

Fredensborg Kommune - screening af kommunens Øresundskyst

Område 4



Marts 2017

PROJEKT

Projekt nr. 227086
Dokument nr. 1222156200
Version 2
Udarbejdet af MML, ABI, PFKL,
PRA
Kontrolleret af JAD
Godkendt af PRA

1	Indledning	1
2	Vandspejlsniveauer og påvirkninger	2
2.1	Klimaændringer	2
2.2	Hydrauliske forhold	2
2.2.1	Vandstand	3
2.2.2	Bølger	3
2.3	Landhævning	4
2.4	Niveauer for påvirkninger 2017	4
2.5	Niveauer for påvirkninger 2067	6
2.6	Robusthed af kystlinjen	6
3	Beskrivelse af delstrækning	8
3.1	Kystens natur og anlæg	9
3.2	Udløb	18
3.3	Kystmorfologi	20
3.4	Naturbeskyttelse	21
3.5	Højdedata	22
4	Vurdering af Oversvømmelse for forskellige højvande	24
4.1	Oversvømmelse uden klimatillæg	24
4.2	Oversvømmelse med klimatillæg	26
5	Vurdering af Kystbeskyttelsens stabilitet	26
5.1	Delstrækning A	27
5.2	Delstrækning B	27
5.3	Delstrækning C	27
5.4	Delstrækning D	27
5.5	Delstrækning E.....	27
5.6	Delstrækning F.....	27
5.7	Delstrækning G	27
5.8	Delstrækning H	28
5.9	Delstrækning I.....	28
6	Kystlinjens Robusthed	28
7	Indsatsområder	30

1 INDLEDNING

Denne rapport er en af seks rapporter som nummereret fra syd mod nord dækker hele Fredensborg Kommunes Øresundskyst på ca. 7,6 km. De seks rapporter omfatter hver især en særlig type kyst, og har menneskeskabte skel mellem sig.

Formålet med rapporterne er jf. :

- *"Fredensborg Kommunes udbud af rådgiverydelsen: Overordnet vurdering/screening af den eksisterende kysts beskyttelse i Fredensborg Kommune (naturlig og menneskeskabt)"*
- *"NIRAS tilbud til løsning af den stillede opgave af 1. december 2016"*
- *Forventningsafstemning jf. mødereferat af 5. december 2016*

at rapportere NIRAS' overordnede screening af kysten via besigtigelser og tilrådeværende rapporter. De seks rapporter beskriver kysten og dens anlæg summarisk og der er foretaget en vurdering af eventuel kystbeskyttelses modstandsdygtighed under højvande og bølger via vurderinger af kritiske vandstande/storme og kystens beskaffenhed.

Der er i hver rapport gjort rede for de under besigtigelserne registrerede udløb samt ledninger jf. Ledningsejerregistret (LER).

Den samlede rapportering omfatter:

- De seks rapporter for delstrækninger
- MapInfo filer med data om oversvømmelses truede områder, terrænhøjder, udløb, fotos og ledningsejerregistret (LER).

Stationeringer (m) for hele Fredensborg Kommunes kyst er fastlagt via en ret linje beliggende søværts for kysten, og stationering indikerer således omtrentlige positioner.

Delstrækning 4 omfatter strækningen fra stationering 3200 til stationering 4750.

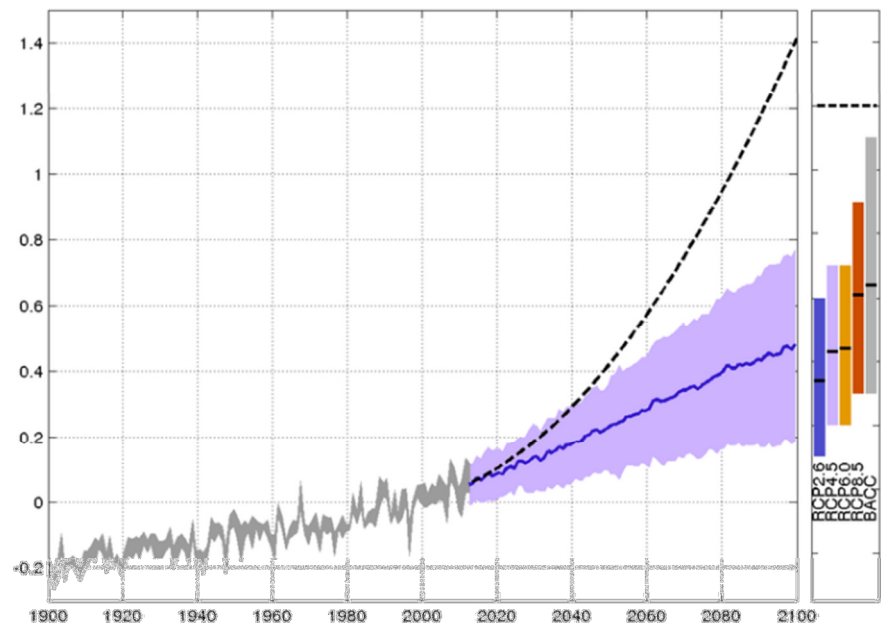
Område 4 er besigtiget den 13. december 2016 hvor vandstanden i Vedbæk Havn var mellem +5 og +20 cm DVR90.

2 VANDSPEJLSNIVEAUER OG PÅVIRKNINGER

2.1 Klimaændringer

Middelvandspejlet forventes at stige mellem 0,1 m og 0,5 m fra 2017 og frem til 2067 som følge af klimaforandringerne, se Figur 2-1. Vi har valgt i denne analyse at benytte et forventet havniveau i 2067 som middelvandspejlet i 2017 med et tillæg på middelværdien 0,3 m.

Yderligere forventes det, at antallet af storme stiger i fremtiden og at de bliver kraftigere. Dette er yderligere drøftet i fastlæggelsen af de dimensionsgivende højvande i kap. 2.4.



Figur 2-1 Forventede stigning i vandstand Kilde: DMI 2016.

2.2 Hydrauliske forhold

De største højvande kommer i forbindelse med passage af lavtryk fra vest mod øst hen over Danmark. Vand presses ind i Kattegat og ned i Øresund og på bagsiden af lavtrykket blæser der ofte vinde fra sektoren NV-NØ som sammen med dønninger fra Kattegat vil kunne skabe større bølger ned gennem Øresund. De største bølger vil komme fra SØ men det sker typisk med vandstanden ved eller under daglig vande.

Det er udenfor rammerne af denne rapport at foretage en egentlig analyse for at vurdere om højvande og de største bølger vil være sammenfaldne. Det antages derfor konservativt at de er sammenfaldende i det følgende.

2.2.1 Vandstand

De oplevede højvande under storm er en kombination af stormens højvande, jf. dette afsnit, eventuel lokal bølgestuvning som nævnt i afsnit 2.2.2 og eventuelt om nogle år med fradrag af den forventede landhævning som beskrevet i afsnit 2.3.

Kystdirektoratets 2012 højvandsstatistikker som dækker måledata frem til udgangen af 2012 angiver målinger i Hornbæk og København. Disse er anvendt som grundlag til at estimere de følgende ca. vandstande langs Fredensborgs kyst med tilhørende returperioder:

- 100 års hændelse er +1,60 m DVR90
- 50 års hændelse er +1,50 m DVR90
- 20 års hændelse er +1,40 m DVR90 (Stormflodsrådets definition for stormflod)
- 10 års hændelse er +1,35 m DVR90
- 1 års hændelse er +1,00 m DVR90

I og med at der det seneste årti har været hyppigere ekstreme vandstande, så er en 100 års hændelse i seneste (2012) højvandstatistik øget med 4 cm fra 2007 statistikken. De seneste større storme som Bodil, Egon og Urd vil givetvis betyde, at der i den næste opdatering af højvandsstatistikken igen vil blive et tillæg på nogle cm.

2.2.2 Bølger

Bølgehøjder og –perioder er fundet vha. analyse af de frie stræk over Øresund med vindretninger fra NNØ, NØ, ØNØ, og Ø, se Tabel 2-1.

De kraftigste vindretninger er fra SØ, men i denne situation vil vandet blive trykket ud af Øresund og der vil derved være lavvande eller begrænset højde af højvande.

Hændelse [år]	1	10	50
Signifikant bølgehøjde H_s [m] - fra SØ	1,20	1,35	1,55
Bølgeperiode [s]	3,8	4,0	4,2

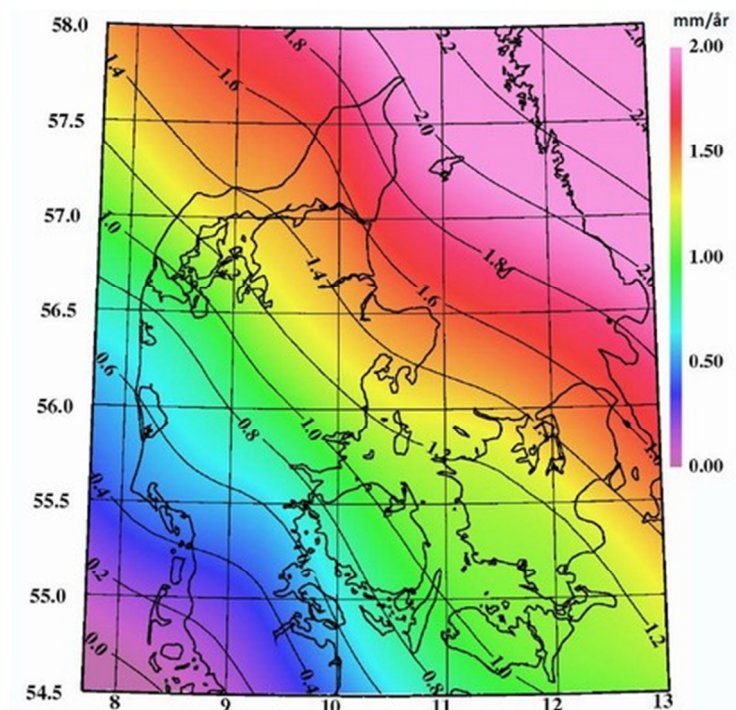
Tabel 2-1 Beregnede signifikante bølgehøjder (m) fra Sydøst

Under storme som Bodil 5.-6. december 2013 vil der være højvande og samtidige bølger fra nord. Bølgerne vil dreje ind mod land og derfor vil ofte blot være mindre bølger – mest dønninger. Men under forhold hvor stormlavtrykket efter passage af Danmark på bagsiden giver kraftige vinde fra nord / nordøst kan der i sjældne tilfælde forekomme bølger der skønnes at være maks. 1 meter. Da den fulde bølgehøjde kan optræde ved alle vandstandshændelser har vi valgt konservativt at antage fuld signifikant bølgehøjde, H_s , på 1,0 m ved alle hændelser.

Det skal bemærkes, at under højvande vil visse områder blive oversvømmet, og selv om der er op til 1 m bølger ved den normale kystlinje, så vil bølgehøjden hurtigt blive reduceret via brydning til ca. $0,8 \times$ (den lokale vanddybde). Der vil således mange steder inderst (ved den aktuelle vandlinje) kun være et mindre bølgeskulp tilbage, der skal lægges til det egentlige højvande. Vi har valgt at lægge +0,2 m til højvande for at dække disse situationer, se Tabel 2-2.

2.3 Landhævning

I Danmark foregår der landhævning. Denne skyldes at isen under den seneste istid "trykkede" en del af Danmark nedad og da isen forsvandt, begyndte landet at hæve sig igen. Den årlige gennemsnitlige landhævning i Nivå er bestemt til ca. 1,6 mm/år, jf. nedenstående Figur 2-2. Dette giver en samlet landhævning indtil 2067 på ca. 8 cm i området omkring Nivå.



Figur 2-2 Landhævning i Danmark i mm/år. Kilde: GST/Klimatilpasning.dk

Vi har dog valgt af forsigtighedsgrunde ikke at fratække landhævningen fra vandstandsstigningen, grundet usikkerheden i bestemmelse af ekstreme vandstande og manglende inkludering af de sidste års kraftige storme i statistikker.

2.4 Niveauer for påvirkninger 2017

Det er fundet relevant at foretage en vurdering af det anbefalede niveau for oversiden af en "sikker" konstruktion, der er placeret nær kysten så den udsættes for vandstand og bølger. Denne er her defineret som den forventede vandstand plus en bølgehøjde svarende til bølgens omtrentlige opløbshøjde.

For situationen i 2017 er der fra afsnit 2.2.1 overført den statistiske vandstand ved 10, 50 og 100 års hændelser og fra afsnit 2.2.2 har vi en forventet signifikant bølgehøjde på 1,0 meter ved normal kystlinje. Der vil indenfor normal kystlinje via bølgebrydning – og forhindringer – ske en reduktion af bølgehøjden, så påvirkningen længere inde primært kommer fra højevandet.

For påvirkninger ved kystlinjen anvendes derfor en bølgehøjde på 1,0 m bølger og for de oversvømmede områder længere op på land anvendes en bølgehøjde på 0,2 m.

2017	10 års hændelse	50 års hændelse	100 års hændelse
Vandstand	+1,35m	+1,50m	+1,60m
Bølgehøjde H_s	1,0m	1,0m	1,0m
Maks. niveau for påvirkninger ved kystlinjen (+1 m bølge)	+2,35m DVR90	+2,5m DVR90	+2,6m DVR90
Maks. niveau for påvirkninger ved oversvømmelse (+0,2 m reduceret bølger)	+1,55m DVR90	+1,7m DVR90	+1,8m DVR90

Tabel 2-2 Niveauer for vandstand og bølgepåvirkninger 2017.

Det er ikke samme skader der vil være følgen af overskridelse af niveauet, når man ser hen langs kystens anlæg, bagland og beboelse.

Et hensigtsmæssigt niveau for kystbeskyttelse er således afhængigt af hvorledes baglandet ser ud. Det er afgørende om der er risiko for oversvømmelser, eller om høj vandstand og bølger blot vil påvirke en kystnær skrænt over en kystbeskyttelse med mindre skader til følge. Niveauet for kystbeskyttelse bør således være differentieret hen langs kysten og ikke mindst de visuelle forhold og den daglige brug af kysten bør bevirke, at der nogle steder accepteres en øget risiko for vand på ejendomme.

Ved lavt bagland vil der være risiko for alvorlige skader og med den relative lille ændring fra 10 års hændelse til 100 års hændelse, anbefaler vi at dimensionere efter 100 års hændelsen med et niveau på +2,6 m ved kysten og +1,8 m DVR90 hvor bølgepåvirkningen er lav. For ejendomme længere fra kysten vil den tidsmæssige forsinkelse af vandindtrængning være relevant og valg af sikringsniveau bør således tages via en afbalance-ret vurdering af lokaliteten, brugen af kysten og den visuelle fremtræden.

Ved højt bagland vil risikoen for alvorlige skader være væsentlig mindre og det nødvendige niveau for beskyttelse kan sættes til ca. +2,4m.

Stormflodsrådets definition af stormflod er en 20 års højevandshændelse (forventet +1,4 m DVR90) tillagt +0,2 m bølge = +1,6 m DVR90 og dette niveau er lagt ind som marke-

ring af en mulig oversvømmelse på de udarbejdede GIS tegninger over kysten i Frensborg Kommune.

2.5 Niveauer for påvirkninger 2067

Fremskrives med 50 år til år 2067 skal der jf. afsnit 2.2 og 2.3 tilføjes ca. 0,3 m vandstandsstigning samt korrigeres for 8 cm landhævning. Vi vil dog anbefale, at der kun regnes med 0,3 m højere vandstand. Bølgepåvirkningen antaget uændret.

2067	10 års hændelse	50 års hændelse	100 års hændelse
Vandstand (inkl. vandstandsstigning)	+1,65m	+1,80m	+1,90m
Bølgehøjde H_s	1,0m	1,0m	1,0m
Maks. niveau for påvirkninger ved kystlinjen (+1 m bølge)	+2,65m DVR90	+2,8m DVR90	+2,9m DVR90
Maks. niveau for påvirkninger ved oversvømmelse (+0,2 m reduceret bølger)	+1,85m DVR90	+2,0m DVR90	+2,1m DVR90

Tabel 2-3 Niveauer for vandstand og bølgepåvirkninger 2067

Vi mener dog ikke, at det generelt er relevant i dag at udføre kystbeskyttelse til forventet vandstand om 50 år, da anlæg typisk dimensioneres til en 30 års hændelse, men det bør vurderes om eventuelle diger ved nyanlæg eller vedligeholdelse bør gives ca. 30 cm ekstra som foreløbig klimasikring. Ved steder hvor adgang til kystbeskyttelse er vanskelig, så omkostninger til adgang er høje, kan det dog anbefales at give klimatillægget ved vedligeholdelse. Generelt bør konstruktioner være forberedt på, at der kan blive behov for at øge sikringsniveauet.

2.6 Robusthed af kystlinjen

NIRAS har foretaget en vurdering af den eksisterende kystlinjes robusthed overfor højvande og bølgepåvirkninger. Denne vurdering har inkluderet kystens og skrænternes stabilitet, reduktion af naturområder grundet erosion, stabiliteten af kystens anlæg og risikoen for oversvømmelse af ejendomme ved de statistiske 10, 50 og 100 års hændelser.

Robustheden er fastlagt på grundlag af en samlet vurdering af kystens udformning, anlægs opbygning, højde, materialer og baglandets udformning.

De seks udvalgte hovedstrækninger, som kysten er inddelt i, er yderligere opdelt i en række karakteristiske delstrækninger. For hver delstrækning er der foretaget en vurdering af robustheden af følgende forhold (parametre):

1. Risiko for erosion
2. Risiko for oversvømmelse
3. Anlæggets robusthed
4. Naturens robusthed

Parameter og vurderingskriterierne er nærmere beskrevet i Tabel 2-4.

Farveskala	Robusthed	Erosion	Oversvømmelse	Konstruktion	Natur
RØD Dårlig	1	Stor risiko for akut erosion	Oversvømmelse ved en 20 års hændelse i dag	Konstruktion bryder sammen ved en 20 års hændelse i dag	Naturen ændres radikalt
GUL Middel	2	Nogen risiko for akut erosion	Oversvømmelse ved en 50 års hændelse i dag	Konstruktion bryder sammen ved en 50 års hændelse i dag	Naturen påvirkes i nogen grad
GRØN God	3	Lille risiko for akut erosion	Oversvømmelse ved 100 års hændelse i dag	Konstruktionen bryder sammen ved en 100 års hændelse i dag	Kun små ændringer af naturen
BLÅ Fremragende	4	Ingen risiko for kronisk og akut erosion	Ingen oversvømmelse ved en 100 års hændelse i 2067	Konstruktionen kan modstå en 100 års hændelse i 2067	Naturen ændres ikke

Tabel 2-4 Specifikation af parameter og kriterier anvendt til at vurdere robustheden af de enkelte delstrækninger. Største robusthed svarer til 4 mens lavest robusthed svarer til 1.

For hver delstrækning vurderes robustheden for alle 4 kriterier, hvorefter den laveste robusthed tillægges den aktuelle delstrækning. Resultatet er præsenteret i kapitel 5, og på MapInfo file med en farve kode som er vist i Tabel 2-4.

3 BESKRIVELSE AF DELSTRÆKNING

Område 4 afgrænses af Nivå Havn mod syd og af Sletten Havn mod nord (se Figur 3-1 og Figur 3-2).



Figur 3-1 Nordlige halvdel af område 4.



Figur 3-2 Sydlige halvdel af område 4.

3.1 Kystens natur og anlæg

Mellem havnebassinet i Nivå Havn og lergraven nord for havnen er der et dige med topkote i ca. +0,8 mDVR90. Diget fortsætter over i Nivå Havns nordlige mole, som er konstrueret med et ydre lag af sten i størrelsesordenen 50 cm. Nord for høfden er der en kort stækning, på ca. 70 m, med en tæt begroet sandstrand. Kun den aktive zone er fri for bevoksning. Bag stranden er der foran den tidligere lergrav et dige med topniveau i kote ca. +2,5 mDVR90. Diget starter ved havnens mole og fortsætter nordpå rundt langs med vandlinjen og ind til Strandvænget. Hvor diget drejer falder topniveauet til kote ca. +2,2 mDVR90. Omtrent midt på stranden, ca. 40 m nord for høfden, starter en plankevæg som diget hviler imod (se Figur 3-3). Plankevæggen fortsætter indtil kysten (og diget) drejer om til øst-vest gående retning. Plankevæggen er af meget varierende tilstand og er et enkelt sted, på ca. 10 m, understøttet af reglar for at forhindre udskridning (se Figur 3-4). Hvor denne understøtning slutter starter en sikring af sten foran plankevæggen. Stenene er relative små, hvor de største er ca. 40 cm. Toppen af sten-sætningen er cirka i samme niveau som toppen af plankevæggen og diget (se Figur 3-5).



Figur 3-3 Visuel start på plankevæg omtrent 40 m nord for den nordlige mole i Nivå Havn.



Figur 3-4 Pælevæg understøttet med reglar. I baggrunden ses en pælehøfde hvor stranden slutter.



Figur 3-5 Pælevæg udsat for udskridning. Tillige ses sikring med små sten på op til ca. 40 cm.

Hvor diget løber i en øst-vest gående retning erstattes stensætningen af et udstøbt glacis med sten ved foden (se Figur 3-6). Betonindfatningen fortsætter ca. 100 m ind mod land indtil ca. 30 m landværts kystlinjen.



Figur 3-6 Hvor diget drejer til øst-vest gående retning er diget erosionsbeskyttet af en betonindfatning.

Fra diget og nord på er kysten karakteriseret ved en smal sandstrand uden faste konstruktioner og et begroet bagland (se Figur 3-7). Baglandet er hovedsageligt parcelhus haver, men enkelte steder vildt bevokset. Skel mod haver udgøres enten af bevoksning i form af mindre træer eller buske, mindre fast hegn eller mur hvis ikke der er fri overgang til strandplanet (se Figur 3-8).



Figur 3-7 Område 4 set mod nord fra diget ved Strandvænget (tv.) og ud for matr. 8c, Dageløkke By, Humlebæk.



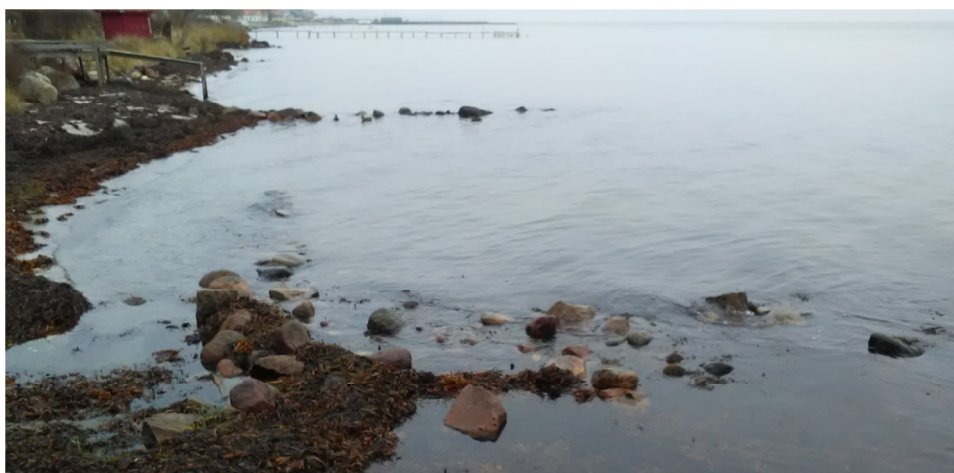
Figur 3-8 Eksempler på skel mellem strandplanet og parcelhushaver i område 4.

Ved matr. 11ag, Dageløkke By, Humlebæk er der konstrueret en høfde. Høfden består af varierende stenstørrelse hvor de mindste er under 20 cm og de største vurderes op til 50 cm. Middelstenstørrelsen vurderes til 35 cm. Stenene dækker et rør, der udleder regnvand fra Gl. Strandvej, som er beskrevet i (Kapitel 3.2) .



Figur 3-9 Høfde af varierende stenstørrelse ud for matr. 11ag, Dageløkke By, Humlebæk.

Der er tillige anlagt mindre hølfer ud for matr. 54a, 54b og 11ak, Dageløkke By, Humlebæk (se Figur 3-10).



Figur 3-10 Mindre høfder ud for matr. 54a og 54b, Dageløkke By, Humlebæk (i forgrunden) og matr. 11ak, Dageløkke By, Humlebæk (i baggrunden).

Fra matr. 11ag mod nord indtil matr. 53a er der en mindre kystbrink hvor terrænet hæves med mellem 0,5 til 1,5 m. Brinken strækker sig over ca. 80 m, og to steder langs denne strækning er der lokalt udlagt sten på op til 1 m (se Figur 3-11). Tilstanden af den sydligste placering, ved matr. 11ac, er på et niveau således at denne ingen kystbeskyttende virkning har. Ved den nordligste placering, ved matr. 53b, er stenene udlagt således at der opnås en vis kystbeskyttende virkning.



Figur 3-11 Spredte sten på op til 1 m udlagt på brinken ved matr. 11ac (tv.) og matr. 53b (th.), Dageløkke By, Humlebæk.

Langs 600 m af den midterste del af område 4 ligger Gammel Strandvej mellem 30 og 5 m fra nuværende kystlinje. Langs denne del er der ingen bebyggelse kystværts Gammel Strandvej, foruden et enkelt lysthus på matr. 11af, Dageløkke By, Humlebæk (se Figur 3-12).



Figur 3-12 Kystnært lysthus på matr. 11ac, Dageløkke By, Humlebæk.

Ved matr. 6af, Dageløkke By, Humlebæk, er der etableret en skråningsbeskyttelse havværts den naturlige skråning der er tæt ved Gammel Strandvej. Stenene er ca. 50 cm og den underliggende geotekstil er flere steder synlig. Beskyttelsen fortsætter i en 90 grader knæk ind mod Gammel Strandvej. Her fortsætter skråningsbeskyttelsen i en stensætning indstøbt i beton (et glacis) med løse sten på toppen som ikke kan holde på materialer ind mod vejen. Kystlinjen på denne strækning ligger kun ca. 5 m fra Gammel Strandvej og stensætningen har derfor betydning for vejens modstand overfor erosion (se Figur 3-14).



Figur 3-13 I baggrunden ses rester af pæleværk ved matr. 11ah, Dageløkke By, Humlebæk. I forgrunden ses starten af skråningsbeskyttelsen ved matr. 6af, Dageløkke By, Humlebæk.



Figur 3-14 Indstøbt stensætning (glacis) langs med Gammel Strandvej ved matr. 6ae og 6ag, Dageløkke By, Humlebæk.

Længere mod nord drejer Gammel Strandvej væk fra kysten hvorfor der igen er bebyggede matrikler kystværts vejen. Den første af disse er matr. 6i, Dageløkke By, Humlebæk. Ved denne matrikel er der etableret en betonmur delvist støttet af sten i vandkanten (se Figur 3-15). Nord for denne matrikel er der en åben strand uden beskyttelse. Idet der ikke er faste konstruktioner er der et fladere strandprofil end syd for, hvor beskyttelsen af Gammel Strandvej er en hindring for en naturlig udvikling af strandprofil.



Figur 3-15 Betonmur delvist understøttet af sten ved matr. 6i, Dageløkke By, Humlebæk. Muren forsætter langs med kysten på hele matriklen.



Figur 3-16 Åben strandprofil uden faste konstruktioner ved matr. 13c, Sletten, Humlebæk.

Nord for den åbne strækning starter en skråningsbeskyttelse i vandlinjen ved matr. 13d, Sletten, Humlebæk (se Figur 3-17). Skråningsbeskyttelsen har topniveau i kote ca. +1 mDVR90 og består af sten på mellem 40 og 60 cm. Denne skråningsbeskyttelse overgår til en todelt beskyttelse, bestående af en mindre mængde sten nær vandlinjen og en skråningsbeskyttelse et par meter landværts (se Figur 3-18). Denne beskyttelse stopper ved matr. 48, Sletten, Humlebæk.



Figur 3-17 Skråningsbeskyttelse i vandlinjen ved matr. 13d, Sletten, Humlebæk.



Figur 3-18 (Øverst) Todelt skråningsbeskyttelse startende ved matr. 13a, Sletten, Humlebæk.
(Nederst) Overgangen mellem skråningsbeskyttelsen ved matr. 13d og 13a, Sletten, Humlebæk.

Den resterende del af strækningen frem mod Sletten Havn er der foruden en mindre høfde, ingen kystbeskyttelse (se Figur 3-19). Høfden består af delvist spredte sten på ca. 80 cm. Høfdens virkning begrænset, men dog synlig (se Figur 3-20 og Figur 3-19).



Figur 3-19 Nordligste del af område 4. Set fra matr. 48, Sletten, Humlebæk mod Sletten Havn.



Figur 3-20 Nordligste høfde i område 4 bestående af sten på ca. 80 cm. Dens store hul g r at den ydre del har minimal effekt.

Område 4 afgrænses mod nord af Sletten Havn, hvis sydlige mole består af sten med en middelstørrelse på ca. 1 m.

3.2 Udløb

Inden besigtigelse af kyststrækningen i område fire er indhentet ledningsoplysninger fra ledningsejerregisteret (LER) og fra Fredensborg Kommune.

I område 4 er der registeret følgende udløb:

<i>Matr.nr.</i>	<i>Type</i>	<i>Dimension</i>
52a Dageløkke By, Humlebæk	regnvandsledning	�500
11ag Dageløkke By, Humlebæk	regnvandsledning	�600
13c Sletten, Humlebæk	regnvandsledning	�700

Mellem havnebassinet i Nivå Havn og lergraven nord for havnen er der, 200 m havværts Strandvejen, 3 underføringer   ca. 60 cm, der bevirker en tidevandsgenereret strøm ind og ud af lergraven. Underf ringerne bevirker således at vandstanden i lergraven følger den ydre vandstand i Øresund.



Figur 3-21 Underføringer under sti ved stationering 3200. Underføringen forbinder havnebassinet i Nivå Havn med den nordfor liggende lergrav på matr. 52a Dageløkke By, Humlebæk.

I den sydlige del af område 4 er der i diget der vender mod NNØ, et mindre udløb på ca. 50 cm (se Figur 3-22). Udløbet er placeret i glaciets ca. 100 m fra Strandvænget. Udløbets placering og størrelse er i overensstemmelse med oplysninger fra LER.



Figur 3-22 Udløb i diget i den sydlige del af område 4 ved Strandvænget. Udløbet er placeret hvor diget vender mod NNØ.

Ved matr. 11 og Dageløkke By, Humlebæk, blev der observeret en hølde (se Figur 3-9). Ifølge LER oplysninger er der i eller ved denne hølde et regnvandsudløb. Dette udløb blev ikke observeret ved inspektionen.

Ved skellet mellem matr. 13c og 13d, Sletten, Humlebæk, er der yderligere udløb (se Figur 3-23). Dette udløb måler ca. 80 cm i diameter og er i overensstemmelse med LER oplysninger. Derudover blev der observeret et mindre udløb i betonmuren omtalt på Figur 3-15.

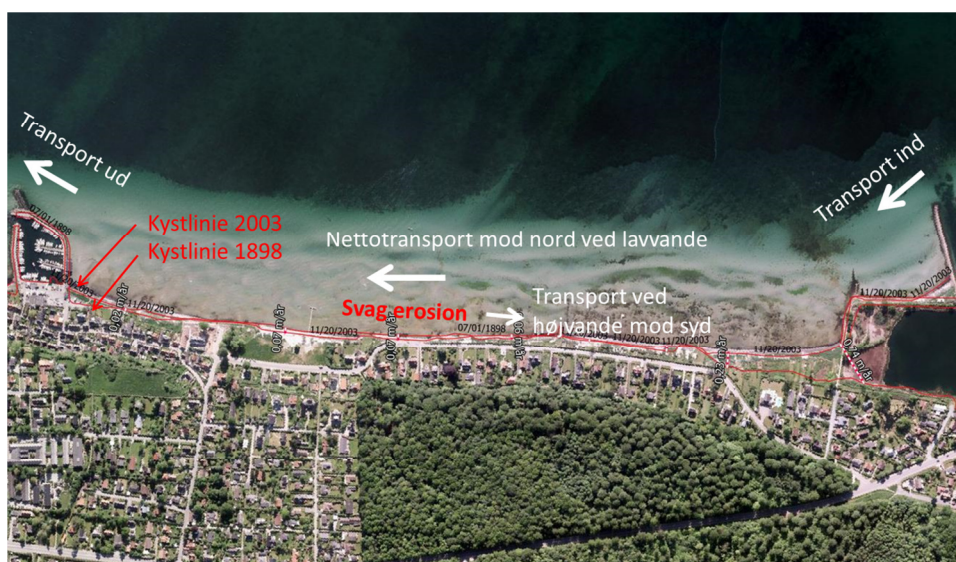


Figur 3-23 Udløb ved skel mellem matr. 13c og 13d, Sletten, Humlebæk. Udløbet måler ca. 80 cm i diameter.

3.3 Kystmorfologi

Kyststrækningen mellem Nivå Havn i syd og Sletten Havn i nord er kystmorfologisk en velafgrænset stabil kystcelle, der fremstår med multirevlekyst-stuktur, som indikerer relativt lavt bølgeenerginiveau tæt på kysten.

Revlerne ses som et 150-200 m bredt undersøisk sandbælte fra kystlinjen og havværts, der indikerer stabilitet ved at sandtransporten fra syd mod nord tilfører sand, der svarer til den mængde sand som bliver transporteret forbi Sletten Havn i nord, se Figur 3-24.



Figur 3-24 Stabil kystcelle med multirevle-system og lokal aflejring i hver ende. Netto sedimenttransport er mod N på revlerne, ind i mellem afbrudt af kortere sydgående transport nær kysten under højvande og bølger fra N- NØ. Kronisk erosion viser lokal erosion i centrale del af cellen på gennemsnitlig 7 cm/år mens ved cellens ender, hvor der er lokal luvside-aflejring, rykker kystlinjen havværts

Ved at benytte sig af data for kronisk erosion med kystlinjer opmålt i 1898 og i 2003, fremgår det at den centrale del af denne kystcelle er præget af en mindre kronisk erosion, mens både nordlige og sydlige kyststrækning har lokal kystfremrykning, se Figur 3-24.

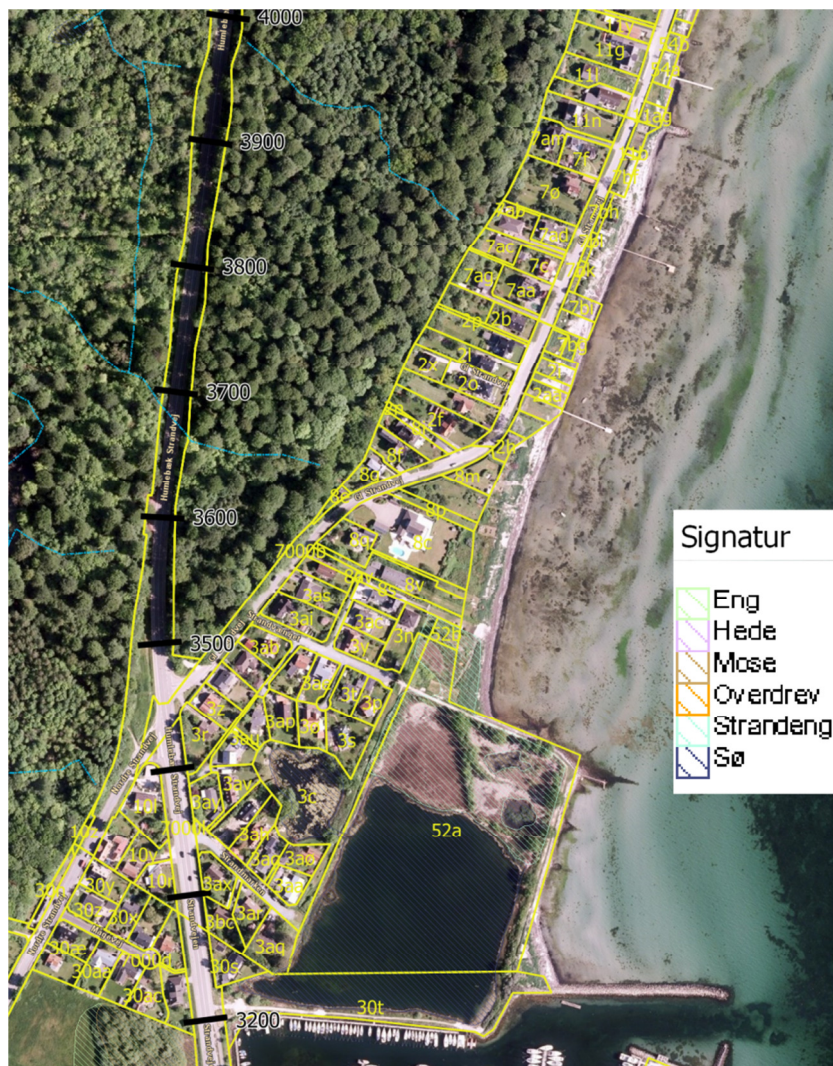
Der er desuden risiko for mindre akut erosion på den centrale del af kysten i forbindelse med højvande og bølger fra nord.

3.4 Naturbeskyttelse

I område 4 er lergraven, i den sydlige del af området, beskyttet som sø og et mindre område lige nord for lergraven beskyttet som strandeng. Derudover er et mindre område igen nord for søen beskyttet som strandeng (se Figur 3-25 og Figur 3-26).



Figur 3-25 Beskyttet naturtyper i den nordlige del af område 4.



Figur 3-26 Beskyttede naturtyper i den sydlige del af område 4.

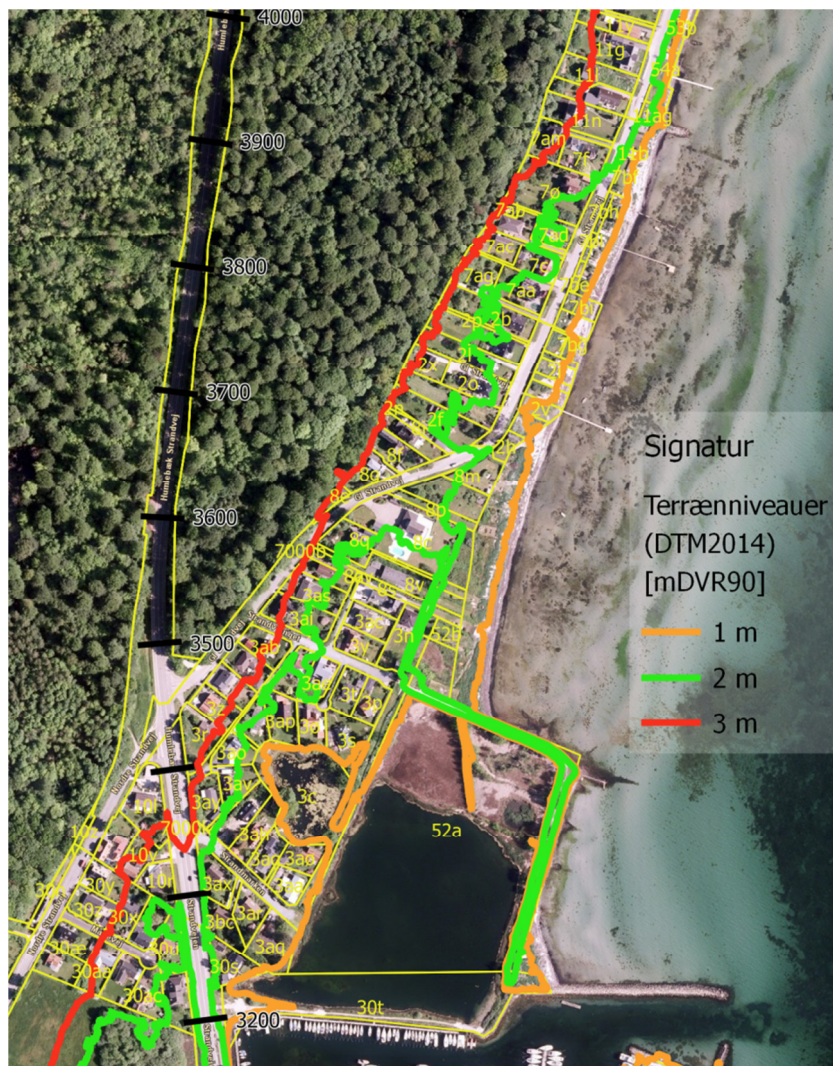
3.5 Højdedata

Diget i den sydligste del af område 4 har generelt et topniveau over +2,2 mDVR90. På den kystparallelle del af diget er topniveauet over +2,5 mDVR90. En del bebyggelse bag diget ligger på terrænniveau mellem +1 og +2 mDVR90 (se Figur 3-28).

Fra krydset mellem Strandvejen og Gammel Strandvej (stationering 3450) og frem til matr. 2q Dageløkke By, Humlebæk (hvor Gammel Strandvej starter at kystparallelle forløb) falder niveauet på Gammel Strandvej fra +6 mDVR90 ned til +1,5 mDVR90. Det laveste niveau på Gammel Strandvej er mellem matr. 2q og 7ad Dageløkke By, Humlebæk hvor niveauet er mellem +1,5 og 1,8 mDVR90. Foruden ved matriklerne 11i, 11h, 11e, 6h, 6g og 6o Dageløkke By, Humlebæk, hvor niveauet er ned til +1,8 mDVR90, ligger Gammel Strandvej på den resterende del af strækningen over +2 mDVR90 (se Figur 3-27 og Figur 3-28).



Figur 3-27 Terrænniveauer fra 2014 for i mDVR90 for den nordlige del område 4.



Figur 3-28 Terrænniveauer fra 2014 for i mDVR90 for den sydlige del område 4.

4 VURDERING AF OVERSVØMMELSE FOR FORSKELLIGE HØJVANDE

Ved den laveste stormflodshændelse på +1,4 mDVR90, er enkelte bygninger bag diget, i den sydlige del af område 4, i risiko for oversvømmelse. (se Figur 4-1). Nord for diget er det kun ubebyggede matrikler, samt 5 bebyggede matrikler lige syd for Sletten Havn, kystværts Gammel Strandvej der er i risiko for oversvømmelse. Det meste af havnearealet og bygninger på Sletten Havn er i risiko for oversvømmelse.

4.1 Oversvømmelse uden klimatillæg

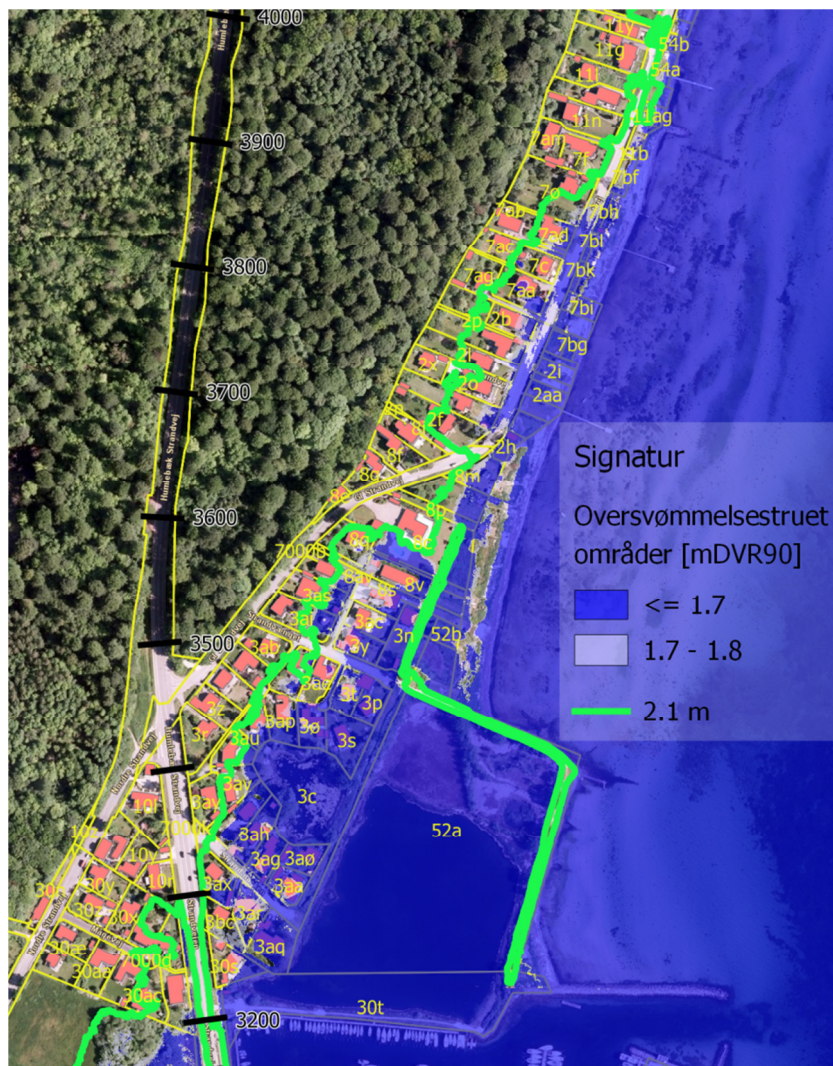
Ved en forventet 50-års vandstandshændelse i 2017 (uden klimatillæg) på +1,7 mDVR90 (se Tabel 2-2), blå farve på Figur 4-1 og Figur 4-2 vil der ske oversvømmelse af strandene og haverne på hele strækningen, Gl. Strandvej og en del ejendomme i den sydlige del området.

Ved en 100-års vandstandshændelse (uden klimatillæg) på +1,8 mDVR90 blå+hvid farve på Figur 4-1 og Figur 4-2 sker der en ganske lille forøgelse af de oversvømmede områ-

der sammenlignet med 50 års-hændelsen. Der er risiko for underminering af den nordlige del af Gl. Strandvej.



Figur 4-1 Oversvømmelsestruet områder ved en 50-års hændelse (+1,7 mDVR90), og en 100-års hændelse (+1,8 mDVR90) samt en 100 års hændelse + klimatilæg (+2,1 mDVR90).



Figur 4-2 Oversvømmelsestruede områder ved en 50-års hændelse (+1,7 mDVR90), og en 100-års hændelse (+1,8 mDVR90) samt en 100 års hændelse + klimatilæg (+2,1 mDVR90). Oversvømmelserne er vist før diget rundt om lergraven / søen) forstærkes.

4.2 Oversvømmelse med klimatilæg

Ved en 100-års vandstandshændelse fremskredet til år 2067, på +2,1 mDVR90 (se Tabel 2-3), oversvømmes hele den kystnære beliggende del af Gl. Strandvej samt store arealer og mange bygninger i de sydlige del (se grøn linie på Figur 4-1 og Figur 4-2). Der er også risiko for at enkelte ejendomme i den nordlige del op mod Sletten havn oversvømmes i kombination med bølgeopskyl.

Der er stor risiko for underminering af Gl. Strandvej.

5 VURDERING AF KYSTBESKYTTELSENS STABILITET

Kyststrækningen deles op i 9 delstrækninger A-I med henblik på at vurdere kystbeskyttelsens stabilitet (se Figur 6-1 og Figur 6-2) og i næste kapitel er foretaget vurdering af kystens samlede robusthed.

5.1 Delstrækning A

Diget inde i havnen langs søen har topkote under +0,8 m DVR90 og vil derfor oversvømmes ca. en gang om året. Det er desuden forsynet med underføringer uden højvandslukker. Fredensborg Kommune har iværksat et projekt, som vil bringe kronekoten op på +2, 0. Dette vil sikre mod en 100 års hændelse. I det følgende bruges dette projekt som udgangspunkt for vurderingen af delstrækningens robusthed.

5.2 Delstrækning B

Det søværts kystdige, som har en topkote i + 2,5 m DVR90 og er beskyttet med væg og sten vurderes at kunne modstå en 20 års højvande med bølger.

Der er også udarbejdet et forslag til forstærkning af dette dige, men de tekniske detaljer er ikke helt kendte. DHI vurderer at det forstærkede dige kan modstå en 50 års hændelse, hvilket anvendes til robusthedsvurderingen i nærværende analyse.

5.3 Delstrækning C

Denne strækning er beskyttet af en sandstrand i kombination med et tilbagetrukket dige med topkote i ca. +2,1 m DVR90. Stranden er stabil over for en 100 års hændelse inklusive klimatillæg.

5.4 Delstrækning D

Denne strækning er søværts Gl. Strandvej beskyttet af en sandstrand og bagvedliggende strandhaver til kote ca. +1,5 m DVR90. Strand, strandhaver og Gl. Strandvej oversvømmes for en 50 års højvandssituation, mens stabiliteten vurderes at være høj.

5.5 Delstrækning E

Skellet mellem delstrækning D og E udgøres af en hofde af sten som dækker en udløbsledning. Høfdens tilstand med begroning på den indre del af toppen viser stabiliteten trods de relativt små sten.

Strækning er i øvrigt beskyttet af mindre skråningsbeskyttelser af sten og mure af varierende kvalitet og styrke, som vil lide mindre skader for 50 års hændelse og større skader for 100 års hændelse. Vejen vil dermed være udsat.

5.6 Delstrækning F

Strækningen er beskyttet af forskellig skråningsbeskyttelser af varierende kvalitet, som vil lide større skader med risiko for underminering af vejen for en 50 års hændelse,

5.7 Delstrækning G

Strækningen er beskyttet af en sandstrand, hvor der er risiko for at muren i skellet til Delstrækning F kan blive undermineret for en 50 års hændelse.

5.8 Delstrækning H

Strækningen er beskyttet af en skråningsbeskyttelse, som er af varierende kvalitet, der kan modstå 100 års hændelse

5.9 Delstrækning I

Sandstrand uden problemer.

6 KYSTLINJENS ROBUSTHED

I dette kapitel er der foretaget en vurdering af kystens samlede robusthed overfor eksponering med bølger og højvande efter de retningslinjer, parameter og kriterier, som er beskrevet i Kapitel 2.6.

Vurderingen baseres på beskrivelsen af erosionsforholdene i 3.3 og resultaterne af vurderingerne i Kapitel 4 og 5.

Resultatet af vurderingen er vist i Tabel 6-1 og i Figur 6-1 og Figur 6-2.

Parameter / Delstrækning	4A	4B	4C	4D	4E	4F	4G	4H	4I
Akut erosion	4	3	4	3	3	2	3	3	4
Oversvømmelse	3*)	3**)	4	2	3	2	3	3	3
Konstruktion	4	3	4	3	2	2	3	3	4
Strand, Strand- eng, natur	4	4	4	3	3	2	3	3	3
Endelig resultat	3 (God, GRØN)	3 (God, GRØN)	4 (Fremra- gende, BLÅ)	2 (Middel, GUL)	2 (Middel, GUL)	2 (Middel, GUL)	3 (God, GRØN)	3 (God, GRØN)	3 (God, GRØN)

Tabel 6-1 Resultatet af vurderingen af kystens robusthed fordelt på de ni delstrækninger. *) Forudsætning at dige er forhøjet og at højvandslukker til søen er etableret; **) Forudsætning at det søgte digeforstærkningsprojekt er etableret.



Figur 6-1 Kystens vurderet robusthed for den sydlige del af område 4.



Figur 6-2 Kystens vurderet robusthed for den sydlige del af område 4.

7 INDSATSOMRÅDER

Der er allerede taget initiativ til at forstærke diget mellem i Nivå Havn og lergravs-søen samt diget omkring søen. Når det projektet er gennemført vil det bringe robustheden op på 3 (Tabel 6-1).

Desuden foreligger der en samlet plan, udarbejdet af Fredensborg Kommune, for beskyttelsen af hele kyststrækningen og et konkret projekt til forstærkning af delstrækning 4E og 4F.

Gennemførelsen af planen og det konkrete kystbeskyttelsesprojekt for delstrækning 4E og 4F vil bringe hele dette område op på en robusthed mellem 3 (grøn) og 4 (blå).