

SEPTEMBER 2022
HADERSLEV KOMMUNE

VORES KYST - DISPOSITIONSFORSLAG



COWI

SEPTEMBER 2022
HADERSLEV KOMMUNE

VORES KYST DISPOSITIONSFORSLAG

KLIMATILPASNING AF HEJSAGER STRAND, KELSTRUP STRAND OG BLOKHUSSKOVEN

PROJEKTNR.

A231509

DOKUMENTNR.

01

VERSION

2

UDGIVELSESDATO

7-9 2022

BESKRIVELSE

Dispositionsforslag

UDARBEJDET

PFKL

KONTROLLERET

ABH

GODKENDT

JIJ

INDHOLD

1	Indledning	7
2	Baggrund og historisk udvikling	9
2.1	Tidligere notater	9
2.2	Kystmorfologi	10
3	Klimaudfordringer	17
3.1	Havet	17
3.2	Nedbør	21
3.3	Åvand	23
3.4	Grundvand	24
4	Klimatilpasning med løsninger	25
4.1	Den samlede klimatilpasning	26
4.2	Blokhuskoven	28
4.3	Kelstrup Klint	30
4.4	Kelstrup Skovvej	30
4.5	Kelstrup Kystvej	31
4.6	Kelstrupvej og Kelstrup Nørreskov	32
4.7	Hejsager Strand og Grønkær	35
4.8	Hejsager Strandvej	37
4.9	Hejsager Strandby vest	37
4.10	Hejsager Strandby øst	38
4.11	Hejsager Tværdige og vandhåndtering	39
5	Samlet økonomisk budgetoverslag	43
6	Miljøforhold og myndighedsbehandling	44
6.1	Habitatbekendtgørelsen	44
6.2	Vandrammedirektivet	45
6.3	Havstrategidirektivet	46

6.4	§ 3-natur	46
7	References	48

1 Indledning

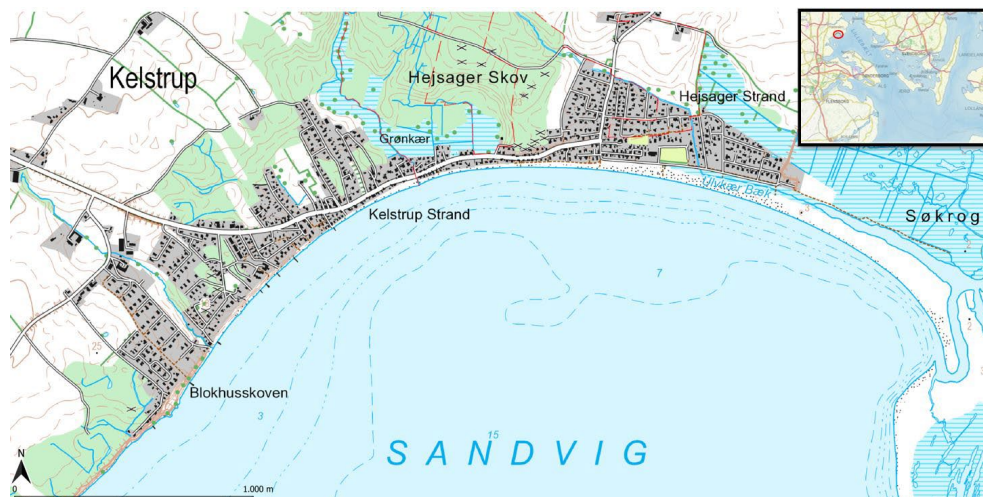
Vores Kyst i Sandvig Bugt syd for Haderslev by er en sammenkobling af boligområderne Blokhusskoven, Kelstrup Strand og Hejsager Strand. Området er kendetegnet ved forskellige klimafølsomme udfordringer fra bl.a. kysterosion, havoversvømmelse, nedbørs-oversvømmelser og problemer med åvand.

Området er i hverdagen kendt som et eftertragtet fritidsområde med flot natur og gode bademuligheder. For at området kan beholde sin status, er det vigtigt at de valgte projektløsninger bidrager til at påvirke de nuværende rekreative funktioner i positiv retning, så både rekreative værdier og boligværdierne fortsat er eftertragtede i hele Haderslev Kommune.

Dette notat beskriver løsningsmuligheder som på langt sigt (+50 år), i samarbejde med borgerne, er fundet til at være robuste overfor nuværende og forventede klima-påvirkninger fra havet og fra nedbør. Der er taget udgangspunkt i kendte udfordringer med vand på terræn ved skybrud, åvands-oversvømmelser, længerevarende regn-hændelser og havoversvømmelse samt den oplevede kysterosion langs kysten.

Borgerne i Vores Kyst-området har bidraget meget konstruktivt og positivt med ideer, ønsker og identificerede udfordringer, der alle så vidt muligt er medtaget i løsningerne til det fremtidige, klimasikrede Vores Kyst-område. De er brugere og ejere af de fremtidige klimatilpasnings-anlæg, så kommunikationen og inddragelsen er vital gennem hele projektet for at alle føler ejerskab og medbestemmelse i den fremtidige Vores Kyst.

Løsningerne arbejder overordnet i pagt med naturen og bruger så mange af naturens egne anlægselementer som muligt – som f.eks. sand, moræneler og klitvegetation - til at danne en beskyttelse mod klimaudfordringerne. Forslagene tilgodeser bl.a. hensynet til en sammenhængende løsning, den naturlige kystdynamik og rekreative forhold, se projekt-området på Figur 1.



Figur 1 Vores Kyst er primært den bebyggede del af Sandvig-bugten med Blokhusskoven, Kelstrup Strand og Hejsager Strand. Indsat er oversigtskort over Bælthavet, hvor Sandvig-bugten er markeret med rød cirkel.

Dette dispositionsforslag viser at klimaudfordringerne kan løses.

Alle de beskrevne løsninger i Vores Kyst er, så vidt muligt, valgt ud fra at

- løsningerne arbejder sammen med naturen,
- kan udbygges og
- er robuste overfor klimaændringer med vandpåvirkning fra alle sider.

Den nuværende langtransport af sand har foregået i årtusinder og ved at fodre med sand, påvirker man ikke Habitatområdet i den østligste del negativt – tværtimod. Når havspejlet stiger, får naturen lidt ekstra sand tilført til at kunne "følge med op", i takt med havniveauet.

Hverdagslivet vil ikke blive påvirket efter etablering af Vores Kyst – men alle kan sove trygt og tørt – også i stormfloder og ekstremnedbør i fremtiden.

2 Baggrund og historisk udvikling

2.1 Tidligere notater

Klimatilpasningen af Vores Kyst-området er en naturlig respons på kombinationen af mange oplevede episoder med vandpåvirkning og fremtidens forventede klimarelaterede påvirkning – der forventes at accelerere de nuværende udfordringer og dermed tilføre mere vand til Vores Kyst-området fra alle sider.

Området har allerede nu oplevet havoversvømmelser, nedbørsrelaterede oversvømmelser på terræn og fra vandløb samt tiltagende kysterosion langs Sandvig-bugtens kyst.

Derfor er der indtil nu blevet indsamlet viden og udarbejdet notater om udfordringerne i Vores Kyst-området og foreslået forskellige løsninger, som alle er fremkommet sammen med borgerne. De kender udfordringerne bedst og skal leve med løsningerne.

Særligt den seneste "tilpasnings-periode", hvor borgerne på workshops, møder og pr mail mv. har deltaget aktivt til justering af de foreslåede løsninger fra Idéoplægget, (COWI, 2021) med deres ønsker, har givet løsningerne i dispositionsforslaget lokalt præg og personligt ejerskab.

Dette dispositionsforslag har til formål at beskrive den mest optimale løsning for Vores Kyst-området ud fra den nuværende viden og de foreløbige løsningsforslag tilført de lokale ændringsforslag, hvor det har været muligt. Dispositionsforslaget beskriver derved forudsætninger, funktioner, overordnet materialevalg med anlægsoverslag og forventet drift.

Der kan forekomme henvisninger og indforståede beskrivelser fra tidligere procestrin og notater – derfor kan det anbefales at læse de indledende notater:

COWI (2015): Kelstrup Strand og Hejsager Strand Klimatilpasning – Dispositionsforslag. (COWI, 2015)

COWI (2021): Vores Kyst: Hejsager og Kelstrup Strand samt Blokhusskoven – Udfordringer med vand – Idéoplæg med løsningsforslag. (COWI, 2021)

COWI (2022): Vores Kyst Tilpasning af kyst med Hejsager Strandvej – Teknisk Notat (COWI, 2022)

Senest har Kystdirektoratet kommenteret Vores Kyst-Idéoplægget (COWI, 2021) og har derved også bidraget konstruktivt til at få de mest optimale løsninger i spil, se (Kystdirektoratet, 2022).

De forskellige justeringer og ny viden er indvævet i notatet, og det tilstræbes at fremstå som et læsbart sammenhængende dokument, der skal være fundamentet for myndighedsansøgning, fremmelse i byrådet, lokalplaner mv.

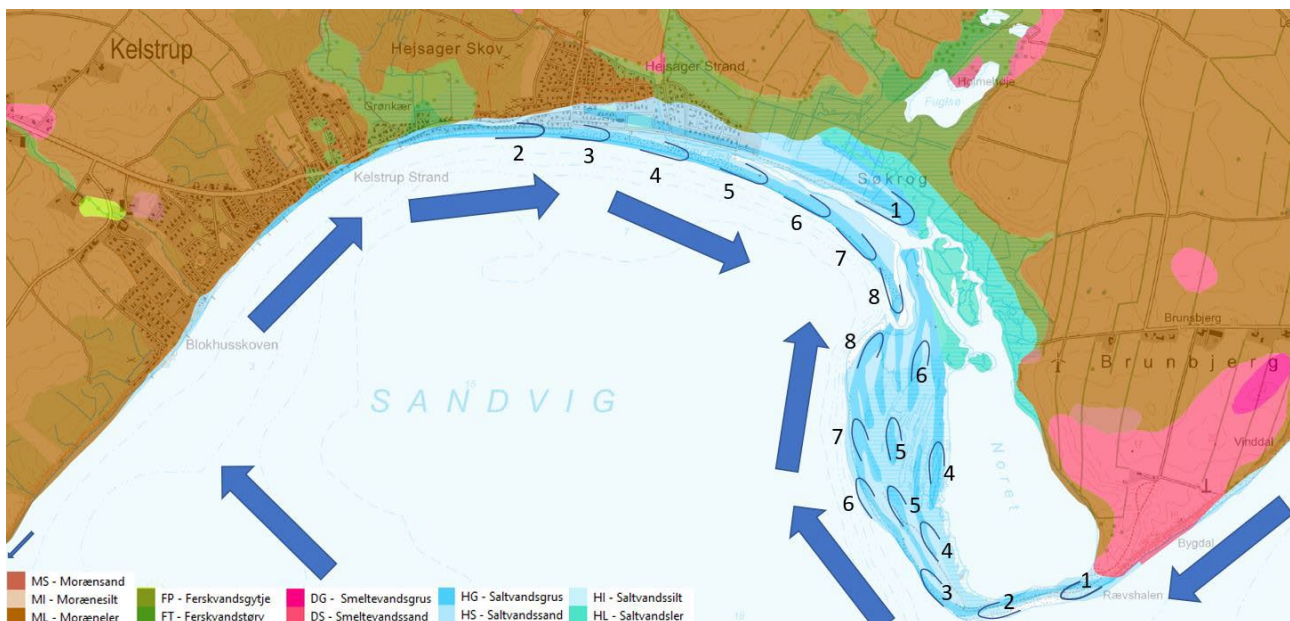
2.2 Kystmorfologi

Vores Kyst-området er overordnet orienteret, så kysten er beskyttet mod storme med vindretninger fra vestlige og nordlige retninger og derved kendetegnet med relativt lavt bølgeenergi-niveau. Det er kun pålandsvind og derved -bølger fra sydøstlige retninger (114°-128°N) som har langt nok frit stræk til at bølgerne kan blive så store, at de kan udrette lokal skade og erosion.

Sådan har de fysiske forudsætninger været siden sidste istid. Vores Kyst-området er morfologisk udviklet under de sidste istider og i den efterfølgende mellemistid, Holocæn, fra sidste istid, Weischel, for ca. 11.000 år siden og frem til i dag. Isen dannede Sandvig-bugten som et aftryk af en is-tunge fra et af de sene isfremstød for ca. 19.000 år siden. Det forklarer også at dybdekurverne i bugten er skålførmede, hvor der ikke er senere aflejringer eller abrasions flak.

Sandet til de nuværende postglaciale sand- og grus-aflejringer med blå farver på Figur 2, kommer fra to aktive kystkliner, Halk Hoved i øst og fra Blokhusskoven til Bodskov i vest, der begge naturligt nedbrydes af bølgerne og leverer derved sand og grus til aflejningsområderne. På jordartskortet, se Figur 2, er den "gamle" kystlinje fra istidens afslutning markeret med den brune moræne-farve og til dels de større vådområder med den grønne ferskvandstørv/-gytje.

Den "unge" kyst med sandaflejringer viser den morfologiske udvikling af Sandvig-bugten som er skitseret med numre fra 1-8, hvor 1 er ældst og 8 er yngst, se Figur 2.



Figur 2 Morfologisk udvikling af Sandvig-bugten med angivelse af tidlige udviklingskridt, hvor 1 er ældst og 8 er yngst samt overordnede strømretninger og jordartskort fra GEUS

Rævshalen (1) er den første del af feddets tilblivelse og derved den proximale del af den rette odde inden den mellem (2) og (3) ændrer markant retning som krumodde, hvorved den brede distale del med det store strandvoldskompleks som de mange strandvolde vest for vandområdet Noret danner. De er generelt grusede med materiale fra Halk Hoved og er udviklet, så de ældste er inderst (4) og (5) og yngste er yderst (6), (7) og (8), se Figur 2.

Fra Kelstrup Strand har den langsgående materialetransport mod nordøst bragt sand og grus fra Blokhusskoven siden istiden og derved er første del af barriereodden vist ved Søkrug (1). Derefter dannes den nuværende langstrakte barriereodde, som gradvist udvikles (2)-(8) til den store strandvold, vi kender i dag. Samtidig har profilet udviklet sig som del af barriereudviklingen med en velafgrænset enkelt revle og en relativt ensartet kornstørrelsessammensætning med relativt groft sand/grus og uden mange sten, se Figur 2.

Den overordnede sand-transportør er bølge-energien med frit stræk helt fra Femern øen, se indsat oversigtsillustration på Figur 1, der dels transporterer sand fra Halk Hoved via langstransporten mod sydvest rundt om Feddet og dels transporterer sand fra Blokhusskoven langs barriereodden til de to sand-transportretninger mødes ved (8) fra nordvest og (8) fra sydøst, se materialetransportpilene på Figur 2.

I nyere tid har området udviklet sig både morfologisk, og ikke mindst boligsmæssigt og derved brugsmæssigt som rekreativt område.



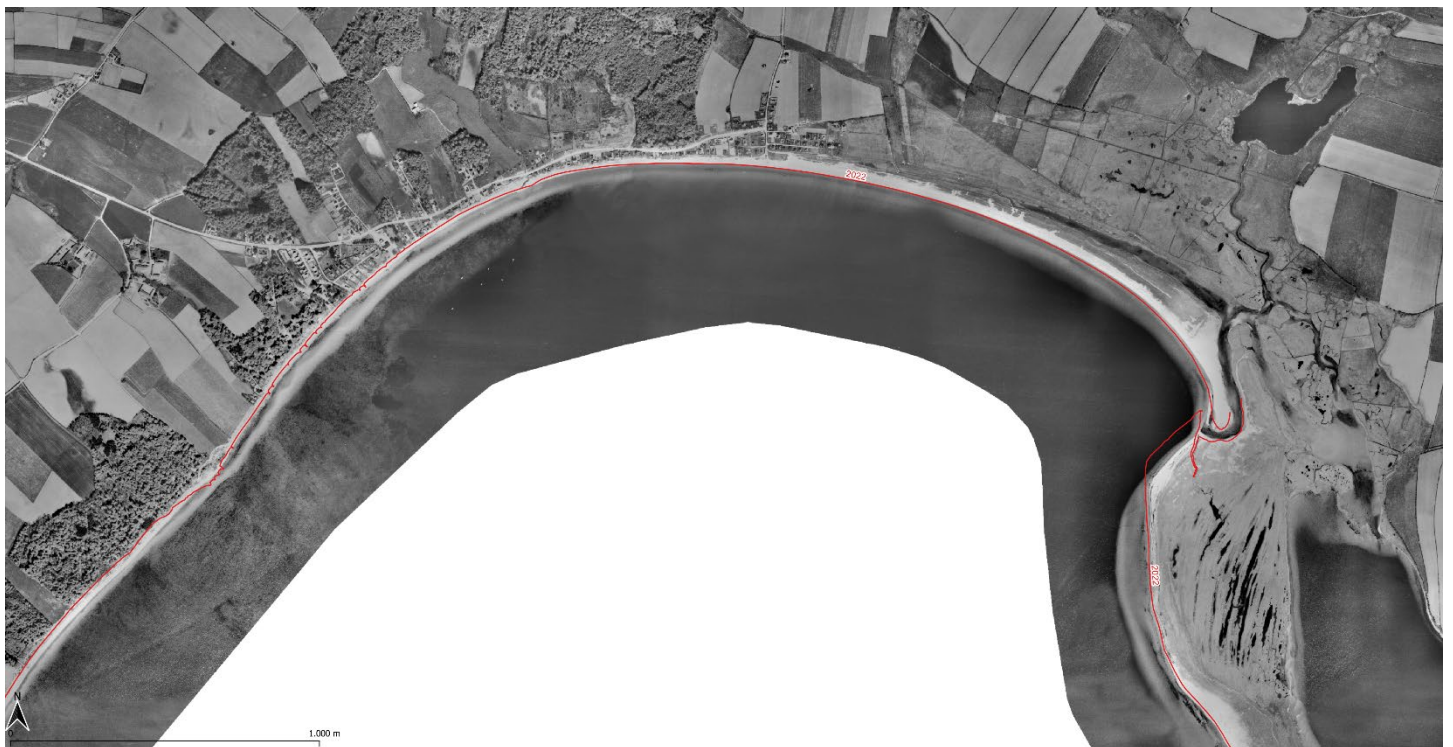
Figur 3 Sandvig-bugten fra 1877 med indtegnet rød kystlinje fra 2022. Bemærk antallet af bygninger samt hvor der er forskelle mellem de to kystlinjer og dermed erosion/aflejring over 145 år. Største erosion er ved Blokhusskoven og største aflejring er ved sydlige yngste del af feddet (nr. 8 på Figur 2). Kilde: Preussen Målebordsblade fra 1877

Allerede i 1877 var der huse i Vores Kyst-området, se Figur 3. På det tidspunkt var det kun 5 år siden at den store "1872-stormflod" havde ramt området med en maksimal vandstandshøjde på 3,35 m DVR90 forårsaget af orkan fra SØ samtidig med vandudbredelse (seiche) helt fra den Botniske bugt.

Hvis terrænoverfladen var næsten den samme som i dag, blev i alt kun 12 huse ramt dengang af denne store oversvømmelse, fordi der var meget få lavtliggende huse tæt på havet.

I forbindelse med denne store stormflod, er morfologien sikkert også blevet påvirket og selvom det ikke er undersøgt, forventes det at særligt den lange brede barrierestrandsvold er blevet tilført yderligere sand til strandvoldsdannelse ved stormen.

På det første teknisk gode ortofoto fra 1954, kan man se at kysten overordnet har næsten samme placering af kystlinjen som i dag, hvilket indikerer meget lav erosion de fleste steder, se Figur 4. Særligt det naturlige erosionsområde syd for Blokhusskoven har i 1954 en kystlinje, der er mellem 25-30 m mere havværts end i dag, så her har erosionen de sidste 68 år været ca. 40 cm/år.



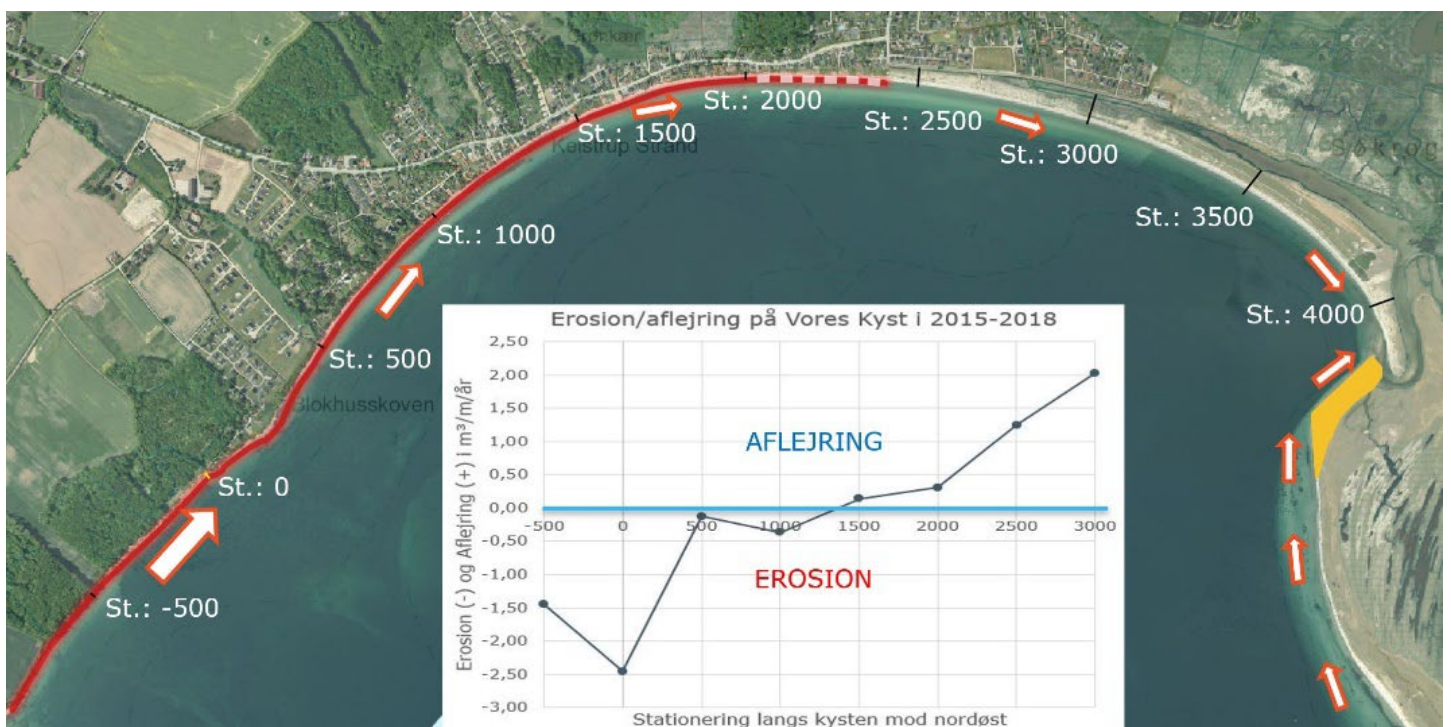
Figur 4 Vores Kyst-området i 1954 med rød kystlinje fra 2022. Der er overordnet bredere sandstrande ved Kelstrup Strand og revlen i vandet langs hele kysten ligger omtrent samme sted som i dag. Største erosion er stadig syd for Blokhusskoven og største aflejring er ved sydlige yngste del af feddet.

De områder af Kelstrup Strand som i dag oplever de smalleste strande, kan også her se at strandbredden i 1954 var 15-20 m mere bred end i dag svarende til en gennemsnitlig erosionsrate i den mellemliggende periode på ca. 25 cm/år.

Omkring St. 2000 ved Hejsager Strandvej 199 går kystlinjen i 1954 i forhold til i dag fra at være erosionskyst til at være aflejningskyst – og præcis her ligger de to års kystlinjer samme sted, se Figur 4 og Figur 5.

Hvis de to meget præcise fladedækkende højdemålinger fra LiDAR i hhv. 2015 og 2018 i stedet benyttes for hele kysten, så viser beregningerne af erosion og aflejring målt i m³ pr. m pr. år et sammenligneligt billede af langstransporten af sand fra sydvest mod nordøst, se Figur 5. Her er beregnet volumenforskellen fra klittop til kystlinje for hver stationeringsmarkering mellem 2015 og 2018 for overordnet at se om der er erosion eller aflejring – og resultatet er vurderet i forhold til også 2007-LiDAR målingen, der dog er opmålt anderledes og derved umiddelbart ikke kan benyttes.

Hejsager Strandvej 199 er beliggende på st. 2000 og viser derved også let årlig aflejring trods de usikkerheder som kun to års målinger viser i materialerate-ændring, se Figur 5.



Figur 5 Erosion/aflejningsrater pr m pr år langs Sandvig-bugten med stationering fra starten af den beboede del af Blokhusskoven st. (0) mod nordøst til området ved den yngste del af feddet markeret med gul polygon. Sandet til selve den gule polygon forventes primært at stamme fra Halk Hoved. Raterne er udregnet fra LiDAR-scanningen i 2015 og 2018. Kilde: SDFI LiDAR 2015 og 2018.

Når man sammenligner historiske kystlinjer i 1877 og 1954 med i dag, er det tydeligt at Vores Kyst-området er helt specielt stabilt med meget lille erosions-hastighed, se Figur 3 og Figur 4.

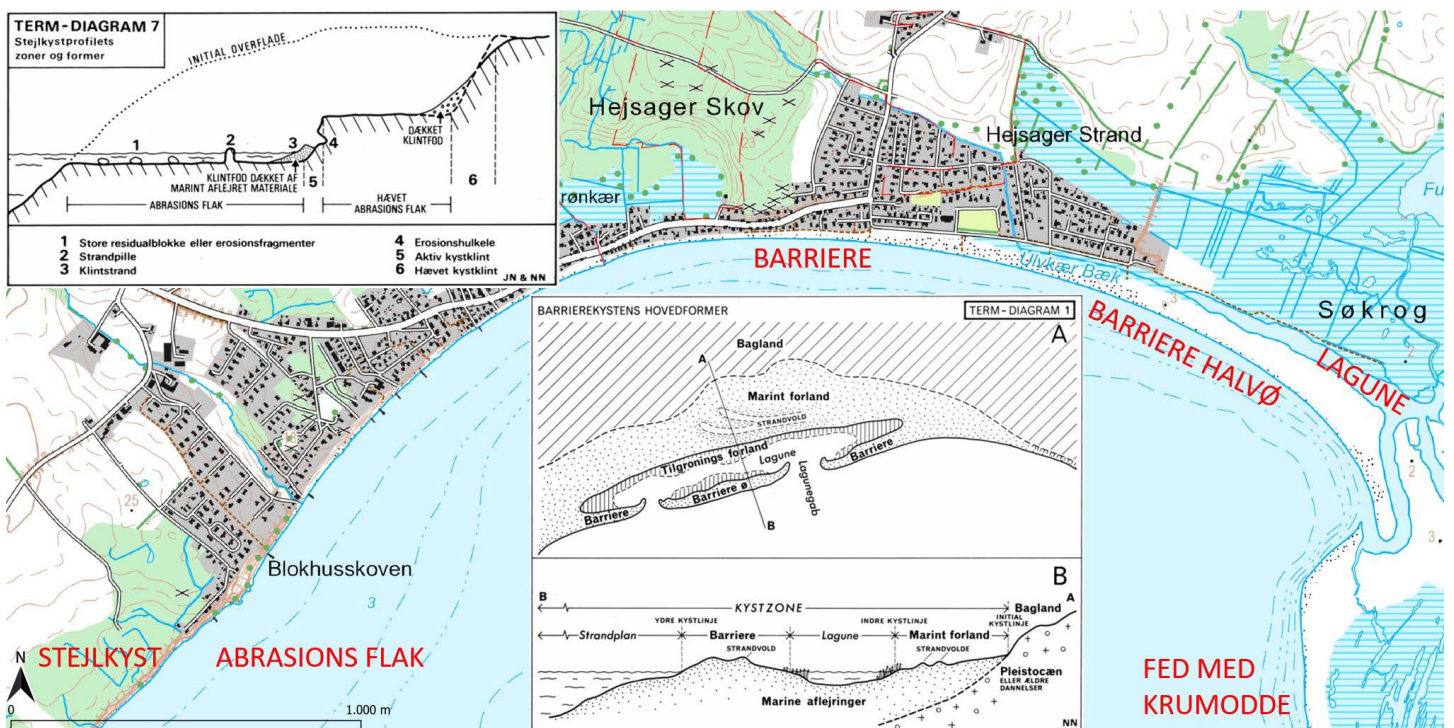
Gennem tiderne er der til stadighed blevet eroderet sand fra det naturlige erosionsområde sydvest for Blokhusskoven, som derefter langsomt er blevet transporteret med kyststrømmen mod nordøst. Kyststrømmen virker som et

langsomt-kørende transportbånd, der stille og roligt leverer sandet fra startområdet i sydvest og derefter forbi Blokhusskoven, for at aflejre det fra Kelstrup Strand, Hejsager Strand og endeligt naturligt som udbygning af krummodden i den østligste del af bugten.

Hele Vores Kyst-kysten hænger sammen, fordi langtransporten kæder alle kystområderne sammen, og hvert lokalområdes kystbeskyttelse påvirker derfor nabostrækninger enten negativt ved erosion, når der mangler sand, eller positivt ved at hvert område får tilstrækkeligt sand og at hele Vores Kyst opnår ligevægt i langtransporten, så der kun fjernes lige så meget, som der tilføres.

Det bedste eksempel på denne langsgående transports afhængighed af nabostrækninger var mest tydelig, da mange af høfderne blev fjernet frivilligt i begyndelsen af 2022 – derved genskabtes den naturlige materialetransport langs hele kyststrækning og sandhungrende strande blev bredere.

Kystteknisk deles Vores Kyst-strækningen overordnet op i en stejlkyst, sydvest for Blokhusskoven, hvor sandet tages fra og en barriere-kyst, fra vestlige del af Kelstrup strand, forbi Hejsager Strand og østover, hvor sandet aflejres, se Figur 6.



Figur 6 Vores Kyst med kystzonens forskellige kysttekniske betegnelser (rød) samt indsatte diagrammer for de to dominerende kystformer - Stejlkyst ved Blokhusskoven og barriere-kyst ved Kelstrup- og Hejsager Strand. (KU - Aagaard T., 2007)

Bølgeenergien er størst ved Blokhusskoven samtidig med at bølgeretningen er lige ind på kysten her – og både bølgenes indfaldsretning og bølgeenergien falder mod nordøst.

Derfor er Blokhusskoven også lokalt et såkaldt "strongpoint" fordi særligt området ved Blokhusskoven 93 med de 4 høfder ikke er eroderet tilbage fra 1877 og frem til i dag, se Figur 3, Figur 4 og Figur 6.

Det såkaldte "abrasions flak" er et lavvandet område foran Blokhusskoven som er resterne af den bortroderede skrænt. Flakket er med til at holde på skrænten fordi bølgerne "mærker" bunden allerede omkring 500 m fra land, og bryder derude under storm og mister derved noget af sin erosions-kraft.

Kystlinjer flytter sig hele tiden, og luftfoto fra hvert år kan derfor være misvisende til bestemmelse af om kysten generelt rykker havværts eller landværts, og derved om der er aflejring eller erosion. Dog kan kystlinje-markeringer med mange års mellemrum og stor forskel ikke undgå at vise den rigtige kystudvikling over tid, se Figur 7.



Figur 7 Kystlinjens placering over tid på tre lokaliteter langs Vores Kyst. Ved St.-500 er der naturlig erosion og kystlinjen er derfor længst havværts i 1877, mellem i 1954 og mindst i 2022. Ved St.1500 er kystlinjen rykket meget havværts fra 1877 til 1954 med sandaflejring, hvorefter erosion har ført kystlinjen landværts til 2022. Ved St. 2500 er der langsom kystfremrykning fra 1877 over 1954 til 2022.

Ved St. -500 forventes erosion og det fremgår da også af Figur 7 venstre foto, at den gennemsnitlige årlige erosionsrate, målt på kystlinjeudvikling, er steget fra 13,4 cm/år i perioden 1877 til 1954, til 32,6 cm/år i perioden 1954 til 2022 – altså over en fordobling i årlig gennemsnitlig erosion syd for Blokhusskoven. Den primære erosion foregår fra kystlinjen til ca. 9 m over havniveau på skrænten.

Ved St. 1500 har der været en massiv aflejring i perioden 1877 til 1954 med gennemsnitligt 38,2 cm/år. Derefter har der være kysttilbagerykning og derved

erosion fra 1954 til 2022 på gennemsnitligt 13,6 cm/år – hvilket også er fortalt af beboerne i området og vist på gamle fotos af stranden. Dette kunne skyldes etablering af høfder på strækningen i perioden fra 1954 og dermed øger læside-erosion nedstrøms. Den primære erosion foregår på forstranden fra havniveau og ca. 0,5 m over havniveau.

Ved St. 2500 er der stabil kystfremrykning på 4 cm/år i perioden 1877-1954 fallende til ca. 1,5 cm/år i perioden 1954-2022, se Figur 5 og Figur 7. Aflejringen sker primært ved at hele stranden fra havniveau til ca. 1,6 m over havniveau flytter sig havværts over tid samtidig med at der sker permanent klittilvækst på toppen fordi sandet bliver liggende i denne zone.

Samlet set er Vores Kyst-områdets kyststrækning meget stabil med meget lidt kystlinjændring over mange år. Der er identificeret et naturligt "sandindvindingsområde" syd for Blokhusskoven som afgiver sand til hele kyststrækningen mod nordøst, hvis den ikke bliver hindret af hård kystbeskyttelse i den aktive del af kystzonen havværts kystlinjen som højder og bølgebrydere.

Fjernelse af mange høfder på kyststrækningen i efteråret 2021 og foråret 2022 har medført genstart af den langsgående sandvandring som har tilført sandliddende strande som Kelstrup Strand sand igen. Bemærk at seneste tilgængelige ortofoto er fra 31/3-2021, så man kan ikke se stranden på kort efter at høfderne er fjernet.

Når kysten udsættes for bølger under storm, ændrer bølgerne kystens udseende og ofte sker der større langstransport langs kyststrækningen og derudover transport af sand fra stranden ud til revlen. Efter stormen ændres kysten oftest tilbage til dens oprindelige udseende, hvilket også betyder at sandet vandrer tilbage på stranden fra revlen som derved virker som en sandbuffer.

Den største tilvækst af sandholdige strandvolde sker på den yngste del af feddet, hvor sandet efter al sandsynlighed kommer uhindret fra Halk Hoved, se Figur 2, Figur 3, Figur 4 og Figur 5. Derfor forventes det ikke at variationer i sandmængde på kyststrækningen i Sandvig-bugten bidrager i nævneværdig grad til udbygningen af strandvoldssletten på den yngste del af feddet, se sydlige (8) på Figur 2.

3 Klimaudfordringer

Fremtidens klima forventes at blive en større og større udfordring for boligområderne langs Vores Kyst, særligt fordi udviklingen i de enkelte klima-parametre som havspejlsstigning og skybrudshændelser hver især accelererer, så den samlede udfordring og antallet af kombinerede hændelser forventes at stige.

For Vores Kyst-området er her nævnt de forventede udfordringer for området.

3.1 Havet

Med havet så tæt på i Vores Kyst, vil de klimarelaterede forandringer kunne mærkes. Varmere atmosfære giver voldsommere vinde – og deraf bølger. Når havniveauet samtidig forventes at stige mere og mere, så kan bølger ramme tættere på land med større kraft i fremtiden.

Under stormfloder kommer havvandet længere op på land ved samme statistiske hændelse fordi det stigende havspejl "hæver" hverdagens vandoverflade – derfor forventes de oversvømmelsestruede områder at vokse i areal.

3.1.1 Erosion

Erosion opdeles ofte i kronisk erosion og akut erosion. Den kroniske erosion pågår hele tiden ved at der fjernes mere materiale fra et område end det kommer ind i området – eksemplet er f.eks. Kelstrup Strand, fra 1954 til i dag, se St. - 500 og 1500 på Figur 7. Her er det tydeligt at langstransporten fjerner sandet fra nogle områder, men lige så tydeligt at sandet aflejres andre steder nede af kysten. Hvis denne kystproces ikke forekom i Sandvig-bugten, var Hejsager Strand ikke dannet over de sidste mange årtusinder, se Figur 2.

Når der er storme med bølger samtidig med høj vandstand, er der risiko for akut erosion under stormen – bølgerne rammer kysten relativt lige på med højere bølger, der rammer kysten højere oppe end normalt og fragter sandet med ud fra skrænter og strande. For at der skal være samtidighed af høj vandstand og pålandsbølger som kan forvolde stor skade, skal det blæse fra SØ samtidig med at der er høj vandstand med lokal vandstuvning.

Et af de værste historiske eksempler på en sådan hændelse, er stormfloden i 1872, hvor vind med orkanstyrke og pålandsbølger kom fra SØ samtidig med at der kom meget høj vandstand med bidrag fra den Botniske bugt og stuvning. Ved denne lejlighed blev maksimalvandstanden omkring 3,35 m DVR90.

Det er relativt urimeligt at sikre Vores Kyst-området til en sådan hændelse i fremtiden, da den kombinerede erosions- og havoversvømmelse vil blive meget stor og dyr i forhold til, hvor sjældent denne hændelse forventes at indtræffe.

3.1.2 Havoversvømmelse

I Vores Kyst-området er 2 Km kystlinje ud af de 3 Km i projektområdet oversvømmelsestruet for de lavtliggende boliger. Derfor skal Kelstrup Strand og bagland og Hejsager Strand og Bagland beskyttes mod havoversvømmelse.

I "den Stille Storm" den 4-5 januar 2017 var der stormflod selvom vinden kom fra nord. Det var "skvulpet fra den Botniske Bugt", der ramte bl.a. Vores Kyst-området med maksimalvandstand 1,74 m DVR90 den 5/1 kl. 01:00 og som medførte oversvømmelser fra både hav og bagland, da vandet fra åerne samtidig ikke kunne komme væk.

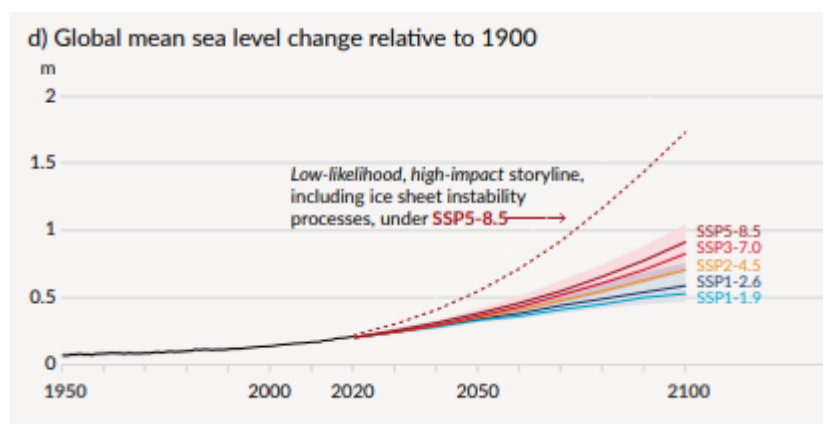
I fremtiden vil den forventede havspejlsstigning medføre højere og højere permanent vandstands niveau i havet. Det vil bevirke at de stormfloder, vi har oplevet som sjældne og voldsomme, vil komme meget oftere - næsten hvert år og der vil komme storme, som er meget kraftigere og med højere maksimalvandstand.

Til bestemmelse af sikringsniveauet for Vores Kyst-områdets beskyttelse mod havoversvømmelse benyttes nutidens højvandsstatistik ved en statistiske 100 års middeltidshændelse svarende til 1% af tiden (herefter 100 års MT) tilført fremtidens forventede havspejlsstigning om 50 år i år 2072 fratrukket landhævningen i området til samme årstal.

Højvandsstatistikken er både beregnet af Kystdirektoratet alene på baggrund af målte data for lokalområdet og beregnet af COWI, hvor også historiske stormfloder er medtaget, herunder 1872-stormen.

Haderslev by har en vandstandsmåler, men ligger mere beskyttet end Sandvig Bugten mod syd. Derfor er de omkringliggende vandstandsmålere medtaget.

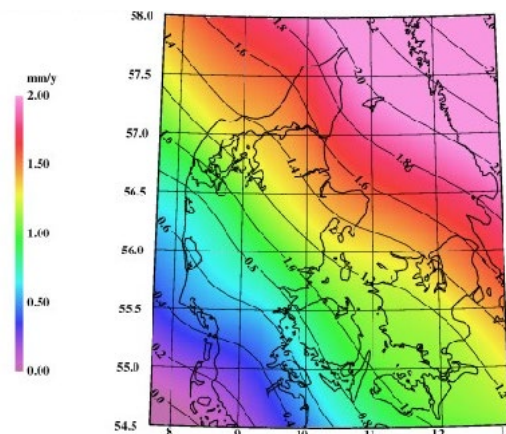
Fremtidens forventede havspejlsstigning defineres af FN's Klimapanel, IPCC, se Figur 8.



Figur 8 IPCC's nyeste forudsigelse af global havspejlsstigning med 0,0-niveau i år 1900 for forskellige scenarier bestemt af menneskehedens adfærd og udledninger. (IPCC, 2022)

Herfra medtages den mest konservative fremskrivning, SSP5-8.5, "Business-as-usual"-scenariet som DMI anbefaler til sikringsniveau-beregning efter år 2050. Der er en voksende usikkerhed på forudsigelsen med tiden, se Figur 8.

Landhævningen siden sidste istid giver en lille "rabat" i havspejlsstigningen, da landet hæver sig (meget lidt), se Figur 9.



Figur 9 Landhævning i Danmark målt i mm pr år - aflæst har Sandvig-bugten en årlig hævnning på ca. 0,6 mm. (DTU_Space, 2016)

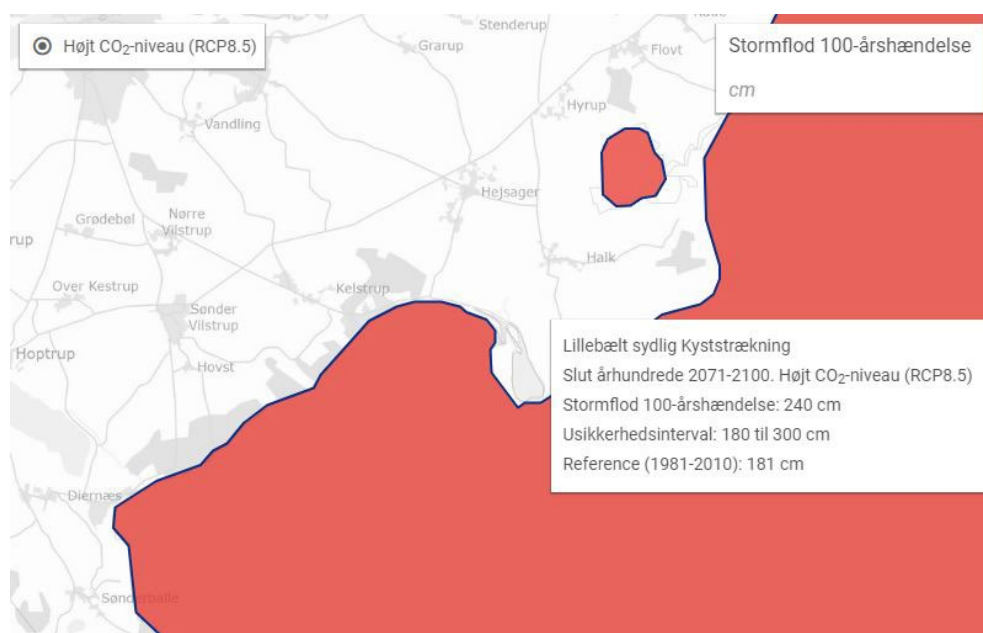
Sikringsniveauet er beregnet for en 100 års MT om 50 år, i år 2072, med følgende bidrag til grund for den, se Tabel 1.

	Haderslev Havn [cm DVR90]	Åbenrå Havn [cm DVR90]	Sønderborg Havn [cm DVR90]	Midlet sikringsniveau [cm DVR90]
Kystdirektoratets højvandsstatistik i 2017: 100 års MT (KDI, 2019)	175	174	177	175
COWI højvandsstatistikker med historiske hændelser: 100 års MT (COWI, 2017)	231	250	245	242
Havspejlsstigning i år 2072 SSP5-8.5 50%-median i cm DVR90 (IPCC, 2022)	47	47	47	47
Landhævning i år 2072 med gennemsnitligt (-)0,6 mm/år (DTU_Space, 2016)	3	3	3	3
<i>Sikringsniveau KDI: 100 års MT i 2072</i>	<i>219</i>	<i>218</i>	<i>221</i>	<i>219</i>
<i>Sikringsniveau COWI: 100 års MT i 2072</i>	<i>275</i>	<i>294</i>	<i>289</i>	<i>286</i>
Sikringsniveau midlet mellem havne og statistikker for 100 års MT i 2072:	247	256	255	252

Tabel 1 Sikringsniveau midlet med bagvedliggende bidrag for tre havne med to statistikker

For Vores Kyst er der stor forskel på, om vandstanden er betinget af "skvulpet" fra den Botniske Bugt med eller uden vinde fra SØ. Derfor er sikringsniveauet midlet mellem Kystdirektoratets højvandsstatistik med kun målte vandstande (og uden vinde fra SØ) og COWIs højvandsstatistik med historiske vandstande (og med vinde fra SØ).

For at sammenligne de beregnede 2,52 m DVR90 – eller afrundet til 2,5 m DVR90 med noget tilsvarende, kan DMI's Klimaatlas for området benyttes, se Figur 10.



Figur 10 DMI's Klimaatlas for området benytter Fynshav Havn (100 års MT = 181 cm DVR90) og en havspejlsstigning minus landhævning på (240-181=) 59 cm. Bemærk usikkerheden fra 180 cm DVR90 til 300 cm DVR90. (DMI, 2022)

Selvom den benytter statistik fra en anden havn med kun målte data, som ikke har den stille storm med i 2017-statistikken og har et ikke-fastsat relativt klimabidrag (IPCC havspejlsstigning-landhævning), så er sikringsniveauet på 2,4 m og derved kun 10 cm under Vores Kyst-niveauet. Til gengæld er medtaget en usikkerhedsmargen på +/- 60 cm ved usikkerhedsinterval 180 til 300 cm.

Hvis der kommer en havoversvømmelse med maksimalvandstand på 2,5 m DVR90, så forventes mere end 500 huse at blive oversvømmet, se Figur 11.



Figur 11 Havoversvømmelse af Vores Kyst-området ved maksimalvandstand på 2,5 m DVR90 svarende til sikringsniveauet. (SDFI, 2018)

I modsætning til f.eks. skybrud, kan man forudsige stormflod og havoversvømmelse flere dage i forvejen, men de stormfloder, som man forventer i fremtiden, er så høje, at mobil stormflodsbeskyttelse som f.eks. Watertubes ikke kan hjælpe, fordi de ikke er høje og robuste nok. Til gengæld er der muligt og relativt nemt at bygge sig ud af problemet allerede i dag, da diger, klitter og anden højvandsbeskyttelse jo virker med det samme uden at beredskab mv. skal tilkaldes.

Udfordringen er at få mest muligt funktionalitet bygget ind i højvandsbeskyttelsen, da de ødelæggende stormfloder kun varer 20-40 timer i forhold til al tiden imellem stormfloderne. Hvad skal områderne bruges til i hverdagen nu og i fremtiden – det er den største udfordring. Nogle af de grundlæggende funktioner som Vores Kyst- området har tiltrukket borgere og besøgende i over 100 år, er kysten, stranden, havet, naturen, sandet og skoven – det bør vi indtænke og bevare i klimatilpasningen af Vores Kyst.

3.2 Nedbør

Nedbør har mange gange tidligere medført oversvømmelser i Vores Kyst-området og februar 2022 var ingen undtagelse. Haderslev Kommune blev målt til gennemsnitlig 146,8 mm i perioden 1-23 februar 2022 og dermed den vådeste februar i Haderslev – og den vådeste i Danmark siden man begyndte at måle nedbør. Det svarer til at der på hver kvadratmeter i Haderslev Kommune faldt 146,8 liter i løbet af februar 2022.

Disse nedbørshændelser optræder på to forskellige måder – enten som skybrud med høj intensitet over relativt kort tid eller som længerevarende regn med "heldagsregn" over flere dage.

3.2.1 Skybrud

Skybrud er en meget voldsom regnbyge, hvor der falder mere end 15 mm på 30 minutter. Hvert år optræder hændelser, som er langt over skybruds-definitionen, som f.eks. 42,2 mm på 30 minutter i Hørsholm 2020 eller Københavns langvarige skybrud den 2. juli 2011 med en døgnnedbørsmængde på 135,4 mm – altså næsten samme mængde regn på ét døgn som faldt i perioden 1-23 februar 2022 i Haderslev!

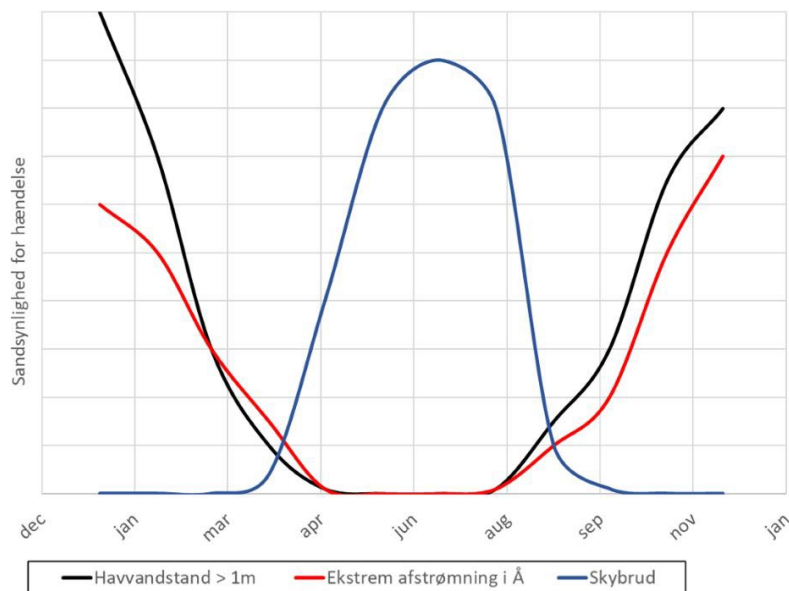
Fremtidens skybrud forventes at stige i antal – med op til 70 % flere skybrud hen mod slutningen af århundredet (IPCC, 2022). Somrene i fremtiden vil derfor være mere kendetegnet af relativt længere tørke-perioder afløst af 1-3 voldsomme skybrud pr måned i sommermånederne.

3.2.2 Længerevarende regn

Den længerevarende regn har allerede de seneste år skabt oversvømmelser og vi har set afledte konsekvenser som f.eks. Gudenåens vandudbredelser efter længerevarende regn med store oversvømmelser midt i Jylland til følge.

De mange voldsomme naturrelaterede hændelser, de seneste år har også medført at *Stormrådet*, som traditionelt har håndteret stormfald og stormflod, pr 1. juli 2022 har skiftet navn til *Naturskaderådet* og nu varetager 4 typer naturkatastrofer - stormflod, oversvømmelse fra vandløb og søer, tørke og stormfald.

Den længerevarende regn forventes at falde primært i vinterhalvåret, mens skybrud primært forekommer i sommerhalvåret, se Figur 12.



Figur 12 Sandsynligheden for samtidighed af længerevarende regn som giver ekstrem afstrømning i åer, er meget sammenfaldende med stormflod - mens skybrud fortsat kun optræder i sommermånederne.

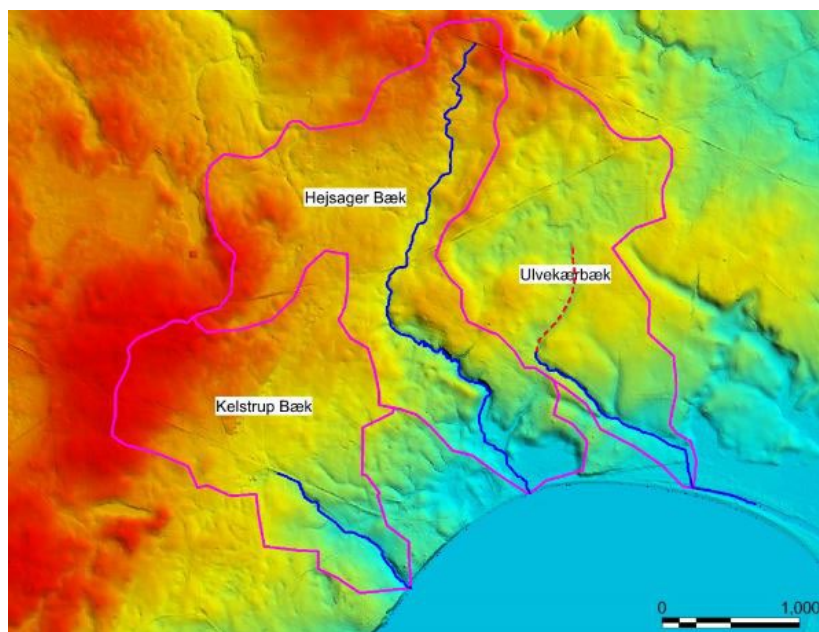
Derfor er der størst sandsynlighed for såkaldte kombinerede hændelser med samtidighed af længerevarende regn som skal kunne strømme ud i havet og stormflod, som vil trænge ind i landet, Figur 12.

Den fremtidige nedbørsmængde forventes at blive større, så afstrømningen ændres derfor også – til dimensionering af fremtidige afløbssystemer tilskrives en klimafaktor på 1,3-1,4 svarende til at nedbøren forventes at vokse 30-40%.

Med forventet hyppigere og kraftigere nedbør i fremtiden bliver afløb og åer også påvirket.

3.3 Åvand

I Vores Kyst-området er der tre åer som har udløb til havet, Kelstrup Bæk ved mellem Bramsensgårdsvej og Kelstrup Skovvej, Hejsager Bæk ved Hejsager Strandvej 229 med det store bagvedliggende vådområde Grønkær og Ulvekær Bæk som snor sig gennem Hejsager og har udløb havværts Hejsager Strandby 241 (Hejsager Strandgrill), se Figur 13.



Figur 13 Topografiske oplande med oplandsareal i () til Kelstrup Bæk (2,76 km²), Hejsager Bæk (4,05 km²) og Ulvekær Bæk (3,5 km²)

Desuden er der et rørlagt mindre vandløb med oplandsareal på 0,58 km², som er synligt fra Kelstrupvej, mellem nr. 160 og 162, i forlængelse af Kelstrup Nørreskov.

3.3.1 Øget afstrømning til havet

Når nedbøren forventes at stige i fremtiden, så forventes afstrømningen også at stige. Som det fremgår af Figur 12, så er sandsynligheden for stor afstrømning i åudløb samtidig med høj ydre vandstand stigende, hvorved åvandet skal kunne parkeres indtil vandstanden i havet igen er tilstrækkeligt lavt til at åvandet kan strømme ud.

Allerede nu har beboerne ved fx. Hejsager Bæk og Ulvekær Bæk oplevet oversvømmelser ved stor vandføring i bækken og i kombination med højvande, hvor

højvandslukkerne ved Hejsagervej og Hejsager Strandby er lukkede. Der er begge steder installeret private pumper her, men de har utilstrækkelig kapacitet til design-situationen. Det er oplyst, at pumpen ved Hejsager Bæk har en kapacitet på 8 m³/min (133 l/s), men at der har været situationer, hvor den ikke kan følge med.

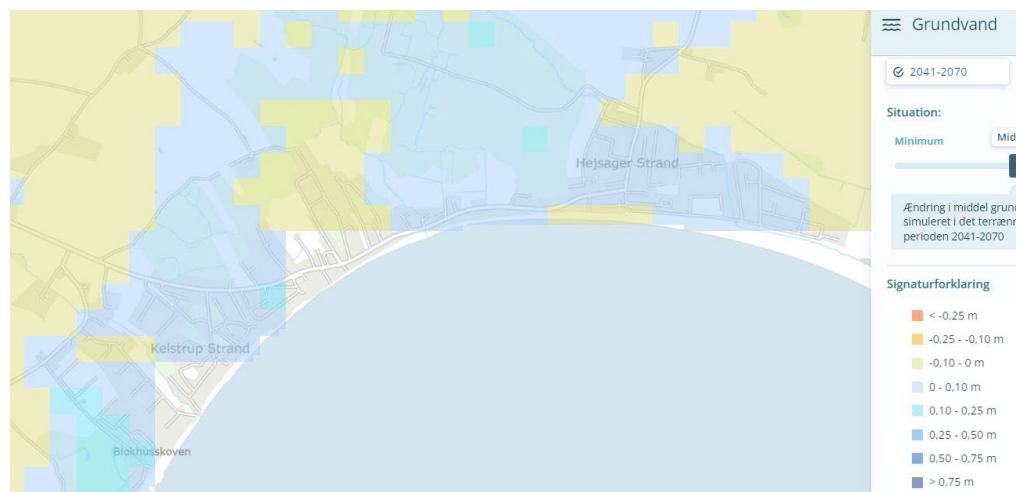
Åudløb er derfor særligt påvirkelige ved klimaudfordringerne.

3.4 Grundvand

Som det er beskrevet i Klimatilpasningsnotatet fra 2015 (COWI, 2015), for nuværende grundvandsforhold, så står det øvre grundvandsspejl mange steder i området mindre end 50 cm under terrænen. Det er særligt udpræget tæt på kysten og ved de ovennævnte åvande.

3.4.1 Stigende grundvand

Når havniveauet stiger fremadrettet, så forventes grundvandet også at stige i den kystnære del af området. Når nedbørsmængden og intensiteten ovenikøbet stiger i samme periode, så falder nedsivningsmulighederne i fremtiden, se Figur 14.



Figur 14 Grundvandsstand med forventet ændring i terrænnært grundvand i perioden 2041-2070 med data fra GEUS. (Klimatilpasning.dk, 2022)

4 Klimatilpasning med løsninger

Alle løsninger i Vores Kyst er, så vidt muligt, valgt ud fra at

- løsningerne arbejder sammen med naturen,
- kan udbygges og
- er robuste overfor klimaændringer med vandpåvirkning fra alle sider.

Et af løsningsforslagets store forbilleder er Køge Bugt Strandpark i Køge Bugt som blev anlagt 100 % menneskeskabt på en revle i 1977-1980 og har siden fungeret som strand, klitlandskab, skybrudssikring, nedbørshåndtering, stormflodsbeskyttelse, vandparkering og ikke mindst rekreativt område til daglig glæde for borgere og turister næsten uden vedligeholdelsesomkostninger – nu i 42 år, se Figur 15.



Figur 15 Køge Bugt Strandpark er opbygget af oppumpet havsand fra Køge Bugt og fra start designet med klitdiger i sand og flade brede strande. Klitvegetation blev plantet fra start for at holde på sandet og give naturkarakter af klitterne – Foto: PFKL af Køge Bugt Strandpark samt Hostrup-Schultz & Sørensens

Overordnet et Køge Bugt Strandpark orienteret ens med Vores Kyst, da de overordnede kystlinjer er på 61° og 92° for Køge Bugt Strandpark og Vores Kyst har overordnet kystlinje på 58° og 94°. De beskytter mod de samme stormfloder fra Østersøen og bliver påvirket af samme vindregimer. Der er også samme frit stræks afstande til Femern for Vores Kyst som Køge Bugt Strandpark har til Rügen – så mange sammentræk!

Når Vores Kyst-området skal være klimarobust nu og i fremtiden, så er det ikke nok at se på kystbeskyttelse mod erosion og havoversvømmelse. Derfor er alle de i kapitel 3 nævnte klimaudfordringer også indarbejdet i det samlede projekt.

Et af de "nye" elementer er lavninger, som leder nedbørsvand det rigtige sted hen, så der ikke opstår lokale oversvømmelser, fordi vandet ikke kan nedsive på terræn. De ledes over i dybere grøfter, som også sænker grundvandsniveauet. Herfra ledes vandet ud i havet eller "parkeres" ved høj ydre vandstand i havet.

Ud over de "tekniske installationer" er der medtaget placering af trapper, badebroer og terrænmåtter, til beskyttelse af klitvegetationen og øget tilgængelighed til stranden og havet for gangbesværede mv.

Særligt disse hverdags-elementer har stor lokal forankring, da de fleste løsninger er fremkommet på Workshops med borgerne i foråret 2022, hvor alle borgerne fik mulighed for at beskrive deres oplevelser af klimaudfordringer i hverdagen og medtage hver deres ønsker til fremtidens Vores Kyst.

Alle løsningsforslag er foreløbige, så der kan stadig ændres på placeringer, dimensioneringer og løsnings-elementer efter søpmålinger, VVM-undersøgelser, bagvands-beregninger, borger-tilkendegivelser mv. Antallet af terrænmåtter og badebroer samt deres placering er heller ikke endnu fastlagt, men nuværende antal badebroer er indeholdt i budgettet for hele projektet.

Hverdagens benyttelse og visuelle udtryk er forsøgt så uændrede som muligt, se Figur 16.



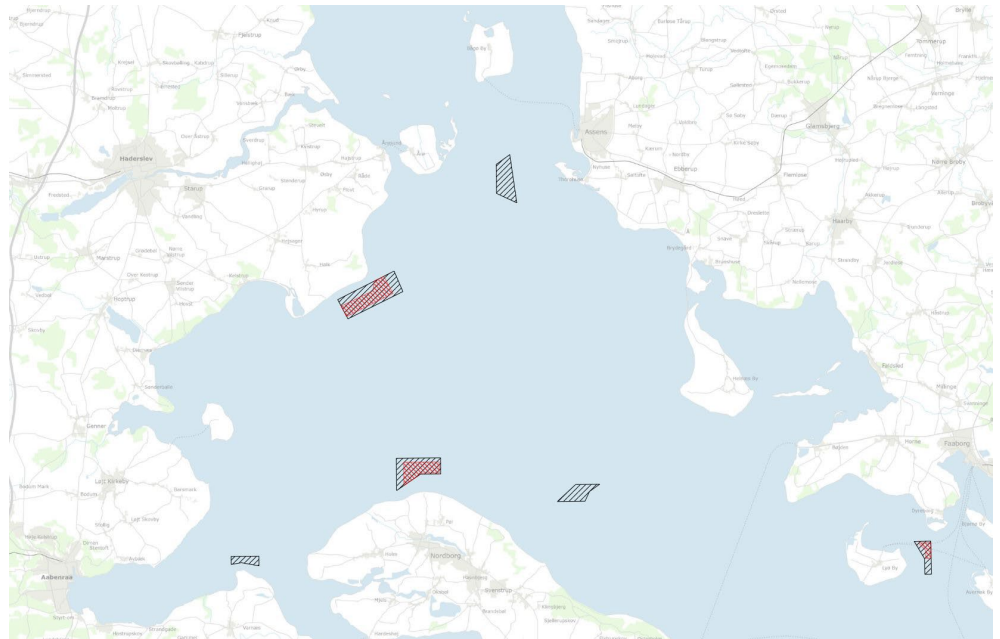
Figur 16 Fremtidig illustration af stranden med klitlandskab og badebroer efter etablering af klimasikringen – nuværende visuelle udtryk er forsøgt fremrykket ud i bugten med kystfodringen.

4.1 Den samlede klimatilpasning

Den overordnede kystbeskyttelse indeholder fremskudt kyst med sandfodring og klitdige, hvor det er nødvendigt. Den brede sandstrand har primært til formål at minimere bølgepåvirkningen på stranden og i den øvre del af bagstranden ved klitrækken eller klitdiget. Klitrækkens kystvegetation fanger sandet, så det ikke blæser op i haverne og medvirker til at sikringsniveauet naturligt "følger med op", når havspejlet accelerer stigningshastigheden.

Klitdiget håndterer oversvømmelsesfaren, hvor det lavtliggende bagland definerer, at det er nødvendigt og klitvegetationen her, har samme funktion som ved klitrækken. Den naturlige kornstørrelsesfordeling er meget grovkornet, da "transport-tiden" fra Blokhusskoven ikke er stor.

Derfor er der behov for geotekniske undersøgelser af nuværende sandkvaliteter på stranden og de sandkvaliteter som kan fås på de nærliggende fællesområder udpeget af Miljøstyrelsen, se Figur 17 til kystfodringen. Særligt porøsiteten og derved vandgennemtrængningsevnen ved høj ydre vandstand er vigtig for funktionen af klitdiget.



Figur 17 Oversigt over mulige (rød skraveret) og potentielle (sorte straverede) råstofvindingsområder på havet nær Vores Kyst. Området ved Halk Hoved (542-BA) er tættest på og har bemærkninger om dels vilkår om støj og krav om kysttekniske undersøgelser efter indvinding af 80.000 m³ sand. (Miljøstyrelsen, 2022)

De fundne løsninger for håndtering af bagvand er alle kendte og robuste løsninger som primært kan løses med terrænændringer og jorddiger samt højvandslukker, afspærringsventiler, pumper og rørføringer. Åudløbsbygværker stopper inden kystlinjen for ikke at skabe læsideerosion og kan justeres ved behov.

Til brug i fremtidige situationer, hvor havniveauet er højt af storme eller pålandsvinde, er vandparkering af åvand fra baglandet og håndtering af nedbør lokalt i fokus.

Med flere dages mulighed for vandparkering i Grønkær og skiftespor til Majgrøften samt nygravede lavninger og grøfter, er der mange nye tiltag som vil kunne mærkes med det samme i Vores Kyst-området.

De naturbaserede løsninger med sand og moræneler – og respekt for naturens udvikling arbejder sammen med naturen og virker også om mange år – og med muligheder for vedligeholdelse og opgraderinger med tilgængelige naturmaterialer, hvis det viser sig nødvendigt i en mere klimapåvirket fremtid.

Selve kystfodringen med skibe og flydeslanger tager kun en uge og efter 2-3 måneders anlægsarbejde, forventes hele projektet gennemført, såfremt den samlede løsning stadig er som vist på Figur 18.



Figur 18 Den samlede løsning med terrænhøjder og habitatafgrænsning. Sandet er gennemgående kystelement med lokal skråningsbeskyttelse i vest ved Blokhusskoven, sandstrand med klitrække til Kelstrupvej og derefter klitdige med vandhåndtering og -parkering i baglandet. Lavninger løber i grøfter og videre via pumper til havet, så hele Vores Kyst er blevet klimarobust og fremtidssikker.

4.2 Blokhusskoven

I den sydvestligste del af Vores Kyst-området ligger det højtliggende moræne-fremspring, Blokhusskoven, hvor husene ligger i over 10 m over havoverfladen, men hvor skrænten er ustabil og der er mulighed for erosion.

Lejlighedsvis sker der skred som måske er mere strukturelt geoteknisk begrundet end hulkele-erosion under storme med bølgepåvirkning, se Term-diagram 7 nr. 4 på Figur 6. Derfor er skrænten ved at blive undersøgt geoteknisk og der findes en løsning på skrænt-ustabiliteten.

Da hovedparten af sandtilførslen til området kommer fra de erosionsramte skrænter syd for Blokhusskoven, er det vigtigt at kysten ikke indeholder hindringer til at påvirke langstransporten, se Figur 19.



Figur 19 Løsning for Blokhusskoven med skråningsbeskyttelse, kystfodring, rørført udløb af Blokhuss-løbet samt trapper over skråningsbeskyttelsen og badebro

For at sikre skrænten mod akut erosion under storme med pålandsbølger, er der placeret en skråningsbeskyttelse så landværts som muligt med så stor genindbygning af eksisterende materialer som muligt.

Derudover er Blokhuss-løbet ført fra skrænttoppen, gennem skråningsbeskyttelsen og ud i havet som rørført udløb. For at øge benyttelsen af området, er der medtaget trapper hen over skråningsbeskyttelsen og der er medtaget en badebro havværts nuværende placering af badebro.

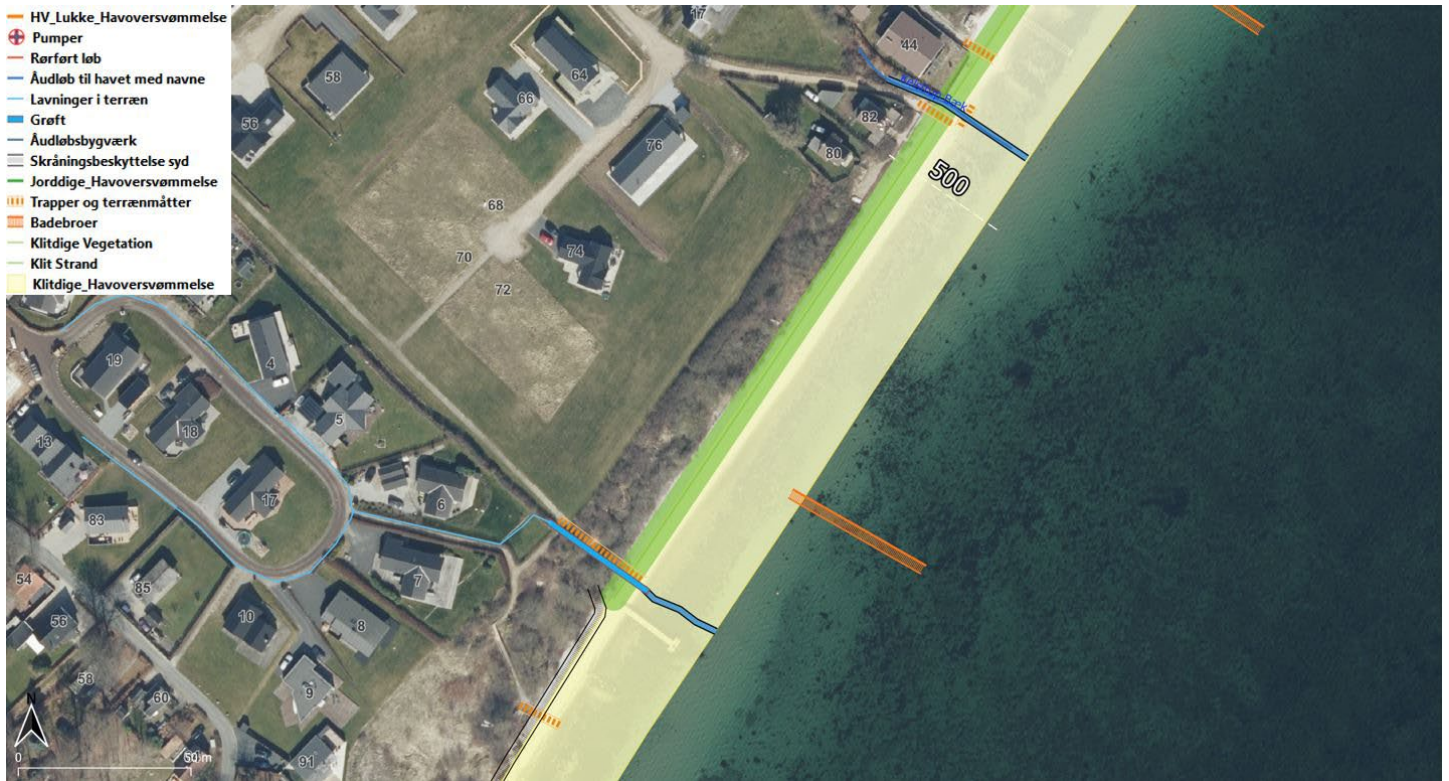
Den relativt flade foreslåede kystprofil (1:25) langs hele kysten har til formål at minimere bølgeopløbet, så alt bølgeenergi er fjernet inden vegetationsgrænsen i kote 1,5 m rammes i hverdagen. Den over 20 m brede strandflade forventes at vokse af tilført naturligt sand fra erosionsområdet syd for projektområdet og derved naturligt kunne følge havspejlsstigningen langs hele bugten.

Da den langsgående sandtransport langs kystlinjen i hele bugten starter her, er det også naturligt at genfødringer af sand i fremtiden lægges her, hvorefter naturen selv fordeler sandet.

Forventningen er, at den naturlige sandtilførsel fra erosionsskrænterne syd for Blokhusskoven udgør omkring 80-90% af det årlige sandinput til Vores Kyst, mens kystfodring ved behov udgør de resterende 10-20%.

4.3 Kelstrup Klint

Fra Kelstrup Klint til Kelstrup Bæk er der sandstrand til erosionshåndtering og nedbørshåndtering af Kelstrup Klint med nyt udløb og trappe, se Figur 20.



Figur 20 Kelstrup Klint til Kelstrup Bæk. Sandstranden fortsætter og den bagvedliggende skråningsbeskyttelse afløses af vegetationsdækket klit. For at håndtere overfladeafvandning af Kelstrup Klint er der lavninger i terrænet som leder overfladevand til skrænten og videre til kysten. Eksisterende badebro er flyttet for at flest mulige – også i baglandet kan benytte den. Derfor er der også tilført ny trappe ned af skrænten (10 m). Der er afgang hen over Kelstrup Bæk med en lille træbro og adgangsveje hen over klitten på begge sider med terrænmåtter.

Der er trapper ned over skråningsbeskyttelsen ved nuværende nedgang ved Kelstrup klint og terrænmåtter fra Bramsensgårdsvej og Kelstrup Skovvej til vandet hen over klitten på begge sider af Kelstrup Bæk og en træbro hen over udløbet – alle for at tilgodese benyttelsen af området i hverdagen.

4.4 Kelstrup Skovvej

Fra nedgangen til stranden fra Kelstrup Skovvej og nordpå til Victoriaparken er kysten uden offentlige adgangsmuligheder fra baglandet og kysten er derfor uden tilførte trapper. Den omkring 30 m brede sandstrand (ca. 20 m bredere end i dag) varetager erosionsbekæmpelse og mindsker bølgepåvirkning med landværts beliggende klitrække med vegetation over kote 1,5 m DVR90 som eneste kystbeskyttelses-element, se Figur 21. Derudover er der tilføjet to badebroer.

Den lokale gamle geodætiske sten på stranden ud for den nordlige badebro hæves til op over det nye terræn for at man stadig har visuelle kendetegn til bestemmelse af vandstand og andre lokalitetsfunktioner.



Figur 21 Kelstrup Skovvej bliver erosionsfrigjort med sandstrand og lille klit med vegetation for at holde på sandet, så det ikke blæser op i haverne. Der er tilføjet to badebroer. Boligejerne kan passere klitten ud for deres egen nedgang for at komme til vandet, da der forventes meget lidt slid på vegetationen.

4.5 Kelstrup Kystvej

Fra Viktoriaparken til den nordlige del af Kelstrup Kystvej er den nye opbygning af sandstrand med vegetationsdækket klit uændret og der er placeret to badebroer, se Figur 22.

Det nuværende rørlagte udløb renoveres og røret forlænges til havet gennem stranden, så rørkapaciteten ikke ændres.

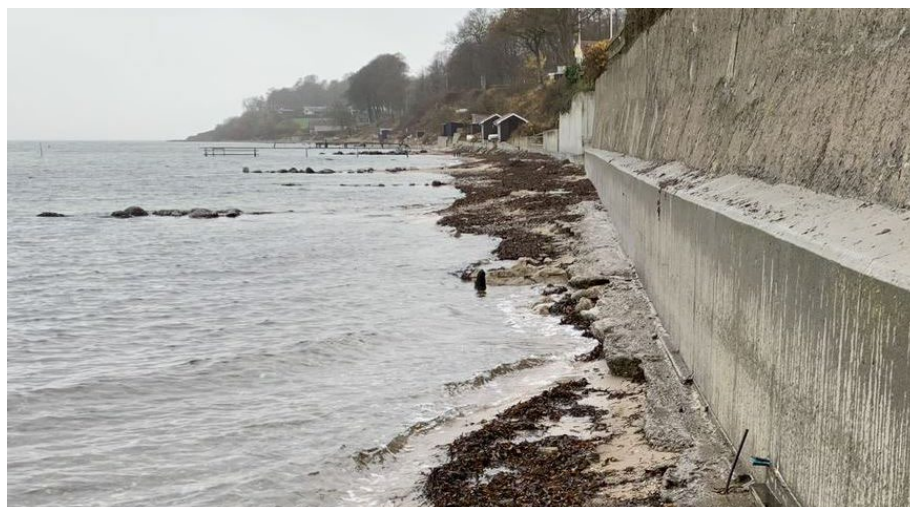
For at få sandet til at vandre så uhindret som muligt langs hele bugten, anbefales det at minimere antallet af badebroer, så kan påvirke langstransporten – og helt undgå høfder, som skaber læsideerosion hos naboerne langs kysten nedstrøms.



Figur 22 Kelstrup Kystvej-området har sandstrand med klit og badebroer. Det nuværende rørudløb bliver forlænget under sandet og terrænmåtte lagt hen over klitten.

4.6 Kelstrupvej og Kelstrup Nørreskov

Denne kyststrækning oplevede den største kysterosion med stort set ingen strand tilbage i vinteren 2021, se Figur 23.



Figur 23 Kysten mangler sand i vinteren 2021. Hård kystbeskyttelse som høfder og lodrette kystmure bevirker læside-erosion og bølgerefleksion, så sandet forsvinder.

På denne kyststrækning falder højden af baglandet, så der både skal erosionsbeskyttelse og beskyttes for havoversvømmelse. Derfor gøres stranden bredere og klitten højere og bredere, hvorfor den også kaldes et klitdige, for at kunne varetage begge typer kystbeskyttelse, se Figur 24, og Figur 25.



Figur 24 Kelstrupvej og Kelstrup Nørreskov har oversvømmelsestruet bagland, så klitten gøres højere og bredere samtidig med at nedbør håndteres med grøfter, lavninger, rørførte løb, udløbsbygværker med højvandslukke og pumper.

Hvor der i november 2021 var ingen strand tilbage, kommer der nu ca. 50 m strand med klittop og vegetation, se Figur 23 og Figur 24. Designet af klitten er taget fra tværsnittet af St. 3000, så det er naturens "eget" robuste design for området som er spredt ud til store dele af kysten, se Figur 25.



Figur 25 Tværsnit af klitten og stranden som både varetager havoversvømmelse og erosionsbeskyttelse - og mulighed for vandparkering landværts klitten. Udsigten fra Kelstrupvej 130 i området.

Strandens profil er stadig meget fladt for at få bølgenes energi væk inden de rammer klitdiget og klitten er meget bred – også i toppen af klitten for at der stadig er meget af klitten tilbage efter stormen.

Normalt vil klitdigts bredden designes, så to på hinanden følgende storme kan ramme kysten uden at klitten forsvinder – men ingen klitter er eroderet, så vi kender ikke erosionsraten i området. Med det lave strandprofil og stormenes normale optræden med enten pålandsbølger uden høj vandstand eller, som i den stille storm i 2017, høj vandstand uden bølger, så vurderes klitdiget tilstrækkeligt bredt og sikkert mod erosion under storm også i den øvre del af klitten.

Da klittens funktion som oversvømmelsesbeskyttelse er vigtig, modvirker terrænmåtterne, at klitten slides ned af menneskers vandring gennem klitten og vegetationen. Derfor er antallet af terrænmåtter øget på klitdiget for at man vælger denne passage frem for at slide på klitten lokalt.

For at få flere til at benytte terrænmåtterne, er måtterne placeret ved de fleste offentlige stier fra veje til havet. Ofte er badebroen placeret lige i nærheden af, hvor terrænmåtterne ender, så endnu flere benytter terrænmåtterne, se Figur 24.



Figur 26 Det lavtliggende bagland er oversvømmelsesfrigjort med kombination af forskellige elementer. Bemærk at Kelstrupvej 94-136-området er lokalt meget lavtliggende og har fået lavninger og egen kuppelrist med pumpe.

Nedbørshåndtering af baglandet er meget vigtig i dette område, se Figur 26. Derfor er der gjort meget på at fange mest muligt vand hurtigst muligt og føre det ud i havet.

Tilførslen af regnvand ind i området fra oplandsarealet er minimeret mest muligt og det tilførte vand fra baglandet løber nu i grøfter på landsiden af Kelstrupvej og i det renoverede rørførte løb under Kelstrupvej til pumpen, som pumper det mod havet. Langs grøfterne er der tilsluttet lavninger som bringer vandet fra terrænoverfladen til grøften og videre til pumpen. De åbne grøfter har også den funktion at de holder grundvandsniveauet nede.

I hverdagen vil regnvand ramme jorden og løbe i lavninger mod grøften som via pumpen strømmer mod havet. Hvis vandstanden i havet er høj, lukkes højvandslukken i klitdiget og bagvandet parkeres nu mellem nuværende kystlinje og klitdiget, se Figur 25 og Figur 26. Så snart ydre vandstand i havet er nede igen (omkring 30 timer), vil bagvandet strømme ud i havet via den åbne højvandslukke og i udløbsbygværket.

I det lokale lavtliggende område Kelstrupvej 94-136, er der sat en pumpe ved en kuppelrist til at pumpe alt vand fra lokalområdet og fra den højereliggende del af Kelstrupvej som naturligt løber mod dette lavpunkt. Der er placeret lavninger til hurtigere afløb hen til kuppelristen som derefter pumper vandet ud i havet med det rørførte løb. Det nuværende lille rørdøb mellem Kelstrupvej 108 og 110 kobles på dette udløb, se Figur 26.

4.7 Hejsager Strand og Grønkær

Hejsager strand med klitdige, sandstrand og Hejsager Bæk's udløb, se Figur 27.



Figur 27 Hejsager Strand med udløbet fra Hejsager Bæk med klitdige, sandstrand, terrænmåtter og badebroer.

Hejsager Strand oplevede også meget smalle strande i vinteren 2021 og med klitdige og bred sandstrand burde det ikke gentage sig. Klitdiget er også her rykket let frem for at give mulighed for at parkere vand mellem nuværende kystlinje og klitdiget, når højvandslukket i klitdiget er lukket ved høj ydre vandstand, se Figur 28.



Figur 28 Grønkær-området får dige mod syd, så vandet fra Hejsager Bæk kan parkeres her ved varsel om høj ydre vandstand ved at lukke åløbet gennem diget med afspærringsventil. Vand på terræn ved kombinerede hændelser ledes via lavninger til Hejsager-grøften og pumpen bringer vandet ud mellem klitdiget og nuværende kystlinje indtil ydre vandstand er lav igen – herefter åbnes alle porte (langsomt) og Hejsager Bæk løber igen ud i havet.

Det lavtliggende boligområde mellem Grønkær moseområde og havet har tidligere være oversvømmelsestruet, men med jorddige ved Grønkær med afspærringsventil og klitdiget mod havet med højvandslukke samt pumpe og lavninger, bør det være fortid, se Figur 28.

Ved varsel om den værste stormkombination – stormflod og længerevarende regn, lukkes afspærringsventilen i "Grønkær-diget" og den sidste rest vand i den del af Hejsager bæk/grøften som er tættest på boliger, kan pumpes lavest muligt, for at have mest muligt kapacitet til nedbøren.

Højvandslukket i klitdiget lukkes herefter og under stormfloden pumpes nedbørsvandet fra boligområdet ud mellem nuværende kystlinje og klitdiget indtil højvandslukket åbnes igen og oversvømmelsesfaren er væk, se Figur 28.

Grønkær er tidligere beregnet til at kunne parkere vand fra baglandet med dige i op til 7 døgn (COWI, 2015) og giver derved mulighed for god vandhåndtering.

4.8 Hejsager Strandvej

Langs Hejsager Strandvej er særligt husene mellem havet og vejen oversvømmelsestruede. Derfor er klitdiget lagt så tæt på husene som muligt uden dog at overskride matrikelgrænsen for den offentlige vejmatrikel 7000u, der løber havværts husene fra Hejsager Strandvej 217 til Hejsager Strandby 20. Den kan ikke overskrides uden byrådets håndtering, se Figur 29.



Figur 29 Hejsager Strandvej beskyttes mod havoversvømmelse og erosion med klitdige og bredere strand. Derudover terrænmatter og badebroer.

Da det er flere borgeres ønske at flytte klitdiget mod husene, for at få bedre udsyn over klitdiget, er der udarbejdet en teknisk analyse af umiddelbare påvirkninger og muligheder, se (COWI, 2022). I de næste faser afklares om der er mulighed for denne parallelforskydning landværts.

4.9 Hejsager Strandby vest

Fra den østligste del af Hejsager Strandvej til den vestlige del af Hejsager Strandby går klitdiget "i land" og rammer nuværende klitrække, se Figur 30.



Figur 30 Hejsager Strandvej øst og Hejsager Strandby vest med klitdige og bredere strand til håndtering af havoversvømmelse og akut erosion. For at fange regnvand landværts klitdiget er der udlagt lavninger bag klitdiget og rørført løb under klitdiget med højvandslukke. Der er udlagt terrænmåtter og etableret badebroer.

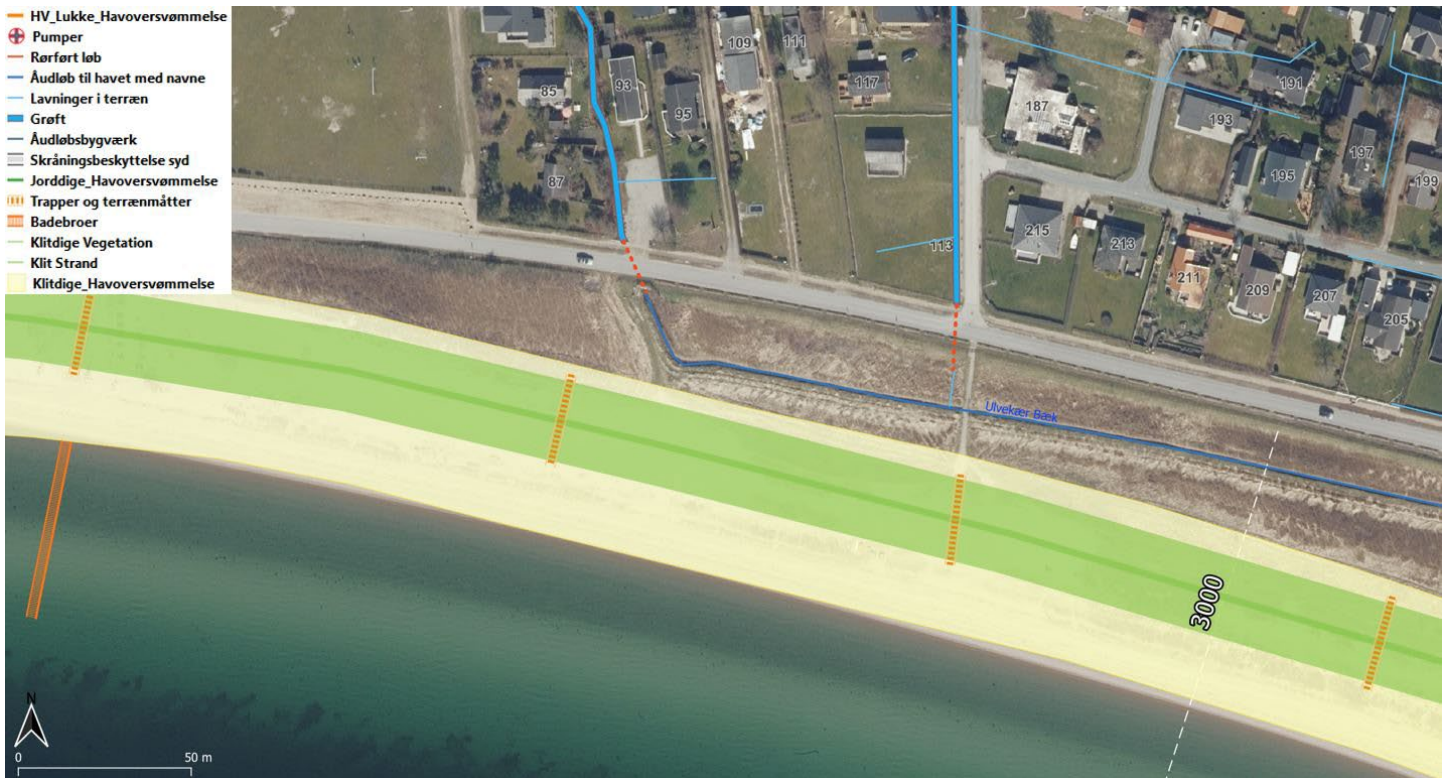
Det er endnu uvist, hvordan klitlandskabet mellem Hejsager Strandby vest og klitten skal benyttes – til borgernes workshop var der mange gode ideer til f.eks. reetablering af klitlandskab med læ-gryder til badende mv. Da klitdiget her ikke er særligt højt over nuværende terræn – omkring en meter, er det let at indbygge hverdagsfunktioner i klitdiget.

4.10 Hejsager Strandby øst

Da nuværende klitrække er naturligt højere og højere mod øst, synes klitdiget derfor mindre og mindre. Dog er nuværende baderampe ved toilettet og saunæen på Hejsager Strandby nr. 62 en udfordring for klitdiget, fordi den nuværende højde her lokalt er 1,2 m DVR90 – der mangler derved 1,3 m i højden, se Figur 31.

Denne problemstilling forventes løst snarest muligt, da bl.a. redningstjenesten fortsat ønsker mulighed for bådophal og – isætning her.

Hele klitlandskabet er mærket af de nuværende naturlige stisystemer hen over klitten som derved eroderer og bliver lokalt lave og derved ikke er beskyttende mod vandindtrængen – da brugen af stranden er stor i sommerperioden, er der tilføjet flere terrænmåtter til området, se Figur 31.



Figur 31 Hejsager Strandby øst med det gamle dige langs havværts side af vejen og Ulvekær Bæk mellem klitdiget og vejen. Der er flere terrænmåtter til afhjælpning af menneskeskabt erosion i klitten (som nu).

For at øge muligheden for vandparkering (ca. 3500 m³) mellem vejen og klitdiget, anbefales det at udgrave passagen fra Ulvekær Bæks udløb fra vejen og det lavtliggende område mod vest.

4.11 Hejsager Tværdige og vandhåndtering

Den østligste del af klitdiget ligger stort set som nuværende klitdige og strand – dog uden lokale "huller" i diget, se Figur 32. I forhold til nuværende tværsnit ved St. 3000 er klitdiget ca. 30 cm lavere end eksisterende klitrække, men det forventes ikke at klitten lokalt skal sænkes.

Klitvegetationen på klitdiget og klitten er hjelme og marehalm fordi disse sorter har en god evne til at fange og fastholde sand samtidig med at de stadig vokser opad og der undgår selv at blive dækket med sandet. Kystdirektoratet har med stor succes benyttet disse sorter i klitterne på Vestkysten til at fange sandet.

Ved at benytte disse naturligt forekommende klitvegetations-sorter, forventes det, at klitterne som minimum vokser i takt med den forventede havspejlsstigning, så længe der tilføres sand fra Blokhusskoven.

Det nuværende dige fra Hejsager Strandby rundt om Hejsager Strandgrill til den højtliggende del af marken mod nord, er anlagt efter tilladelse fra Kystdirektoratet som kystmyndighed i 1996 til kote 2,00. Derved forventes det at der er

mulighed for at forhøje nuværende dige fra Klitdiget til højtliggende mark mod nord med yderligere 30-50 cm's morænelers-overdække for at opnå ensartet sikringsniveau langs hele Vores Kyst-området og derved opdatering af eksisterende dige. Tidligere har der været et dige til kote 1,6 m som derved har påvirket naturområdet længe, se Figur 32 og Figur 33.



Figur 32 Den østligste del af klitdiget og tværdiget med højvandslukke af Ulvekær Bæk og pumper til situationer med høj ydre vandstand i havet – og derved lukkede højvandslukker.

Den overordnede vandhåndtering af området er opdelt i tre mulige scenarier:

1. Kraftig nedbør eller længerevarende nedbør ved normal ydre vandstand
2. Høj ydre vandstand med normal vandføring i Ulvekær Bæk og uden nedbør
3. Kombineret hændelser af kraftig nedbør samtidig med at der er høj ydre vandstand som f.eks. under en stormflod

Inden scenariebeskrivelserne er hverdagsituationen i fremtiden som i dag med Ulvekær Bæks forløb fra baglandet til havet som nuværende.

Ved scenarie 1, som i februar 2022, løber Ulvekær Bæk som nu samtidig med at de mange lavninger og de to nye grøfter leder vandet meget hurtigere fra boligområdet mod havet via udløbet ved Hejsager Strandgrill og nuværende højvandslukke i Majgrøften, se Figur 33.

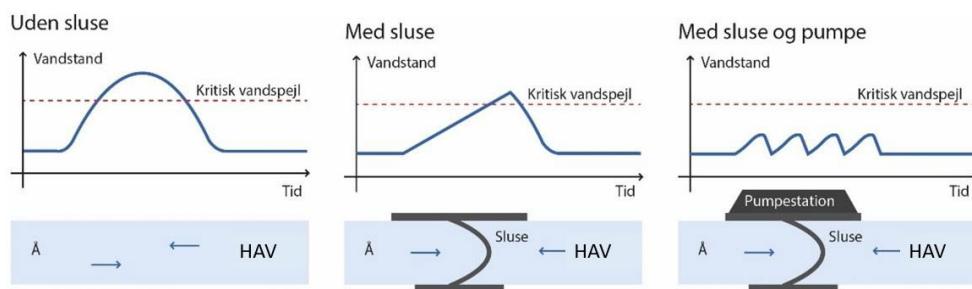
Hvis det går for langsomt med at få nedbørsvandet væk fra boligerne, kan man lukke højvandslukkerne og starte pumperne, så længe der er akut

For at få mest mulig vand parkeret væk fra boliger bliver højvandslukkerne lukket senest mulig for at få mest muligt vand ud af området. Derefter opstartes pumperne og kører med maksimal kapacitet.

Hvis pumperne ikke kan følge med, og der ikke er helt fyldt med vand på naturen ved Majgrøften, benyttes skiftesporet til rørledningen til den nordlige del af Ulvekær Bæk, til at lede vandet i bækken mod nord over i Majgrøften for at udfylde dette vandparkeringsområde.

Så snart pumperne kan følge med, skiftes tilbage og når ydre vandstand er lavere end indre vandstand i den sydlige del af Ulvekær Bæk, lukkes højvandslukkerne op igen.

Fordelen ved pumper i stedet for kun sluse/højvandslukke er, at den indre vandtilførsel kan styres, så den forbliver under det kritiske vandspejl, hvorover boliger bliver våde, se Figur 34.



Figur 34 Vandhåndtering hvor å/bæk og hav mødes ved samtidig af vandføring mod havet og høj ydre vandstand i havet. Kombination af sluse/højvandslukke og pumper giver den fornødne sikkerhed i at undgå at ramme kritisk vandspejl.

5 Samlet økonomisk budgetoverslag

Anlægsoverslag for hvert delement af den samlede løsning er inklusiv forskellige ekstra bestanddele for at sikre, at overslaget ikke er for undervurderet på dette projekt-stade. Til nettoprisen tilføjes 10 % til anstilling og drift af byggeplads, 15 % til uforudsete udgifter, 10 % til rådgiverydelser i de næste faser til ansøgning, udbudsprojekt, entreprenørudbud og fagtilsyn og endeligt ekstra 25% til uforudsete udgifter i det totale projektbudget, der er eksklusive moms.

For det samlede løsningsforslag er anlægsoverslaget (Kr. ekskl. moms) vist i Tabel 2:

Tabel 2 Anlægsoverslag ekskl. moms

Post	Anlæg kr.	Drift kr./år
Sandfodring	14.300.000	300.000
Vegetation på klitter	4.500.000	100.000
Skråningsbeskyttelse Blokhusskoven	2.500.000	50.000
Højvandslukker i alt 5 stk.	1.000.000	20.000
Diger, grøfter og lavninger	5.000.000	100.000
Udløbsbygværk i alt 3 stk.	500.000	10.000
Pumper i alt 4 stk.	4.500.000	90.000
Rørførte løb	400.000	10.000
Badebroer, trapper og terrænmåtter	800.000	20.000
I alt	33.500.000	700.000

Bemærk at der er relativt stor usikkerhed på samtlige materialer og varer i efteråret 2022 med høj inflation og forsynings-forstyrrelser.

I forhold til det tidligere anlægsoverslag i Idéoplægget, se (COWI, 2021), er enkelte poster justeret med opdateret tracé og nye elementer som f.eks. posten: Badebroer, trapper og terrænmåtter.

Derved er det samlede anlægsoverslag blevet dyrere uden at enhedspriser er korrigeret for nuværende forventede prisstigninger.

6 Miljøforhold og myndighedsbehandling

Dette afsnit er uændret i forhold til Idéoplægget, se (COWI, 2021), eftersom samme lovgivning og udpegningsgrundlag er gældende.

6.1 Habitatbekendtgørelsen

Natura 2000

Natura 2000 er et netværk af internationale naturbeskyttelsesområder, der samlet består af habitatområder og fuglebeskyttelsesområder. Områderne er udpeget for at beskytte levesteder og rasteområder for fugle, bestemte naturtyper og truede, sårbare eller sjældne arter af dyr og planter.

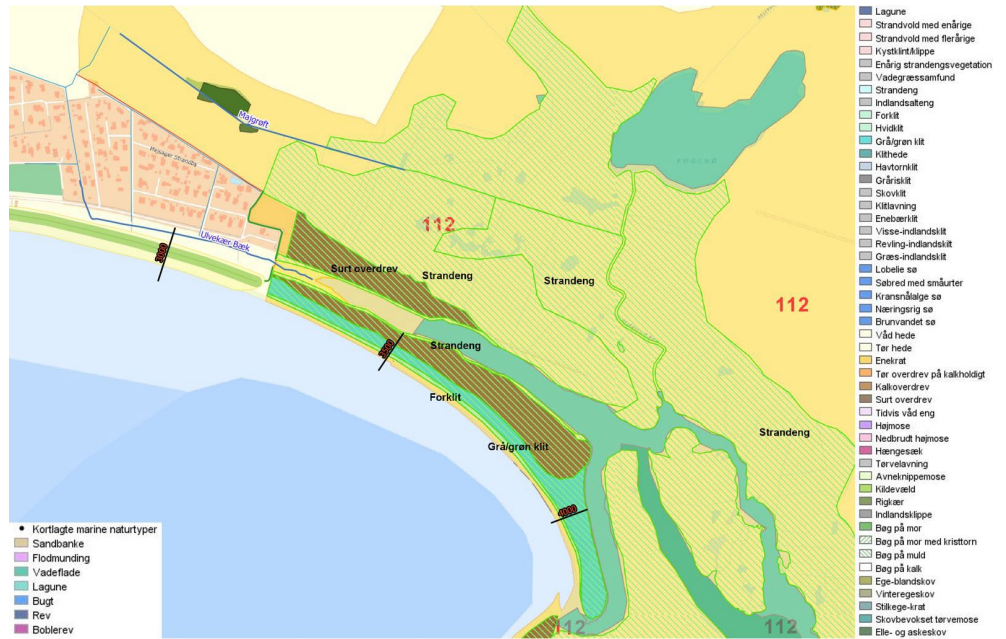
I bekendtgørelse om udpegnings- og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter (bekendtgørelse BEK nr. 1595 af 06/12/2018, kaldet Habitatbekendtgørelsen) fastlægges, at der ikke må gives tilladelse til projekter og aktiviteter, der kan medføre væsentlige påvirkninger af udpegningsgrundlaget inden for Natura 2000-områder.

Det skal indledningsvist vurderes, hvorvidt et ansøgt projekt kan påvirke et udpeget natura 2000-område væsentligt. Såfremt en sådan indvirkning på områdets bevaringsmålsætninger ikke kan udelukkes, skal der udarbejdes en konsekvensvurdering.

Hvis vurderingen viser, at projektet kan medføre væsentlig negativ indvirkning på et områdes udpegningsgrundlag og/eller bevaringsmålsætninger, kan der ikke meddeles tilladelse til det ansøgte projekt eller den påtænkte plan. For konsekvensvurderingen anvendes forsigtighedsprincippet i tilfælde af videnskabelig tvivl om projektets skadevirkninger.

Habitatbekendtgørelsen åbner mulighed for dispensation, hvis der er bydende nødvendige og væsentlige samfundsmæssige interesser og der ikke findes alternativer til det ansøgte. Dette forudsætter dog, at der samtidig foreligger en fuldstændig vurdering af relevante alternativer og disses indvirkning på områdets bevaringsmålsætninger.

Området omkring Hejsager Strandby er udpeget som Natura 2000-område nr. 112 Lillebælt, som består af Habitatområde H96 og Fuglebeskyttelsesområde F47, se Figur 6-1. På udpegningsgrundlaget er bl.a. Elle- og askeskov*(91E0), strandeng (1330), forklit (2110), grå/grøn klit (2130) og surt overdrev*(6230).
* angiver at der er tale om en prioriteret naturtype.



Figur 6-1 Natura 2000-område nr. 112, Lillebælt med marine og terrestriske naturtyper på udpegningsgrundlaget.

Bilag IV

Bilag IV-arter er betegnelsen for en række dyrearter, der er vurderet særligt sårbare og truede i EU, hvor blandt andet marsvin og alle arter af hvaler er på listen.

For bilag IV-arterne fastlægger habitatbekendtgørelsen at der ikke må gives tilladelse til et projekt, hvis projektet beskadiger eller ødelægger yngle- eller rastestområder i det naturlige udbredelsesområde for de dyrearter, der er optaget i habitatdirektivets bilag IV.

6.2 Vandrammedirektivet

Danmark er forpligtet til at følge vandrammedirektivet (VRD) som blandt andet skal sikre god vandkvalitet og et sundt miljø i de danske vandløb og kystnære farvande. Direktivet er implementeret i dansk lovgivning og forvaltningen af direktivet sker via en række vandområdeplaner for konkrete vandområder.

Målet med vandområdeplanerne er, at alle vandområder skal opnå god tilstand. Målopfyldelse må ikke forhindres og forringelser af overfladevandets tilstand skal forebygges. En forringelse af tilstanden foreligger, når mindst et af kvalitetselementerne falder et niveau, også selv om denne forringelse ikke fører til, at hele vandområdet rykker en klasse ned.

Vandplanlægningsloven er bl.a. udmøntet i indsatsbekendtgørelsen, BEK nr. 449 af 11/04/2019. Bekendtgørelsen fastsætter jf. § 8, stk. 1-2, et forbud mod at give tilladelse til aktiviteter, der forringer tilstanden eller hindrer målopfyldelse for målsatte overfladevandområder. Således indeholder indsatsbekendtgørelsens § 8 en forpligtelse til at forebygge forringelse af overfladevandområder og

grundvandsforekomster, som følger af vandrammedirektivets artikel 4. Projektet holdes op imod de konkrete miljømål i vandområdeplanerne, og det vurderes, hvor der er konflikter i forhold til den fremtidige målopfyldelse.

Miljøstyrelsen har udarbejdet en vejledning til bekendtgørelsen om indsatsprogrammer for vandområdedistrikter (juli 2017).

For dette projekt er vandområdeplan 2015-2021 for Jylland og Fyn gældende. En række biologiske kvalitetselementer anvendes til at vurdere tilstanden i de kystnære farvande. I forhold til dette projekt er etablering af dige i vandkanten relevant ift. kvalitetselementerne ålegræs og bundfauna.

Ligeledes må tilstanden for området vandløb og søer ej heller forringes eller hindres i at opnå målopfyldelse, som følge af projektet.

6.3 Havstrategidirektivet

Danmarks Havstrategi er et led i gennemførelsen af EU's havstrategidirektiv (direktiv 2008/56/EF af 17. juni 2008). Formålet med havstrategien er at sikre et godt havmiljø i Danmark ved at opnå god miljøtilstand senest i 2020 for områder uden for 1 sømilegrænsen. For de emner som ikke behandles i Vandrammedirektivet f.eks. fisk, undervandsstøj og marint affald, gælder Havstrategidirektivet helt ind til basislinjen. På samme måde som i vandrammedirektivet opererer man med tilstandsbeskrivelser og miljømål via en række deskriptorer. I forhold til dette projekt er deskriptoren for havbundens integritet relevant.

God miljøtilstand for havbundens integritet beskrives ud fra følgende kriterier:

- > udstrækning af fysisk tab (permanent ændring) af den naturlige havbund.
- > udstrækning af fysisk forstyrrelse af havbunden.
- > udstrækning af hver habitattype, som påvirkes negativt af fysisk forstyrrelse.

6.4 § 3-natur

Ifølge Naturbeskyttelseslovens § 3 (LBK nr. 1986 af 27/10/2021 - Bekendtgørelse af lov om naturbeskyttelse) må der ikke foretages ændringer i tilstanden af områder med visse naturtyper. Disse naturtyper omfatter naturlige søer (>100 m²), vandløb, heder, moser, strandenge, strandsumpe, ferske enge og biologiske overdrev. Ændringer kan f.eks. ske ved, at der bygges, graves, etableres terrænændringer, tilplantes, drænes eller lignende. Det gælder dog også, at foranstaltninger foretaget uden for et § 3-område ikke må medføre ændringer i tilstanden inden for det beskyttede område.

Flere § 3-naturtyper vil påvirkes i forbindelse med tiltagene i nærværende projekt, se Figur 6-2. Der er tale om påvirkning af flere strandenge, enge og moseområder.



Figur 6-2 §3-naturtyper

Hvis der foretages anlægsarbejder, der kan ændre tilstanden af § 3-natur, skal der jf. naturbeskyttelsesloven, ansøges om dispensation til det, jf. naturbeskyttelseslovens § 65, stk. 2. Inddragelse af beskyttet natur vil ofte medføre krav om erstatningsnatur i forholdet 1:2.

7 References

- COWI. 2017.** *Byernes udfordringer med havvandsstigning og stormflod.* København : Realdania, 2017.
- **2015.** *Kelstrup Strand og Hejsager Strand Klimatilpasning – Dispositionsforslag.* Lyngby : COWI, 2015.
- **2022.** *Vores Kyst Tilpasning af kyst med Hejsager Strandvej – Teknisk Notat.* Lyngby : COWI, 2022.
- **2021.** *Vores Kyst: Hejsager og Kelstrup Strand samt Blokhusskoven – Udfordringer med vand – Løsningsforslag.* Lyngby : COWI, 2021.
- DMI. 2022.** *DMI KLIMAATLAS.* København : <https://www.dmi.dk/klima-atlas/data-i-klima-atlas/>, 2022.
- DTU_Space. 2016.** *Klimatilpasning og detaljerede højdedata.* København : Kort&Matrikelstyrelsen, Miljøministeriet, 2016.
- IPCC. 2022.** *AR6 Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability.* Intergovernmental panel on Climate Change : [ipcc.ch/report/ar6/wg2](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/), 2022.
- KDI. 2019.** *Højvandsstatistikker 2017.* Lemvig : Kystdirektoratet, Miljø- og Fødevareministeriet, 2019.
- Klimatilpasning.dk. 2022.** *Videnshub for klimatilpasning fra en række ministerier, styrelser og organisationer.* Odense C : Miljøministeriet, 2022.
- KU - Aagaard T., Nielsen N. & Nielsen J. 2007.** *Kystmorfologi.* København : Københavns Universitet, 2007.
- Kystdirektoratet. 2022.** *Kystdirektoratets udtalelse til kommunalt fællesprojekt - Vores Kyst jf. §2, stk 1.* Lemvig : Kystdirektoratet, 2022. J.nr. 22/19852-3.
- Miljøstyrelsen. 2022.** *Råstofindvinding på havet.* København : <https://miljoegis.mim.dk/cbkort?profile=miljoegis-raastofferhavet>, 2022.
- SDFI. 2018.** *Højdekortlægning i Danmark med flybåren LiDAR.* København : Styrelsen for Dataforsyning og Infrastruktur - Datafordeleren DTM, 2018.