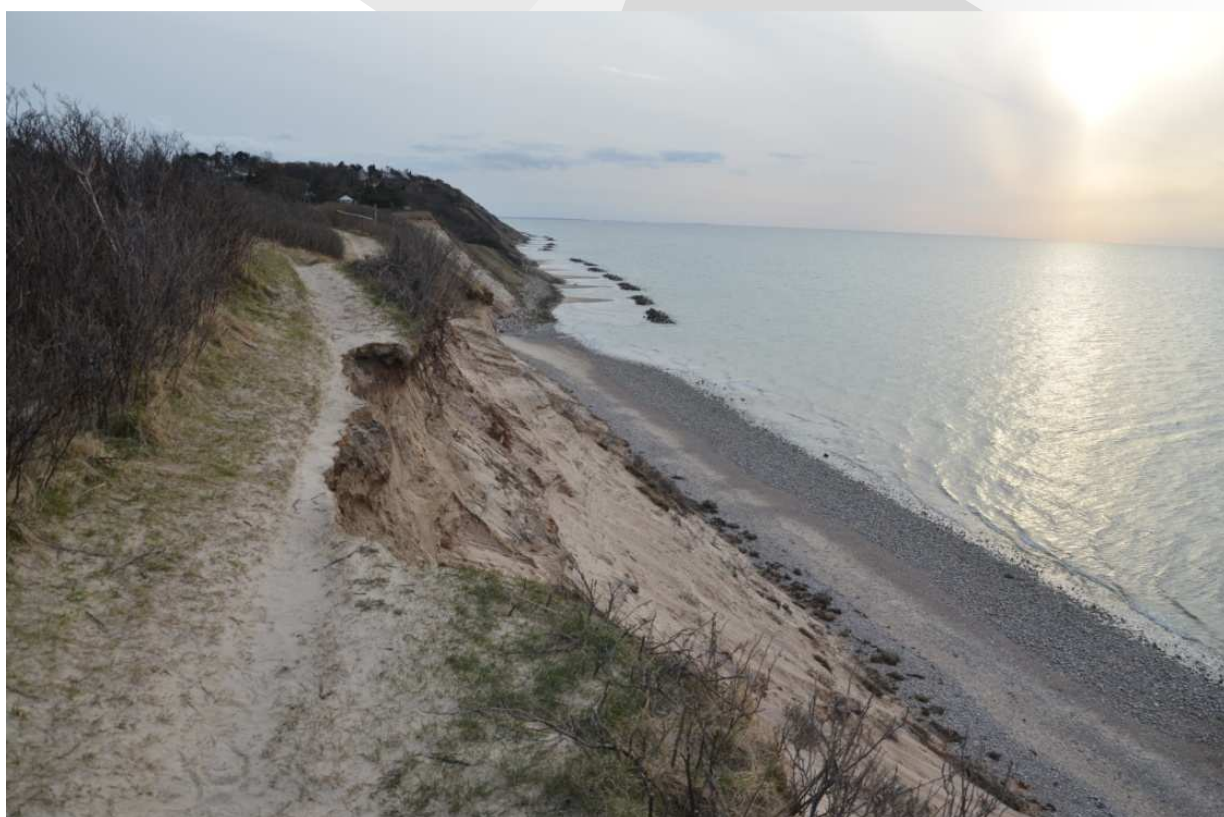


DECEMBER 2012
KLITGÅRDENS GRUNDEJERFORENING

KYSTTEKNISK RAPPORT

SKITSEPROJEKT - ENDELIG RAPPORT



UDARBEJDET AF COWI I SAMARBEJDE MED KLITGÅRDENS GRUNDEJERFORENING

COWI

ADRESSE COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby
Danmark

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

DECEMBER 2012
KLITGÅRDENS GRUNDEJERFORENING

KYSTTEKNISK RAPPORT

SKITSEPROJEKT - ENDELIG RAPPORT

PROJEKTNR.	A0028022
DOKUMENTNR.	01
VERSION	2
UDGIVELSESDATO	06 december 2012
UDARBEJDET	CEL / Birgit Lund (Klitgårdens Grundejerforening)
KONTROLLERET	OJJ
GODKENDT	CEL

INDHOLD

1	Introduktion	7
2	Resumé	9
2.1	Målsætning for skitseprojektet	9
2.2	Kystbeskyttelsesprojektet	10
3	Hvad søges der beskyttelse mod	12
3.1	Hvorfor er det gået så galt?	14
4	Historisk kystudvikling	16
4.1	Kystlinjeanalyse	16
4.2	Opmåling af kysten	21
4.3	Sandbudget	24
4.4	Vurdering af fremtidig erosion af ubeskyttet skrænt	25
5	Eksisterende forhold	26
6	Værdier	38
6.1	Cost-benefit analyse for interessentgrupper	39
7	Skitseprojektering	42
7.1	Normalvind	42
7.2	Normalbølgeklime	42
7.3	Sedimenttransport	44
7.4	Vurdering af fremtidig form af stranden	46
7.5	Dimensionsgivende bølge- og vandstandsforhold	47
7.6	Dimensionering af konstruktioner	49
7.7	Dimensionering af strandvold	51
7.8	Baggrund for anlægsoverslag	52

8	Skitseprojekt for kystbeskyttelse	53
8.1	Målsætning for skitseprojektet	53
8.2	Fase 1: Bølgebrydere	53
8.3	Fremtidig Sandbudget	57
8.4	Fase 2: Fodring med ral og sand	58
8.5	Fase 3: Vedligeholdelsesfodring	60
8.6	Kystbeskyttelsens virkning på kysten	60
9	Andre relevante oplysninger	63
9.1	Trappe	63
9.2	Uddrag fra KDIs inspektionsnotat fra 2011	64
9.3	Kommunens rolle i projektet	65
10	Referencer	66
11	Appendiks A Tegninger - Historisk kystudvikling	67
12	Appendiks B Tegninger - Skitseforslag	68

1 Introduktion

Klitgaardens Grundejerforening ved formanden Birgit Lund har anmodet COWI om at udarbejde et skitseprojekt for kystbeskyttelse ved Vincentstien i Vejby på matr.nr. 7h, Vejby by, Gribskov Kommune.

Grundejerforenings målsætning for projektet er *dels* at beskytte stranden og klinten på den ubeskyttede strækning langs vejen Ved Skrænten 1 – 21 til og med Hanebjerg Skovvej 48, der ligger yderst ved Heatherhills vestlige skel, - og *dels* at opretholde og forbedre adgangsforholdene ned til stranden og langs denne fra de offentlige tilgængelige områder ved Heatherhill i øst mod vest til Slugten ved Markvænget. Desuden sigter projektet mod at forbedre de rekreative muligheder på strækningen og herunder skabe mulighed for en sandstrand. Skitseprojektet er udviklet ud fra et helhedsperspektiv, som skal sikre, at alle interesser tages med og at løsningen er acceptabel for alle interessenter.

For såvel landliggerne som tilkørende turister er en strand en vigtig attraktion i kystnære områder (Visit Denmarks analyse af kystturisme). Et af projektets hovedformål er at skabe en sandstrand på strækningen mellem Heatherhill og Markvænget. Ved Markvænget er der ofte overbefolket med badegæster på gode sommerdage, og der er ofte ikke passage langs stranden øst og vest for nedgangen ved Markvænget, fordi stranden er eroderet tilbage.

Strækningen langs Vincentstien er udsat for omfattende læsideerosion forårsaget af de kystbeskyttelses anlæg, der er etableret vest herfor gennem de sidste 10 år, hvilket forstærkes af, at klinten langs Vincentstien er ubeskyttet.

Nedgangen fra vejen gennem Heatherhill til stranden er eroderet bort i forbindelse med stormene i vinteren 2011/12. Dette projekt vil kunne give nye muligheder for at etablere en mere stabil nedgang til stranden ved Heatherhill.

COWIs ydelser omfatter ad hoc rådgivning i forbindelse med udvikling og optimering af skitseprojektet samt i forbindelse med ansøgning om tilladelse til etablering af kystbeskyttelse.

Rapporten er opbygget ud fra de krav, som er opstillet af Kystdirektoratet i forbindelse med ansøgning og tilladelse til kystbeskyttelse. Rapporten skal læses sammen

med ansøgningsskemaet vedrørende tilladelse til kystbeskyttelse ved Vincentstien, som er indsendt af Klitgaardens Grundejerforening.

Klitgårdens Grundejerforening er stiftet i 1959 i forbindelse med udstykning af Klitgården, hvilket skete i forbindelse med Vejby Tibirke Kommunes køb af Heatherhill-området og den efterfølgende fredning. Grundejerforeningen har 49 medlemmer, og medlemskab er obligatorisk. I forbindelse med udstykning i 1959 entered kommunen med en af landets mest anerkendte landskabsarkitekter, professor Anne Marie Rubin, der planlagde området med de smukke vifteveje, der åbner sig mod stranden, det store fællesareal mod stranden (mellem ved Skrænten 11 og Ved skrænten 13, som ejes af grundejerforeningen) samt stien langs vandet på toppen af skrænten med en unik udsigt over vandet - Vincentstien, der blev fredet sammen med fredningen af Heatherhill. Vincentstien giver endvidere adgang til Heatherhill på toppen af skrænten.

Vincentstien ejes af Gribskov Kommune (oprindeligt Vejby Tibirke Kommune). På alle ejendomme i grundejerforeningen – samt på Vincentstien - har der fra udstykningens start været tinglyst en række servitutter, herunder en servitutbestemmelse om kystbeskyttelse – litra H.

Dette kystbeskyttelsesprojekt har to deltagere ud over grundejerforeningens medlemmer, nemlig Hanebjerg Skovvej 48, matr.nr. 8b Vejby by, der ejes af Ole Lynggaard og Gribskov Kommunen som ejer matr. nr. 7h Vejby by.

Vedtægter, og servitutter samt referat af seneste generalforsamling er bilag til ansøgningen om tilladelse til at etablere kystbeskyttelse langs Vincentstien.

2 Resumé

2.1 Målsætning for skitseprojektet

Projektets intention er at skabe en *helhedsløsning*.

Kystbeskyttelsen langs Vincentstien skal sigte mod at sikre fri passage langs kysten og stabilisere og opbygge stranden. Herved forbedres adgangsmulighederne til stranden og de rekreative værdier af kysten samtidig med, at skrænten langsomt stabiliseres og på sigt bevokses og hermed øges beskyttelsen af ejendommene i første række. Selve stien på toppen af skrænten er i dag delvist borteroderet, som det fremgår af rapportens forsidefoto.

Kystbeskyttelsesprojektet sikrer, at der er en kontinuert tilførsel af sediment til kysten.

Indledningsvis sikres tilførslen af sand til kysten ved fortsat naturlig erosion af skrænten på udvalgte strækninger.

Kystbeskyttelsesplanen indeholder desuden vedligeholdelsesfodring, som skal iværksættes senere.

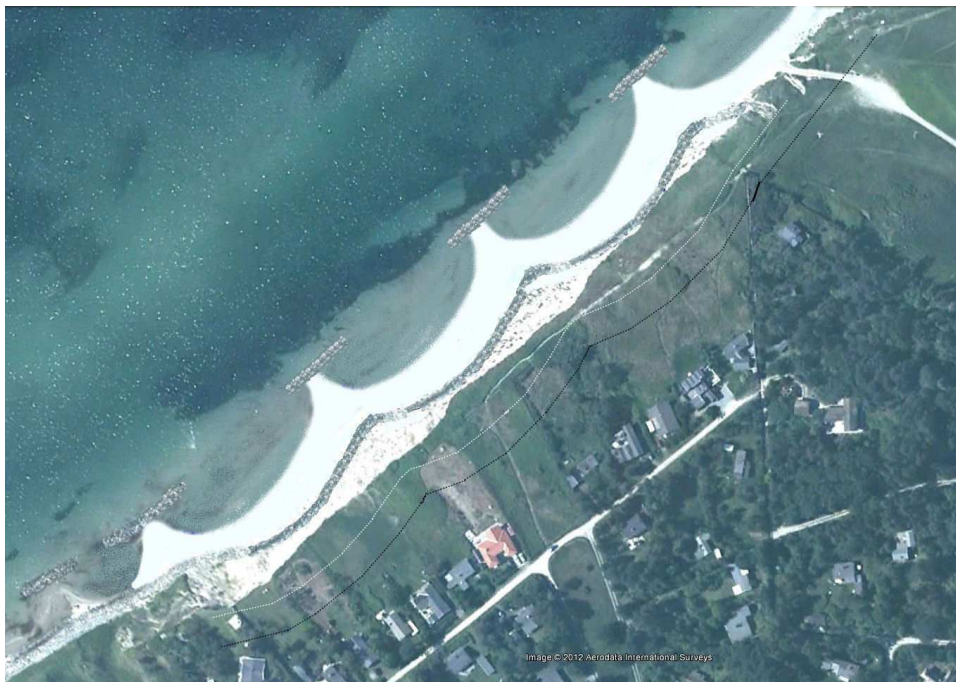
Ralfodring efter nogle år er en del af projektet, og det medfører, at skrænten stabiliseres, og det reducerer eventuelle negative påvirkninger af naturområderne ved Heatherhill. Sandfodring efter nogle år vil desuden tilføre materiale til stranden. Herved øges de rekreative værdier af strækningen samtidig med, at eventuelle negative effekter på kysten mod nordøst reduceres.

Det er altså *ikke* et projekt, som de øvrige faste anlæg der kendes vest for på strækningen mellem Vejby til Tisvilde. Anlæggene her er anlagt af grundejerne i 1. række, og har medført at sandstranden er forsvundet mange steder og de rekreative værdier er derved reduceret, da passage langs kysten er blevet besværlig. Desuden har disse anlæg skabt omfattende læsideerosion øst herfor, da der ikke udføres vedligeholdelsesfodring.

2.2 Kystbeskyttelsesprojektet

Kystbeskyttelsesprojektet udføres i 3 faser med års mellemrum, se Figur 8-1.

- › Fase 1: Bølgebrydere
- › Fase 2: Fodring af stranden med sand og ral.
- › Fase 3: Vedligeholdelsesfodring med sand og ral.



Figur 2-1 Skitseforslag for kystbeskyttelse ved Vincentstien

2.2.1 Fase 1. Bølgebrydere

Først anlægges 3 bølgebrydere for at bremse den kraftige erosion af skråningen og skabe mulighed for at opbygge en sandstrand på strækningen.

På trods af bølgebryderne vil skrænten i fase 1 stadig levere store mængder materiale til sedimentbudgettet på kysten og sikre et stort bidrag af sand til sedimenttransporten mod øst.

Bølgebryderne bliver 40 m lange og placeres med en indbyrdes afstand på ca. 75m. Bølgebryderne placeres ca. 30m fra kystlinjen, hvilket er længere ude end de eksisterende anlæg vest herfor. Bølgebryderne vil i løbet af nogle år danne tomboloer bagved, og der dannes en kurvet bugt mellem konstruktionerne. De nye bugter vil være større end de eksisterende bugter mod vest.

Bølgebryderne bygges på ca. 1,5m vanddybde. Her er der naturlig stenbund, som vil medvirke til at beskytte bølgebryderne mod fremtidig erosion. Bølgebryderne opbygges af filtersten i bunden med diameter på mellem 10 og 30 cm og med en

overbygning af dæksten med en vægt på mellem 1 og 3 t til en kronekote på +1,5m over normal vandstand.

Når bølgebryderne er anlagt, vil skrænten fortsat erodere mellem bølgebryderne, indtil skræntens form har fundet en naturlig ligevægt, og der er dannet et bølget forløb. Det betyder, at der naturligt fra skrænten i denne periode fortsat vil blive afgivet en meget stor mængde grus- og sandmateriale til stranden.

Bølgeformen af skrænten og stranden betyder, at der vil være sandstrand på hele strækningen og ikke kun ud for bølgebryderne, og at der vil være mulighed for at færdes langs stranden.

I løbet af nogle år vil erosionen mellem bølgebryderne aftage, når skrænten nærmer sig en ny ligevægtssituation.

2.2.2 Fase 2. Fodring med sand og ral

Når skrænten har opnået en mere stabil form, fodres med ral langs den nye skræntfod for at stabilisere skræntfoden. Samtidig sandfodres der som kompensation for, at bidraget af sand til sedimentbalancen langs kysten nu nedsættes. Det vurderes at tage op til 5 år, før denne mere stabile form har indfundet sig.

Fodringen vil bestå af en kombination af groft sand, der pumpes ind, samt af ral med en diameter på mellem 2 cm og 15cm, der pålægges med lastbiler fra landsiden. Ral-stenene vil blive placeret i en strandvold nærmest skrænten og vil således *genskabe* den naturlige ralbanket, som der tidligere har været på stranden frem til 2007 – 2008 (se Figur 5-9), og som stadig findes foran Heatherhill (se Figur 5-10 og Figur 5-13).

Strandvolden vil være *dynamisk*, dvs. at dens aktuelle profil vil tilpasse sig de aktuelle bølge- og vandstands-påvirkninger.

Strandvolden kombineret med sandfodring vil bevirke, at der fremover skabes mulighed for at færdes langs stranden.

Når skrænten er stabiliseret med den dynamiske ralstrandvold, vil hældningen af skrænten reduceres fra de nuværende ca. 45 - 50 grader til ca. 35 grader. Med den lavere hældning vil skrænten på sigt igen blive bevokset med den stedstypiske flora, som den havde frem til år 2004/2007, se Figur 5-8 og Figur 5-9. Bevoksningen vil, når den har fået fat, medvirke til at fastholde skræntens hældning og sikrer imod yderligere vinderosion og sandfygning.

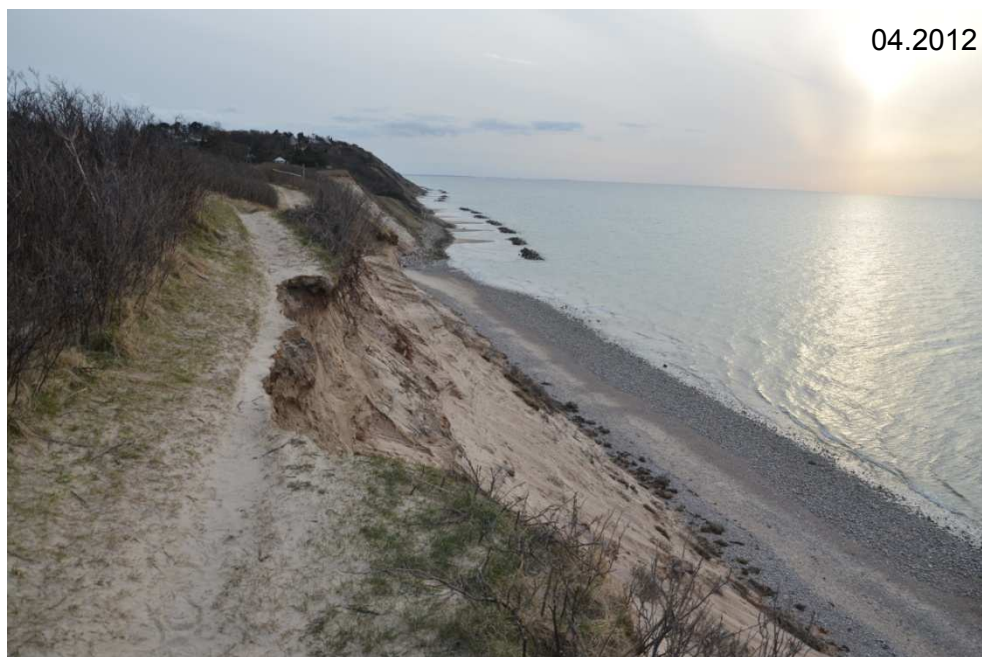
2.2.3 Fase 3. Vedligeholdelse

Når Fase 2 er gennemført, skal der fodres med groft sand/ral ca. hvert 3. år med i størrelsesordenen, 12.000 m³, for at opretholde stranden ved Vincentstien og øst for.

Det vil imidlertid være en bedre kystteknisk løsning at sandfodre på en længere strækning mellem Tisvilde og Heatherhill end ud for Vincentstien alene, hvor der vil være stor risiko for, at sandet forholdsvis hurtigt forsvinder mod øst.

3 Hvad søges der beskyttelse mod

Der er en ca. 22m høj klint langs Vincentstien, som hovedsageligt består af sand. Kysten har været udsat for tiltagende erosion, der startede i 1995. Dette har medført, at stranden er blevet lavere og skråningen er rykket tilbage med stigende hastighed. Vincentstien, som er en fredet, offentlig sti, der løber langs toppen af klinten, er forsvundet langs den vestlige del af strækningen i 2008 og er truet langs den østlige del, se Figur 3-1.



Figur 3-1 Læsideerosion af skråningerne langs Vincentstien

Erosionshastigheden er forholdsvis stor samtidig med, at skrænten er høj. Dette medfører, at den aktuelle kysttilbagerykning nu vurderes indenfor en kortere årrække at kunne true husene i første række. Desuden er stranden blevet betydelig

lavere samtidig med, at kysterosionen er accelereret. Dette har medført, at situationen er forværret betydeligt de seneste år.

Der er udført omfattende kystbeskyttelse med bølgebrydere og skråningsbeskyttelse vest for Vincentstien. Denne blev udført mellem 1997 (hvor Frederiksborg Amts samlede kystbeskyttelsesprojekt blev opgivet) og 2009 startende fra vest. Bølgebryderne og skråningsbeskyttelserne vurderes at have medført omfattende læsideerosion ud for Vincentstien. Dette kan blandt andet ses ved, at vegetationen på skråningerne blev angrebet i 1995, og den sidste rest af vegetationen er forsvundet ved stormene i november/december 2011. Jo tættere på Vincentstien anlæggene er kommet, jo hurtigere er erosionen foregået.

Der er så vidt vides ikke udført strandfodring i forbindelse med anlæggelse af de nye anlæg vest for.

Yderligere er Heatherhill efterhånden eroderet så meget tilbage, at det naturlige kystfremspring øst herfor har mistet en del af sin stabiliserende virkning på kysten, hvilket yderligere forstærker erosionen.

Skrænten er nu åben og eroderer kraftigt på hele strækningen langs Vincentstien, og en stor del af den naturlige ralstrand er nu forsvundet.

Den rekreative værdi af området er reduceret som følge af kysterosionen og på grund af tabet af den fredede Vincentsti, der bød på en enestående og smuk udsigt på toppen af skrænten ud over vandet, hvilket kun findes få steder på Nordsjællands kyst. Endvidere er adgangen til stranden ved Heatherhill og langs Vincentstien blevet meget besværlig og farlig, som følge af den stejle skrænt helt op forbi Heatherhill.

Erosionen betyder også, at det er besværligt at opretholde en trappe ned ad den stejle ustabile skrænt ved Fællesområdet midt på strækningen. Desuden er der betydelige tab af jord langs de private og kommunale grunde i første række. Dette kan indenfor en kortere årrække true husene langs skrænten, da den høje stejle skråning vil medføre, at skråningen vil blive ved med at skride sammen i mange år fremover, selv efter at skræntfoden er stabiliseret.

Endelig betyder de nøgne skrænter uden bevoksning, at der er en betydelig sandfygning – også i perioder uden egentlige storme. Ud over generne med sand inde i husene, resulterer sandfygning i, at mange træer inden for en afstand af 30 m fra skrænttoppen går ud – selv om disse træer har vokset på stedet gennem 60 år.

Det vurderes som nødvendigt at anlægge kystbeskyttelse for at bremse den aggressive kysterosion langs den ubeskyttede skråning ved Vincentstien.

3.1 Hvorfor er det gået så galt?

Følgende afsnit er udarbejdet af Klitgårdens Grundejerforening.

Klitgårdens Grundejerforening har haft fokus på kystbeskyttelse siden midten af 1990'erne, og der var blandt foreningens medlemmer klar tilslutning til Frederiksborg Amts store kystsikringsprojekt i 1995-1997. Projektet var en helhedsløsning og omfattede bl.a. ralfodring udfør Vincentstien. Anlægsomkostningerne for området var estimeret til 600.000 kr. Politikkerne skinlagde beklageligvis projektet i 1997 efter nogle kritiske borgermøder. Ole Lynggaard, ejer af Hanebjerg Skovvej 48 var en af de markante initiativtagere til at få projektet gennemført.

I 1999 besluttede Klitgårdens Grundejerforening og 2 andre grundejerforeninger mod vest sammen med Helsing Kommune at søge om etablering af trykudligningsrør for at modvirke de stigende erosionsproblemer. Trykudligningsrørene, der blev boret ned i 2000, var ikke nogen dyr løsning, men de virkede heller ikke, hvilket konstateredes allerede i 2001 og blev bekræftet af Carl Bro's (nu Grontmij) opmåling i 2001.

Dette satte yderligere gang i bygning af bølgebrydere vest for Vincentstien, og i 2003 blev der bygget bølgebrydere på hver side af nedgangen til stranden ved Markvænget – 50 % finansieret af Helsing Kommune.

Erosionen i skrænten ud for Vincentstien tiltog herefter.

På generalforsamlingen i Klitgårdens Grundejerforening i juni 2004 besluttedes det, at få udarbejdet et forslag til kystbeskyttelse, og grundejerforeningen og Helsing Kommune indgik kontrakt med Niras om projektering. Helsing Kommune afsatte i alt 1,3 mio. (ekskl. moms) til projektet i 2005 og 2006 svarende til 50 % af anlægsomkostningerne på 3,2 mio. kr. inkl. moms.

Grundejerne blev præsenteret for 4 løsningsmuligheder. 2 blev fravalgt, men der var ikke kvalificeret flertal for ét af de to sidste forslag. Derfor fremsendtes ansøgning til Kystdirektoratet den 30. august 2005 med 2 løsningsmuligheder.

Kystdirektoratet svarede den 1. december 2005, at grundejerforeningen skulle vælge, hvilken af de 2 løsninger, man foretrak, før man kunne behandle ansøgningen.

Klitgårdens Grundejerforening valgte i 2006 at gå videre med den ene løsning, kaldt 3c.

Som følge af kommunesammenlægningen lykkedes det først i marts 2007 at få en dialog med Gribskov Kommune om kystbeskyttelsen. Klitgårdens Grundejerforening finansierede i 2007 opdatering af projektet ved hjælp af Niras A/S, og alt ansøgningsmaterialet blev den 27. august 2007 fremsendt til Gribskov Kommune, der ejer matr.nr. 7 h, således at de kunne stå som medunderskriver af ansøgningen/give deres samtykke, således som det fremgår af Kystdirektoratets regelsæt om ansøgninger.

Til trods for omfangsrig dialog og korrespondance mellem kommunen og grundejerforeningen lykkedes det ikke for Klitgårdens Grundejerforening at få Gribskov Kommune til at give samtykke og videresende grundejerforeningens ansøgning til Kystdirektoratet.

Derfor søgte en gruppe grundejere i første række i 2008 om tilladelse til kystbeskyttelse. Hertil svarede Kystdirektoratet til Ole Heise den 25. september 2008, at ”I kan ikke forvente at få tilladelse til nye bølgebrydere eller skråningsbeskyttelse på matrikel 7 h Vejby By, Vejby på nuværende tidspunkt.”

Herefter indstillede grundejerforeningen sine forsøg på at få Gribskov Kommune til at give sit samtykke til grundejerforenings ansøgning til Kystdirektoratet.

Den 25. november 2008 havde Jakob Wandall inviteret en række personer, heriblandt Per Sørensen fra Kystdirektoratet og Jan Ferdinandsen, formand for Teknisk udvalg (nu borgmester) til et møde, der omhandlede et storskala sandfodringsprojekt i Gribskov Kommune. Klitgårdens Grundejerforening deltog i mødet.

Jakob Wandall og Klitgårdens Grundejerforenings formand Birgit Lund blev tidligt i forløbet de to drivende kræfter fra grundejerside i sandfodringsprojektet.

Stor var naturligvis skuffelsen, da Gribskov Kommunes politikere valgte en proces, der førte til, at sandfodringsprojektet blev opgivet i juni 2011 – ikke mindst i betragtning af, at den foreslåede løsning var ’fuldt finansieret’ af grundejerne, hvoraf 80 – 90 % er landligere og ikke borgere i Kommunen.

Indtil da havde Klitgårdens Grundejerforening håbet, at det akutte behov for kystbeskyttelse kunne dækkes inden for rammerne af en samlet løsning for hele Gribskov Kommune. Det håb bristede i juni 2011.

Som følge af politikernes beslutning i juni 2011, indsendte Klitgårdens Grundejerforening den 15. juni 2011 anmodning om stiftelse af kystsikringslag til Gribskov Kommune, fordi Kommunen i 2007 og 2008 anførte mangel på kystsikringslag og ønsket om en samlet løsning for en større strækning som begrundelse for ikke at fremsende ansøgningen til Kystdirektoratet. Den samlede løsning fravalgte kommunens politikere selv i juni 2011.

Der har siden været en omfattende dialog og korrespondance med Gribskov Kommune, herunder om rækkevidden af den servitut, der er omtalt ovenfor. Der er endnu ikke opnået enighed om rækkevidde af servitutten, men Gribskov Kommune har den 23. oktober 2012 givet samtykke uden forbehold til en ansøgning om kystbeskyttelse ud for matr.nr. 7h.

Ejendommen på Hanebjerg Skovvej 48, matr.nr. 8b, Vejby ligger tættest på skrænten og ved stormene i november/december 2011 eroderedes skrænten helt til skrænttoppen. Ole Lynggaard har ansøgt om en midlertidig skåningsbeskyttelse ud for sin ejendommen, men har fået afslag af Kystdirektoratet, da dette ikke er den rigtige tekniske løsning. Nærværende projekt har som mål at beskytte såvel Hanebjerg Skovvej 48, matr.nr. 8b, Vejby som interesserne i Klitgårdens Grundejerforening, se Situationsplan i Appendiks A.

For at sikre området fremover er det nødvendigt at begynde at etablere kystbeskyttelse på denne strækning nu.

Klitgårdens Grundejerforening er imidlertid også som initiativtager til og formand for foreningen Kystbeskyttelse Gribskov – en forening af kystbeskyttelseslaug og grundejerforeninger, der arbejder for at gennemføre et pilotprojekt med sandfodring i Gribskov Kommune. Gribskov Kommune bakker op om dette initiativ og har bevilliget et tilskud til udarbejdelse af projektforslag.

4 Historisk kystudvikling

4.1 Kystlinjeanalyse

I forbindelse med skitseprojektet for sandfodring på Nordkysten blev der udarbejdet en kystlinjeanalyse for Gribskov Kommune, ref. 1. Kystudviklingen blev analyseret på baggrund af flybilleder fra 1954, 2005 og 2009. Analysen bygger på en digitalisering af vandlinje og skræntfod på flybillederne langs kommunens kyst. De analyserede kystlinjer sammenlignes herefter ved en række lokaliteter for at kunne kvantificere kystudviklingen. Analysen illustrerer således kystudviklingen over en periode på mere end 50 år i Gribskov Kommune.

Figur 4-1 viser kystlinjetilbagerykningen estimeret på baggrund af flybilledanalysen i Gribskov Kommune. Afstanden på figurens x-akse angiver afstanden til Stængehuse langs kysten. Heatherhill er lokaliseret ved St. 10.000. Vincentstien løber således mellem ca. St. 9500 og 10.000.

Figuren viser, at kystlinjeudviklingen varierer meget langs kysten. Generelt har der været en kysttilbagerykning på mellem 0 og 30m i perioden mellem 1954 og 2009. Der er dog også strækninger, hvor kysten er rykket mellem 0 og 20m frem.

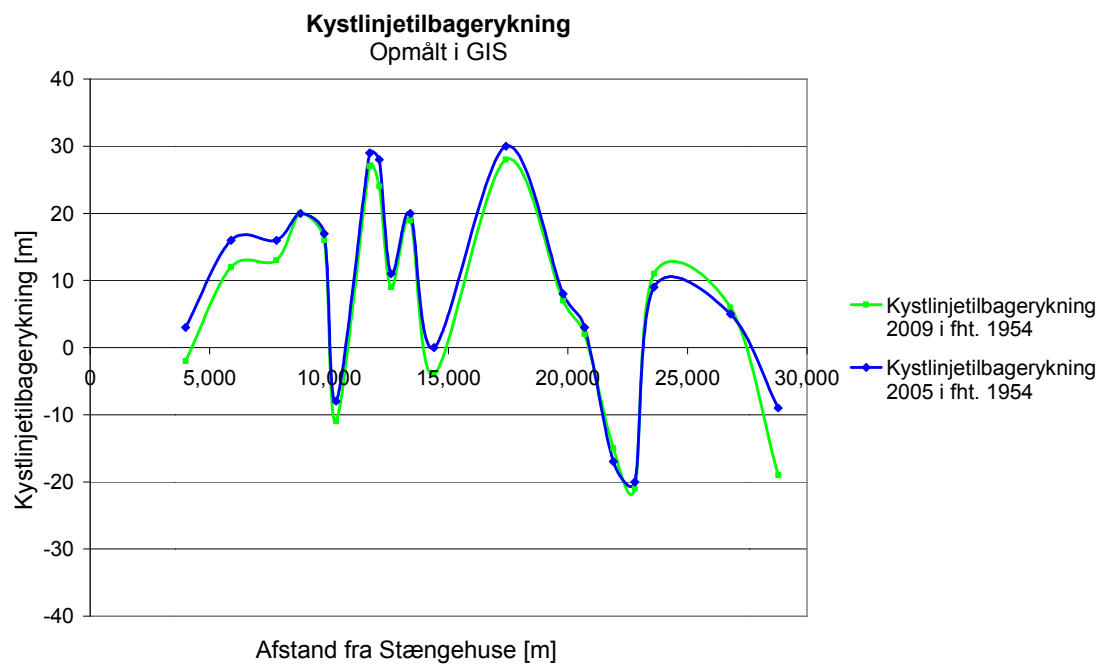
Variationen i kysterrosionen skyldes til dels, at hårde morænepartier eroderer langsommere end sandende strækninger.

Heatherhill fremstår som et relativt stabilt kystfremspring, St. 10.000. Der er historisk set betydelig erosion af den ubeskyttede strækning ved Vincentstien vest for Heatherhill, hvor der er observeret kysterrosion på i størrelsesordenen 25m i perioden mellem 1954 og 2009 – reelt er erosionen sket siden 1995.

Der er etableret mange kystbeskyttelseskonstruktioner på strækningen vest for Vincentstien, som påvirker kystlinjeudviklingen lokalt øst for, da nettosedimenttransporten er mod nordøst.

Figur 4-2 viser et eksempel på kystlinjeudviklingen omkring Vincentstien og Heatherhill mellem 1954 og 2005. Kysten er her rykket tilbage som følge af læsideerosion nordøst for kystbeskyttelsen. Størstedelen af kysten mod nordøst ud mod

Heatherhill ser dog ud til at være forholdsvis stabil og skråningen er stabiliseret med bevoksning.

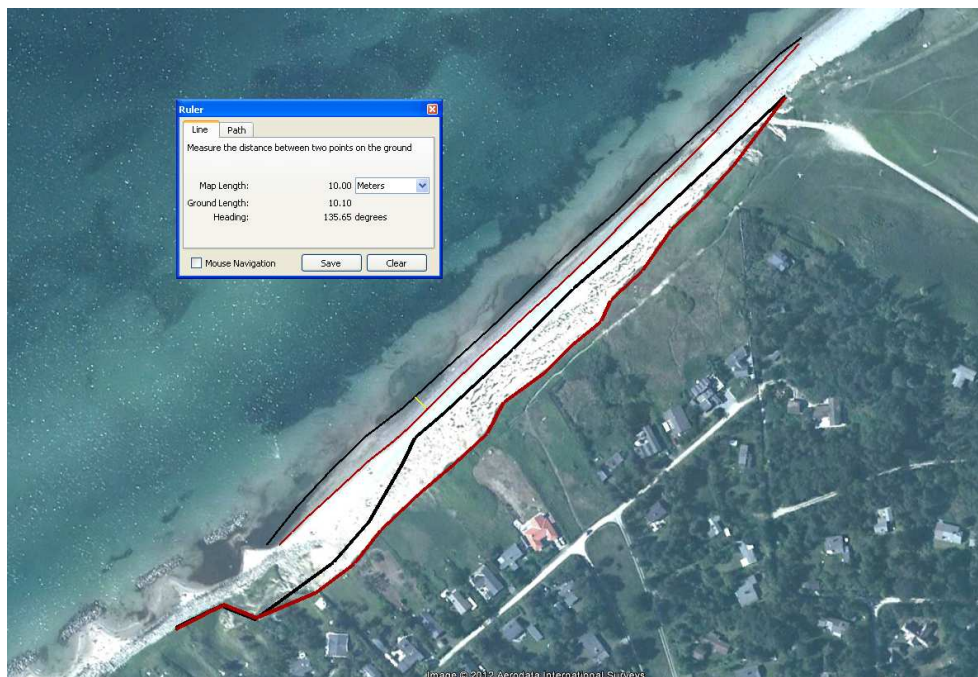


Figur 4-1 Kystlinjetilbagerykning mellem 1954 og 2009 bestemt ud fra luftfoto, ref. 1

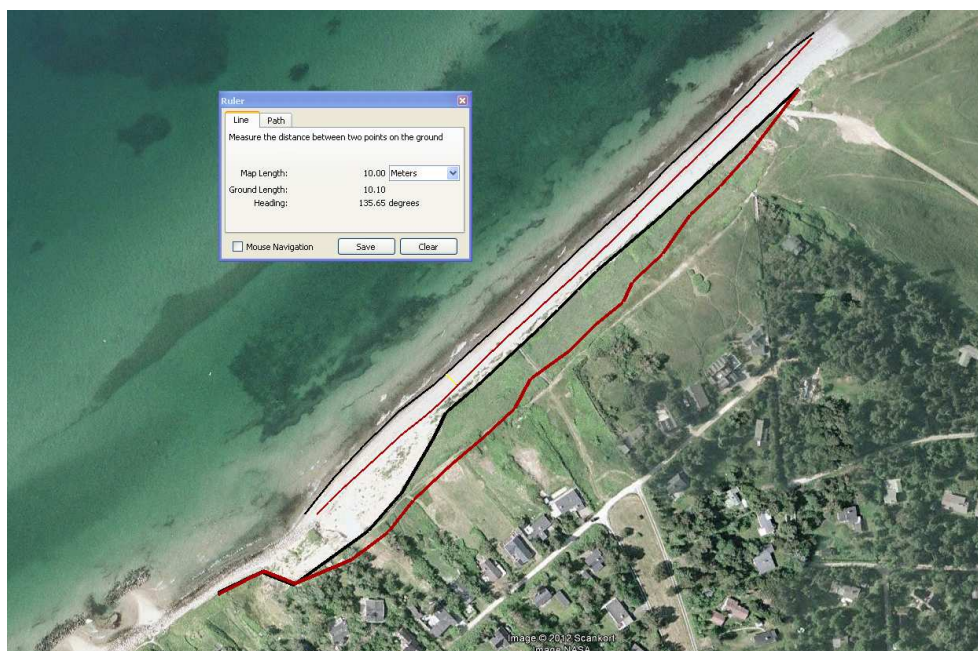


Figur 4-2 Kystlinjetilbagerykning ved Heatherhill mellem 1954 og 2005. Profil 107, St. 10.300.
Mørkerød: vandlinje 1954, Orange: skræntfod 1954, ref. 1

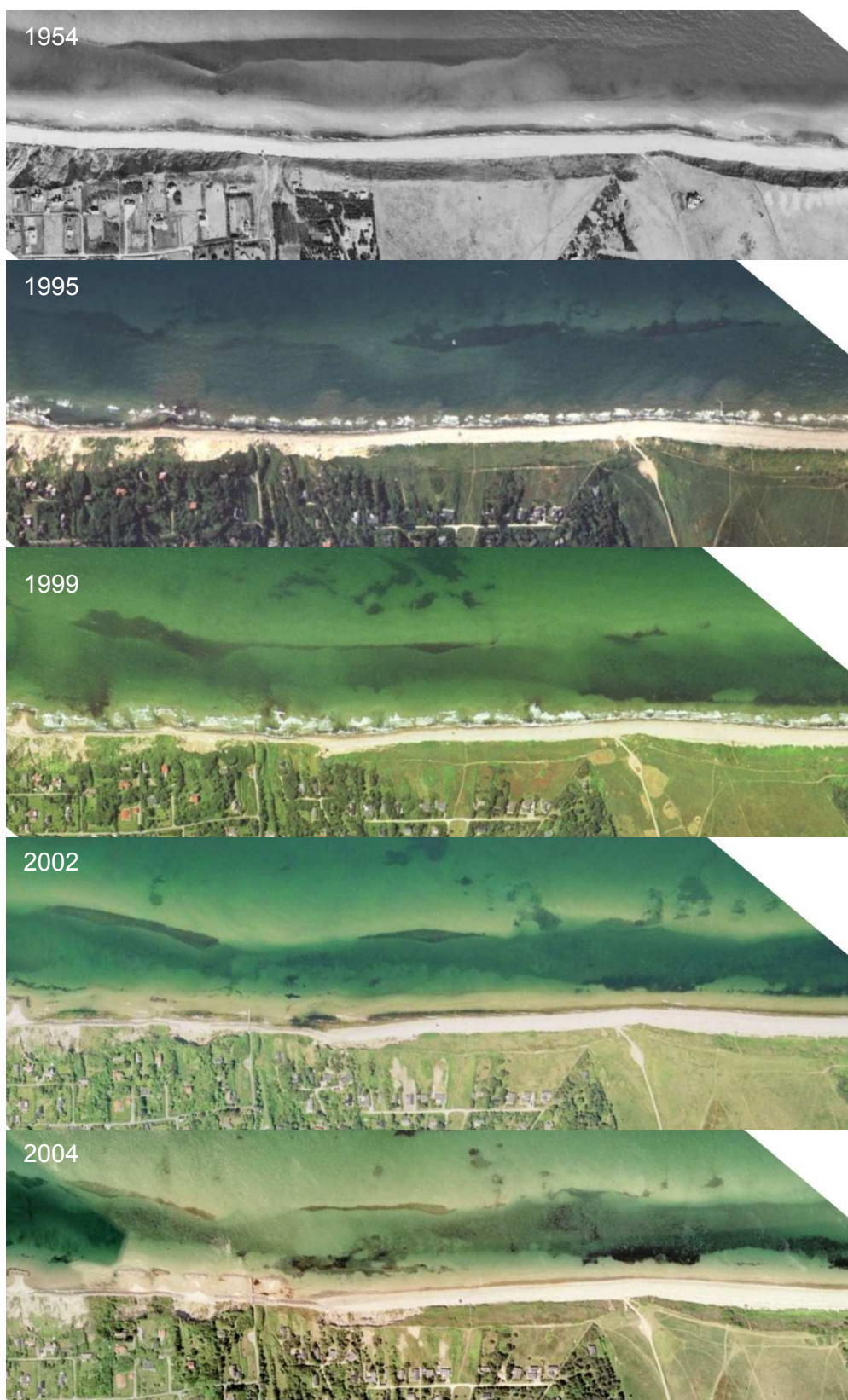
Figur 4-3 og Figur 4-4 viser en digitalisering af vandlinjen i 2005 og 2010. Desuden viser figurene, hvor erosionen af skråningerne starter. Kysterrosionen er øget betydeligt efter 2005, hvor hele skrånningen langs Vincentstien nu er under kraftig erosion, Figur 4-5 og Figur 4-6. Vegetationen er forsvundet fra skrånningen. Toppen af skrånningen og vandlinjen rykker nu tilbage. Udviklingen vurderes at skyldes læsideerosion øst for bølgebryderne, som er bygget gennem de sidste 15 år, samt at stranden er blevet lavere og at Heatherhill har mistet en del af sin stabiliserende virkning på skrænten. Vandlinjen er overslagsmæssigt rykket 10m tilbage mellem 2005 og 2010.



Figur 4-3 Erosion af stranden og skrånningen mellem 2005 og 2010 (2010 foto) Google Earth



Figur 4-4 Erosion af stranden og skrånningen mellem 2005 og 2010 (2005 foto) Google Earth



Figur 4-5 Historiske ortofotos af kysten (1954-2004). Copyright COWI



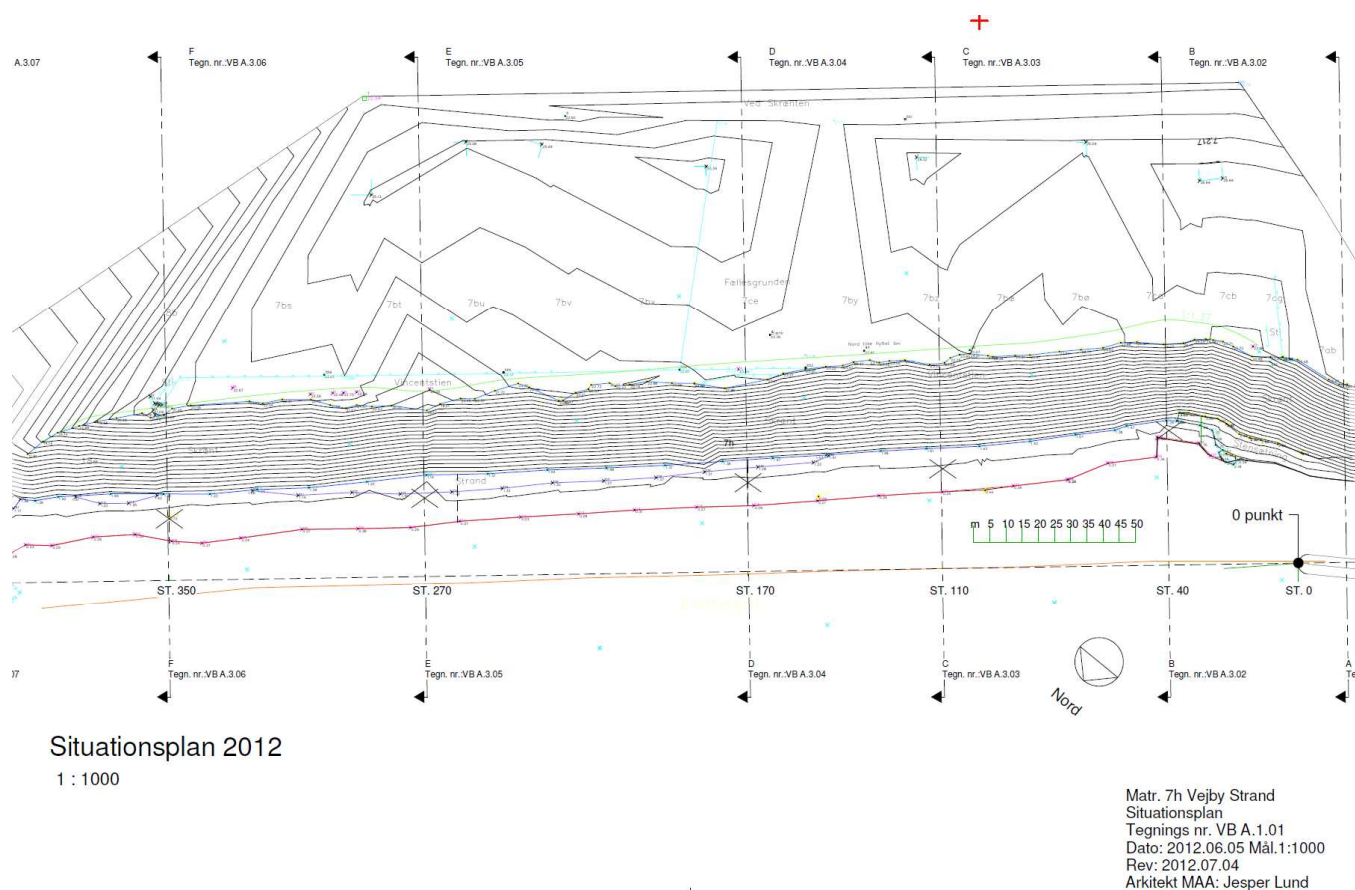
Figur 4-6 Historiske ortofotos af kysten (2004-2012). Copyright COWI

4.2 Opmåling af kysten

Klitgaardens Grundejerforening har gennemført en række registreringer og opmålinger af stranden og skrænten siden 2001. Senest er skrænten blevet målt op i juni 2012.

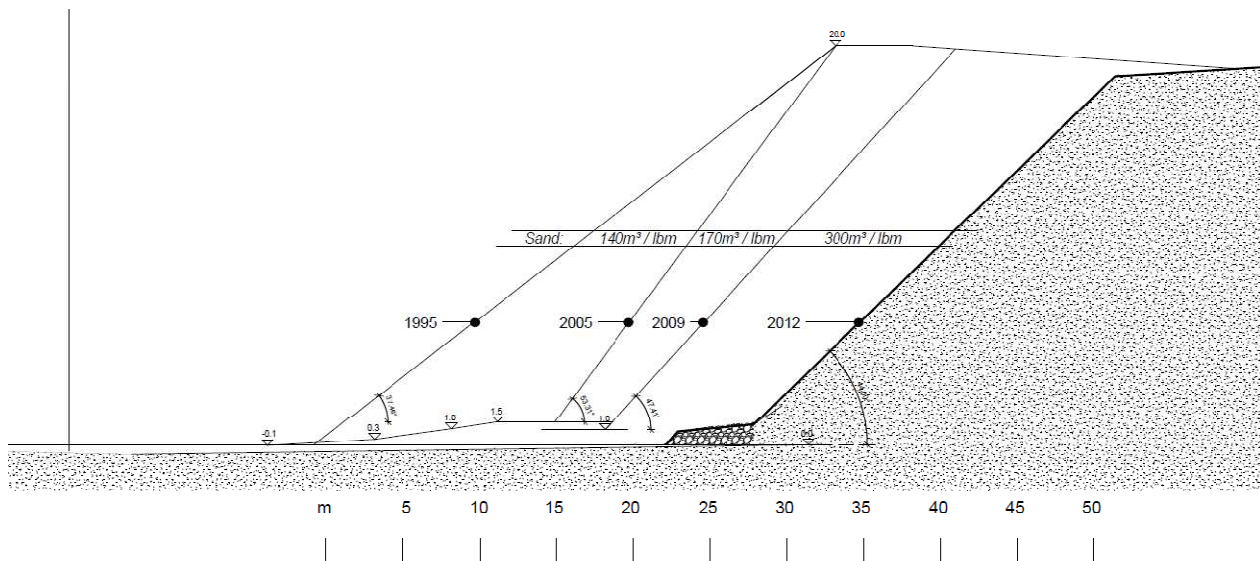
COWI har ikke udarbejdet opmålingsmaterialet, men benytter de data og tegninger, som er stillet til rådighed af Klitgaardens Grundejerforening i analysen af den historiske udvikling af skrænten og stranden.

Figur 4-7 viser en oversigt over opmålingsområdet samt placeringen af profillinjerne, som benyttes til at illustrere den seneste udvikling af skrænten og stranden langs Vincentstien.

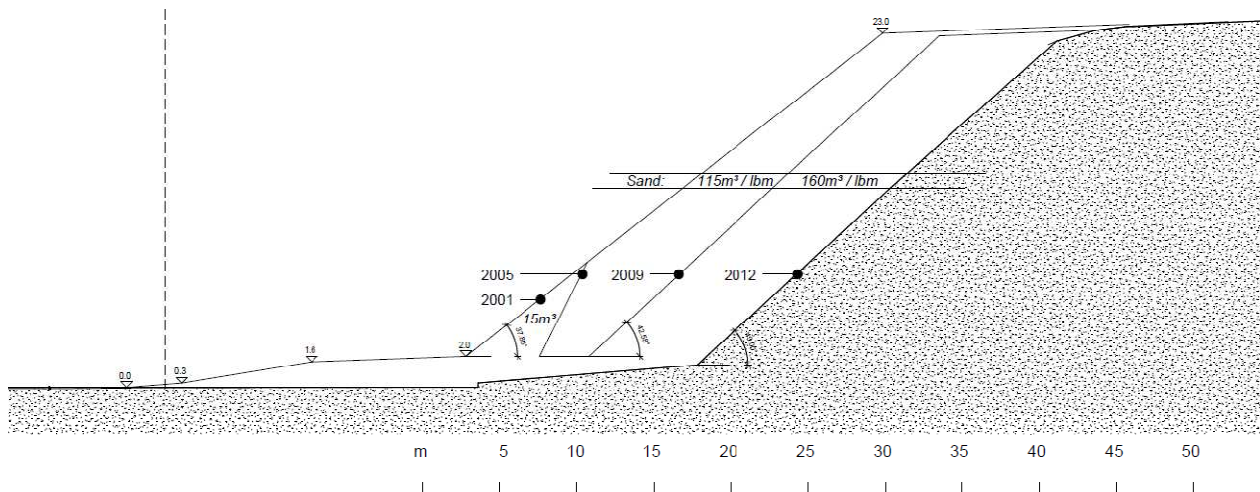


Figur 4-7 Oversigtsplan for opmåling af kysten og skråningen

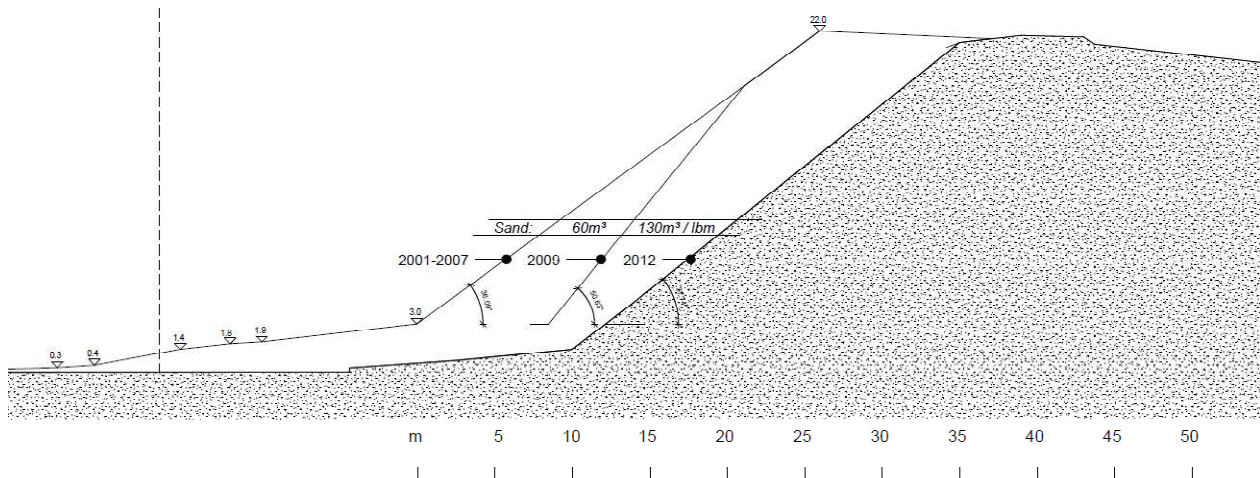
Opmålingerne viser, at skrænten er rykket betydeligt tilbage på strækningen i perioden mellem 1995 og 2012, se Figur 4-8 til Figur 4-10 (se også Kapitel 11: Tegninger - Historisk kystudvikling).



Figur 4-8 Historisk kystudvikling ved Profil B



Figur 4-9 Historisk kystudvikling ved Profil D

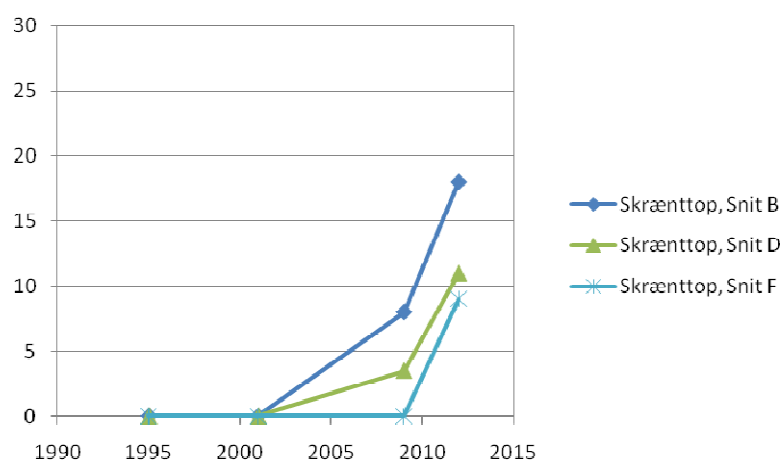


Figur 4-10 Historisk kystudvikling ved Profil F

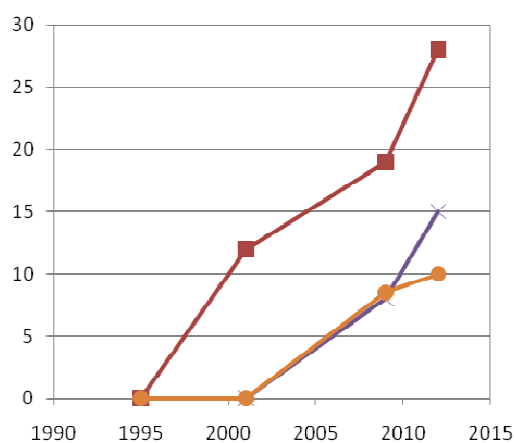
Figur 4-11 og Figur 4-12 viser sammen med Tabel 4-1 en analyse af kysttilbage-rykningen ved Vincentstien baseret på de tilgængelige opmålinger.

Tabel 4-1 Analyse af historisk erosion af skrænten

Sted			Tilbagetrækning i meter			
			1995	2001	2009	2012
Skrænttop, Snit B		Meter ialt	0.0	0.0	8.0	18.0
	2001-2009	gns m/år			1.0	
	2009-2012	gns m/år				3.3
Skræntfod, Snit B		Meter ialt	0.0	12.0	19.0	28.0
	2001-2009	gns m/år			0.9	
	2009-2012	gns m/år				3.0
Skrænttop, Snit D		Meter ialt		0.0	3.5	11.0
	2001-2009	gns m/år			0.4	
	2009-2012	gns m/år				2.5
Skræntfod, Snit D		Meter ialt		0.0	8.0	15.0
	2001-2009	gns m/år			1.0	
	2009-2012	gns m/år				2.3
Skrænttop, Snit F		Meter ialt		0.0	0.0	9.0
	2001-2009	gns m/år			0.0	
	2009-2012	gns m/år				3.0
Skræntfod, Snit F		Meter ialt		0.0	8.5	10.0
	2001-2009	gns m/år			1.1	
	2009-2012	gns m/år				0.5



Figur 4-11 Historisk tilbagerykning af skrænttop



Figur 4-12 Historisk tilbagerykning af skræntfod

Analysen viser, at kysterosionen generelt foregår med stigende hastighed over tid og erosionshastigheden af skræntfoden er størst mod vest (1m/år i perioden 2001–2009 og 2,7m/år 2009-2012) og aftager lidt op mod Heatherhill (1m/år).

Dette indikerer, at det er læsideerosion, der er den primære grund til den observerede kysttilbagerykning. Den observerede kystudvikling medfører, at kysten langsomt ændrer orientering mod en mere stabil orientering. Heatherhill er mere stabil og erosionen er derfor langsommere her. Den gennemsnitlige tilbagerykning af skrænten er omkring 1,5m/år (2005-2011).

Figur 4-12 og Tabel 4-2 viser også, at stranden er eroderet ned til 0-1,5m i højden ved skræntfoden. Den naturlige ralstrand, som tidligere beskyttede skråningen er nu delvist forsvundet med det resultat, at selv mindre storme nu kan erodere den eksponerede skrænt. Det er også en grund til, at kysterosionen er accelereret betydeligt gennem de sidste 5år og efter, at bølgebryderne mod vest er blevet udbygget.

Tabel 4-2 Analyse af historisk erosion af højden af stranden (Klitgårdens Grundejerforening)

Sted	tværsnit		Strandens højde ved skræntfod				
			før 1995	2001	2005	2009	2011
VS1/VS3	B	meter		1.5		1.5	
VS7	C	meter				1.6	
Fællesareal	D	meter		2.0		1.9	
VS17	E	meter				1.8	
Ole Lynggaard	F	meter		3.1		2.2	
Hele strækning, vurderet fra fotos			3,0 - 3,5				

4.3 Sandbudget

Tabel 4-3 viser den historiske udvikling af, hvor store sandmængder der er eroderet fra skrænten langs Vincentstien.

Tabel 4-3 Historisk sandbudget for skrænten (Klitgårdens Grundejerforening)

Periode	Antal år	Samlet erosion	Årlig erosion	Erosion
		m ³	m ³ /år	m ³ /m/år
Før 1995		0	0	0
1995-2004	10	16.000	2.000	5
2005-2008	4	37.000	9.000	26
2009-2011*	3	56.000	19.000	53
I alt	17	109.000		
Gennemsnit 1995-2004	10		2.000	5
Gennemsnit 1995-2008	14		4.000	11
Gennemsnit 1995-2011	17		6.000	18
Gennemsnit 2005-2011	7		13.000	38
Gennemsnit 2009-2011	3		19.000	53

*2/3 af materialetabet anslås at være sket i 2011

Tabellen viser, at erosionen fra skrænten er øget markant siden 2005. Den øgede erosion skyldes, at stranden er blevet lavere som følge af, at ralstranden er eroderet ned, se også Tabel 4-2. Generelt vurderes den accelererende erosion langs Vincentstien at skyldes læsideerosion øst for de bølgebrydere, som er etableret gennem de sidste godt 10 år.

Materialetabet ud for Vincentstien er beregnet på grundlag af den historiske kystudvikling og skræntens tilbagerykning, Figur 4-8 til Figur 4-10. Tallene for tilbagerykningen er skønnet på basis af luftfotos og perspektivfotos optaget gennem årene samt opmålinger af stranden og skrænten.

4.4 Vurdering af fremtidig erosion af ubeskyttet skrænt

Der ses ingen tegn på stabilisering af forholdene langs Vincentstien på nuværende tidspunkt. Den kraftige erosion vurderes at ville fortsætte med uformindsket eller stigende hastighed i fremtiden, hvis der ikke etableres kystbeskyttelse.

De fleste af de 12 huse i 1. række er nu truet inden for en tidshorisont på 10 til 25år, se Tabel 4-4 (grøn).

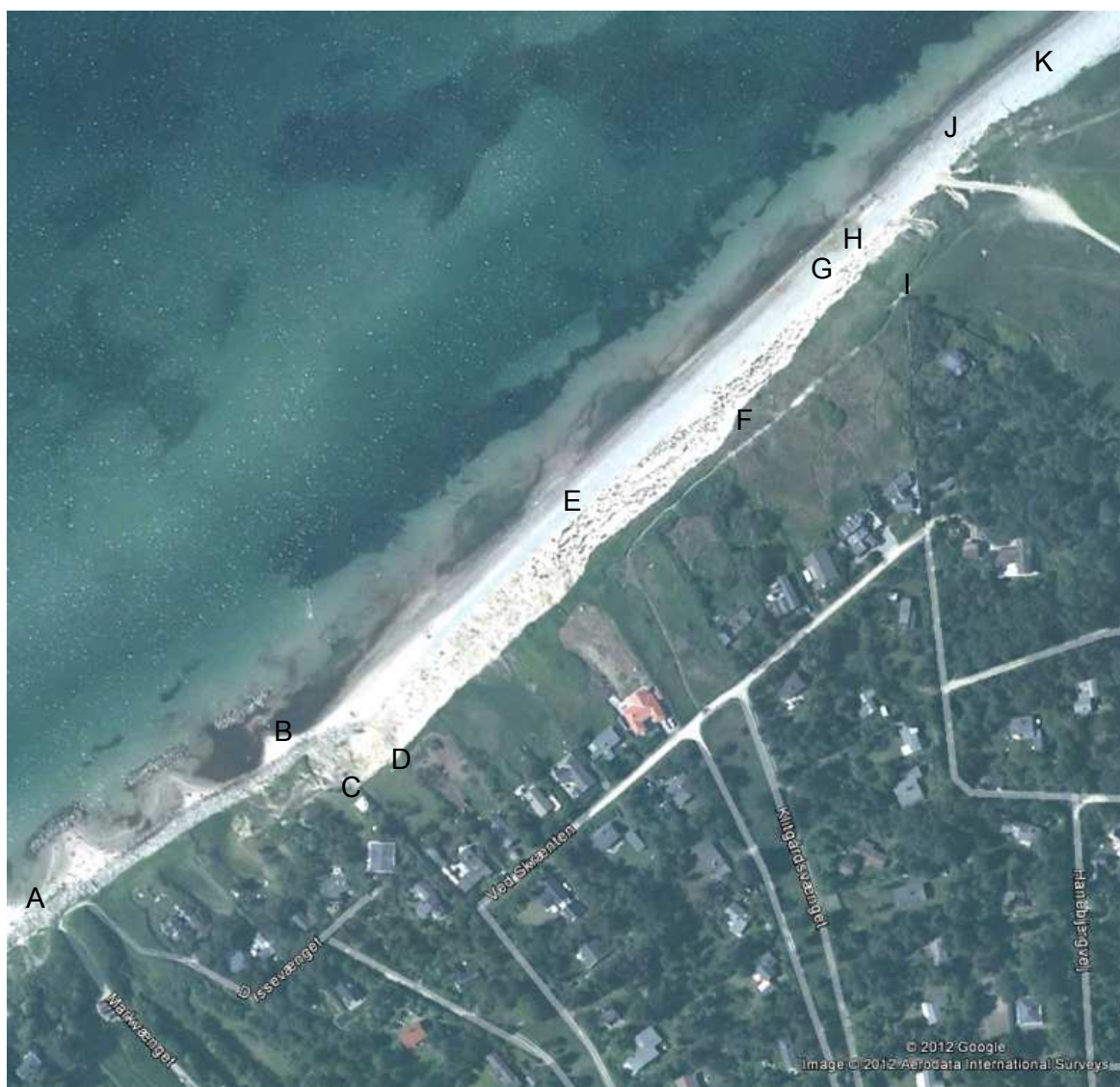
Kysterosionen accelererer i disse år som følge af læsideerosionen fra konstruktionerne mod vest samt, at højden af stranden nu er reduceret betydeligt. Det er derfor sandsynligt, at husene generelt set vil blive truet indenfor en tidshorisont på blot 10 til 20 år (gul).

Tabel 4-4 Vurdering af fremtidig erosion af ubeskyttet skrænt

Sted	Afstand fra bebyggelse til skrænttop		Antal år til huset er truet uden beskyttelse			
	Meter	Meter korr. hældning				
	i april 2012	Skrænt 1:1,37	gns m/år	1.0	2.0	3.0
Ved Skrænten 1	49	40	år			13
Ved Skrænten 3	44	35	år			12
Ved Skrænten 5	48	39	år			13
Ved Skrænten 7	50	41	år			14
Ved Skrænten 9	52	43	år		22	14
Ved Skrænten 11	55	46	år		23	15
Ved Skrænten 13	58	49	år		25	16
Ved Skrænten 15	61	52	år		26	17
Ved Skrænten 17	65	56	år		28	19
Ved Skrænten 19	65	56	år	56	28	
Ved Skrænten 21	65	56	år	56	28	
Hanebjerg Skovvej 48	38	29	år	29	15	

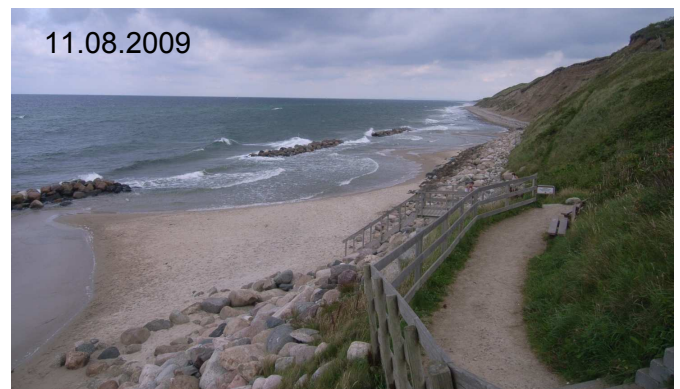
5 Eksisterende forhold

Der er foretaget en indsamling af historiske og nye billeder af kysten ved Vincentstien, som præsenteres i det følgende for at belyse den historiske udvikling af stranden og skråningen. Figur 5-1 viser, hvor billederne er taget.



Figur 5-1 Oversigtsplan for området med placering af billedserier

Den hårde kystbeskyttelse øst for Tisvilde slutter ved Markvænget og Dyssevænget, hvor der er en offentlig adgangssti til stranden, se Figur 5-2. Skråningsbeskyttelserne har generelt kunnet forhindre erosion af skråningerne, og bølgebrydere holder på en del af sandet på stranden. Den kystparallelle materialevandring mod nordøst er blevet reduceret som følge af den hårde kystbeskyttelse, hvilket har medført omfattende læsideerosion langs Vincentstien øst for Dyssevænget, som i dag er ubeskyttet, se Figur 5-3. Senest er der i 2008 bygget to nye bølgebrydere ud for Dyssevænget, som har forstærket læsideerosionen ud for Vincentstien.



Figur 5-2 Adgangsvej til stranden ved Markvænget. Kysten er nu forsøgt beskyttet af skråningsbeskyttelse og bølgebrydere. (A)

Figur 5-3 viser den åbne skrænt ved Vincentstien, der eroderer som følge af læsideerosion. Skråningsbeskyttelsen har medført, at skråningen vest for er dækket af vegetation og i det store hele er stabil. Skråningsbeskyttelsen er for nyligt blevet forlænget rundt om hjørnet for at undgå bagskæring og hermed beskytte huset på toppen af skråningen, der ligger meget tæt på kanten.



Figur 5-3 Fremskreden læsideerosion øst for bølgebryderne, 11.08.2009, ref. 1. (B)

Figur 5-4 viser skrænten umiddelbart øst for den hårde kystbeskyttelse og som er hårdest ramt af læsideerosionen. Skråningen består primært af sand, men der er kun begrænsede mængder sand på stranden, som generelt er dækket af ral og sten. Det betyder, at det sand der i øjeblikket eroderes fra skråningen forsvinder hurtigt med den kystparallelle sedimenttransport som følge af, at der er skabt et betydeligt underskud i sedimentbudgettet ved at etablere bølgebrydere og skråningsbeskyttelser øst for Vincentstien. Skråningen blev tidligere beskyttet af en bred og høj ralstrand, men de seneste år er der forsvundet store mængder ral, som har medført, at skråningen nu oftere udsættes for direkte bølgepåvirkning og derfor eroderer med stor hastighed.



Figur 5-4 Omfattende læsideerosion af stranden og skråningen øst for den sidste skråningsbeskyttelse. (C)

Tidligere var skråningen dækket af vegetation, men de seneste år er kysterosionen accelereret, hvilket har betydet, at dele af skrænten stod næsten lodret efter vinteren (f.eks. 2008), se Figur 5-5. Efter en periode med godt vejr skrider skråningen sammen og opnår herved en mere stabil hældning, hvilket tydeligt kan ses ved at sammenligne billederne fra 2008 og 2011. Denne udvikling vurderes at fortsætte med mindre der etableres kystbeskyttelse på strækningen.



Figur 5-5 Erosion af skrænten øst for den sidste skråningsbeskyttelse. (D)

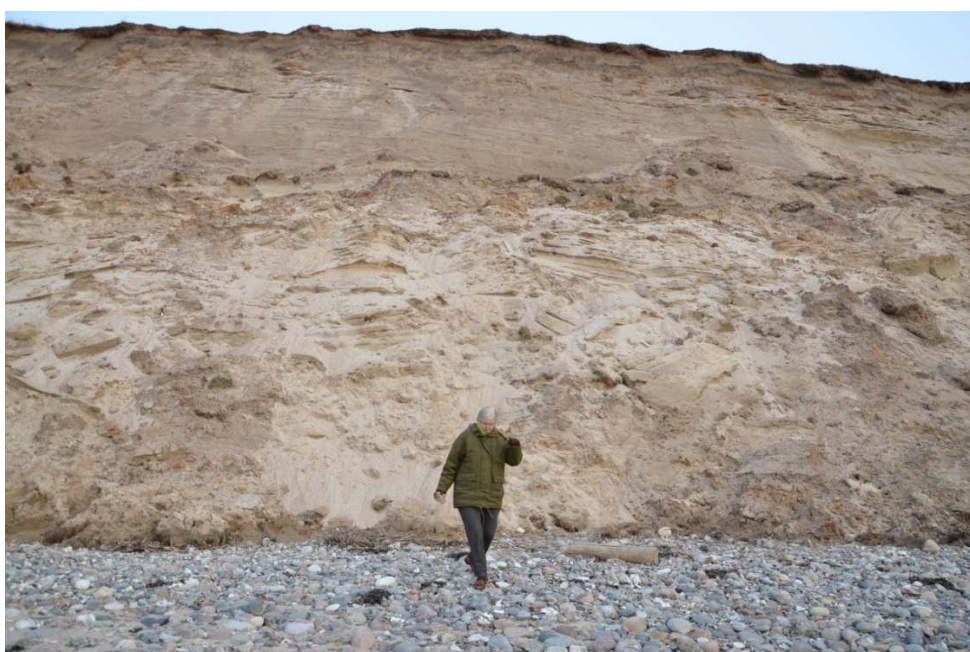
Figur 5-6 viser udbygningen af kystbeskyttelsen med bølgebrydere vest for Vincentstien og den efterfølgende læsideerosion. Billederne viser, at bølgebryderne fanger sand og derved opbygger en tombolo bagved, da der ikke er foretaget sandfodring i forbindelse med anlæggelsen af kystbeskyttelsen. Dette sand vil efterfølgende mangle i sedimentbudgettet og medvirke til at forstærke læsideerosionen langs Vincentstien, da skråningerne vest for er beskyttet. Selv med mange små bølgebrydere er stranden lav og smal, hvilket vidner om, at denne kyst mangler sand og ral. Stranden foran Vincentstien er bredere end mod vest, da der ikke er skråningsbeskyttelser langs Vincentstien. Det skyldes, at klinten rykker tilbage i takt med, at stranden eroderer. Langs strækninger med skråningsbeskyttelse forsvinder stranden foran, når kysten rykker tilbage.



Figur 5-6 Udbygning af hård kystbeskyttelse og accelererende læsideerosion (D)

Figur 5-7 viser stranden foran klinten ved Vincentstien. Stranden er generelt dækket af ral og sten, som er den naturlige beskyttelse af skråningen på denne del af kysten. De seneste år er der forsvundet store mængder ral fra stranden, hvilket har bevirket, at skråningen nu eroderer hurtigere, da selv mindre storme nu medfører direkte bølgepåvirkning af skråningen. Figur 4-8 til Figur 4-10 viser, at højden af ral-stranden er reduceret med 1-1,5m.

Det sand, der eroderes fra skråningen, lægger sig i første omgang på stranden foran, men forsvinder hurtigt ned langs kysten og ud på dybere vand. En del af det store underskud i sedimentbudgettet som følge af den hårde kystbeskyttelse mod øst fodres nu med sand fra skråningen ved Vincentstien efter at en del af den naturlige ralstrand på strækningen er forsvundet inden for de sidste 5-8 år.

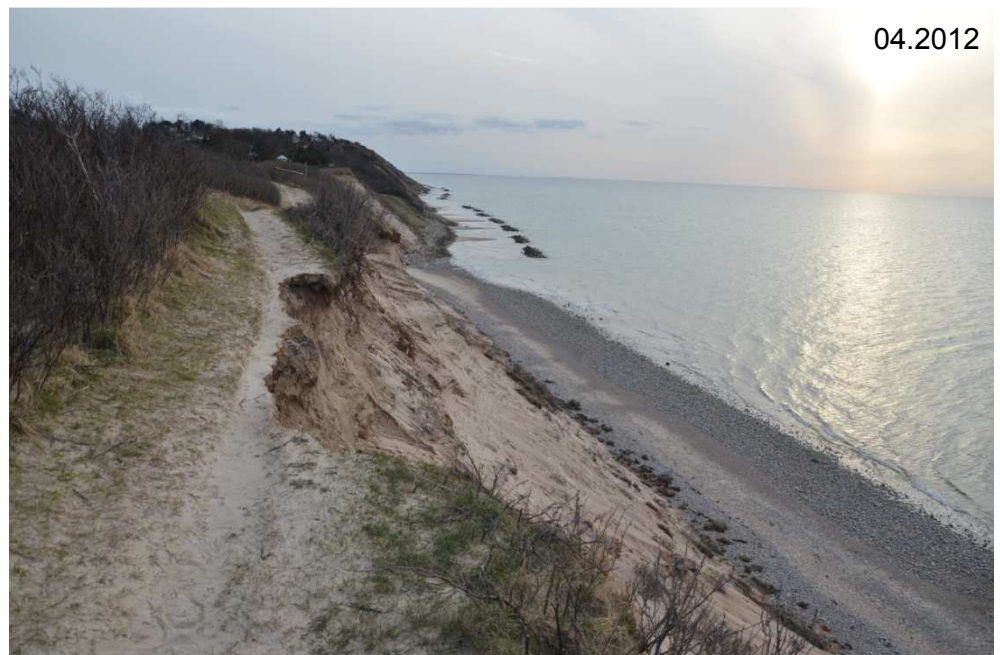


Figur 5-7 Erosion af skråningerne ved Vincentstien, 03.04.2012 (E)

Figur 5-8 viser den øverste del af skråningen langs den østlige del af Vincentstien. Billederne viser, at erosionen af skråningen er tiltaget betydeligt i perioden mellem 2004 og 2012. Vegetationen er nu helt forsvundet fra skråningen. Det skal også bemærkes, at der kun er begrænsede mængder sand mellem de små bølgebrydere vest for, hvilket indikerer, at de stadig samler sand fra den kystparallelle materialetransport, som derved medvirker til at accelerere læsideerosionen langs Vincentstien.



2004



04.2012

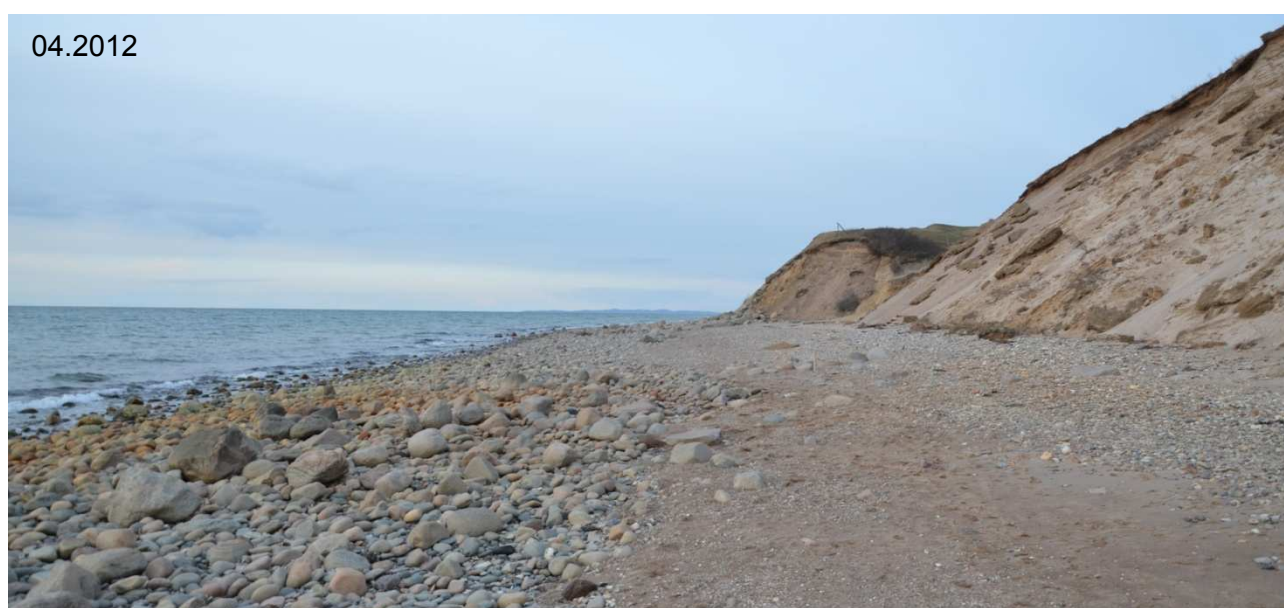
Figur 5-8 Erosion af skråningerne langs den østlige del af Vincentstien (F)

Figur 5-9 viser samme udvikling af skråningen som Figur 5-8, men set fra stranden. Der er forsvundet store mængder ral fra stranden og vegetationen på skråningen er nu væk. Skråningen har nu en meget stejl hældning, da der hele tiden forsvinder materiale fra foden. Det forholdsvis lave indhold af ral i skråningen er ikke nok til at stabilisere stranden og skræntfoden.



Figur 5-9 Udviklingen af erosionen af skråningerne langs den østlige del af Vincentstien ud for Hanebjerg Skovvej 48 (G)

Heatherhill er et lille kystfremspring øst for Vincentstien, se Figur 5-10. Der er en del større sten på stranden og i vandet udfor, som har betydet, at fremspringet har været mere modstandsdygtigt i forhold til kysterosion, se Figur 5-10, Figur 5-11 og Figur 5-12. Samtidig har der indtil for nyligt været en høj bred ralstrand foran. Kystfremspringet har virket som en kort hofde og derved hjulpet med til at stabilisere stranden og skråningen foran Vincentstien. Over de sidste år er højden af stranden reduceret ved Heatherhill i takt med, at der er forsvundet store mængder ral. Det har betydet, at beskyttelsen af skråningerne er reduceret og skråningerne omkring Heatherhill er også begyndt at erodere. Erosionen af skråningerne har medført, at nedgangen ved Heatherhill nu er meget stejl og nærmest ufremkommelig. Det er således meget besværligt for folk fra baglandet at komme ned på stranden ved Heatherhill og fra Fællesarealet på Ved Skrænten, hvilket reducerer den rekreative værdi af hele området.



Figur 5-10 Erosion af rullestensstrandvold ved Heatherhill (H)

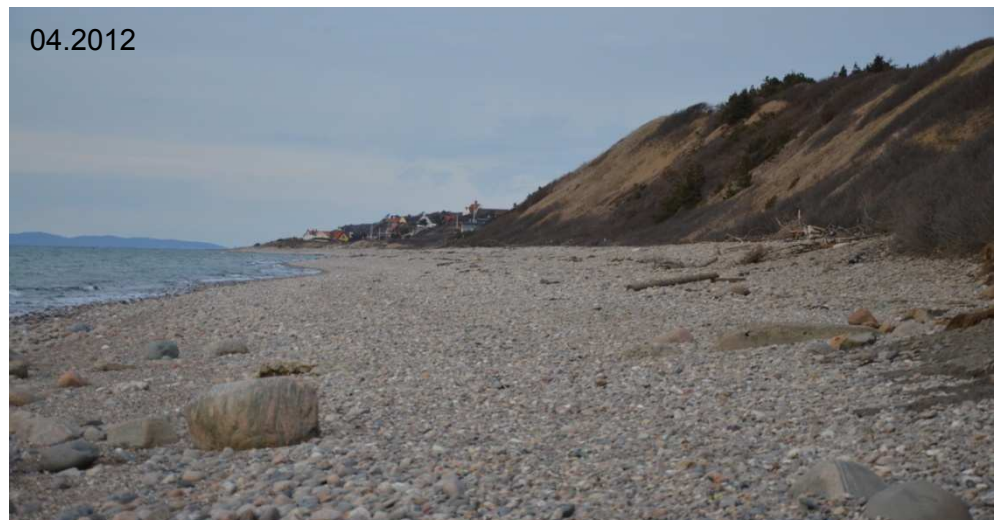


Figur 5-11 Erosion af skråningerne ved Heatherhill, 03.04.2012 (I) – bemærk resultatet af sandfygning langs toppen af skrænten



Figur 5-12 Erosion af skråningerne ved Heatherhill, 03.04.2012 (J)

Ved Heatherhill er der en strækning ned mod Rågeleje, hvor der ikke er bebyggelse langs klinten. Det betyder, at kysten har udviklet sig naturligt og der er derfor ikke nævneværdige kystbeskyttelseskonstruktioner på strækningen. Klinterne er beskyttet af en bred naturlig rullestensstrandvold med en højde på op til kote +2,0 til +2,5m. Der er kun i begrænset omfang tegn på erosion af skråningen på strækningen ned mod Strandbjerggård, se Figur 5-10 til Figur 5-13. Den eksisterende strandvold udgør en naturlig beskyttelse af skråningen mod erosion i den nærmeste fremtid.



Figur 5-13 Bred rullestensstrandvold øst for Heatherhill, hvor der kun er begrænset erosion af skrænten (K)

6 Værdier

Følgende afsnit er udarbejdet af Klitgårdens Grundejerforening.

I 2004 besluttede Klitgårdens Grundejerforening i samarbejde med Helsingørskommune at søge om etablering af kystbeskyttelse med følgende vision:

- › Bevare en strand, så man kan opholde sig på stranden samt bade og gå langs vandet til Tisvilde
- › Bevare Vincentstien
- › Bevare/reetablere stabile skrænter med bevoksning
- › Det skal være så smukt som muligt uden alt for mange unaturlige indgreb

Dette lykkedes som bekendt ikke dengang og forholdene i området har efterfølgende ændret sig i et omfang, som ingen af grundejerne har haft fantasi til at forestille sig.

I 2012 er de vigtigste værdier at beskytte:

For grundejerne i Klitgårdens grundejerforening:

De fysiske værdier:

- › De 12 ejendomme i første række samt grundejerforeningens fællesareal mellem ved Skrænten 11 og Ved Skrænten 13.

De rekreative værdier:

- › Retablere adgang til stranden fra Fællesarealet og sikre adgang til Heatherhill ved lågen foran Hanebjergskovvej 48
- › Bevare noget strand, hvor der er plads til at man kan bade/opholde sig og med tiden kunne komme til at gå langs vandet til Markvænget og videre til Tisvilde
- › Forsøge – om muligt – at bevare den østlige del af Vincentstien
- › Få stabiliseret skræntfod og skrænter og muliggøre, at skrænterne igen bevokses

For offentligheden:

- › Sikre en god strand over en længere strækning, hvor der er tilstrækkelig plads til alle de, som ønsker at benytte stranden – lokale grundejere såvel som de tilkørende turister, der parkerer ved den renoverede parkeringsplads ved Heatherhill – i badesæsonen og udenfor
- › Sikre adgang til stranden – nedgangen ved Heatherhill beskyttes og reablering af trappen fra grundejerforeningens fællesareal
- › Den oprindelige særegne og bevaringsværdige bevoksning på de fredede skrænter igen breder sig på skrænterne – i den udstrækning det er muligt. Overfredningsnævnets kendelse af den 23. januar 1960 beskriver områdets bevoksning som et areal af meget stor værdi landskabelig æstetisk såvel som naturhistorisk.

Den samlede ejendomsværdi i 2011 af de 12 ejendomme i 1. række udgør ca. 54 mio. kr. Uden beskyttelse vil disse ejendomme støt falde i værdi, indtil de falder i vandet i løbet af 10 – 20 år.

De samlede ejendomsvurderinger for alle grundejerforeningens 49 medlemmer udgør i 2011 inkl. 1. række ca. 130 mio. kr., og de forringede rekreative værdier vurderes af lokale ejendomsmæglere til at betyde en reduceret handelspris på ca. 10 %.

Ejendomsskatterne i 2012 udgør for de 12 ejendomme i 1. række 598.000 kr. og for de 38 øvrige parceller 547.000 kr.

Det samlede anlægsoverslag for den foreslåede kystbeskyttelse (ekskl. vedligeholdelsesomkostninger) jfr. afsnit 8 viser en samlet pris på 8,7mio. kr.

Jfr. servitut på grundejerforeningens grunde, litra h, skal anlægsoverkostningerne ved kystbeskyttelse fordeles med 50 % til Gribskov Kommune og 50 % til grundejerne.

6.1 Cost-benefit analyse for interessentgrupper

6.1.1 Første række

De 12 grundejere i første række langs Vincentstien forventes at skulle investere ca. 246.000 kr. for at fastholde værdierne af deres ejendomme, der alternativt forventes at være truet på 10 – 20 års sigt. Den gennemsnitlige ejendomsværdi i 2012 er 4.500.000 kr. og den anslåede værdistigning pga. forbedrede rekreative værdier er ansat til 10%.

Det er således en stor økonomisk fordel for 1. række at gennemføre dette projekt, se Tabel 6-1.

Tabel 6-1 Cost-benefit analyse af kystbeskyttelsen for grundejere i første række

Grundejerne i 1. række		
investering år 0		52.000
investering år 3-5		194.000
i alt vedligeholdelsesinvestering		246.000
Gns ejendomsværdi 2012		4.500.000
Værdistigning pga rekreative værdier		450.000
Ejendomsværdi efter kystbeskyttelse		4.950.000

6.1.2 De 38 grundejere, der ikke er i 1. række

De resterende 38 grundejere forventes at skulle investere i alt ca. 42.000 kr. Deres fordele ved projektet er den væsentlige forbedring af de rekreative værdier som medlemmer i Klitgårdens Grundejerforening har mistet siden 2007, hvor trappen til stranden blev taget ned, Vincentstien begyndte at falde i vandet og den smukke bevoksning på skrænterne gradvist forsvandt.

Adgang til stranden foran Vincentstien har været vanskelig, hvorfor stranden kun benyttes i beskedent omfang. Lokale ejendomsmæglere har vurderet at forbedrede rekreative værdier vil forøge ejendommenes handelsværdier med 10 % eller mere.

Ved en antagelse om 10% værdistigning af gennemsnitlige ejendomsværdi, svarende til 198.000 kr., er der derfor også for disse grundejere en økonomisk fordel ved dette projekt, se Tabel 6-2.

Tabel 6-2 Cost-benefit analyse af kystbeskyttelsen for øvrige grundejere

38 grundejere - ej 1 række		
investering år 0		26.000
investering år 3-5		16.000
i alt vedligeholdelsesinvestering		42.000
Værdistigning pga rekreative værdier		198.000
Projektets værdiforøgelse		156.000

6.1.3 Gribskov Kommune

Gribskov Kommune forventes at skulle investere i alt 4.350.000 kr. inkl. moms efter servituttens fordelingsregel. Den juridiske forpligtelse i henhold til servitutten har Gribskov Kommune dog på indeværende tidspunkt ikke accepteret, men der er alligevel gennemført en cost-benefit analyse af kommunens investering. De 12 ejendommen i 1. række betaler i 2012 tilsammen ca. 600.000 kr. i årlige ejendomsskatter, og der er foretaget en beregning af nutidsværdien af de forventede ejendomsskatter fra 1. række uden og med kystbeskyttelse. Der regnes med 3% finansieringsomkostninger.

Uden kystbeskyttelse antages det, at ejendomsskatterne reduceres i takt med værdiforringelsen som følge af at grundene mindskes og husene på 10 – 20 års sigt må forventes at være truet. Der regnes ikke med stigning i ejendomsskatterne, og de nuværende ejendomsskatter reduceres lineært over en 20 årig periode til nul. Nutidsværdien af de kommende 20 års ejendomsskatter er beregnet til 5.280.000 kr., se Tabel 6-3.

Med kystbeskyttelse bevares skattegrundlaget intakt de første 20 år og også i perioden derefter. Ved investering af 1.650.000 kr. i 2013 og yderligere 2.700.000 kr. om 3 – 5 år forventes det, at skattegrundlaget på 600.000 årligt som minimum kan fastholdes, og nutidsværdien af de kommende 20 års ejendomsskatter er beregnet til 5.070.000. Dette projekt er således på 20 års sigt – set fra en rent økonomisk vinkel - stort set neutralt for Gribskov kommune, se Tabel 6-3. Hertil skal tillægges nutidsværdien af ejendomsskatterne fra år 20 og frem.

Tabel 6-3 Cost-benefit analyse af kystbeskyttelsen for Gribskov Kommune

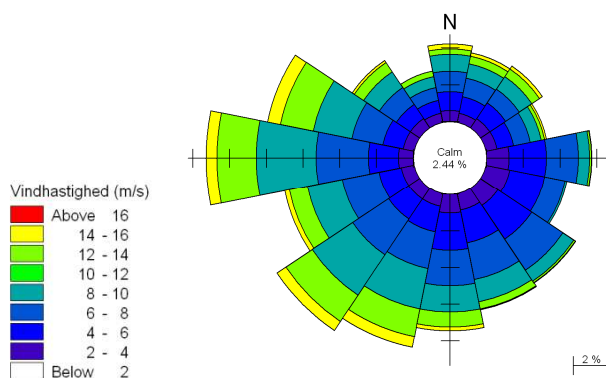
Gribskov kommune		
investering år 0, incl. moms		1.650.000
investering år 3-5, incl. moms		2.700.000
I alt, investering fastholde indtægt ejendomsskat		4.350.000
Årlige ejendomsskatter 1. række		600.000
Uden kystbeskyttelse:		
Nutidsværdi af ejendomsskatter 1. række år 1-20		5.280.000
Nutidsværdi af ejendomsskatter 1. række år 21 - >		-
Samlet Nutidsværdi		5.280.000
Med kystbeskyttelse		
Nutidsværdi af ejendomsskatter 1. række år 1-20		5.070.000
Nutidsværdi af ejendomsskatter 1. række år 21 - >		10.750.000
		15.820.000

7 Skitseprojektering

7.1 Normalvind

Vinddata fra DMI's vejrstation på Anholt er benyttet som udgangspunkt for de kyst-tekniske beregninger i forbindelse med skitseprojektet. Dataene vurderes at være et godt grundlag for vurdering af vindforholdene i den sydlige del af Kattegat.

Vinddataene er bestemt som 10-min middelvind målt hver time i 10 m's højde over terræn i perioden 20/05-1993 til 07/07-2008. På basis af DMI's data er der blevet udarbejdet en vindrose for vindklimaet på Anholt, se Figur 7-1. Vindrosen viser, at vinden oftest er fra retning SSV til VNV. Det er også fra disse retninger de kraftigste vinde optræder.

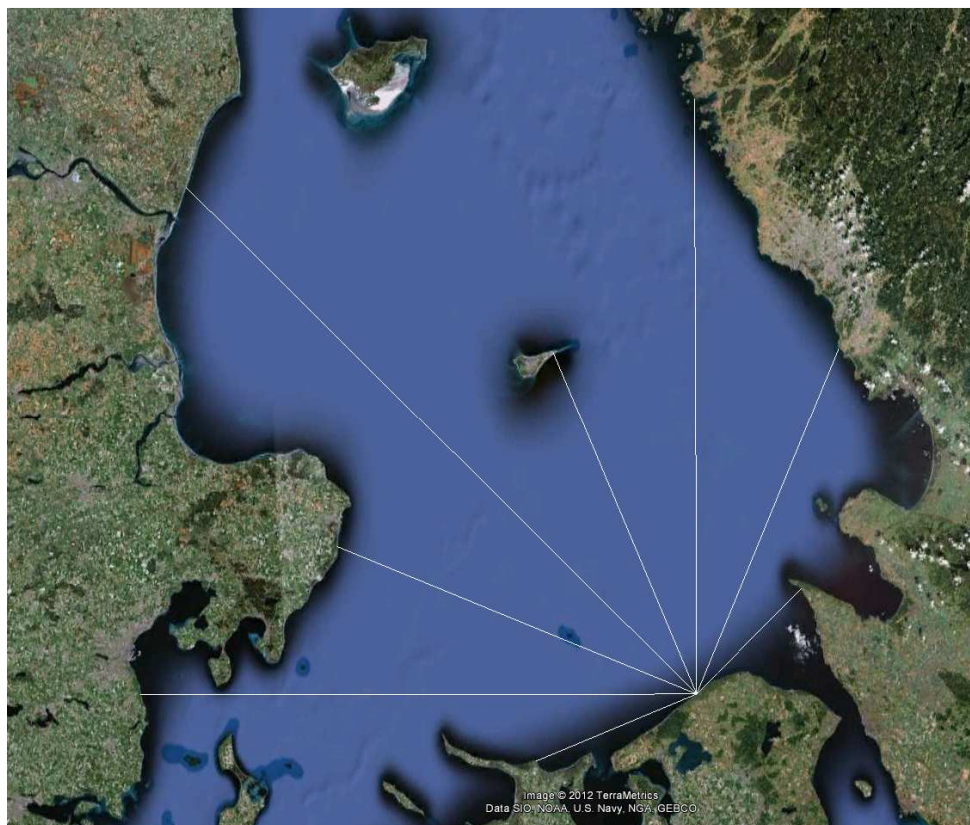


Figur 7-1 Vindrose for Anholt, baseret på data fra DMI

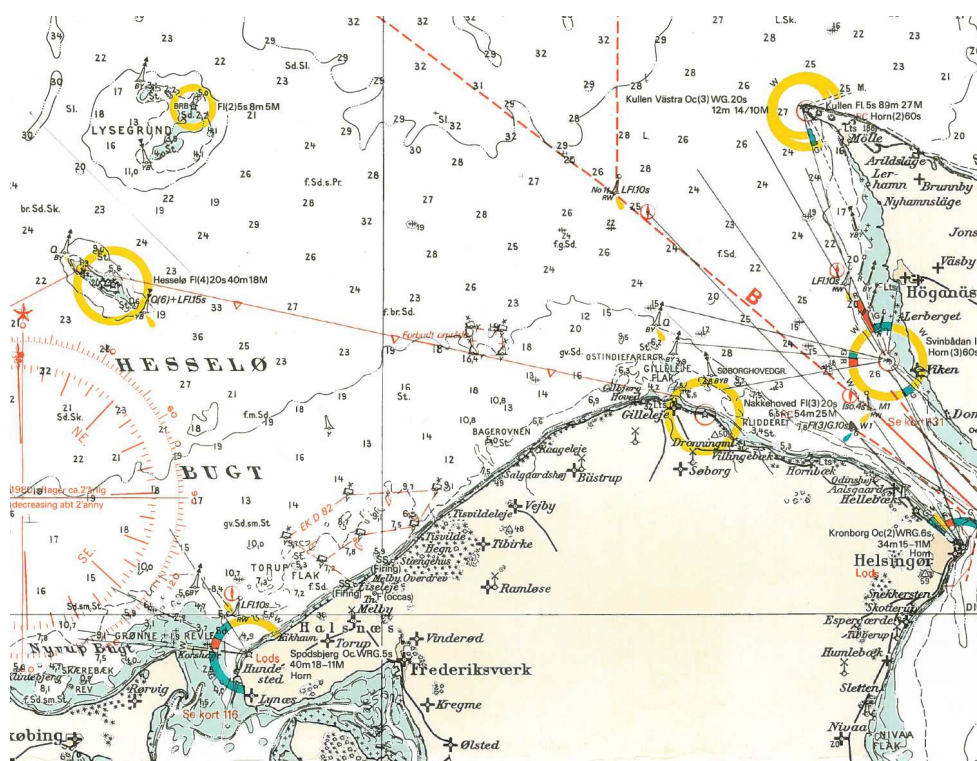
7.2 Normalbølgeklima

Bølgeførholdene udfor Vincentstien er bestemt på basis af det frie stræk og vinddataene fra Anholt baseret på SPM84-metoden for lavt vand, ref. 4.

Det geografiske frie stræk er bestemt ved hjælp af Google Earth for hver enkel vindretning, som afstanden til den nærmeste kyst, se Figur 7-2. Til vurdering af de karakteristiske vanddybder i farvandet er Søkort Nr. 100 - Kattegat benyttet, se Figur 7-3.



Figur 7-2 Bestemmelse af frit stræk. Google Earth



Figur 7-3 Bestemmelse af karakteristiske vanddybder, Søkort Nr. 100 - Kattegat

Der er betydelig usikkerhed på bestemmelsen af de frie stræk og vanddybderne ud for Vincentstien, da der er flere øer og lavvandede områder i Kattegat, der påvirker bølgeforskelene. I beregningerne antages bølgerne desuden at være fuldt udviklede. Det vurderes, at de estimerede bølgehøjder og perioder er konservative forstået på den måde, at de faktiske bølgeparametre sandsynligvis er mindre. For at kunne bestemme bølgeklimaet mere præcist er det nødvendigt at opstille en numerisk bølgemodel, hvilket dog ligger uden for rammerne af skitseprojektet.

7.3 Sedimenttransport

For at kunne vurdere stabiliteten af stranden, beregnes sedimenttransporten langs kysten. LITDRIFT er anvendt til at modellere den årlige kystparallelle sedimenttransportkapacitet i brydningszonen ved Vincentstien for forskellige orienteringer af stranden. LITDRIFT er en del af LITPACK softwarepakken udviklet af DHI. LITPACK indeholder en række moduler til modellering af hydrodynamik og sedimenttransport i bølgebrydningszonen.

Sedimenttransporten er beregnet på baggrund af det opstillede bølgeklima og det teoretiske ligevægtsprofil, se Figur 7-4. Der foreligger ingen informationer vedrørende kornstørrelsesfordelingen af sandet ude i kystprofilen ved Vincentstien, men luftfotoene af strækningen indikerer, at der er sand på bunden ved revlen og på lavt vand foran stranden, hvor sedimenttransporten erfaringsmæssigt er størst, se Figur 5-1. Ralstranden er ikke indarbejdet i modellen, som er bygget på antagelsen, at havbunden er dækket af sand med en middeldkornstørrelse på $d_{50}=0,35\text{mm}$, som er en typisk kornstørrelse i de indre farvande. Orienteringerne af det modellerede kystprofil er 319,5 grader nord, svarende til kystens generelle orientering langs Vincentstien.

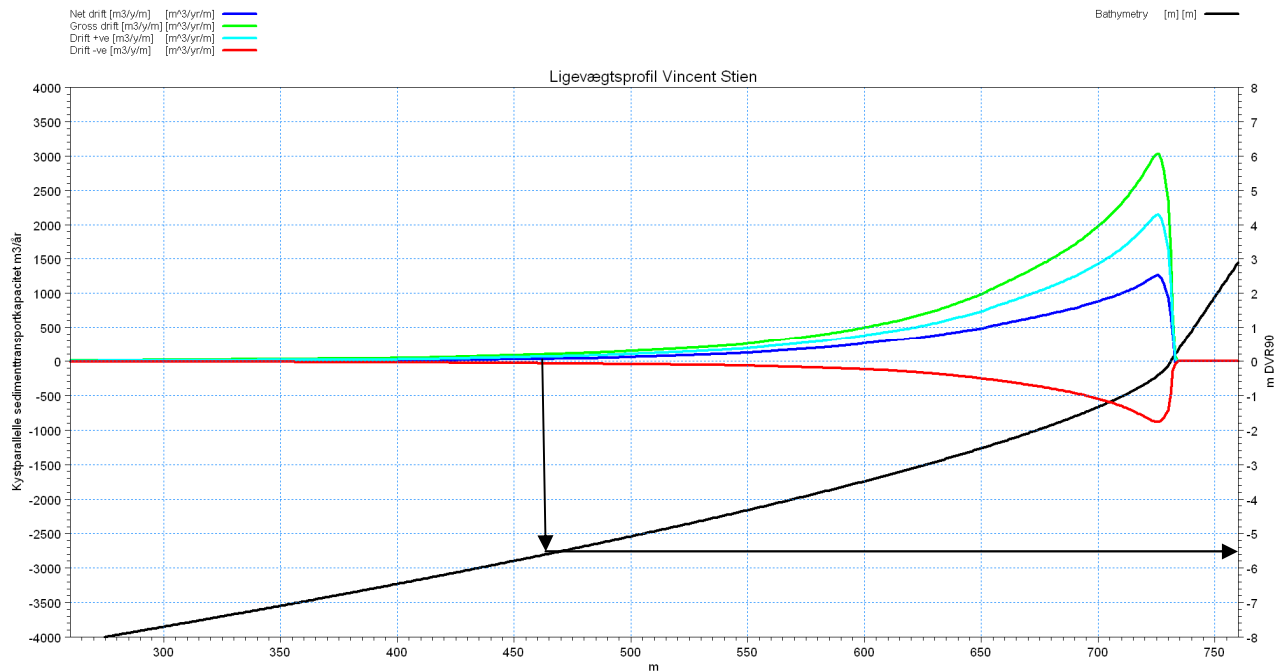
På basis af den opstillede model vurderes de modellerede sedimenttransportrater at være i den høje ende, da områder med ral og sten vil reducere den faktiske transport.

Figur 7-4 viser, hvorledes den kystparallelle sedimenttransport fordeler sig over det teoretiske kystprofil ved Vincentstien. Figuren viser, at den kystparallelle transport primært foregår ned til omkring -5,5m, som defineres som den aktive dybde.

Generelt er der stor bruttotransport i forhold til nettotransport ud for Vincentstien. Dette skyldes, at bølgeklimaet både har en komponent fra vest og nord som betyder, at sedimenttransporten går begge veje.

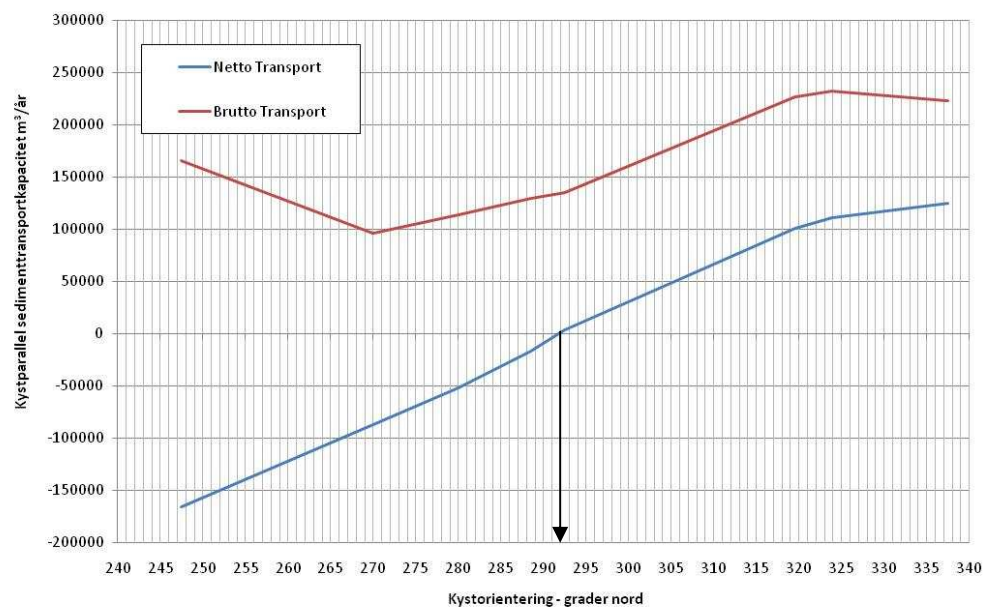
Den samlede nettosedimenttransport langs kysten ved Vincentstien er modelleret til at være i størrelsesorden $100.000\text{m}^3/\text{år}$ mod nordøst for en kystorientering på 319,5 grader nord. Bruttosedimenttransporten er modelleret til at være i størrelsesorden $200.000\text{m}^3/\text{år}$.

For at beregne den stabile orientering af kysten ved Vincentstien, er den kystparallelle sedimenttransport modelleret for en række forskellige kystorienteringer. Den stabile kystlinjeorientering kan efterfølgende bestemmes ud fra Figur 7-5, som den orientering, der giver en gennemsnitlig kystparallel nettosedimenttransport på 0.



Figur 7-4 Ligevægtsprofil og fordeling af modelleret kystparallel sedimenttransportkapacitet.
Kystorientering 319,5 grader nord

Modelleret kystparallel sedimenttransportkapacitet ved Vincent Stien LITDRIFT



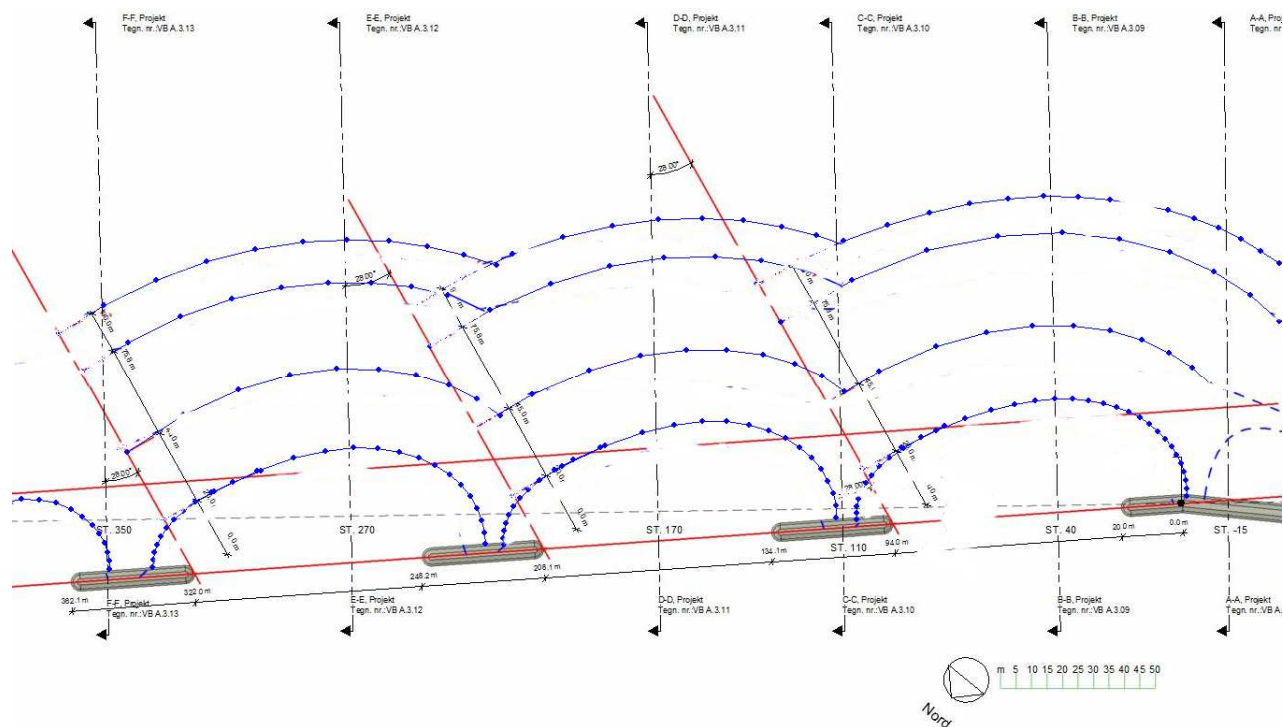
Figur 7-5 Modelleret kystparallel sedimenttransportkapacitet som funktion af kystorienteringen

Den stabile kystorientering er bestemt til 291,5 grader nord ved Vincentstien.

Ved at sammenholde den modellerede stabile kystorientering med den aktuelle kystorientering kan den karakteristiske bølgeindfaldsvinkel bestemmes til 28 grader.

7.4 Vurdering af fremtidig form af stranden

MEPBAY programmet er benyttet til at modellere formen af bugterne mellem de foreslåede bølgebrydere baseret på den karakteristiske bølgeindfaldsvinkel, som antages at være gældende midt i de nye bugter, se Figur 7-6 og Kapitel 7. Den beregnede bølgeindfaldsvinkel vurderes at være konservativ forstået på den måde, at bølgerne vil refrakteres inden de når ind til bølgebryderne. Derfor bliver bugterne mellem konstruktionerne sandsynligvis lidt mindre dybe end beregnet med MEPBAY. Analysen af den fremtidige form af stranden skal forstås som et øjebliksbillede og der vil være en naturlig variation i strandens form over tid og sted afhængigt af de aktuelle bølge- og vandstandsforhold mm.



Figur 7-6 Estimering af formen af bugterne mellem de foreslåede bølgebrydere langs Vincentstien

7.5 Dimensionsgivende bølge- og vandstandsforhold

I forbindelse med skitseprojektet er der lavet en overordnet vurdering af ekstremforholdene ved Vincentstien primært for at kunne vurdere højden af de tiltag, der indgår i skitseprojektet til at beskytte stranden og skråningen.

Typisk bestemmes de dimensionsgivende ekstremforhold, som danner baggrund for projekteringen af kystbeskyttelse, med en Retur Periode på 50år.

Tabel 7-1 viser en oversigt over typiske designbølgeforhold på dybere vand udfor Nordkysten, ref. 2.

Retur Periode år	1	10	50
Hs (m)	2,8	3,4	3,8

Tabel 7-1 Designbølgehøjde, ref. 2

Kystdirektoratets (KDI) kystplanlæggerværktøj er benyttet til at vurdere ekstremvandstanden på dybt vand for en række scenarier for den fremtidige havspejlsstigning, se Tabel 7-2 til Tabel 7-4. Vandstanden vil stige fremover som følge af drivhuseffekten. Det er derfor nødvendigt at estimere vandstanden både i dag, i 2050 og i år 2100 for at sikre, at den kysttekniske løsning har en tilstrækkelig levetid. Kystdirektoratet angiver både et middel og et højt scenarie som følge af den betydelige usikkerhed på den forventede fremtidige havsspejlsstigning.

Retur Periode år	20	50
År	2010	2010
Vandstand m	+1,45	+1,55

Tabel 7-2 Design vandstande 2010 (KDI)

Retur Periode år	50	50
År / scenarie	2050 Middel	2050 Højt
Vandstand m	+1,65	+1,75

Tabel 7-3 Design vandstande 2050 (KDI)

Retur Periode år	50	50
År / scenarie	2100 Middel	2100 Højt
Vandstand m	+1,95	+2,20

Tabel 7-4 Design vandstande 2100 (KDI)

Tabel 7-5 viser en samlet beskrivelse af ekstremforholdene på dybt vand, der vurderes at skulle benyttes til at dimensionere kystbeskyttelsen på strækningen. Det anbefales at udarbejde en mere detaljeret beregning af designforholdene i forbindelse med detailprojekteringen.

RP	50	50	50
År	2010	2050	2100
Bølgeretning grader nord	270	270	270
Hs m	4,0	4,0	4,0
Tp s	8,0	8,0	8,0
Vandstand m DVR90	+1,55	+1,65	+1,95
Vindretning grader nord	270	270	270
Vindhastighed m/s	30	30	30

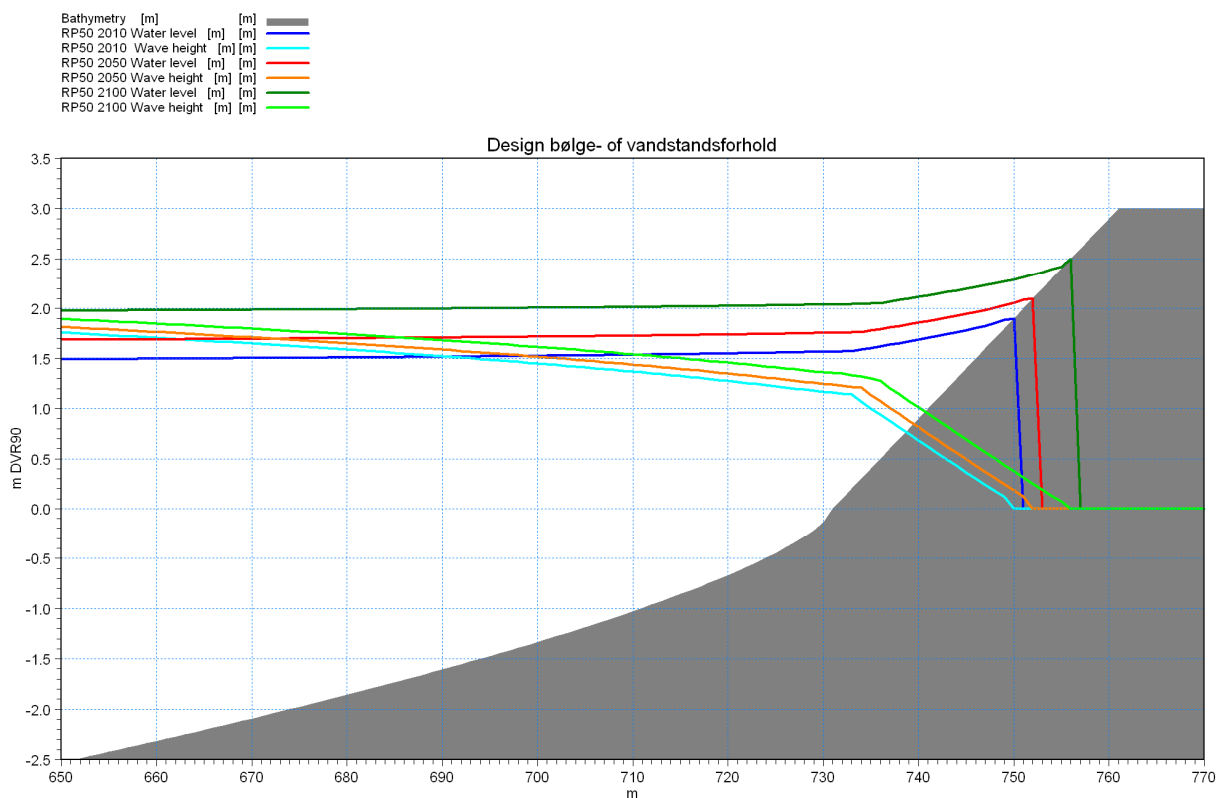
Tabel 7-5 Design bølge- og vandstandsforhold (middel scenarie KDI)

LITDRIFT er efterfølgende benyttet til at transformere bølgerne ind på lavt vand for at kunne estimere vandstanden og bølgehøjden langs stranden og ved bølgebryderne, se Figur 7-7. På baggrund af modelleringen er det muligt at bestemme den omtrentlige højde af stranden, som skal til for at beskytte skråningen mod fremtidig erosion.

Det skal bemærkes at LITDRIFT beregner H_{rms} ($H_{rms} = H_s / 2^{0,5}$).

Bølgeperioden kan omregnes mellem følgende karakteristiske benævnelser;
1.3 $T_m = T_p$.

På baggrund af modelresultaterne vurderes det, at ralstranden skal have en højde på omkring +3,0m DVR90 for at beskytte skråningen. Dette forudsætter yderligere, at bagstranden har en bredde på i størrelsesordenen 5-10m for at kunne absorbere bølgeopskyl.



Figur 7-7 Design bølge- og vandstandsforhold (middel scenarie KDI), zoom

7.6 Dimensionering af konstruktioner

Der er foretaget en skitsedimensionering af bølgebryderne på baggrund af de estimerede design bølge- og vandstandsforhold beskrevet i Tabel 7-1 og vist i Figur 7-7.

Designet er baseret på en storm med en Retur Periode på 50 år som indtræffer i år 2050. Designet er desuden gennemregnet for forholdene i år 2010 og 2100.

Det forudsættes at koten af bunden er -1,5m, hvor bølgebryderne skal bygges, hvilket er oplyst af Klitgårdens Grundejerforening på basis af overslagsmæssige pejlinger langs kysten 30 m fra vandlinjen. Dette er en ændring i forhold til første version af nærværende rapport, hvor COWI skønnede at bunden var i kote -1,0 m.

Klitgårdens Grundejerforening oplyser, at der er stenbund i de områder bølgebryderne skal bygges og at der således ikke vil ske betydelig erosion af havbunden foran konstruktionerne. For at spare på stenmængden vurderes det, at det derfor ikke er nødvendigt at lave en tå på bølgebryderne.

Tabel 8-1 viser forudsætninger for og beregning af den nødvendige stenstørrelse af dækstenene i bølgebryderne.

Dækstenene er beregnet ud fra Van der Meers formel samt Hudsons formel, ref. 5. Stenene er dimensioneret ud fra en antagelse om, at der vil være begyndende be-

skadigelse af konstruktionen i forbindelse med en designstorm, som vil kræve mindre reparation ($S_d < 3$ og $K_D < 3$).

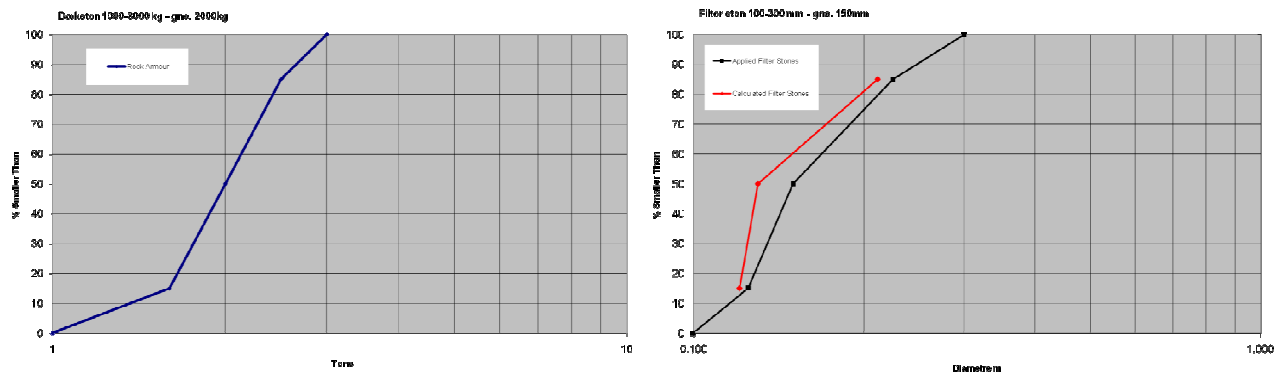
Tabel 7-6 Viser forudsætninger for og beregning af den nødvendige stenstørrelse af dækstenene i bølgebryderne

Storm Conditions	year	2010	2050	2100
Design Water Level (m)	h_{dwl}	1.52	1.71	2.00
Bedlevel at Structure Toe (m)	h	-1.50	-1.50	-1.50
Water Depth at Structure Toe (m)	h_m	3.02	3.21	3.50
Mean Wave Period (s)	T_m	6.1	6.1	6.1
Significant Wave Height at Structure Toe (m)	H_s	2.11	2.21	2.35
Input Parameters				
Mean Weight (kg)	W_{em}	2000	2000	2000
Armour Slope	$\cot\alpha$	1.50	1.50	1.50
Permeability Factor	P	0.25	0.25	0.25
Rock Density (kg/m ³)	ρ_s	2650	2650	2650
Seawater Density (kg/m ³)	ρ_w	1025	1025	1025
Derived Parameters				
Wave Height, 2% (m)	$H_{2\%}$	2.47	2.59	2.77
Nominal Diameter (m)	D_{n50}	0.910	0.910	0.910
Relative Density	Δ	1.59	1.59	1.59
Wave Steepness	s_m	0.036	0.038	0.040
Surf Similarity Parameter	ξ_m	3.5	3.4	3.3
Critical Surf Similarity	ξ_{mo}	4.9	4.9	4.9
Number of Waves	N	7500	7500	7500
The Van der Meer Formula				
Damage Level Shallow Water	S_d	2.0	2.4	3.1
Hudson				
Stability Coefficient	K_D	2.1	2.4	2.9

Figur 7-8 viser de beregnede graderinger af dæksten og filtersten til de nye bølgebrydere.

Skitsedimensioneringen af bølgebryderne ved Vincentstien giver følgende stenklasser:

- Dæksten: 1000-3000kg med gennemsnitsvægt på 2000kg
- Filtersten: 100-300mm med gennemsnitsstørrelse på 150mm



Figur 7-8 Skitsedimensionering af gradering af dæksten af filter sten

7.7 Dimensionering af strandvold

Der er foretaget en skitsedimensionering af strandvolden på baggrund af de estimerede designkonditioner beskrevet i det foregående.

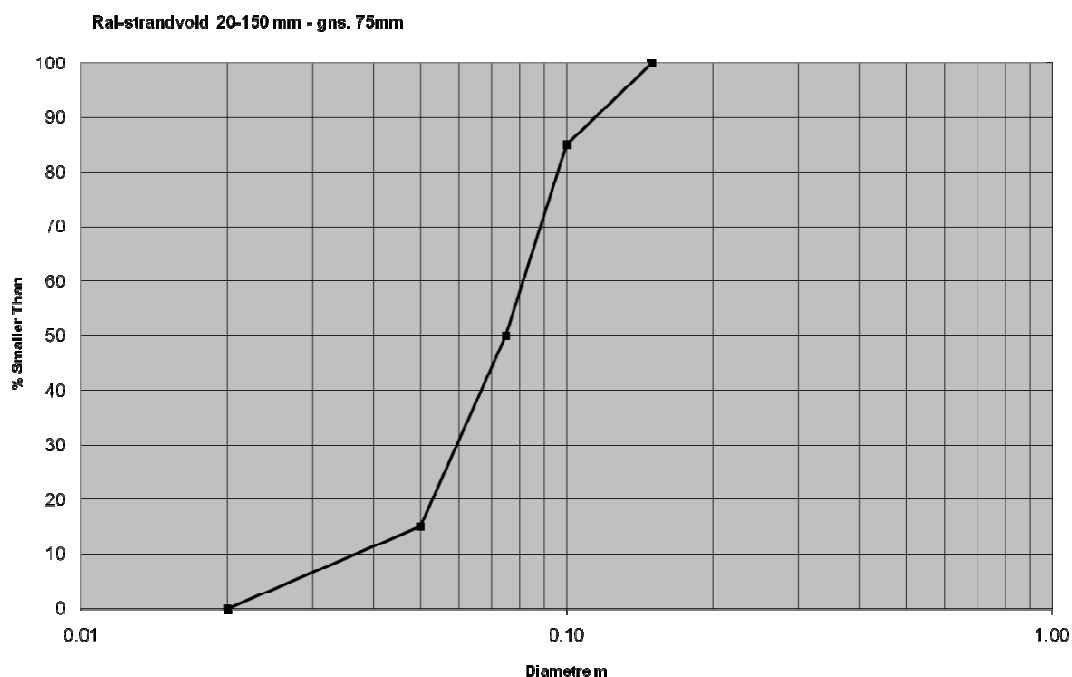
Følgende gradering af ral-materialet er forudsat i projektet:

- Strandvold: Ral 20-150mm med gennemsnitsstørrelse på 75mm

Ral-materialet skal have samme gradering som den naturlige ralstrand, der har været på strækningen før 1995. Læsideerosion fra vest har siden fjernet det meste af den naturlige stenstrand og sænket strandens højde ved skræntfoden fra kote ca. +3,0 til den nuværende kote ca. +1,5 m.

Strandvolden vil være dynamisk langs skræntfoden, og dens aktuelle form vil variere som følge af bølge- og vandstandsforholdene.

Figur 7-9 viser graderingen af det ral der foreslås til opbygning af strandvolden.



Figur 7-9 Skitsedimensionering af gradering af ral til opbygning af strandvold

7.8 Baggrund for anlægsoverslag

Der er blevet udarbejdet et økonomisk overslag for anlægsudgifterne for de foreslåede kystbeskyttelsestiltag, se Tabel 8-1, Tabel 8-3 og Tabel 8-4.

Prisoverslagene er beregnet ud fra enhedspriser, som er baseret på COWIs seneste erfaringer med tilsvarende anlægsarbejder i Danmark.

Det skal bemærkes, at de samlede prisoverslag er inklusiv moms.

Tillægspriserne for projektering og tilsyn, anstilling og uforudsete udgifter er baseret på et større samlet projekt for hele kyststrækningen og de derfor ikke er retvisende for mindre projekter.

Anlægsoverslagene vil være behæftet med en vis usikkerhed, da de er baseret på et skitseprojekt, men vurderes at være tilstrækkelig robuste til at danne beslutningsgrundlag for valg af form og udstrækning af kystbeskyttelsen ved Vincentstien.

De største usikkerheder på prisoverslagene henføres til enhedsprisen på sand og ral.

Prisen på sand vil afhænge af det mest fordelagtige indvindingsområde og sejlaflstanden. Der er flere potentielle indvindingsområder langs Nordkysten. Desuden spiller markedssituationen en rolle for prisen.

Det vurderes dog, at ral- og sand-fodringspriserne er robuste forstået på den måde, at det vil være muligt at op- eller nedjustere de aktuelle fodringsmængder lidt, så man tilpasser sig det overordnede budget og den aktuelle markedssituation.

8 Skitseprojekt for kystbeskyttelse

8.1 Målsætning for skitseprojektet

Kystbeskyttelsen langs Vincentstien skal sigte mod at sikre fri passage langs kysten og stabilisere og opbygge stranden. Herved forbedres adgangsmulighederne til stranden og de rekreative værdier af kysten samtidig med, at skrænten langsomt stabiliseres og på sigt bevokses og hermed øges beskyttelsen af ejendommene i første række.

Kystbeskyttelsesprojektet skal sikre, at der er en kontinuert tilførsel af sediment til kysten.

Indledningsvis sikres tilførslen af sand til kysten ved fortsat naturlig erosion af skrænten på udvalgte strækninger.

Kystbeskyttelsesplanen indeholder desuden vedligeholdelsesfodring på sigt.

Ralfodring medfører, at skrænten stabiliseres og reducere eventuelle negativ påvirkning af naturområderne ved Heatherhill. Sandfodring vil tilføre materiale til stranden. Herved øges de rekreative værdier af strækning samtidig med, at eventuelle negative effekter på kysten mod nordøst reduceres.

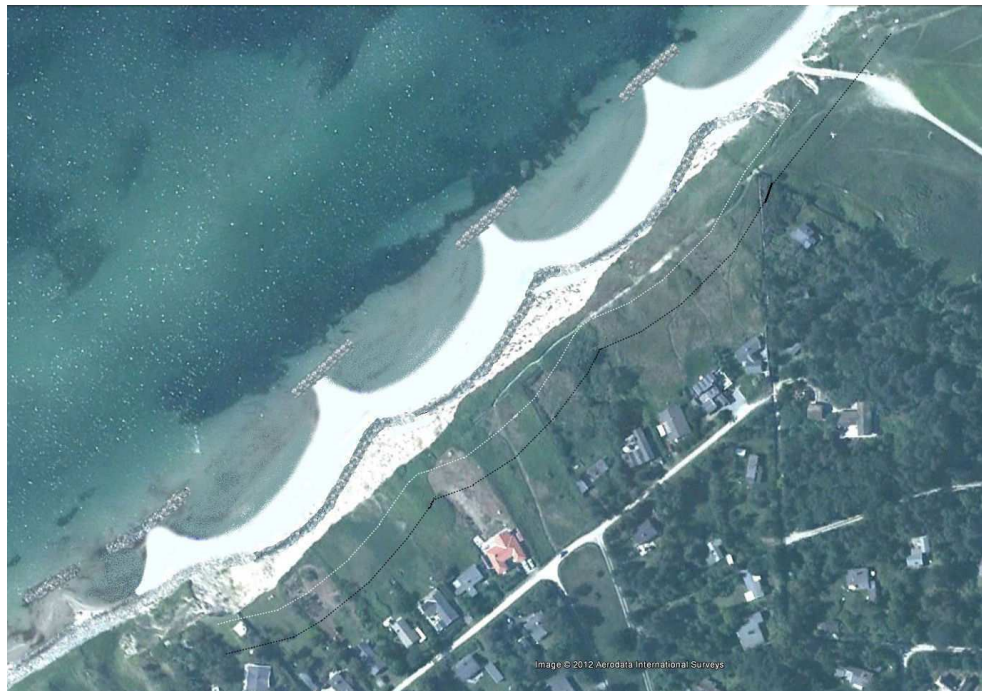
8.2 Fase 1: Bølgebrydere

Klitgårdens Grundejerforening ønsker at beskytte stranden og den åbne klint mellem de eksisterende bølgebrydere og Hanebjerg Skovvej 48.

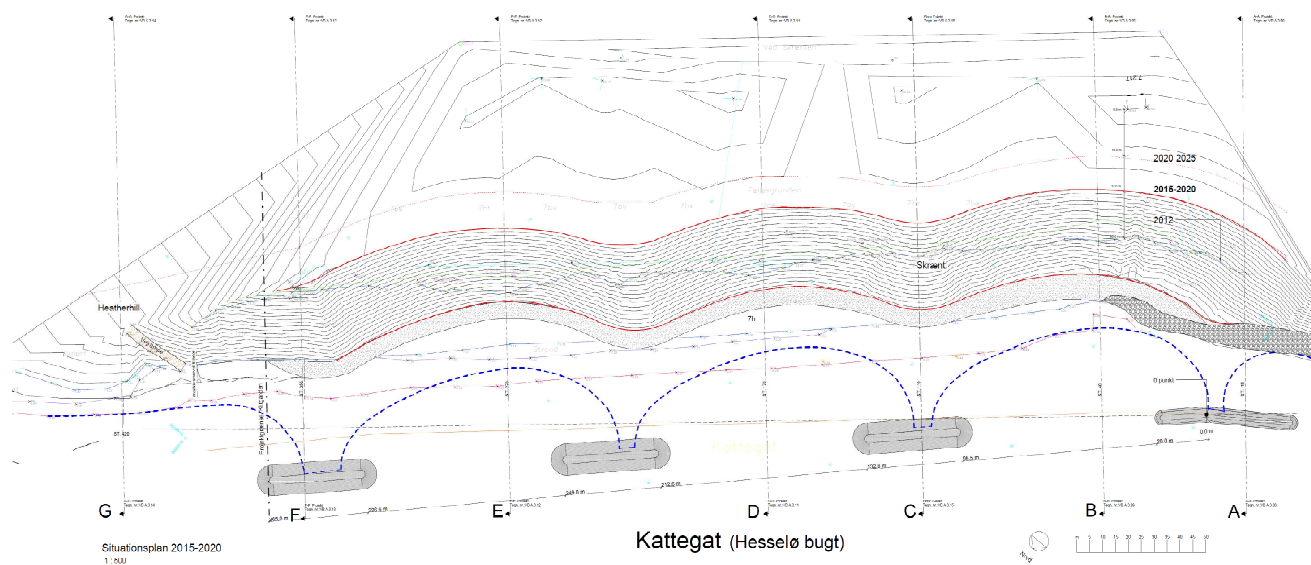
COWI anbefaler, at der indledningsvist etableres 3 nye bølgebrydere med en længde på 40m for at sikre, at kystbeskyttelsen ikke får uacceptabel indvirkning på enkelte grunde og at antallet af konstruktioner minimeres, se Figur 8-1, Figur 8-2 og Figur 8-3, se også Kapitel 12. Det grafiske tegningsmateriale er udarbejdet af Klitgårdens Grundejerforening på basis af COWIs design.

Den østligste bølgebryder placeres ud for Hanebjerg Skovvej 48. De to øvrige bølgebrydere placeres således, at der er ens afstand mellem konstruktionerne. Desuden

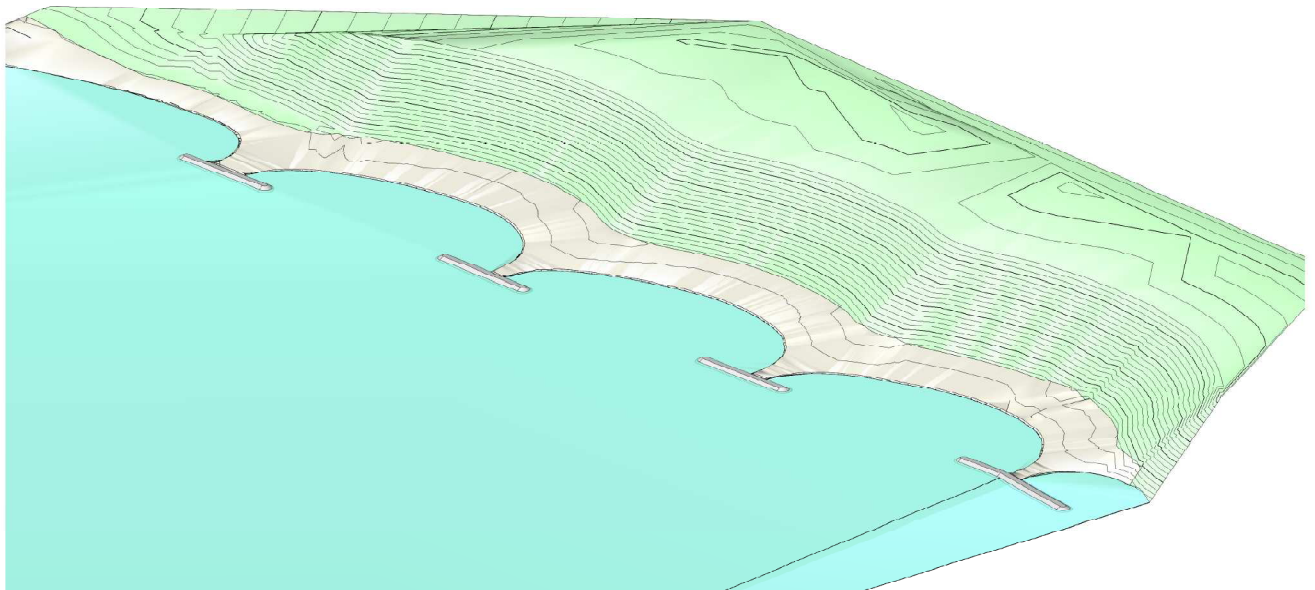
forlænges den østligste af de nuværende bølgebrydere ud for Dyssevænget med 20m for at forbedre passagen langs stranden. Der vil således være 75m mellem de nye konstruktioner, som anlægges 30m ud for den nuværende vandlinje.



Figur 8-1 Skitseforslag for kystbeskyttelse ved Vincentstien

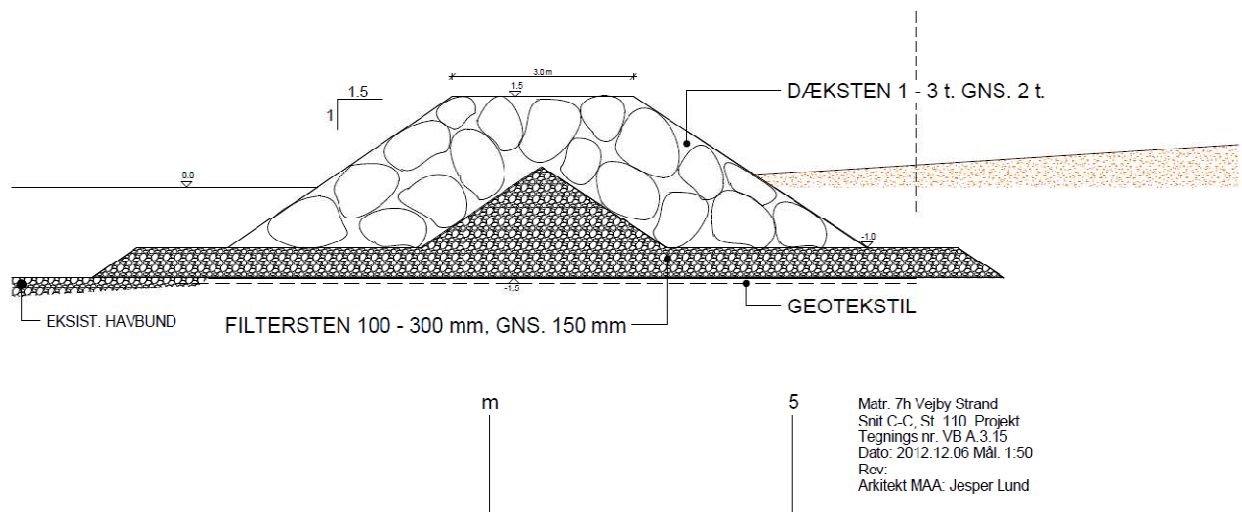


Figur 8-2 Visualisering af skitseforslaget



Figur 8-3 3D visualisering af skitseforslaget

Figur 8-4 viser et typisk tværsnit af bølgebryderne.



Figur 8-4 Karakteristisk tværsnit af foreslået bølgebryder

I forbindelse med detailprojekteringen kan det vise sig at være en fordel at udbygge den østligste af de nye bølgebrydere til en T-høfde. Herved kan risikoen for bagskæring reduceres, som ellers kan resultere i store tab af sand i forbindelse med kraftige storme, da denne bølgebryder ligger tæt på et kystfremspring, hvor strømmen erfaringsmæssig kan være kraftig. Dette forslag er ikke indregnet i anlægs-overslaget.

Klinterne vil i nogen tid forsætte med at erodere mellem de nye bølgebrydere. Erosionen vil sørge for, at der skabes en strand, som har nogenlunde samme bredde langs Vincentstien, hvilket er med til at sikre, at der er adgang langs kysten i fremtiden. Der vil dannes tomboloer bag de nye konstruktioner samtidig med, at skrænten får et bølget forløb med bugter mellem bølgebryderne.

I første omgang **fodres stranden således naturligt med materiale fra skrænterne** indtil erosionen nedsættes betydeligt og der er opstået en ny dynamisk ligevægt langs kysten ved Vincentstien.

Langt størstedelen af det sand der eroderes fra skråningen vil fortsat forsvinde med den kystparallelle strøm og således bidrage til det generelle sedimentbudget på kysten. Erosionen mellem bølgebryderne medfører, at kystprofilet bliver fladere, hvilket kan danne basis for, at der skabes sandstrand på en større del af strækningen. Det vil forbedre bademulighederne og hermed øge de rekreative værdier af kysten.

Det er en forudsætning for projektets funktion, at skråningen får lov til at erodere i begyndelsen, indtil klinten får et mere stabilt forløb og at der ikke strandfodres med importeret sand og ral de første år.

Tabel 8-1 viser et anlægsoverslag for Fase 1 som omhandler anlæggelsen af nye bølgebrydere.

Tabel 8-1 Anlægsoverslag for Fase 1: Bølgebrydere

Anlægsoverslag for Fase 1	mængde / m	længde m	mængde i alt	kr/m ³	Pris DKK
Bølgebrydere					
Anstilling					80,000
Geotekstil	11	140	1540	35	50,000
Filtersten - udlagt	10	140	1400	610	850,000
Dæksten - udlagt	14	140	1960	610	1,200,000
Sub total					2,180,000
Projektering og tilsyn			12%		260,000
Uforudsete udgifter			10%		220,000
Moms			25%		670,000
Samlet pris					3,300,000

8.3 Fremtidig Sandbudget

Erosionen fra skrænten fortsætter efter de nye bølgebrydere er etableret. Baseret på tegningsmaterialet, Appendiks B, er det estimeret, at der vil forsvinde i størrelsesorden 100.000 m³ før skråningen får en mere stabil form. Først herefter forventes det, at erosionen af skrænten bremses, og der vil være dannet et fladere strandprofil, som vil kunne skabe basis for en sandstrand foran skrænten.

Der er desuden foretaget en beregning af sandmængden i de tre nye tomboloer som dannes bag bølgebryderne, som viser, at der er omkring 1200 m³ sand og ral i hver tombolo. Derudover forventes det, at forlængelsen af den østligste af de eksisterende bølgebrydere overslagsmæssigt kræver omkring 600m³ svarende til halvdelen af en nye tombolo. Det forventes således, at det samlet set vil kræve i størrelsesordenen 4200 m³ at opbygge de nye tomboloer.

Det er således kun en meget lille del af det materiale der forventes at erodere fra skrænten, som går til at opbygge de nye tomboloer. Langt det meste sand der eroderes fra skrænten vil bidrage til sedimentbudgettet på Nordkysten de kommende år.

Erosionen af skrænten er accelereret betydeligt de seneste år i takt med, at stranden er blevet lavere. De kraftige storme i november-december 2011 har desuden forværret situationen. Det vurderes, at der vil forsvinde i størrelsesordenen 19.000m³/år, hvis der ikke etableres kystbeskyttelse på strækningen, hvilket svarer til gennemsnittet af den historiske erosion mellem 2009 og 2011, se Tabel 4-3.

Det er usikkert, hvor mange år det vil tage før skrænten får en ny dynamisk ligevægtsform efter der er etableret bølgebrydere som del af Fase 1.

Tabel 8-2 viser, hvor store sandmængder det forventes, at der eroderes fra skrænten langs Vincentstien og hvor hurtigt det forventes at gå baseret på den seneste erosionsrate estimeret for perioden 2009 til 2011, se Tabel 4-3. Der er desuden estimeret en gennemsnitserosionsrate, som er reduceret i henhold til KDIs tommelfingerregel, der siger, at bølgebrydere erfaringsmæssigt nedsætter erosionen til det halve.

Tabel 8-2 Fremtidigt sandbudget for skrænten

Potentiel erosion af skråning forud for ligevægt		100000	m3
Opbygning af nye tomboloer		4000	m3
Periode forud for ligevægt	Antal år med erosion	Erosion m3	Erosion m3/år
2013-2015	3	96.000	32.000
2013-2017 (erosionsrate 2009-2011)	5	96.000	19.000
2013-2023 KDI (reduceret rate 2009-2011)	10	96.000	9.600

Ifølge KDIs regel vil etableringen af bølgebryderne medføre, at erosionen nedsættes til det halve, hvilket er i størrelsesordenen $9.500\text{m}^3/\text{år}$.

Beregningerne viser, at der kun vil gå mellem 5 og 10 år før skråningen er eroderet tilbage, og der er opnået en ny dynamisk ligevægt. Erosionen vil sandsynligvis gå hurtigt i begyndelsen og gradvist nedsættes i takt med at strandprofilet bliver fladere og stranden bliver højere igen.

Der er betydelig usikkerhed på, hvor hurtigt skråningen kommer til at erodere tilbage, da det i høj grad afhænger af, hvilke storme der kommer fremover.

8.4 Fase 2: Fodring med ral og sand

Efterhånden som erosion mellem bølgebryderne aftager og skrænten nærmer sig en ny naturlig ligevægt nedsættes bidraget af sand til sedimentbalancen langs kysten.

Når skråningen har opnået en mere stabil form, foreslår COWI, at der laves en ral-fodring langs den nye skræntfod for at stabilisere skrænten og tilføre nyt materiale til kysten. Det vurderes at tage cirka op til 5 år.

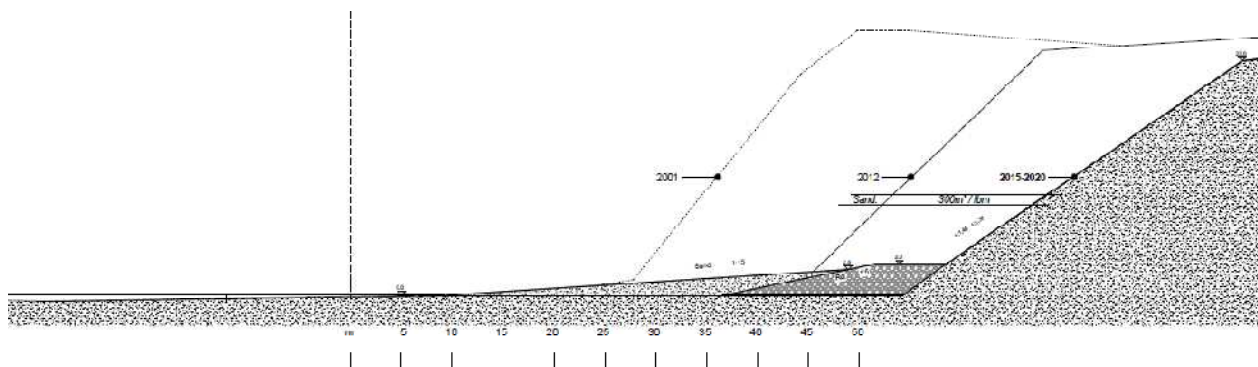
Ralfodringen skal genopbygge den naturlige ralstrand langs skråningen, som er forsvundet gennem de sidste 5-10 år. Det er vigtigt at vente med at foretage en ral-fodring, indtil kysten har fået et mere stabilt forløb, da den nye ralstrandvold hermed vil være mere stabil, og der vil være en ensartet bredde af stranden langs kysten.

Der foretages samtidig strandfodring med groft sand for at opbygge stranden foran ralstrandvolden og tilføre sediment til kysten, da skråningen herefter vil stabiliseres og derfor bidrage med mindre mængder sand. Sandfodringen vil desuden øge den rekreative værdi af kysten fremover.

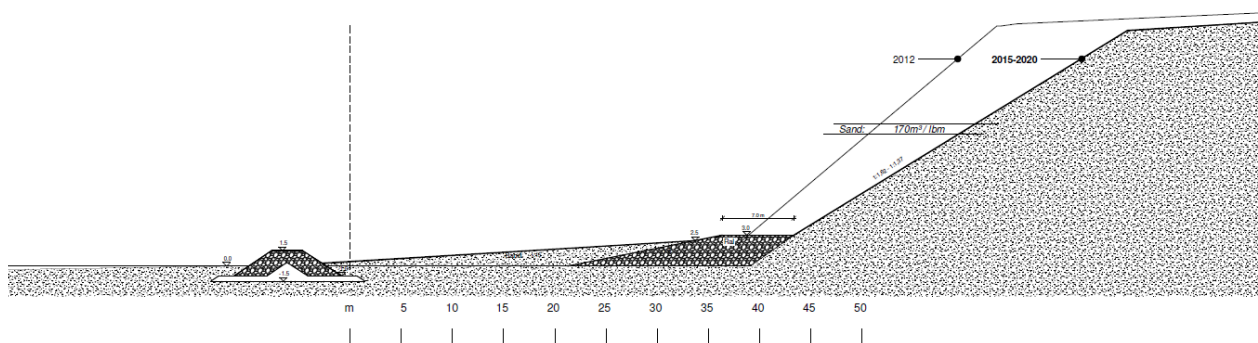
Figur 8-5 til Figur 8-7 viser den historiske og fremtidige udvikling af stranden og skråningen langs Vincentstien samt de foreslåede kystbeskyttelsestiltag.

Der er usikkerhed om, hvor meget skråningen vil flades ud efter at skræntfoden stabiliseres, men det vurderes at tage en årrække.

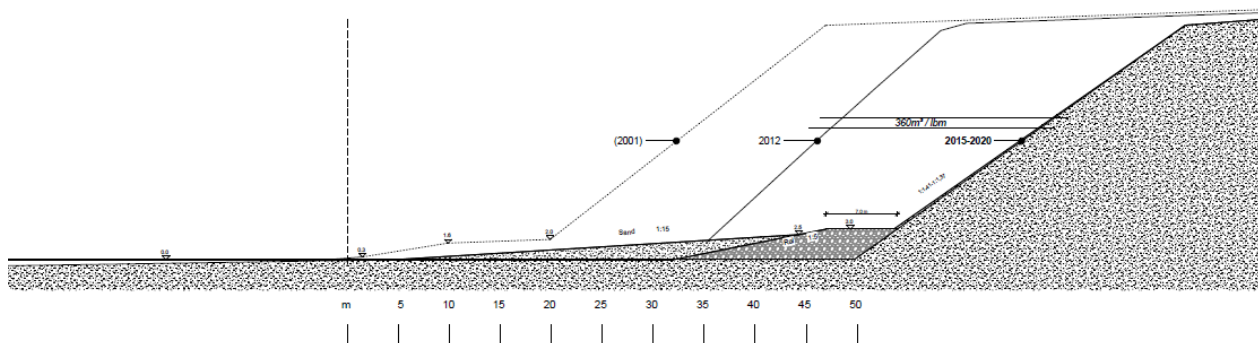
For at beskytte ejendommene i første række er det vigtigt, at det skitserede kystbeskyttelsesprojekt etableres forholdsvist hurtigt, da skråningen vil være dynamisk i en årrække fremover før der igen er etableret vegetation på skråningen og udviklingen går i stå.



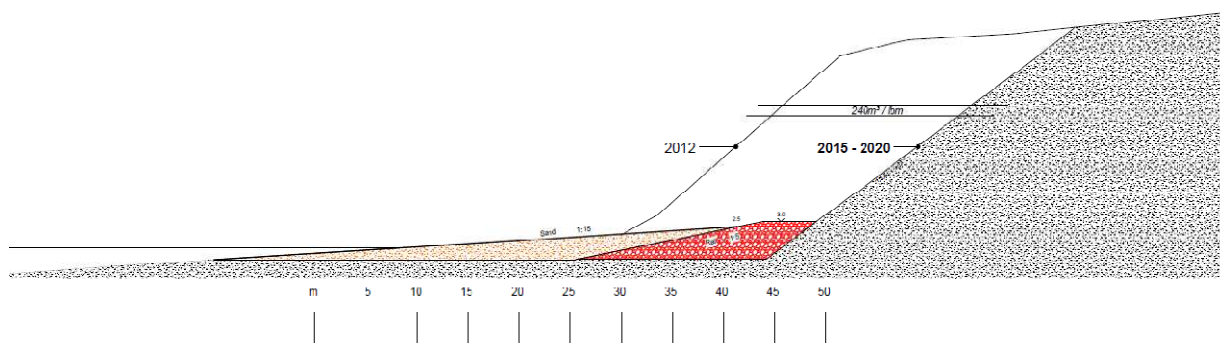
Figur 8-5 Profil B Fremtidigt tværsnit



Figur 8-6 Profil C Fremtidigt tværsnit



Figur 8-7 Profil D Fremtidigt tværsnit



Figur 8-8 Profil E Fremtidigt tværsnit

Tabel 8-3 viser et anlægsoverslag for Fase 2 som indeholder ralfødring og sandfødring på en gang

Tabel 8-3 Anlægsoverslag for Fase 2: Fodring med ral og sand efter cirka 5år

Anlægsoverslag for Fase 2	mængde / m	længde m	mængde i alt	kr/m ³	Pris DKK
Strandvold					
Anstilling					80,000
Ral - udlagt	37.5	350	13125	200	2,630,000
Vedligeholdelsessandfødring					
Mobilisering / demobilisering					500,000
Sand	35	350	12250	35	430,000
Sub total					3,640,000
Projektering og tilsyn			8%		290,000
Uforudsete udgifter			10%		360,000
Moms			25%		1,070,000
Samlet pris					5,400,000

8.5 Fase 3: Vedligeholdelsessandfødring

Vedligeholdelsessandfødring med groft sand/ral gentages hvert 3. år efter Fase 2 er implementeret med i størrelsesordenen 12.000m³ for at opretholde stranden ved Vincentstien og øst herfor. Herved kan den rekreative værdi af kysten opretholdes/udbygges samtidig med, at der tilføres materialer til kysten og læsideerosionen holdes nede.

Tabel 8-4 Anlægsoverslag for Fase 3: Vedligeholdelsessandfødring hvert 3. år

Anlægsoverslag for Fase 3	mængde / m	længde m	mængde i alt	kr/m ³	Pris DKK
Vedligeholdelsessandfødring					
Mobilisering / demobilisering					500,000
Sandfødring	35	350	12250	35	430,000
Sub total					930,000
Projektering og tilsyn			8%		70,000
Uforudsete udgifter			10%		90,000
Moms			25%		270,000
Samlet pris					1,400,000

Størrelsen af vedligeholdelsessandfødringen er vurderet ud fra materialetabet fra denne kyststrækning før der blev etableret bølgebrydere umiddelbart vest for Vincentstien (1995-2008), svarende til 4000 m³/år, se Tabel 4-3.

Vedligeholdelsessandfødringerne ved Vincentstien forudsættes at bortfalde i tilfælde af, at der etableres et storskala sandfødringsprojekt mellem Tisvilde og Heatherhill.

8.6 Kystbeskyttelsens virkning på kysten

En stor del af den kysterosion der foregår ved Vincentstien skyldes læsideerosion øst for de mange bølgebrydere, som der er blevet givet tilladelse til at etablere de seneste 10 år, uden at der samtidig er udført strandfødring.

Kystbeskyttelsesprojektet ved Vincentstien er udviklet med henblik på at imødekomme Kystdirektoratets ønsker om ikke at påvirke sedimentbudgettet på kysten negativt, men samtidig at tage hensyn til anlæggets kysttekniske funktion, strækningens eksponerede lokalisering og vanddybden, rekreative hensyn, projektøkonomi og vedligeholdelsesomkostninger samt beskyttelsen af skråningen.

Kystbeskyttelsesprojektet er altså et kompromis mellem mange interesser.

Projektet vil betyde, at skrænten ved Vincentstien de næste år vil bidrage med store mængder sand til sedimentbudgettet på Nordkysten. Når erosionen af skråningen bremses, vil det være nødvendigt at sandfodre med importeret sand.

Sandfodring ud for Vincentstien alene kan ikke løse alle erosionsproblemerne nedstrøms. Det er nødvendigt at iværksætte en større samlet indsats med sandfodring på hele strækningen mellem Tisvilde og Vejby for at afhjælpe det generelle problem, at der mangler sand og ral langs Nordkysten.

Det vurderes, at en ren sandfodringsløsning ikke er optimal ved Vincentstien, da sandet ikke bliver liggende på stranden. Det er den situation, der er på strækningen i dag, hvor alt sand forsvinder hurtigt.

Projektet forhindrer ikke, at der sker en vis påvirkning af strækningen mod øst. Det forventes, at der vil være nogen læsideerosion øst for på trods af de foreslåede tiltag. Der er dog ikke sandstrand på denne strækning, men en stor rullestensstrandvold foran skråningen, hvilket vil reducere konsekvenserne af læsideerosion.

Desuden vil skråningerne ved Vincentstien fortsat bidrage med store mængder sand, som vil mindske eventuel læsideerosion. Den mængde sand der forventes at blive eroderet fra skrænten er betydelig større end den erosion der foregik før der blev skabt læsideerosion som følge af anlæggelsen af bølgebryderne mod vest. Den fremtidige naturlige tilførsel af sand fra skrænten svarer minimum til, hvad der er eroderet fra skrænten i gennemsnit i perioden 2005-2008 ($9000\text{m}^3/\text{år}$ eller mere, se Tabel 4-3).

Der er ingen ejendomme langs klinten ved og øst for Heatherhill, som vil kunne blive påvirket af en eventuel læsideerosion øst for det nye anlæg.

De skadelige virkninger på kysten mod øst vurderes således at være små, da der er tale om et naturområde.

Det store problem på Nordkysten er, at der generelt mangler sand på kysten som følge af de mange kystbeskyttelseskonstruktioner, som over årene har medvirket til at stabilisere skråningerne, men som også har medført en betydelig forstøjning af kystprofilen og dermed reduceret bredden af strandene. Derudover har vandspejlstigningen i de sidste 100 år eller så medvirket til erosion og at strandene bliver smallere eller forsvinder helt.

Det eneste der kan modvirke det problem er et storskala kystfodringsprojekt, som omfatter hele Nordkysten og som alle bidrager til, da alle har interesse i, at der er en bred attraktiv strand. Det vil også være økonomisk attraktivt at lave et stort pro-

jekt, da sandfodring i lille skala er urentabel, da der er meget store mobiliseringsomkostninger forbundet med hvert enkelt projekt.

Desuden vurderes det, at være en bedre kystteknisk løsning at sandfodre på en større strækning mellem Tisvilde og Heatherhill end udfor Vincentstien alene, hvor der er stor risiko for at sandet forholdsvis hurtigt forsvinder mod øst.

Det vurderes, at projektet ikke vil have nogen mærkbar indvirkning på kysten vest for, da den kystparallelle nettotransport er mod øst.

9 Andre relevante oplysninger

9.1 Trappe

Følgende afsnit er udarbejdet af Klitgårdens Grundejerforening.

Grundejerforeningen har planer om at genetablere trappen ned til stranden ved fællesområdet centralt på strækningen. Fællesarealet ligger mellem to af de forslåede bølgebrydere, hvilket betyder, at der vil være en betydelig erosion af skråningen her de første år. Det er en udfordring i forhold til at genetablere trappen på dette sted.

Der er dog indhentet tilbud på en fleksibel trappeløsning, som ifølge leverandøren kan fungere sikkert selv på en skråning, som de første år vil fortsætte med at erodere.

Vejby Tibirke Kommune etablerede i 1960/61 en trappe fra grundejerforeningens fællesareal, matr.nr.7 ce til stranden efter opfordringer fra de grundejere og potentielle købere. Denne trappe har været anvendt ikke alene af grundejerforeningens medlemmer, men også mange grundejere fra Hanebjerg Plantages grundejerforening samt fra de store sommerhusområder bag Rågevej. Trappen har derfor været en meget anvendt offentlig adgang til stranden.

Kommunen har gennem tiderne vedligeholdt trappen.

Den stigende erosion af skrænten betød, at Gribskov Kommune i foråret 2007 lukkede trappen, da det nederste fundament for trappen var ødelagt af bølger forårsaget af vinterens storme. Kommunen meddelte, at trappen ikke ville komme op igen, før der er fundet en løsning på beskyttelse af skræntfoden.

Den manglende trappe har været et meget stort savn for mange grundejere, der har fået længere afstand til stranden, og medvirket til en yderligere belastning af det meget beskedne strandareal ved "Slugten" ved nedgangen fra Markvænget, hvor der selv efter bygning af de seneste bølgebrydere i 2009 ikke er forbindelse til stranden foran Vincentstien. Dette forværres yderligere, hvis det ikke lykkes at bevare den smalle låge mellem Vincentstiens vestlige ende og Heatherhill.

9.2 Uddrag fra KDIs inspektionsnotat fra 2011

Strækningen er under konstant erosion. Derfor er stabilitet af kysten afhængig af, at der tilføres sand fra området sydvest for strækningen. Denne tilførsel er i dag kraftigt reduceret pga. at kystbeskyttelse mod sydvest har reduceret sedimentkilden. Tilsvarende er strækningen mod nord-øst afhængig af at modtage sediment fra Klitgård strækningen, hvilket den gør i øjeblikket.

Sandfodring kan anbefales som et samlet projekt over en længere strækning, der således også inkluderer opstrømsstrækningen mod sydvest. Der bør som udgangspunkt tilføres ligeså meget sand på strækningen, som der naturligt eroderes bort. Derved vil den fortsatte erosion ske i fodringssand og der vil ikke ske en negativ påvirkning af den nedstrøms kyststrækning.

Kystdirektoratet kan ikke anbefale, at der udføres kystbeskyttelse i form af rene stenløsninger på stedet. Dette vil ikke løse det primære problem, at der mangler sand på strækningen, ref. 2.

9.2.1 Kommentar fra Klitgårdens Grundejerforening

Følgende afsnit er udarbejdet af Klitgårdens Grundejerforening.

Klitgårdens Grundejerforening forstår Kystdirektoratets indstilling og bakker i princippet op herom. Var det lykkedes at gennemføre sandfodringsprojektet i 2010 eller 2011, havde man måske kunnet undgå de alvorlige skader, som de store storme i november/december 2011 forvoldte.

Nu har man – beklageligvis – passeret 'the point of no return' hvad faste anlæg angår, medmindre husene skal falde i vandet.

Etablering af faste anlæg ud for Vincentstien betyder imidlertid ikke, at indsatsen for at få etableret en samlet sandfodringsløsning for hele kommune reduceres – en samlet helhedsløsning er mere nødvendig end nogensinde. Klitgårdens Grundejerforening er initiativtager til en ny forening: Kystbeskyttelse Gribskov, hvor grundejerforeninger og kystbeskyttelseslag i kommunen kan være medlemmer.

Foreningen har til formål at fremme alle former for bæredygtig og hensynstagende kystbeskyttelse samt bidrage ved rekreativ, miljømæssig og naturmæssig bevarelse og udvikling af strande, kyster og kystnært opland samt adgangsforhold til strandene i Gribskov kommune. Foreningen har et formandskab bestående af Birgit Lund og Jakob Wandall.

Nærværende skitseprojektet medfører, at der vil være en fortsat naturlig tilførsel af sand fra skrænten langs Vincentstien på minimum $9000\text{m}^3/\text{år}$ indtil skrænten får et mere stabilt forløb, der i størrelsesordenen svarer til den erosion der er sket mellem 2005 og 2008, hvor bølgebryderne mod vest blev udbygget betydeligt. Desuden vil der på sigt tilføres sand ved sandfodring svarende til $4000\text{m}^3/\text{år}$ eller svarende til gennemsnittet der blev eroderet i perioden 1995-2008.

9.3 Kommunens rolle i projektet

Følgende afsnit er udarbejdet af Klitgårdens Grundejerforening.

Fra det hidtidige forløb kan det ses, at Helsing Kommune vedkendte sig forpligtelsen til at bidrage til kystbeskyttelse jfr. servitutten, mens Gribskov Kommune mener, at man ikke er bundet af servitutten, og kommunen har i den forbindelse forelagt spørgsmålet til Kammeradvokaten.

Kammeradvokaten konkluderede i januar 2011, at Gribskov Kommune er bundet af servitutten, men der kunne være tale om, at forudsætningerne delvist var bristet idet 1) Kommunens grund var faldet i havet, 2) Grundejerforeningen har forholdt sig passivt og 3) Grundejerforeningen kunne ikke have nogen berettiget forventning om, at servitutten fortsat kunne være gældende.

Gribskov Kommune anser sig ikke bundet af servitutts litra H, med den begrundelse, at Vincentstien nu ikke længere er farbar, og matr.nr. 7h er reduceret til en stejl skrænt med en foranliggende smal stenet strand.

Klitgårdens Grundejerforening mener, at det måske stadig er muligt at redde den østlige del af Vincentstien, og at den vestlige del af Vincentstien også ville have været reddet, såfremt Gribskov Kommune havde givet samtykke til ansøgningen til Kystdirektoratet, der blev fremsendt til kommunens underskrift i august 2007, og at projektet var blevet gennemført i 2008. Klitgårdens Grundejerforening har gentagne gange forsøgt at finde en løsning sammen med kommunen, og har derfor ikke forholdt sig passivt.

Når nærværende ansøgning er indsendt til Kystdirektoratets behandling, tager Klitgårdens Grundejerforening igen initiativ til en forhandling med Gribskov Kommune om rækkevidde af servitutten og kommunens betalingsforpligtelse.

10 Referencer

- ref. 1 COWI (2009) Sandfodring på Nordkysten - Skitseprojekt. Gribskov Kommune*
- ref. 2 Kystdirektoratet (2011) Besigtigelsesnotat. Klitgårdens Grundejerforening*
- ref. 3 Niras (2007) Vejby Strand, Klitgården. Kystbeskyttelse - Projektbeskrivelse af kystbeskyttelsesforslag 3. Udarbejdet for Klitgårdens Grundejerforening og Gribskov Kommune*
- Ref. 4 Komar P. D. (1998) Beach Processes and Sedimentation. Prentice Hall*
- Ref. 5 CIRIA/CUR (2007). The Rock Manual - The Use of Rock in Hydraulic Engineering. CIRIA publication. C683.*

11 Appendiks A Tegninger - Historisk kystudvikling

Tegningsmaterialet i følgende afsnit er udarbejdet af Klitgårdens Grundejerforening.

VBA-1-01.pdf

VBA-3-02.pdf

VBA-3-04.pdf

VBA-3-06.pdf

12 Appendiks B Tegninger - Skitseforslag

Tegningsmaterialet i følgende afsnit er udarbejdet af Klitgårdens Grundejerforening ud fra COWIs skitsedesign.

VBA-1-03.pdf

VBA-3-09.pdf

VBA-3-10.pdf

VBA-3-11.pdf

VBA-3-12.pdf

VBA-3-15.pdf

VBA-6-01-3D.pdf