede del af kysten findes der i dag erosionsbeskyttelse i form af skråningsbeskyttelser og murer samt høfder. Eksisterende kystbeskyttelse er i dårlig stand mange steder.

Den beregnede netto sedimenttransportkapacitet er på denne strækning cirka 7500 m³/år, se Afsnit 5.4 og dermed den højeste på strækningen.

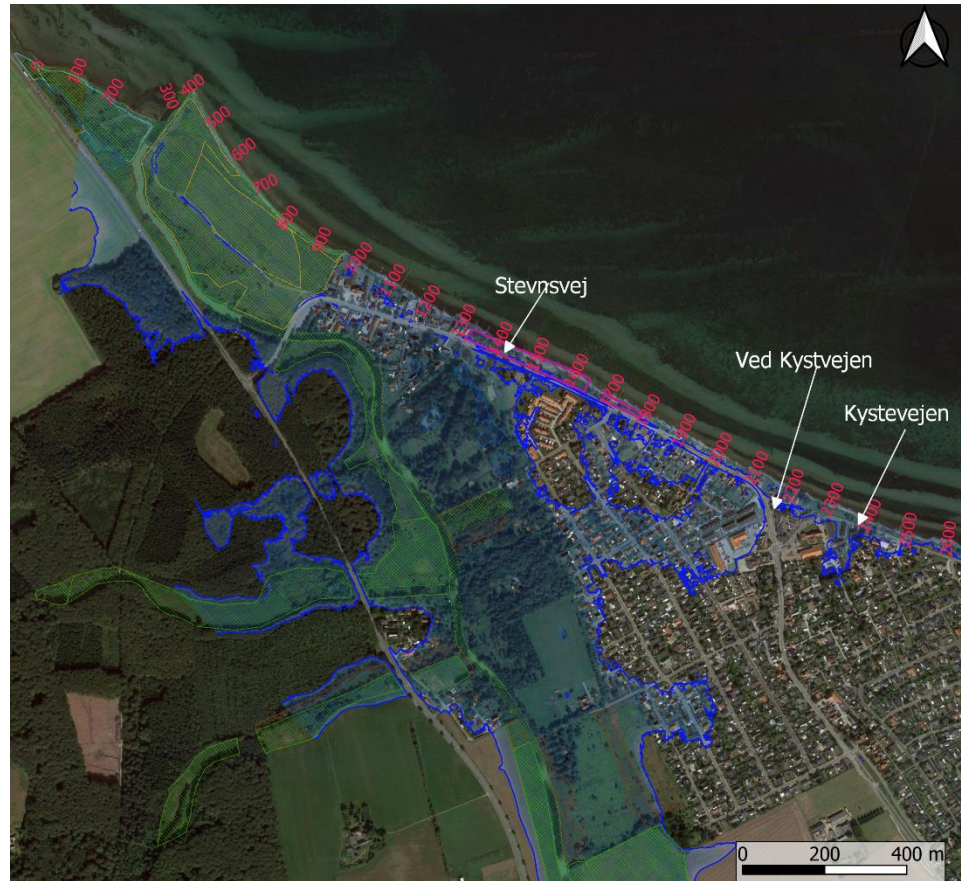
Erosionsbeskyttelsen langs den bebyggede del af kysten bør bestå af en kombination af korrekt opbygget skråningsbeskyttelse og strandfodring med sand og ral.

Eksisterende hårde kystbeskyttelse lever generelt ikke op til standarden for skråningsbeskyttelser jf. kystplanen. Ansøgning om nye og forstærkede skråningsbeskyttelser bør som minimum leve op til standarden som beskrevet i kystplanen. I de områder, der er lavtliggende bør der indarbejdes højvandsmur eller dige bagved for at forhindre oversvømmelse i baglandet.

Forbedring af skråningsbeskyttelserne bør kombineres med sammenhængende strandfodring over hele den bebyggede del af strækningen.

Strandfodring vil forbedre den rekreative værdi af kysten til gælte for både grundejere i første række og i baglandet.

Figur 6.1: Strækning 1: Trykgevælde Å til Ved Kystvejen.



Strækning 1 er både truet af erosion og oversvømmelse. Området er udfordret, da det både trues af vand fra havet og fra Tryggevælde Å. Der er derfor behov for oversvømmelsesbeskyttelse, der omkranser hele området.

Eftersom den nuværende højvandsbeskyttelse i naturområdet med højvandsporten i Tryggevælde Å er varierende fra +2,5 m DVR90 på det sydlige dige, højvandsporten er +2,3 m DVR90 og det laveste punkt i det nordlige dige er +1,8 m DVR90. Naturområdet syd for Tryggevælde Ås udløb (St. 400-950) er udpeget Natura 2000 område og §3-beskyttet natur Eng og Overdrev. Det vil derfor kræve en del miljøhåndtering med minimum dispensation fra Stevns Kommune samt en væsentlighedsanalyse i forhold til Natura 2000 udpegningen, som skal vurderes af den pågældende myndighed, hvis der anlægges højvandsbeskyttelse på dette område. Det samme gælder området langs med Tryggevælde Å.

Der bør indtænkes en sekundær højvandsbeskyttelse i form af et tværdige eller lignende. Et tværdige ved St. 940 vil beskytte alle boliger langs Tryggevælde Å fra havoversvømmelse og bør gå fra krydset mellem Stevnsvej og Strandvejen til kysten med højvandsport og pumper i Tryggevælde Å ved broen for at beskytte den nordlige flanke af Strøby Egede.

På strækningen langs kysten med huse ud til havet fra Stevnsvej (St. 950-1300) er der behov for ensartet erosionsbeskyttelse og højvandsbeskyttelse af disse huse. Øst for er Stevnsvej højtliggende og udgør således højvandsbeskyttelsen med undtagelse af mellem Strandparksvej og Fortunvej (St. 1700-1900).

Mellem St. 2080-2500 er Ved Kystvejen og Kystvejen oversvømmelsestruet med bygninger under kote +2,8 m DVR90. Derudover ligger der også en række huse foran Ved Kystvejen, som er oversvømmelsestruede. Foran denne række huse vil det være nødvendigt med en kombineret erosions- og højvandsbeskyttelse. På den resterende strækning kan der anlægges et tilbagetrukket dige foran Kystvejen.

På resten af strækningen mellem St. 950-2500 er Stevnsvej flere steder i kote +2,8 m DVR90. Højvandsbeskyttelsen kan dermed bestå af en lokal forhøjelse af vejen.

Alternativ kan der anlægges en højvandsbeskyttelse langs hele kysten fra St. 950-2500, som også kan virke som erosionsbeskyttelse. Dette vil give et ensartet udtryk og beskytte hele området mod erosion og oversvømmelse fra havet.

I området findes to grundejerforeninger:

- Strøby Egede Borger- og Grundejerforening
- Grundejerforeningen Solgården

Begge grundejerforeninger kan involveres ved anlæggelse af højvandsbeskyttelse, mens den hårde erosionsbeskyttelse som udgangspunkt kun vedrører første række huse og strandfodringen vedrører alle.

I tilfælde af, at der er lavtliggende området ud til kysten, er der behov for at kombinere erosionsbeskyttelse i form af forstærkede skråningsbeskyttelser og højvandsmur eller dige bagved. I dette tilfælde kan grundejerforeningerne også involveres i denne.

Der findes to kommunale områder langs kyststrækningen, vist i Figur 6.1. Langs strækningen mellem St. 1670 og 1770 findes i dag en offentlig tilgængelig badestrand med badebro.

Strandfodring langs hele den bebyggede del af denne kyststrækning vil give ekstra beskyttelse mod akut erosion, da bølgepåvirkningen under stormflod vil være mindre og vil ligeledes beskytte mod kronisk erosion. Strandfodring vil derudover sikre adgang langs kysten.

6.2.2 Strækning 2: Kystvejen

Kyststrækningen mellem St. 2500-6910 ses i Figur 6.2 med angivelse af terrænkoten +2,8 mDVR90, naturudpegninger og kommunalt ejede arealer. Langs kysten findes der i dag hård erosionsbeskyttelse i form af skråningsbeskyttelser og mure samt høfder.

Figur 6.2: Strækning 2: Længs Kystvejen fra Ved Kystvejen til ved Vejs Ende.

- Kommunalt ejet
- Kote +2,8 mDVR90
- §3 beskyttet natur
- Eng
- Heds
- Mose
- Overdrev
- Strandeng
- Sø
- Natura 2000
-



Beskyttelsen er mange steder i dårlig stand. Der findes desuden strækninger, som i dag ikke er beskyttet mod erosion og som derfor mange steder tilfører sediment til langstransporten ved at erodere tilbage.

Denne strækning er primært erosionstruet. Den potentielle langsgående sedimenttransportkapacitet stiger fra sydøst mod nordvest. Dog vurderes strækningen mellem St. 3300-4222 at være i størst fare for erosion og bør derfor beskyttes i form af strandfodring for at bremse den kroniske erosion og reducere den akutte erosion.

Der vil også være behov for strandfodring, som følge af at havspejlet stiger, hvis stranden skal bevares. Kommunen kan med fordel rejse en Kapitel 1a sag med det formål, at strandfodre hele den bebyggede del af denne kyststrækning. Dette vil give en helhedsorienteret løsning fremfor, at hver enkelt grundejer strandfodre foran egen matrikel.

Enkelte steder er der behov for lokal højvandsbeskyttelse, som gennemgås i det følgende.

St. 2600-3600 Her kan vandet løbe over Kystvejen. Dog ligger husene bag Kystvejen på terræn over kote +2,8 mDVR90. Bygninger foran kystvejen er i fare for oversvømmelse, hvor det vil være nødvendig med kombineret erosions- og højvandsbeskyttelse.

St. 5450-5630 På denne strækning er Kystvejens topkote +2,7 m DVR90 og der kan dermed løbe vand over vejen og oversvømme enkelte huse bagved. En højvandsbeskyttelse kan bestå i at forhøje Kystvejen eller anlægge en kombineret erosions- og højvandsbeskyttelse foran Kystvejen.

St. 6290-6440 På denne strækning er Kystvejens topkote +2,6 m DVR90 og der kan dermed løbe vand over vejen og oversvømme enkelte huse. Et enkelt hus foran Kystvejen er også truet af erosion. På denne strækning vil det være oplagt at anlægge en kombineret erosions- og højvandsbeskyttelse. På denne måde beskyttes både huse foran og bagved Kystvejen.

På de resterende delstrækninger er huse foran Kystvejen flere steder i fare for oversvømmelse. Disse huse skal beskyttes mod både oversvømmelse og erosion.

Omkring St. 3100 og St. 6850 findes §3 udpeget beskyttet strandeng. Det vil derfor kræve en dispensation fra Stevns Kommune, hvis der anlægges dige eller anden form for beskyttelse på disse arealer.

Grundejerforeningen Kystvejen er en forening der omfatter ejendommene i første række langs hele Kystvejen. Samtidig er de fleste huse medlem i en af grundejerforeningerne på strækningen, der dækker de bagvedliggende rækker af huse. Enkelte grunde er ikke del af en grundejerforeningerne.

Strandfodring og erosionsbeskyttelse beskytter her primært grundejerne i første række. Højvandsbeskyttelserne beskytter de grundejere, der ligger i lavtliggende sammenhængende områder ud til kysten. Strandfodringen beskytter også højvandsbeskyttelsen mod erosion og derved også de oversvømmelsestruede boligere i baglandet.

Der findes flere kommunale områder langs kyststrækningen, vist i Figur 6.2. Langs strækninger St. 2800-3000 og St. 4830-4900 findes der i dag offentlig tilgængelig badestrand. Ønskes det at bevare disse strande vil det på sigt være nødvendig at

strandfodre. På strækningen St. 4830-4900 er der også behov for skråningsbeskyttelse for at beskytte baglandet mod erosion. For at bevare badestranden kan der anlægges trapper på tværs af skråningsbeskyttelsen, så adgangen til stranden sikres.

Bag den store bølgebryder St. 6000 er der et lavtliggende strandplansområde. Det skyldes designet af bølgebryderen, hvor længden af bølgebryderen i forhold til afstanden fra bølgebryderen ind til kystlinjen (bølgebryder-indekset) gør at der altid vil være lavtliggende (salient) men aldrig så meget sand at bølgebryderen bliver landfast (via en tombolo) og derved bremser sandet og derved langstransporten.

Strandfodring langs hele denne kyststrækning vil give en ekstra beskyttelse mod akut erosion, da bølgepåvirkningen under stormen vil være mindre og samtidig bremses den kroniske erosion. Strandfodring vil derudover sikre adgang langs hele kyststrækningen.

6.2.3 Strækning 3: Strøby Ladeplads

Kyststrækningen, der strækker sig mellem St. 6910 og 8530, ses i Figur 6.3 med angivelse af terrænkoten +2,8 mDVR90, naturudpegninger og kommunalt ejede arealer. Langs den vestligste del af strækningen findes der i dag erosionsbeskyttelse i form af høfder. Beskyttelsen er i dårlig stand flere steder. Der findes desuden strækninger, som ikke er beskyttet mod erosion.

Figur 6.3: Strækning 3: Kystområdet fra ved Vejs Ende til den østlige del af Garderhøjen.



Denne strækning er oversvømmelsestruet. Der bør derfor anlægges et tilbagetrukket dige havværts forreste husrække. En stor del af området foran første husrække er §3 udpeget beskyttet strandeng. Det vil derfor kræve en dispensation fra Stevns Kommune, hvis der anlægges dige på dette areal.

Der findes tre grundejerforeninger på denne strækning, som alle vil skulle involveres ved anlæggelse af et dige:

- Grundejerforeningen Garderhøj
- Grundejerforeningen Jernet
- Grundejerforeningen Kystvejen

Området mellem St 6950 og 7080 er kommunalt ejet og første del af strækningen er offentlig tilgængelig badestrand. Hvis denne ønskes bevaret kan det være nødvendigt med strandfodring i fremtiden.

7 Administrations praksis

I det næste beskrives, hvordan kystplanen bør forvaltes administrativt. Kystbeskyttelsesprojekter er omfattet af en række lovgivninger, der indbyrdes indvirker på hinanden.

Grundlæggende siger Kystbeskyttelsesloven (herefter KBL), at det er kystgrundejerens eget ansvar at beskytte sig – både mod erosion og oversvømmelse.

Kystgrundejeren i første række kan miste huset, hvis der ikke beskyttes mod erosion. Samme lovgivning gælder husgrundejeren i 20. række flere hundrede meter inde i land som selv skal oversvømmelsesbeskytte sig, så huset ikke kan blive oversvømmet.

Det er dog betydeligt nemmere at gå sammen om at beskytte sig mod erosion og særligt mod oversvømmelse, da højvandsbeskyttelsen kun skal etableres fra højtstående terræn til modsatstående høje terræn.

Både for erosionsplagede kystgrundejer og oversvømmelsestruede grundejer, er der store fordele i at gå sammen i store enheder, hvilket holder omkostningerne nede og kvaliteten, robustheden og holdbarheden oppe.

7.1 Kysterosion

Stevns Kommune bør som udgangspunkt arbejde for, at der som minimum anlægges erosionsbeskyttelse mod en 50 års hændelse med en levetid på 50 år.

7.1.1 Fjernelse af eksisterende kystbeskyttelse

Eksisterende kystbeskyttelse kan fjernes uden, at der skal søges tilladelse fra Kommunen.

Eventuel påvirkning af nabostrækninger som følge af fjernelse af eksisterende kystbeskyttelse kan ikke bevirke et erstatningsansvar.

7.1.2 Strandfodring

Der bør i de fleste tilfælde kunne opnås tilladelse til at fodre med sand eller ral. Tilladelse til strandfodring gives af kommunen. Der kan søges om tilladelse til strandfodring foran enkelt matrikler. Det tilstræbes dog, at der foretages længere samlede strandfodringer for at optimere den kysttekniske virkning og holdbarhed. Strandfodring bør foretages med sediment svarende til det naturlige sediment på den pågældende strækning eller grovere.

Strandfodring med sand eller ral kan kombineres med skråningsbeskyttelser. I sådanne tilfælde kan kommunen i nogle tilfælde stille yderligere krav som beskrives i det følgende.

Størrelsen af den nødvendige kystfodring bestemmes ud fra følgende bidrag:

- Buffer mod akut erosion bestemmes ud fra eksisterende kystprofil og den ønskede højde af stranden.
- Buffer mod kronisk erosion afhænger af gradienten i den kystparallelle sedimenttransport.
- Buffer mod havspejlsstigning afhænger af den aktive dybde og dermed længden af den aktive del af kystprofilet samt bredden af stranden.
- Buffer mod randeffekter som afhænger af bølgeklimate og længden af den enkelte fodring.

7.1.3 Genopbygning af skråningsbeskyttelser

Skråningsbeskyttelser som er beskadiget bør kunne genopbygges til den standard den var bygget med før 1988 eller som beskrevet i tilladelsen efter 1988. Dette kræver ikke fornyet tilladelse fra kommunen.

Skråningsbeskyttelser må vedligeholdes til oprindelige dimensioner, hvis konstruktionen har være løbende vedligeholdt. Der stilles ikke krav om kompensationsfodring i dette tilfælde.

7.1.4 Genopbygning af høfder

Stevns Kommune er generelt tilbageholdende med at give tilladelse til høfder. Høfder som er beskadiget, kan genopbygges til den standard de var bygget med før 1988 eller som beskrevet i tilladelsen efter 1988. De må vedligeholdes til oprindelige dimensioner, hvis konstruktionerne har været løbende vedligeholdt. Der stilles i dette tilfælde ikke krav om ny tilladelse og kompensationsfodring.

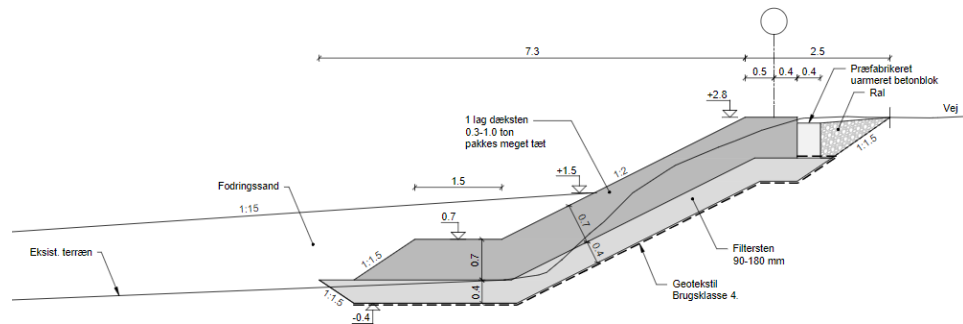
Det forudsættes, at konstruktionen har haft en markant kystteknisk effekt inden for få år. Ellers er der tale om at forstærke anlægget, hvilket kræver ny tilladelse.

7.1.5 Forstærkning af eksisterende skråningsbeskyttelser

Eksisterende skråningsbeskyttelser med markant kystteknisk effekt kan forstærkes. Dette kræver dog tilladelse af kommunen.

Stevns Kommune har fået udarbejdet en standard på en skråningsbeskyttelse som bør følges, se Figur 7.1.

Figur 7.1: Standard skråningsbeskyttelse med angivelse af stenstørrelse og topkote, der kan varierer fra sted til sted afhængigt af højden og sedimentet på stranden foran.



Ved forstærkning og renovering af skråningsbeskyttelser bør der ikke stilles krav om kompensationsfodring.

Erosionsbeskyttelsen bør som udgangspunkt som minimum følge Stevns Kommunes standard.

7.1.6 Etablering af nye skråningsbeskyttelser

Det er muligt at få tilladelse til etablering af ny skråningsbeskyttelse med sten på strækninger med truede ejendomme.

Erosionsbeskyttelsen skal som udgangspunkt som minimum følge Stevns Kommunes standard. Som udgangspunkt stilles der ikke individuelle krav om kompensationsfodring ved anlæg af nye skråningsbeskyttelser på denne kyst, som er domineret af eksisterende hårde anlæg.

Kompensationsfodring kan dog blive pålagt, hvis det vurderes, at skråningsbeskyttelsen vil medføre betydelig læsideerosion eller hvis størrelsen på erosionsbeskyttelsen vurderes at afvige for meget fra Stevns Kommunes standard.

Ved etablering af nye skråningsbeskyttelser, vil der være et naturligt vilkår om at deltage i det store fælleskommunale strandfodringsprojekt – dette for både at vedligeholde sikringsniveauet af skråningsbeskyttelsen på langt sigt, hindre nedstrøms erosion samt sikre passage havværts skråningsbeskyttelsen.

Nye skråningsbeskyttelse skal trækkes så langt tilbage på stranden som muligt.

7.1.7 Forstærkning af eksisterende høfder og bølgebrydere

Kommunen er generelt tilbageholdende med at give tilladelse til forstærkning af høfder og bølgebrydere.

Det kan dog blive nødvendigt at forlænge og forstærke høfder og bølgebrydere på særligt udsatte strækninger for at kunne stabilisere stranden tilstrækkeligt.

I tilfælde af, at høfder og bølgebrydere skal forlænges og forstærkes skal der foretages detaljerede undersøgelser af den potentielle indvirkning på

nabostrækningen. Det anbefales at stille krav om løbende kompensationsfodring i tilfælde af, at høfder eller bølgebrydere forlænges eller forstærkes.

7.1.8 Etablering af nye høfder og bølgebrydere

Der skal søges tilladelse til at etablere kystbeskyttelse i form af høfder og bølgebrydere eller lignende.

Kommunen er generelt tilbageholdende med at give tilladelse til nye høfder og bølgebrydere.

Det kan dog blive nødvendigt at anlægge nye høfder og bølgebrydere på særligt udsatte strækninger for at kunne stabilisere stranden tilstrækkeligt.

I tilfælde af, at der skal anlægges nye høfder og bølgebrydere skal der foretages detaljerede undersøgelser af den potentielle indvirkning på nabostrækningen. Det anbefales at stille krav om løbende kompensationsfodring i tilfælde af, at der etableres nye høfder eller bølgebrydere.

7.2 Højvandsbeskyttelse

7.2.1 Krav til højvandsbeskyttelse

Stevns Kommune ønsker som minimum at oversvømmelsesbeskyttelse designes med et sikringsniveau på +2,8 mDVR90, så der opnås en samlet minimumsbeskyttelse. Kronekoten kan dog variere fra strækning til strækning afhængig af bølgepåvirkningen langs den pågældende beskyttelse, se også Afsnit 6.2.

Alle terrænændringer, herunder forhøjelse af eksisterende dige, kræver tilladelse af kystmyndigheden. I myndighedsbehandlingen ses også på passage langs strand eller oven på diget mv.

7.2.2 Eksisterende højvandsbeskyttelse

Eksisterende højvandsbeskyttelse kan forhøjes efter behov, når der foreligger en tilladelse fra kystmyndigheden.

7.2.3 Etablering af nye dige

Diger bør placeres så tilbagetrukket som mulig, da beskyttelsen dermed er mindre udsat for bølger og kravet til topkoten dermed er mindre. Langs udsatte områder, hvor der også er behov for erosionsbeskyttelse, kan der anlægges en kombineret højvands- og erosionsbeskyttelse. Det kan også udformes som klitter med begrævet dige.

7.2.4 Etablering af nye højvandsmure

Hvor der er pladmangel kan det være nødvendigt at anlægge højvandsmur i stedet for dige. Højvandsmuren skal funderes så den kan modstå bølgepåvirkning og vandtryk og være opbygget til marint miljøpåvirkning. Derudover skal den erosions sikres evt. med en skråningsbeskyttelse foran.

8 Referencer

Geodatastyrelsen Den Danske havnelods - Oplysninger om havne og broer [Online]. - 2018. - <https://www.danskehavnelods.dk/#HID=184>.

IPCC IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [Rapport]. - 2019.

Kystdirektoratet, Miljø og fødevareministeriet - Højvandsstatistikker 2017 [Rapport]. - 2018.

Realdania, Cowi Byernes udfordringer med havvandsstigning og stormflod [Rapport]. - 2017.

Vognsen Karsten [et al.] Landhævninger i Danmark [Online]. - Kystdirektoratet, 2011. - <http://kysterne.kyst.dk/landbevaegelser-i-danmark.html>.

NIRAS - Standard for skråningsbeskyttelse og strandfodring. - 2020

NIRAS - Inspektionsrapport. - 2018