



Behov for skræntbeskyttelse

Frederiksborgvej 87-205

Ejerlaget for kystsikring ved Frederiksborgvej Roskilde

Dato: 13. maj 2026 Rev. 2

Indhold

0.	Resumé	4
1.	Introduktion og historik	5
1.1.	Projektstrækningen	7
2.	Kysttype og profiludvikling.....	7
2.1.	Tilgroningskyst	10
2.2.	Klintekyst uden klitter	10
2.3.	Projektstrækningens kysttype	11
2.4.	Havspejlsstigning	14
2.5.	Fremtidigt erosionspres	14
3.	Kystlinjeanalyse.....	16
4.	Eksisterende forhold ift. kystbeskyttelse.....	20
4.1.	Frederiksborgvej 87A, 87, 91 og 95.....	21
4.2.	Frederiksborgvej 97 og 99.....	23
4.3.	Frederiksborgvej 101A	23
4.4.	Frederiksborgvej 103A og 103B.....	25
4.5.	Frederiksborgvej 105B og 105C	27
4.6.	Frederiksborgvej 105D og 105H	30
4.7.	Frederiksborgvej 107	32
4.8.	Frederiksborgvej 109A	33
4.9.	Frederiksborgvej 113A	33
4.10.	Frederiksborgvej 117	33
4.11.	Frederiksborgvej 119B	34
4.12.	Frederiksborgvej 123B og 123C	35
4.13.	Frederiksborgvej 123D, 127 og 129B	36
4.14.	Frederiksborgvej 131C	37
4.15.	Frederiksborgvej 133B og 133C	39
4.16.	Frederiksborgvej 135B, 135D og 135E	40
4.17.	Frederiksborgvej 137, 137B, 139A og 141	44

4.18.	Frederiksborgvej 147, 151 og 153.....	46
4.19.	Frederiksborgvej 155A, 155B og 165A	48
4.20.	Frederiksborgvej 173,177,179B	49
4.21.	Frederiksborgvej 181	52
4.22.	Frederiksborgvej 183	53
4.23.	Frederiksborgvej 185	53
4.24.	Frederiksborgvej 187	54
4.25.	Frederiksborgvej 189	54
4.26.	Frederiksborgvej 191A, 191B og 193	54
4.27.	Frederiksborgvej 195A, 197A, 197B og 199	56
4.28.	Frederiksborgvej 201	58
4.29.	Frederiksborgvej 203 og 205.....	59
4.30.	Nord for projektstrækningen – matrikel 7ry.....	59
4.31.	Oversigt over beskyttelsesomfang	60
5.	Konklusion - Erosion og tilbagerykning uden beskyttelse	61

Rev.nr.	Dato	Beskrivelse	Udarbejdet af	Kontrolleret af	Godkendt af
0	21-04-2026	Første aflevering	RERU, MLV	ANSL	MLV
1	07-05-2026	Tilretning efter kommentering af grundejere	MLV, RERU	ANSL	MLV
2	13-05-2026	Inklusion havspejlsstigningstekst	MLV	KLBU	MLV

0. Resumé

Gennemgangen af den tidligere erosion og de forskellige beskyttelses anlæg på de enkelte matrikler viser, at der gennem tiden er forekommet akut skrænterosion på de fleste ubeskyttede matrikler og nogle steder også over den eksisterende erosionsbeskyttelse (se Figur 0.1). Hvor grundene forsat er ubeskyttede vil der også forekomme erosion af skrænten/skråningen i fremtiden.



Figur 0.1: Oversigtskort over observeret erosion af skrænten gennem tiden, samt hvilke matrikler der er beskyttet idag. Ortofoto 2025.

Der er enkelte steder på projektstrækningen observeret tilbagerykning på flere meter som følge af blot én stormflodshændelse.

For flere ejendomme på projektstrækningen er det allerede kritisk nu om de er beskyttede eller ej, da deres huse eller andre anlæg ligger tæt på skrænttoppen (ved stejle skrån timer/ skrænter rykker hele profi let tilbage).

Erosionen/hyppigheden af hændelser med akut erosion forventes i fremtiden at tage til i takt med havs pejlsstigningen.

Hvis murene/erosionsbeskyttelsen ikke med tiden forhøjes, må det derudover også forventes i fremtiden, at der vil forekomme erosion oven for murene som følge af øget bølgeenergi ved større vanddybde eftersom:

- Den generelle vandstand stiger som følge af klimaforandringerne (primære årsag)
- Murene reflekterer bølgerne, såfremt der ikke er skrå stensætning foran, og dermed potentielt accelererer erosionen af den foranliggende strand (delvis årsag)

For at sikre fremtidig passage på strækningen kan det blive nødvendigt at strandfodre med naturligt forekommende materiale som f.eks. sand eller ral i kombination med stensætninger og mure.

Gennemgangen af kysten viste ligeledes, at projektstrækningen ikke er en klassisk tilgroningskyst, selvom Kystdirektoratets Kystatlas har klassificeret den som en sådan. Analysen viste i stedet, at projektstrækningen er en klintekyst uden revler men med enkelte karakteristika af en tilgroningskyst.

1. Introduktion og historik

Projektstrækningen omfatter den vestvendte kyststrækning i den østlige side af bunden af Roskilde Fjord mellem Frederiksborgvej 87-205, som vist på Figur 1.1.



Figur 1.1: Markering af projektstrækningen i det inderste af Roskilde Fjord. Ortofoto 2025.

I perioden omkring 2020-2023 fik Roskilde Kommune i samarbejde med Rambøll udarbejdet en kyststrategi for hele deres kystlinje. I forbindelse med udarbejdelsen af denne har Rambøll analyseret og gennemgået de eksisterende forhold, tegn på erosion, kystbeskyttelses anlæg og behovet for beskyttelse (*Kystanalyse – Roskilde Fjord*, udgivet af Roskilde Kommune, men skrevet af Rambøll december 2020).

Rambøll konkluderer, at der på nærværende projektstrækning er en lille grad af erosion (uden at specificere om det er vandlinjen eller skrænten) og foreslår, at beskyttelse fremadrettet kan udføres med skråningsbeskyttelse eller høfder og/eller sandfodring. Omend Rambøll har oprettet et minidatablad for hver ejendom, så er informationerne herpå baseret på en overordnet gennemgang af eksisterende visuelle forhold i 2020. Erosionsrisikoen er vurderet ud fra, om der var visuelle tegn herpå samt en analyse af vandlinjen, hvormed fortidens erfaringer og hændelser ift. erosion af bagstranden ikke inkluderes retvisende i analysen.

Nærværende rapport går dybere ind i erosionspresset langs projektstrækningen både i lyset af tidligere hændelser og i lyset af de fremtidige havspejlsstigninger, som alt andet lige vil forøge erosionspresset på strækningen samt matrikel 7ry nord for bebyggelsen.

Rambøll og Roskilde Kommune nævner bl.a. i den overordnede analyse at kysten er klassificeret af Kystdirektoratet, som en tilgroningskyst og anvender dette i vurderingen af erosionspresset, men tilsyneladende uden at forholde sig til de faktiske forhold. Efter NIRAS' gennemgang af kysten og dens tidligere udvikling, konkluderes det, at kysten ikke er en klassisk tilgroningskyst. Da udviklingen ift. fremtidige havspejlsstigninger er forskellig mellem forskellige kysttyper er denne vurdering uddybet i nærværende rapport og anvendt til vurdering af erosionspresset nu og i fremtiden. Rapporten indledes derfor med en teoretisk gennemgang af, hvordan forskellige kystprofiler generelt vil udvikle sig gennem tiden som følge af storme og havspejlsstigning.

Derefter gennemgås kystens udvikling ved digitalisering af både vandlinje og skrænt gennem tiden. Tidligere er kun vandlinjens meget stationære placering taget i betragtning, og ikke skræntens udvikling, som varierer en del fra matrikel til matrikel bl.a. afhængigt af beskyttelsesgraden ved stormflodshændelser. Der dykkes i denne gennemgang ned på de enkelte matrikler på strækningen. Herunder tydeliggøres hvor langt/tæt bebyggelse og andre anlæg er placeret ift. stranden og/eller skrænten.

Rapporten udarbejdes således som supplement til de mere overordnede kortlægninger og vurderinger udarbejdet ifm. kyststrategien. Rapporten vil yderligere kunne anvendes som supplement til ansøgninger om lovliggørelse eller etablering af ny kystbeskyttelse.

1.1. Projektstrækningen

Under normalsituationer er bølgeforholdene i Roskilde Fjord små og rolige. Men skrænten, strandens højde og beplantningen på projektstrækningen eroderes dog ved tilfælde med forhøjet vandstand samtidigt med kraftig vind fra vest, som giver kraftige bølger direkte ind på projektstrækningen. Altså under storme og stormflod fra vest til nordvest. Særligt stormene Bodil og Pia i hhv. december 2013 og 2023 har medført erosion af bagstranden og skrænterne.

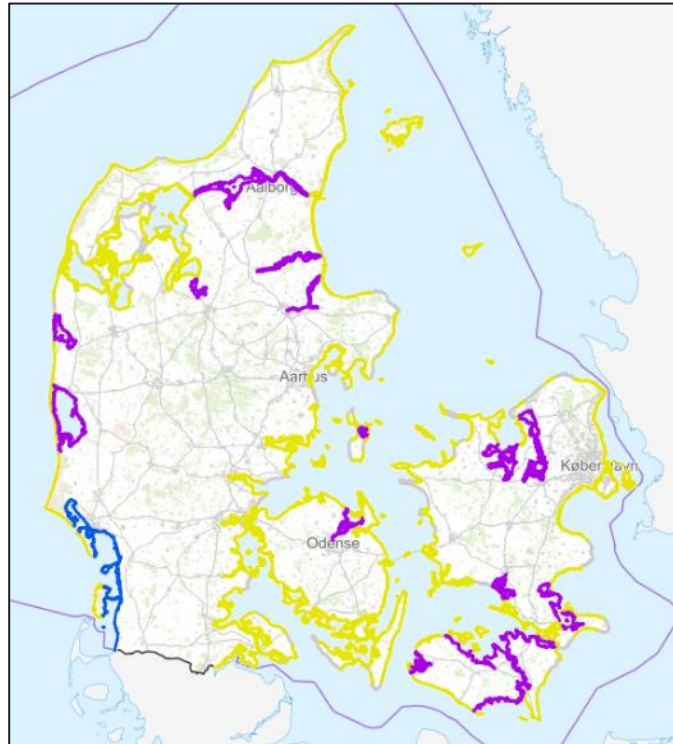
Det varierer meget på strækningen om bebyggelsen er tilbagetrukket eller kystnært, og om den ligger lavt eller på toppen af skråning/skrænt. Grundejerne har gennem tiden beskyttet skrænten/overgangen mellem have og strand med erosionsbeskyttelse. Således er langt det meste af strækningen i dag beskyttet af skråningsbeskyttelse i sten/stenglacis og/eller mure af forskellig slags samt høfder. Muligvis har der enkelte steder også været udlagt strandfodring.

Yderligere karakteristika for projektstrækningen gennemgås i Afsnit 2.3 og 2.4.

2. Kysttype og profiludvikling

Tilbage fra slutningen af 1800-tallet er ca. 2/3 af projektstrækningens kystområde (den midterste og sydlige del) kortlagt som værende engområde. Dette kan tolkes som en indikator for, at kysten er eller tidligere var, en tilgroningskyst. Det er dog ikke ensbetydende hermed. Engområdet var allerede dengang smalt, idet at terrænet skrånede opad med moræneskrænter umiddelbart bagved. På den nordlige strækning lå skrænterne allerede dengang helt ned til stranden uden et forland/eng.

Kystdirektoratet har sidenhen klassificeret hele kystlinjen i Roskilde Fjord, og dermed hele projektstrækningen, som værende en tilgroningskyst. Kystdirektoratets inddeling af kysttyper er så generel og med så få delstrækninger og kategorier (5 stk.), at den ikke nødvendigvis afspejler virkeligheden lokalt, og mange steder må betragtes som værende forkert, se Figur 2.1 - Figur 2.4.



Figur 2.1: Kystdirektoratets Kytatlas med klassificering af kysttype i hele Danmark. (Kystdirektoratet, 2026). Lilla: Tilgroningskyst. Blå: Vadehavet. Gul: Sand- eller klitkyst. Grå: Bløde klint kyst.



Figur 2.2: Hovedvejen ved Hurup i Thy klassificeret som sand/klitkyst (Kystdirektoratet, 2026), men hvor de lokale forhold ikke er karakteristiske for en sand/klitkyst men nærmere for en tilgroningskyst.



Figur 2.3: Strækning nord for Frederiksborgvej 205 klassificeret som tilgroningskyst (Kystdirektoratet, 2026), men hvor de lokale forhold ikke er karakteristiske for en tilgroningskyst men nærmere en klintekyst uden klitter eller en blød klintekyst.



Figur 2.4: Strækning nord for Frederiksborgvej 205 hvor de lokale forhold ikke er karakteristiske for en tilgroningskyst, som Kystdirektoratet har klassificeret den. Forholdene minder mere om en klintekyst uden klitter eller en blød klintekyst. Skråfoto taget i 2023. (Dataforsyning, 2026).

Udover kategorierne i Kystatlas arbejder Kystdirektoratet også med en inddeling i ni kategorier (<https://viewer.ipaper.io/kystdirektoratet/undervisning-2021/de-ni-kysttyper-i-danmarkpdf/?page=1>), hvorunder man bl.a. fortsat finder tilgroningskysten, men også en klintekyst uden klitter, som ovenstående må betegnes at være.

2.1. Tilgroningskyst

En tilgroningskyst er typisk karakteriseret ved bevoksning og lav bølgeenergi og er ofte uden en strandbred. Vegetationen er typisk rørskov, som opsamler sediment eller organisk materiale f.eks. ved oversvømmelser, se Figur 2.5. Med tiden kan disse flader derfor vokse sig højere og udvikle sig til strandeng, marsk eller eng. Vanddybden er ofte lav (bl.a. deraf den lave bølgeenergi) og bunden er karakteriseret ved mudder og dynd (<https://viewer.ipaper.io/kystdirektoratet/undervisning-2021/de-ni-kysttyper-i-danmarkpdf/?page=1>).



Figur 2.5: Eksempel på tilgroningskyst. Kilde: (<https://viewer.ipaper.io/kystdirektoratet/undervisning-2021/de-ni-kysttyper-i-danmarkpdf/?page=1>).

Den naturlige udvikling for en tilgroningskyst er, at den med tiden vil akkumulere sediment og/eller organisk materiale og dermed hæve sig og rykke frem. Dette er selvfølgelig afhængigt af hvor ofte den udsættes for tilstrækkelig høj bølgepåvirkning, som nogle gange kan erodere i kanten af bevoksningen. Som følge af havspejlsstigningen vil mange tilgroningskyster med tiden blive så hyppigt oversvømmede, at vegetationen ikke overlever og til sidst oversvømmes. Hvis baglandet også er meget fladt, kan kysttypen udvikle sig derinde og på den vis trække sig tilbage. Dette er ikke muligt på projektstrækningen, da stranden overgår direkte i en klint/skråning.

2.2. Klintekyst uden klitter

Klintekysten uden klitter kendes på de stejle klinter med skrænter, der hæver sig over havet. Oven på klinten/skrænterne kan der findes forskellig natur. Skrænten er indimellem udsat for erosion og fremstår oftest stejl og bar. Hvis erosionen er mindre hyppig, kan der både vokse græs, buske, urter og anden vegetation. Foran er der typisk en stenstrand med en variation af planteliv. Langs kysten er der ofte stenrev med sten i alle størrelser som typisk afbrydes af sand eller lerflader med mindre ribbe- og revlesystemer (<https://viewer.ipaper.io/kystdirektoratet/undervisning-2021/de-ni-kysttyper-i-danmarkpdf/?page=1>).



Figur 2.6: Eksempel klintekyst uden klitter. Kilde: (<https://viewer.ipaper.io/kystdirektoratet/undervisning-2021/de-ni-kysttyper-i-danmarkpdf/?page=1>).

Ved situationer med forhøjet vandstand kombineret med kraftig bølgepåvirkning kan der forekomme erosion af bagstrand og skrænt. Bølger og strøm transporterer sedimentet fra de øvre dele af kystprofilen udad i profilet, hvilket betegnes som akut erosion. Under efterfølgende perioder med mindre bølger og normal vandstand vil tværtransporten flytte sand ind på kysten igen. En del af sedimentet vil også blive transporteret langs kysten afhængigt af, hvor stor langstransporten er. Skrænten kan dog aldrig naturligt gendannes og skrænten vil således over tid flytte sig landværts. Udover vurdering af strandprofilens tilbagebygning og sænkning som følge af en ekstrem hændelse, vurderes akut erosion derfor ofte ved skrænttilbagebygning.

2.3. Projektstrækningens kysttype

Projektstrækningens orientering er stort set sammenfaldende med den dominerende bølgeretning. Dette, tilsammen med at bølgeenergien til hverdag er lille, bevirker, at den langsgående sedimenttransportkapacitet er lille. Derudover er mængden af faktisk tilgængeligt materiale lille, idet at bagstranden de fleste steder er beskyttet og ellers består af en moræneskrænt.

Ved projektstrækningen er vanddybden lav og skiftevis mudret og sandet og stranden er relativt smal. På det første tilgængelige ortofoto, hvor kyststrækningen endnu i høj grad er ubeskyttet, og dermed i høj grad endnu naturlig, ses det, at der langs hele projektstrækningen er en strandbred på ca. 10-15 m. Formentlig bestod stranden dengang ikke alene af sand men også af ral eller andet. Dette er svært at se ud fra et ortofoto.



Figur 2.7: Ortofoto af projektstrækning fra 1954.

De fleste steder er der i dag fortsat en strandbred, men denne er meget påvirket af de mange lodrette skræntbeskyttelser og høfder. Strandens højde/kote varierer derfor en hel del både i sammensætning af sediment (mudret, ral, sand eller en kombination). Enkelte steder vokser der lidt siv eller høje græsser primært på bagstranden. Ved besigtigelse i marts måned sås der dog generelt ikke meget bevoksning på stranden (ej heller der, hvor der er ubeskyttet). Beplantningen der var fremme på dette tidspunkt var primært på skråningen/skrænterne (primært over dem) eller over erosionsbeskyttelsen og dermed ikke en del af strandbevoksningen.



Figur 2.8: Eksempler på lidt siv/høj græs bevoksning til venstre, og eksempel på typisk grad af bevoksning langs projektstrækningen til højre. Fotos fra inspektion d. 24. marts 2026.

Af billeder fra stedet i sommerhalvåret (fra minidatabladene fra *Kystanalyse – Roskilde Fjord*, udgivet af Roskilde Kommune, men skrevet af Rambøll december 2020) kan det ses, at der er forskellige græsser mm. der vokser frem.

Langs projektstrækningen er der således ikke en stenstrand og ej heller stenrev og revle- eller ribbesystemer. Dog er der diverse bevoksning på selve stranden i sommerhalvåret, som også er karakteristisk for en klintekyst uden klitter. Der er flere steder en stejl skrænt og afhængigt af, om denne er beskyttet eller ej, er den mere eller mindre bevokset, se Figur 2.4. Flere steder ses det, at træer og buske på skrænten og på toppen af skrænten falder ned som følge af akut erosion ved stormflodshændelser. Det ses også flere steder, at græsplænerne over skråningsbeskyttelsen (mur eller sten) eroderer som følge af bølgepåvirkning under stormflod. Der hvor skrænten minder mere om en skråning med fladere hældning, er der typisk tættere bevoksning, hvilket reducerer erosionen af baglandet.

Da stranden ikke er tæt bevokset hele året og da der flere steder opleves akut erosion af skrænterne, så minder stranden i højere grad om en klintekyst end en tilgroningskyst. Da strandprofilen og havbunden naturligt er meget flad og delvist sandet, med grovere sediment eller mudder, så minder bunden dog nogle steder om en tilgroningskyst.

Det vurderes, at kysttypen langs projektstrækningen i højere grad minder om en klintekyst uden klitter med enkelte islæt af en tilgroningskyst.

Under stormflodshændelser, hvor bølgerne når bagstranden, vil de gnave i skræntens/skråningens fod, der hvor den er ubeskyttet, eller lige over beskyttelsen, hvis beskyttelsen ikke er tilstrækkeligt høj. Når en skrænt har en vis stejlhed vil erosion af foden/det nederste af skrænten føre til, at det øverste af skrænten senere hen også rykker tilbage, idet at skrænten ikke kan stå lodret. Hvor stejl skrænten kan være, afhænger dog af materialet og materialets stablingsvinkel. Skræntstabilitet er vigtigt også for nærværende projektstrækning, hvor skråningen mange steder er stejl helt ned til stranden og andre steder bliver stejlere lidt væk fra kysten, idet at erosion ved den sidste type skråning bliver tiltagende mere kritisk med tiden hvis der er bebyggelse på toppen eller på den stejle del.

De steder hvor der er beskyttelse af skrænten og ikke tilføres mere sediment, så vil stranden fortsat erodere nedad, særligt hvor der er mure uden stensætning. Når bølgerne rammer en lodret konstruktion

frem for en skrå energiabsorberende konstruktion, vil bølgerne blive reflekteret hvilket forøger turbulensen i vandsøjlen, hvilket skaber mere erosion.

2.4. Havspejlsstigning

Ifølge DMI Klimaatlas var der allerede forekommet en relativ havspejlsstigning i Roskilde Fjord på ca. 11 cm i år 2025 ift. i år 1995, se Tabel 2.1. Afhængigt af hvilke udledningsscenarioer man anvender, vil havspejlsstigningen frem til hhv. år 2050 og 2100 være mellem hhv. 22-24 cm og 59-70 cm. Spændet i stigning afspejler forskellen median-værdien for de to udledningsscenarioer, SSP3-7.0 og SSP 5-8.5, som primært anvendes ift. kystbeskyttelse og klimatilpasning.

Tabel 2.1: DMI Klimaatlas havspejlsstigningsprognoser for Roskilde Fjord for de to udledningsscenarioer SSP3-7.0 og SSP5-8.5 med aflæsning af deres (50 % percentil) median-værdier. Øverste linje i hvert felt angiver, hvor meget stigning der har været eller forventes siden 1995 i cm. Anden linje i hvert felt angiver stigningen, der forventes fra i dag og frem til det givne årstal. Bemærk, at den forventede landhævning for området er fratrukket. Værdierne angiver altså den relative havspejlsstigning frem for den absolutte havspejlsstigning. Landhævningen for Roskilde Fjord er mellem 1,4-1,6 mm/år. Kilde: <https://www.dmi.dk/klima-atlas/data-og-rapporter-klimaatlas>.

Udledningsscenario:	År 2025	År 2050	År 2070	År 2100
SSP3-7.0 (siden 1995)	10,87	22,46 cm	35,37 cm	58,84 cm
Forskel fra 2025		2025-2050 ≈ 12	2025-2070 = 24,5cm	2025-2100 ≈ 48cm
SSP5-8.5 (siden 1995)	10,60	24,36 cm	38,64 cm	69,78 cm
Forskel fra 2025		2025-2050 ≈ 14cm	2025-2070 ≈ 28cm	2025-2100 ≈ 59cm

Som det ses af ovenstående tabel, så er der meget lille forskel på prognoserne frem til år 2050 (ca. 2 cm) mens der i år 2100 er ca. 11 cm forskel.

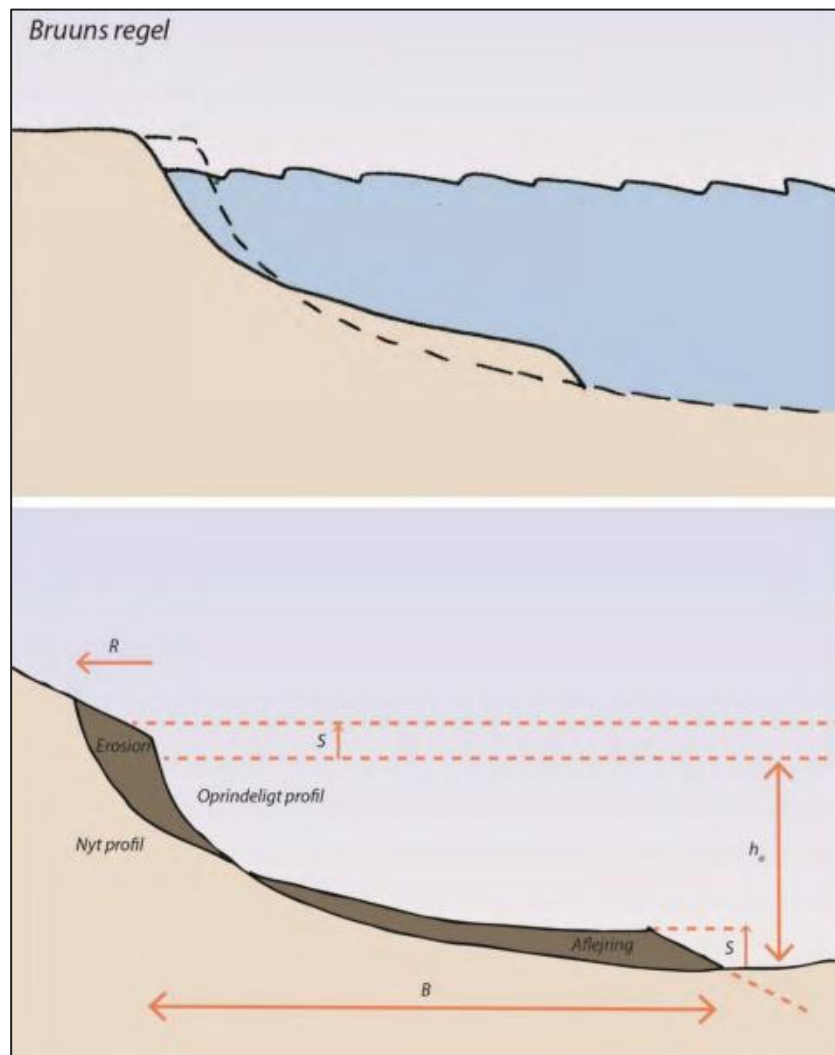
Ved anvendelse af havspejlsstigningsprognoser og sammenligning mellem scenarier, er det vigtigt at huske, at usikkerheden for prognoserne varierer fra ca. 20 cm i år 2050 til ca. 70 cm i år 2100. Derudover skal der gøres opmærksom på, at værdierne angivet i Tabel 2.1 angiver den relative havspejlsstigning i Roskilde Fjord, idet at den forventede landhævning fra området er fratrukket den absolutte havspejlsstigning. Landhævningen vil medføre, at den oplevede havspejlsstigning (den relative) opleves mindre end den faktiske havspejlsstigning, idet terrænet delvist følger med op, som følge af at være blevet trykket ned under sidste istid. Det vides med stor sikkerhed, at landhævningen for Roskilde Fjord er mellem 1,4-1,6 mm/år. For projektstrækningen er det mere præcist ca. 1,45 mm/år.

2.5. Fremtidigt erosionspres

Den generelle havspejlsstigning vil medføre, at den samme vandstand som i dag skabes af en særligt kraftig storm i fremtiden vil kunne blive skabt ved mildere hændelser, som ikke engang kategoriseres som storme.

Dertil er det vigtigt at huske, at ikke kun skrænten men hele kystprofilet vil rykke landværts med lidt større hastighed end hidtil. Skrænten vil selvfølgelig kun rykke tilbage såfremt den er ubeskyttet, men stranden vil i alle tilfælde erodere, særligt hvis der ikke frigives nyt materiale til at genopbygge den.

Såfremt der frigives materiale fra skrænten, vil dette typisk lægge sig nedenfor i profilet (særligt hvor der er lille langsgående transport) og dermed vil hele det ubeskyttede profil rykke indad og opad som følge af havspejlsstigningerne – hvilket også kaldes for Bruuns regel, se Figur 2.9.



Figur 2.9: Bruuns regel for kysttilbagerykning. Øverst: Bundmaterialet omfordeles når vandet stiger. Nederst: Definitioner af betegnelser for flytninger. R: Tilbagerykning af kystlinje, S: Vandspejlsstigning, B: Bredde af aktivt profil, h_a : aktiv dybde.

Langs nærværende projektstrækning, som i så høj grad har en beskyttet skrænt og bebyggede naboområder, tilføres der ikke ret meget nyt materiale. Stranden og det lave område forventes derfor ikke naturligt i fremtiden at kunne følge opad med havspejlsstigningerne. Uden kompenserende fodring og med fortsat beskyttelse af skrænten, må det derfor forventes, at der vil blive dybere og dybere i vandet og at stranden med tiden vil forsvinde. Dermed vil bølgerne der kan ramme skrænten og kystbeskyttelsen også med tiden blive større.

I fremtiden vil erosionspresset på strækningen således stige.

3. Kystlinjeanalyse

Udviklingen af kystlinjen er analyseret på baggrund af ortofotos fra årene 1954, 1995, 2012, 2014, 2018, 2022, 2024 og 2025. I analysen skelnes der mellem udviklingen i vandlinjen og udviklingen af skræntens placering, idet disse to elementer repræsenterer forskellige kystprocesser og skrænten kan erodere under storme, selvom vandlinjens placering overordnet ikke ændres.

Der er forbundet en række usikkerheder med digitaliseringen af både vandlinje og skrænttop:

- Vandstanden på fotograferingstidspunktet har direkte betydning for vandlinjens placering og kan give anledning til variationer, der ikke afspejler reelle kystændringer.
- Opløsningen af billedmaterialet varierer mellem de ældre og nyere ortofotos. Generelt er opløsningen forbedret over tid, hvilket betyder, at nyere digitaliseringer er mere præcise end de ældre.
- Det flade og nogle steder mudrede kystprofil på strækningen kan til tider gøre det vanskeligt visuelt entydigt at afgøre vandlinjens egentlige placering.
- Opskyttet tang og organisk materiale forekommer flere steder langs kysten og kan sløre den visuelle overgang mellem vand og strand, hvilket yderligere vanskeliggør digitaliseringen.
- På dele af strækningen er skrænten tæt bevokset med træer og buske, hvilket gør identificeringen af skrænttoppen vanskelig, især på ortofotos taget om sommeren, hvor vegetationen er størst. Nogle steder går trækronerne også ud over vandlinjen, hvilket besværliggør bestemmelsen af vandlinjens placering.
- På de mindre stejle strækninger er det desuden svært at estimere skrænttoppen, hvormed vegetationsgrænser og erosionsskår er anvendt i kombination med terrænprofiler fra Danmarks højdemodel hentet i Scalgo.
- Hvor der er etableret skråningsbeskyttelse og/eller mur, er skrænttoppen typiske placeret langs bagkanten af denne.

Figur 3.1 - Figur 3.2 viser den historiske udvikling af kystlinjen baseret på digitalisering af vandlinjen fra ortofotos fra perioden 1954 til 2025, for hhv. den nordlige, midterste og sydlige del af projekts-trækningen. Formålet er at vurdere, om der kan identificeres en tendens ift. kysttilbagerykning eller kystfremrykning.



Figur 3.1: Digitaliserede vandlinjer mellem 1954 og 2025 på den nordlige (venstre) og midterste (højre) del af strækningen. Ortofoto 2025.

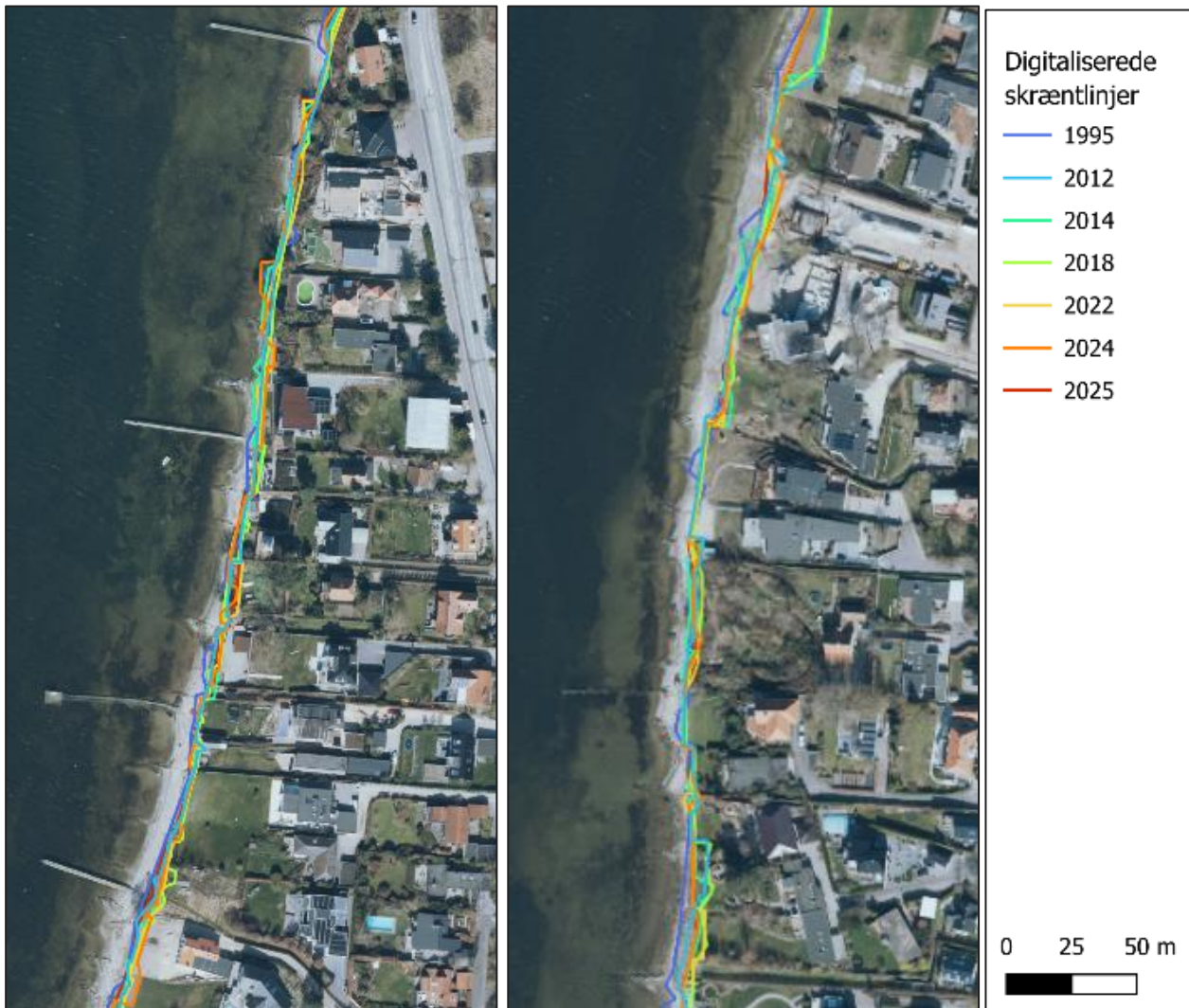
Analysen viser, at vandlinjens placering overordnet set har været stabil gennem den analyserede periode. Der forekommer lokale og mindre variationer mellem de enkelte år, men disse vurderes primært at kunne tilskrives de førnævnte usikkerheder forbundet med digitaliseringen.



Figur 3.2: Digitaliserede vandlinjer mellem 1954 og 2025 i den sydlige del af strækningen. Ortofoto 2025.

I den sydligste del af projektområdet er der observeret en lokal kystfremrykning i perioden mellem 1954 og 1995, hvorefter vandlinjen også her fremstår overordnet stabil. Om fremrykning er naturlig eller kunstig vides ikke.

Samlet set viser analysen, at vandlinjen langs Frederiksborgvej 87–205 har haft en stabil placering over tid, og at de observerede forskelle mellem de enkelte år ikke kan tolkes som udtryk for en vedvarende ændring i vandlinjens position.



Figur 3.3: Digitaliserede skræntlinjer mellem 1995 og 2025 i den nordlige (venstre) og midterste (højre) del af strækningen. Ortofoto 2025.

Figur 3.3 - Figur 3.4 viser den historiske udvikling af skrænttoppen for perioden 1995 til 2025. Der er gennem tiden etableret kystbeskyttelse på dele af projektstækningen. Skræntlinjen repræsenterer således ikke kun en naturlig kystudvikling, men afspejler også den løbende etablering og udbygning af kystbeskyttelse samt terrænregulering langs projektstrækningen. Det er på den baggrund vanskeligt at identificere en overordnet tendens i skræntens naturlige udvikling over den analyserede periode.

Der kan dog på enkelte delstrækninger, hvor der ikke er etableret kystbeskyttelse, observeres en lokal tilbagerykning af skrænten. For at tydeliggøre disse ændringer kræves en lokal og detaljeret analyse baseret på en kombination af ortofotos, skråfotos samt terrænprofiler, hvilket gennemgås nærmere i afsnit 4.



Figur 3.4: Digitaliserede skræntlinjer mellem 1995 og 2025 i den sydlige del af strækningen. Ortofoto 2025.

4. Eksisterende forhold ift. kystbeskyttelse

I dette afsnit gennemgås de eksisterende kystbeskyttelsesforhold og udviklingen heraf på de enkelte matrikler langs Frederiksborgvej 87–205. Gennemgangen inkluderer også fokus erosion af skrænten og observerede erosionshændelser, særligt i forbindelse med stormfloder. Derudover ses der på, hvilken bebyggelse der er nær kysten samt på toppen af skrænten og hvor tæt på strand og skrænt disse ligger.

Analysen er baseret på en sammenstilling af følgende data:

- Klimadatastyrelsens højdemodel fra 2007, 2015 og 2024 hentet fra Scalgo (https://scalgo.com/live/denmark?res=204.8&ll=11.783618%2C56.159280&lrs=datafordeler_skaermkort_daempet)

- Skråfoto: 13-03-2017, 24-05-2019, 21-03-2021 samt 02-09-2023 (https://skraafoto.dataforsynin-gen.dk/?item=2023_82_24_2_0011_00000400&year=2023¢er=574764%2C6220953&item-2=2023_82_24_2_0011_00000400&year-2=2023&orientation=north)
- Tilgængelige ortofotos: 1954, 1995, 1999, 2002, 2004-2006, 2008-2025.
- Fotos fra inspektion d. 24. marts 2026

4.1. Frederiksborgvej 87A, 87, 91 og 95

Foran frederiksborgvej 87A, 87 og 91 er der etableret en mindre skråningsbeskyttelse, mens frederiksborgvej 95 er ubeskyttet (se Figur 4.1). Skråningsbeskyttelsen ved nr. 87A og 91 kan ses på ortofotos siden 2008, mens beskyttelsen ved nr. 87 blev etableret omkring 2022.

På Frederiksborgvej 87A og 87 er der mindre bygninger, som er placeret relativt tæt på stranden i en afstand på ca. 7 m. Bygningerne ligger i kote ca. +1,6 m DVR90 og er dermed oversvømmelsestruede ved særligt forhøjede vandstande. På Frederiksborgvej 91 og 95 er der ingen bebyggelse.



Figur 4.1: Frederiksborgvej 87A, 87,91 og 95. Kystbeskyttelse i form af mindre skråningsbeskyttelse. Skråfoto 2023.

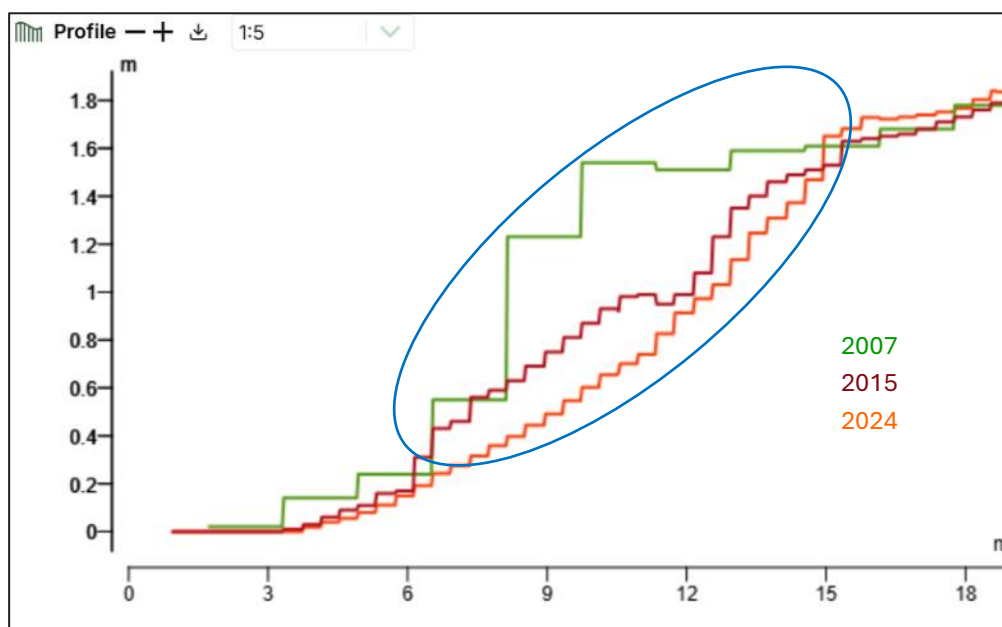
Ved sammenligning af ortofotos fra 2021 og 2022 ses der erosion af skrænten ved nr. 87 og 95 (se Figur 4.2). Erosionen vurderes at være opstået i forbindelse med stormen Malik i januar 2022.

Figur 4.3 viser terrænprofil fra Scalgo ved Frederiksborgvej 95 (som ligger ubeskyttet). Heraf fremgår det, at der er sket erosion af skrænten mellem 2007, 2015 og 2024. Tilsvarende erosion kan ikke identificeres for Frederiksborgvej 87A, 87 og 91 ud fra højdemodellen, men dette kan skyldes, at skråningsbeskyttelsen på disse matrikler har reduceret erosionen. En anden forklaring kan være, at kystprofilen er stejlere

ved Frederiksborgvej 95 som følge af læsideerosion fra skråningsbeskyttelsen på den nordlige nabo- grund, hvilket kan medføre øget erosion på denne del af strækningen.



Figur 4.2: Frederiksborgvej 87A, 87, 91 og 95, erosion af skrænten efter stormen Malik i januar 2022.



Figur 4.3: Terrænprofil fra SCALGO udtaget ved Frederiksborgvej 95 for 2007, 2015 og 2024. Erosion er markeret med blå cirkel.

4.2. Frederiksborgvej 97 og 99

Begge matrikler er beskyttede med kystbeskyttelses anlæg bestående af skråningsbeskyttelse og mur, som vist på Figur 4.4.



Figur 4.4: Frederiksborgvej 97 og 99, Kystbeskyttelse i form af skråningsbeskyttelse og mur. Skråfoto 2023.

Årstallet for opførelsen er ukendt, men anlæggene/skråningsbeskyttelsen kan i hvert fald med sikkerhed skelnes af ortofoto fra 2009. Muren på Frederiksborgvej 99 er renoveret og forhøjet omkring 2019.

Der ses ingen egentlig skrænterosion her siden 1995, men om dette skyldes, at anlægget var etableret før 2009 vides ikke. Husene er placeret ca. 8-15 m og 20 m fra kysten ved hhv. nr. 97 og 99. Særligt hjørnet syd for nr. 97 ligger tæt på huset, med kun ca. 8 m ud til skråningsbeskyttelsen og muren.

4.3. Frederiksborgvej 101A

Matriklen er beskyttet af en kombineret kystbeskyttelsesløsning bestående af skråningsbeskyttelse etableret i 2009 og senere renoveret omkring 2019, se Figur 4.5. Der ses også høfder, som kan spores tilbage til 1954 eller tidligere.



Figur 4.5: Frederiksborgvej 101A, Kystbeskyttelse i form af skråningsbeskyttelse og mur. Skråfoto 2023.

Efter stormen Bodil i december 2013 blev der observeret erosion bag skråningsbeskyttelsen (se ortofoto på Figur 4.6), hvilket indikerer, at bølgerne under stormfloden havde tilstrækkelig energi til at erodere bag skråningsbeskyttelsen.



Figur 4.6: Frederiksborgvej 101A, erosion bag skråningsbeskyttelsen efter stormen Bodil i december 2013.

Efter stormen Pia i december 2023 blev der desuden konstateret skader på skråningsbeskyttelsen, som kan ses på Figur 4.7, hvilket vidner om fortsat erosionspres og belastning af anlæggene under ekstreme hændelser.

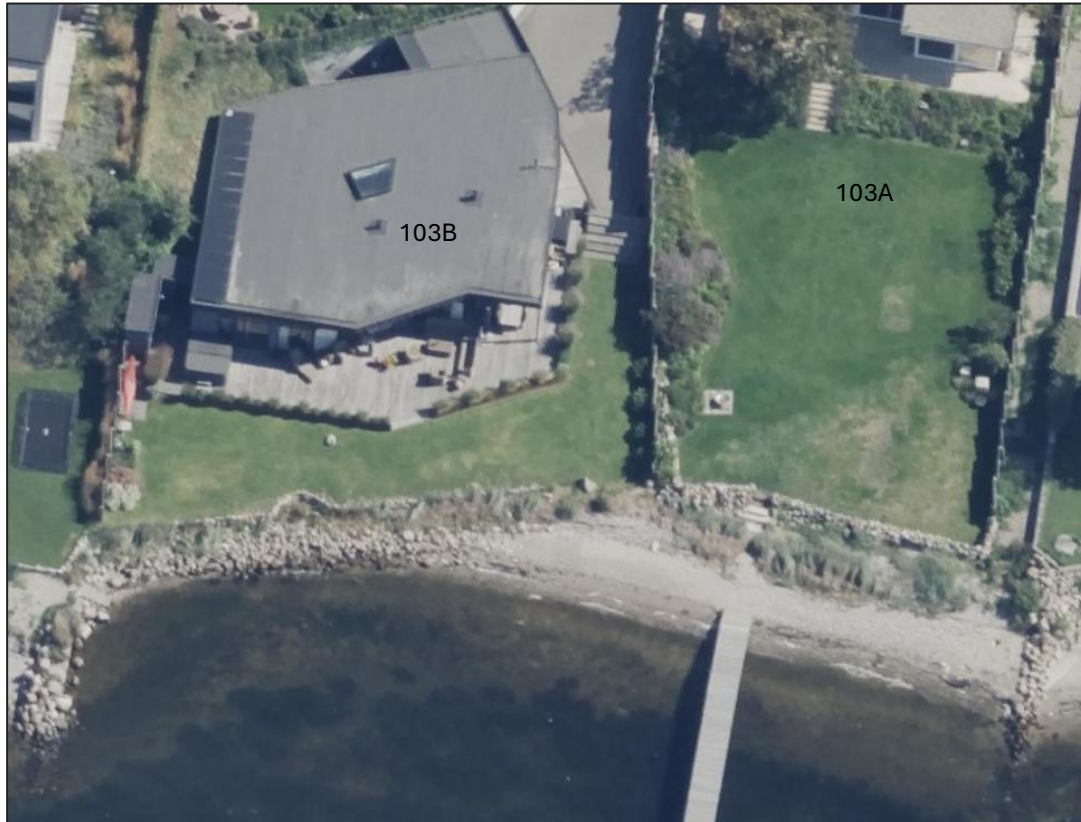


Figur 4.7: Frederiksborgvej 101A, skader på skråningsbeskyttelse efter stormen Pia i december 2023.

Huset er placeret ca. 13 m fra kystbeskyttelsen.

4.4. Frederiksborgvej 103A og 103B

Begge matrikler er beskyttet med skråningsbeskyttelse og mur, som er etableret omkring 2008 som vist på skråfoto fra 2023 på Figur 4.8. Skråningsbeskyttelsen er muligvis først tilkommet i 2012 ved nr. 103A.



Figur 4.8: Frederiksborgvej 103A og 103B, kystbeskyttelse i form af skråningsbelyttelse og mur, skråfoto 2023.

Efter stormen Bodil i december 2013 blev der observeret erosion af haven på Frederiksborgvej 103A, som kan ses ved at sammenholde ortofoto fra 2012 og 2014 på Figur 4.9. Dette viser, at der på trods af eksisterende kystbeskyttelse kan forekomme akut erosion af baglandet ved ekstreme vandstande og bølgepåvirkning.



Figur 4.9: Frederiksborgvej 103A og 103B, erosion af haven på nr. 103A efter stormen Bodil i december 2013.

Bebyggelsen på nr. 103A er placeret omkring 28 m fra kysten og på nr. 103B ligger bebyggelsen ca. 8 m fra kystbeskyttelsens bagkant.

4.5. Frederiksborgvej 105B og 105C

Frederiksborgvej 105B er beskyttet af en mur, som er etableret mellem 2020 og 2021. Frederiksborgvej 105C er derimod ubeskyttet, se Figur 4.10.



Figur 4.10: Frederiksborgvej 105B kystbeskyttelse i form af en mur og frederiksborgvej 105C ligger ubeskyttet, skråfoto 2023.

På begge matrikler ses der erosion efter stormen Bodil i 2013, som kan ses på Figur 4.11 og Figur 4.13. Derudover blev der igen observeret erosion efter stormen Pia i december 2023 på den ubeskyttede matrikel, om end i mindre grad end i 2013, se Figur 4.12 og Figur 4.13

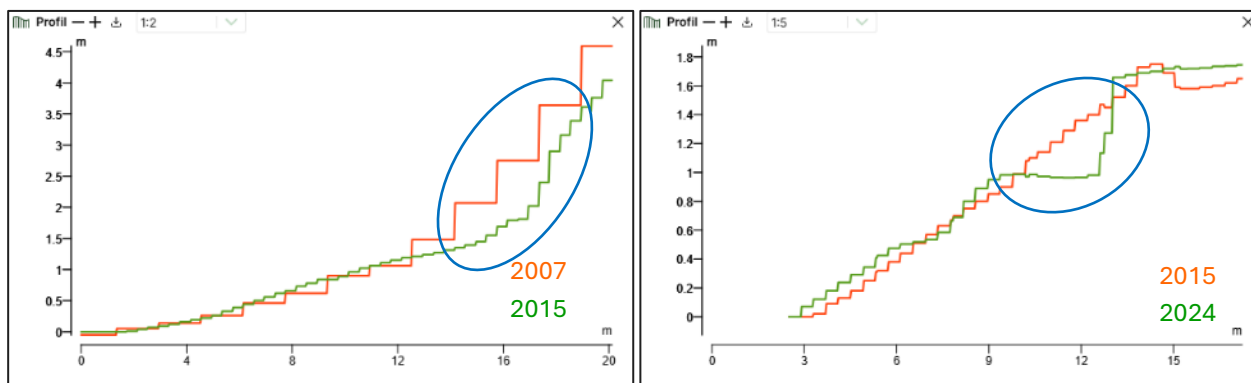


Figur 4.11: Frederiksborgvej 105b og 105C, erosion af skrænten efter stormen Bodil i december 2013.



Figur 4.12: Frederiksborgvej 105B og 105C, erosion af skrænten efter stormen Pia i december 2022.

På den beskyttede matrikel ses der desuden en større erosion af stranden, formentlig som følge af at den lodrette mur reflekterer bølgeenergien og øger erosionen foran. Bebyggelsen på nr. 105B er placeret under 2 m fra toppen af skrænten og på nr. 105C ligger bebyggelsen ca. 5 m fra toppen af skrænten.



Figur 4.13: Terrænprofil fra SCALGO udtaget ved Frederiksborgvej 105C for 2007 og 2015 (venstre), samt Frederiksborgvej 105B for 2015 og 2024 (højre). Erosion er markeret med blå cirkel.

4.6. Frederiksborgvej 105D og 105H

På Frederiksborgvej 105D er der opført en væg mellem 2014 og 2017, og der er senere renoveret to høfder mellem 2021 og 2023. Frederiksborgvej 105H er ligeledes beskyttet af en væg med ukendt etableringsår om end den første gang med sikkerhed ses af ortofoto fra 2012. Beskyttelsen er suppleret med to høfder samt en stenkastning foran trævæggen, som er etableret mellem 2021 og 2023. Eksisterende kystbeskyttelse er vist på skråfoto fra 2023 på Figur 4.14.

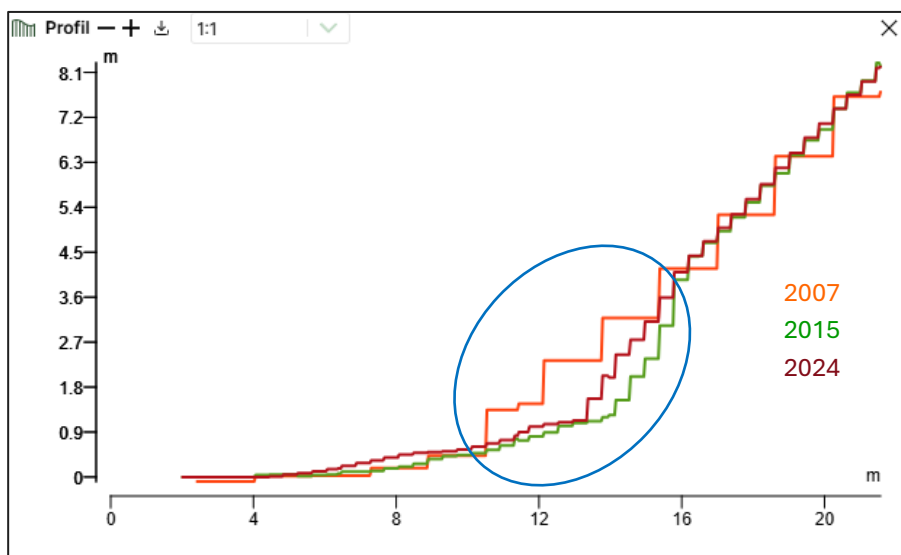


Figur 4.14: Frederiksborgvej 105D og 105H, væg med stenkastning samt høfder, skråfoto 2023.

Efter stormen Bodil i december 2013 blev der observeret markant erosion af skrænten på begge matrikler, som kan ses på Figur 4.15, hvilket har medført efterfølgende udbygning og forstærkning af kystbeskyttelsen, se også Figur 4.16.



Figur 4.15: Frederiksborgvej 105D og 105H, erosion af skrænten efter stormen Bodil i december 2013.



Figur 4.16: Terrænprofil fra SCALGO udtaget ved Frederiksborgvej 105H for 2007, 2015 og 2024. Erosion er markeret med blå cirkel. 'Udbygningen' af stranden mellem 2015 og 2024 skyldes formentlig udlægning af sten foran væggen.

Begge huse ligger mindre end 5 m fra skræntkanten.

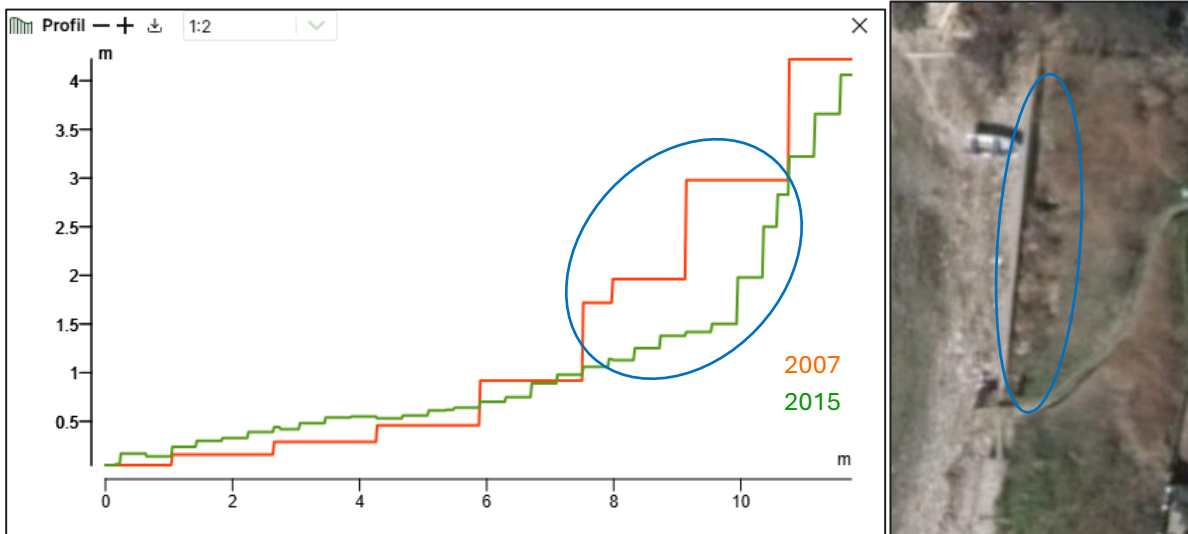
4.7. Frederiksborgvej 107

Kystbeskyttelsen består af en væg af ukendt etableringsår (men som dog ses af ortofoto fra 2002) samt en foranliggende stenkastning, som er etableret mellem 2022 og 2023. Eksisterende kystbeskyttelse er vist på skråfoto fra 2023 på Figur 4.17.



Figur 4.17: Frederiksborgvej 107, 109A og 113A, skråfoto 2023

Trods beskyttelse, ses der erosion af skrænten oven over væggen og af stranden/skråning foran væggen efter Bodil-stormen, se Figur 4.18.



Figur 4.18: Terrænprofil fra SCALGO udtaget ved Frederiksborgvej 107 for 2007 og 2015. Samt ortofoto fra 2015 hvor der ses erosion bagved muren. Erosion er markeret med blå cirkel.

På matriklen er der opført et annekts med terrasse helt fremme ved skrænten, mens hovedhuset ligger ca. 45 m fra skrænttoppen.

4.8. Frederiksborgvej 109A

Skrænten har en mindre skråningsbeskyttelse, mens et fladere stykke haveareal foran skrænten er beskyttet med en væg. Etableringsåret for anlæggene er ukendt (muligvis fra før 1954). På Figur 4.19 fremgår det, at nabomatriklen nr. 107 har både en mere tilbagetrukket vandlinje og skrænt, hvilket indikerer, at kystbeskyttelsen på nærværende matrikel bidrager til at fastholde både skrænt og vandlinje. Dette vurderes at være afgørende for beskyttelsen af bebyggelsen, som ligger omkring 3 m fra skrænttoppen.

4.9. Frederiksborgvej 113A

Kystbeskyttelsen er udført som en flerlagsløsning bestående af to mure med et plateau imellem. Etableringsåret er ukendt, men ses første gang af ortofotos i 2004. Anlæggets opbygning kan være en indikation af, at der har været behov for en gradvis forstærkning af beskyttelsen for at sikre både skrænt og bagvedliggende havearealer. Eksisterende kystbeskyttelse er vist på skråfoto fra 2023 på Figur 4.19. Huset er placeret ca. 7 meter fra toppen af kystbeskyttelsen.

4.10. Frederiksborgvej 117

Kystbeskyttelsen består af en mur, formentlig etableret, mellem 2004 til 2006, samt to til tre små og slidte høfder. Eksisterende kystbeskyttelse er vist på skråfoto fra 2023 på Figur 4.19.



Figur 4.19: Frederiksborgvej 117, 119B, 123B og 123C, skråfoto 2023

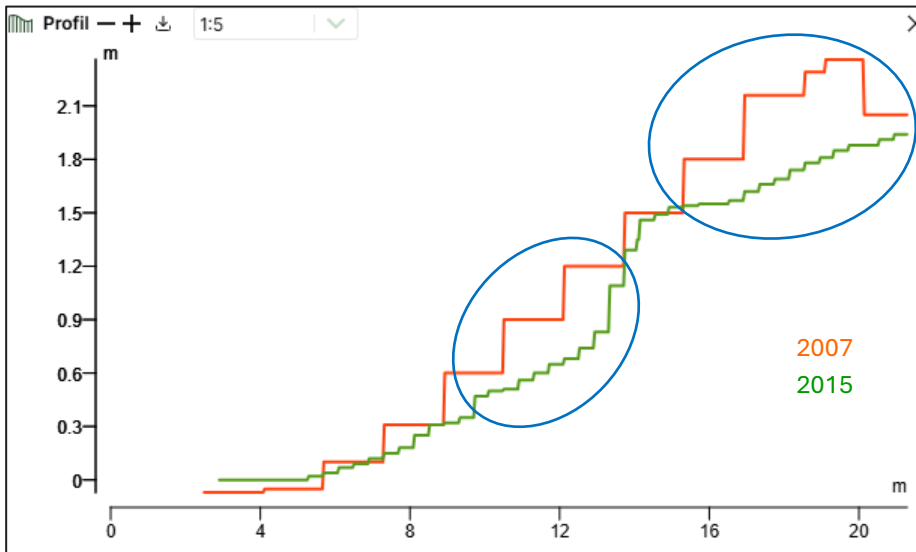
Anlæggenes alder og tilstand indikerer, at beskyttelsen kan have begrænset kapacitet under kraftige stormflodshændelser. Det vurderes dog, at anlægget har holdt skrænten stabil, og at kystbeskyttelsen har været nødvendig for at beskytte den nærliggende bebyggelse mod erosion.

Huset ligger ca. 7 m fra skrænten.

4.11. Frederiksborgvej 119B

Kysten er beskyttet af en mur, som kan ses af ortofotos fra 2014 og som er renoveret omkring 2019. Eksisterende kystbeskyttelse er vist på skråfoto fra 2023 på Figur 4.19.

På ortofotos før 2014 er skrænten dækket af træer og skræntens placering og evt. erosion kan derfor ikke udledes af disse. Det ses af højdemodellen i Scalgo, at stranden midt på matriklen, som ellers er flankeret af hofde og flak, ligger lavere på målingen i 2015 end på målingen i 2007, Figur 4.20.



Figur 4.20: Terrænprofil fra SCALGO udtaget ved Frederiksborgvej 119B for 2007 og 2015. Erosion er markeret med blå cirkel.

Anlægget vurderes at have fastholdt skrænten efterfølgende.

På matriklen er der placeret et orangeri ca. 4 m fra toppen af kystbeskyttelsen, mens hovedhuset ligger tilbage trukket ca. 45 m fra toppen af kystbeskyttelsen.

4.12. Frederiksborgvej 123B og 123C

Frederiksborgvej 123B er ubeskyttet. Frederiksborgvej 123C var tidligere delvist beskyttet, men beskyttelsen blev ødelagt som følge af erosion. Mellem 2012 og 2015 forekom erosion og tilbagerykning af skrånningen, hvilket fremgår af ortofotoet som vist på Figur 4.21.

Omkring 2019 blev skrænten reetableret, og der blev opført en ny mur, der fastholder skrånningen og det reetablerede terræn. Muren og eksisterende forhold kan ses på Figur 4.19. Her ses endvidere en tydelig forskel mellem skræntlinjen og toppen af kystbeskyttelses anlæggene på de matrikler, der er beskyttede, og skræntens placering på Frederiksborgvej 123B, som er ubeskyttet. På den ubeskyttede matrikel er skræntkanten rykket længere tilbage sammenlignet med de tilstødende, beskyttede ejendomme.



Figur 4.21: Frederiksborgvej 123B og 123C, erosion af skrænten mellem 2012 og 2015. (Foto fra 2014 var for mørkt).

Huset ligger ca. 40 m fra toppen af skrænten på Frederiksborgvej 123B og ca. 35 m fra toppen af kystbeskyttelsen på Frederiksborgvej 123C.

4.13. Frederiksborgvej 123D, 127 og 129B

Alle tre matrikler er beskyttet af en mur, som kan identificeres på ortofotos siden 2008, samt flere mindre høfder. Husene ligger relativt tilbagetrukket på en flad skrænt/skråning. Beskyttelsen har overordnet fastholdt skræntens placering i den analyserede periode. Den eksisterende kystbeskyttelse er vist på skråfoto fra 2023 på Figur 4.22.



Figur 4.22: Frederiksborgvej 123D, 127, og 129B, kystbeskyttelse i form af mur og høfder. Skråfoto 2023.

Husene på Frederiksborgvej 123B og 129B ligger ca. 25 m fra muren. Huset på Frederiksborgvej 127 er placeret ca. 14 m fra muren.

I tilknytning til høfderne ses der lokalt luvsideopsamling af sand, mens der på læsiden forekommer erosion. Høfderne bidrager dermed til at fastholde sand på stranden foran anlæggene og kan medvirke til at reducere erosion umiddelbart foran muren, hvorved risikoen for underminering af muren begrænses. Samtidig indikerer dette, at der forekommer en langsgående sedimenttransport langs kysten. Sedimentfordelingen peger på en dominerende transport i sydlig retning på denne del af strækningen.

4.14. Frederiksborgvej 131C

Matriklen er tæt bevokset med træer og buske, hvilket vanskeliggør identifikation af skræntens præcise placering på ortofotos. Kystbeskyttelsen består af fire mindre høfder eller bunker af sten. Derudover er der nogle sten, som virker løst lagt ud mere end det ligner en egentlig skråningsbeskyttelse og som ser ud til at være nedbrudt af bølgerne gennem tiden. De eksisterende kystbeskyttelse/forhold er vist på skråfoto fra 2023 på Figur 4.23.

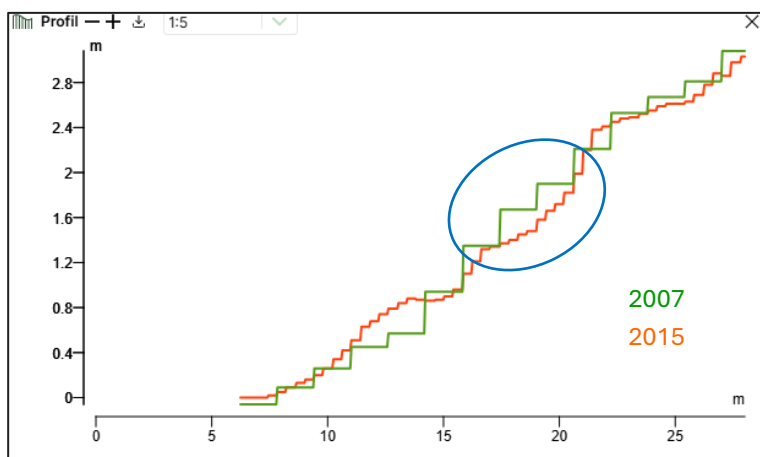


Figur 4.23: Frederiksborgvej 131C, kystbeskyttelse i form af hølfer. Skråfoto 2023.

Der er en lille erosion af skråningen i perioden mellem 2012 og 2018, som kan ses på ortofoto på Figur 4.24 samt på terrænprofil på Figur 4.25. På terrænprofilet ses også lidt aflejrings på stranden.



Figur 4.24: Frederiksborgvej 131C, erosion af skrænten mellem 2012 og 2018.



Figur 4.25: Terrænprofil fra SCALGO udtaget ved Frederiksborgvej 131C for 2007 og 2015. Erosion er markeret med blå cirkel.

Huset ligger ca. 50 m fra skrænten.

4.15. Frederiksborgvej 133B og 133C

Kystbeskyttelsen består af mur samt fire mindre høfder (se Figur 4.26), som kan ses på ortofotos siden 1999. Beskyttelsen har fastholdt skræntlinjen i analyseperioden. Dog ses der tydelig erosion af den foranliggende strand mellem højdemodellerne fra 2007 til 2015.



Figur 4.26: Frederiksborgvej 133B og 133C, kystbeskyttelse i foran af mur/stenkastning. Skråfoto 2023.

Husene ligger ca. 30 m fra toppen af anlægget.

4.16. Frederiksborgvej 135B, 135D og 135E

Matriklerne er i dag beskyttet med skråningsbeskyttelse foran skrænten samt en spunsvæg, der blev etableret i december 2024, som kan ses på ortofoto på Figur 4.34. På Figur 4.27 kan der ses et skråfoto af matriklerne fra 2023.



Figur 4.27: Frederiksborgvej 135B, 135D, 135E og 137, kystbeskyttelse i form af mindre skråningsbeskyttelse. Skråfoto 2023.

Efter stormen Bodil i 2013 blev der observeret erosion af skrænten på alle tre matrikler, hvilket fremgår af ortofotos vist i Figur 4.28 samt højdemålingerne på Figur 4.32. Af Figur 4.30 ses det desuden, at der på den sydlige afslutning ved nr. 135B har været en større erosion end nord for, hvilket formentlig skyldes en bølgefokusering fra bølgerne (bølger fra nordlig retning) i hjørnet op mod højvandsmuren mod syd.



Figur 4.28: Frederiksborgvej 135B, 135D og 135E, erosion af skrænten efter stormen Bodil i 2013.

Omkring 2018 blev der udført en mindre (måske midlertidig) stenkastning ved den tidligere skræntlinje og nogen opfyldning, hvilket kan ses på Figur 4.27 og Figur 4.29 og af højdekurverne mellem 2015 og 2024 på Figur 4.32.



Figur 4.29: Frederiksborgvej 135C, 135D og 135E, nogen reetablering af skrænt og ny stenkastning omkring 2018.



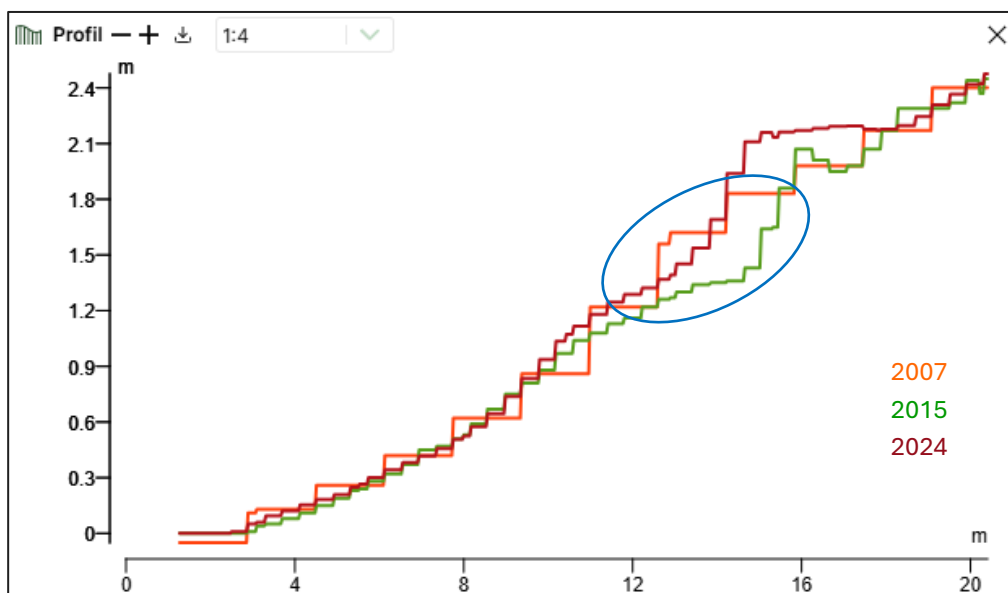
Figur 4.30: Frederiksborgvej 135C, 135D og 135E, som hjørnet af 137, erosion af skrænt bagved stenkastning. Skråfoto 2019.

I 2024 blev der observeret yderligere erosion af terrænet foran skrænten som følge af Pia stormen i december 2023, hvorefter skrænten blev reetableret med skråningsbeskyttelse foran en spuns i slutningen af 2024, som fremgår af Figur 4.31.



Figur 4.31: Frederiksborgvej 135C, 135D og 135E, erosion af skrænt i december 2023 og efterfølgende reetablering af skrænt med skråningsbeskyttelse i december 2024.

Udviklingen af skrænten ved nr. 135D er vist på Figur 4.32 i perioden fra 2007 til 2024, men inden etableringen af den nuværende kystbeskyttelse.



Figur 4.32: Terrænprofil fra SCALGO udtaget ved Frederiksborgvej 135D for 2007, 2015 og 2024. Erosion er markeret med blå cirkel.

Udviklingen viser, at skrænten på denne del af strækningen er særligt udsat for erosion under stormflodshændelser, hvor forhøjet vandstand og bølgepåvirkning medfører akut tilbagerykning af skræntfoden. Den gentagne erosion bag midlertidige reetableringer indikerer, at erosionspresset ikke alene relaterer sig til enkelte hændelser, men er et tilbagevendende problem, som kræver en mere permanent fastholdelse af skrænten for at opretholde stabiliteten af det bagvedliggende terræn.

På Frederiksborgvej 135B ligger der en pumpestation ca. 7 m fra kystbeskyttelsen, mens selve huset ligger tilbagetrukket bagved huset på nr. 135D og 135E. Huset på nr. 135D og 135E ligger ca. 40 m fra kystbeskyttelsen.

4.17. Frederiksborgvej 137, 137B, 139A og 141

Området var ubeskyttet frem til 2025, hvor der blev etableret skråningsbeskyttelse, som vist på skråfoto fra 2023 vist i Figur 4.33.



Figur 4.33: Frederiksborgvej 137, 137B, 139 og 141 uden kystbeskyttelse. Skråfoto 2023.

Tæt bevoksning gør det vanskeligt at vurdere skrænterosionen i analyseperioden frem til 2024, idet der mellem 2023-2024 påbegyndes fældning af træer og buske på grunden. Der ses dog tydelig erosion af skræntfoden på ortofoto fra 2024, formentlig som følge af Pia-stormen i december 2023, se Figur 4.36.



Figur 4.34: Frederiksborgvej 137, 137B, 139 og 141, erosion af skrænt i 2024 og efterfølgende reetablering af skrænt med skråningsbeskyttelse 2025.

Nr. 137 ligger ca. 10 m fra skrænten, mens nr. 137B er placeret længere tilbagetrukket bag nr. 137. Bebyggelsen på nr. 139 har været under ombygning i 2025, og det er derfor vanskeligt ud fra ortofotos at vurdere afstanden mellem bebyggelsen og kystbeskyttelsen. På Figur 4.35 ses et foto fra inspektionen, hvor det fremgår, at der er opført et hus/anneks ind i skrænten i en afstand på ca. 5 m til kystbeskyttelsen.



Figur 4.35: Frederiksborgvej 139 og 141, skråningsbeskyttelse samt spunsvæg og nyt bygget hus/anneks

4.18. Frederiksborgvej 147, 151 og 153

Kysten er beskyttet af en mur foran alle tre grunde, mens der foran Frederiksborgvej 151 og 153 desuden er etableret skråningsbeskyttelse i 2022. Muren foran Frederiksborgvej 147 kan identificeres på ortofotos siden 2002. Indtil 2022 var Frederiksborgvej 151 og 153 ubeskyttede. De eksisterende forhold er vist på skråfoto fra 2023 vist på Figur 4.36.



Figur 4.36: Frederiksborgvej 147, 151 og 153, mur foran alle tre grunde, samt skråningsbeskyttelse foran nr 151 og 153. Skråfoto 2023.

Efter Bodil-stormen i 2013 ses tydelige erosionsskår i skræntfoden/bagstranden, som vist på Figur 4.37.



Figur 4.37: Frederiksborgvej 147, 151 og 153, erosion af skrænten mellem 2013 og 2014.

Den observerede skrænttilbagerykning indikerer et erosionspres på strækningen i perioden forud for etablering af kystbeskyttelsen. Efter etablering og udbygning af kystbeskyttelsen fremstår skrænten fastholdt, hvor både mur og skråningsbeskyttelse fremstår intakte.

Huset på Frederiksborgvej 147 er placeret ca. 25 m fra muren, mens husene på nr. 151 og 153 ligger mere tilbagetrukket ca. 50 m fra kystbeskyttelsen.

4.19. Frederiksborgvej 155A, 155B og 165A

Strækningen ved Frederiksborgvej 155A, 155B og 165A er ubeskyttet som det ses af skråfoto fra 2023 vist på Figur 4.38.



Figur 4.38: Frederiksborgvej 155A, 155B og 165A, ingen kystbeskyttelse. Skråfoto 2023.

Der observeres erosion af skrænten på ortofoto fra 2014, formentlig som følge af Bodil-stormen i december 2013, se Figur 4.39. Erosionen fremstår som akut tilbagerykning af skrænten i forbindelse med stormen.



Figur 4.39: Frederiksborgvej 155A, 155B og 165A, erosion af skrænten efter stormen Bodil i 2013.

Observationerne viser, at skrænten på denne del af strækningen påvirkes under stormflodshændelser, hvor forhøjet vandstand og bølgepåvirkning kan medføre erosion. Da der ikke er etableret kystbeskyttelse, sker der ingen fastholdelse af skræntens placering i forbindelse med sådanne hændelser.

Huset på Frederiksborgvej 155A ligger ca. 40 m fra skræntlinjen, hvor huset på nr. 155B ligger ca. 15 m fra skrænten. Der er ikke noget bebyggelse på nr. 165A, men bag denne matrikel ligger et hus på nr. 165B som er placeret ca. 50 m fra skrænten.

4.20. Frederiksborgvej 173,177,179B

Strækningen ved Frederiksborgvej 173, 177 og 179B er delvist beskyttet. Frederiksborgvej 173 er ubeskyttet. På Frederiksborgvej 177 blev opført et sten- eller muranlæg i 2023, som efterfølgende delvist er blevet ødelagt og bagskåret (se Figur 4.43). På Frederiksborgvej 179B er der etableret en væg i 2019. Foran skrænten ses desuden løst liggende sten, men det kan på baggrund af tilgængeligt billedmateriale ikke entydigt vurderes, om disse udgør en etableret skråningsbeskyttelse, eller om der er tale om naturligt forekommende sten fra skrænten. De eksisterende forhold er vist på skråfoto fra 2023 i Figur 4.40.



Figur 4.40: Frederiksborgvej 173, 177, 179B, kystbeskyttelse i form af stenkastning ved nr. 173 og mur ved nr. 177 og 179B. Skråfoto 2023.

Der er observeret erosion af skrænten mellem 2012-2014 formentlig efter stormen Bodil i december 2013, hvilket fremgår af ortofotos vist på Figur 4.41.



Figur 4.41: Frederiksborgvej 173, 177, 179B, erosion af skrænten efter stormen Bodil i 2013.

Herudover ses tegn på fortsat påvirkning af skrænten ved senere stormflodshændelser mellem 2021-2022, måske efter stormen Malik i januar 2022, se Figur 4.42. Samlet viser billedmaterialet, at skrånningen på denne del af strækningen eroderes under stormflodshændelser.



Figur 4.42: Frederiksborgvej 173,177,179B, erosion af skrænten efter stormen Malik i 2022.



Figur 4.43: Frederiksborgvej 173,177,179B, anlæg foran 177 delvist ødelagt

Der ses ikke tydelige tegn på erosion i skrænten mellem 2023-2024, og dermed som følge af Pia-stormen. Dog ser stensætningen foran muren dog ud til at være blevet beskadiget.

Samlet viser billedmaterialet, at skråningen på denne del af strækningen eroderes under stormflodshændelser.

Alle tre huse ligger mellem 35-40 m fra kystbeskyttelsen.

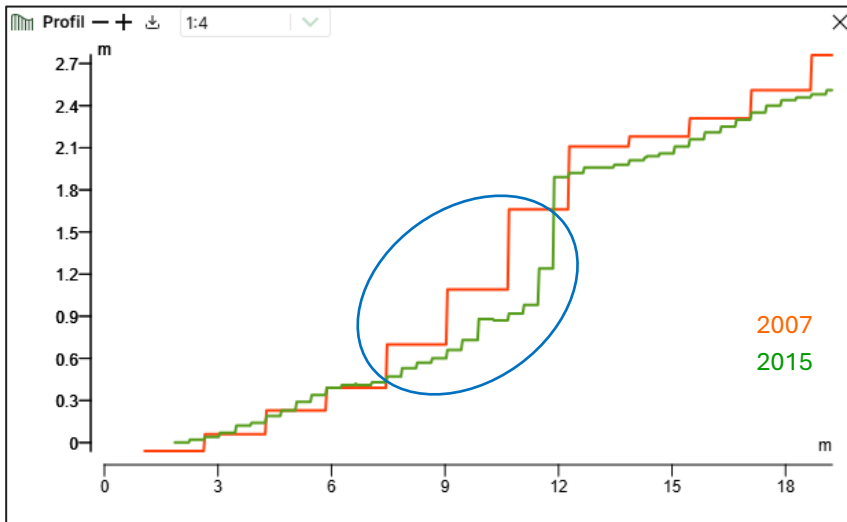
4.21. Frederiksborgvej 181

Kystbeskyttelsen består af en væg, som kan identificeres på ortofotos siden 2012. De eksisterende forhold ses af skråfoto fra 2023 vist i Figur 4.44.



Figur 4.44: Frederiksborgvej 181, 183, 185, 187 og 189, skråfoto 2023.

På baggrund af det tilgængelige billedmateriale fremstår skrænten fastholdt i perioden efter etablering af anlægget. Dog ses det af højdemodellerne i Scalgo, at stranden og det yderste af skråningen foran væggen på noget af strækningen blev eroderet mellem 2007 og 2015, formentlig som følge af Bodil-stormen i 2013 (se Figur 4.45).



Figur 4.45: Terrænprofil fra SCALGO udtaget ved Frederiksborgvej 181 for 2007 og 2015. Erosion er markeret med blå cirkel.

Bebyggelsen ligger få meter fra skrænttoppen, som er ret stejl på den øverste del.

4.22. Frederiksborgvej 183

Bebyggelsen ligger tilbagedrøkket bag Frederiksborgvej 185. Der er etableret en adgangssti til kysten med anneks og træterrasse placeret tæt på skrænten. Derudover ses en mur på ortofoto af 2012, som fortsat er der i dag. De eksisterende forhold ses af skråfoto fra 2023 vist i Figur 4.44.

Disse anlæg har bidraget til lokal fastholdelse af skrænten og der ses ikke nogen erosion af skræntfoden.

Huset ligger ca. 12 m fra toppen af skrænten.

4.23. Frederiksborgvej 185

Der er etableret en mur på den nederste del af skrænten, som kan ses på ortofotos siden 2012. Der er også udlagt sten foran muren, som dog er spredt og ødelagt en del med tiden. Omkring 2020 blev der opført en stor træterrasse i forlængelse af muren ind mod skrænten samt en væg på indersiden af terrassen mod resten af skrænten. Anlæggene fremstår som en samlet løsning til fastholdelse af skrænten og det bagvedliggende terræn. De eksisterende forhold ses af skråfoto fra 2023 vist i Figur 4.44.

Grundet terrassens placering hen over skrænten kan det ikke ses, om der har været erosion af skræntfoden.

Bebyggelsen ligger ca. 10 m fra toppen af den stejle skrænt.

4.24. Frederiksborgvej 187

Der er etableret en adgangssti til kysten med et anneks placeret tæt på skrænten lige oven for stranden. Der er en mindre skråningsbeskyttelse under terrassen/træplatformen foran bygningen. De eksisterende forhold ses af skråfoto fra 2023 vist i Figur 4.44.

På grund af træ-platformen og træer kan det ikke ses, om der har været erosion af bagstranden på dette sted.

Selve huset ligger tilbagetrukket bag Frederiksborgvej 189 med en afstand på ca. 80 m.

4.25. Frederiksborgvej 189

For foden af skråningen er der en løst udlagt flad skråningsbeskyttelse, som delvist er vokset til. Dette er observeret ved inspektion. De eksisterende forhold ses af skråfoto fra 2023 vist i Figur 4.44 om end sten-sætningen ikke kan ses grundet sommerbevoksning.

Den tætte bevoksning ved skrænten gør det vanskeligt ud fra ortofotos og skråfotos entydigt at vurdere, om der har været erosion på strækningen.

Bebyggelsen ligger ca. 15 m fra skrænttoppen. Skrænten er relativt stejl her.

4.26. Frederiksborgvej 191A, 191B og 193

Alle tre matrikler er beskyttet af en mur eller stenglacis (nr. 191A) med et plateau ovenfor, inden skrænten rejser sig stejlt bagved. Tæt bevoksning langs skrænten vanskeliggør en entydig fastlæggelse af murens etableringstidspunkt på baggrund af ortofotos. Ud fra det tilgængelige billedmateriale fremstår det dog som sandsynligt, at muren er etableret omkring 2014, hvilket kan indikere et behov for kystbeskyttelse i forlængelse af stormen Bodil i december 2013. Beskyttelsen ses af skråfoto fra 2023 vist på Figur 4.46.



Figur 4.46: Frederiksborgvej 191A, 191B, 193, kystbeskyttelse i form af mur, samt tilretning af skrænt med stabiliserende dug, skråfoto fra 2017.

Derudover blev der i 2017 udlagt dug op ad skrænten med henblik på at stabilisere skrånningen, se skråfoto på Figur 4.46. Skrænten på denne del af strækningen fremstår relativt stejl, hvilket øger sårbarheden over for erosion, særligt ved forhøjet vandstand. Samlet set fremstår skrænten dog overordnet fastholdt bag muren i den efterfølgende periode.

Der er et par høfder på strækningen også, som ser ud til at hjælpe med at fastholde lidt sediment og højde på stranden.

Bebyggelsen ligger ca. 10-12 m fra skrænttoppen. Alle tre matrikler har dog et skur/anneks/terrasse på det nederste plateau og dermed få meter fra beskyttelsens bagkant.

4.27. Frederiksborgvej 195A, 197A, 197B og 199

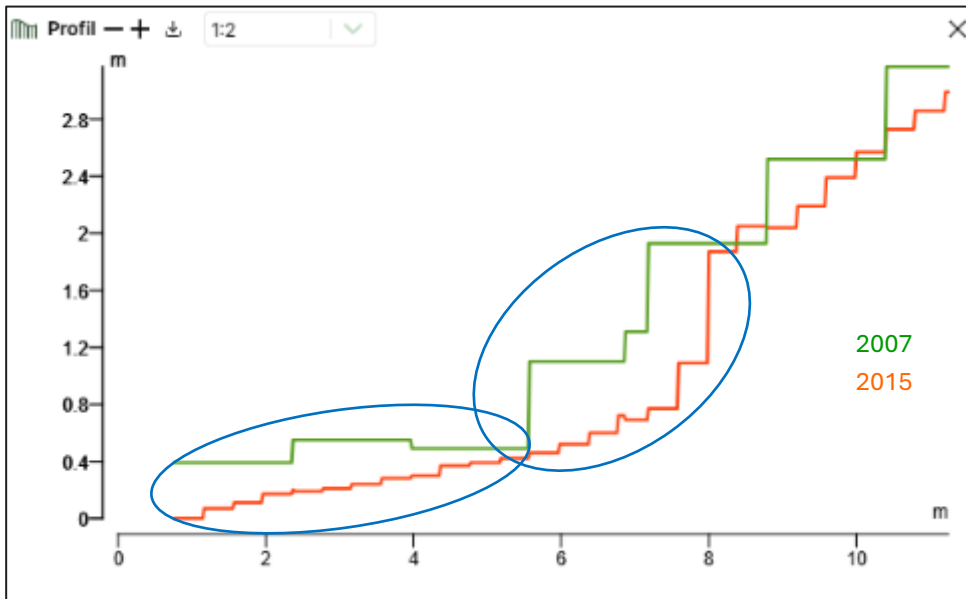
Alle fire matrikler er beskyttet af en mur etableret foran skrænten som vist med skråfoto fra 2023 på Figur 4.47. Skrænten på denne del af strækningen fremstår stejl. Tæt bevoksning langs skrænten vanskeliggør en entydig fastlæggelse af murens etableringstidspunkt, men anlægget kan identificeres på ortofotos siden 2010.



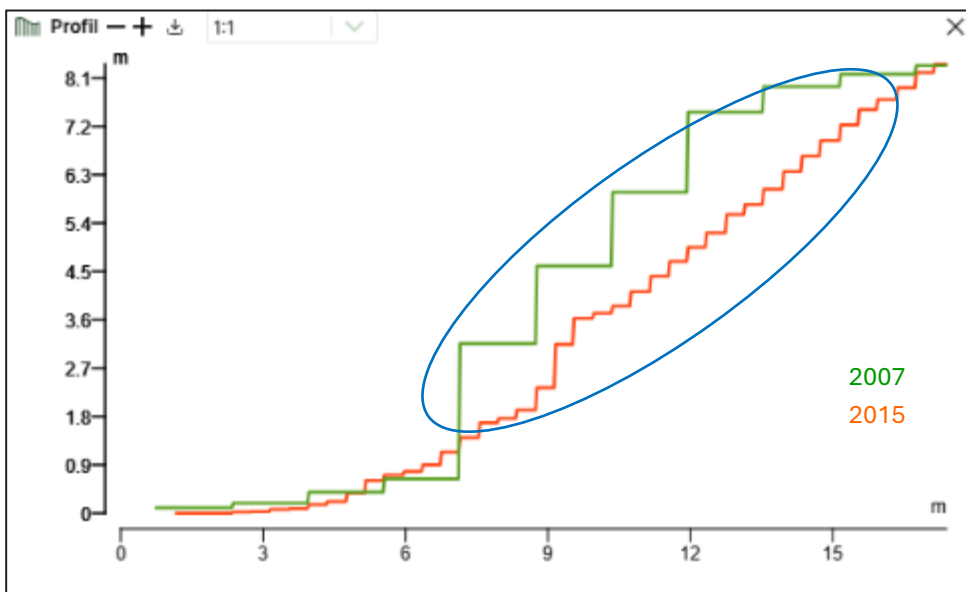
Figur 4.47: Frederiksborgvej 195A, 197A, 197B og 199, kystbeskyttelse i form af mur, skråfoto fra 2023.

Bebyggelsen på nr. 195A ligger helt ud til skræntkanten og forhaven ses i 2024 at være opdelt i et antal terrasser formentlig med en rampe ned til kysten. Ved nr. 197A er bebyggelsen i en afstand af 13 m fra skræntkanten men med et anneks/skur på det foranliggende plateau. Ved nr. 197B er det svært at skelne skrænttoppen idet der går en terrasse med swimmingpool ud over kanten, hvilket kan ses af fotos helt tilbage allerede fra 1995 (før da er der kun et foto fra 1954). Væggen ved nr. 195A, 197A og 197B fremstår særdeles slidt og gammel.

På baggrund af det tilgængelige billedmateriale fremstår skrænten overordnet fastholdt bag muren i den analyserede periode. Dog er der også foretaget mange ændringer af terrænet oven for væggene samt graden af bevoksning, hvilket gør det sværere at fastslå om der har været erosion af skrænten. Dog ses det af højdemodellerne at stranden er eroderet lidt ud for nr. 195A og 197B mellem 2007-2015. Derudover ses det, at skrænten er rykket lidt tilbage mellem 2007-2015, formentlig som følge af Bodil-stormen, se Figur 4.48.



Figur 4.48: Terrænprofil fra SCALGO udtaget ved Frederiksborgvej 195A for 2007 og 2015. Erosion af stand og skrænt er markeret med blå cirkel.



Figur 4.49: Terrænprofil fra SCALGO udtaget ved Frederiksborgvej 199 for 2007 og 2015. Erosion er markeret med blå cirkel.

Ved nr. 199 er skrænten rykket tilbage med et par meter over hele dens overflade mellem 2007-2015, formentlig som følge af Bodil-stormen i 2023, Figur 4.49. Da erosionen ikke ses af ortofotos kan det være at noget af forskellen i højdemodellerne stammer fra fejl ift. skelnen mellem den faktiske terrænoverflade og vegetationen (træer og buske). Ofte når skrænterne eroderer med træer på, sker der dog det, at træer og buske til en begyndelse overlever men blot glider med ned af skråningen eller vælter. Væggen er sidenhen (omkring 2019) udskiftet/renoveret og der er skabt en nedgang og plateauer beskyttet med yderligere stenglacis.

Bebyggelsen ligger ca. 10 m fra skrænttoppen.

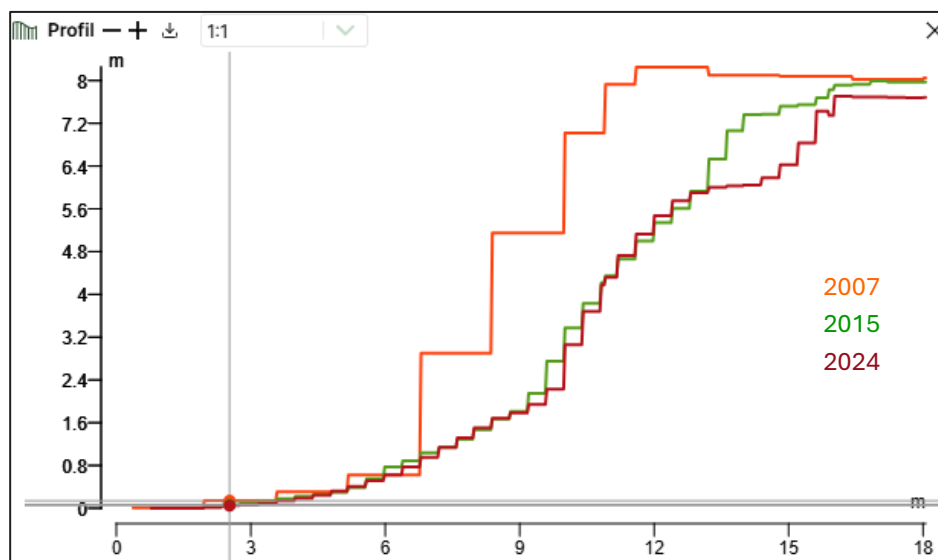
4.28. Frederiksborgvej 201

Kystbeskyttelsen består af en løst placeret/delvist nedbrudt skråningsbeskyttelse, som strækker sig ned til vandlinjen. Skråningsbeskyttelsen kan ses på skråfoto fra 2021 vist på Figur 4.50. Tæt bevoksning langs skrænten vanskeliggør en nærmere vurdering af anlæggets tilstand og etableringstidspunkt. Kystbeskyttelsen og skrænten ses af skråfoto fra 2023 vist på Figur 4.50.



Figur 4.50: Frederiksborgvej 201, 203 og 205, kystbeskyttelse i form af skråningsbeskyttelse og mur, skråfoto fra 2021

Af Scalgo ses det, at der mellem 2007 og 2015 forekom markant erosion af skrænten, se Figur 4.51.



Figur 4.51: Terrænprofil fra SCALGO udtaget ved Frederiksborgvej 201 for 2007, 2015 og 2024.

Da erosionen ikke ses af ortofotos kan det være at noget af forskellen i højdemodellerne stammer fra fejl ift. skelnen mellem den faktiske terrænoverflade og vegetationen (træer og buske). Ofte når skrænterne eroderer med træer på, sker der dog det, at træer og buske til en begyndelse overlever men blot glider med ned af skråningen eller vælter.

Bebyggelsen ligger ca. 4 m fra skrænttoppen.

4.29. Frederiksborgvej 203 og 205

Begge matrikler er beskyttet af en mur, som kan ses på Figur 4.50. På baggrund af tilgængeligt ortofoto- og skråfotomateriale samt højdemodeller ses der ikke tegn på erosion af skrænten. Skrænten fremstår overordnet fastholdt bag murene. Murene er synlige på ortofotos siden 2009. Ved nr. 203 er der yderligere lagt sten ud foran muren.

Bebyggelsen ved nr. 203 ligger ca. 5-10 m fra skrænttoppen og ved nr. 205 ca. 0-5 m fra skrænttoppen.

4.30. Nord for projektstrækningen – matrikel 7ry

Skrænten på matrikel 7ry nord for Frederiksborgvej 205 er meget stejl og bærer tydelige tegn på erosion og nedskridninger. Skrænten lige nord for nr. 205 er bevokset med træer, som er skredet ned. Derefter bliver skrænten næsten lodret og bar, som også vist i Figur 2.4.

4.31. Oversigt over beskyttelsesomfang

Af nedenstående kort i Figur 4.52 ses hvilke grunde der i dag er beskyttet og hvilke der ikke er.



— Erosion — Erosion ikke vurderet — Beskyttet - - - Delvist beskyttet

Figur 4.52: Oversigtskort over observeret erosion af skrænten gennem tiden, samt hvilke matrikler der er beskyttet idag. Ortofoto 2025.

5. Konklusion - Erosion og tilbagerykning uden beskyttelse

Gennemgangen af den tidligere erosion og de forskellige beskyttelses anlæg på de enkelte matrikler viser akut erosion ved at:

- Hvor grundene har været ubeskyttede har der de fleste steder tidligere været erosion af skrænten/skråningen
- Hvor grundene forsat er ubeskyttede vil der forekomme erosion af skrænten/skråningen i fremtiden.

Erosionen/hyppigheden heraf forventes i fremtiden ligeledes at tage til i takt med havspejlsstigningen.

Der er enkelte steder på projektstrækningen observeret tilbagerykning på flere meter som følge af blot én stormflodshændelse.

For flere ejendomme på projektstrækningen er det allerede kritisk nu om de er beskyttede eller ej, da deres huse eller andre anlæg ligger tæt på skrænttoppen (ved stejle skrånninger/skrænter rykker hele profilet tilbage).

Hvor meget erosion der vil forekomme fremadrettet er desuden afhængigt af, om der er græsplæne eller buskads bevoksning på skrænten/toppen med sidstnævnte som den bedst beskyttende type. Derudover lader det ikke til, at vegetation der kun er fremme i sommerhalvåret på stranden, har den store betydning som beskyttende element, da stormfloderne forekommer i vinterhalvåret. Det er også kendt at selv høj sivbevoksning knækker under stormfloder med bølgepåvirkning.

Hvis murene ikke med tiden forhøjes, må det derudover også forventes i fremtiden, at der vil forekomme erosion oven for murene som følge af øget bølgeenergi ved større vanddybde eftersom:

- Den generelle vandstand stiger som følge af klimaforandringerne (primære årsag)
- Murene reflekterer bølgerne, såfremt der ikke er skrå stensætning foran, og dermed potentielt accelererer erosionen af den foranliggende strand (delvis årsag)

For at sikre fremtidig passage på strækningen kan det derfor blive nødvendigt at strandfodre med naturligt forekommende materiale som f.eks. sand eller ral i kombination med stensætninger og mure.

Gennemgangen af kysten viste ligeledes, at projektstrækningen ikke er en klassisk tilgroningskyst, selvom Kystdirektoratets Kystatlas har klassificeret den som en sådan. Analysen viste i stedet, at projektstrækningen er en klintekyst uden revler men med enkelte karakteristika af en tilgroningskyst.