TRANSPORT

Vejledning for kystbeskyttelse på udvalgte delstrækninger i Roskilde Fjord

Projektnavn	**Sediment og bølgeanalyse i Roskilde Fjord**
Projektnr.	**RTR2025N04096**
Kunde	**Roskilde Kommune**
Version	**1.1**
Udarbejdet af	**ASHNA/COKS**
Kontrolleret af	**PHK**
Godkendt af	**ASHNA**

Dato 2026/07/03

Rambøll
Hannemanns Allé 53
DK-2300 København S

T +45 5161 1000
https://dk.ramboll.com

Rambøll Danmark A/S
CVR NR. 35128417

Medlem af FRI

Confidential

1 Indledning

Dette katalog er fortrinsvist et opslagsværk for kystmyndigheden i Roskilde Kommune og skal vejlede til valg af den mest hensigtsmæssige kystbeskyttelse ud fra stedsspecifikke forhold langs kysten. Kataloget kan desuden anvendes af grundejere og ansøgere, som vejledning i forbindelse med udarbejdelse af ansøgninger om kystbeskyttelse.

Kataloget er udarbejdet som en del af projektet "Bølge- og sedimentanalyse – Roskilde Fjord", gennemført i perioden december 2025 til juli 2026. Der henvises til rapporten "Kystteknisk rapport for Roskilde Fjord, Vurdering af erosionsrisiko og analyse af bølgeklima", se Ref. [1], og katalogets anbefalinger viser de løsninger, der præsenteres i denne rapport.

Figur 1-1 viser et oversigtskort over de udvalgte delstrækninger, som kommunen har ønsket belyst.

Dato 2026/07/03

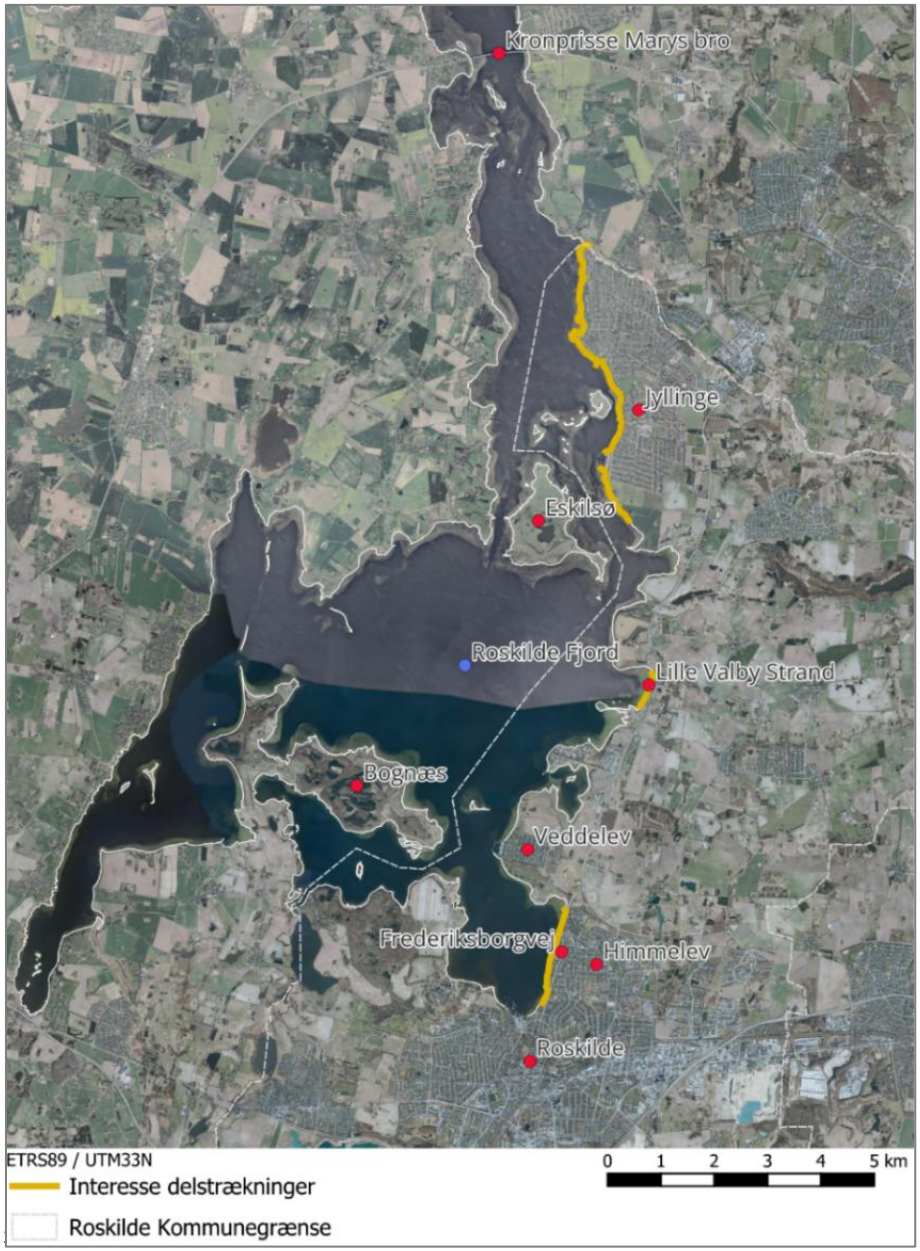
Rambøll
Hannemanns Allé 53
DK-2300 København S

T +45 5161 1000
https://dk.ramboll.com

Rambøll Danmark A/S
CVR NR. 35128417

Medlem af FRI

Confidential



Figur 1-1: Oversigtskort af Roskilde Fjord med markering (gul streg) af omfattede delstrækninger i hhv. Jyllinge, Lille Valby Strand og Frederiksborgvej ved Inderfjorden.

2 Forudsætninger for kystbeskyttelsesløsninger

I det følgende præsenteres de mest centrale punkter, som er vigtige i overvejelserne ved anlæg af kystbeskyttelse.

En stor del af kyststrækningerne i Roskilde Fjord er områder, der er udsatte under højvandshændelser og stormflod, hvilket udgør en risiko for skader på ejendomme og kyststrækninger i disse kystnære områder. Roskilde Kommune har i den forbindelse fremsat fire målsætninger i en kyststrategi, se Ref. [2]:

1. Målsætning: *"Vi ønsker at bevare og fremme natur og landskab"*
2. Målsætning: *"Vi ønsker at sikre en sammenhængende kyst"*
3. Målsætning: *"Vi ønsker at bevare det åbne land langs kysten"*
4. Målsætning: *"Vi ønsker at sikre offentlig adgang til og langs kysten"*

Målsætningerne har ingen intern rangering, og skal inddrages på lige fod ifm. vurdering af behov for kystbeskyttelse og ved ansøgning om kystbeskyttelse.

Kystbeskyttelsesanlæg skal anlægges i overensstemmelse med målsætningerne angivet i kyststrategien. Derudover skal der sikres passage på ydersiden af kystbeskyttelsen, svarende til terræn i kote +0,84 m DVR90 frem til år 2070 og +1,09 m DVR90 frem til år 2100, se Ref. [2]. Disse koter er bestemt af fremtidige havspejlsstigninger samt daglige vandstandsvariationer, som flg. af tidevand og naturlige fluktuationer grundet bl.a. vindstuvning.

Derudover har Roskilde Kystmyndighed udarbejdet en række konkrete forhold, som vil gøre sig gældende for anlæg af kystbeskyttelse, som er beskrevet herunder. Forholdene er en del af en række udarbejdede forudsætninger af Roskilde Kommunes kystmyndighed:

- *"Anlæg skal være tilpasset kysten og anlægget skal have så lille påvirkning af den naturlige kystdynamik som muligt"*
- *"Anlæg skal placeres tilbagetrukket på ejendommen hvor det er muligt og som minimum til den naturlige kystskråning"*
- *"Anlæg må ikke have en væsentlig påvirkning af udpegningsgrundlaget for et Natura 2000-område"*
- *"Der skal sikres passage langs kysten på ydersiden af anlægget, svarende til at der på ydersiden er terræn i kote 0,84 m DVR90 frem til 2070 og 1,09 m DVR90 i 2100"*
- *"Anlægget må ikke påvirke naboer negativt og der skal ske tilpasning til eventuelt eksisterende lovlige anlæg"*
- *"Ved projektering af anlæg skal der tages højde for bagvand, herunder hvordan naturlig afstrømmende vand i jorden fortsat kan strømme ud i fjorden uden at påvirke kysten negativt."*

Confidential

De udarbejdede forudsætninger danner tilsammen med den nuværende kyststrategi grundlag for hvilken type af kystbeskyttelse, der kan gives tilladelse til på eksisterende kyststrækninger.

I denne vejledning er der ikke taget højde for eksempelvis naturbeskyttede områder, hvilket bliver et vigtigt krav ifm. ansøgningsprocessen om anlæg af kystbeskyttelse. Ligeså tager vejledningen ikke hensyn til, om et forslag til kystbeskyttelse kan påvirke nabostrækningen negativt, da denne vurdering er et lokalt, stedsspecifikt hensyn og skal vurderes af kystmyndigheden. Generelt er løsningsforslagene udarbejdet så der tillades fri passage på forsiden af kystbeskyttelsen fra kote +0,84 m DVR90 og søværts.

Generelt anbefales det iht. kyststrategien at valg af kystbeskyttelsesløsning prioriteres i nævnte rækkefølge, og at der kun anvendes mindre prioriterede løsninger, hvis andre løsninger ikke er mulige:

1. *Et tilbagetrukket **jorddige**, der ikke syner i landskabet. Diget kan, hvis matriklen tillader det, trækkes tilbage ift. kysten. Dette har flere fordele: 1. det syner ikke i landskabet og forstyrrer ikke adgangen langs eksisterende kyst; 2. hvis diget er tilbagetrukket, vil der ej heller være lige så store krav til digets modstandsdygtighed over for bølger, og det kan anlægges med en stejlere forsidehældning.*

2. *En **stenkastning** på forsiden af eksisterende skrænt/terræn. En konstruktion som denne anlægges på den øvre del af strandplanet, og vil, hvis der er en generel landsgående transport, lede til læsideerosion hos nabostrækning. Da der på de udvalgte strækninger ikke foregår en fremherskende kraftig langsgående sedimenttransport, er det vurderet, at denne effekt er mindre signifikant. Derimod, vil den hårde beskyttelse over tid lede til erosion ved konstruktionens fod og dermed sænke strandplanet. Dette er også set ved de eksisterende hårde konstruktioner på de udvalgte interessestrækninger. Denne type konstruktion vil ændre kyststrækningens generelle udtryk, men på visse strækninger er der eksisterende, lovlige kystbeskyttelser med stenmaterialer, så en stenkastning vil der kunne passe ind i kyststrækningens eksisterende udtryk.*

3. *En **lodret mur** på forsiden af eksisterende skrænt/terræn. Denne type konstruktion kan i mange tilfælde ændre kyststrækningens udtryk markant, og det skal vurderes, hvornår en lodret mur kan accepteres. Udover et markant udtryk, så medfører lodrette mure også øget erosion af stranden ved murens fod pga. øget refleksion af bølger, der transporterer sedimenter ud i fjorden. For at beskytte murens fod skal der derfor etableres erosionsbeskyttelse, som yderligere påvirker kystens naturlige udtryk. En stenkastning vil i mange henseender have samme funktion som en mur, dog med en mindre resulterende erosion ved konstruktionens fod.*

De ovenstående overvejelser er ikke inddraget i kataloget for de udvalgte delstrækninger, men det anbefales at kystmyndigheden inddrager betragtningerne ifm. ansøgningsprocessen om ny kystbeskyttelse og evt. lovliggørelse af eksisterende ikke-lovligt anlagte konstruktioner.

Betragtningerne ovenover er gjort med tanke på Roskilde Kommunes kyststrategi, som i høj grad udtrykker et ønske om at bevare en så naturlig uberørt kyst som muligt med fortsat offentlig adgang langs kysten.

Confidential

3 Skematiske tværsnit for kystbeskyttelsesløsninger

For nærværende projekt er der udarbejdet en række tværsnit for kystbeskyttelsesløsninger. Det betyder at disse løsninger, generelt er udarbejdet, så de kan tilpasses for de udvalgte delstrækninger ved Frederiksborgvej ved Inderfjorden, Lille Valby Strand og Jyllinge. Så den principielle opbygning af kystbeskyttelsen kan tage udgangspunkt i disse vejledende tværsnit. Kronekoten er angivet med en dimensionsløs kote (TK = *TOPKOTE)*, som ændrer sig ift. hvilken lokation der betragtes. Kronekoten er bestemt som følge af krav til bølgeoverskylsmængde. Se detaljerede forudsætninger i den kysttekniske rapport, se Ref. [1].

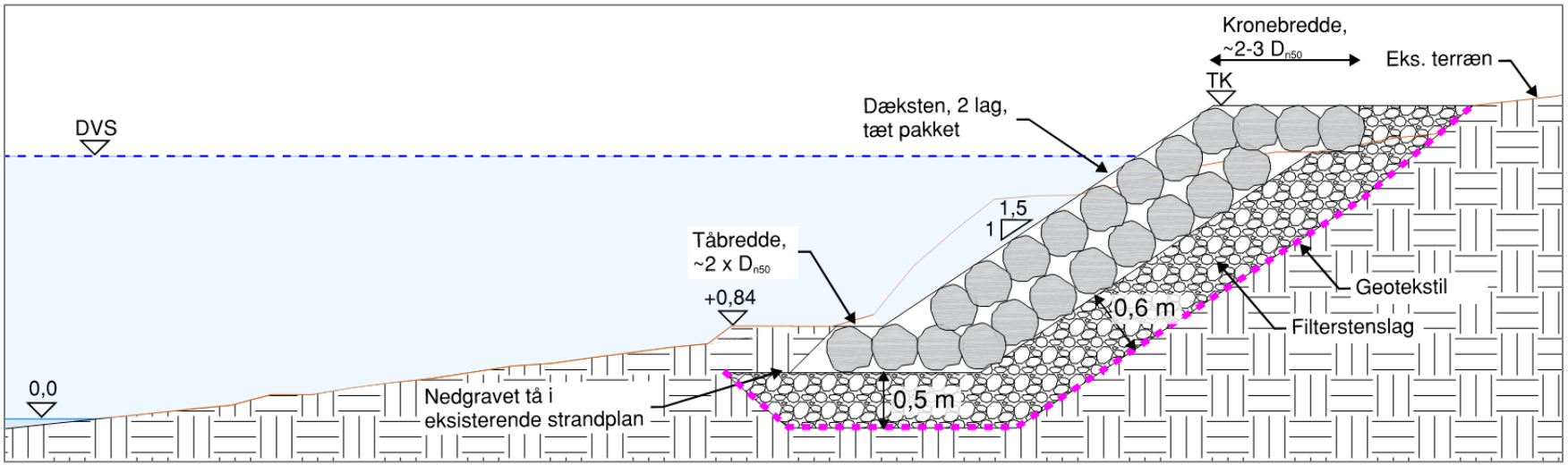
Stenkastninger er opbygget med en to-lags opbygning af dæksten (typisk grusgravssten) ovenpå et filtstenslag, som er anlagt ovenpå et geotekstil. Tåen nedgraves i eksisterende strandplan. Stenkastninger anlægges med en forsidehældning på 1:1,5. Dette giver mulig for at etablere stenkastninger på mindst mulig plads. Det er ikke hensigtsmæssigt at gøre stenskråningerne stejlere end 1:1,5, da det resulterer i større dæksten og en mindre stabil beskyttelse. Se det skematiske tværsnit i Figur 3-1. Tabel 3-1 viser udvalgte standard graderinger for dæksten, som vil kunne benyttes i stenkastninger i Roskilde Fjord. Det bemærkes dog at der i visse tilfælde kan sammensættes en ikke-standard gradering, som på lige fod med standardgraderingerne, opfylder krav til stabilitet.

Diget er opbygget af en kerne af sand eller overskudsjord der kan benyttes jf. miljøkrav og en ydre lermembran. Lermembranen etableres for at tætne mod vandgennemtrængning ved højvande. Lerlaget skal have en tykkelse på mindst 0,3 m. Overfladen af diget dækkes med et tæt muld-/vækstlag som grobund for græs. Græsset skal sikre, at diget ikke eroderer under påvirkning af vand både ved højvande, ekstreme regnskyl og evt. bølgeoverskyl. Dette lag har en omtrentlig tykkelse på 0,1 m. Det er vigtigt at græsset vedligeholdes, klippes tæt, og at der ikke vokser træer eller buske på diget, som øger risikoen for erosion i netop dette område. Ligeså vil etablering af trapper eller lignende konstruktioner svække digets modstandsdygtighed i disse områder, så sådanne konstruktioner skal anlægges med tanke for digets styrke. Jorddiger anlægges med en kronebredde på 1 m og en bagsidehældning på 1:5, og der præsenteres desuden designmuligheder for forskellige forsidehældninger (1:3, 1:5 og 1:8). Stejlere hældninger reducerer konstruktionens samlede bredde, og gør det muligt at etablere diget på et mindre areal, mens fladere hældninger reducerer bølgeopløbet og dermed den nødvendige kronekote. Stejle forsidehældninger på jorddiger kan kun anbefales hvis diget er trukket tilbage fra kysten og ikke påvirkes signifikant af bølger. Jorddiger der har forsidehældninger på 1:3 og 1:5, vurderes ikke at kunne anlægges helt kystnært, da disse i sagens natur ikke er lige så modstandsdygtige overfor bølgeeksponering tæt ved kysten, som de øvrige betragtede konstruktioner og anlægges særskilt med konstruktionsfoden i kote +1,5 m DVR90. Se det skematiske tværsnit i Figur 3-2.

Lodrette vægge/mure er opbygget, som én enkeltstående lodret konstruktion. Dette medfører dog relativt høje vægge, og af æstetiske hensyn kan det derfor være ønskeligt at vælge en konfiguration, hvor en forvæg med reduceret højde, som kan modstå vandstanden, men tillader større overskylningsvolumener, anlægges i kombination med en sekundær mindre tilbagetrukket væg for at forhindre at overskyllet oversvømmer eller skader baglandet. Designet af en opdelt vægkonstruktion kræver imidlertid øget omhu ved fastlæggelse af topkoter og

Confidential

vurdering af jordstabilitet, og er ikke medtaget i beregningerne eller i anbefalingerne, da dette bliver en stedsspecifik konfiguration, som i høj grad afhænger af geoteknikken på lokationen. Se det skematiske tværsnit i Figur 3-3.

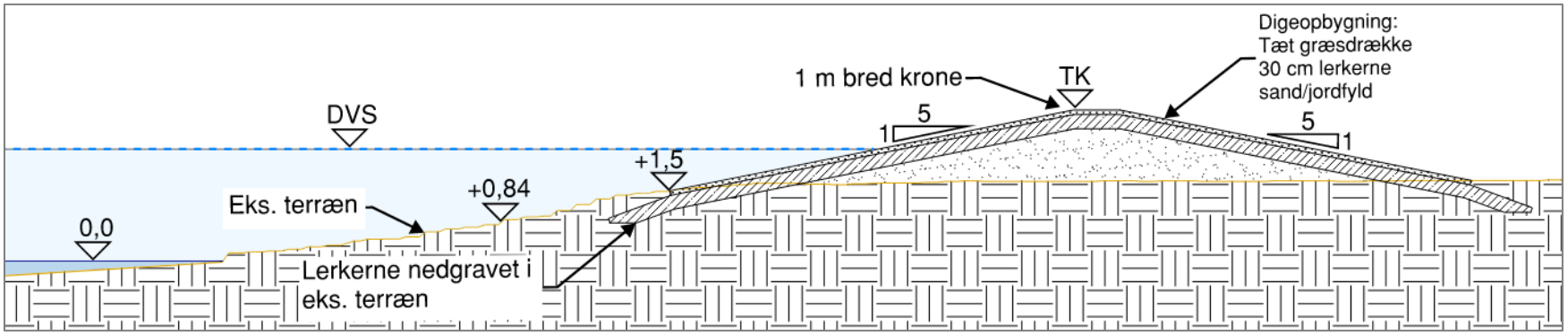


Figur 3-1 **Skematisk tværsnit af en stenkastning med en forsidehældning på 1:1,5. TK= Topkote/Kronekote. DVS= Designvandstand.**

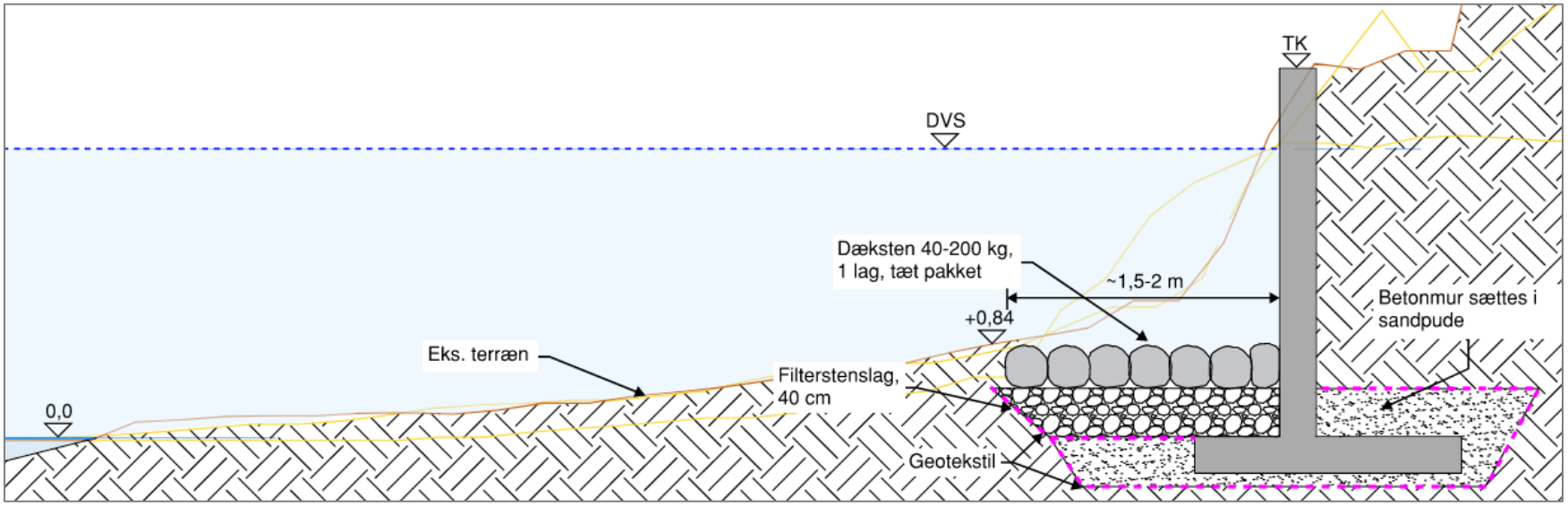
Tabel 3-1 **Udvalgte standard stengraderinger, se Ref. [3].**
Typen "Heavy" refererer til en tung gradering, og typen "Light" refererer til en let gradering.

Stengradering		**ELL**	**NLL**	**$M_{50,min}$**	**$M_{50,max}$**	**NUL**	**EUL**
Gennemfaldspercentiler		<5% (H) <2% (L)	<10%	<50%	>50%	>70%	>97%
Type	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]
Heavy	**300-1000**	200	300	628	802	1000	1500
Light	**60-300**	30	60	149	236	300	450
Light	**40-200**	15	40	101	152	200	300

Confidential



Figur 3-2 Skematisk tværsnit af et jorddige med en forsidehældning på 1:5 anlagt ved kote +1,5 m DVR90. TK= Topkote/Kronekote. DVS= Designvandstand.



Figur 3-3 Skematisk tværsnit af en lodret væg med erosionsbeskyttelse ved foden. Erosionsbeskyttelsen er nedgravet i strandplanet. TK= Topkote/Kronekote. DVS= Designvandstand.

Confidential

4 Katalog for kystbeskyttelse

Nærværende afsnit præsenterer de identificerede mulige kystbeskyttelsesløsninger på de udvalgte delstrækninger.

De mulige kystbeskyttelseskonstruktioner er udarbejdet ift. til et bølgeklima svarende til en 50 års returperiode for ekstreme bølger samt en vandstand svarende til Bodilstormen i år 2013 med og uden tillæg for havspejlsstigning til i dag i 2026, om 25 år i 2051 og om 50 år i 2076.

Når havspejlsstigninger inddrages, er de angivne scenarier knyttet til kystbeskyttelsens levetider på henholdsvis 25 og 50 år. Se nærmere og mere detaljerede beskrivelser i den kysttekniske rapport, se Ref. [1]. Angivelsen af mulig kystbeskyttelse på en strækning skal ses som en vejledning og skal sammenholdes med behovet for kystbeskyttelse på strækningen, som først og fremmest vurderes af kystmyndigheden. Der vil altså være strækninger, hvor det ikke er kritisk hvis en stormflod eroderer i eksisterende skrænt, men dette forbehold er ikke inddraget i nærværende analyse.

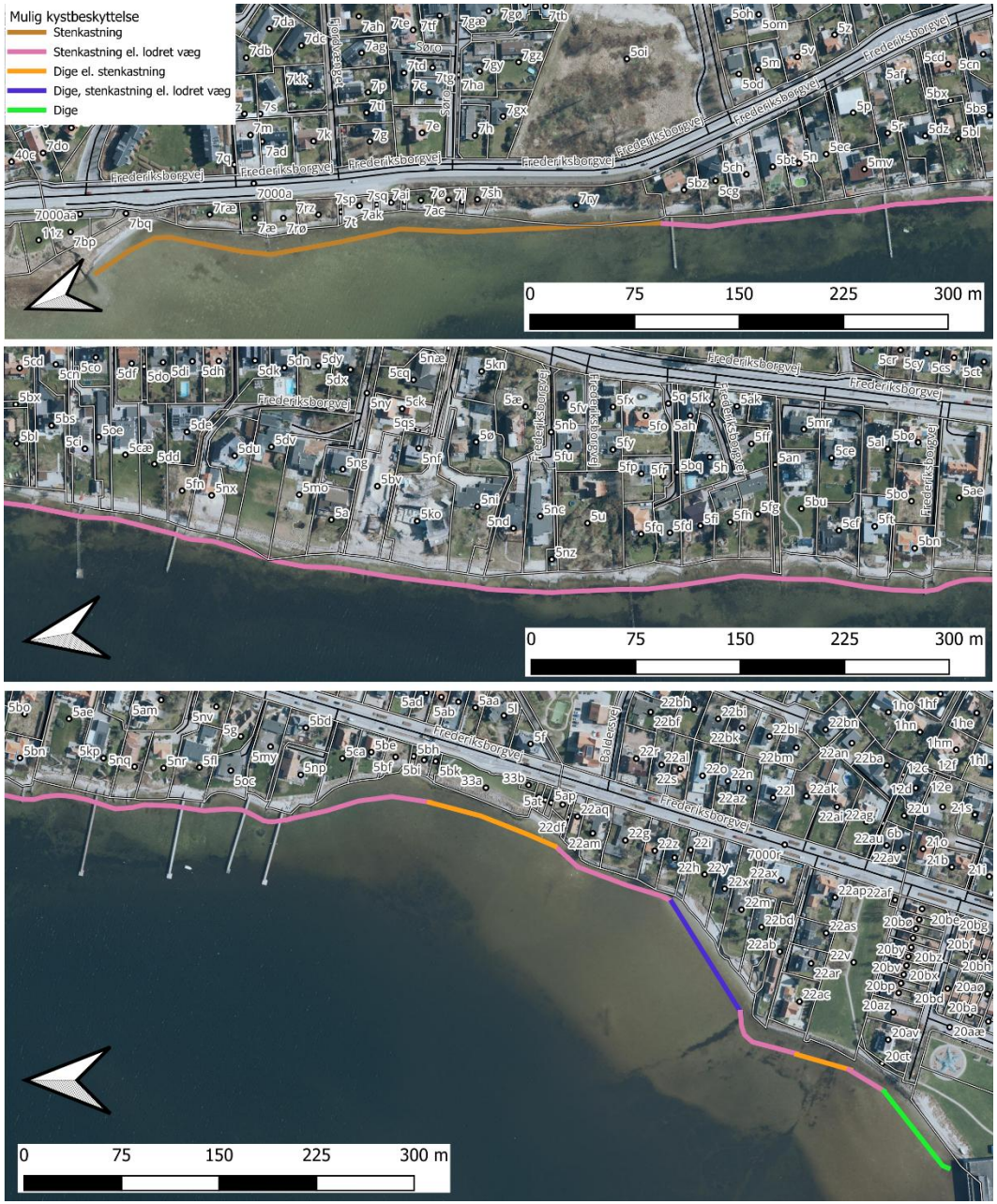
Confidential

4.1 Frederiksborgvej ved Inderfjorden

Terrænet ved Frederiksborgvej (Inderfjorden) er forholdsvis stejlt de fleste steder, på nær den sydligste del af strækningen hvor terrænet forekommer mere lavt og fladere end den øvrige del af strækningen. Derfor vil konstruktionstyper som en stenkastning eller lodrette vægge i mange tilfælde være den mest hensigtsmæssige kystbeskyttelsesløsning, men lokale forhold på de enkelte ejendomme kan også pege på, at et dige er muligt – især i områder på den sydlige del, hvor skråningen er mindre stejl og pladsforholdene tillader det.

En oversigtsskitse, der angiver de områder, hvor det sandsynligvis er mest praktisk at etablere enten et dige, en stenkastning eller væg, er vist på Figur 4-1. Det bemærkes, at denne vurdering kun er udført på et overordnet niveau, primært baseret på terrænhældninger og tilgængelige pladsforhold ved kysten, for at give et generelt overblik. Den tager derfor ikke højde for placeringer af ejendom på matriklen, eksisterende konstruktioner som muligvis kan forhindre den tiltænkte kystbeskyttelse, lokale terrænhældninger eller pladsforhold på de enkelte grunde.

Confidential



Figur 4-1: Mulige kystbeskyttelsesløsninger langs Frederiksborgvej (Inderfjorden). Matrikelnumre er vist for hver matrikel på strækningen.

En oversigt over kronekoter for stenkastninger, diger og vertikale vægge for mulige kystbeskyttelsesløsninger ses i Tabel 4-1 og Tabel 4-2.

Der er vist kronekoter for dige med forsidehældning på 1:3 og 1:5, men såfremt at diget anlægges nær kystlinjen, bør det ikke anlægges med disse hældninger, da det bliver udsat for bølger. Derfor skal diger med disse hældninger anlægges tilbage i terrænet med digefod i minimum kote +1,5 m DVR90. Topkoterne for især de vertikale vægge fremstår meget høje med forhold mellem fribord og bølgehøjde på over 2 for overskylskrav på 1 l/s/m. Derfor vil det i mange tilfælde være fordelagtigt at anlægge en forvæg og en bagvæg, som tidligere nævnt. Når overskylskravet øges til 5 l/s/m reduceres forholdet mellem fribord og bølgehøjde betragteligt, men det kræver også at terrænet bag konstruktionen er projekteret for overskylsmængden.

Det anbefales, at stenkastninger anlægges med kronekoter, som undgår overskylsmængder, der kan forårsage skader på bagland eller ejendomme nær beskyttelseslinjen. Langs beskyttelsesstrækningen kan lokale forhold variere; visse steder er der plads til at håndtere større mængder bagvand, hvilket kan tillade en lavere kronekote, mens der andre steder ligger følsomme konstruktioner eller ejendomsværdier, hvor større mængder overskyl ikke kan accepteres, da det kan medføre til skader, hvorfor kravet til overskyl bør være strengere, f. eks. 1 l/s/m. Kravene til acceptabel overskylsmængde bør fastsættes ud fra ejendommens placering og terrænets karakteristika; som udgangspunkt forventes kronekoter fastsat med et bølgeoverskylskrav i intervallet 1–5 l/s/m, som vist i Tabel 4-1. Bemærk at overskylskrav på 5 l/s/m kræver at terrænet bag konstruktionen er projekteret for overskylsmængden.

Tabel 4-1: Topkote for stenkastning og lodret væg baseret på bølgeoutput ved Frederiksborgvej ved Inderfjorden, med vandspejlsniveauer svarende til i dag, om 25 år (2051) og om 50 år (2076), angivet for udvalgte overskylskriterier.

Overskylskriterie [l/s/m]	**Stenkastning [m DVR90]**			**Vertikal væg [m DVR90]**		
Årstal	**2026**	**2051**	**2076**	**2026**	**2051**	**2076**
SLR [m DVR90]	+0,12	+0,23	+0,36	+0,12	+0,23	+0,36
Hældning		1:1,5			-	
0,1	3,3	3,4	3,5	-	-	-
1,0	3,0	3,1	3,3	4,0	4,1	4,1
5,0	2,8	2,9	3,0	3,3	3,3	3,4

[*] *Overskylskriteriet angiver hvor meget overskyl der kan accepteres.*

Confidential

Tabel 4-2: Topkote for jorddiger baseret på bølgeoutput ved Frederiksborgvej ved Inderfjorden, med vandspejlsniveauer svarende til i dag, om 25 år (2051) og om 50 år (2076), angivet for udvalgte overskylskriterier. Bemærk diger med hældninger 1:3 og 1:5 er beregnet for konstruktionsfod i kote +1,5 m DVR90.

Overskylskriterie [l/s/m]	**Jorddige [m DVR90]**								
Årstal	**2026**			**2051**			**2076**		
SLR [m DVR90]	+0,12			+0,23			+0,36		
Hældning	1:3	1:5	1:8	1:3	1:5	1:8	1:3	1:5	1:8
0,1	3,2	2,8	2,8	3,5	3,0	2,9	3,8	3,2	3,0
1,0	2,9	2,6	2,6	3,1	2,8	2,7	3,4	3,0	2,9
5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[*] *Overskylskriteriet angiver hvor meget overskyl der kan accepteres.*

For stenkastninger gælder minimumsstenstørrelser angivet i Tabel 4-3.

Tabel 4-3: Nødvendige minimumsstenstørrelse D_{n50} og stenvægt for kystbeskyttelse udført som stenkastninger.

Lokalitet	**I dag** (h_{fod} = 1,18 m)		**År 2076 (MSL = +0,36 m)** (h_{fod} = 1,54 m)	
	D_{n50} [m]	**Vægt** [kg]	**D_{n50}** [m]	**Vægt** [kg]
Frederiksborgvej, Syd	0,4	180	0,4	180

Krav til stenvægt skal omsættes til stengraderinger, der kan bruges til anlæg af stenkastninger. Typisk vil det betyde for Frederiksborgvej, at der på hele strækningen kan anvendes 60-300 kg standard stengradering i stenskråninger.

4.1.1 Stenkastninger

Et principtværsnit for en stenkastning er vist på Figur 3-1. Det er vurderet, at en stor del af strækningen langs Frederiksborgvej ved Inderfjorden kan beskyttes med stenkastninger eller lodrette vægge. Generelt er det vigtigt, at konstruktionen placeres så langt tilbage på

Confidential

strandplanet som muligt. Der er lagt op til at konstruktionens tå er nedgravet i eksisterende strandplan, som tillader passage på forsiden op til kote +0,84 mDVR90. Der kan være lokaliteter, hvor konstruktionens tå er mere nedgravet end det viste, men det vil blot sikre en bredere passage. Ligeså, vil der muligvis være lokaliteter, hvor der ikke vil være noget strandplan foran konstruktionen. Her er det op til kystmyndigheden at vurdere, om der skal strandfodres foran konstruktionen for at opretholde fri passage. Se anbefalede kronekoter i Tabel 4-1 og stenstørrelser i Tabel 4-3.

4.1.2 Diger

Et principtværsnit for et jorddige er vist på Figur 3-2. Generelt vurderes det, at der er få dele af kyststrækningen ved Frederiksborgvej ved Inderfjorden, hvor der kan etableres et bredt jorddige. Det er vurderet, at enkelte korte delstrækninger mod syd muligvis har plads til et jorddige, men det vil formentlig være et jorddige med en stejlere forsidehældning på eksempelvis 1:5, som skal anlægges i minimum kote +1,5 m DVR90. Det er vigtigt ved etablering af jorddiger med stejlere hældninger end 1:8, at de anlægges i baglandet, og ikke er direkte eksponeret mod bølger ved kysten, da disse i sagens natur, ikke er stabile nok overfor bølgeklimaet nær kystzonen. Se kronekoter i Tabel 4-1.

4.1.3 Lodrette vægge

Et principtværsnit for en lodret væg er vist på Figur 3-3. Generelt er det vurderet, at en stor del af strækningen langs Frederiksborgvej kan beskyttes med enten stenkastninger eller lodrette vægge.

Der er allerede i dag anlagt flere lodrette vægge eller mure på denne strækning, og det ses også hvordan disse eksisterende konstruktioner leder til øget erosionspres lige foran konstruktionens fod, som gør at strandplanet sænkes lige umiddelbart foran væggen/muren. En yderligere konsekvens ved erosion ved konstruktionsfoden er, at fundamentet for den lodrette konstruktion svækkes og om mulig udsættes for instabilitet i fremtiden, hvis erosionen fortsætter. Der er derfor udarbejdet et løsningsforslag for erosionsbeskyttelse foran den lodrette konstruktion. Erosionsbeskyttelsen er opbygget med ét lag dæksten à 40-200 kg ovenpå 0,4 m filtersten. Bredden af erosionsbeskyttelsen skal være ca. 1,5-2 m bred. Erosionsbeskyttelsen er nedgravet i eksisterende strandplan. Væggens topkote kan ses i Tabel 4-1.

De øvrige dimensioner for en lodret væg afhænger af en lang række stedsspecifikke forhold, særligt de geotekniske forhold, der beskriver jordens styrke og stabilitet, grundvandsstand m.m. Generelt så vil de lodrette vægge have de højeste kronekoter, som betyder, at konstruktionerne kan fremstå meget høje ift. eksisterende strandplan. Det kan derfor anbefales at dele beskyttelsen med en lodret væg op i to mindre, forskudte vægge. Den forreste væg bør da have en kronekote svarende til et højere bølgeoverskylsniveau. Der kan da etableres en mindre væg i baglandet tilsvarende en højde der kan håndtere overskylsmængden.

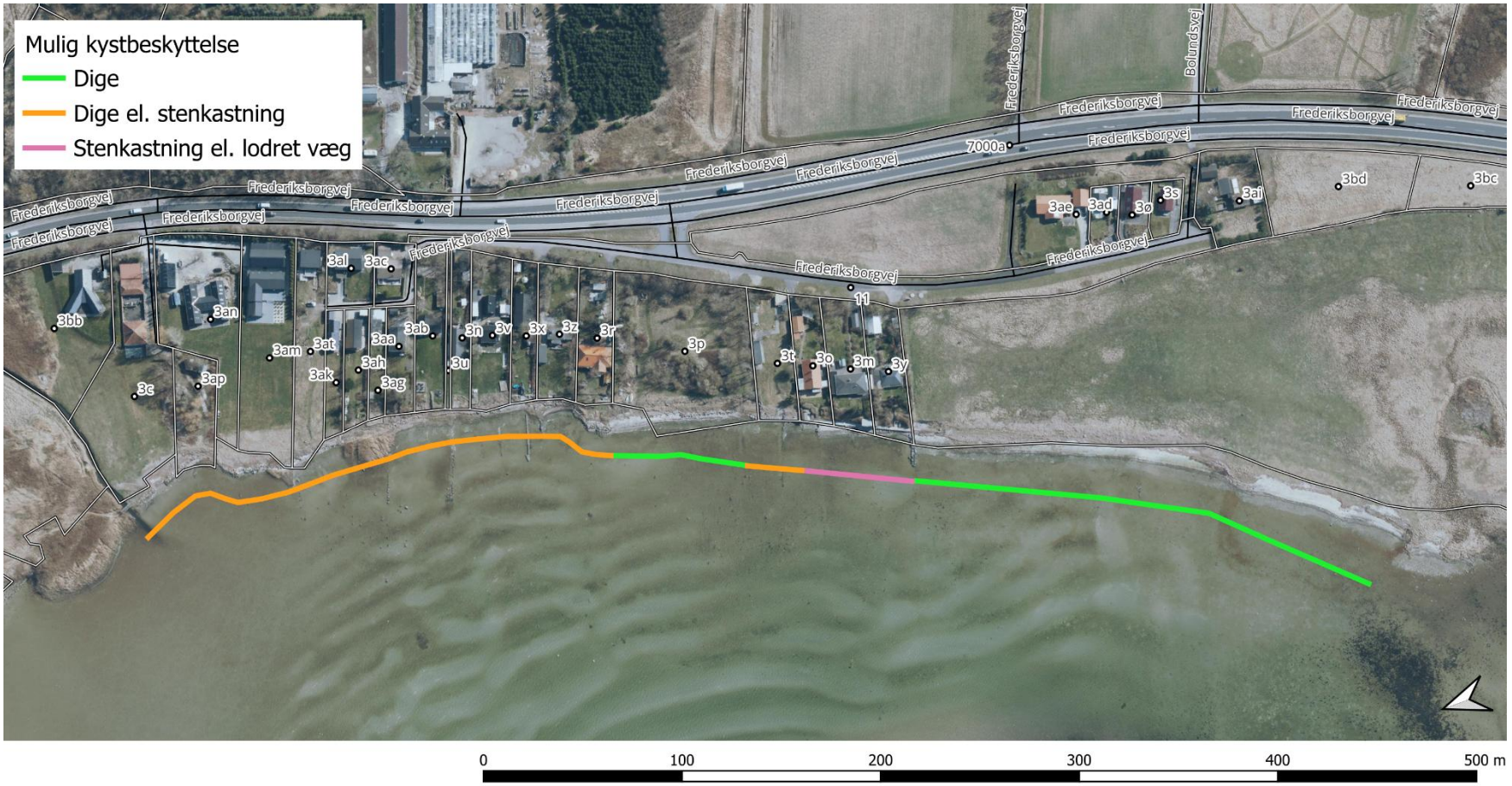
Confidential

4.2 Lille Valby Strand

Da Lille Valby Strand er kendetegnet ved en relativt flad topografi, og husene generelt ligger tilbagetrukket fra kystlinjen, vurderes muligheden for at anlægge diger på større dele af strækningen mulig, se oversigtsskitse for mulig kystbeskyttelse på Figur 4-2.

Oversigtsskitsen på Figur 4-2 viser de vurderede mulige kystbeskyttelsesløsninger langs strækningen. Oversigtsskitsen er overordnet, og tager derfor ikke højde for den enkelte bygnings placering på matriklen, eksisterende konstruktioner, lokale hældninger og pladsforhold, der kan forhindre den foreslåede kystbeskyttelse.

Confidential



Figur 4-2: Mulige kystbeskyttelsesløsninger langs Lille Valby Strand. Matrikelnumre er vist for hver matrikel på strækningen.

Da bølgehøjder og tilhørende -perioder forekommer størst på denne delstrækning, kræves der højere topkoter sammenlignet med de øvrige lokaliteter, især for diget, hvor bølgeperioden spiller en væsentlig rolle. En oversigt over kronekoter for stenkastninger, diger og vertikale vægge for mulige kystbeskyttelsesløsninger ses i Tabel 4-4 og Tabel 4-5.

Confidential

Der er vist kronekoter for dige med forsidehældning på 1:3 og 1:5, men såfremt at diget anlægges nær kystlinjen, bør det ikke anlægges med disse hældninger, da det bliver udsat for bølger. Derfor skal diger med disse hældninger anlægges tilbage i terrænet med digefod i minimum kote +1,5 m DVR90. Topkoterne for især de vertikale vægge fremstår meget høje med forhold mellem fribord og bølgehøjde på over 2 for overskylskrav på 1 l/s/m. Derfor vil det i mange tilfælde være fordelagtigt at anlægge en forvæg og en bagvæg, som tidligere nævnt. Når overskylskravet øges til 5 l/s/m reduceres forholdet mellem fribord og bølgehøjde betragteligt, men det kræver også at terrænet bag konstruktionen er projekteret for overskylsmængden.

Det anbefales, at stenkastninger anlægges med kronekoter, som undgår overskylsmængder, der kan forårsage skader på bagland eller ejendomme nær beskyttelseslinjen. Langs beskyttelsesstrækningen kan lokale forhold variere; visse steder er der plads til at håndtere større mængder bagvand, hvilket kan tillade en lavere kronekote, mens der andre steder ligger følsomme konstruktioner eller ejendomsværdier, hvor større mængder overskyl ikke kan accepteres, da det kan medføre til skader, hvorfor kravet til overskyl bør være strengere, f. eks. 1 l/s/m. Kravene til acceptabel overskylsmængde bør fastsættes ud fra ejendommens placering og terrænets karakteristika; som udgangspunkt forventes kronekoter fastsat med et bølgeoverskylskrav i intervallet 1–5 l/s/m, som vist i Tabel 4-4. Bemærk at overskylskrav på 5 l/s/m kræver at terrænet bag konstruktionen er projekteret for overskylsmængden.

Tabel 4-4: Topkote for stenkastning og lodret væg baseret på bølgeoutput ved Lille Valby strand, med vandspejlsniveauer svarende til i dag, om 25 år (2051) og om 50 år (2076), angivet for udvalgte overskylskriterier.

Overskylskriterie [l/s/m]	**Stenkastning [m DVR90]**			**Vertikal væg [m DVR90]**		
Årstal	**2026**	**2051**	**2076**	**2026**	**2051**	**2076**
MVS [m DVR90]	+0,12	+0,23	+0,36	+0,12	+0,23	+0,36
Hældning		1:1,5			-	
0,1	3,3	3,4	3,7	-	-	-
1,0	3,0	3,1	3,4	4,1	4,2	4,7
5,0	2,8	2,9	3,2	3,3	3,4	3,7

* *Overskylskriteriet angiver hvor meget overskyl der kan accepteres.*

Confidential

Tabel 4-5: Topkote for jorddiger baseret på bølgeoutput ved Lille Valby strand, med vandspejlsniveauer svarende til i dag, om 25 år (2051) og om 50 år (2076), angivet for udvalgte overskylskriterier. Bemærk diger med hældninger 1:3 og 1:5 er beregnet for konstruktionsfod i kote +1,5 m DVR90.

Overskylskriterie [l/s/m]	**Jorddige [m DVR90]**								
Årstal	**2026**			**2051**			**2076**		
m DVR90	+0,12			+0,23			+0,36		
Hældning	1:3	1:5	1:8	1:3	1:5	1:8	1:3	1:5	1:8
0,1	3,2	2,9	2,9	3,6	3,1	3,0	3,9	3,3	3,2
1,0	2,9	2,7	2,7	3,2	2,9	2,8	3,5	3,0	3,0
5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[*] *Overskylskriteriet angiver hvor meget overskyl der kan accepteres.*

For stenkastninger på strækningen gælder flg. minimumskrav til stenstørrelser, se Tabel 4-6.

Tabel 4-6: Nødvendige minimumsstenstørrelser D_{n50} og stenvægt.

Lokalitet	**I dag** (h_{fod} = 1,18 m)		**År 2076 (MSL = +0,36 m)** (h_{fod} = 1,54 m)	
	D_{n50} [m]	**Vægt** [kg]	**D_{n50}** [m]	**Vægt** [kg]
Lille Valby Strand	0,4	225	0,5	300

Krav til stenvægt skal omsættes til stengraderinger, der kan bruges til anlæg af stenskråninger. Typisk vil det betyde for Lille Valby Strand, at der kan anlægges stenkastninger med en ikke-standard gradering, der har en middelstenvægt på ca. 300 kg, som er større end standard-graderingen 60-300 kg, se Tabel 3-1.

Confidential

4.2.1 Stenkastninger

Et principtværsnit for en stenkastning er vist på Figur 3-1. Generelt skal konstruktionen placeres så langt tilbage på strandplanet som muligt. Der er lagt op til at konstruktionens tå er nedgravet i eksisterende strandplan, som tillader passage på forsiden op til kote +0,84 mDVR90. Der kan være lokaliteter, hvor konstruktionens tå er mere nedgravet end det viste, men det vil blot sikre en bredere passage. Se anbefalede kronekoter i Tabel 4-4 og stenstørrelser i Tabel 4-6. Der er tale om korte strækninger hvor der er angivet mulig kystbeskyttelse med enten stenkastning eller lodrette vægge, på en strækning hvor der i dag findes en beton passage, som er bygget op som en mur. Det vurderes at der kan anlægges en stenkastning foran, som ville bibeholde passage på eksisterende konstruktion i dag.

4.2.2 Diger

Et principtværsnit for et jorddige er vist på Figur 3-2. På strækningen vurderes det, at der generelt er gode pladsforhold til at etablere jorddiger på eksisterende matriklers arealer. Såfremt at digerne ikke etableres helt ned til kysten, vurderes det at disse kan anlægges med en for- og bagsidehældning på 1:5, så digerne ikke optager lige så meget plads i terrænet. Se kronekoter i Tabel 4-5.

4.2.3 Lodrette vægge

Et principtværsnit for en lodret væg er vist på Figur 3-3. Generelt er det vurderet, at der kan etableres lodrette vægge på en lille del af denne strækning.

Hvis grundejere på delstrækningen vælger en kystbeskyttelsesløsning i form af en lodret væg, skal der anlægges en erosionsbeskyttelse foran den lodrette konstruktion. Erosionsbeskyttelsen er opbygget med ét lag dæksten à 40-200 kg ovenpå 0,4 m filtersten. Bredden af erosionsbeskyttelsen skal være ca. 1,5-2 m bred. Dette gælder hvis muren skal anlægges tæt ved eksisterende strandplan. I tilfældet ved Lille Valby Strand vurderes det at der kan anlægges en lodret væg bag den eksisterende betonkonstruktion med en kronekote svarende til 5 l/s/m, så topkoten bliver stort set tilsvarende med en stenkastning. Det er op til kystmyndighed og grundejer at vælge den løsning der passer lokationen og de øvrige forhold bedst.

Såfremt der ikke er en eksisterende betonkonstruktion på lokaliteten skal der anlægges en erosionsbeskyttelse som vist på Figur 3-3. De øvrige dimensioner for en lodret væg afhænger af en lang række stedsspecifikke forhold, særligt de geotekniske forhold, der beskriver jordens styrke og stabilitet, grundvandsstand m.m. Generelt så vil de lodrette vægge have de højeste kronekoter, som betyder, at konstruktionerne kan fremstå meget høje ift. eksisterende strandplan. Det kan derfor anbefales at dele beskyttelsen med en lodret væg op i to mindre, forskudte vægge. Den forreste væg bør da have en kronekote svarende til et højere bølgeoverskylsniveau. Der kan da etableres en mindre væg i baglandet tilsvarende en højde der kan håndtere overskylsmængden.

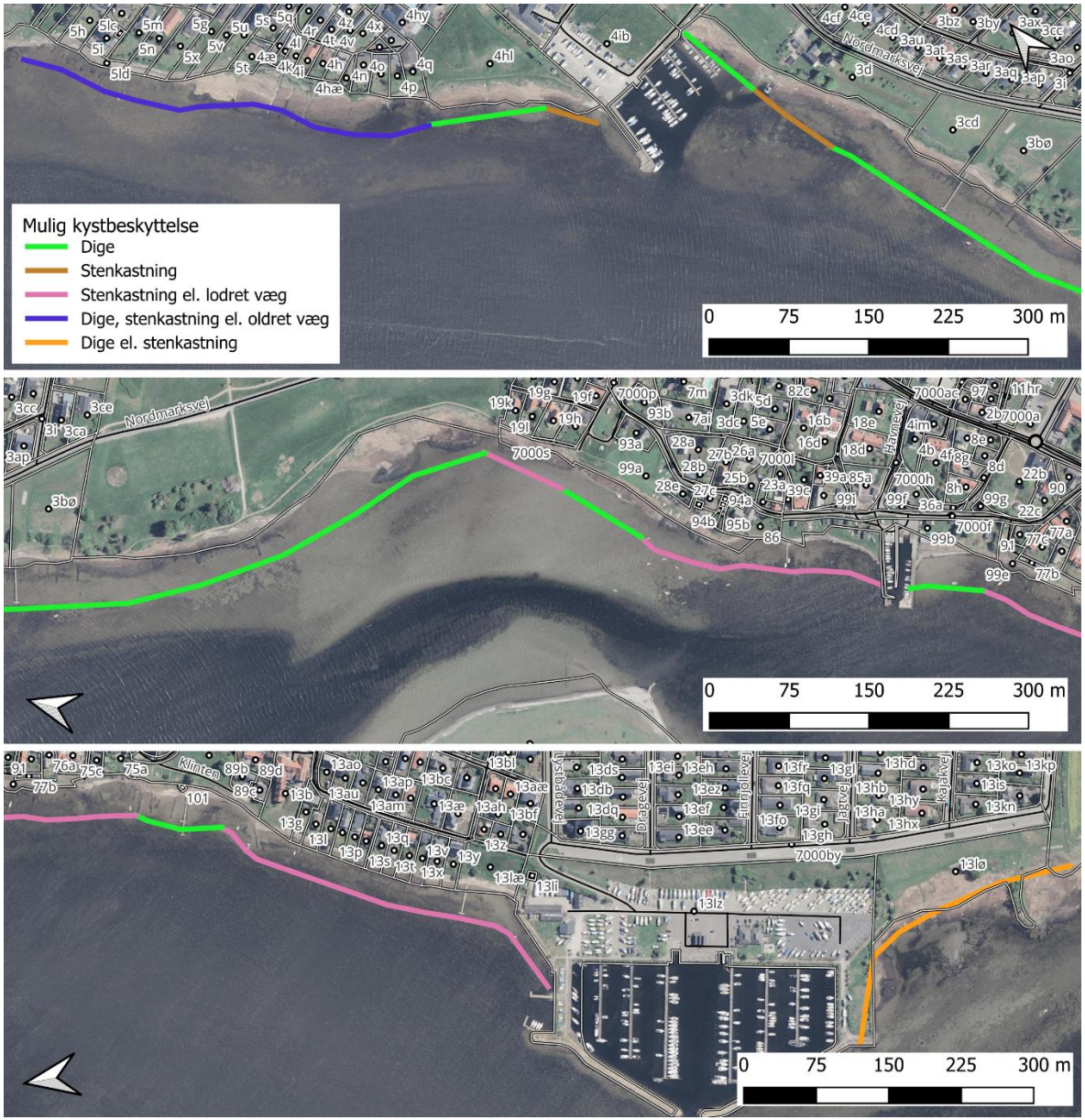
Confidential

4.3 Jyllinge

Terrænet langs kysten i Jyllinge er meget forskelligt. Nogle steder er der bebyggelse tæt ved kystlinjen grundet et terræn, der har en svag hældning, og andre steder forekommer terrænet mere stejlt. Derfor er de vurderede muligheder for kystbeskyttelse også forskellig langs strækningen. Generelt vil de stejlere områder være mere velegnede til stenkastninger for at beskytte skråningerne/skrænterne, mens diger kan være en bedre løsning på de fladere strækninger, som findes flere steder på hele delstrækningen. I den nordligste del af området vil der umiddelbart være mulighed for alle tre typer kystbeskyttelse, men det vil i højere grad være op til grundejere og kystmyndighed at vurdere hvilken type kystbeskyttelse, der er mest hensigtsmæssig, så både ejeren bliver beskyttet mod stormflod og erosionspres, at kyststrækningen forbliver tilgængelig for offentligheden, og at konstruktionen ikke inddrager unødigt meget plads på ejendommenes arealer.

Oversigtsskitsen på Figur 4-3 viser de vurderede mulige kystbeskyttelsesløsninger langs strækningen. Oversigtsskitsen er overordnet, og tager derfor ikke højde for den enkelte bygnings placering på matriklen, eksisterende konstruktioner, der kan forhindre den foreslåede kystbeskyttelse, eller lokale hældninger og pladsforhold.

Confidential



Figur 4-3: Mulige kystbeskyttelsesløsninger langs Jyllinge. Matrikelnumre er vist for hver matrikel på strækningen.

Confidential

En oversigt over kronekoter for stenkastninger, diger og vertikale vægge for mulige kystbeskyttelsesløsninger er vist i Tabel 4-7 og Tabel 4-8.

Der er vist kronekoter for dige med forsidehældning på 1:3 og 1:5, men såfremt at diget anlægges nær kystlinjen, bør det ikke anlægges med disse hældninger, da det bliver udsat for bølger. Derfor skal diger med disse hældninger anlægges tilbage i terrænet med digefod i minimum kote +1,5 m DVR90. Topkoterne for især de vertikale vægge fremstår høje med forhold mellem fribord og bølgehøjde omkring 2 for overskylskrav på 1 l/s/m. Derfor vil det i mange tilfælde være fordelagtigt at anlægge en forvæg og en bagvæg, som tidligere nævnt. Når overskylskravet øges til 5 l/s/m reduceres forholdet mellem fribord og bølgehøjde betragteligt, men det kræver også at terrænet bag konstruktionen er projekteret for overskylsmængden.

Det anbefales, at stenkastninger anlægges med kronekoter, som undgår overskylsmængder, der kan forårsage skader på bagland eller ejendomme nær beskyttelseslinjen. Langs beskyttelsesstrækningen kan lokale forhold variere; visse steder er der plads til at håndtere større mængder bagvand, hvilket kan tillade en lavere kronekote, mens der andre steder ligger følsomme konstruktioner eller ejendomsværdier, hvor større mængder overskyl ikke kan accepteres, da det kan medføre til skader, hvorfor kravet til overskyl bør være strengere, f. eks. 1 l/s/m. Kravene til acceptabel overskylsmængde bør fastsættes ud fra ejendommens placering og terrænets karakteristika; som udgangspunkt forventes kronekoter fastsat med et bølgeoverskylskrav i intervallet 1–5 l/s/m, som vist i Tabel 4-7. Bemærk at overskylskrav på 5 l/s/m kræver at terrænet bag konstruktionen er projekteret for overskylsmængden.

Tabel 4-7: Topkote for stenkastning og lodret væg baseret på bølgeoutput ved Jyllinge, med vandspejlsniveauer svarende til i dag, om 25 år (2051) og om 50 år (2076), angivet for udvalgte overskylskriterier.

Overskylskriterie [l/s/m]	**Stenkastning [m DVR90]**			**Vertikal væg [m DVR90]**		
Årstal	**2026**	**2051**	**2076**	**2026**	**2051**	**2076**
MVS [m DVR90]	+0,12	+0,23	+0,36	+0,12	+0,23	+0,36
Hældning		1:1,5			-	
0,1	3,3	3,4	3,5	-	-	-
1,0	3,0	3,1	3,3	3,7	3,8	3,9
5,0	2,8	2,9	3,0	3,2	3,3	3,4

[*] *Overskylskriteriet angiver hvor meget overskyl der kan accepteres.*

Confidential

Tabel 4-8: Topkote for jorddiger baseret på bølgeoutput ved Jyllinge, med vandspejlsniveauer svarende til i dag, om 25 år (2051) og om 50 år (2076), angivet for udvalgte overskylskriterier. Bemærk diger med hældninger 1:3 og 1:5 er beregnet for konstruktionsfod i kote +1,5 m DVR90.

Overskylskriterie [l/s/m]	**Jorddige [m DVR90]**								
Årstal	**2026**			**2051**			**2076**		
m DVR90	+0,12			+0,23			+0,36		
Hældning	1:3	1:5	1:8	1:3	1:5	1:8	1:3	1:5	1:8
0,1	3,2	2,7	2,7	3,4	2,9	2,9	3,7	3,1	3,0
1,0	2,9	2,6	2,6	3,1	2,7	2,7	3,3	2,9	2,8
5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[*] *Overskylskriteriet angiver hvor meget overskyl der kan accepteres.*

Jyllinge-delstrækningen er strækningen med størst forskelligartethed, og der er flere forskellige muligheder for anlæggelse af kystbeskyttelse, som både tilgodeser borgeren og kystmyndighedens retningslinjer ift. fremsatte målsætninger i kyststrategien, se Ref. [2].

På den sydlige del af strækningen forventes det, at der kan anlægges en blanding af stenkastninger og diger, såfremt at pladsen kan findes til et bredt jorddige. Når man befinder sig midt på strækningen ved Helligkorsparken ses der er mulighed for at anlægge nogle flade jorddiger, som kan forsvinde mere eller mindre ind i det stigende terræn.

Nord for Helligkorsparken vil der i høj grad kunne anlægges diger, dog med undtagelse af en enkelt strækning med en stenkastning syd for Jyllinge Havn. Nord for Jyllinge havn findes der meget tæt bevoksning helt ud til kystlinjen, og det kan på sigt vurderes hvilken type kystbeskyttelse, der er mest hensigtsmæssig på denne strækning med en foreslået prioritering som præsenteret i Afsnit 2.

Krav til stenstørrelser for stenkastninger på denne delstrækning ses af Tabel 4-9.

Confidential

Tabel 4-9: Nødvendige minimumsstenstørrelser D_{n50} og stenvægt.

Lokalitet	I dag (h_{fod} = 1,18 m)		År 2076 (MSL = +0,36 m) (h_{fod} = 1,54 m)	
	D_{n50} [m]	**Vægt** [kg]	**D_{n50}** [m]	**Vægt** [kg]
Jyllinge Syd	0,3	70	0,3	70
Jyllinge Center-Nord	0,4	160	0,4	160
Jyllinge Nord	0,4	150	0,4	150

Krav til stenvægt skal omsættes til stengraderinger, der kan bruges til anlæg af stenskråninger. Typisk vil det betyde for Jyllinge, at der kan anlægges stenkastninger med en standard gradering 60-300 kg i anlæg fra center-nord til nord, og 40-200 kg i anlæg mod syd.

4.3.1 Stenkastninger

Et principtværsnit for en stenkastning er vist på Figur 3-1. Generelt er det vigtigt, at konstruktionen placeres så langt tilbage på strandplanet som muligt. Der er lagt op til at konstruktionens tå er nedgravet i eksisterende strandplan, som tillader passage på forsiden op til kote +0,84 mDVR90. Der kan være lokaliteter, hvor konstruktionens tå er mere nedgravet end det viste, men det vil blot sikre en bredere passage. Ligeså, vil der være lokaliteter, hvor der ikke vil være noget strandplan foran konstruktionen. Her er det op til kystmyndigheden at vurdere, om der skal strandfodres foran konstruktionen for at opretholde fri passage. Se anbefalede kronekoter i Tabel 4-7 og stenstørrelser i Tabel 4-9. Der er flere eksisterende stenkastninger i Jyllinge og der er vurderet i række mindre delstrækninger, som kan beskyttes med stenkastninger, da pladsen ikke tillader bredere konstruktioner, men dette vil være op til kystmyndighed og borger at vurdere endeligt.

4.3.2 Diger

Et principtværsnit for et jorddige er vist på Figur 3-2. Det vurderes, at særligt på den midterste del af strækningen ved Helligkors parken, at der generelt er gode pladsforhold til at etablere jorddiger. Hvis digerne ikke etableres helt ned til kysten, vurderes det, at disse skal anlægges med en for- og bagsidehældning på 1:5 med digets fod anlagt i kote minimum +1,5 m DVR90. Se kronekote i Tabel 4-8.

4.3.3 Lodrette vægge

Et principtværsnit for en lodret væg er vist på Figur 3-3. Generelt er det vurderet, at der kan etableres stenkastninger eller lodrette vægge på flere delstrækninger i Jyllinge.

Confidential

Hvis grundejere på delstrækningen vælger en kystbeskyttelsesløsning i form af en lodret væg, skal der anlægges en erosionsbeskyttelse foran den lodrette konstruktion. Erosionsbeskyttelsen er opbygget med ét lag dæksten à 40-200 kg ovenpå 0,4 m filtersten. Bredden af erosionsbeskyttelsen skal være ca. 1,5-2 m bred.

Væggens topkote kan ses i Tabel 4-7. De øvrige dimensioner for en lodret væg afhænger af en lang række stedsspecifikke forhold, særligt de geotekniske forhold, der beskriver jordens styrke og stabilitet, grundvandsstand m.m. Generelt så vil de lodrette vægge have de højeste kronekoter, som betyder, at konstruktionerne kan fremstå meget høje ift. eksisterende strandplan. Det kan derfor anbefales at dele beskyttelsen med en lodret væg op i to mindre, forskudte vægge. Den forreste væg bør da have en kronekote svarende til et højere bølgeoverskylsniveau. Der kan da etableres en mindre væg i baglandet tilsvarende en højde der kan håndtere overskylsmængden.

5 Referencer

[1] Rambøll A/S, »Kystteknisk rapport for Roskilde Fjord, Vurdering af erosionsrisiko og analyse af bølgeklima,« April, 2026.

[2] R. Kommune, »Kyststrategi - Administrationsgrundlag for sagsbehandling i Roskilde Kommune,« Juni 2023.

[3] C. C. CIRIA, The Rock Manual. The use of rock in hydraulic engineering (second edition) (C683), CIRIA, 2007.