NOVEMBER 2018
MIDDELFART KOMMUNE

KLIMASIKRING VED VARBJERG STRAND

FORUNDERSØGELSE



COWI

ADRESSE COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00
FAX +45 56 40 99 99
WWW cowi.dk

NOVEMBER 2018
MIDDELFART KOMMUNE

KLIMASIKRING VED VARBJERG STRAND

FORUNDERSØGELSE

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.
A103160	3

VERSION	UDGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UDARBEJDET	KONTROLLERET	GODKENDT
1	16.11.2018		BOC/LAFN	ABH	LAFN

INDHOLD

Sammenfatning 7

1 Indledning 8

2 Beskyttelsesniveau 10

3 Løsningsforslag 11
3.1 Oversigt 11
3.2 Anlægsoverslag og bidrag 12
3.3 Organisation 13

4 Syd 14
4.1 Oversigt 14
4.2 Anlæg 15
4.3 Omkostninger 21
4.4 Konsekvenser 22

5 Nord 25
5.1 Oversigt 25
5.2 Anlæg 26
5.3 Omkostninger 32
5.4 Konsekvenser 32

6 Skråningssikring i nord 36
6.1 Oversigt 36
6.2 Designgrundlag 37
6.3 Forslag 40
6.4 Omkostninger 41

BILAG

Bilag A	Notat om beskyttelsesniveau
Bilag B	Notat om løsningsmuligheder
Bilag C	Beskyttelse i syd
Bilag D	Beskyttelse nord for åen
Bilag E	Skråningsbeskyttelse

Sammenfatning

Sommerhusområdet Varbjerg Strand er udsat for oversvømmelser fra Storåen og, især, havet. Grundejerne har derfor bedt Middelfart Kommune undersøge mulige løsninger.

Denne forundersøgelse analyserer problemet og beskriver en række mulige tiltag, herunder diger langs kysten og et højvandslukke ved Storås udmunding. Denne løsning er dog dyr, og COWI anbefaler i stedet løsninger for tre delområder for sig:

- I syd anbefales et lavt dige langs kystvejen (Feddet) kombineret med dige på nordsiden af Varbjergvej og et højvandslukke for Pavebækken.

- Nord for Storå anbefales et dige langs kysten, et dige mod engen og en mur på nordsiden af åen. Kystdiget i nord skal være højere og stærkere end diget syd for åen, da området er mere udsat

- De få ejendomme længst mod kan sikres med skråningsbeskyttelse. Konstruktionen bliver ret voldsom, da ejendommene er udsatte og ligger lige ud til stranden.

Omkostningerne til sikringen påhviler grundejerne. Der skal oprettes 3 digelag, da løsningerne er indbyrdes uafhængige. Digelagene forventes at kunne lånefinansiere anlægsomkostningerne. Der er stor forskel på omkostningerne i de 3 områder.

1 Indledning

Sommerhusområdet Varbjerg Strand har gentagne gange oplevet oversvømmelser og truende højvande, og beboerne har derfor bedt Middelfart Kommune om at undersøge mulige løsninger.



Figur 1-1 *Sommerhusområdet ligger lavt. Lysblå dækker arealer under kote 1,0 og gul arealer under kote 2,0 m.*

Efter en indledende drøftelse med Middelfart Kommune har COWI udarbejdet et notat om valg af beskyttelsesniveau samt en oversigt over 11 mulige løsninger

for forskellige områder. Et udkast til disse notater blev drøftet med kommunen på et møde 19. oktober 2017. Notaterne blev fremsendt 2. november 2017.

Kommunen har drøftet notaterne med repræsentanter for lodsejerne. Det er herefter besluttet at arbejde videre med de forslag, der er beskrevet i denne forundersøgelse. De to notater er vedlagt forundersøgelsen som bilag.

2 Beskyttelsesniveau

Analysen i Bilag A viser, at det er havvandstanden, der er den kritiske faktor. Storå har tilstrækkelig hydraulisk kapacitet, så den ikke i sig selv giver oversvømmelser af betydning i dette kystnære område. Ved sammenfald af højvande og stor vandføring er det højvandet, der er afgørende for vandstanden i området.

Beskyttelsesniveauet fastsættes efter afvejning af en række hensyn. Generelt gælder, at jo større sikkerhed, jo større omkostninger og jo flere gener. Sikringen skal stå mål med de værdier, der skal beskyttes, og med den forventede levetid af bygninger og installationer. Det er også vigtigt, om det er let at øge niveauet senere, eller om det vil være uforholdsmæssigt dyrt.

Efter aftale med Middelfart Kommune har vi valgt et beskyttelsesniveau på 2,0 m, hvilket svarer til en 100-års stormflodshændelse om ca. 30 år. Det betyder, at der er i et givent år er 1% sandsynlighed for, at højvandet bliver så stort. På grund af den generelle stigning i havvandstand som følge af klimaudviklingen er sandsynligheden lidt lavere i år 2018 og lidt højere i år 2050.

Ved kysten skal der regnes med et tillæg for bølgepåvirkning. Tillægget afhænger af kystens form og varierer derfor for de enkelte tiltag.

3 Løsningsforslag

3.1 Oversigt

Vi har undersøgt 11 mulige projekter og kort beskrevet dem i Bilag B.

Valget af løsning afhænger af omkostninger til anlæg og drift, driftssikkerhed, gener og miljøpåvirkning. Valget bliver et kompromis mellem de forskellige hensyn.



Figur 3-1 *Storå ved broen. Et højvandslukke og en pumpe kunne placeres her, men løsningen er meget dyr*

Et af de undersøgte forslag indeholder et højvandslukke ved udløbet af Storå samt en pumpe til at sikre mod opstuvning bagfra. Denne løsning har flere fordele, men den er dyr i både anlæg og drift.

I samråd med kommunen har vi valgt at fokusere på 3 mindre projekter. Disse løsninger er samtidig dem med størst driftssikkerhed og mindst miljøpåvirkning.

Forslagene gennemgås i de følgende afsnit hver for sig. De tre forslag kan gennemføres hver for sig.



Figur 3-2 Delområder

3.2 Anlægsoverslag og bidrag

Anlægsudgiften anslået for hvert projekt. Vi har fulgt trafikministeriets principper for "ny anlægsbudgettering", hvor man tillægger 50% ("korrektionsbidrag") så længe projekteringen er i den indledende fase. Korrektionsbidraget nedsættes efter detailprojekteringen, når mængder og anlægstekniske problemer er bedre kendt.

Vi har ikke medtaget udgifter til erstatninger. Alle priser er eksklusive moms.

Omkostningerne afholdes af dem, der har nytte af foranstaltningen. Anlægsomkostningen er derfor delt med antallet af adresser, der nyder godt af det pågældende projekt. Omkostningen er omregnet til omtrentligt årligt bidrag, hvis anlæggene finansieres med 30-årige lån.

3.3 Organisation

Da der er tale om tre indbyrdes uafhængige projekter, skal der oprettes tre foreninger (digelag), som er ansvarlige for hver deres område. De tre digelag kan måske med fordel stifte en fælles forening, der samordner praktiske forhold som f.eks. beredskab og måske administration.

Projekterne kræver et beredskab til at lukke manuelle spærringer og betjene højvandslukket ved Pavebæk. Digelagene kan evt. træffe aftale med en entreprenør herom.

Kommunens rolle er dels at føre tilsyn med digelagene, dels at bidrage i forhold til den kommunale nytte, f.eks. beskyttelse af toiletbygningen.

4 Syd

4.1 Oversigt

Dette projekt beskytter området syd for Storå. Det består af et jorddige langs Feddet, manuel (mobil) lukning af to åbninger, et højvandslukke ved Pavebæk samt et dige nord for Varbjergvej. I notatet er dette forslag 6.



Figur 4-1 Beskyttelse i syd (gul=dige, rød=mobilt lukke, blå prik=højvandslukke)

4.2 Anlæg

4.2.1 Dige langs kysten

Diget langs kysten består af 3 stykker:

Helt i syd

Længst mod sydvest anlægges et 62 m langt ca. 1,3 m højt dige. Diget begynder ved en bakke og slutter ved Vedelshavevej. Den eksisterende sti genetableres ovenpå diget. Diget er vinkelret på kysten og kan derfor etableres med et mindre bølgetillæg. Det udføres med en kronekote på 2,3 m og en bredde i toppen på 2,0 m og sider med anlæg 1:2.



Figur 4-2 *Mod sydvest anlægges diget på den sti, som vises her, dvs. til venstre for hækken. Terrænet hæves her ca. 1,3 m.*

Langs kysten

Diget langs kysten placeres mellem Feddet og det gamle åløb. Diget begynder ved Vedelshavevej og slutter ved sejlklubben, men afbrydes ved det offentlige toilet.

Diget vil ved højvande være udsat for bølgepåvirkning. Bølgepåvirkningen vil være begrænset af, at forstranden her er bred. Vi regnet med en signifikant bølgehøjde på 0,3 m og et bølgetillæg på 0,5 m, således at digekronen skal være i 2,5 m. Digekronen bliver 2,0 m. Forsiden af diget udføres med anlæg 1:4 og bagsiden 1:2.

Diget vil syd for det offentlige toilet i gennemsnit være 1,27 m højt og 9,6 m bredt ved foden. Nord for toilettet vil det være 1,02 m højt i gennemsnit og 8,1 m bredt ved foden.

Ved den sydvestlige strækning er vejen (Feddet) nogle steder tæt på kanten ved det gamle åløb. Det foreslås derfor, at vejen rykkes nogle meter mod nordvest over strækninger på ca. 200 m, således at der bliver plads til diget uden, at man skal fylde op i det lave område sydøst for vejen. Alternativt hæves vejen, så den fungerer som dige.

Der er 13 stier fra sommerhusene med stibroer over det gamle åløb. Stierne skal fremover krydse diget. Diget skal forstærkes ved krydsningerne med trappetrin af beton eller også laves trapper af træ over diget.



Figur 4-3 *Et dige langs kysten placeres mellem vejen Feddet og det gamle åforløb, dvs. i billedets venstre side, men nogle steder kniber det med pladsen*

Jordmængde

Digets dimensioner er vist i Tabel 4-1. Højden er angivet i forhold til eksisterende terræn.

Tabel 4-1 *Dige langs kysten*

Nr	Længde (m)	Gennemsnits-højde (m)	Volumen (m^3)
1	62	1,35	400
2	508	1,27	3870
3	292	1,02	1560
I alt			5830

4.2.2 Manuelle lukker i diget langs kysten

Vedelshavevej

Vedelshavevej ligger omkring kote 1,0 m. Denne vej lukkes med et manuelt (mobilt) lukke som det, der er beskrevet i Bilag B.

Ud mod vejen afsluttes diget med en betonvæg, hvorpå der anbringes en skinne til montering af de aluminiumsprofiler, der skal anbringes i tilfælde af stormflod. Der støbes en skinne ned i vejen for at gøre tilslutningen tæt. Midt på vejen monteres beslag til en (midlertidig) stolpe, således at højvandslukket etableres af 2 fag af 2,5 m lange profiler.

Der skal etableres et lille skur eller lignende til opbevaring af profilerne.



Figur 4-4 *Vedelshavevej lukkes i tilfælde af stormflod med en mobil spærring tværs over vejen*

Offentligt toilet

Det offentlige toilet ligger midt på den sydlige strækning. Indgangen til det offentlige toilet er i kote 1,6 m. Det foreslås, at indgangen lukkes med et manuelt 2,5 m bredt lukke.



Figur 4-5 *Det offentlige toilet skal beskyttes med et dige mellem vejen og bygningen. Adgang skal sikres med et mobilt lukke eller en rampe*

Alternativt kan man ændre indgangen, så der bliver adgang over en 30 m lang rampe anlagt parallelt med vejen. Rampen skal være så lang af hensyn til kørestolsbrugere. På siden af rampen skal være mure eller dige. Med en rampe undgår man at skulle montere det manuelle lukke i tilfælde af stormflod, men til gengæld skal brugerne til daglig over rampen. Prisen vil være nogenlunde den samme.

4.2.3 Regulering ved sejlklubben

Terrænet ud for sejlklubben allerede er nær kote 2,0, og der er derfor kun brug for en mindre hævning af terrænet med en 0,5 m høj vold langs vejen. Dette er ikke vist på kortet.

Ved sejlklubbens indkørsler er terrænet omkring kote 1,9. Det foreslås, at indkørslerne lukkes med manuelle lukker (evt. lukkes den ene indkørsel). Det har været overvejet i stedet at hæve indkørslerne med ca. 0,6 m, men det skønnes, at et sådant "bump" ville give for store problemer med flytning af både.

Langs Varbjergvej har sejlklubben en væg. Det skal tjekkes, om der er behov for at tætne den. I givet fald er en lav jordvold formentlig tilstrækkelig.



Figur 4-6 *Ved sejlklubben anlægges en 0,5 m høj vold, og indkørslerne forsynes med manuelle lukker*

4.2.4 Højvandslukke ved Pavebæk

Lige nord for Varbjergvej etableres et højvandslukke for Pavebækken.

Pavebækken løber under vejen i 2 stk. Ø1000 rør (Figur 4-7). Højvandslukket tænkes udført som præfabrikeret betonelement, der sænkes på plads med en kran.

Højvandslukket udføres med 2 sidehængte klapper, som normalt holdes åbne af 2 kæder eller lignende. Når der varsles stormflod med risiko for vandstand på 1 m eller højere, frigøres klapperne, så de lukker. Højvandslukket er således kun i funktion i tilfælde af stormflod, og den naturlige vandstandsvariation bag lukket ændres ikke.

Højvandslukket sikres til en vandstand på mindst 2,0 m og forbindes med et dige langs vejen.



Figur 4-7 *Pavebækken løber under Varbjergvej i 2 stk. Ø1000 rør. Højvandslukket placeres her.*

Beregningerne i Bilag A viser, at der kan opstuves 114.000 m³ vand bag højvandslukket i intervallet fra kote 0,5-1,1 m. Kote 1,1 m anses for kritisk for de laveste ejendomme. Pavebækken har nu en vandføring på 563 l/s ved median-maksimum, hvilket betyder, at det tager 56 timer at fylde "reservoiret". Da højvander normalt er kortvarige, anses det for tilstrækkeligt.

Stigningen i havvandstand vil på et tidspunkt gøre løsningen utilstrækkelig, men man kan så enten installere en pumpe (dyrt) eller øge volumen ved at sikre de lavest-liggende ejendomme med lave dige.

4.2.5 Diger langs Varbjergvej

Der anlægges 4 stykker dige langs Varbjergvej: (a) ca. 50 m nær sejlklubben, (b) 2 stykker af i alt 35 m ved højvandslukket og (c) 120 m i syd. Der medgår ialt ca. 300 m³ til disse diger. Digernes overkant bliver op til 0,8 m højere end vejen, men det varierer en del.

Jordmængden er angivet i Tabel 4-2. Mængdeberegningen er usikker, da terrænet er ujævnt, og placeringen kan ændres lidt.

Tabel 4-2 Diger langs Varbjergvej

Nr	Længde (m)	Gennemsnits-højde (m)	Volumen (m³)
a	47	0,49	23
b1	21	0,68	39
b2	16	0,88	40
c	120	0,57	172
I alt	204		274

Ved Varbjergvej 50 er en lavning lige syd for pumpestationen. Det skal undersøges, om der er et afløb her. I givet fald skal det sikres med et højvandslukke.

4.3 Omkostninger

4.3.1 Anlæg

Tabel 4-3 Anlægsoverslag for syd (ekskl. moms)

Post	Pris ekskl. moms
Højvandslukke	500.000
Diger mv.	750.000
Flytning af Feddet	100.000
Manuelle lukninger	160.000
Projektering mv.	250.000
Sum	1.760.000
Korrektionsbidrag 50%	880.000
I alt	2.640.000

4.3.2 Drift

Driftsopgaverne omfatter tilsyn med og vedligehold af:

- højvandslukket ved Pavebæk
- lukning af Vedelshavevej
- lukning ved det offentlige toilet (hvis der ikke vælges rampe)
- lukning ved sejlklubben

Driftsudgifterne inklusive en årligt test af systemet anslås til 25.000-50.000 kr. Heri er medregnet en årlig græsslåning på diget langs kysten.

4.3.3 Bidragsfordeling

Projektet beskytter 91 interessenter. Med en 30-årig lånefinansiering vil det årlige bidrag være ca. 2538 kr. pr. part inkl. moms.

4.4 Konsekvenser

4.4.1 Landskab

Diget vil ændre landskabet ved kysten, men diget bliver ret lavt, og vi vurderer ikke, at det vil påvirke udsigten fra husene på Engdraget væsentligt eller vanskeliggøre adgangen fra husene til stranden. Vi anbefaler, at digerne langs kysten slås årligt. Digerne langs Varbjergvej vurderer vi heller ikke vil have væsentlig påvirkning af landskabet.

4.4.2 Natur

Naturbeskyttelsesloven

Omgivelserne til sommerhusområdet er beskyttet natur, især strandeng og beskyttede vandløb (Figur 4-8).



Figur 4-8 Beskyttet natur i syd (lilla=strandeng, gul=overdrev, blålig=eng, blå=sø og lys blå=vandløb)

Den valgte udformning af projektet betyder, at der kun er meget ringe påvirkning af den beskyttede natur. Digerne anlægges overvejende på arealer, der er udpeget som strandeng, eller i kanten af udpegede områder.

Pavebæk, den gamle åløb og grøften syd for Engdraget er beskyttede vandløb. De påvirkes af højvandslukket, men kun i stormflodssituationer, der typisk optræder en dag hvert år i vinterhalvåret.

Vi vurderer, at projektet kræver dispensation fra naturbeskyttelsesloven. Kommunen er myndighed.

Kystbeskyttelsesloven

Projektet kræver tilladelse efter lov om kystbeskyttelse.

4.4.3 Andre forhold

Vedelshavevej lukkes ved stormflod. Det kræver tilladelse fra vejmyndigheden. De øvrige veje påvirkes ikke af dette projekt.

Flytningen af Feddet i syd berører et området med forurenet jord (tjære) lokalitet 429-00029. Flytning af vejen her kan måske medføre ekstra omkostninger.

Iscafeen er ikke omfattet af dette forslag. Det vil være billigere at sikre bygningerne her ved at hæve dem end at omgive området med diger, vægge og mobile lukker.

4.4.4 Tekniske installationer

Der er indhentet oplysninger fra ledningsejerne efter en søgning i ledningsejerregistret. Vi har registreret flg. i GIS: Energi Fyn Bredbånd, Energi Fyn Net, Enig Forsyning, Middelfart Spildevand og TDC. Global Connect har oplyst, at de ikke har ledninger i området. Andels Mejlskov og Omegns Vandværk samt Energi Midt har ikke svaret.

Projektforslaget er ikke i konflikt med disse ledninger, men der er enkelte bemærkninger til steder, der skal undersøges nærmere i forbindelse med detailprojekteringen:

Langs Vedelshavevej ligger et el-kabel (stikledning).

Elforsyningen af det offentlige toilet og sejlklubben sker med en ledning langs sydøst-siden af Feddet, hvor diget er planlagt. Ved sejlklubben er to lysmaster.

Ved Varbjergvej krydses en spildevandsstikledning og to telekabler nær sejlklubben.

Den sydlige del af diget langs Varbjergvej ligger nær et telekabel og krydser en spildevandsledning. Spildevandsledningen skal vurderes nærmere i forbindelse med detailprojekteringen.

5 Nord

5.1 Oversigt

Området i nord er udsat for oversvømmelser fra 3 sider. På de to sider anlægges diger, men ud mod åen kniber det med plads, og der foreslås derfor en mur. Længst mod nord er der risiko for, at vand strømmer over Vibevej, og den foreslås derfor hævet. I bilaget er dette forslag 7.



Figur 5-1 Kysten ud for det nordlige område. Her foreslås et dige langs vejen

En oversigt over tiltagene er vist på Figur 5-2.

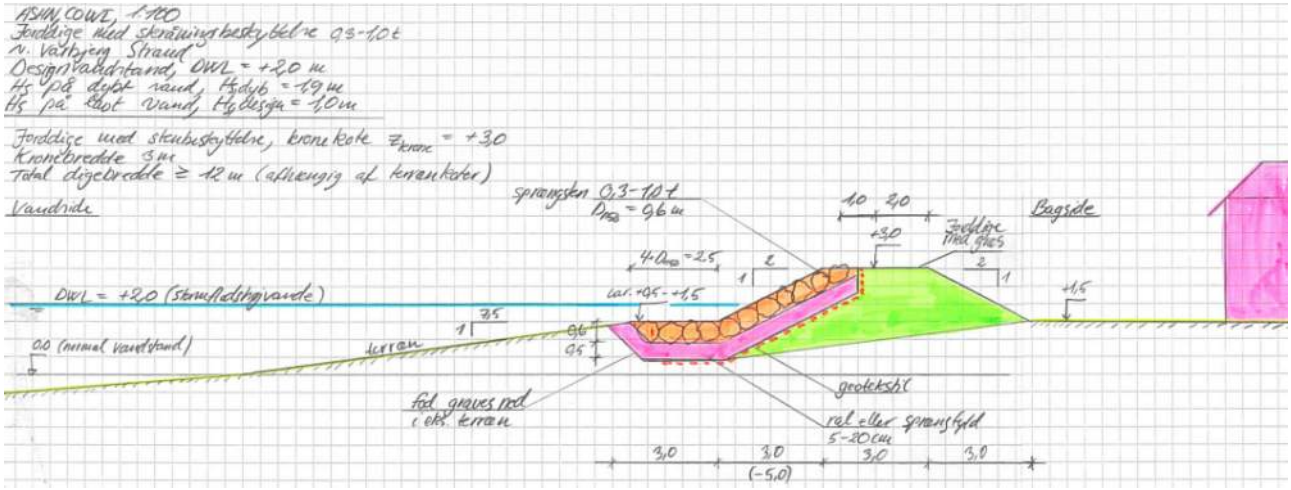


Figur 5-2 Tiltag i nord (gul=dige, okker=mur, rød=mobilt lukke og lilla=hævning af vej)

5.2 Anlæg

5.2.1 Dige langs kysten

Der anlægges et 280 m langt dige langs kysten. Dette dige er mere udsat end diget syd for åen, fordi kysten er smallere og mere stejl. Det betyder, at diget skal være højere og desuden skal forstærkes på forsiden.



Figur 5-3 Skitse af dige nord for åen

Kronekoten anbefales sat til 3,0 m, hvilket er 1,0 m over den dimensionsgivende vandstand. Tillægget skyldes bølger og bølgeoverskyl.

På forsiden benyttes tætpakkede sprængsten 0,3-1,0 t lagt på en bund af velgraderet ral eller sprængstensfyld. På bagsiden er det et græsklædt jorddige.

Der er nogle få stier til stranden, som skal passere diget.



Figur 5-4 Stien til stranden skal føres over diget. Diget bliver nogenlunde samme højde som det nuværende krat af rynket rose.

Med denne højde beregnes bølgeoverskyl til ca. 3 l/s/m, hvilket vurderes at være acceptabelt. Detailprojekteringen skal sikre, at dette overskyl ledes væk og ikke giver lokale problemer.

5.2.2 Dige mod øst

Mod øst anlægges 190 m jorddige mod strandengen. Der er allerede et dige, som beskytter enkelte ejendomme, men det er kun i kote 1,5 m og skal derfor forhøjes. Det vurderes, at diget i gennemsnit skal være 1 m højt og hertil medgår 365 m³. Volumenberegningen er dog usikker, da den afhænger af den præcise placering af diget. Med anlæg 1:2 vil det være ca. 5 m bredt ved foden og 1 m i top.



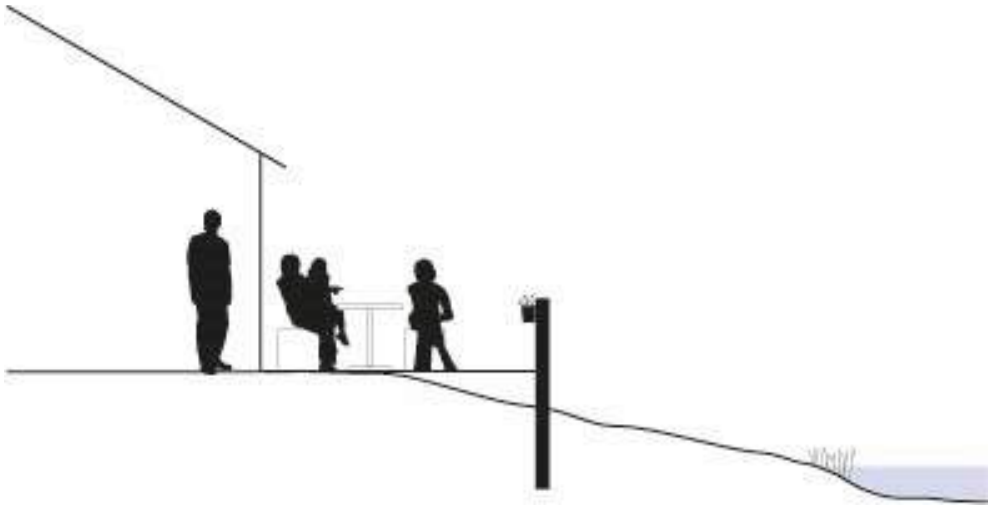
Figur 5-5 Eksisterende dige i øst. Diget er i kote 1,5 m og skal derfor forhøjes med 0,5 m.



Figur 5-6 *Middelfart Spildevand har forhøjet terrænet omkring pumpebrøndene til omkring kote 1,8. Diget foreslås anlagt bag pumpestationen, der således vil blive yderligere beskyttet.*

5.2.3 Mur langs åen

Der er ikke plads til et dige mellem bygningerne og åen, så der foreslås i stedet en 260 m lang mur, der placeres nær husene, således at den ikke skal være så høj. En principskitse er vist som Figur 5-7.



Figur 5-7 *Principskitse af mur*

Muren på tegningen er ca. 1 m over terræn, men på siden mod huset er der anlagt en terrasse, således at muren afgrænser denne del af grunden og ikke synes så høj.

Der regnes ikke med åbninger i muren, så når man skal ned til åen, må man krydse muren med en stige eller trappe, evt. delt med nabogrunden.



Figur 5-8 *Ved nogle af husene er der rimelig plads til en mur, mens det er sværere at placere den ved andre.*

Der er stor forskel på forholdene for de enkelte ejendomme. Muren skal projekteres under hensyntagen hertil, samtidig med at den naturligvis skal være sammenhængende. Hvis muren placeres som vist på Figur 5-2 skal den være 1,35 m høj i gennemsnit.

Det er tydeligt, at nogle ejendomme har reguleret terrænet ned mod åen. De geotekniske forhold på de enkelte ejendomme er ikke undersøgt. En mulighed er at opbygge muren af præfabrikerede betonelementer, der funderes på minipæle, hvilket mindsker jordarbejdet på de enkelte ejendomme.

Anlæg af muren vil være et stort indgreb på den enkelte ejendomme, men vi vurderer, at denne løsning er betydeligt bedre end f.eks. en spuns i vandkanten, der ville betyde en 2,3 m høj mur ved åen.

Ejendommene afleder formentlig i dag regnvand til åen. Det skal sikres, at regnvandet fortsat kan afledes, f.eks. gennem brønde med højvandslukker nær muren. De konkrete løsninger afhænger af forholdene på de enkelte ejendomme.



Figur 5-9 *Nogle ejendomme udnytter nu terrænet tæt på åen, og det kan være nødvendigt at ændre f.eks. denne terrasse lidt for at få plads til muren, som vil erstatte rækværket mod åen.*

5.2.4 Manuelt lukke

Der etableres et manuelt (mobilt) lukke tværs over Bro Strandvej som det, der er beskrevet i Bilag B. På sydsiden tilsluttes lukket muren langs åen, som forlænges ca. 12 m i skellet til Bro Strandvej 70. På nordsiden tilsluttes lukket diget, som afsluttes med en betonvæg.

Ud mod vejen afsluttes diget med en betonvæg, hvorpå der anbringes en skinne til montering af de aluminiumsprofiler, der skal anbringes i tilfælde af stormflod. Der støbes en skinne ned i vejen for at gøre tilslutningen tæt. Midt på vejen monteres en (midlertidig) stolpe, således at højvandslukket etableres af 2 fag af 2,5 m lange profiler.

5.2.5 Hævning af Vibevej

Vibevej ligger lavt (kote 1,50) på en strækning langs Mågevej 2, og der er risiko for, at vand fra kysten kan strømme over terræn. Det foreslås derfor, at grusvejen hæves med op til 50 cm over ca. 40 m.

Alternativt kan der anlægges et dige på sydsiden af vejen. Diget skal være op til 0,6 m højt og ca. 3 m bredt ved foden, hvor det er højest. Denne løsning vil være billigere end hævning af vejen, og man vil undgå justering af indkørslen til ejendommen på nordsiden (den ligger i kote 1,80).

5.3 Omkostninger

5.3.1 Anlæg

Tabel 5-1 Anlægsoverslag for nord

Post	Pris ekskl. moms
Kystdige, 280 m	2.200.000
Ådige, 190 m	100.000
Betonvæg, 260 m	1.820.000
Regnvandshåndtering	100.000
Manuelt lukke Bro Strandvej	50.000
Hævning af Vibevej	100.000
Projektering mv.	640.000
Sum	5.010.000
Korrektionsbidrag 50%	2.505.000
I alt	7.515.000

5.3.2 Drift

Driftsopgaverne omfatter tilsyn og vedligeholdelse med

- lukning af Bro Strandvej

5.3.3 Bidragsfordeling

Der er 74 interessenter i området, som bliver beskyttet. Det årlige bidrag inkl. moms er beregnet til ca. 8886 kr.

5.4 Konsekvenser

5.4.1 Landskab

Diget vil ændre landskabet ved kysten. Diget bliver nogenlunde på niveau med de nuværende rynket rose, så vi vurderer ikke, at det vil påvirke udsigten fra husene på Bro Strandvej afgørende. Der er dog tale om et ret stort anlæg, som også ændre strandens karakter.

Udsigten over engen øst for området forringes af diget, der bliver ca. 0,5 m højere end det eksisterende dige i syd og lidt højere end niveauet på pumpestationen.

Muren langs åen vil påvirke de berørte ejendomme. Deres adgang til åen vanskeliggøres, og udsigten påvirkes.

5.4.2 Natur

Natura 2000

Kysten langs det nordlige område er omfattet af internationalt naturbeskyttelse (Natura 2000) som habitatområde SAC92 Ærbelø, havet syd for og Nærå og fuglebeskyttelsesområde SPA 76 Ærbelø, havet syd for og Nærå (Figur 5-10).



Figur 5-10 Natura 2000 området når Varbjerg Strand

Vi vurderer ikke, at projektet påvirker de hensyn Natura 2000-beskyttelsen tilsikrer, da diget kun berører området marginalt.

Naturbeskyttelsesloven

Projektet berører kanten af strandengen som omgiver området. Der kræves derfor dispensation for naturbeskyttelseslovens §3 samt tilladelser i forhold til åbeskyttelseslinjen og strandbeskyttelseslinjen.



Figur 5-11 Beskyttet natur i nord (lys grøn= habitat- og fuglebeskyttelsesområde, lilla=strandeng)

Kystbeskyttelsesloven

Projektet kræver tilladelse efter lov om kystbeskyttelse. Det er usikkert, om der gives tilladelse uden en helhedsplan, som også indeholder bølgebrydere og sandfodring. Disse tiltag vil koste i størrelsesordenen 2,5 mio. kr.



Figur 5-12 *Skitse af tre nye kystparallelle bølgebrydere. 30 m lange med 40 m imellem, som eksisterende bølgebrydere længere mod NØ.*

5.4.3 Tekniske anlæg

Der er indhentet oplysninger fra ledningsejerne efter en søgning i ledningsejerregistret. Vi har registreret flg. i GIS: Energi Fyn Bredbånd, Energi Fyn Net, Eniig Forsyning, Middelfart Spildevand og TDC. Global Connect har oplyst, at de ikke har ledninger i området. Andels Mejlskov og Omegns Vandværk samt Energi Midt har ikke svaret.

Projektforslaget er ikke i konflikt med disse ledninger, men der er enkelte bemærkninger til steder, der skal undersøges nærmere i forbindelse med detailprojekteringen:

Vibevej rummer en spildevandsledning. Der ligger et telekabel langs sydsiden af vejen, og dette krydser også vejen to gange.

På strækningen hvor Bro Strandvej løber langs engen mod sydøst er elledninger, et telekabel og spildevandsledninger.

Muren langs åen er i syd tæt på to el-stikledninger.

Der er et telekabel ført over broen, som der skal tages hensyn til nær Bro Strandvej 70.

6 Skråningssikring i nord

6.1 Oversigt

Den foreslåede skråningssikring omfatter 5 ejendomme på en 115 m lang strækning. Gærdet 4-10 er meget udsatte. Gærdet 2 er mindre udsat og har bedre mulighed for sikre egen grund mod oversvømmelse, men beskyttes af kystsikringen. Dette er i bilaget forslag 9.



Figur 6-1 Eksisterende skråningsbeskyttelse på den vestlige strækning ved Gærdet 2

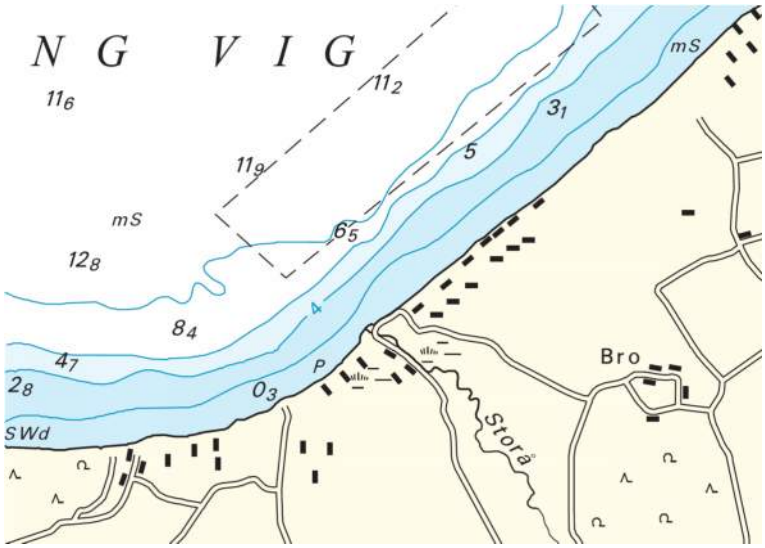


Figur 6-2 Eksisterende skråningsbeskyttelse på den nordøstlige strækning

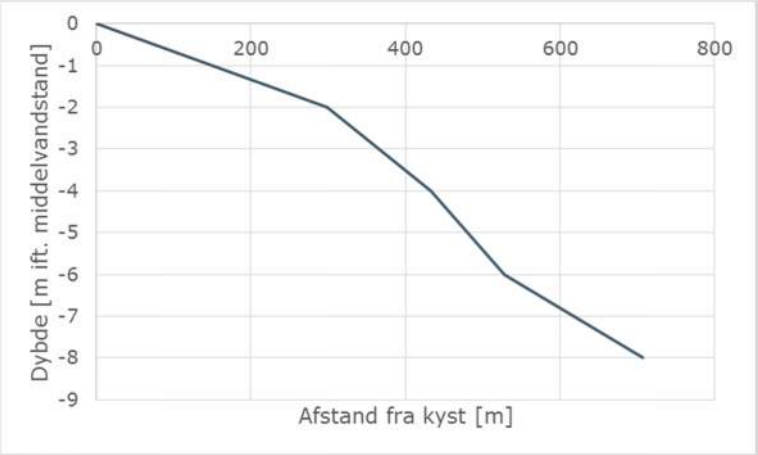
6.2 Designgrundlag

6.2.1 Vanddybde og vandstand

Figur 6-3 viser vanddybderne ud for Varbjerg strand. Ud fra figuren er hældningen på havbunden vurderet til ca. 1:100, se Figur 6-4.



Figur 6-3 Søkort ved Varbjerg strand, Copyright © Kort & Matrikelstyrelsen



Figur 6-4 Profil af havbund ved Varbjerg strand

Den dimensionsgivende vandstand er +2,0 m DVR90.

6.2.2 Bølgehøjde

Baseret på et frit stræk på 12 km og en antaget vindhastighed ekstrem vindhastighed på ca. 30 m/s estimeres bølgerne på dybt vand udfor kysten at have en signifikant bølgehøjde på ca. Hs=2,9 m og en peak periode på ca. 6 s.



Figur 6-5 Frit stræk mod nordvest

Der antages en kote på stranden på ca. +0,5 m ved konstruktionens fod. På baggrund af den største signifikante bølgehøjde på dybt vand, er det muligt at beregne den maksimale bølgehøjde, når bølgerne nærmer sig kysten. Med en designvandstand på + 2,0 m og med en kote på stranden på +0,5 m fås en bølgehøjde på ca. Hs=1,0m.

For lavere vandstande er bølgehøjden mindre. Ved en vandstand på +1,65 m bliver bølgehøjden ca. Hs=0,75 m.

Hvis stranden i fremtiden eroderes, så den kommer ned omkring kote 0,0, vil bølgerne der rammer skråningsbeskyttelsen for en vandstand på +2,0 m være op til ca. Hs=1,3 m.

Nogle af husene er beliggende bagved den eksisterende bølgebryder, og her vil bølgerne være reducerede, inden de når beskyttelsen lige foran husene. Dette kan vurderes nærmere i forbindelse med et detailprojekt.

6.2.3 Bølgeoverslag

Normalt bestemmer man således top/kronekoten, TD, til en vandbygningskonstruktion eller dige, som: TD=WL+ FB, hvor FB er fribordet, dvs. den vertikale afstand fra vandspejlet til kronen af konstruktionen.

Omfattende målinger fra modeller og naturen har vist, at FB kan bestemmes som FB = A*H_s, hvor A er en koefficient. Jo større A er, jo mindre bølgeoverskyl vil der forekomme over konstruktionen.

For at bestemme koefficienten, A, må man på forhånd afgøre, hvor stort et middeloverskyl, Q, der kan accepteres. Hvis man eksempelvis vælger et Q = 1 l/m/s i tilfælde af vinkelret bølgeindfald bliver A=1,5 og FB=1.5*H_s.

Et lavere A=1,0 giver et overskyl på 5 l/m/s. Dette vil opleves som ekstremt generende og kan forårsage skade på en bygning lige bagved.

Hvor stort bølgeoverskyl, der kan accepteres, er meget afhængig af, hvad der er beliggende bagved konstruktionen, og hvor lang afstand dette emne er fra konstruktionen og drænforholdene bag konstruktionen. Selv om et stort bølgeoverskyl kan accepteres, er det således vigtigt, at drænforholdene vurderes nøje, så der ikke alligevel sker oversvømmelse bagved diget. Selv med et middeloverskyl på 1 l/m/s er der tale om 3,6 m³/m/time. Hvis dette vand ikke drænes tilbage til havet, men opsamles bagved, kan det forårsage lokal oversvømmelse.

Hvis diget er bredt, vil det reducere bølgeoverskyllet, og man kan nøjes med en lidt lavere kronekote.

6.2.4 Kronekote

Hvis man regner med et vandspejl på kote 2,0 og en strand i kote 0,5 fås en kronekote på TD=2+1,5*1,0 = 3,5 m. Det kan reduceres lidt for bredden af diget. Et sådant dige er meget højt, da terrasserne på de fire nordøstlige huse ligger omkring kote 1,4-1,9 m.

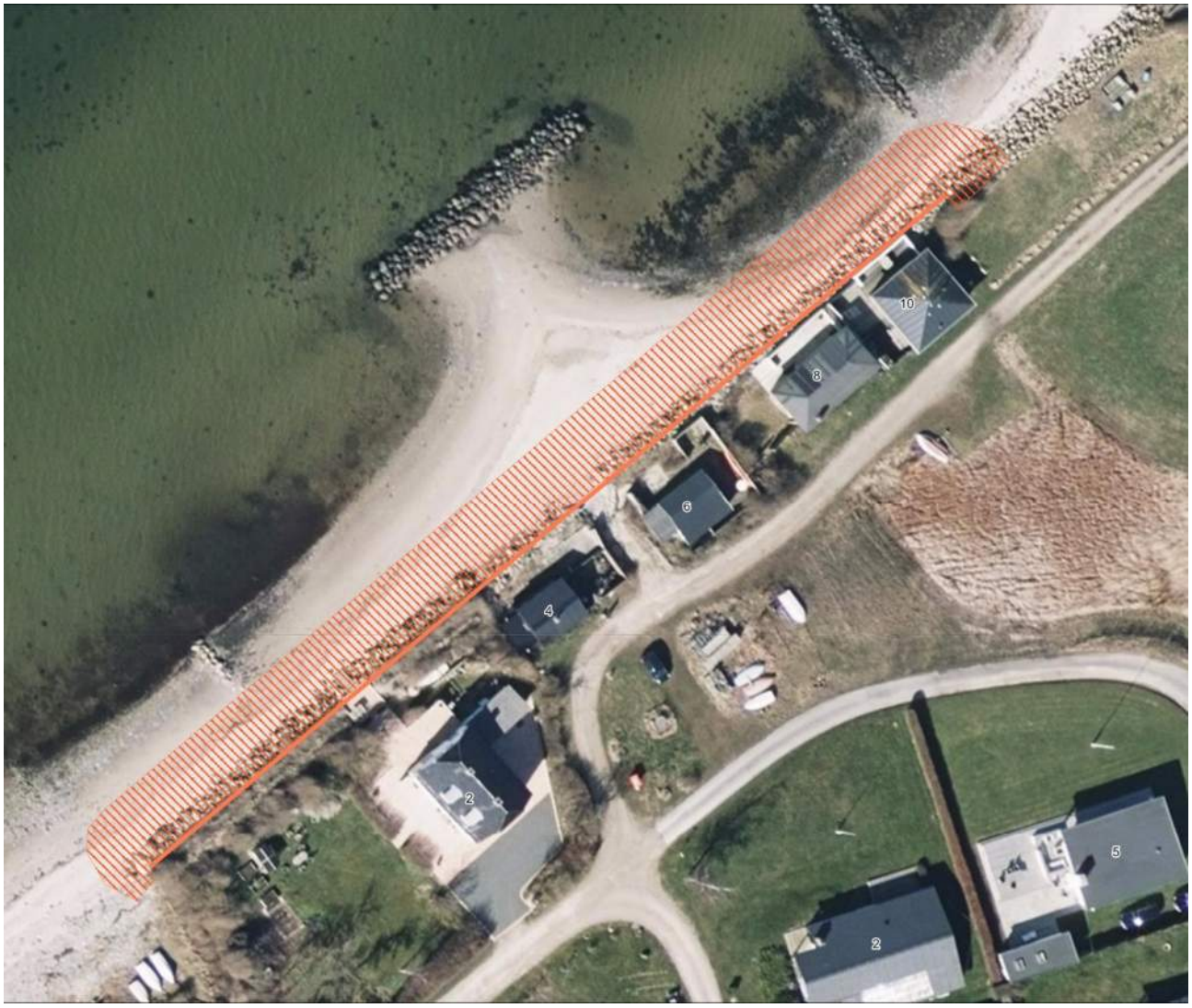
Hvis man i stedet regner med en vandstand på 1,65, fås en kronekote på TD=1,65+1,5*0,75 = 2,75 m, hvilket kan reduceres til 2,50 m på grund af bredden.

Det sidstnævnte dige giver beskyttelse til en vandstand på 1,65 m (en 50-års hændelse nu). Det er således et betydelig lavere beskyttelsesniveau end det, der er brugt for de andre områder. Med en kote på +2,5 m, vil der således kunne optræde store bølgeoverskyl på de mest udsatte ejendomme, der er lavt beliggende og ikke er delvist beskyttede af bølgebryderen.

6.3 Forslag

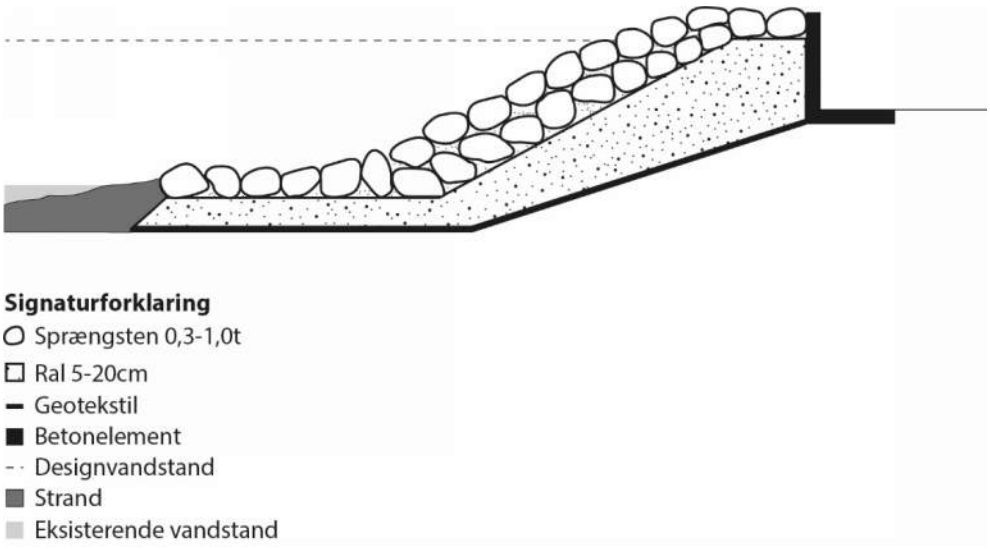
6.3.1 Skråningsbeskyttelse

Den foreslåede sikring er vist på Figur 6-6. Tegningen viser en betonvæg med 8 m stenkastning foran.



Figur 6-6 *Skitse af skråningsbeskyttelse. Den viste mur er kun nødvendig ved bygningerne. Andre steder gøres dæmningen bredere.*

Figur 6-7 viser et snit af skråningsbeskyttelsen med en kronekote på +2,5 m. Der er her vist en betonmur. Denne er kun foreslået på strækninger lige foran bygningerne.



Figur 6-7 Skitse af skråningsbeskyttelse. Forsidehældning er 1:2.

6.3.2 Trappe

Der er nu en sti til stranden mellem Gærdet 4 og 6. Den vil blive blokeret af skråningsbeskyttelsen, og der skal derfor etableres en trappe for at sikre fortsat adgang.

6.3.3 Andet

Afledningen af regnvand kan sikres med højvandslukker. Udgiften hertil er ikke medregnet, da løsningen afhænger af de konkrete forhold ved de enkelte ejendomme.

6.4 Omkostninger

6.4.1 Anlægsoverslag

Det vurderes umiddelbart, at de eksisterende sten i middel er op mod ca. 0,5 t, og at de kan genbruges, eventuelt i det inderste i en tolagsløsning. Der er muligvis også stenmaterialer bagved, som kan genbruges. Det antages, at værdien af stenene ved genbrug er 200.000 kr.

Tabel 6-1 Anlægsoverslag for skråningsbeskyttelse i nord

Post	
Kystsikring med sprængsten (7,6 m³/m, 600 kr./m³)	525.000
Ral (4,3 m³/m, 350 kr./m)	175.000
Beton	200.000
Geotekstil	50.000
Genbrug af nuværende sten	-200.000
Arbejde	150.000
Trappe	40.000
Projektering mv.	150.000
Sum	1.090.000
Korrektionsbidrag 50%	545.000
Ialt	1.635.000

Det er muligt i stedet at lave stenkastningen med et enkelt lag dæksten med meget tæt pakning, men konstruktionen bliver så mindre sikker og bølgeoverskyllet lidt større. Herved spares ca. 1/3 af dækstene, dvs. ca. 175.000 kr.

6.4.2 Natur

Natura 2000

Kysten langs det nordlige område er omfattet af internationalt naturbeskyttelse (Natura 2000) som habitatområde SAC92 Ærbelø, havet syd for og Nærå og fuglebeskyttelsesområde SPA 76 Ærbelø, havet syd for og Nærå (Figur 5-10).



Figur 6-8 Natura 2000 området når Varbjerg Strand

Vi vurderer ikke, at projektet påvirker de hensyn, beskyttelsen tilsikrer, da skråningssikringen kun berører området marginalt.

Naturbeskyttelsesloven

Projektet kræver dispensation for naturbeskyttelseslovens §3 samt tilladelse i forhold til strandbeskyttelseslinjen.

Kystbeskyttelsesloven

Projektet kræver tilladelse efter lov om kystbeskyttelse.

6.4.3 Tekniske anlæg

Der er indhentet oplysninger fra ledningsejerne efter en søgning i ledningsejerregistret. Vi har registreret flg. i GIS: Energi Fyn Bredbånd, Energi Fyn Net, Enig Forsyning, Middelfart Spildevand og TDC. Global Connect har oplyst, at de ikke har ledninger i området. Andels Mejlskov og Omegns Vandværk samt Energi Midt har ikke svaret.

Der er ingen tekniske anlæg, der vil blive berørt af projektet.

Bilag A Notat om beskyttelsesniveau

MIDDELFART KOMMUNE

VARBJERG STRAND: VALG AF BESKYTTELSESNIVEAU FOR KLIMATILPASNING

NOTAT OM HØJVANDE, AFSTRØMNING OG KLIMAUDVIKLING

ADRESSE COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00
FAX +45 56 40 99 99
WWW cowi.dk

INDHOLD

1 Indledning 1
2 Højvande 1
3 Bølger 3
4 Afstrømning 5
5 Kombinationer af højvande og stor afstrømning 7

1 Indledning

Sommerhusområdet Varbjerg Strand ligger meget lavt og er udsat for oversvømmelser fra kysten og vandløb. Beboerne har bedt Middelfart Kommune om hjælp til at finde en løsning. COWI rådgiver kommunen.

Dette notat beskriver sandsynligheden for forskellige niveauer af høj vandstand i området som grundlag for valg af beskyttelsesniveau. Valget er en afvejning mellem sandsynligheden for skader og skadesomfang på den ene side og omkostninger og ulemper ved løsningerne på den anden.

2 Højvande

De nærmeste målestationer for højvande er Fredericia Havn og Bogense Havn. Måleperioden i Fredericia er lang (123 år), mens den er meget kort i Bogense (12 år). Statistikken for Bogense er derfor præget af de sidste års højvander.

Højvandsstatistikken giver oplysninger om de 40 største højvander i måleperio-

PROJEKTNR. A103160
DOKUMENTNR. 1

VERSION	UDGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UDARBEJDET	KONTROLLERET	GODKENDT
1	21-03-2018	Notat	BOC/LAFN	HEBJ	LAFN

den. Inden for de år, hvor stationen i Bogense har været i drift, er der fire højvander, som optrådte begge steder. Ved disse fire hændelser var vandstanden Bogense mellem 7 lavere og 25 cm højere (middel +8 cm) end i Fredericia.

Ved stormen Ingolf 29. oktober 2017 nåede vandstanden i Bogense 149 cm og i Fredericia 134 cm, begge tæt på en 20-årshændelse.

Tabel 1 Højvandsstatistik for Bogense Havn og Fredericia Havn

	Bogense	Fredericia
måleperiode	12 år	123 år
1-år	107	89
20-år	153	130
50-år	165	139
100-år	174	145

Vi antager derfor, at højvanderne ved Varbjerg Strand er 10 cm højere end statistikken i Fredericia angiver.

Ved planlægning skal man tage hensyn til den forventede stigning i havvandspejlet samt til landhævningen. Tabel 2 angiver vandspejlet under hensyntagen til udviklingen.

Tabel 2 Højvande ved Fredericia (cm) med forventet stigende havvandspejl. Ved Varbjerg Strand er højvandet formentlig ca. 10 cm højere.

Gentagelses-periode (år)	1990	2015	2065	2090	2120
1	107	116	153	176	210
10	128	137	174	197	231
20	137	146	183	206	240
50	149	158	195	218	252
100	157	166	203	226	260
250	216	225	262	285	319
500	267	276	313	335	370
1000	322	331	368	391	425
2000	364	373	410	433	467

Gentagelsesperioden er et udtryk for sandsynligheden. Der er således 1 % sandsynlighed for, at vi oplever en 100-årshøjvandshændelse i år på netop dette sted.

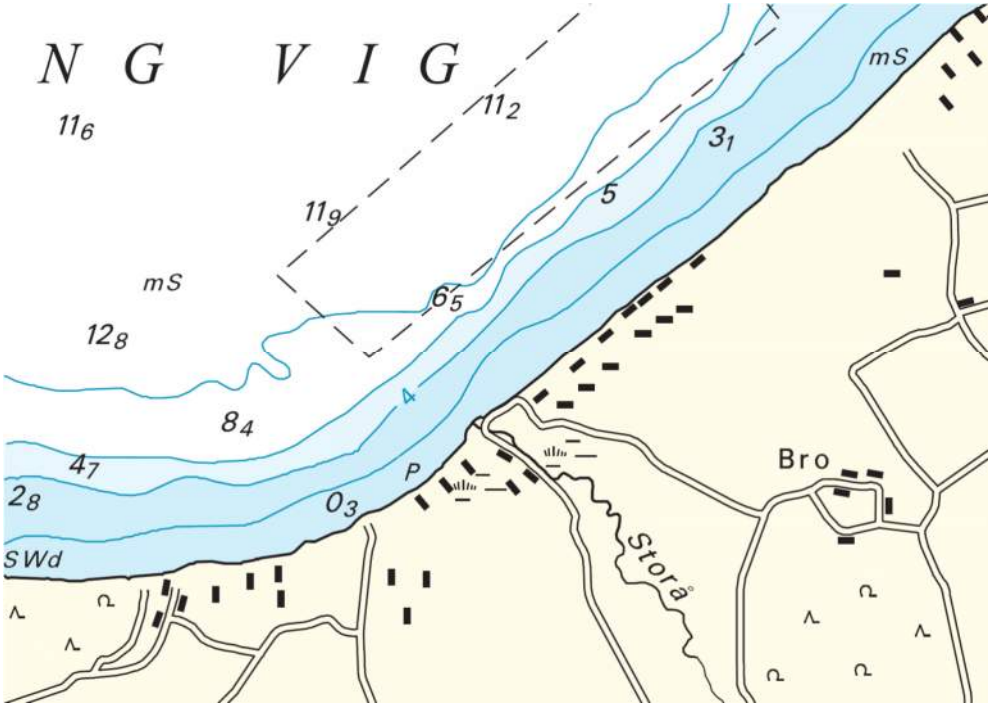
20-årshændelsen ved Varbjerg Strand er nu ca. 156 cm, men om 50 år er den ca. 193 cm. 100-års hændelsen er nu ca. 176 cm men stiger til ca. 200 cm allerede om 30 år.

Vi anbefaler, at beskyttelsen projekteres til en vandstand på mindst 200 cm.

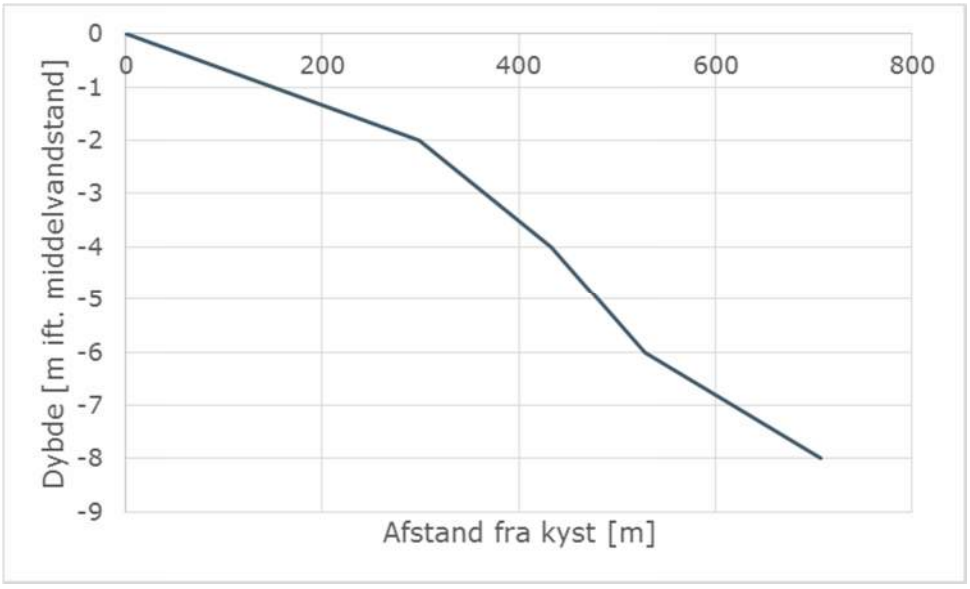
Desuden er det tilrådeligt at løsninger ligeledes vurderes i forhold til om de er mulige at udvide til øget sikringsniveau for at imødekomme usikkerheder omkring fremtidens havvandsspejl.

3 Bølger

Figur 3-1 viser vanddybderne ud for Varbjerg strand, ud fra figuren er hældningen på havbunden vurderet til ca. 1:100, se Figur 3-2.



Figur 3-1 Søkort ved Varbjerg strand, Copyright © Kort & Matrikelstyrelsen



Figur 3-2 Profil af havbund ved Varbjerg strand

Bølgehøjde

Baseret på et frit stræk på 12 km, og en antaget vindhastighed ekstrem vindhastighed på ca. 30 m/s, estimeres bølgerne på dybt vand udfor kysten at være i en størrelsesorden med en signifikant bølgehøjde på Hs=2,9 m, og en peak periode på ca. 6 s. Den signifikante bølgehøjde beregnes statistisk og svarer nogenlunde til den bølgehøjde, som en trænet iagttager vil bedømme bølgehøjden til.



Figur 3-3 Frit stræk mod nordvest

Der antages en kote på stranden på ca. +0,5 m ved konstruktionens fod



Figur 3-4 Foto fra projektstrækningen

På baggrund af den største signifikante bølgehøjde på dybt vand er det muligt at beregne den maksimale bølgehøjde, når bølgerne nærmer sig kysten. Med en vandstand på + 2,0 m og antages det, at der sker nogen erosion i stranden, vil bølgerne, der rammer skråningsbeskyttelsen, være op til ca. Hs=1,3 m.

Kronekoten på sikringen fastsættes afhængigt af, hvor stort et bølgeoverskyl, man kan acceptere. Ofte bruger man den signifikante bølgehøjde gange 1,25, hvilket med en vandstand på 2,0 giver en kronekote på 3,6 m. En så høj sikring vil dog næppe blive accepteret. Grundejerne må derfor overveje balancen mellem gener, sikkerhed og omkostninger,

4 Afstrømning

Afstrømningen i Storåen er målt ved st. 4.6 (43.04) Møllebro, der har et opland på 137 km². Vi har beregnet karakteristiske døgnmiddelafstrømninger for perioden 1980-2016 (Tabel 3).

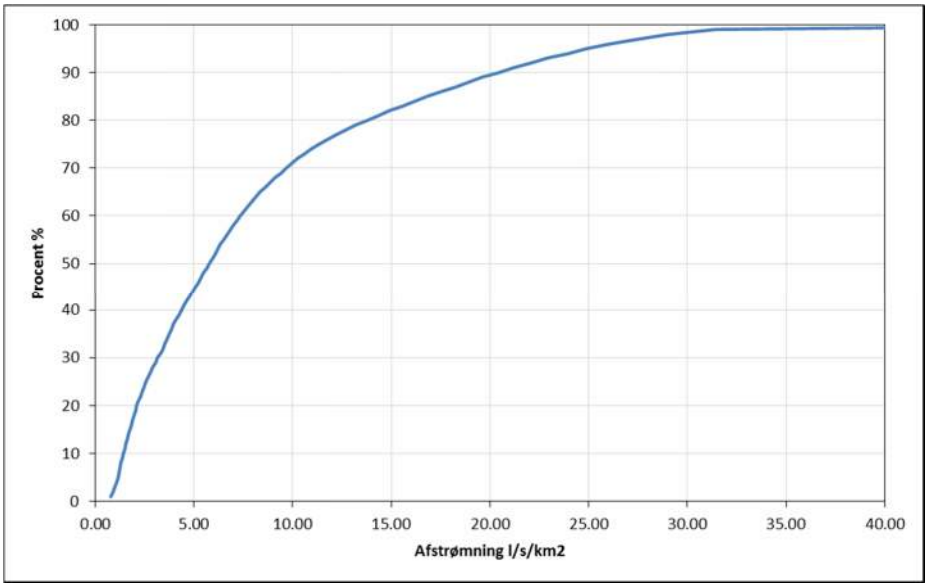
Tabel 3 Afstrømning og vandføring beregnet for 1980-2016

	Afstrømning ($l\ s^{-1}\ km^{-2}$)	Storå udløb (l/s) (inkl. Pavebæk)	Pavebæk (l/s)
sommermedian	2,66	424	51
årsmedian	5,78	922	110
vintermedian	9,25	1475	177
periodemiddel	8,37	1335	160
medianmaks_sommer	12,20	1946	233
medianmaks_vinter	29,50	4705	563
medianmaks	29,50	4705	563

	Afstrømning (l s^{-1} km^{-2})	Storå udløb (l/s) (inkl. Pavebæk)	Pavebæk (l/s)
periodemaks_sommer	33,80	5391	646
periodemaks.	54,03	8618	1032

DMU oplyser samme medianmaksimum (Danmarks Miljøundersøgelser, 2000) for perioden før 2000, men angiver periodemaksimum til 124 l s^{-1} km^{-2}. Miljøstyrelsen kan ikke oplyse, om den store forskel i periodemaksimum skyldes en ekstrem hændelse

Variationerne i afstrømning er vist på Figur 5 som en varighedskurve, der angiver, i hvor stor del af tiden afstrømningen er under et vist niveau.



Figur 5 *Varighedskurve for Storå ved Brenderup Møllebro (maksimum på 54 l/s/km² ikke vist).*

De beregnede ekstreme afstrømninger for stationen er beregnet med Gumbel-fordelingen og vist i Tabel 4.

Tabel 4 *Ekstremafstrømning for Storå beregnet med Gumbel-fordelingen*

Gentagelse (år)	l s^{-1} km^{-2}
2	29
10	42
20	47
50	54
100	59

En 100-års afstrømningshændelse har en døgnmiddelafstrømning på ca. 59 l s^{-1} km^{-2}.

Klimaforandringer

Fremtidens klima i Danmark bliver generelt varmere med vådere vintre og hyppigere skybrud om sommeren. Ændringerne i afstrømningen i vandløbene afhænger af en række faktorer. Generelt ventes en øget vandføring om vinteren, men sandsynligheden for ekstreme afstrømninger i forbindelse med snesmeltning mindskes. Påvirkningen afhænger også af jordbundsforhold og grundvandsmagasiner og er forskellig i forskellige dele af landet.

Ændringen i ekstrem afstrømning er estimeret på grundlag af 7 klimamodeller for perioden 2021-2050 sammenholdt med referenceperioden 1961-1990 (GEUS). For Fyn viser estimaterne, at 5-årshændelsen øges med 32 %, mens 100-årshændelsen øges med 60 %.

Vandføringer

Vandføringen ved udløbet af Pavebæk og ved udløbet af Storå (inkl. Pavebæk) er beregnet i Tabel 5.

Tabel 5 Vandføringer ved forskellige karakteristiske afstrømninger

Scenarie	Afstrømning l s^{-1} km^{-2}	Pavebæk 19,1 km^2 l/s	Storå 159,5 km^2 l/s
Middel nu	7,8	150	1200
Medianmaksimum nu	29	550	4600
Medianmaks. 2021-2050 (+30%)	38	730	6100
100-årsafstrømning nu	59	1130	9400
100-årsafstr. 2021-2050 (+60%)	94	1800	15000

5 Kombinationer af højvande og stor afstrømning

De fleste stormflodshændelser, der er registreret i perioden 2000-2012, optræder i perioden oktober-februar.

Tabel 6 Fordeling over året af de 40 største højvander målt i Bogense Havn 2000-2012.

Måned	Jan	Feb	Mar	April	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Antal	7	5	2	1	0	0	0	0	1	6	11	7

De mest ekstreme vandføringer i vandløbet falder også overvejende i vinterhalvåret. Nedenstående tabel angiver antal dage pr måned med målte vandføringer over medianmaksimum for perioden 1980-2016.

Tabel 7 Antal døgn med vandføring over medianmaksimum i perioden 1980-2016

Måned	Jan	Feb	Mar	April	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Antal	66	88	46	0	1	1	0	0	0	0	3	34

Medianmaksimum overskrides samlet i 240 døgn over perioden på 13515 måledøgn. Dette svarer til 1,8 % af tiden eller 6,4 døgn pr. år. Mens højvande oftest er kortvarige sker overskridelser af medianmaksimum ofte i flere sammenhængende døgn med høj vandføring.

Der er således stor årstidsmæssigt sammenfald mellem de ekstreme hændelser for vandføring og vandstand. Det er imidlertid ingen data, der tyder på en korrelation mellem højvande og stor afstrømning.

På grundlag af ovenstående har vi estimeret sandsynligheden for sammenfald af ekstremhændelser. Analysen er udført måned for måned, hvor sandsynligheden for sammenfald de enkelte måneder er estimeret og på dette grundlag er sandsynligheden pr. år beregnet.

Tabel 8 Skønnet gentagelsesperiode for sammenfald af ekstremhændelser

		Vandføringshændelse		
		Vintermiddel	Medianmaksimum (2 år)	100-årshændelse
Højvandshændelse	1-årshændelse	**Ca. 1 år**	**34 år**	1700 år
	10-årshændelse	**Ca. 10 år**	340 år	17000 år
	100-årshændelse	**Ca. 100 år**	3400 år	170.000 år

Det fremgår af tabellen, at sammenfald af ekstremhændelser sker yderst sjældent, og det er derfor kombinationen med de ekstreme vandstandshændelser og relativt hyppige vandføringshændelser, som det er relevant at analysere nærmere. Disse hændelser er markeret med fed i tabellen.

Beregnede vandspejle ved forskellige scenarier

Tabel 9 viser det beregnede vandstand ved st. 100, dvs. 30 m opstrøms broen, ved forskellige kombinationer af højvande og afstrømning.

Tabel 9 Vandspejl ved forskellige hændelser uden højvandslukke nu og med klimaforandringer (grå)

Scenarie	Afstrøm. l s^{-1} km^{-2}	Højv. (hav) m	Vandstand m
Medianmaksimum nu	29	0	0,29
100-årsafstrømning nu	59	0	0,68
Vintermedian nu, 1-års højv.	9	1,07	1,07
Medianmaks. nu, 1-års højv.	29	1,07	1,11
Medianmaks. 2021-2050 (+30%)	38	0,46	0,63
100-årsafstr. 2021-2050 (+60%)	94	0,46	1,15
Vintermedian 2021-2050 (+30%), 1-års højv.	12	1,53	1,53
Medianmaks. 2021-2050 (+30%), 1-års højv.	38	1,53	1,58

Det ses, at når der ikke er højvande, stiger vandstanden i åen meget ved stor vandføring. Når der er højvande, betyder vandføringen imidlertid mindre for vandstanden her. Det skyldes, at åens tværsnitsareal er stort, når der er højvande.

Vi vurderer, at bølgevirkningen i åen vil være meget begrænset, da åens udløb er beskyttet, og vi ser derfor bort fra dette.

Konklusionen er, at havvandstanden har langt større betydning for vandstanden end afstrømningen.

Vandstand med højvandslukke

Et højvandslukke ved udløbet af Storå vil forhindre højvande fra havet i at brede sig ind i vandløbet og til de lave områder langs åen, men højvandslukket vil samtidig standse udstrømningen af åen og skabe opstuvning bag lukket. Vandstanden bag slusen afhænger af vandstanden, når højvandslukket lukker, vandføringen i åen og varigheden af hændelsen.

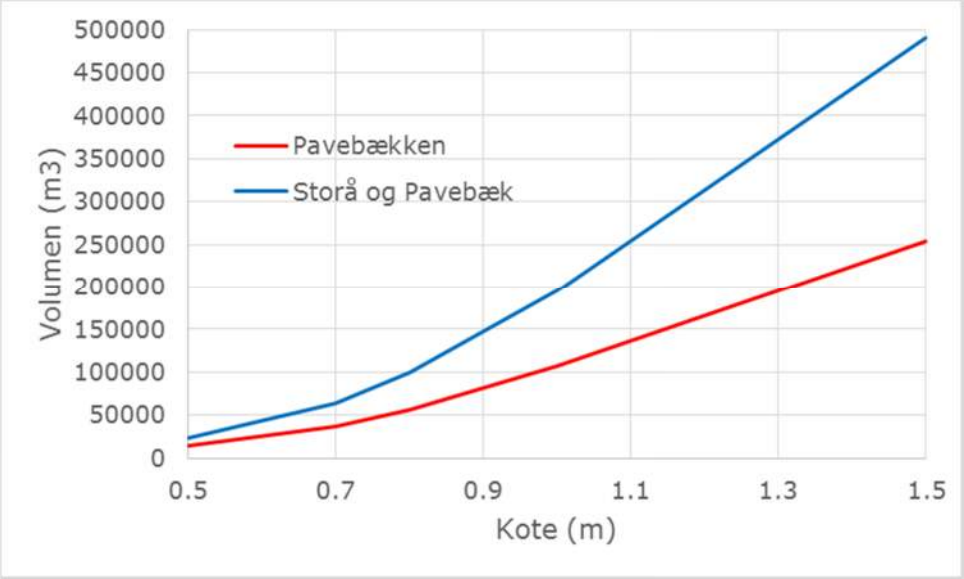
For at vurdere om et højvandslukke er en mulighed, kan man sammenligne vandføring og magasinvolumen. Der er et stort areal, som kan bruges til opstuvning (Figur 6).



Figur 6 Areal der oversvømmes ved kote 1,5 m

Figur 7 viser, at der kan opmagasineres 490.000 m³, hvis et højvandslukke lukker ved kote 0 og vandstanden bag højvandslukket stiger til 1,5 m.

Det skal dog understreges, at vandet når de lavest beliggende huse allerede ved 1,1 m, og der skal derfor træffes foranstaltninger til beskyttelse af de laveste huse, hvis man vil opstuve vand over ca. 1,1 m.



Figur 7 Volumen (m³) under forskellige koter

Til sammenligning er vandføringen i åen ved medianmaksimum nu 16.600 m³/t. Det betyder, at vandstanden stiger fra 0 til 1,1 m på 15 timer. Et højvandslukke for Storå har således effekt ved et kortvarigt højvande, med den nuværende havvandstand og det nuværende medianmaksimum, hvis man sørger for at luk-

ke, inden vandet begynder at stige. Sikkerheden må dog anses for utilstrækkelig, især når man tager hensyn til stigende havvandstand og stigende afstrømning.

Hvis man kun ser på Pavebæk, er muligheden for tilbageholdelse bedre, fordi oplandet er mindre.

Bilag B Notat om løsningsmuligheder

MIDDELFART KOMMUNE

VARBJERG STRAND: LØSNINGSMULIGHEDER FOR KLIMATILPASNING

LØSNINGSKATALOG

ADRESSE COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00
FAX +45 56 40 99 99
WWW cowi.dk

INDHOLD

1 Indledning 1

2 Oversigt 1

3 Virkemidler 2
3.1 Diger 2
3.2 Betonvægge 3
3.3 Mobile sikringer 3

4 Økonomi 3

5 Sammenligning 25

1 Indledning

Sommerhusområdet Varbjerg Strand ligger meget lavt og er udsat for oversvømmelser fra kysten og vandløb. Beboerne har bedt Middelfart Kommune om hjælp til at finde en løsning. COWI rådgiver kommunen.

Grundejerne har på møder med kommunen foreslået to alternativer. Disse er belyst i denne reviderede udgave som forslag 10 og 11.

2 Oversigt

Dette notat giver en oversigt over en række muligheder. Alle løsninger har fordele og ulemper. Nogle af de forslag, der beskrives her, er meget kostbare og må anses for urealistiske af økonomiske eller andre grunde, men de er omtalt

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.
A103160	2

VERSION	UDGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UDARBEJDET	KONTROLLERET	GODKENDT
3 (rev maj 2018)	10.5.2018	Notat	BOC/LAFN	HEBJ	LAFN

alligevel for at vise, at de har været overvejet i løbet af projektet.

I det følgende beskrives de enkelte løsninger systematisk med bemærkninger omkring fordele og ulemper, økonomisk overslag og foreløbig opgørelse af antal interessenter. De økonomiske overslag må tages med forbehold, da arbejdet er i en indledende fase.

Omkostningerne afholdes af dem, der har fordel af løsningen. Der er i alt ca. 166 lodsejere, men nogle af løsningerne omfatter et væsentligt mindre antal. Det er således muligt, der bliver tale om flere projekter med hver deres interessenter.

Et separat notat danner grundlag for valg af sikringsniveau.

Forslagene er:

- 1 Dige med højvandslukke for Storå
- 2 Dige med højvandslukke for Storå og pumpe
- 3 Syd: dige med højvandslukke og pumpe for Pavebæk
- 4 Syd: dige med højvandslukke for grøft og pumpe
- 5 Dige ved Bakkevej
- 6 Syd: højvandslukke ved Pavebæk og dige ved Varbjergvej
- 7 Nord: kyst- og ådige
- 8 Nord: kyst- og ådige, å flyttet
- 9 Nordvest: kystsikring
- 10 Syd: alternativ til forslag 6
- 11 Nord: alternativ til forslag 7

3 Virkemidler

De vigtigste virkemidler er fælles for flere forslag og beskrives i dette afsnit.

3.1 Diger

De fleste diger er 0,5-1,3 m høje. Udformningen afhænger af, om de er udsat for bølgepåvirkning. Nogle skal forstærkes på ydersiden med sprængsten.

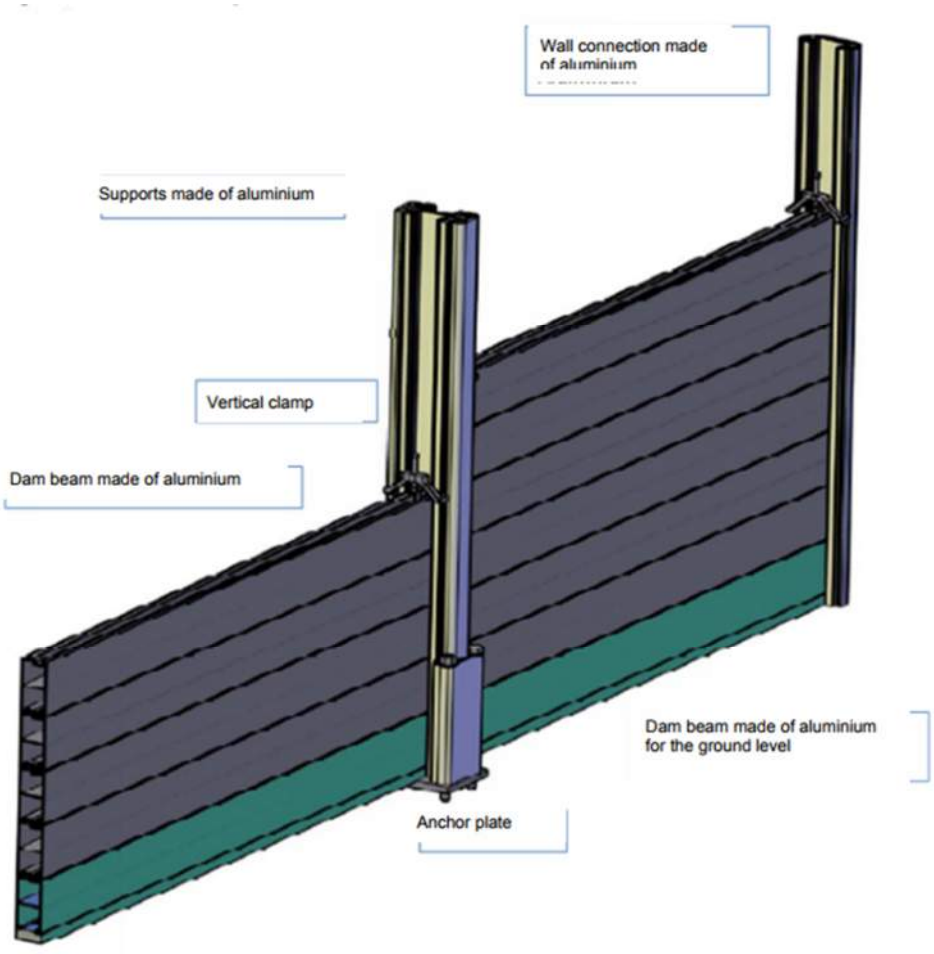
Hvor digerne krydses af stier anlægges trapper eller anden forstærkning.

3.2 Betonvægge

Nogle steder kniber det med plads til diger, og de erstattes derfor af betonvægge. Der er flere mulige udformninger.

3.3 Mobile sikringer

Ved vejkrydsninger og enkelte indkørsler er det mest praktisk at installere mobile sikringer i form af aluminiumsbjælker, der monteres mellem stolper med slidser. Et eksempel er vist nedenfor.



Figur 1 Eksempel på mobil sikring (GOH2000)

De mobile sikringer er et alternativ til ramper. Ramper er ofte vanskelige at anlægge, da de skal være flade og derfor bliver meget lange. Ulempen ved mobile sikringer er, at de kræver et beredskab og en container eller skur til opbevaring.

4 Økonomi

I det følgende er der medtaget anlægsoverslag. Da undersøgelserne er på et indledende niveau, er benyttet et korrektionsbidrag på 50% i overensstemmelse

trafikministeriets vejledning[1]. I forbindelse med detailprojekteringen nedsættes korrektionsbidraget til f.eks. 30%, fordi omkostningerne så er bedre kendt.

Det forventes, at anlæggene kan finansieres med 30-årige lån optaget af et eller flere digelag. Et lån på 50.000 kr. koster ca. 3.500 kr. årligt med et 30-årigt fastforrentet 2% lån. Anlægsoverslagene er derfor omregnet til årlige bidrag på 7% af investeringen.

Anlægsoverslaget indeholder ikke erstatninger eller driftsomkostninger.

5 Signaturer

På de følgende sider er:

- gul = dige
- brun = mur
- rød = mobilt (manuelt lukke)
- lilla = hævning af vej
- orange = skråningsbeskyttelse

[1] https://www.trm.dk/da/ministeriet/ny-anlaegsbudgettering

1 Dige med højvandslukke for Storå



Kort beskrivelse
Løsningen omfatter et højvandslukke lige opstrøms vejbroen samt diger og andre højvandssikringer langs kysten. Gul streg viser diger, mens rød er manuelle lukker.

Højvandslukke
Der etableres et præfabrikeret højvandslukke med sidehængte klapper lige opstrøms vejbroen eller eventuelt en vippeport, der normalt ligger på bunden. Højvandslukket tænkes monteret i præfabrikerede betonelementer, der sænkes på plads i åløbet. Åen er ca. 7 m bred.

Dige
Terrænet ved den foreslåede placering af det 880 m lange sydlige dige ligger i ca. kote 1,30, så det skal være ca. 1,2 m højt (kote 2,50), men højden over terræn varierer noget. Helt mod sydvest er der meget lidt plads mellem vej og dige, så det kan være praktisk at rykke vejen (Feddet) nogle meter ud mod kysten. Det sydlige dige er ikke udsat for store bølger. Med 2 m kronebredde, anlæg 1:4 mod havsiden og 1:2 mod landsiden bliver diget 9 m bredt ved foden, men bredden varierer.

Det nordlige dige er 280 m og ligger i kote 1,7 m. Det bliver ca. 1,30 m højt, og er mere eksponeret end det sydlige dige, så ydersiden skal opbygges af sprængsten.

Digerne krydses på trætrapper/ramper eller forstærkes på anden måde for at undgå nedslidning.

Betonvægge
Betonvægge anvendes, hvor der er dårlig plads til et jorddige. Det anslås, at der skal bruges i alt 40 m betonvægge med en typisk højde på 1,50 m.

Manuelle lukninger
Flere steder er det ikke praktisk muligt at sikre med et dige eller mur ligesom forhøjning af vejen er problematisk, så vi foreslår manuel lukning af 5 strækninger med 2,5 m lange bjælker i aluminium monteret i slidser i stolper. De fleste åbninger er 5 m bredde.

Hævning af vej
Vibevej hæves på 40 m med op til 40-50 cm til kote 2,0 så den beskytter ejendommene syd herfor mod overstrømmende vand. Alternativt etableres en betonmur i skel til Mågevej 1.

Hævning ved cafeen
Terrænet ved cafeen hæves eller beskyttes af en mur, så det kan indgå i sikringen. Løsningen her afhænger af udformningen af højvandslukket.

Fordele
- enkel løsning med få gener
- mange interessenter

Ulemper
- sikrer ikke mod stor afstrømning fra vandløbene. Med nuværende medianmaksimumvandføring vil vandstanden bag højvandslukket stige til 1,1 m efter 15 timer. Det betyder, at lavtliggende ejendomme i hele området vil blive oversvømmede med vand fra åen.
- sandsynligheden for oversvømmelser fra vandløbene øges, når havvandstanden fremover stiger og de høje vandføringer øges
- engene bliver ferske.

Anlægsoverslag

Højvandslukke	2.500.000
Dige	2.850.000
Flytning af Feddet	100.000
Betonvægge	280.000
Manuelle lukninger	250.000
Hævning af Vibevej	100.000
Projektering mv. 15%	912.000
Sum	6.992.000
Korrektionsbidrag 50%	3.496.000
I alt	10.488.000

Interessenter
Der er i alt 166 interessenter svarende til ca. 63.181 kr. pr. part, hvilket giver et årligt bidrag på 5.528 kr. inkl. moms.

Andre bemærkninger
Beredskab til manuel lukning nødvendigt. Højvandslukket kræver kun lidt vedligeholdelse.

2 Dige med højvandslukke for Storå og pumpe

Kort beskrivelse
Løsningen er identisk med forslag 1 - bortset fra, at den inkluderer en pumpestation

Pumpestation
Pumperne placeres i et bygværk nær det eksisterende ishus. Der regnes med 2 stk. 2500 l/s pumper med plads til en 3. pumpe. Der etableres ikke nødstrøm, da en generator er dyr og kræver en del vedligehold. I stedet gives mulighed for at drive pumperne med en traktor.

Der skal udarbejdes et projekt for pumpestationen og findes en løsning for det eksisterende ishus.

Fordele
- effektiv løsning med ringe påvirkning af de fleste ejendomme

Ulemper
- kræver organisation til drift og vedligehold af pumper
- beredskab til manuel lukke plus pumper
- engene bliver ferske og kun sjældent oversvømmede.

Anlægsoverslag

Højvandslukke	2.500.000
Pumpestation	3.500.000
Dige	2.850.000
Flytning af Feddet	100.000
Betonvægge	280.000
Manuelle lukninger	250.000
Hævning af vej	100.000
Projektering mv. 15%	1.437.000
Sum	11.017.000
Korrektionsbidrag 50%	5.508.500
I alt	16.525.500

Interessenter
Der er i alt 166 interessenter svarende til ca. 99.551 kr. pr. part eller et årligt bidrag på 8.711 kr. inkl. moms men ekskl. drift og vedligehold af pumper

Andre bemærkninger
Beredskab til pumper og manuel lukning er nødvendig. Pumpen kræver vedligeholdelse og prøvedrift årligt.

3 Syd: dige med højvandslukke for Pavebæk



Kort beskrivelse
Løsningen omfatter kun området syd for Storå.

Højvandslukke og pumpestation
Der etableres et højvandslukke for Pavebæk og en tilhørende pumpestation med en kapacitet på 700 l/s bestående af 1-2 pumper.

Dige og mure
Det sydlige dige langs kysten er som beskrevet under forslag 1. Hertil kommer diger og mure langs Varbjergvej på i alt 150 m. Heraf 70 m 0,5-0,8 m høj mur samt 80 m dige 1,0 højt.

Manuelle lukninger
Der bliver yderligere 3 manuelle lukninger (Engdraget, Bakkevej og Varbjergvej 50).

Fordele
- drift af sluse og pumpestation ved Storå undgås
- natur ved Storå påvirkes ikke

Ulemper
- sikrer ikke det nordlige område
- beredskab til manuel lukning
- pumper vedligeholdes
- natur ved Pavebæk påvirkes

Anlægsoverslag

Højvandslukke og pumpe	1.700.000
Dige	750.000

Interessenter
Det sydlige område har 91 interessenter svarende til 54.025 kr. pr. part eller et årligt bidrag på 4.727 kr. inkl.

Flytning af Feddet	100.000	moms men ekskl. drift og vedligehold af pumper
Manuelle lukninger	300.000	
Projektering mv. 15%	427.500	
Sum	3.277.500	
Korrektionsbidrag 50%	1.638.750	
I alt	4.916.250	

Andre bemærkninger

4 Syd: dige med højvandslukke for grøft - Engdraget



Kort beskrivelse
Løsningen ligner den foregående, men pumpestationen er flyttet til den lille grøft sydøst for Engdraget. Herved kan man klare sig med en mindre pumpe til afvanding af ca. 43 ha, men til gengæld bliver der flere diger. Løsningen omfatter ikke Bakkevej.

Højvandslukke og pumpestation
Et traditionelt højvandslukke over grøften suppleret med en pumpestation med en ydelse på ca. 45 l/s (som en drænpumpe).

Dige
Der anlægges et dige sydøst for grøften. Diget er vist anlagt gennem engen, men det kunne flyttes til sommerhus-områdets skel. Man kunne også omlægge grøften på en strækning.

Fordele	**Ulemper**
› Enkel løsning › Påvirker kun et mindre areal	› Pumpestationen og højvandslukke skal vedligeholdes, og kræver beredskab, men der er tale om en enkelt pumpe › Beredskab til manuelle lukker
Anlægsoverslag	**Interessenter**

Højvandslukke og pumpe	500.000	Løsningen omfatter 75 interessenter svarende til 37.950 kr. pr. part eller et årligt bidrag på 3.321 kr. inkl. moms men ekskl. pumpedrift og vedligehold.
Dige	850.000	
Flytning Feddet	100.000	
Manuelle lukninger	200.000	
Projektering mv. 15%	247.500	
Sum	1.897.500	
Korrektionsbidrag 50%	948.750	
I alt	2.846.250	

Andre bemærkninger
Et afløb fra det tidligere åforløb passerer under Engdraget. Det skal forsynes med et højvandslukke.

5 Syd: dige ved Bakkevej



Kort beskrivelse
Løsningen omfatter kun ejendomme ved Bakkevej

Dige
Der anlægges et dige mod åen.

Manuelt lukke er nødvendigt ved Bakkevej og ejendommen Varbjergvej 50

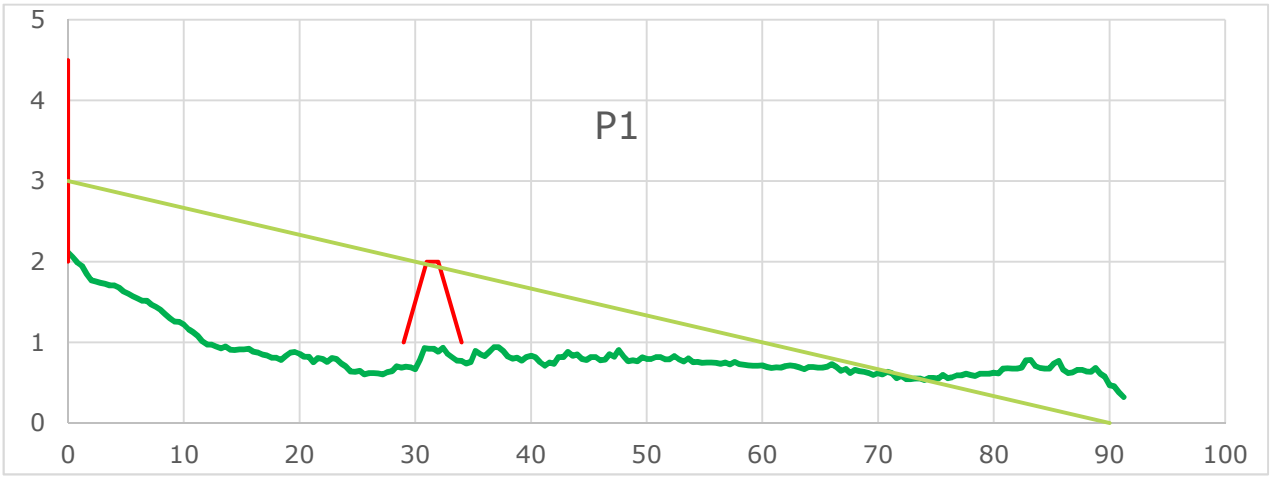
Fordele	**Ulemper**
› enkel løsning › påvirker ikke naturen væsentligt	› Sikrer kun få ejendomme › Manuelt lukke over Bakkevej › Dige i haver

Anlægsoverslag		**Interessenter**
Dige	175.000	Forslag omfatter 16 interessenter svarende til 30.469 kr.

Manuelle lukninger	100.000	pr. part eller et årligt bidrag på 2.666 kr. inkl. moms
Projektering m.v.	50.000	
Sum	325.000	
Korrektionsbidrag 50%	162.500	
I alt	487.500	

Andre bemærkninger

Snit der viser digets placering i forhold til huset på Bakkevej 21. Lys grøn er sigtelinje.



6 Syd: højvandslukke ved Pavebæk og dige ved Feddet og Varbjergvej



Kort beskrivelse
Denne løsning svarer til forslag 3, men indeholder ingen pumpe. I stedet lukkes Pavebæk i stormflodssituationer med et manuelt betjent højvandslukke. Samtidig er diget nær Pavebækken rykket ud på nordsiden af Varbjergvej, hvorved manuelle lukning af veje mv. undgås.

Højvandslukket tænkes udført som et præfabrikeret element med sidehængslede klapper, der lukkes manuelt ved stormflodsvarsel.

Fordele
- enkel løsning
- påvirker kun naturen meget lidt

Ulemper
- Højvandslukke skal betjenes manuelt i tilfælde af stormflodsvarsel.

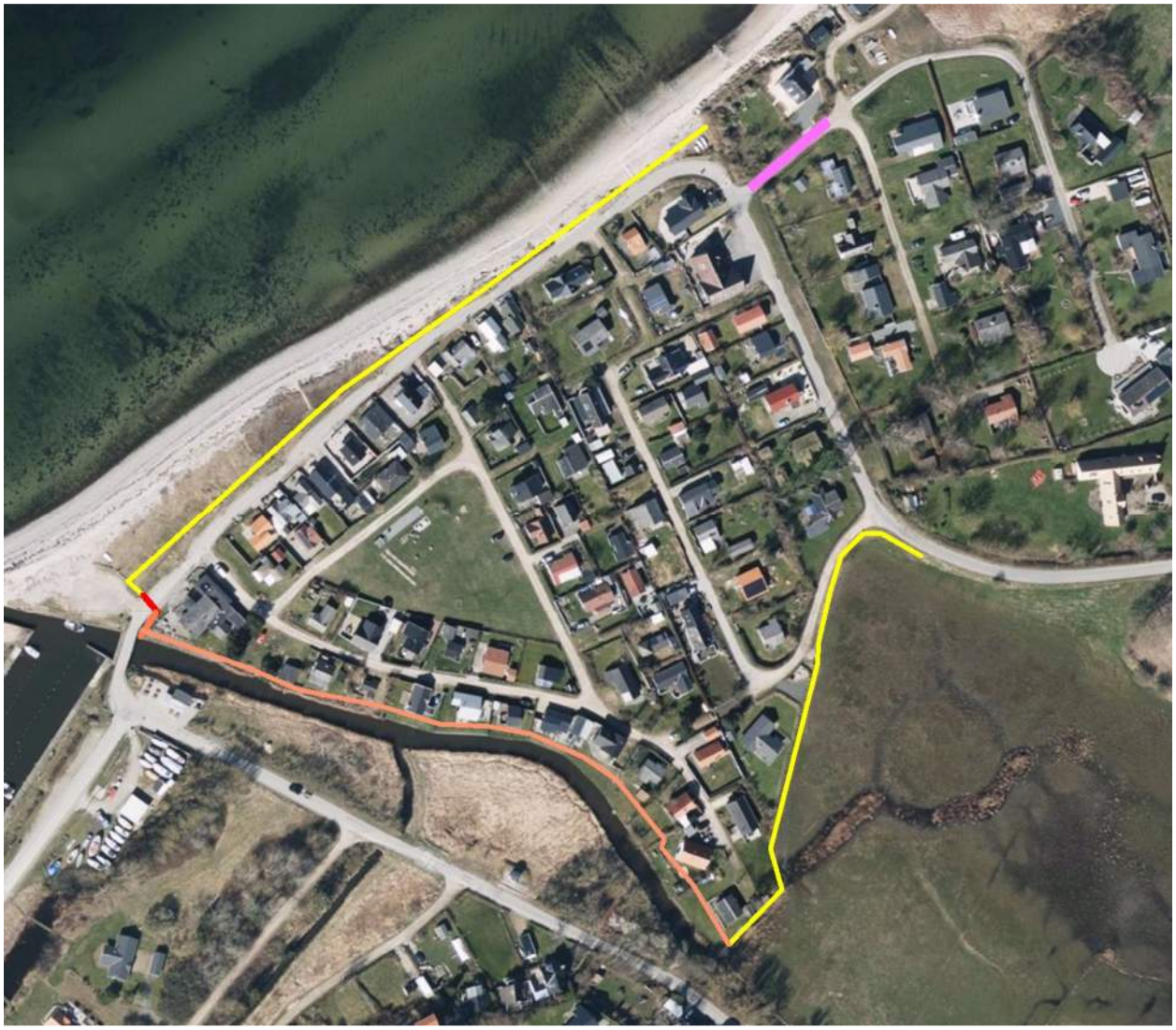
Anlægsoverslag

Højvandslukke	500.000
Dige	750.000
Flytning af Feddet	100.000
Manuelle lukninger	160.000
Projektering mv.	250.000
Sum	1.760.000
Korrektionsbidrag 50%	880.000
I alt	2.640.000

Interessenter
Forslag omfatter 91 interessenter svarende til 29.011 kr. pr. part eller et årligt bidrag på 2.538 kr. inkl. moms

Andre bemærkninger
Der er muligvis et afløb lige syd for pumpestationen ved Varbjergvej. Det skal sikres med et højvandslukke.

7 Nord: kyst- og ådige



Kort beskrivelse
Denne løsning omfatter kun den nordlige del af området. Diget langs kysten udformes som i de første forslag, men suppleres med en kombination af diger i sydøst og betonvægge i sydvest.

Dige
Mod øst anlægges et 190 m langt dige. Det skal være ca. 1 m højt.

Betonvægge
Langs åen bygges en 260 m lang betonvæg med overkant i kote 2,3. Det foreslås, at væggen bygges ret tæt på bygningerne, fordi væggens højde over terræn så bliver lavere og dermed mindre skæmmende. De fleste steder bliver muren lav. Desuden bliver udsynet bedre. Pladsforholdene er vanskelige. En mulighed er at bruge præfabrikerede betonelementer monterede på minipæle. Løsningen skal tilpasses de forskellige ejendomme, men væggen skal være sammenhængende.

Andet
Regnvandet fra området bag væggen skal håndteres gennem brønde med højvandslukker anlagt bag muren.

Sommerhusejerne kan etablere adgang over væggen mod åen, f.eks. med trapper over muren. Mulighederne afhænger af udformningen og omkostninger hertil er ikke medtaget.

Fordele	**Ulemper**
› Løsningen kræver næsten ikke vedligehold	

› Ingen påvirkning af omgivelserne	› Stort indgreb for nogle ejendomme

Anlægsoverslag

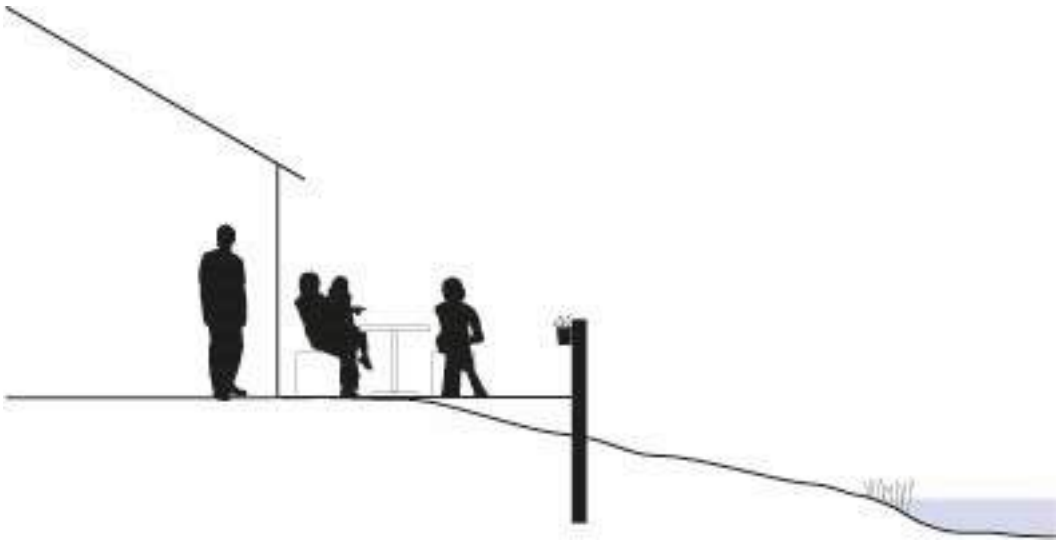
Diger	2.200.000
Betonvæg	1.820.000
Regnvandshåndtering	100.000
Manuel lukning	50.000
Hævning af Vibevej	100.000
Projektering mv. 15%	640.000
Sum	5.010.000
Korrektionsbidrag 50%	2.505.000
I alt	7.515.000

Interessenter

Det nordlige område har 74 interessenter svarende til et bidrag på 101.554 kr./part eller et årligt bidrag på 8.886 kr. inkl. moms

Andre bemærkninger

Betonvæggen kan f.eks. udformes som vist herunder med en terrasse.



8 Nord: kyst- og ådige, å flyttet



Kort beskrivelse
Løsningen ligner den foregående, men åen er omlagt, så betonvæggen langs åen delvist kan erstattes med et dige. En mindre del af den nuværende å kan bibeholdes som en sø.

Omlægning af åen og dige
Udgravningen omfatter ca. 1000 m³. Adgangsforholdene er vanskelige, fordi diget først kan anlægges, når det nye forløb er åbnet.

Regnvandshåndtering
Afledning fra husene bliver lidt lettere end i den foregående løsning, men der skal anlægges en brønd med højvandslukke til at lede vandet til åen.

Fordele
- For nogle ejendomme rykkes diget længere væk end muren, men udsigten til åen bliver ikke bedre.

Ulemper
- Stort indgreb for nogle ejendomme
- Anlægsteknisk vanskelig

Anlægsoverslag

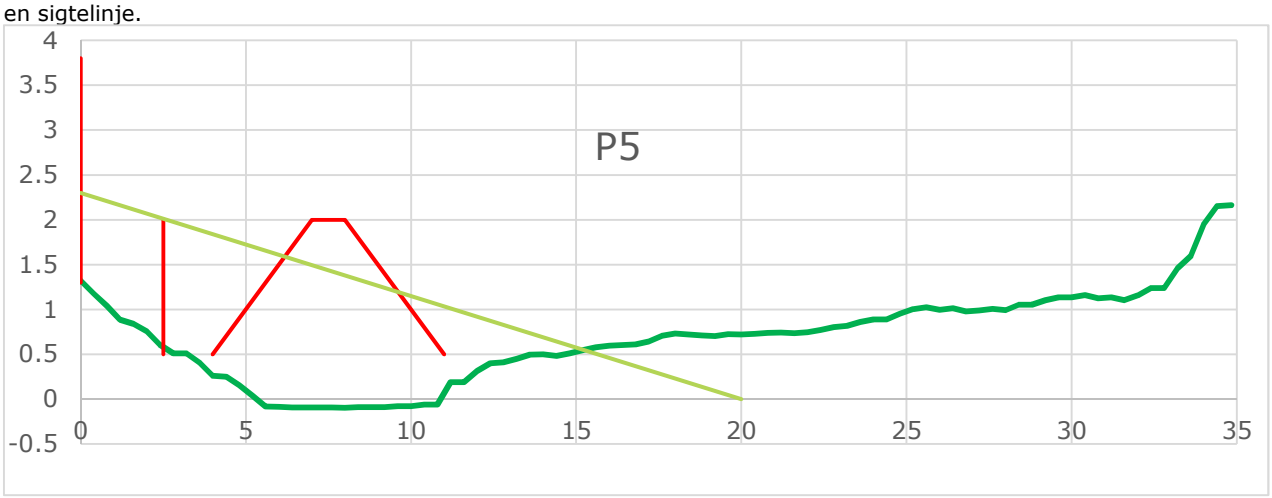
Dige	2.200.000
Betonvæg og spuns	1.820.000

Interessenter
Det nordlige område rummer 74 interessenter svarende til 109.875 kr. pr. part eller et årligt bidrag på 9.614 kr. inkl. moms.

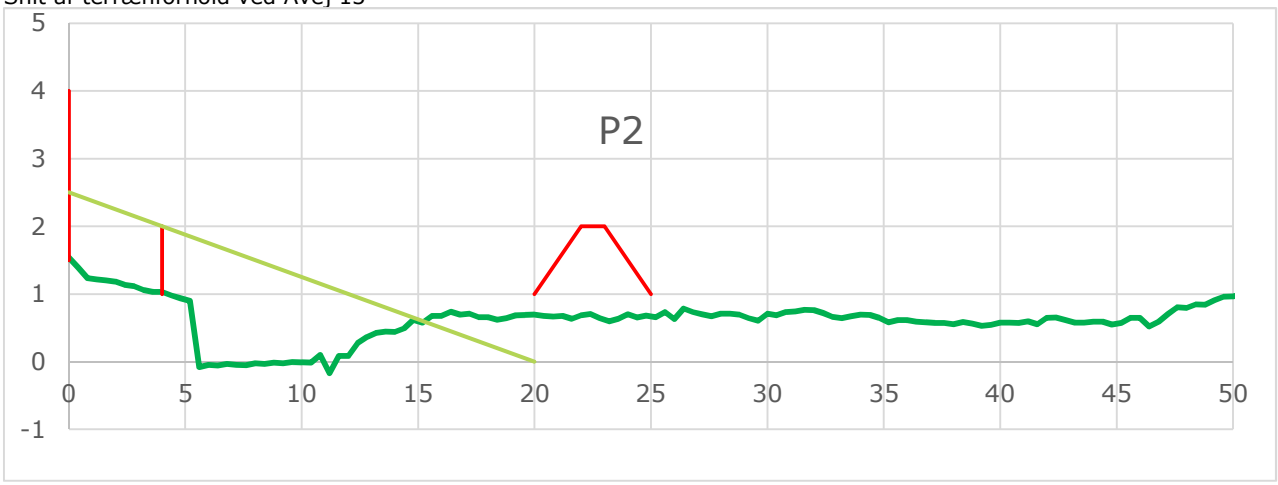
Omlægning af å	500.000
Regnvandshåndtering	50.000
Manuel lukning	50.000
Hævning af Vibevej	100.000
Projektering mv. 15%	700.500
Sum	5.420.500
Korrektionsbidrag 50%	2.710.250
I alt	8.130.750

Andre bemærkninger
Omkostningerne til sikring mod åen er usikre.

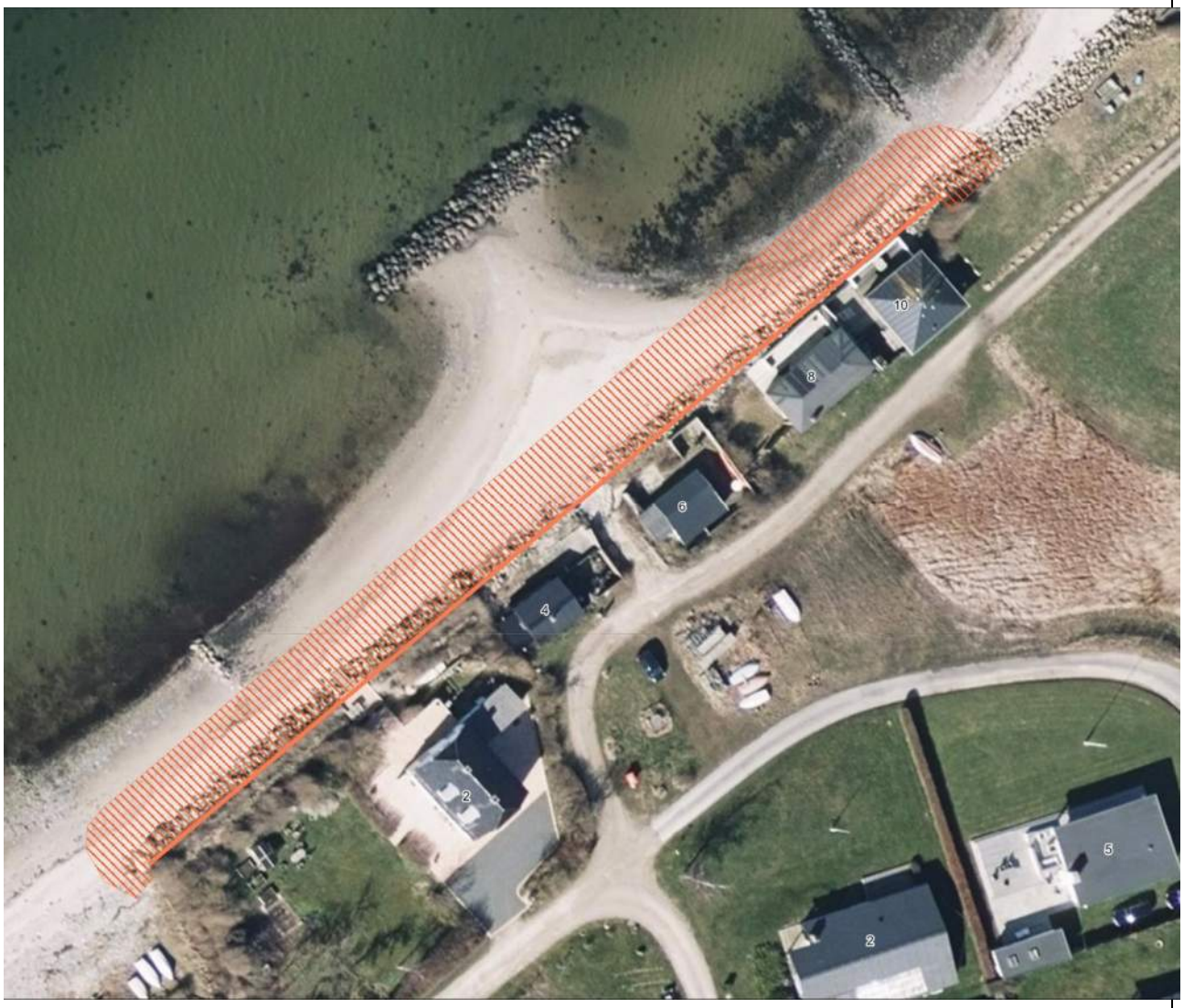
Snit af terrænforholdene ved Åvej 3 med betonvæg 3 m fra huset eller et dige med omlagt å. Den lysgrønne linje er en sigtelinje.



Snit af terrænforhold ved Åvej 13



9 Nordvest: skråningsbeskyttelse



Kort beskrivelse
Kystsikringen beskytter 5 ejendomme mod nordvest på en 115 m lang strækning med skråningsbeskyttelse. Gærdet 4-10 er meget udsatte. Gærdet 2 er mindre udsat og har bedre mulighed for sikre egen grund mod oversvømmelse, men beskyttes af kystsikringen.

Kystsikringen er vist på figuren som en orange streg. Strækningen er udsat for bølger, især fra nordvest, hvilket giver en signifikant bølgehøjde på 1,3 m. Hvis man skal opnå samme sikkerhed som i de øvrige områder, skal der være en digekrone på 3,6 m, hvilket er urealistisk, da det er nær tagniveau. Vi foreslår i stedet en sikring til kote 2,5 m.

Skråningsikring
Skråningen sikres med stenblokke. Foran husene etableres en betonmur. Stikvejen til stranden kan evt. bevares, men fremover bliver der kun adgang til stranden over trapper.

Fordele	**Ulemper**
› sikrer udsatte ejendomme	› Sikringen kommer til at være i niveau med vinduernes underkant, hvilket forringer udsigten › Adgang til stranden bliver over trapper på stikvejen › Sikringsniveauet er lavere end i de øvrige områder

Anlægsoverslag

Kystsikring med sprængsten, 1 lag	1.140.000
Genbrug af nuværende sten	-200.000
Projektering mv.	150.000
Sum	1.090.000
Korrektionsbidrag 50%	545.000
I alt	1.635.000

Interessenter

Der er kun 5 interessenter. Ved stormflod kan der strømme vand gennem de 5 ejendomme til det øvrige sommerhusområde. Ved gennemførelse af kystsikringen sparer de øvrige interessenter ca. 100.000 kr. Der ses bort fra dette. Omkostningen bliver 327.000 kr. pr. ejendom svarende til et årligt bidrag på 28.613 kr. pr. part inkl. moms.

Andre bemærkninger

10 Højvandslukke ved Pavebæk, dige ved Varbjergvej og Feddet samt hævning af Engdraget



Kort beskrivelse
Forslaget er et alternativ til forslag 6, men en stor del af kystdiget erstattes med en hævning af Engdraget.

Diger
I syd etableres et 817 m langt dige Diget skal være ca. 1,2 m højt (kote 2,50) t. Helt mod sydvest er der meget lidt plads mellem vej og dige, så det kan være praktisk at rykke vejen (Feddet) nogle meter ud mod kysten. Det sydlige dige er ikke udsat for store bølger. Med 2 m kronebredde, anlæg 1:4 mod havsiden og 1:2 mod landsiden bliver diget 9 m bredt ved foden, men bredden varierer.

Der etableres diger nord for Varbjergvej. På sydsiden af Varbjergvej etableres et kort dige til at forbinde den hævede Engdraget med det lidt højere terræn mod vest.

Manuelle lukninger
Der er brug for en manuel lukning af Vedelshavevej.

Hævning af Engdraget
658 m vej hæves til kote 2,10. Den gennemsnitlige hævning bliver ca. 70 cm. Vi regner med, at vejen opbygges af bundsikringssand plus 20 cm stabilgrus. Den nuværende vej er ca. 3 m bred. Siderne anlægges med hældning 1:2, hvilket betyder, at vejens "fodaftryk" bliver 5,8 m (uden rabatter). Den forhøjede vej fylder mere end der er plads til mellem hækkene. Udgiften til at ændre hække og forhaver er ikke medtaget.

Hævningen betyder, at det er nødvendigt at hæve indkørslerne tilsvarende. Det drejer sig om ca. 25 indkørsler på sydsiden af vejen og ca. 33 indkørsler på nordsiden. Mulighederne varierer meget mellem de enkelte ejendomme – nogle steder kan man nøjes med en lang indkørsel, mens der andre steder kan være behov for en hævet parkeringsplads og støttemure. Vi anslår en gennemsnitspris på 25.000 kr.

Det vil være nødvendigt at ændre ledninger og tilslutninger langs vejen. Omfanget skal vurderes i samarbejde med ledningsejerne. Det er sandsynligt, at nogle af disse omlægninger skal betales af ledningsejerne på grund af gæsteprincippet, men der kan også være omkostninger i forbindelse med stikledninger som skal afholdes af grundejer.

Højvandslukker
Højvandslukket ved Pavebæk udført som et præfabrikeret element med sidehængslede klapper, der lukkes manuelt ved stormflodsvarsel.

Et afløb fra det tidligere åforløb passerer under Engdraget. Det skal forsynes med et højvandslukke.

Fordele
- Kystdiget undværes

Ulemper
- De fleste ejendomme beskyttes ikke
- Hævningen af Engdraget giver gener for beboere på begge sider af vejen
- Dyrt

Anlægsoverslag

Højvandslukke	550.000
Diger	300.000
Flytning af Feddet	100.000
Manuel lukning	50.000
Hævning af Engdraget	400.000
Indkørsler	1.450.000
Projektering mv.	400.000
Sum	3.350.000
Korrektionsbidrag 50%	1.675.000
I alt	5.025.000

Interessenter
Forslaget omfatter 43 ejendomme. Omkostningen bliver 116.860 kr. pr. ejendom svarende til et årligt bidrag på 10.225 kr. pr. part inkl. moms.

Andre bemærkninger
Beredskab til manuel lukning nødvendigt.

11 Kyst- og ådige samt hævning af Åvej og Agervænget



Kort beskrivelse
Løsningen svarer til forslag 7, men muren langs åen erstattes med en hævning af Åvej/Agervænget.

Diger
Det nordlige dige langs kysten er 280 m og ligger i kote 1,7 m. Det bliver ca. 1,30 m højt, og er mere eksponeret end det sydlige dige, så ydersiden skal opbygges af sprængsten. Diget krydses på trætrapper/ramper eller forstærkes på anden måde for at undgå nedslidning.

Der anlægges 196 m ådige mod øst.

Hævning af Åvej og Agervænget
Åvej og Agervænget hæves på 2 strækninger på i alt 210 m til kote 2,10. Hævningen vil variere en del med et gennemsnit på 40 cm i gennemsnit for den vestlige strækning og 66 cm for den østlige del. Den eksisterende vej er kun ca. 3 m bred. Den hævede vej anlægges med samme kørebanebredde, men vejen fylder mere, da sideskråningerne

anlægges 1:2 og dermed bliver ca. 1,6-2,7 m bredere. Heri er ikke medregnet rabatter. Det giver flere steder problemer, fordi der ikke er tilstrækkelig plads mellem hækkene.

Hævningen betyder, at 3 sideveje og ca. 19 indkørsler skal ændres. I mange tilfælde er det meget vanskeligt, fordi husene ligger nær vejen, således at det vil være nødvendigt med støttemure og trapper. Vi anslår, at den gennemsnitlige omkostning vil være 50.000 kr.

Det vil være nødvendigt at ændre ledninger og tilslutninger langs vejen. Omfanget skal vurderes i samarbejde med ledningsejerne. Det er sandsynligt, at nogle af disse omlægninger skal betales af ledningsejerne på grund af gæsteprincippet, men der kan også være omkostninger i forbindelse med stikledninger som skal afholdes af grundejerne.

Hævning af Bro Strandvej
Bro Strandvej hæves op til kote 2,10 m ved Åvej, dvs. med op til 50 cm. Hævningen skal udformes med lange ramper for at mindske generne for trafikken på Bro Strandvej. Alternativt kan man bruge et manuelt lukke over Bro Strandvej kombineret med en mur langs vestsiden af ejendommen Åvej 2.

Hævning af Vibevej
Vibevej hæves på 40 m med op til 40-50 cm til kote 2,0 så den beskytter ejendommene syd herfor mod overstrømmende vand. Alternativt etableres en betonmur i skel til Mågevej 1.

Fordele
- Muren langs åen undgås

Ulemper
- Ejendommene langs åen beskyttes ikke
- Hævningen af Bro Strandvej er til gene for trafikken
- Hævningen af de øvrige veje giver gener for de berørte ejendomme både nord og syd for vejen

Anlægsoverslag

Diger	2.200.000
Hævning af Åvej/Agerv.	250.000
Hævning af Bro Strandvej	200.000
Hævning af Vibevej	100.000
Indkørsler mv.	1.100.000
Projektering mv.	450.000
Sum	4.000.000
Korrektionsbidrag 50%	2.000.000
I alt	6.000.000

Interessenter
Der er i alt 60 interessenter svarende til ca. 100.000 kr. pr. part, hvilket giver et årligt bidrag på 8.750 kr. inkl. moms.

Andre bemærkninger
En stor del af omkostningerne går til tilpasninger af indkørsler ved de enkelte ejendomme. Det er vanskeligt at vurdere disse uden en detailprojektering, som tager hensyn til forholdene ved de enkelte ejendomme.

6 Sammenligning

De enkelte forslag er sammenlignet i tabellen nedenfor:

Forslag	Bidrag / år	Bemærkning
1 Dige med højvandslukke for Storå	5.528	166 interessenter. Beskytter ikke mod høj vandføring i åen
2 Dige med højvandslukke for Storå og pumpe	8.711	166 interessenter.
3 Syd: dige med højvandslukke og pumpe for Pavebæk	4.727	91 interessenter
4 Syd: dige med højvandslukke og pumpe for grøft	3.321	75 interessenter
5 Dige ved Bakkevej	2.666	16 interessenter
6 Højvandslukke ved Pavebæk og dige ved Varbjergvej	2.538	91 interessenter
10 Højvandslukke ved Pavebæk, Engdraget hævet	10.225	43 interessenter. Ejendomme nordvest for Engdraget ikke omfattet.
7 Nord: kyst- og ådige	8.886	74 interessenter
8 Nord: kyst- og ådige, å flyttet	9.614	74 interessenter
11 Nord: kyst- og ådige. Åvej og Agervænget hævet.	8.750	60 interessenter. Ejendomme ved åen ikke omfattet
9 Nordvest: skråningssikring	28.613	5 interessenter. Stort indgreb og lavere sikkerhed.

Sammenligningen viser, at for det sydlige område er løsning 6 tydeligt den billigste. Løsning 10 er samlet set dyrere og omfatter færre ejendomme, så prisen pr. ejendom er høj.

For det nordlige område er omkostningerne pr. ejendom nogenlunde den samme for løsning 7 og 11.

For både det nordlige og det sydlige område vil løsningerne med at hæve vejene indebære en række problemer med skel, hække og indkørsler. Omkostninger og gener er vanskelige at vurdere uden detailprojektering, der tager hensyn til forholdene ved de enkelte ejendomme, herunder ejernes ønsker og eventuelle skelforandringer.

Bilag C Beskyttelse i syd



Højvandslukke

Dige

Manuelt lukke

Middelfart Kommune - Varbjerg Strand Syd

COWI

Dato 09.01.2018

Bilag nr. C

Bilag D Beskyttelse nord for åen



Dige

Væg

Manuelt lukke

Vej hæves

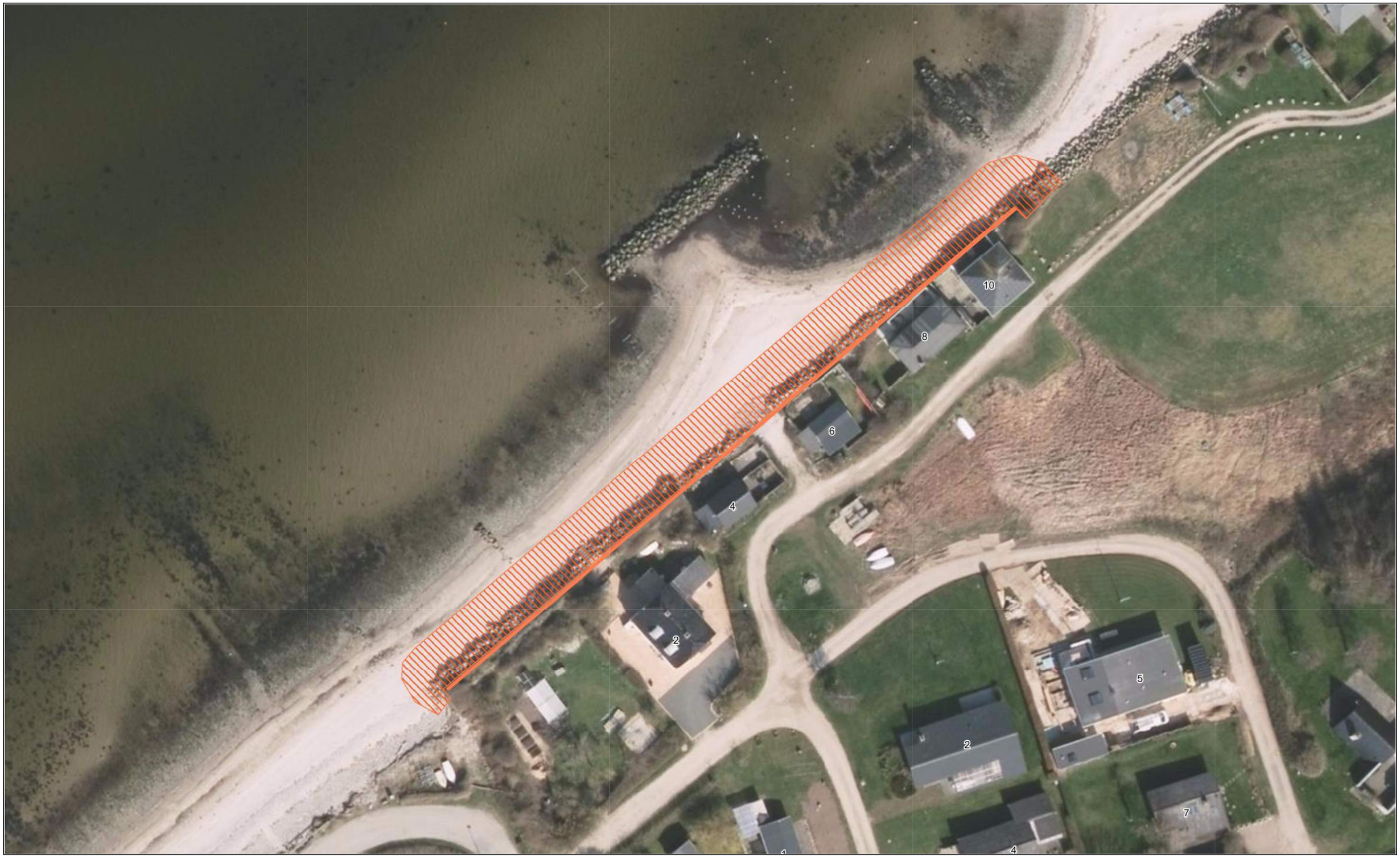
Middelfart Kommune - Varbjerg Strand Nord

COWI

Dato 09.01.2018

Bilag nr. D

Bilag E Skråningsbeskyttelse



Betonvæg (på en del af strækningen)
Sprængsten

Middelfart Kommune - Varbjerg Strand
Skråningsbeskyttelse

COWI

Dato 09.01.2018

Bilag nr. E