

Nordkystens Fremtid

Cost-effectiveness analyse af
kystbeskyttelse på
Nordkysten

GRIBSKOV KOMMUNE

21. MAJ 2021

Indhold

1	Sammenfatning	3
2	Forudsætninger og metode	4
2.1	Generelt	4
2.2	Scenarier	5
2.2.1	Basisscenarie	5
2.2.2	Projektscenarie	5
2.2.3	Effekt af eksisterende ralstrande	6
2.3	Omkostninger til udbygning og vedligeholdelse af kystbeskyttelsen	7
2.4	Tilstandsvurderingens variable	8
3	Resultater	10
3.1	Middelestimat	10
3.2	Vurdering af vedligeholdelsesudgifter til skråningsbeskyttelser	11
3.3	Følsomhedsanalyse	11
3.3.1	Varierende fodringshøjde	12
3.3.2	Varierende materialepriser	14
3.3.3	Fodringshøjde sammenholdt med prisen for sand og ral	15
3.3.4	Fodringshøjden sammenholdt med prisen for skråningsbeskyttelser	16
3.3.5	Varierende geometriske parametre	17
3.3.6	Pris for skråningsbeskyttelser sammenholdt med pris for sand og ral	18
3.3.7	Diskonteringsrente	20
4	Referencer	21

Projekt nr.: 10402036
Dokument nr.: 1230753627
Version 1
Revision 6

Udarbejdet af MML, SSC, LSN
Kontrolleret af LSN, CHLD, SSC
Godkendt af CHLD

1 Sammenfatning

NIRAS har indgået aftale med Nordkystens Fremtid om udarbejdelse af en samfundsøkonomisk cost-effectiveness analyse for projektforslaget for kystbeskyttelsen langs Nordkysten, Nordkystens Fremtid, som omfatter næsten 60 km kyst (NIRAS, Nordkystens Fremtid. Myndighedsprojekt, 2020).

I nærværende rapport sammenlignes projektforslaget for Nordkystens Fremtid med et basisscenarie. I projektforslaget består kystbeskyttelsen af skråningsbeskyttelser kombineret med strandfodring med sand og/eller ral, mens der i basisscenariet kun indgår skråningsbeskyttelser ('business-as-usual' scenarie). Strandfodring bevirker, at behovet for udbygning af skråningsbeskyttelserne reduceres.

Der er i beregningerne for basisscenariet ikke medtaget eventuelle supplerende krav om strandfodring ifm., at der bliver givet tilladelse til udbygning af hård kystbeskyttelse.

De to scenarier sammenlignes i en samfundsøkonomisk cost-effectiveness analyse, hvor de estimerede omkostninger til kystbeskyttelse de næste 50 år for de to scenarier opgøres i markedspriser og derefter omregnes til nutidsværdier.

Analysen er opdateret med strandfodring bestående af sand og eller ral og desuden medtages effekten af eksisterende ralstrandvolde. Dette er nyt i forhold til den tidligere cost-effectiveness analyse fra maj 2019, der var baseret på sandstrand og sandfodring alene. I de nye beregninger antages det, at der ikke er betydelig akut erosion af eksisterende ralstrande og ralfodring under stormflod. Ralvoldene medvirker til at beskytte skråningsbeskyttelserne mere effektivt end strandfodring med sand alene.

Tilbagediskonteringsrenten er opdateret med nyest tal fra Finansministeriet, (Finansministeriet, 2021). I rapporten fra 2019 var tilbagediskonteringsrenten 4,0% for år 0 til 35 og 3,0% for år 36 til 50, hvor de i den opdaterede rapport nu er henholdsvis 3,5% og 2,5%.

De nye analyser viser, at nutidsværdien af omkostningerne til basisscenariet og projektscenariet er mindre end tidligere beregnet primært som følge af, at ralfodring og eksisterende ralstrande nu er inkluderet i beregningerne og i mindre grad, at tilbagediskonteringsrenten er reduceret.

Som de 2 scenarier er sat op vil omkostningerne for de enkelte fodringsstrækninger fortsat falde forskelligt ud som følge af lokale forhold. På den valgte beregningsmetode og antagelser om priser og udførelse ligger de 2 scenarier fortsat omkring sammenlignelige totalbeløb. I denne beregning tipper totalbeløbet for projektscenariet en anelse højere end basisscenariet uden strandfodring.

Omkostningerne til projektscenariet kan reduceres, hvis fodringskoten for ral øges. Hermed kan projektscenariet samfundsøkonomisk set blive det mest fordelagtige, når hele Nordkysten tages i betragtning. Dette skyldes, at en højere ralkote beskytter mere effektivt mod bølger og derved medfører, at færre skråningsbeskyttelser skal genopbygges eller udbygges.

Projektforslaget bør derfor optimeres i detailprojekteringsfasen med henblik på at optimere højden af ralfodringen langs skråningsbeskyttelserne, således at den økonomiske gevinst maksimeres.

I tilstandsvurderingen af den eksisterende kystbeskyttelse er der opstillet en række antagelser og parametre, hvis værdier er behæftede med usikkerhed (NIRAS, Nordkystens Fremtid. Kystteknisk Projekt, 2020). I cost-effectiveness analysen er de totale omkostningers følsomhed over for disse parametre og antagelser undersøgt for derved at belyse usikkerheden forbundet med resultaterne.

Følsomhedsanalysen viser, at projektscenariets totale omkostninger er lidt større end basisscenariets totale omkostninger så længe, der benyttes middel eller høj enhedspris på sand og ral samtidig med, at der benyttes lav eller middel enhedspris på stenarbejderne. Det modsatte gør sig gældende, når der benyttes lave enhedspriser på sand og ral og høje enhedspriser på stenarbejderne. Dette understreger vanskelighederne ved at forudsige de eksakte omkostninger til basis- og projektscenariet.

2 Forudsætninger og metode

2.1 Generelt

Skråningsbeskyttelserne designes i begge scenarier til at kunne modstå en 50 års storm i dag og om 50 år.

I analysen indgår de samlede vurderede omkostninger til udførelse og udbygning af skråningsbeskyttelser med og uden strandfodring langs Nordkysten over de næste 50 år i de to scenarier.

Beskyttelsesniveauet for ejendomme og andre menneskeskabte værdier antages i analysen at være det samme i basis- og projektscenariet, dvs. at der op til en hændelse svarende til en 50 års stormflod om 50 år antages ikke at ske skader på ejendomme.

I analysen sammenlignes de beregnede nutidsværdier for omkostningerne i henholdsvis basisscenariet og projektscenariet. Omregningen til nutidsværdier sker for at kunne sammenligne omkostningerne i de to scenarier, da de i vid udstrækning falder på forskellige tidspunkter.

En stor del af omkostningerne til basisscenariet ligger i begyndelsen, da en stor del af eksisterende skråningsbeskyttelser skal ombygges og forstærkes. Omvendt spredes udgifterne ud for projektscenariet, hvor der løbende strandfodres og skråningsbeskyttelserne i større omfang kan forhøjes gradvist.

Analysen tager udgangspunkt i Kystdirektoratets metode beskrevet i *Vejledning til bidragsfordeling i forbindelse med etablering og vedligeholdelse af kystbeskyttelsesforanstaltninger* særligt eksemplet for strækningen mellem Tisvildeleje og Vincentstien beskrevet på s. 36-39 (Kapitel A4, Erosionscase) (Kystdirektoratet, 2017).

Analysen skal tjene som en del af grundlaget for vurderingen af det foreliggende projektforslag og som en del af grundlaget for kommunernes udarbejdelse af bidragsfordelingen for strandfodringen imellem de berørte ejere af fast ejendom, der får nytte af den planlagte strandfodring.

Basisscenariet medfører, at stranden gradvist forsvinder langs Nordkysten og passagen langs kysten således forhindres. Omvendt medfører projektscenariet, at strandene genopbygges og passage langs kysten genoprettes og forbedres. Adgangsforholdene langs kysten er et af de forhold, der skal afvejes i forhold til kystbeskyttelsesloven, når der ansøges om tilladelse til anlæggelse eller forstærkning af kystbeskyttelse.

Udover at grundejere i 1. række får nytte af strandfodring i kraft af beskyttelse af deres ejendom, så kan ejere af ejendomme i nærheden af stranden potentielt opleve en stigning i deres ejendomsværdi som følge af øget rekreativ værdi af en forbedret strand. Hverken værdien af beskyttelse eller rekreative værdier er inkluderet i analysen, da det som beskrevet alene er de forventede omkostninger i henholdsvis projektscenariet og i basisscenariet, der sammenlignes.

Økonomien i forbindelse med håndtering af udløb er ikke inkluderet i analysen. Der vil i forbindelse med strandfodring være en udgift til afværgeforanstaltninger samt øgede driftsomkostninger.

Havnene langs Nordkysten og herunder specielt Gilleleje Havn og Hornbæk Havn kan opleve øget tilsanding af indsejlingen som følge af strandfodring, som kan øge oprensningssomkostningerne. Eventuelle forøgede udgifter til oprensning er ikke inkluderet i analysen.

I cost-effectiveness analysen vurderes altså udelukkende omkostningerne i projektscenariet med løbende strandfodring og udbygning af skråningsbeskyttelserne, og disse omkostninger sammenlignes med omkostningerne i et basisscenarie uden strandfodring, hvor skråningsbeskyttelserne udbygges efterhånden, som kysten eroderer tilbage.

2.2 Scenarier

2.2.1 Basisscenarie

I analysens basisscenarie vedligeholdes og udbygges skråningsbeskyttelserne til at kunne modstå en 50 års stormflod om 50 år uden strandfodring svarende til den strategi, der benyttes langs størstedelen af Nordkysten i dag. Skråningsbeskyttelser anlægges af de berørte ejere af fast ejendom på de steder langs kysten, hvor der ikke er beskyttelse af skråningen i dag, eller hvor der er over tid opstår et behov.

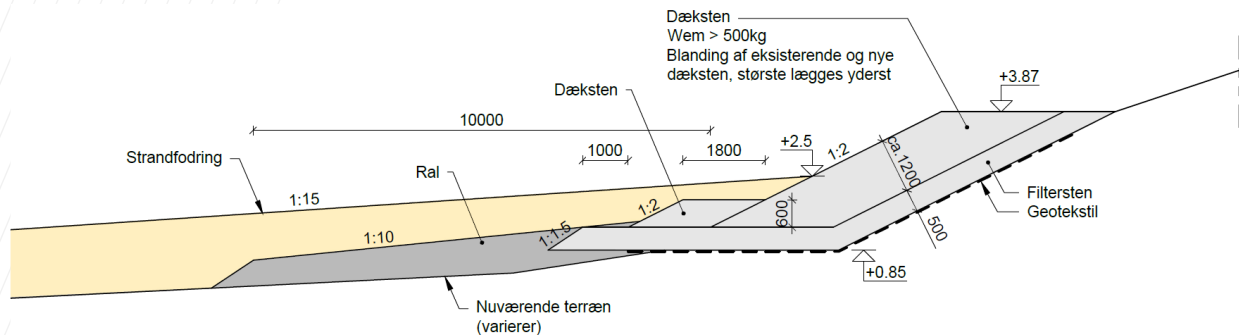
Der indgår ikke strandfodring i basisscenariet. Der er i beregningerne for basisscenariet ikke medtaget eventuelle supplerende krav om strandfodring ifm., at der bliver givet tilladelse til udbygning af hård kystbeskyttelse.

Eksisterende høfder og bølgebrydere er ikke en del af Nordkystens Fremtid og er derfor ikke medtaget i analysen. Dette skyldes, at høfder og bølgebrydere generelt omfordeler erosionen og skaber læsideerosion. Desuden vurderes det at blive dyrt at forstærke og udbygge høfder og bølgebrydere langs hele kysten.

2.2.2 Projektscenarie

I analysens projektscenarie beskyttes kysten med initialstrandfodring samt løbende vedligeholdelsesfodring hvert 5. år. Som i basisscenariet anlægges de berørte ejere af fast ejendom skråningsbeskyttelser på de steder langs kysten, hvor der ikke er beskyttelse af skråningen i dag, og hvor der over tid opstår et behov

for at forstærke skråningsbeskyttelserne til at kunne modstå en 50 års stormflod om 50 år, se Figur 2.1. Strandfodring med sand og eller ral medfører, at behovet for at forstærke skråningsbeskyttelserne er mindre, end hvis der ikke strandfodres.



Figur 2.1 Principskitse af udlagt strandfodring med sand og eller ral foran optimeret skråningsbeskyttelse

Strandfodringshøjden øges i takt med havspejlsstigningerne. Der foretages vedligeholdelsesfodringer hvert 5. år for at modvirke kronisk erosion, erosion forårsaget af havspejlsstigning og randeffekter ved enderne af fodringsstrækningerne.

Strandfodringen udføres med en kombination af ral og sand eller ral alene. Ralfodringen beskytter stranden mod akut erosion under storm og reducerer derved den bølgeenergi, der rammer skråningsbeskyttelserne.

Ralfodringen lægges op ad skråningsbeskyttelserne for at opnå størst mulig effekt, både i tilfældet, hvor der kun fodres med ral og i tilfældet, hvor der fodres med ral og sand.

Ralfodringen udlægges til minimum ca. +0,85 m over daglig vande, så der opnås samme grad af beskyttelse som ved en ren sandfodring svarende til +2,0m sand umiddelbart foran skråningsbeskyttelserne.

Samlet set fodres der op med sand til +2,5m vest for Gilleleje og +2,0m øst for Gilleleje over daglig vande, hvilket indeholder bidraget til vedligeholdelse.

For ralstrandene fodres op til +1,75m over daglig vande, hvilket indeholder vedligeholdelsesbidraget.

Som i basisscenariet er eksisterende høfder og bølgebrydere ikke medtaget i analysen.

2.2.3 Effekt af eksisterende ralstrande

Langs en stor del af Nordkysten består eksisterende strande af en kombination af ral og sand. Der ligger typisk en ralbanket foran skråningsbeskyttelserne, som er mere eller mindre dækket af sand.

På strækninger, hvor stranden foran skråningsbeskyttelserne er domineret af ral, forekommer der ikke betydelig akut erosion under stormflod. Den eksisterende ral på strandene beskytter således allerede skråningsbeskyttelserne mod bølgerne.

Strækningerne fra Hundested til Kikhavn og fra Heatherhill til Helsingør er domineret af ralstrande med kortere strækninger ind imellem, som er domineret af sand.

2.3 Omkostninger til udbygning og vedligeholdelse af kystbeskyttelsen

Basisscenaariets og projektscenaariets omkostninger er beregnet på baggrund af tilstandsvurderingen udført i forbindelse med Nordkystens Fremtid.

Tilstandsvurderingen er tilgængelig i GIS-databasen med informationer om eksisterende kystbeskyttelse udarbejdet af NIRAS, (NIRAS, Nordkystens Fremtid. Kystteknisk Projekt, 2020), www.nordkystensfremtid.dk.

I tilstandsvurderingen beregnes den forventede fremadrettede tilstand af eksisterende skråningsbeskyttelser under hensyntagen til fremtidig forventet havspejlsstigning, kronisk erosion og akut erosion. Tilstanden vurderes ved at sammenligne eksisterende hældning, topniveau og dækstensstørrelse med beregnede dimensioner.

Dimensionerne er fastlagt for en 50 års stormhændelse på 6 tidspunkter i projektets levetid, henholdsvis år 0, 10, 20,....., 50. Hvis det eksisterende topniveau er mindre end det beregnede topniveauet er en udbygning af skråningsbeskyttelsen påkrævet, og hvis eksisterende dæksten er mindre end beregnede dæksten, er en genopbygning af skråningsbeskyttelsen nødvendig.

I tilstandsvurderingen vurderes mængden af nuværende dæksten fra eksisterende utilstrækkelig kystbeskyttelse, og denne mængde dæksten genindbygges i nye skråningsbeskyttelser suppleret med nødvendige nye dæksten og filtersten.

Baseret på tilstandsvurderingen udarbejdes et anlægsoverslag for udbygning og genopbygning af skråningsbeskyttelser samt for strandfodring.

Som udgangspunkt inkluderes løbende vedligeholdelsesudgifter til skråningsbeskyttelser ikke i anlægsoverslaget. Dette skyldes, at omkostningerne varierer meget fra skråningsbeskyttelse til skråningsbeskyttelse. Samtidig er det usikkert, om man som grundejer vil vedligeholde sin beskyttelse i tiden op til, at beskyttelsen skal genopbygges, hvis der under en storm flyttes rundt på nogle sten.

Som en del af følsomhedsanalysen vurderes det tilfælde, hvor de årlige vedligeholdelsesomkostningerne antages at være de samme for alle konstruktioner i begge scenarier, både eksisterende og nye.

De vurderede omkostninger til nødvendig udbygning og genopbygning samt vedligeholdelse af kystbeskyttelsen opgøres for en 50 års stormhændelse på seks tidspunkter hen over projektets levetid, hhv. år 0, 10, 20,....., 50. For hvert 10. år fordeles omkostningerne ligeligt ud på de foregående år. Dette er udtryk for en gennemsnitsbetragtning. De derved fordelte anlægs- og vedligeholdelsesomkostninger tilbagediskonteres til nutidsværdier for derved at gøre omkostningerne sammenlignelige.

Ved projektstart udføres en initialstrandfodring samt første vedligeholdelsesfodring dækkende år nul til og med år 4. Herefter strandfodres der i årene 5, 10, 15,...., 45. Omkostningerne til fodringerne tilbagediskonteres til nutidsværdier med udgangspunkt i det pågældende år.

Der er i beregningerne for basisscenariet ikke medtaget eventuelle supplerende krav om strandfodring ifm., at der bliver givet tilladelse til udbygning af hård kystbeskyttelse.

Tilbagediskonteringen af de vurderede omkostninger sker i henhold til Kystdirektoratets metode beskrevet i *Vejledning til bidragsfordeling i forbindelse med etablering og vedligeholdelse af kystbeskyttelsesforanstaltninger* samt Finansministeriets *Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger* (Finansministeriet, 2021). Det betyder, at der anvendes en anbefalet samfundsøkonomisk diskonteringsrente på 3,5% i år 0 til 35 og efterfølgende 2,5% i år 36 til 50. Da omkostningerne som udgangspunkt er opgjort i faktorpriser korrigeres de desuden med nettoafgiftsfaktoren for derved at få dem udtrykt i markedspriser. Nettoafgiftsfaktoren afspejler, hvor stor en del af Danmarks privatforbrug, der udgøres af indirekte skatter og afgifter, og den er pt. opgjort til 1,28. Baggrunden for, at man i samfundsøkonomiske analyser opgør omkostninger (og gevinster) i markedspriser er, at de alternativt kunne være brugt anderledes, og at forbrugerne i tilfælde heraf ville værdisætte dem efter markedspriserne.

Projektets nettoeffekt beregnes ved at sammenholde de beregnede nutidsværdier af omkostningerne i de to scenarier. Nettoeffekten af kystbeskyttelsesprojektet bestemmes således som forskellen imellem nutidsværdien af omkostningerne i basisscenariet og projektscenariet på 50 års sigt. De valgte 50 år svarer til levetiden for projektet, hvilket i Kystdirektoratets vejledning defineres som tidsintervallet indenfor hvilket, målsætningen opfyldes (Kystdirektoratet, 2017).

For at belyse de væsentligste usikkerheder foretages der følsomhedsanalyser for begge scenarier blandt andet i forhold til de enhedspriser, der ligger til grund for de beregnede anlægsomkostninger.

2.4 Tilstandsvurderingens variable

Designparametre og enhedspriser angivet i Tabel 2.1 indgår i tilstandsvurderingen og vurderingen af omkostningerne i de to scenarier.

Figur 2.1 viser variationen i enhedsprisen for sand, der varierer langs kysten som følge af sejlfafstand fra indvindingsområde til fodringsstrækning.

Hvis intet andet er angivet anvendes middelværdien i beregningerne. I Afsnit 3.3 er de totale omkostningers følsomhed over for parametrene værdi undersøgt ved at variere mellem laveste og højeste værdi.

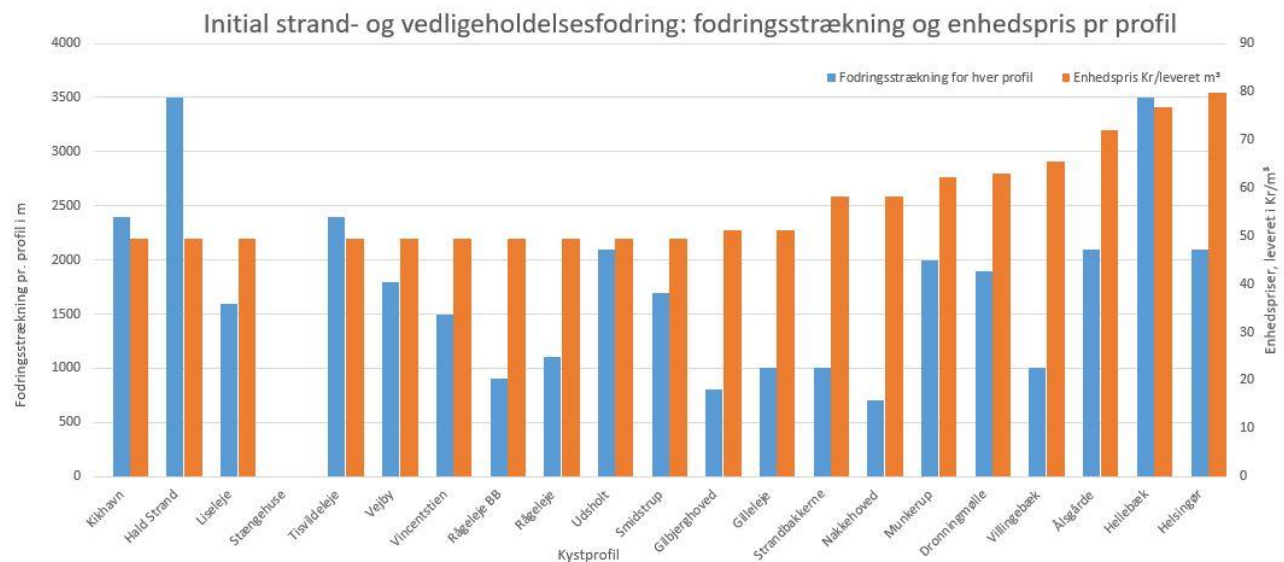
Materialepriserne i dag og fremover vurderes at udgøre den største usikkerheder.

Tabel 2.1: Parametre der kan variere i cost-effectiveness analysen.

Ralfodringshøjden undersøges kun for to fodringshøjder højere end middelværdien.

Parameter	Lav	Middel	Høj
Materialepriser ekskl. moms			
Dæksten (kr./m ³)	600	660	725
Filtersten (kr./m ³)	400	440	485
Geotekstil (kr./m ²)	45	50	55
Genindbygning af eksisterende dæksten (kr./m ³)	100	200	300
Sand (kr./m ³)	-10%	50-80	+10%
Ral (kr./m ³)	-10%	330	+10%
Geometriske variable (skråningsbeskyttelse og strandfodring)			
Nuværende funderingsniveau (m under nuværende strand foran konstruktion)	-0,75	-0,5	-0,25
Nuværende tykkelse af skråningsbeskyttelse (-)	1,25 D _{n50}	1,50 D _{n50}	1,75 D _{n50}
Ralfodringshøjde foran skråningsbeskyttelse (m ift. middelvandspejl)		+0,85	+1,20 +1,50
Tilladeligt bølgeoverskyl (l/s/m)		2	10

Figur 2.1: Længde af fodringsstrækning for hvert profil til venstre og enhedspris på sand med sejltillæg for hvert profil til højre.

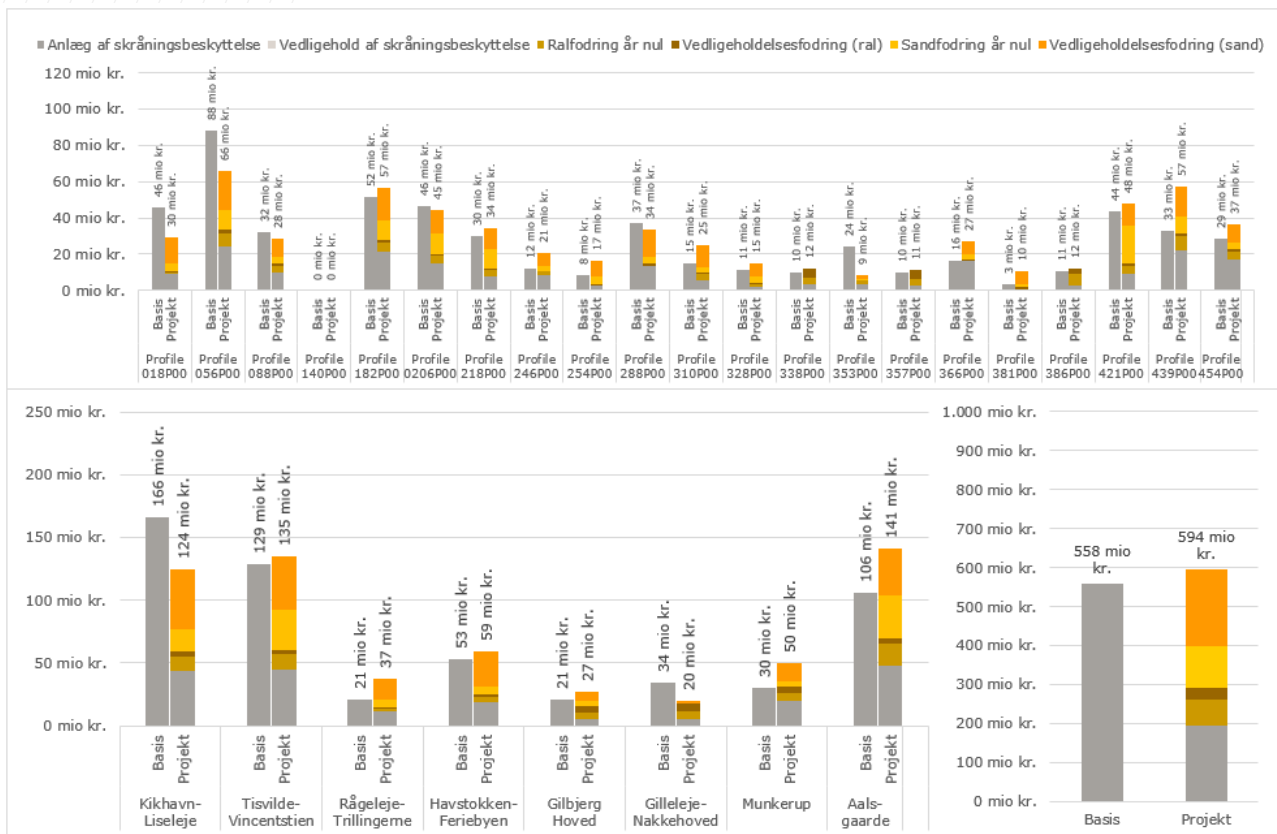


3 Resultater

3.1 Middelestimat

I Figur 3.1 er omkostningerne for henholdsvis basis- og projektscenarie angivet. Både de totale omkostninger for hele kyststrækningen, men også omkostningerne fordelt på profiler og fodringsstrækninger er angivet. Omkostningerne er fordelt på anlæg af skråningsbeskyttelse, strandfodring i år nul, som både dækker initialstrandfodring og første vedligeholdelsesfodring, samt vedligeholdelsesfodring for de efterfølgende år.

Figur 3.1: Basisscenaariets og projektscenaariets omkostninger i tilfælde af, at alle parametre er lig middelværdien i Tabel 2.1. Beløb er afrundet. En større version af figuren ses i Bilag A.



Basisscenaariets totale omkostninger anslås til omkring 558 mio. kr., mens projektscenaariets omkostninger er 594 mio. kr. og dermed 36 mio. kr. dyrere svarende til omkring 6 %. Omkostningerne i de to scenarier er dermed stort set ens, og forskellen er inden for den forventede usikkerhed på omkostningsestimaterne, se også Figur 3.5.

For enkelte kystprofiler er de beregnede omkostninger i projektscenaariet lavere end i basisscenaariet. Dette gælder profilerne: Kikhavn 018P00, Hald Strand 056P00, Liseleje 088P00, Vejby 0206P00, Udholdt 288P00 og Strandbakkerne 353P00.

For andre kystprofiler er de beregnede omkostninger i projektscenariet højere end i basisscenariet. Dette gælder profilerne: Tisvildeleje 0182P00, Vincentstien 0218P00, Rågeleje Bølgebryderen 0246P00, Rågeleje 0254P00, Smidstrup 0310P00, Gilbjerg Hoved 0328P00, Gilleleje 0338P00, Nakkehoved 0357P00, Munkekerup 0366P00, Dronningmølle 0381P00, Villingebæk 0386P00, Ålsgårde 0421P00, Hellebæk 0439P00 og Helsingør 0454P00.

3.2 Vurdering af vedligeholdelsesudgifter til skråningsbeskyttelser

Det har ikke været muligt at indhente oplysninger om vedligeholdelsesudgifter til kystbeskyttelsen fra de private grundejere. Grundejerne genopbygger typiske deres anlæg, efter at der opstår skader.

For tre kystbeskyttelseslag, der tilsammen dækker en kyststrækning på ca. 5.600 m, er indhentet oplysninger om de løbende vedligeholdelsesudgifter. De beløber sig i gennemsnit til 1.160.000 kr./år. svarende til 210 kr./år/m skråningsbeskyttelse. Heri kan være indregnet udgifter til skadesudbedring efter påvirkninger, der er større end designhændelsen (sædvanligvis en 30-års hændelse). Vedligeholdelsesudgiften varierer fra 1,2 – 2,2 %/år af anlægsudgiften.

For disse kystbeskyttelseslag beløb udbedringsomkostningerne efter Bodil (en 240-års hændelse) til mellem 15 – 40 % af anlægsudgiften.

For nye skråningsbeskyttelser dimensioneret for en 50-års hændelse og med et sædvanligt accepteret skadesniveau på 2%/år er vedligeholdelsesomkostningen beregnet til ca. 1,2%/år af anlægsudgiften, hvilket svarer til i gennemsnit 150 kr./m/år. Vedligeholdelsesomkostninger må forventes at være det samme i de to scenarier, da skråningsbeskyttelserne designes ud fra samme designkriterie (50års hændelse om 50år).

Antages en årlig vedligeholdelsesomkostning for både nye og eksisterende skråningsbeskyttelser på 150 kr./år/m tilføjes et ekstra bidrag til den totale omkostning for både basis- og projektscenariet på 157 mio. kr. Dette er således ikke med til at ændre konklusionen af analysen, da begge scenarier tillægges den samme omkostning, og forskellen i omkostningerne i de to scenarier derved er uændret. Dette er illustreret i Figur 3.2.

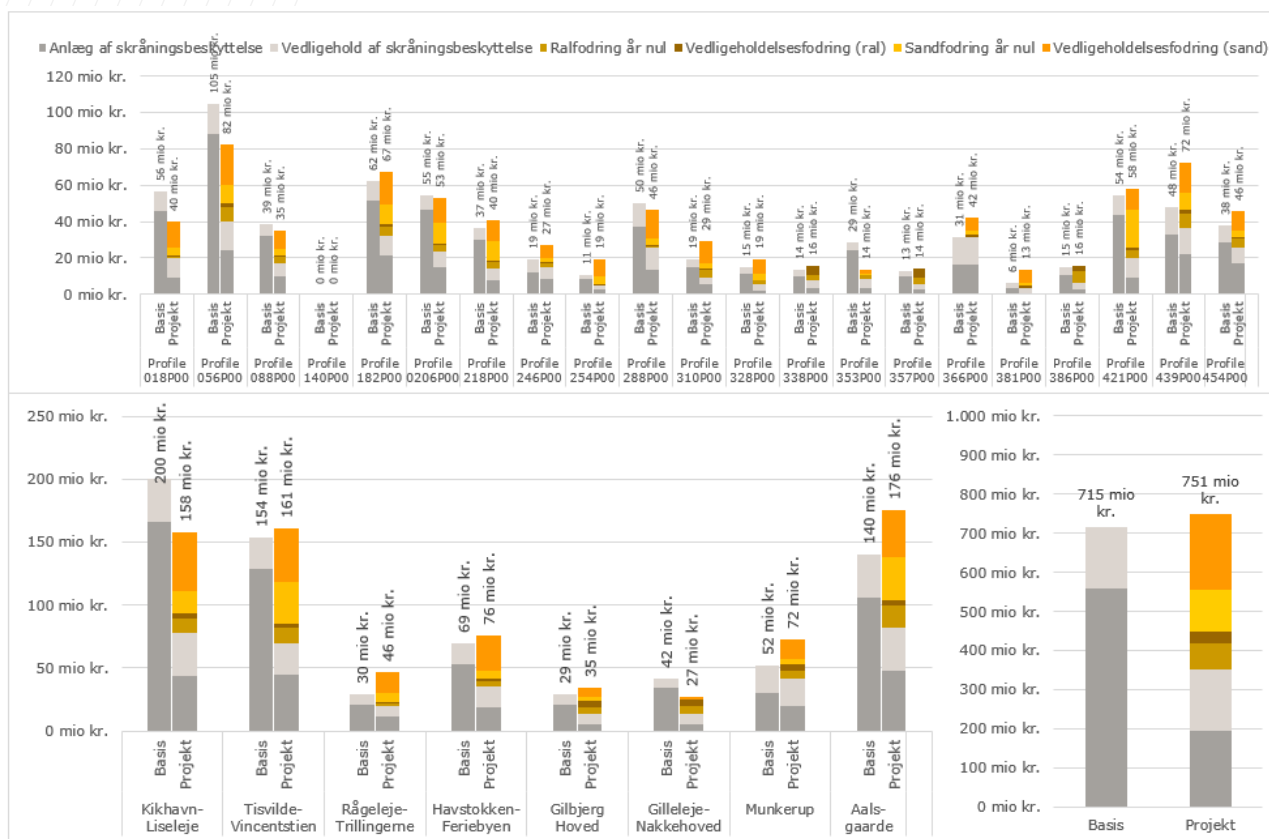
3.3 Følsomhedsanalyse

For parametrene angivet i Tabel 2.1 er der udført følsomhedsanalyser. Først ændres parametrene enkeltvis for at undersøge i hvilken grad parametrene har indflydelse på nutidsværdien af henholdsvis basis- og projektscenariets samlede omkostninger.

Derefter undersøges de parametre nærmere, hvor en ændring påvirker omkostningerne væsentligt.

Følsomhedsanalyserne skal tydeliggøre, i hvilke situationer basisscenariet er samfundsøkonomisk mere rentabelt end projektscenariet og omvendt.

Figur 3.2: Basisscenaariets og projektscenaariets omkostninger inklusiv en årlig vedligeholdelsesomkostning på 150 kr./år/m. Beløb er afrundet. En større version af figuren ses i Bilag B.



3.3.1 Varierende fodringshøjde

Ved at variere til hvilken kote rallen udlægges, kan omkostningerne til projektscaenariet ændres - jo højere ralkote jo lavere bliver omkostningerne. Dette skyldes, at en stigende ralfodringshøjde medfører, at færre skråningsbeskyttelser skal genopbygges og forstærkes. I middelestimatet er omkostninger til skråningsbeskyttelse i basisscenaariet lidt mindre end omkostningerne til skråningsbeskyttelse og strandfodring i projektscaenariet. Dette ændres ved en højere ralfodringshøjde.

I Figur 3.3 og Figur 3.4 ses nutidsværdien af de samlede omkostninger og omkostningerne fordelt på profiler og fodringsstrækninger for en ralfodringskote på +1,20 m og +1,50 m i forhold til middelvandspejlet.

Figur 3.3: Basisscenaariets og projektscenaariets omkostninger i tilfælde af ralfodring op til +1,2m i forhold til middelhavspejlet samtidig med, at alle andre parametre er lig middelværdien i Tabel 2.1. Beløb er afrundet. En større version af figuren ses i Bilag C.



Figur 3.4: Basissceniariets og projektsceniariets omkostninger i tilfælde af ralfodring op til +1,50m i forhold til middelhavspejlet samtidig med, at alle andre parametre er lig middelværdien i Tabel 2.1. Beløb er afrundet. En større version af figuren ses i Bilag D.



De totale omkostninger for projektsceniariet er 545 mio. kr og 506 mio. kr for henholdsvis ralfodring op til +1,2 m og +1,5 m i forhold til middelvandstanden. Omkostningerne falder dermed med henholdsvis 49 mio. kr. og 88 mio. kr. De totale omkostningerne til projektsceniariet er dermed henholdsvis 2% og 9 % lavere end de totale omkostninger til basissceniariet.

Projektforslaget bør derfor optimeres i detailprojekteringsfasen med henblik på at optimere højden af ralfodringen langs skråningsbeskyttelserne, således at den økonomiske gevinst maksimeres.

Omkostningerne til basissceniariet er dog stadig lavere ved Rågeleje-Trillingerne, Gilberg Hoved, Munkerup og Aalsgaarde.

3.3.2 Varierende materialepriser

I Figur 3.5 illustreres basis- og projektsceniariets totale omkostninger i tilfælde af, at enhedspriserne for dæksten, filtersten, geotekstil og sand og ral, samt omkostningerne ved genanvendelse af eksisterende sten varierer.

Nutidsværdien af de totale omkostninger er i alle tilfælde lavest for basissceniariet. Forskellen i omkostningerne mellem de to scenarier er dog meget lille og indenfor usikkerheden.

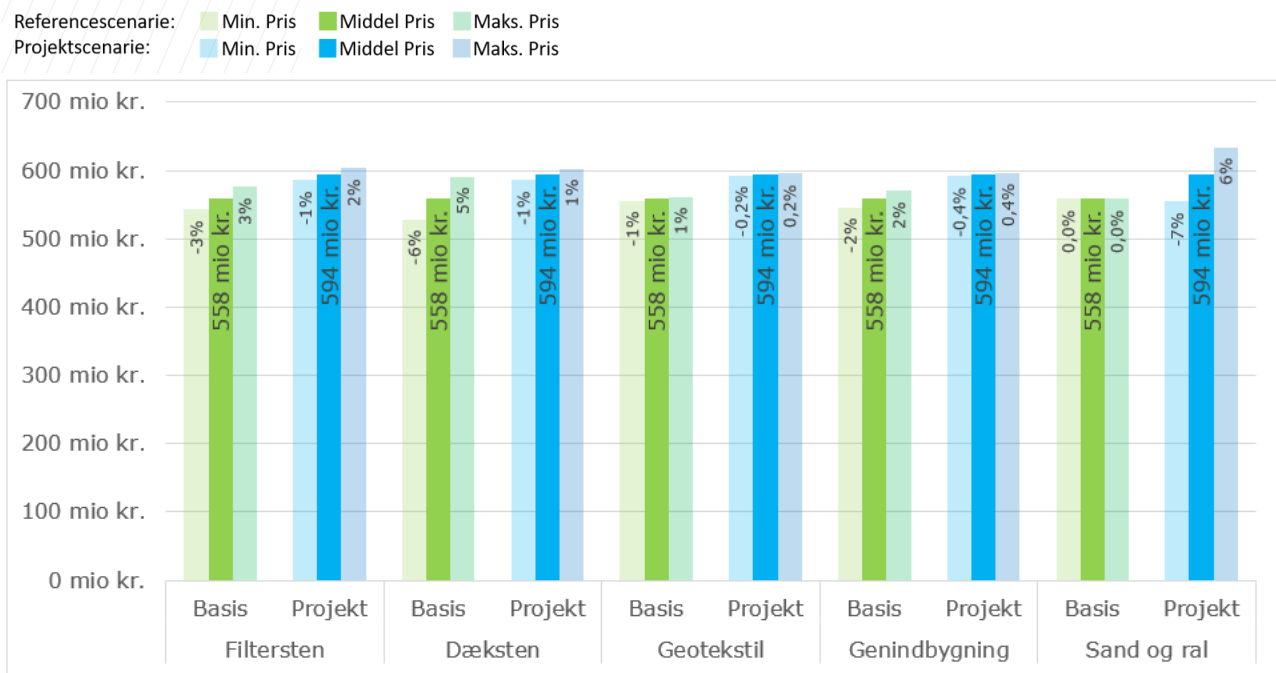
Hvis filterstenenes enhedspris ændres fra en forventet middelpriis til den vurderede mindstepriis eller til maksimumsprisen ændres de totale omkostninger kun fra -3 til +3 % i basisscenariet og fra -1 til +2% i projektscenariet.

I basisscenariet medfører en ændring i dækstenenes enhedspris fra middel til enten mindstepriis eller maksimumspris, at de totale omkostninger ændres -6 % og +5%. For projektscenariet er ændringen kun $\pm 1\%$, da der ombygges færre skråningsbeskyttelser i dette scenarie.

For geotekstil og genindbygning af nuværende sten ændres omkostningerne $\pm 1\%$ og ± 2 for basisscenariet og ca. 0% for projektscenariet.

Forskellen i de totale omkostninger, hvis prisen for sand og ral ændres fra middelpriis til mindstepriis er -7%, mens forskellen er +6%, hvis prisen for sand og ral ændres fra middelpriis til maksimumspris.

Figur 3.5: Sammenligning af basisscenaariets og projektscenaariets omkostninger samtidig med, at enhedspriserne i Tabel 2.1 varierer enkeltvis. Procentsatserne angiver, hvor meget omkostningerne henholdsvis falder og stiger ved mindste og højeste enhedspris i forhold til middelpriis. Beløb er afrundet.



3.3.3 Fodringshøjde sammenholdt med prisen for sand og ral

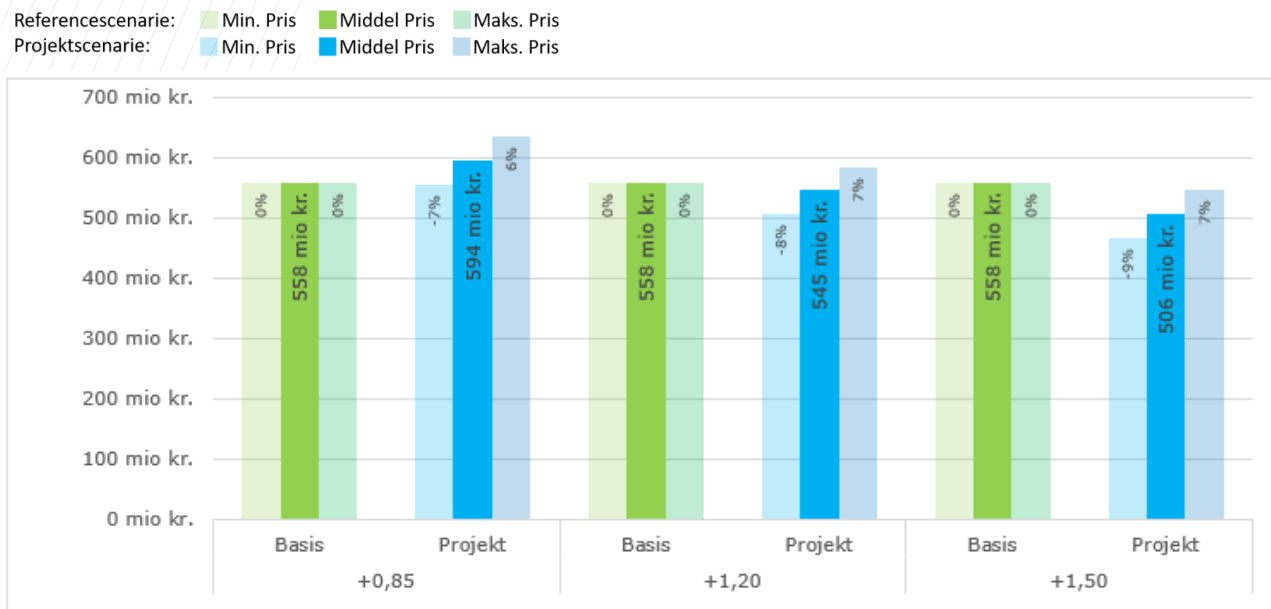
I Figur 3.6 er de estimerede omkostninger i basisscenaariet og projektscenaariet angivet for de tre ralfodringskoter med varierende enhedspriser på sand og ral. Ved ralfodringskoter til +1,2 m og +1,5 m i forhold til middelvandspejlet er omkostningerne til projektscenaariet, som allerede vist i Afsnit 3.3.1, lavere end omkostningerne til basisscenaariet. Jo lavere enhedsprisen er for sand og ral, jo mindre bliver omkostningerne til projektscenaariet, mens basisscenaariet er uændret.

Ved en ralfodring op til +0,85m i forhold til middelvandspejlet er omkostningerne til projektscenariet højest på nær ved den mindste enhedspris for sand og ral, hvor omkostningerne til basisscenariet er 1 % højere.

Ved en ralfodring op til +1,20m i forhold til middelvandspejlet er det kun ved den højeste enhedspris for sand og ral, at omkostningerne til projektscenariet er højest.

Ved en fodringshøjde på +1,5m i forhold til middelvandspejlet er omkostningerne til projektscenariet lavest ved alle tre enhedspriser på sand og ral.

Figur 3.6: Sammenligning af basisscenaariets og projektscenaariets omkostninger ved varierende fodringshøjde foran skråningsbeskyttelserne. Kolonnerne angiver omkostningerne ved en sand- og ralpris på $\pm 10\%$ i forhold til middelpriisen for de enkelte fodringsprofiler. Beløb er afrundet.



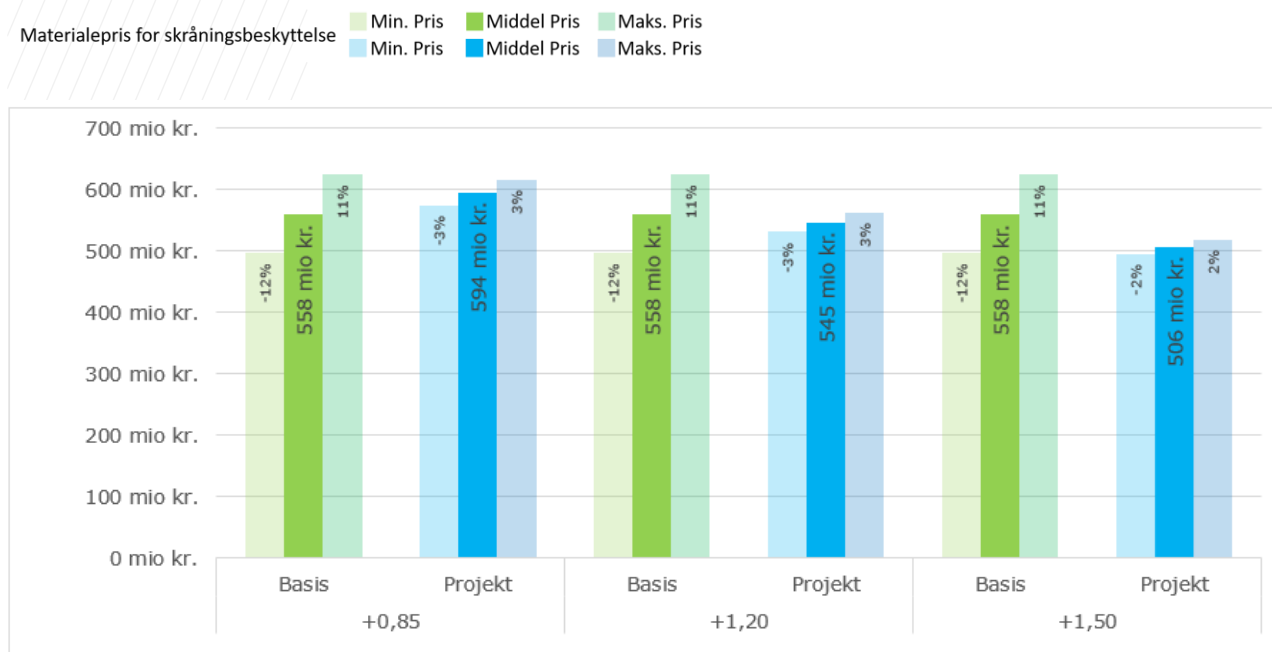
3.3.4 Fodringshøjden sammenholdt med prisen for skråningsbeskyttelser

Omkostningerne til basisscenariet og projektscenariet er også angivet for de tre ralfodringshøjder med varierende enhedspriser for materialer til skråningsbeskyttelser (dæksten, filtersten, geotekstil og genindbygning af eksisterende sten).

Ved ralfodring op til +1,2 m og +1,5 m i forhold til middelvandspejlet er omkostningerne til projektscenariet, som allerede vist i Afsnit 3.3.1, lavere end omkostningerne til basisscenariet. Dette gør sig også gældende ved varierende materialepriser på nær, når den laveste pris på stenmaterialer anvendes samtidig med fodringshøjden på +1,20 m. Her er omkostningerne til basisscenariet lavest.

Variationen i materialepriserne har mindre betydning jo højere ralfodringen er. Dette skyldes, at behovet for at anlægge skråningsbeskyttelse falder, jo højere ralfodring går op.

Figur 3.7: Sammenligning af basisscenaariets og projektscenaariets omkostninger ved varierende fodringshøjde foran skråningsbeskyttelserne. Kolonnerne angiver omkostningerne ved skråningsbeskyttelsens laveste, middel og højeste materialepriser (dæksten, filtersten og geotekstil samt genindbygning) jf. Tabel 2.1. Beløb er afrundet.



3.3.5 Varierende geometriske parametre

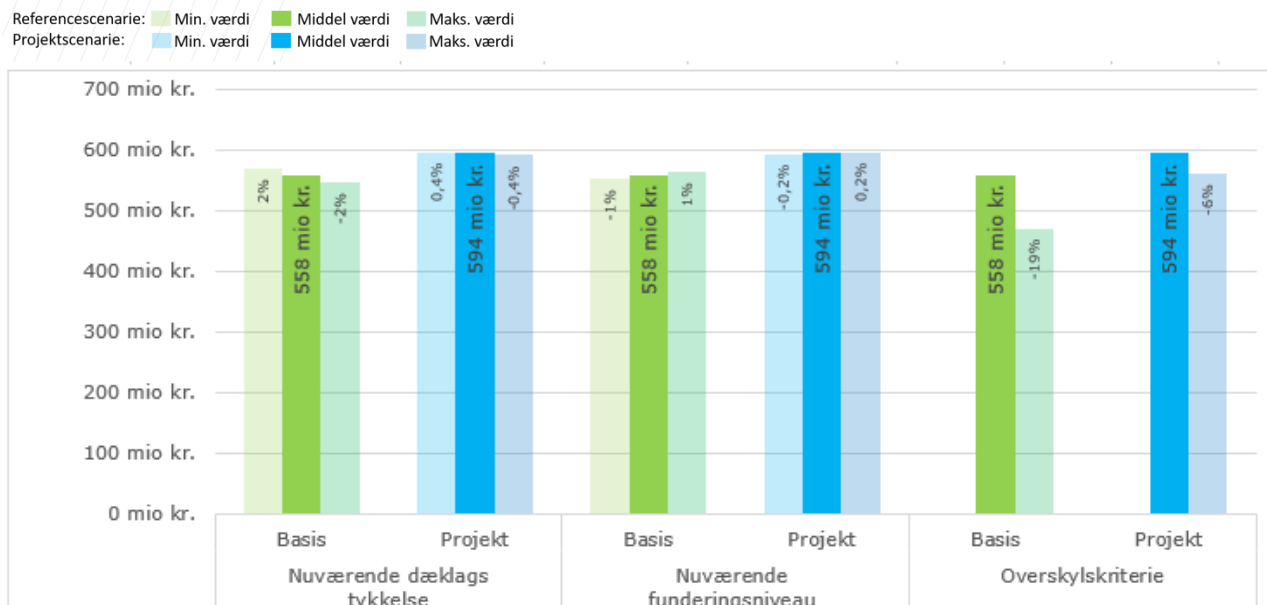
De geometriske variable, på nær fodringskoten, som er vist i Tabel 2.1 og deres betydning for de totale omkostninger er illustreret i Figur 3.8.

Figuren viser, at uanset hvilken af de geometriske variable der ændres, er omkostningerne til projektscenaariet i alle tilfælde større end omkostningerne til basisscenaariet.

Antagelser om dækstenslagets tykkelse og funderingsniveau under terræn for eksisterende kystbeskyttelse har ikke stor betydning for den totale omkostning, som varierer 2 % for basisscenaariet og under 1 % for projektscenaariet. Forskellen i de to scenarier skyldes, at flere skråningsbeskyttelser genopbygges i basisscenaariet, og derfor genanvendes flere sten i basisscenaariet sammenlignet med i projektscenaariet.

Overskylskriteriet angiver, hvor meget vand, der må skylle hen over konstruktionen i en storm og angives i l/s/m. Jo lavere overskylskriteriet er, jo højere topkote vil skråningsbeskyttelsen skulle have. En ændring af overskylskriteriet fra 2 til 10 l/s/m medfører, at skråningsbeskyttelsernes topkote kan være lavere. Derfor falder basisscenaariets omkostninger med omkring 19 %, mens projektscenaariets omkostninger kun falder med omkring 6 %, da der i forvejen udbygges færre skråningsbeskyttelser i dette scenarie.

Figur 3.8: Sammenligning af basisscenaariets og projektscenaariets omkostninger samtidig med, at de geometriske variable i Tabel 2.1 varierer enkeltvis. Procentsatserne angiver, hvor meget omkostningerne henholdsvis falder og stiger ved den mindste og højeste værdi i forhold til middelværdien. Beløb er afrundet.



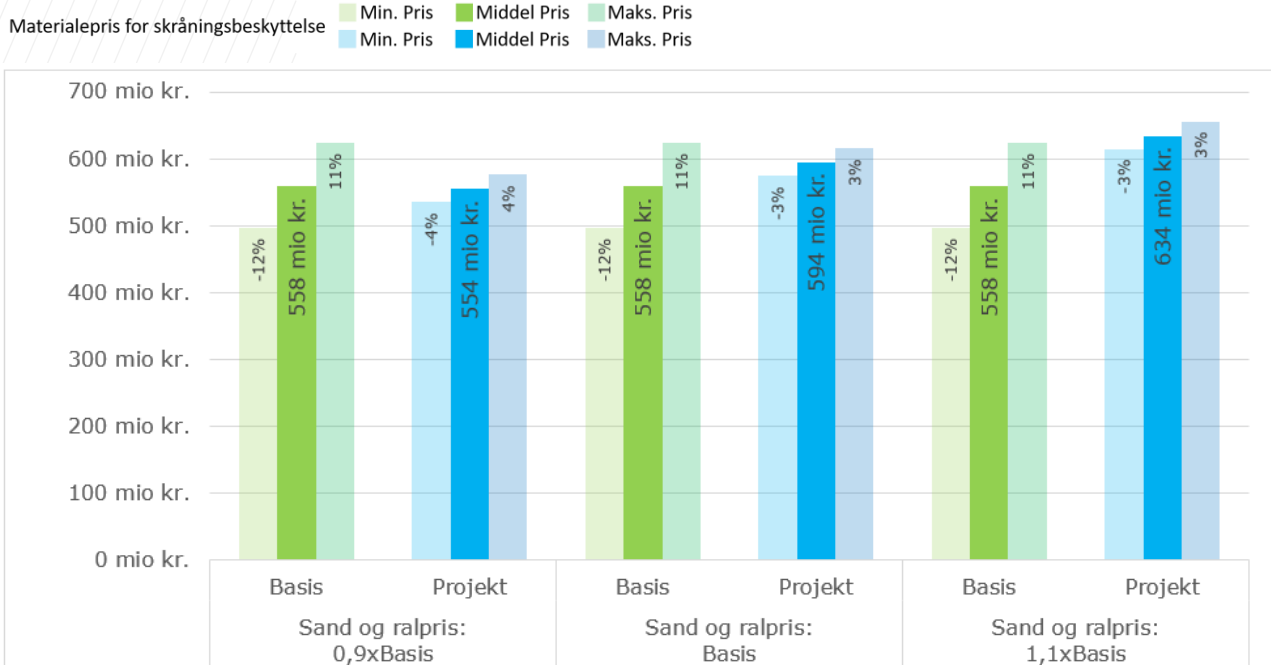
3.3.6 Pris for skråningsbeskyttelser sammenholdt med pris for sand og ral

Omkostningerne til basisscenaariet og projektscenaariet ved stigende enhedspriser for sand og ral samt ved stigende enhedspriser for materialer til skråningsbeskyttelse ses i Figur 3.9 og Figur 3.10 for henholdsvis et bølgeoverskyl på 2 og 10 l/s/m.

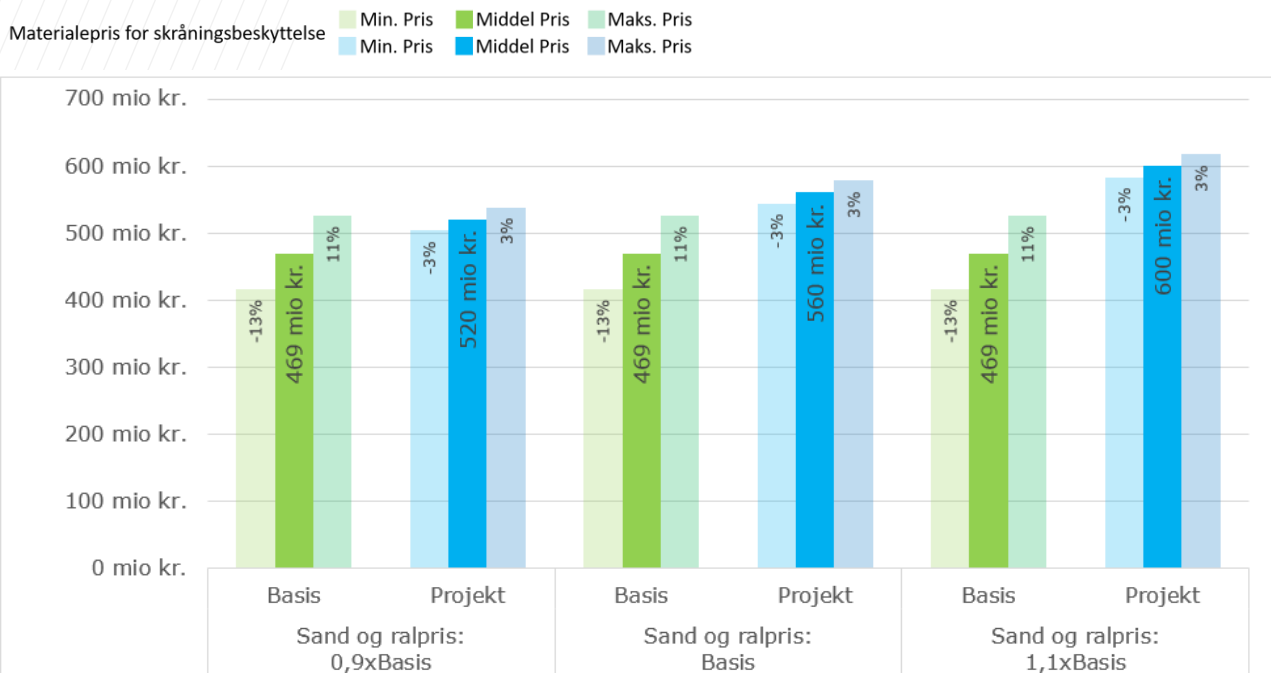
Generelt er omkostningerne til projektscenaariet større end omkostningerne til basisscenaariet så længe, der benyttes middel eller høj enhedspris på sand og ral samtidig med, at der benyttes lav eller middel enhedspris på stenarbejderne.

Generelt er basisscenaariet dyrere end projektscenaariet, når der benyttes lave enhedspriser på sand og ral og høje enhedspriser på stenarbejderne.

Figur 3.9: Sammenligning af basissceniariets og projektsceniariets omkostninger ved varierende enhedspriser for sand og ral for et overskylskriterie på 2 l/s/m. Kolonnerne angiver omkostningerne for laveste, middel og højeste materialepriser til skråningsbeskyttelserne (dæksten, filtersten og geotekstil samt genindbygning) jf. Tabel 2.1. Beløb er afrundet.



Figur 3.10: Sammenligning af basissceniariets og projektsceniariets omkostninger ved varierende enhedspriser for sand og ral for et overskylskriterie på 10 l/s/m. Kolonnerne angiver omkostningerne for laveste, middel og højeste materialepriser til skråningsbeskyttelserne (dæksten, filtersten og geotekstil samt genindbygning) jf. Tabel 2.1. Beløb er afrundet.



3.3.7 Diskonteringsrente

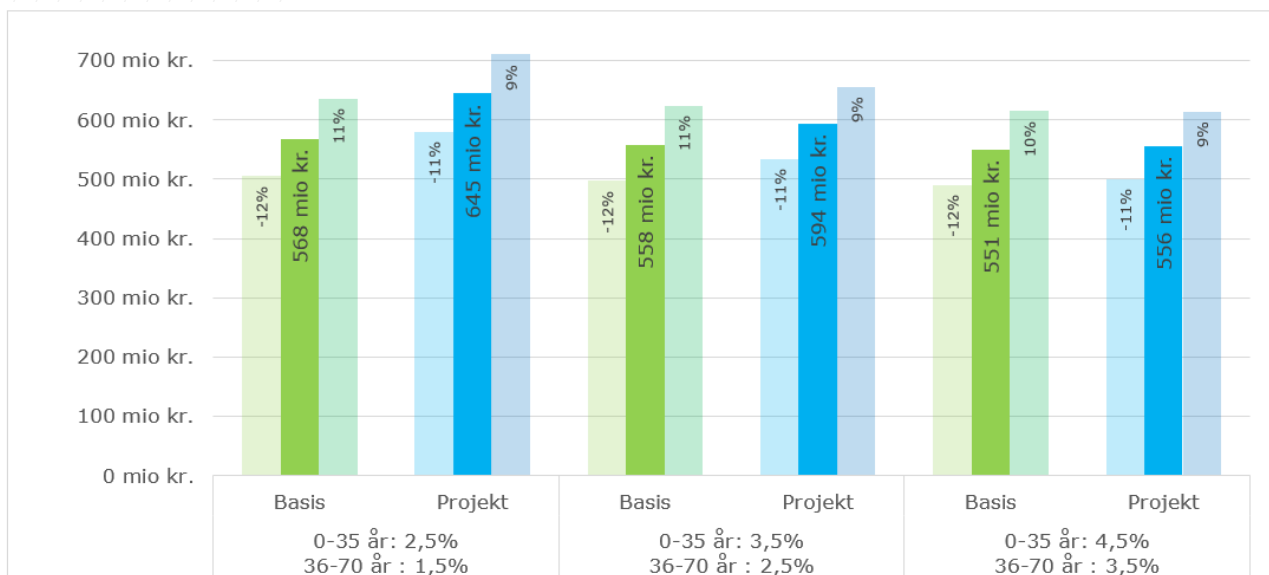
Resultaternes følsomhed overfor ændringer i diskonteringsrenten er beregnet ved at regulere den anvendte diskonteringsrente henholdsvis 1 procentpoint op og ned som vist i Figur 3.11.

Nutidsværdien af projektscenariets omkostninger falder forholdsvis mere end nutidsværdien af basisscenariets omkostninger, når diskonteringsrenten stiger. Dette skyldes, at strandfodringen i projektscenariet medfører, at skråningsbeskyttelserne ombygges længere ude i fremtiden sammenlignet med basisscenariet samtidig med, at der løbende er udgifter til strandfodring.

Forskellen i omkostninger mellem de laveste, middel og højeste materialepriser er den samme for de tre anvendte diskonteringsrenter, og omkostningerne til basisscenariet er således lavest, når den anvendte diskonteringsrente ændres med 1 procentpoint.

Figur 3.11: Sammenligning af basisscenariets og projektscenariets omkostninger ved varierende diskonteringsrente. Kolonnerne angiver omkostningerne ved laveste, middel og højeste materialepriser, jf. Tabel 2.1. Beløb er afrundet.

Referencescenarie: ■ Min. Pris ■ Middel Pris ■ Maks. Pris
 Projektscenarie: ■ Min. Pris ■ Middel Pris ■ Maks. Pris



4 Referencer

Finansministeriet. (2021). *Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger*. København, Danmark: Finansministeriet.

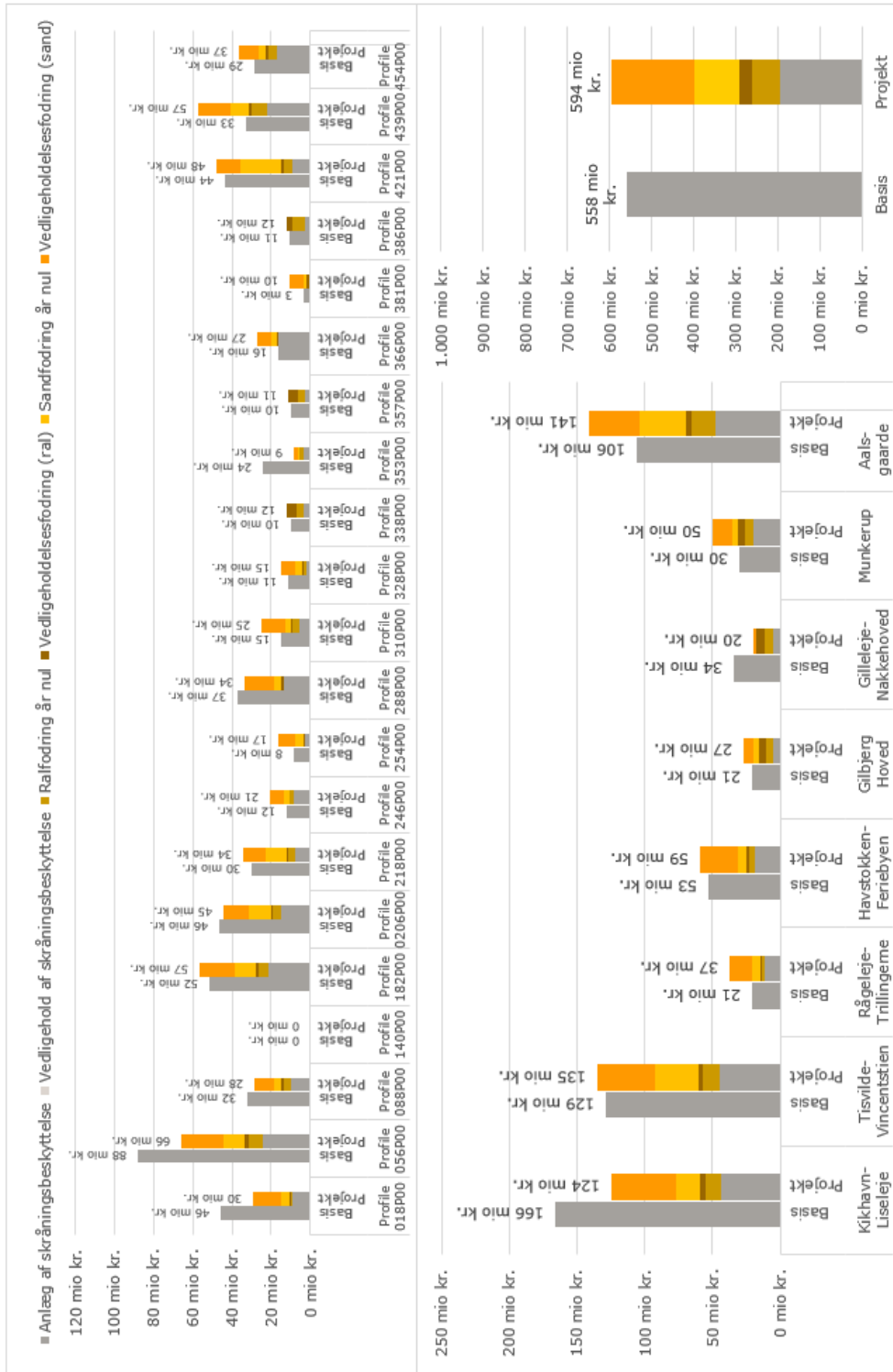
Kystdirektoratet. (2017). *Vejledning til bidragsfordeling i forbindelse med etablering og vedligeholdelse af kystbeskyttelsesforanstaltninger*. Lemvig: Miljø- og Fødevareministeriet, Kystdirektoratet.

NIRAS. (2020). *Nordkystens Fremtid. Kystteknisk Projekt*.

NIRAS. (2020). *Nordkystens Fremtid. Myndighedsprojekt*.

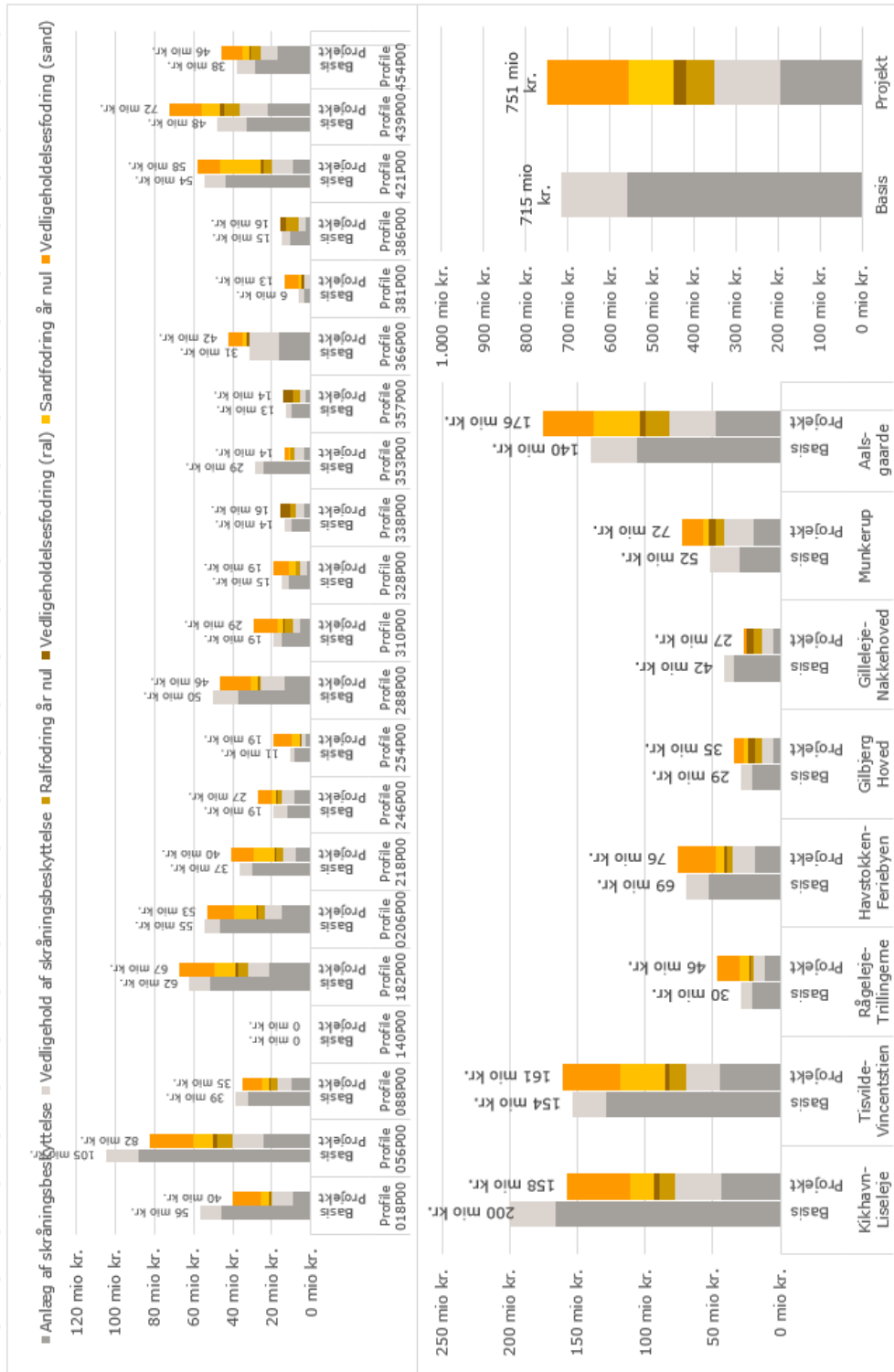
Bilag A. Figur 3.1

Basisscenaariets og projektskenaariets omkostninger i tilfælde af, at alle parametre er lig middelværdien i Tabel 2.1. Beløb er afrundet.



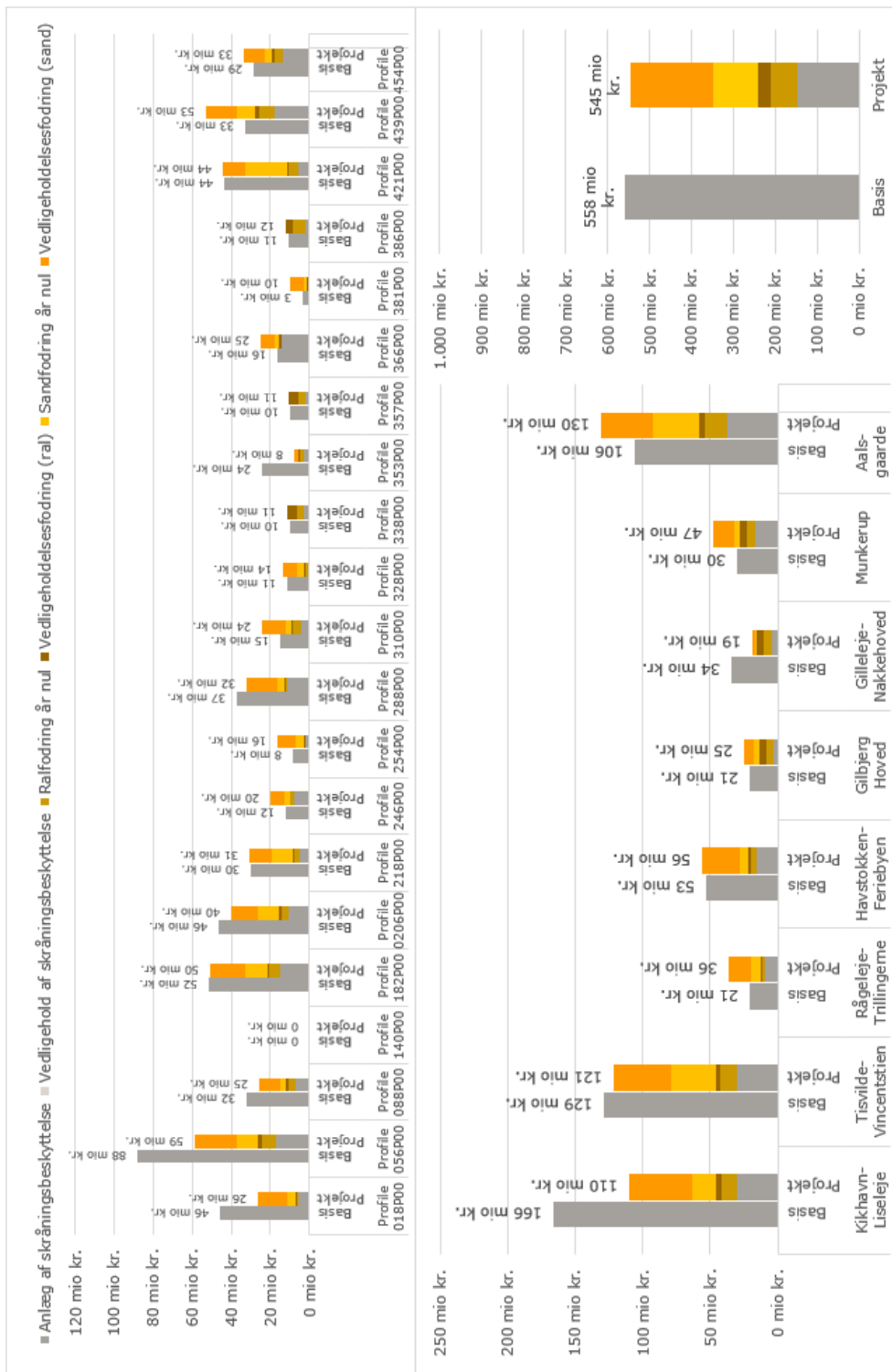
Bilag B. Figur 3.2

Basisscenaariets og projektscenaariets omkostninger inklusiv en årlig vedligeholdelsesomkostning på 150 kr./år/m. Beløb er afrundet.



Bilag C. Figur 3.3

Basisscenaariets og projektscenaariets omkostninger i tilfælde af ralfodring op til +1,2 m i forhold til middelhavspejlet samtidig med, at alle andre parametre er lig middelværdien i Tabel 2.1. Beløb er afrundet.



Bilag D. Figur 3.4

Basisscenaariets og projektskenaariets omkostninger i tilfælde af ralfodring op til kote +1,5 m i forhold til middelhavspejlet samtidig med, at alle andre parametre er lig middelværdien i Tabel 2.1. Beløb er afrundet.

