

ULVSHALE-FÆLLESSKOV DIGELAG

SKADESVURDERING OG STRAKSHÅNDBTERING MED VINTERDEPOT EFTER STORMFLOD

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	2
2	Skadesvurdering	3
2.1	Skadesniveau grøn	5
2.2	Skadesniveau gul	5
2.3	Skadesniveau rød	6
3	Strakshåndtering	9
3.1	Bølgebryder-sten i vinterdepot	9
3.2	Sandfyld bag stendepot	10
3.3	Lerfyld langs vestlige del af Nordre Dige	11
3.4	Stenkastning med ral langs Ulvshale-diget	11
4	Anbefaling	12

PROJEKTNR.

A256285

DOKUMENTNR.

TN-001

VERSION

1.0

UDGIVELSESDATO

24. november
2023

BESKRIVELSE

Strakshåndtering og vinter-
depot efter stormflod

UDARBEJDET

PFKL/KARH

KONTROLLERET

JBUN

GODKENDT

JBUN

1 Indledning

Under stormfloden den 20.-21. oktober 2023 blev kysten ved Ulvshale-Fællesskov særlig hårdt ramt. Den forhøjede vandstand i kombination med bølgepåvirkning medførte skader på lokal infrastruktur og især områdets nordre dige blev udsat for store ødelæggelser. Diget holdt kun lige akkurat, men er efterladt i markant forværret tilstand, hvor op til anslået 80% af diget nu mangler.

Dette betyder, at Ulvshale i kritisk grad, for første gang siden digelagets etablering i 1874, er truet af oversvømmelser fra havet, da diget ikke længere er i stand til at yde nævneværdig grad af beskyttelse.

Det eroderede dige er illustreret tydeligt i Figur 1. Figurerne illustrerer nogenlunde samme lokalitet, men før og efter stormfloden.



Figur 1: Digets tilstand før stormfloden (TV) og efter stormfloden (TH)

Som det fremgår af figurerne, er en stor del af digets sand fjernet af stormfloden og flyttet ned på forstranden og ud i havet. Dette har medført at selve kystlinjen nogle steder er rykket længere havværts.

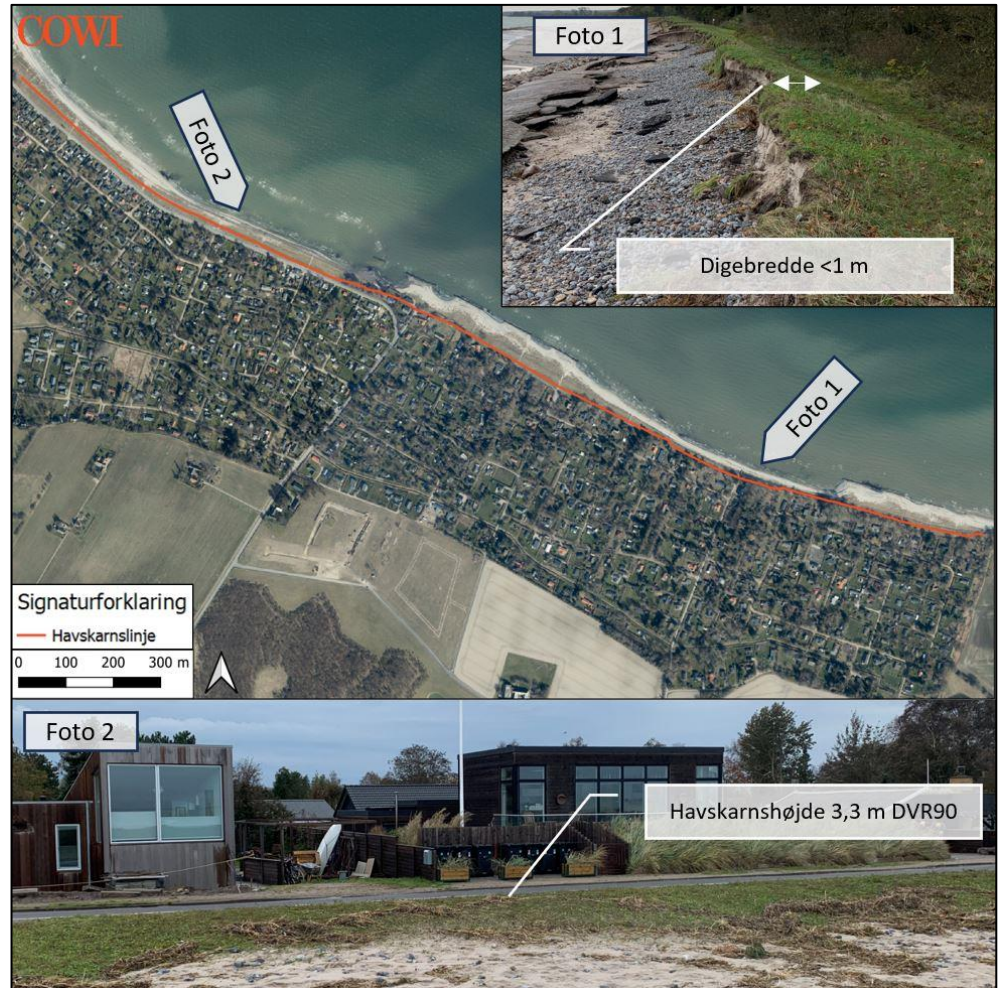
Der er tidligere i 2023 udarbejdet en forundersøgelse for kystbeskyttelse ved Ulvshale-Fællesskov af COWI, se (COWI, 2023 nov).

Denne forundersøgelse beskriver områdets fundne udfordringer i forhold til eksisterende kystbeskyttelse, og hvad der bør gøres for at undgå erosion og fremtidige oversvømmelser.

Efter stormfloden er digets tilstand i kritisk grad ændret. Dette har påvirket tidsligheden i behovet for den kystbeskyttelse, der bør etableres, da der nu er behov for en straks-beskyttelse for at modstå vinterens storme inden den opdaterede kystbeskyttelse kan blive opført i løbet af 2024.

2 Skadesvurdering

Der blev foretaget fysisk besigtigelse af skaderne 3 dage efter stormfloden for at få overblik over skaderne og identificere hvilke kystbeskyttelsesanstaltninger, der virkede, ikke virkede og hvor der var kritisk, se Figur 2. På figuren er havskarnslinjen illustreret, hvilket dermed er den maksimale vandstand i landskabet. Dette inkluderer både vandstandsstigning og bølger.



Figur 2: Nordre Dige er generelt voldsomt medtaget, se havskarnslinjen, og diget er visse steder under 1 m i tilbageværende bredde. Maksimal målte havskarnshøjde er 3,3 m DVR90 på toppen af diget ved Ulvshalevej – derved meget tæt på digebrud flere steder!

Stormfloden var særdeles hård med fuld samtidig af høj vandstand og store pålandsbølger, og derved den hårdeste mulige påvirkning af kyst og kystbeskyttelse, hvilket også fremgår af Figur 2.

Maksimalvandstanden for området var næsten den samme som ved den "Stille stormflod" den 4. januar 2017, for både Rødvig og Kalvehave, se Figur 3.

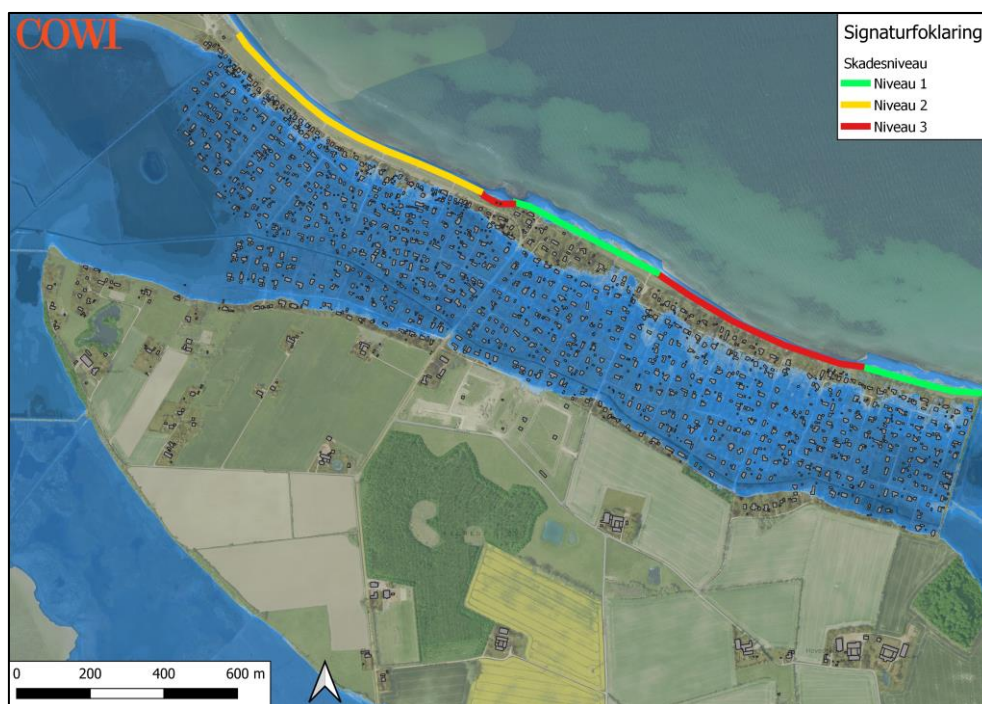
Bølgerne var til gengæld meget større og med målt havskarnskote på omkring 3,3 m DVR90, var bølgeopskyllet med vand og tang mv. over 1,6 m højere end stormens maksimalvandstand, se Figur 3. Hvis der først er bølgeoverskyl over 10 l/s/lbm., så begynder diget at gå i stykker ved først et lille brud, der bliver større og større indtil ydre vandstand falder igen.

Hvis de gamle optegnelser for stormfloden i 1872 i Nyord havde udgangspunkt i havskarnslinjer, så er stormfloden i år, 12 cm højere end de 3,17 m DVR90 i 1872 i Nyord efter Coldings optegnelser i 1881.



Figur 3: Målte vandstande i området fra Rødvig Havn i nord med maksimalvandstand på 1,69 m DVR90 og Kalvehave i Stege Nor på 1,41 m DVR90 – hvilket var næsten samme maksimalvandstande som ved den "stille stormflod" den 4 januar 2017. Dog nu med store pålandsbølger, som det ses på Rødvig Havns vandstandsmåler med hakker på grafen.

Skadesomfanget er vurderet efter tre niveauer – efter trafiklys-farver, hvor rødt er værst og grønt er bedst. Disse er fordelt over området, se Figur 4.



Figur 4: Skadesniveauet af kystbeskyttelsen i området efter stormfloden med trafiklys-farver. Den maksimalt målte vandstand på 169 cm er illustreret i baglandet, hvis et digerne var kollapsede. Alle de huse hvor terrænet er farvet blå, ville have oplevet havoversvømmelse, hvis diget var brudt.

2.1 Skadesniveau grøn

Som det fremgår af Figur 4, viste besigtigelse efter stormfloden overordnet at områderne med bølgebrydere, fodringssand og diger klarede stormfloden uden nævneværdige skader, udover at der mangler mere sand, hvor der var klitter mellem bølgebryderne og diget, se Figur 5. Digerne er her helt intakte. Derfor er disse områder farvet med skadesniveau grøn efter trafikfyr – altså helt ok!



Figur 5 Østlige del af Nordre Dige før (øvre) og efter (nedre) stormfloden. Skadesniveau grøn bag bølgebryderne, sandfodringen og diget. Bemærk at havskarnslinjen ligger lige havværts digefoden

2.2 Skadesniveau gul

Hele området havværts den del af Ulvshalevej, der er placeret mellem boligerne og havet fra Ulvshalevej 129 til 229, er defineret skadesniveau gul, da diget er næsten intakt helt inde ved vejen, mens størstedelen af plateauet mellem stenkastningen og diget er kraftigt eroderet med kraftig bølge-induceret overlejring af ralsten under stormen og med meget tydelig højtliggende havskarnslinje ved digets krone, se Figur 6.

Stenkastningen er kollapsede med manglende sand under stenene og derfor ligger stenene relativt ikke-funktionsdygtige som erosionsbeskyttelse.

For hele del-strækningen er den største udfordring på længere sigt, at området er udpeget efter Habitat-bekendtgørelsen, så derfor er det næsten uopnåeligt at få lov til at anlægge ny kystteknisk velfungerende erosions- og oversvømmelsesbeskyttelse.

Planen for dette område er derfor at retablere så store dele som muligt af området allerede nu som det så ud inden stormfloden, da dette er muligt i kystbeskyttelsesloven.



Figur 6 Ulvshalevej-området før (øvre) og efter (nedre) stormfloden. Store dele af plateauet er fjernet og stenkastningen er kollapsede mens ral er kastet op fra stranden til plateauet. Da diget mod vejen stadig er intakt, er skadesniveauet defineret gult.

2.3 Skadesniveau rød

De kritisk definerede skadesniveauer, rød, er, hvor bølger og vandstand har skabt store ødelæggelser, primært mellem de to bølgebryder-grupper og bag den vestligste bølgebryder, se Figur 4.

Mellem de to bølgebryder-grupper er der 616 m og særligt den østlige halvdel er meget erosionsramt med store dele af diger og strand borteroderet, se Figur 7 og Figur 8. Der mangler så store mængder sand og dige, at området er helt særligt truet mod stormflod og endda kun mindre storme i vinteren 2023-2024, at der anbefales store mængder materialer til beskyttelse i form af "vinter-depot".

Hvis bølger kan ramme den nedre del af det tilbageværende gennemskårede dige, så graver bølgerne sandet ud i bunden i såkaldt hulkele-erosion, der får diget til at styrte sammen og sandet fjernes af bølger og vandstand, se digets erosions-kant på Figur 7 og Figur 8.



Figur 7 Strand og dige før (øvre) og efter (nedre) stormfloden. Skadesniveau rød for enden af Husmændenes Vej, hvor store dele af området er erosionspåvirket.



Figur 8 Stranden og diget før (øvre) og efter (nedre) stormfloden mellem bølgebrydergruppen er hårdt ramt af stormen og har derved skadesniveau rød.

Ved den vestlige bølgebryder lå inden stormfloden to lysthuse. Huset til højre i Figur 9 oplevede, at dens underliggende sediment blev bortroderet, og ligger nu tilbage på stranden. Huset til venstre i figuren, blev ødelagt i så høj grad af bølgerne, at det blev skilt fra hinanden og spredt ud over området.



Figur 9 Stranden er allerede erosionspåvirket før (øvre) og særligt efter (nedre) stormfloden. Huset ligger nu på stranden og erosionen strækker sig under og på siderne af huset, så der nu kun er 13 m til Ulvshalevej, se flyfotoet.

Hvis erosionen ikke standses, er der mulighed for at Ulvshale-vejen kan blive påvirket.

Denne del af kystområdet er fredet efter habitat-bekendtgørelsen og er derfor umiddelbart meget udfordrende at erosionsbeskytte – både på kort og lang sigt.

Som det fremgår af Figur 9, er eneste kystbeskyttelse inden stormen, bølgebryderen og ingen erosionssikring på stranden. Derfor kan der ikke reableres og umiddelbart ikke ansøges om ny kystbeskyttelse.

3 Strakshåndtering

Den straks-håndtering, som COWI anbefaler, bliver foretaget snarest muligt i området for at minimere skader denne vinter.

Overordnet anbefales straks-håndtering med materialer som alligevel skal benyttes til den permanente samlede kystbeskyttelses-sikring. Derfor har flere af de anbefalede tiltag karakter af opstartende del-leverancer til det permanente kystbeskyttelses-anlæg med vinterdepot på stranden i stedet for på en depot-plads eller i en grusgrav.

Hvis der kommer større storme i vinteren 2023-2024, er strategien, at de tilførte indkøbte materialer i depot på stranden, hellere fjernes af bølger, strøm og vandstand end at de tilbageværende diger – for derved at minimere oversvømmelse af alle sommerhusene.

De tilførte materialer i vinter-depotet har derved funktion af "offer-sand" i stedet for diget, men håbet er, at der ikke kommer flere større storme, så materialerne kan benyttes til indbygning i de fremtidige kystbeskyttelses-anlæg, når der er opnået tilladelse efter kystbeskyttelsesloven.

På Figur 4 ses en oversigt over den straks-håndteringen, som COWI anbefaler, bliver foretaget snarest muligt i området for at minimere skader denne vinter.

3.1 Bølgebryder-sten i vinterdepot

Beskyttelsen består af sten i struktureret placering på stranden mellem nuværende bølgebrydergrupper, se Figur 10. Stenene skal benyttes til indbygning af 5 nye bølgebrydere i området mellem de to nuværende bølgebrydergrupper samt opdatering af de eksisterende bølgebrydere.

Anlæggelse af stendepoter 3 meter landværts fra nuværende kystlinje. Disse 14 stk. stendepoter skal anlægges i ca. 45 m længde med 1 m mellemrum, så adgang for badende og gående på stranden er sikret, jf. Naturbeskyttelseslovens §22 (LBK nr. 1392 af 04/10/2022).

Figur 10 illustrerer en 3 m afstand til kystlinjen på ortofotoet fra 2022. Efter stormfloden har kystlinjen ændret sig, så derfor er det naturligvis fra den nuværende og ikke den tidligere kystlinje, hvor der skal etableres bølgebrydere med 3 m afstand.

Til opdatering af eksisterende og anlæggelse af nye bølgebrydere er det beregnet, at der skal bruges ca. 8.500 m³ dæksten svarende til ca. 15.300 tons. Denne beregning er baseret på at nuværende brugbare sten i området ikke indgår i det kommende kystbeskyttelses-anlæg.

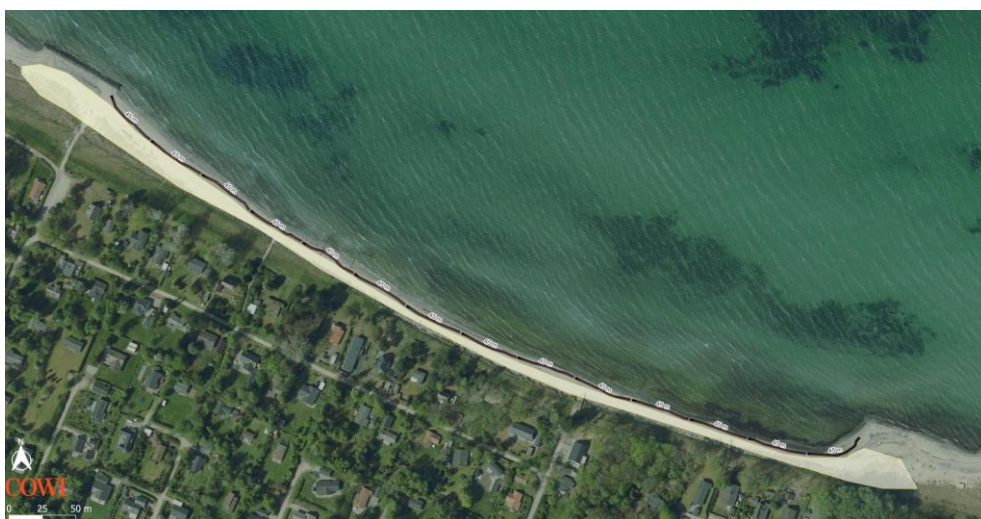
Hvis det vælges at nuværende brugbare sten indgår i den kommende konstruktion, så falder behovet for tilkørte dæksten til ca. 8.080 m³ svarende til ca. 14.500 tons, se Figur 10.



Figur 10: Position af stendepoter på land langs kysten i Ulvshale. Der kan etableres i alt 14 stendepoter af 45 m længde med 1 m mellemrum.

3.2 Sandfyld bag stendepot

Der kan foretages 1:1 genopbygning af sand til niveauet før stormfloden med sandopfyld i området. Sanddepotet beskytter diget ved at blive fjernet før diget ved storm. COWI anbefaler det gjort som illustreret på Figur 11



Figur 11 Sand i depot landværts sten depotet med funktion af "offersand" ved storme denne vinter. Skal i 2024 indbygges bag de nye bølgebrydere og fyldes op som klitter bag eksisterende bølgebrydere

3.3 Lerfyld langs vestlige del af Nordre Dige

Området ved Ulvshalevej-diget er angivet som skadesniveau 2, se Figur 4. I Figur 12 er højden i området før stormfloden illustreret med 25 cm ækvidistance.



Figur 12: Højdemodel fra 2018 ved Ulvshalevej

Da der ikke er egentlig terrænmåling af området efter stormen, er fotos af området benyttet til at give et kvalificeret bud på erosionsniveauet ved fx. gangbroerne, se fotoet på Figur 3.

På den husværts beliggende del af plateauet, er det estimeret, at der er eroderet 0,7-1 m lerfyld. Ved linæer interpolation til havskarnslinjen oppe ved diget estimeres det, at der skal tilføres i størrelsesorden 8400 m³ lerfyld for at genskabe plateauet til samme terræn-niveau som inden stormfloden.

I dette notat arbejdes der kun med reetablering af eksisterende anlæg til beskyttelse mod erosion og oversvømmelse. Derfor anbefales det ikke at anlægge en terrænhævning højere end til tidligere målte terrænniveau, da dette vil kræve en kystbeskyttelsesansøgning.

3.4 Stenkastning med ral langs Ulvshale-diget

Som det fremgår af Figur 13, er stenkastningen kollapsede og bør genopbygges til højde og bredde før stormen. Rallaget ligger over det meste af det bagvedliggende plateau og bør flyttes tilbage til strand og genopbygges som fundament for stenkastningen som før stormen, se Figur 13.



Figur 13: Stenkastning og strand før (øvre) og efter stormen (nedre). Stenkastningen er nu helt flad og bør genopbygges. Rallaget over hele plateauet bør flyttes tilbage til stenkastning og strand.

Det har ikke været muligt at estimere hverken stenkastningens opbygning eller mængden af sten og ral inden stormen, så bedste bud er at retablere så godt som muligt efter fotos og efter terrænoverfladen fra 2018, se Figur 12.

4 Anbefaling

Som dette notat viser, har stormen medført de voldsomste skader på kystbeskyttelsen siden digelagets oprettelse i år 1874 – to år efter 1872-stormen.

Denne storm har vist at kystbeskyttelsen ikke var optimal til at kunne modstå en 1872-storm, når der er så mange skader på kystbeskyttelsen efter en meget mindre storm, med mindre vind, vandstand og bølger end 1872-stormen.

Det anbefales derfor at straks-beskytte den tilbageværende kystbeskyttelse mod storme denne vinter snarest muligt – og samtidig igangsætte projektering og proces for en optimeret fremtidig kystbeskyttelse som samlet kan håndtere en 1872-lignende storm nogle årtier ud i fremtiden.