

JUNI 2020
KØBENHAVNS OG HVIDOVRE KOMMUNER

STORMFLODSSIKRING MOD SYD - UDVALGTE LØSNINGER

SAMLERAPPORT



COWI

JUNI 2020
KØBENHAVNS OG HVIDOVRE KOMMUNER

STORMFLODSSIKRING MOD SYD - UDVALGTE LØSNINGER

SAMPLERAPPORT



PROJEKTNR.

A133883

DOKUMENTNR.

A133883-002

VERSION

2.3

UDGIVELSESDATO

2020-09-30

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

JJU, HSV, ABH

KONTROLLERET

JIJ

GODKENDT

UKJ

INDHOLD

| | | |
|-----|--------------------------------------|----|
| 1 | Baggrund | 7 |
| 2 | Formål, forudsætninger og ide | 8 |
| 3 | Resumé | 12 |
| 3.1 | Økonomi | 13 |
| 3.2 | Teknik | 15 |
| 3.3 | Natur | 16 |
| 3.4 | Samlet vurdering og anbefaling | 17 |
| 3.5 | Nødvendige supplerende undersøgelser | 19 |
| 4 | De tre helhedsløsninger | 20 |
| 5 | Løsning Nord | 23 |
| 5.1 | Hovedidé for løsning Nord | 23 |
| 5.2 | Elementerne i løsning Nord | 23 |
| 5.3 | Pris, drift og vedligehold | 25 |
| 5.4 | Vurdering af løsning Nord | 26 |
| 6 | Løsning Midt | 33 |
| 6.1 | Hovedidé for løsning Midt | 33 |
| 6.2 | Elementerne i løsning Midt | 33 |
| 6.3 | Pris, drift og vedligehold | 35 |
| 6.4 | Vurdering af løsning Midt | 39 |
| 7 | Løsning Syd | 47 |
| 7.1 | Hovedidé for løsning Syd | 47 |
| 7.2 | Elementerne i løsning Syd | 47 |
| 7.3 | Pris, drift og vedligehold | 50 |
| 7.4 | Vurdering af løsning Syd | 52 |

| | | |
|------|---|----|
| 8 | Sammenligning af løsninger | 59 |
| 8.1 | Økonomi | 59 |
| 8.2 | Teknik | 60 |
| 8.3 | Natur | 60 |
| 9 | Anbefaling | 62 |
| 10 | Videre undersøgelser og aktiviteter | 63 |
| 10.1 | Strømnings- og sedimentforhold | 63 |
| 10.2 | Habitat/Biotopvurdering, nu og i fremtiden | 66 |
| 10.3 | Behov og krav for besejling | 68 |
| 10.4 | Juridisk vurdering af mulighederne | 68 |
| 10.5 | Detaljerings af tekniske muligheder og økonomi. | 69 |
| 11 | Egnethed af porttyper | 70 |

1 Baggrund

Hvidovre Kommune og Københavns Kommune har igangsat et tværkommunalt samarbejde hen mod at etablere en løsning, der skal forhindre oversvømmelser i kommunerne, når vandet stiger ved stormflod fra syd. Nærværende del af opgaven går ud på at identificere mulige løsningsprincipper og placeringer af en sikringsløsning i Kalveboderne, herunder en overordnet miljømæssig konsekvensvurdering for at identificere løsninger med mindst mulig indvirkning på Natura 2000 udpegningsgrundlaget.

Opgaverne indgår i et modningsprojekt, hvor der tages fat på at konkretisere de tiltag, som kommunerne har vedtaget om stormflodssikring. Modningsprojektet skal være med til at kvalificere beslutningsgrundlaget for senere at arbejde med forslag til en fysisk stormflodssikring. Det vil kræve afklaring af en række forhold, der sætter rammen for forslag til en fysisk sikring.

Projektet modtager støtte under et partnerskab, "Byerne og det stigende havvand", mellem Realdania og Miljø- og Fødevareministeriet. Begge kommuner har under deres forhandlinger om budget 20 afsat midler til projektet.

Nærværende rapport omhandler udvalgte helhedsløsninger, der kan arbejdes videre med, ud fra de under dette projekt afrapporterede fordele og ulemper ved de udvalgte helhedsløsninger med hensyn til **tekniske, miljømæssige og marine forhold**. Desuden er angivet de undersøgelser, der bør iværksættes for at give bedre informationer og vurderinger af de forhold, der har stor betydning for realiserbarheden af de umiddelbart mest attraktive helhedsløsninger.

Denne rapport er således baseret dels på de baggrundsinformationer, indledende screeninger af muligheder, udredninger og vurderinger, der er beskrevet i "Stormflodssikring mod syd – Basis og muligheder" fra april 2020, og dels baseret på de ved workshoppen d. 22. april 2020, udvalgte løsninger og muligheder samt identificerede største barrierer og udfordringer for realiserbarheden af disse helhedsløsninger.

2 Formål, forudsætninger og ide

Der blev onsdag d. 22. april 2020, afholdt en indledende workshop om stormflodssikring mod syd. Fokus var en drøftelse af muligheder for placering af spærringer, typer af spærringer og typer af porte, samt vurder de fordele og ulemper, der er forbundet med de enkelte muligheder og kombinationer af muligheder. Udgangspunktet for drøftelserne var et udkast til basisrapporten "Stormflodssikring mod syd – basis og muligheder, april 2020". Der blev ved workshoppen fokuseret særlig meget på realiserbarheden ud fra et natur- og økonomisynspunkt, uden at dette dog var hindrende for mere visionære ideer til helhedsløsninger, der på sigt kan skabe merværdi i området, både naturmæssigt, rekreativt og funktionelt.

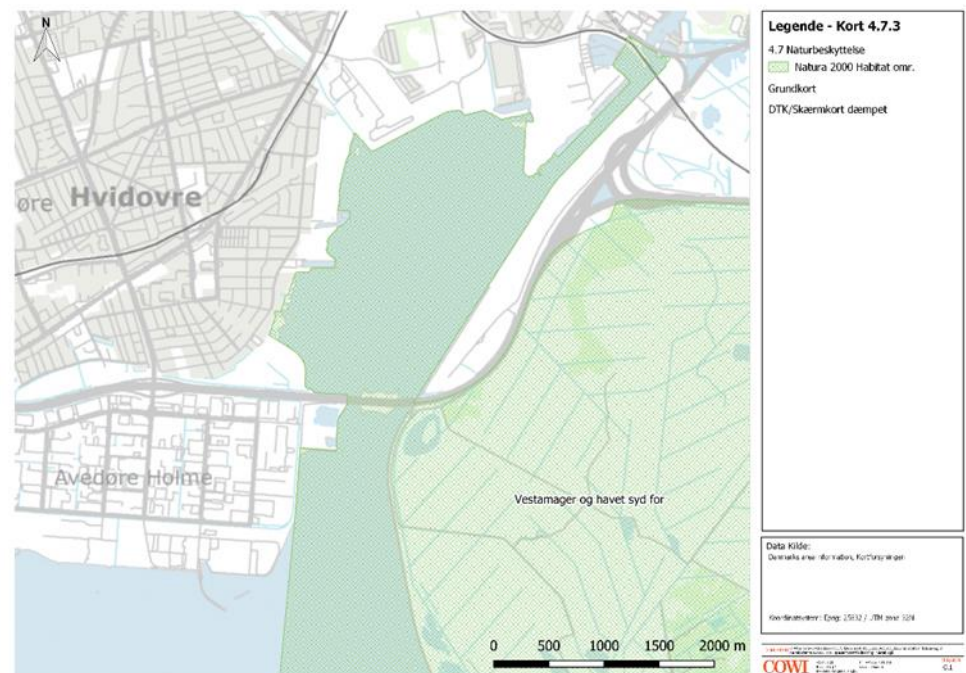
Drøftelserne ved workshoppen mundede ud i en foreløbig anbefaling af tre koncepter, som favoritter til de videre overvejelser om en samlet løsning for stormflodssikringen mod syd. Løsningerne er beskrevet i de følgende afsnit. Disse tre løsningsforslag udgør grundlaget for denne overordnede analyse af fordele og ulemper samt forventelige anlægsomkostninger.

De tre forslag til placeringer af spærringer og porte opfylder alle kravet om en robust og sikker beskyttelse mod et højvande til kote 5,00 meter (DVR90) plus et bølgetillæg på 1-1,65 meter afhængig af placeringen af spærringen. Forslagene spænder fra korte og mere tekniske anlæg til større naturbaserede anlæg udformet som et "naturligt" fladt dige eller en sammenhængende ø-struktur. Alle forslag kan udformes med strand eller strandeng, så de tilføjer ny natur og rekreative områder. Løsninger med smalle porte af typen skydeporte eller sidehængslede porte vil kunne indgå som en del af en fremtidig slusekonstruktion, mens meget brede port vil kræve omfattende ombygning ved en permanent lukning på grund af fremtidig høj havvandsstand.

Alle tre løsninger sikrer fri gennemsejling til Kalveboderne i hverdagsituationen.

En af de største udfordringer er, at anlæggene i vid udstrækning er placeret i et Natura 2000-område og fredede områder. Se Figur 2-1. Derfor vil

Alle tre favorit løsninger går på tværs af Natura 2000-området.



Figur 2-1 Natura 2000 habitat- og fuglebeskyttelsesområde. Fuglebeskyttelsesområde nr. F111 samt habitatområde nr. H127.

Området er på grundlag af forekomsten af naturtyper og registrerede levesteder for en række fugle udpeget som fuglebeskyttelsesområde (nr. F111) samt habitatområde (nr. H127). Det betyder at disse naturtyper ikke må forringes og levevilkårene for de registrerede fuglearter må ikke forringes/påvirkes væsentligt. Udgangspunktet for placering af løsninger og valget af tekniske løsninger er derfor, at en stormflodsbarriere på tværs af Kalveboderne eller syd for Motorvejsbroen vil påvirke Natura 2000-området mere eller mindre.

Konflikten mellem Natura 2000 og konstruktion af dæmninger og porte, består dels i at der placeres tekniske anlæg i området, og dels i at disse anlæg evt. kan medføre at de naturforhold, der lå til grund for udpegningen til Natura 2000, forringes i dele af området. Dette kan f.eks. skyldes at strømningsforholdene og vandudskiftningen ændres, så dele af området skifter karakter med øget sedimentation og mere stillestående vand.

Derfor skal der gennemføres en konsekvensvurdering efter habitatbekendtgørelsens § 4. I denne vurdering må der gerne inddrages evt. kompenserende tiltag for påvirkningen. Konsekvensvurderingen forventes at munde ud i en konklusion, der ikke kan udelukke en væsentlig påvirkning af Natura 2000-området, hvorfor det forventes, at der skal iværksættes en fravigelsesprocedure efter habitatbekendtgørelsens § 6. Fravigelsesproceduren skal indeholde en systematisk og struktureret kortlægning og en vurdering af alternative løsninger til det ansøgte projekt. Det er Miljø- og fødevarerministeren, der skal godkende fravigelsen og sende den til orientering i EU. Det berørte vandområde kan eventuelt vise sig at indeholde prioriterede arter eller prioriterede naturtyper, hvorfor projektet eventuelt efter behandling i Miljøstyrelsen skal accepteres/godkendes i EU, hvis det ikke kan vises, at disse arter ikke påvirkes negativt.

Hensigtsmæssig udformning af løsningerne vil kunne tilføre området yderligere naturkvaliteter og habitater, hvilket muligvis vil kunne føre til, at løsningen samlet set kan gennemføres uden en væsentlig negativ påvirkning af Natura 2000-området, men blot med en let ændret natursammensætning.

Ved workshopen blev der også foretaget fravalg af løsninger til spærringer, porttyper og samlede forslag. Det væsentligste fravalg gælder forslaget om en spærring langs hele kysten, se Figur 2-2. De vigtigste argumenter for dette fravalg er beskrevet i det følgende.



Figur 2-2 Overvejede løsninger med dige/dæmning/mur langs eller på kysten langs Kalveboderne og porte for mulighed for lukning ved Harrestrup Å og Københavns Havn.

Spærringer langs hele kyststrækningen, enten på land eller i vandet ved kystlinjen, er ikke fundet hensigtsmæssig i forhold til de øvrige løsninger, da det vil give en meget lang og meget dyr løsning, som vil medføre meget store administrative og myndighedsmæssige udfordringer, ligesom der skal købes en del arealer. I løbet af de kommende 100 år forventes havvandsstanden at være steget næsten en meter, hvilket betyder at der ved denne løsning vil ske en stigning i grundvandstrykket i de kystnære lavtliggende områder i Hvidovre og København. Dette vil påvirke stabiliteten af bygninger og infrastruktur i disse områder. I den fremtidige situation skal vandet fra Harrestrup Å (og evt. fra Gåsebækrenden) pumpes ud, medmindre der accepteres diger langs åen og øget grundvandstryk ved bygninger og infrastruktur langs den nedre del af åen.

Hele konstruktionen vil ligge delvis i og delvis langs Natura 2000-området. Dette er mest kritisk på Sjællandssiden, hvor den ca. 6 meter høje barriere vil ligge i delvis fredet og Natura 2000-område på en ca. 8 km lang strækning. Det er nok mindre kritisk på Amagersiden, hvor der kun skal ske en beskedent forhøjning af det eksisterende dige mod Kalveboderne på en ca. 4 km lang strækning som ligger udenfor Natura 2000-området.

Højden på diget vil betyde, at der ikke længere vil være udsigt over Kalveboderne fra boliger eller rekreative arealer langs kysten på Sjællandssiden.

3 Resumé

Denne rapport omfatter resultaterne af en overordnet undersøgelse af **tekniske, miljømæssige og marine forhold** for tre hovedløsninger til sikring mod stormflod svarende til en 2.000 års stormflod, som den forventes i år 2050 ud fra 84-percentilen baseret på Naturstyrelsens rapport "Analyse af IPCC delrapport 2 – Effekter, klimatilpasning og sårbarhed" fra 2014 med reference til det danske Centre for Regional Change in the Earth System (CRES) og den seneste opdaterede højvandsstatistik, som indeholder meget gamle historiske stormfloder. De seneste vurderinger for Københavns Kommune har været baseret på en 1.000 års stormflod i år 2100, vurderet som medianværdien og en havvandsstigning på 1 meter i perioden 1990-2100. Ved Kalvebod Broerne regnes i denne undersøgelse med en stormflodskote på 5 meter (DVR90) og et bølgetillæg på 1,65 meter for at begrænse overskyl; i alt en kronekote for konstruktionerne på 6,65 meter (DVR90) ved Kalvebod Broerne, mod $4,5+1,5=6,0$ meter ved de seneste undersøgelser for Københavns Kommune, hvis der indregnes bølgetillæg.

Alle tre løsninger krydser sejlrenden til Kalveboderne, Kalvebodløbet, samt Natura 2000-området mellem Amager og Sjælland. Det betyder, at der skal gennemføres en fravigelsesprocedure, for at der eventuelt kan dispenseres fra de strikse restriktioner om naturbeskyttelse, som Natura 2000 omfatter. Alle tre løsninger sikrer fri gennemsejling til Kalveboderne i hverdagsituationen og de tilstræbes udformet, så der opnås forbedringer i naturtilstanden.

Løsninger med smalle porte af typen skydeporte eller sidehængslede porte vil kunne indgå som en del af en fremtidig slusekonstruktion, mens meget brede port vil kræve omfattende ombygning ved en permanent lukning på grund af fremtidig høj havvandsstand.

De tre hovedløsninger med varianter er nærmere beskrevet i individuelle afsnit fra Afsnit 5 til Afsnit 7. Den overordnede placering af anlæggene til stormflodsikring er vist på Figur 3-1.



Figur 3-1 Princip for placering af dæmninger og porte ved de tre hovedløsninger.

De to nordligste løsninger er undersøgt for en udformning som en traditionel dæmning med forholdsvis stejle skråninger samt en udformning som et dige med meget flade skråninger suppleret med strand mod syd og eng mod nord. Midt løsningen, tæt ved Kalvebod Broerne, er også vurderet for tre forskellige størrelser af portåbninger.

Hovedideen bag de tre hovedløsninger er:

- Nord: Beskyttet konstruktion i Kalveboderne.
- Midt: Så kort konstruktion som muligt tæt ved et eksisterende anlæg.
- Syd: Naturbaseret rekreativ løsning med ekstra naturkvaliteter.

3.1 Økonomi

De økonomiske overslag er usikre. Dels er der kun få oplysninger til rådighed om f.eks. de funderingsmæssige forhold og mulige krav om naturkompensation og dels er alle anlægskomponenter kun vurderet konceptmæssigt, og ikke på dispositions- eller skitseniveau.

Basis anlægsoverslagene er i prisniveau medio 2020, og indeholder ud over selve entreprenørprisen også rådgivningsomkostninger til planlægning, projektering, tilsyn o.l. Der er ikke indeholdt omkostninger til forberedende supplerende undersøgelser, myndighedsbehandling eller administration.

Til brug for budgetlægning og økonomiske vurdering er de totale basis anlægsomkostninger tillagt 50% i korrektionsreserve i henhold til den statslige "Ny anlægsoverslag". Af anlægsoverslagene ses, at omkostningerne til porte udgør 70 - 90 % af omkostningerne til stormflodssikring, mens omkostningerne til dæmninger eller diger er meget beskedne, specielt ved Nord og Midt løsningen.

Den forventede levetid for dæmninger/diger og sidekonstruktioner for portene er 100 år under forudsætning af regelmæssig mindre vedligeholdelse. Levetiden er også 100 år for selve portene under forudsætning af regelmæssig vedligeholdelse, f.eks. udskiftning af anoder og anden korrosionsbeskyttelse.

De gennemsnitlige forventede årlig omkostning til drift og vedligeholdelse er baseret på erfaring for denne type konstruktioner og vurderet til ca. 2% af den samlede budgetterede anlægsomkostning. Denne drift og vedligeholdelse omfatter alle nødvendige tekniske vedligeholdelser og løbende udskiftning af alle mekaniske sliddele og el, løbende korrosionsbeskyttelse samt jævnlige hovedreparationer af portene, ligesom der er indeholdt regelmæssig afprøvning af portenes funktionalitet og fjernelse af sedimenter, der ville kunne forhindre portene i at være operationelle i forbindelse med stormflod.

Anlægsperioden for dæmninger/diger og porte ansås til 2-5 år afhængig af levetid af fyld og efterfølgende sætninger.

| | | Basis anlægsoverslag | | | Total overslag | D&V |
|----------------------|-------|----------------------|---------|---------|--|-----------------------|
| | | Dæmning/ Diger | Porte | Total | Basis + 50% Korrektions- reserve | Drift+ vedligehold |
| Spærring | Porte | mio.kr. | mio.kr. | mio.kr. | mio.kr. | mio.kr./år |
| Nord: | | | | | | |
| Alm. dæmning | 1x70m | 87 | 676 | 763 | 1.145 | 23 |
| Dige m. strand/eng | 1x70m | 175 | 676 | 851 | 1.277 | 26 |
| Midt: | | | | | | |
| Alm. dæmning | 2x70m | 38 | 1.351 | 1.389 | 2.084 | 42 |
| Alm. dæmning | 1x70m | 45 | 676 | 721 | 1.082 | 22 |
| Alm. dæmning | 1x30m | 50 | 339 | 389 | 584 | 12 |
| Dige m. strand/eng | 2x70m | 74 | 1.351 | 1.425 | 2.138 | 43 |
| Dige m. strand/eng | 1x70m | 89 | 676 | 765 | 1.148 | 23 |
| Dige m. strand/eng | 1x30m | 101 | 339 | 440 | 660 | 13 |
| Syd: | | | | | | |
| Øer m. strand/eng | 1x70m | 367 | 676 | 1.043 | 1.565 | 31 |
| Få øer m. strand/eng | 1x70m | 267 | 676 | 943 | 1.415 | 28 |

Tabel 3-1 **Basis anlægsoverslag** for hovedkomponenterne i tre løsninger og alternative udformninger, samt **totalt overslag** svarende til basisoverslaget plus 50% korrektionsreserve iht. statens "ny anlægsoverslag". Langt den største del af anlægsomkostningerne knytter sig til portene og er afhængig af valgte antal og bredde. Hvorvidt der i øvrigt vælges en spærring bestående af diger, øer, eller dæmninger har mindre at sige, forudsat at der ikke skal iværksættes særlige tiltag f.eks. kompenserende foranstaltninger som følge af krav i medfør af Natura 2000 m.v.

3.2 Teknik

Dæmningerne og digerne er designet til at kunne modstå de forventede påvirkninger fra stormflod og de daglige påvirkninger fra havet under skiftende vejrforhold. Der er således ikke nogen reel forskel i dæmningernes og digernes robusthed og sikkerhed overfor brud eller kollaps. Diger og øer i Køge Bugt, som i Syd løsningen, vil godt nok blive hårdere udsat for bølger mv. end en beskyttet dæmning inde i Kalveboderne, som i Nord løsningen, men det er der taget højde for i designet, så løsninger burde være ligeværdige mht. sikkerhed. Fordelen ved de flade diger med forstrand er, at bølgerne mister deres kraft på vej ind, hvilket reducerer behovet for stenforstærkning langs foden af diget. Dette vil give et mere naturvenligt udseende, uden det går ud over sikkerheden.

Portåbningerne, som udgør den klart dyreste og mest komplicerede og sårbare konstruktion, er ikke designet og prissat som en bestemt type port. I stedet er der skønnet en gennemsnitspris for de porttyper, det vil være mest relevant at anvende. Nogle porttyper er på forhånd udelukket, fordi de ikke giver fri gennemsejlingshøjde, eller fordi de ikke kan modstå så stort et vandtryk, som forventes ved højvande til kote 5 m (DVR90) plus bølgepåvirkning. Teknisk set kan flere typer porte anvendes. Endeligt valg afhænger af de specifikke ønsker om synlighed, funktionalitet, drift, vedligeholdelse og driftssikkerhed samt eventuel anvendelse som sluse i fremtiden. Umiddelbart kan peges på skydeporte som en oplagt mulighed, da de er forholdsvis enkle og diskrete i naturen, men kræver en del areal til en "tørdok" på land, når de ikke er i brug. Skydeporten kan også anvendes som del af en sluse. Se en oversigt og vurdering af porttyper i afsnit 11.

Der opereres her med to bredder af porte: 70 og 30 meter.

70 meter svarer til bredden af de eksisterende dybe render i Sorterende og Kalvebodløbet, mens 30 meter svarer til en acceptabel bredde for at kunne opretholde en dobbeltrettet sejlads med lystfartøjer. Til sammenligning er åbningsbredden for Knippels Bro, Langebro og Bryggebroen er 35 meter mens åbningen under Sjællandsbroen kun er 16 meter. Endelig bredde af åbningerne/portene vil afhænge af de senere undersøgelser af ønskerne til funktion af åbningerne og hensynet til naturværdier.

Porte af typen skydeporte eller sidehængte porte, svarende til traditionelle sluseporte, vil kunne anvendes som en del af en fremtidig slusekonstruktion. Bredden af porten bør dog ikke være større end 30 meter, da større bredder vil give et meget stort og bekosteligt slusekammer og ekstra sluseport, ligesom det vil tage lang tid ved hver åbning og lukning ved transport af lystbåde gennem slusen. Der skal regnes med meget omfattende anlægsarbejder ved en fremtidig ændring fra en enkelt højvands-port til en egentlig slusekonstruktion med to porte og tæt støbt slusekammer mellem portene.

3.3 Natur

Samlet vurdering af naturpåvirkningen

For alle de tre løsninger, der er belyst, vil der være tale om (betydelig) beslaglæggelse af havbunden til dæmningerne eller fundamenter til portløsninger. Arealbeslaglæggelsen af havbunden og de deraf afledte påvirkninger for vegetation, bundlevende organismer og dermed fødegrundlaget for fugle på udpegningsgrundlaget karakteriseres som en væsentlig påvirkning af Natura 2000-området.

Den mindste arealmæssige beslaglæggelse af areal indeni Natura 2000-området vil være løsning Midt. For de to øvrige løsninger er der tale om væsentligt mere omfangsrige arealbeslaglæggelser. For løsning Syd gælder, at den delvis kompenserer for arealbeslaglæggelse af havbund gennem etablering af terrestrisk natur på de etablerede øer. Samtidig rummer løsning Syd en mulighed for at dele af diget langs Vestamager, der er beliggende nord for landfæstet af løsning Syd på Amagers kyst kan nedrives og dermed genskabe en visuel og funktionel forbindelse mellem Vestamagers naturområde og vandområdet i Kalveboderne og Kalvebodløbet.

For alle tre løsninger gælder at konsekvenserne af de anførte påvirkninger er, at der skal gennemføres en konsekvensvurdering efter habitatbekendtgørelsens¹ § 4. I denne vurdering må der gerne inddrages evt. kompenserende tiltag for påvirkningen. Der ses umiddelbart ikke at være nogen nærliggende mulighed for at kompensere for arealtabet i vandområdet i nærheden. Konsekvensvurderingen forventes at munde ud i en konklusion, der ikke kan udelukkes en væsentlig påvirkning af Natura 2000-området.

Såfremt projekterne ønskes gennemført på baggrund af den gennemførte konsekvensvurdering må det forventes, at der skal iværksættes en fravigelsesprocedure efter habitatbekendtgørelsens § 6.

I forbindelse med iværksættelsen af fravigelsesproceduren skal der gennemføres en systematisk og struktureret kortlægning og vurdering af alternative løsninger til det ansøgte projekt. I den forbindelse kan basisrapporten, der er udarbejdet i starten af dette projekt, være en væsentlig dokumentation af de alternativer, der har været undersøgt. De pågældende alternativer eller udvalgte dele af disse bør dog ligeledes analyseres konkret i relation til deres påvirkning af Natura 2000-området.

Det er vurderingen, at projektet som udgangspunkt vil kunne tillades efter fravigelsesproceduren, dog med den modifikation at både løsning Midt og Syd formentlig vil være bedre forenelige med Natura 2000-områdets behov.

¹ Bekendtgørelse 1062 om administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter for så vidt angår kystbeskyttelsesforanstaltninger samt etablering og udvidelse af visse anlæg på søterritoriet af 21. august 2018.

Det er Miljø- og fødevarerministeriet, der i sidste ende skal give tilladelsen til fravigelsesproceduren, hvorfor denne del af myndighedsbehandlingen bør foregå i tæt dialog med Miljøstyrelsen. Det er Miljø- og fødevarerministeren, der skal godkende fravigelsen og sende den til orientering i EU. Det berørte vandområde kan eventuelt vise sig at indeholde prioriterede arter eller prioriterede naturtyper, hvorfor projektet eventuelt efter behandling i Miljøstyrelsen skal accepteres/godkendes i EU, hvis det ikke kan vises, at disse arter ikke påvirkes negativt. Det vurderes at projektet under alle omstændigheder skal sendes til kommissionen til underretning.

Endelig bør det indgå i vurderingen, at der ligeledes for alle de belyste projekter skal iværksættes en dispensationsprocedure for påvirkning af miljøkvaliteten i vandområdet i overensstemmelse med reglerne i lov om Vandplanlægning, jf. lovens § 11.

3.4 Samlet vurdering og anbefaling

De tre løsningskoncepter, med alternative varianter, illustrerer spektret af de vurderede muligheder for realiserbare løsninger.

Løsningerne er noget forskellige mht. fordele og udfordringer. I nedenstående liste er angivet de væsentligste fordele og udfordringer ved de enkelte løsninger. Listen er ikke udtømmende, men fremhæver alene de væsentligste forhold ud fra de kriterier der blev lagt til grund for udvælgelsen af løsninger.

- > **Nord løsningen (i Kalveboderne).**
 - Godt beskyttet mod bølger
 - Forholdsvis kort spærring
 - Kan anlægges for 1,1-1,3 mia. kr. afhængigt af udformning
 - Robust løsning med nogen drift og vedligeholdelse
 - Kan gives et naturligt eng-/strandpræg
 - Mulighed for ny beskyttet lystbådehavn med adgang til Køge Bugt
 - Sikrer alt nord for motorvejsbroerne
 - *Væsentligste udfordringer:*
 - 850 m dæmning ligger i Natura 2000-området
 - krydsninger af naturgasledningen nord for broerne
 - sikring af vandskifte og vandcirkulation i Kalveboderne
 - tager udsyn til Køge Bugt fra Kalveboderne
- > **Midt løsningen (ved Kalvebod Broerne).**
 - Mindste fysiske indgreb i Natura 2000-området
 - To brede porte kan sikre vandskifte og vandcirkulation
 - Korteste spærring
 - Kan udføres hurtigst
 - Kan anlægges for 0,6-2,1 mia. kr. afhængigt af antal porte mv.
 - Robust løsning, lille drift og vedligeholdelse, afhængigt af antal porte
 - Ligger tæt op ad et eksisterende tekniske anlæg
 - Kan gives strandpræg mod syd
 - Beskytter Kalvebod Broerne ved stormflod
 - Kan evt. integreres som del af Skrædderholm

- Sikrer alt nord for motorvejsbroerne, samt ca. 200 meter af Kalvebod diget som ikke behøver at blive forhøjet.
- *Væsentligste udfordringer:*
 - 500 m ligger i Natura 2000-området, men tæt langs broerne
 - Vejdirektoratet ejer Skrædderholm og har planer for broerne
 - sikring af vandskifte og cirkulation i Kalveboderne ved 1 port
- > **Syd løsningen (i Køge Bugt ud for Avedøre Holme).**
 - Naturbaseret løsning som skaber ny natur mod Køge Bugt, kan evt. tilføje Natura 2000-området mere areal til de udpegede naturtyper
 - Robust, men også udsat løsning, med nogen drift og vedligeholdelse
 - Kan gives strandkarakter og rekreativ sammenhæng langs kysten
 - Stort fyldvolumen for overskudsjord
 - Beskytter Kalvebod Broerne ved stormflod
 - Sikrer alt nord for motorvejsbroerne, samt ca. 2 km af Kalvebod diget og ca. 1,8 km af Avedøre Holme, hvor digerne reelt kan fjernes.
 - *Væsentligste udfordringer:*
 - 1,5-2,5 km lang strækning i Natura 2000-området
 - ændringer af karakteren af vandområdet op mod broerne
 - sikring af vandskiftet i Kalveboderne
 - erhvervssejladts til Råhavnen skal opretholdes
 - lang anlægsperiode
 - bliver nok dyrest i anlæg (1,4-1,6 mia.kr.), men meget afhængig af valgt længde, sparede diger, værdi af jorddeponering og værdi af tilført natur.

3.4.1 Anbefaling

Ud fra en samlet **teknisk, miljømæssig og marin** vurdering anbefales Midt løsningen med to porte, evt. kun med en port, eller Syd løsningen. Type af port kan besluttes senere, ligesom konsekvenserne af forskellige principper for antal og bredde af porte bør undersøges nærmere.

Midt løsningen med to brede porte er den løsning, der bedst sikrer vandskifte og vandcirkulation i Kalveboderne og konstruktionen udgør det mindste fysiske indgreb i Natura 2000-området, - og det endda på et sted, hvor der allerede findes et stort teknisk anlæg. To brede porte gør dog løsningen til den dyreste. Undersøgelser kan evt. vise at kompenserende handlinger vil kunne reducere antal og bredde af porte og dermed reducere omkostningerne til løsningen uden det indvirker negativt på miljøet. Er det muligt at nøjes med en 30 meter bred port, bliver Midt løsningen den mindst omkostningskrævende stormflodssikring.

Syd løsningen er meget visionær og tilfører hele kyststrækningen nye naturkvaliteter og rekreative værdier, der kan integreres i udbygningen af de nye holme syd for Avedøre Holme og Amager Naturpark. Løsningen sparer eller overflødiggjør næsten 4 km dæmninger i forhold til de øvrige løsninger og kan delvis opbygges som et jorddeponi. Ulempen ved Syd løsningen er den lange anlægsperiode og det meget store fysiske anlæg i Natura 2000-området, hvilket kan give udfordringer ved myndighedsbehandlingen, selvom anlægget i sig selv tilfører nye naturtyper og naturkvaliteter. Besparelserne ved de overflødiggjorte eller sparede dæmninger og værdien af evt. genanvendelse af materialer fra disse dæmninger er ikke medtaget i de økonomiske overslag. Syd-løsningen kan

derfor ved en nærmere analyse evt. vise sig at være den økonomisk set mest attraktive løsning.

3.5 Nødvendige supplerende undersøgelser

Til brug for det videre arbejde mangler der data for bl.a. geotekniske forhold, vanddybder, naturtilstand, strømningsforhold, vandudskiftning samt vurderinger af de forskellige løsningers indflydelse på naturforhold og vandudskiftningen i Kalveboderne, dels i dag og dels i fremtiden, hvor vandstanden i havet forventes at være steget.

Det foreslås at iværksætte følgende undersøgelser:

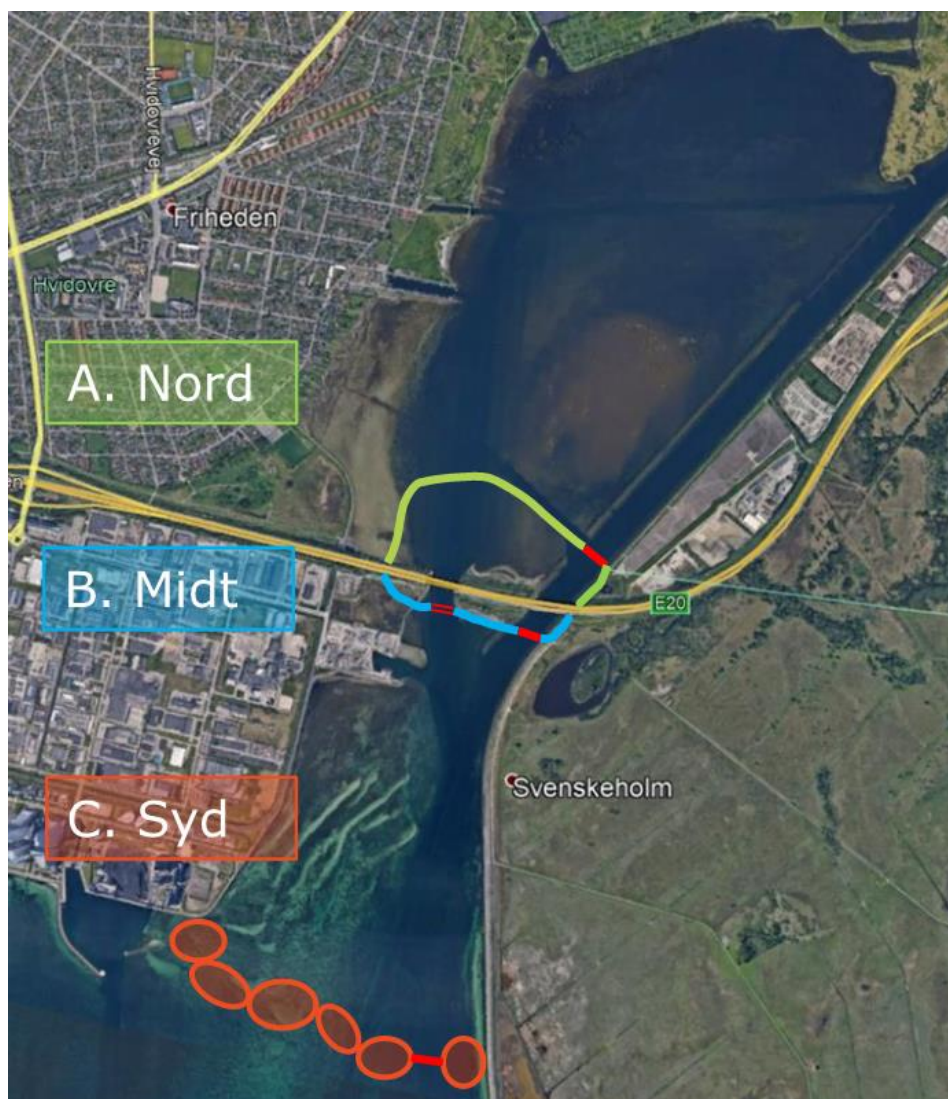
- > Opmåling af havbundens bathymetri og evt. sediment.
- > Opstilling af hydraulisk model der kan simulere forventet strømningsmønstre og vandudskiftning for en sommer- og en vintersituation og anvendes til en overordnet vurdering af vandkvalitet ved forskellige forslag til sikring mod stormflod.
- > Registrering af naturtyper, flora og fauna i området.
- > Vurdering af forventelige ændringer i naturtyper, flora og fauna ved de forskellige løsninger ved nuværende vandstand og ved fremtidig vandstand.
- > Geotekniske borer langs linjeføringen af de foretrukne løsninger.
- > Juridisk vurdering af mulighederne for at opnå tilladelse til opførelse af anlæggene til sikring mod stormflod.
- > Detaljering af de tekniske muligheder og økonomi på basis af nye informationer og mere konkretiserede skitser til spærringer og portåbninger.

4 De tre helhedsløsninger

Efter workshoppen d. 22. april 2020 blev der i samråd udvalgt tre hovedløsninger som grundlag for dette modningsprojekts indledende vurderinger af muligheder for stormflodssikring. De tre løsninger spænder fra en "skrabet", men sikker løsning, til en visionær naturbaseret løsning, som kan tilføre området ekstra natur og rekreative aktiviteter. For hver løsning kommenteres også en alternativ udformning, hvor der tilføres mere natur, strand og eng.

Alle løsninger går på tværs af Natura 2000-området og sejlrenden til Kalveboderne, Kalvebodløbet. Alle løsninger sikrer fri gennemsejling til Kalveboderne og tilstræbes udformet så der opnås forbedringer i naturtilstanden.

De tre hovedløsninger med varianter er nærmere beskrevet i individuelle afsnit fra Afsnit 5 til Afsnit 7. Den overordnede placering af anlæggene til stormflodssikring er vist på Figur 4-1.



Figur 4-1 Princip for placering af dæmninger og porte ved de tre hovedløsninger.

Hovedideen har været at finde de mest realiserbare muligheder som kan opfylde ønskerne om en sikker og robust løsning op til det ønskede sikringsniveau. Løsningerne skal samtidig opfylde kravene til naturhensyn og øvrige højt prioriterede interesser i området ved Kalveboderne.

Løsning Nord bygger på et ønske om at placere spærringen beskyttet inde i Kalveboderne og skabe mulighed for at udnytte området mellem Kalvebod Broerne og spærringen til rekreative formål med direkte adgang til Køge Bugt. Se Figur 4-2



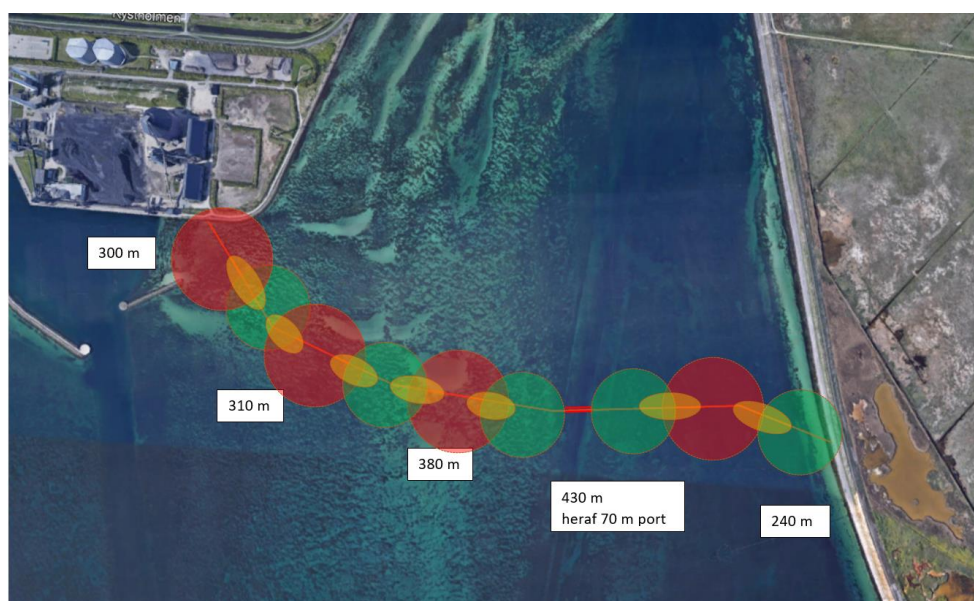
Figur 4-2 *Løsning Nord. Samlet længde på ca. 1.530 meter, heraf en portåbning på 70 meter i Kalvebodløbet, evt. suppleret med rør ved Sorterende.*

Løsning Midt bygger på et ønske om at gøre spærringen så kort og billig som muligt, på et sted, hvor der i forvejen er en stor teknisk konstruktion. Eventuelt kan Skrædderholmen anvendes som en del af stormflodssikringen i samarbejde med Vejdirektoratet som ejer øen og som kan have en interesse i at stormflodssikre motorvejsbroerne. Se Figur 4-3.



Figur 4-3 Løsning Midt. Samlet længde på ca. 710 meter, med tre alternativer for portåbninger: 1) 70 meter i både Sorterende (mod vest) og Kalvebodløbet (mod øst), 2) 70 meter i Kalvebodløbet og 3) 30 meter i Kalvebodløbet.

Løsning Syd bygger på et ønske om en naturbaseret løsning, der kan indgå hensigtsmæssigt i de planlagte holme ved Avedøre Holme, og skabe nye naturkvaliteter og rekreative områder som giver en god sammenhæng mellem Naturpark Amager og kysterne mod Køge Bugt. Figur 4-4.



Figur 4-4 Løsning Syd. Samlet længde på ca. 1.660 meter, heraf en port på 70 meter ved sejlronden mod Kalveboderne. Antallet og højden af øerne kan varieres, ligesom længden og placeringen kan justeres ud fra ønsket sammenhæng med naturpark Amager og de planlagte holme. Rød = Øer med 2 meters ekstra højde. Grøn = Øer med designhøjden. Gul = Forbindelsesdæmninger med designhøjden. Alle øer har 20 meter strand mod Køge Bugt og 20 meter eng mod Kalveboderne.

5 Løsning Nord

5.1 Hovedidé for løsning Nord

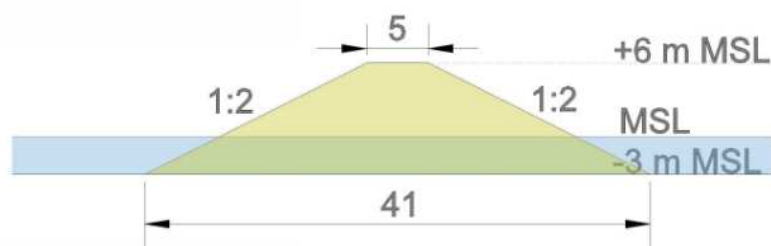
Løsning Nord bygger på et ønske om at placere spærringen beskyttet inde i Kalveboderne og skabe mulighed for at udnytte området mellem Kalvebod Broerne og spærringen til rekreative formål med direkte adgang til Køge Bugt. Se Figur 5-1. Der er umiddelbart kun foreslået en åbning til sejlads og vandudskiftning, men ved uddybning af kanalen mod Hvidovre Havn, evt. suppleret med lukkbare store rør under dæmningen ved Sorterende, forventes at der kan opnås en rimelig vandudskiftning og vandcirkulation i Kalveboderne.



Figur 5-1 Løsning Nord. Samlet længde på ca. 1.530 meter, heraf en portåbning på 70 meter i Kalvebodløbet, evt. suppleret med rør ved Sorterende.

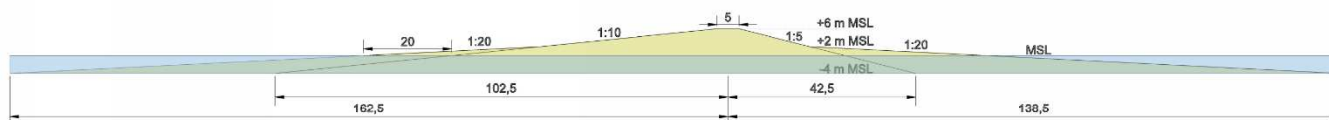
5.2 Elementerne i løsning Nord

Hovedløsningen for en stormflodssikring beliggende nord for Skrædderholmen er en dæmning inde i Kalveboderne, en sådan dæmning vil have en længde på ca. 1460 m suppleret med en 70 m port over Kalvebodløbet, og vil for at begrænse fodaftrykket have forholdsvis stejle skråninger på begge sider. Port-bredder på 70 m svarer til den nuværende bredde af den dobbelttreppede sejlrende i Kalvebodløbet. Bølgepåvirkningen er meget begrænset for denne løsning men de stejle skråninger betyder at disse skal beskyttes med sten sådan som de eksisterende beskyttelser langs Kalveboderne. I forbindelse med ekstreme højvande vil bølgerne på denne beskyttede placering være minimale og topkoten af dæmningen er +6.0 m. Et typisk forenklet tværsnit af en sådan dæmning er vist i Figur 5-2.



Figur 5-2 Forenklet tværsnit af dæmningen i hovedløsningen for Nord.

Alternativt kan stormflodssikringen udføres med diger der har en meget fladere skrånning og endvidere kan etableres med forstrande mod syd og strandenge mod nord for at øge de rekreative værdier. Selve diget kan have en hældning på 1 på 10 på den mest udsatte side mod syd og 1 på 5 mod nord. Både forstrand og strandeng har en bredde på 20 m i vandlinjen. En beskyttelse af skrånningerne med mindre sten er inkluderet for at sikre stabiliteten i forbindelse med ekstreme storme. Digerne har en topkote på +6.0 m for at sikre mod overskyl ved stormflod. En principskitse af en digeløsning er vist i Figur 5-3.



Figur 5-3 Forenklet tværsnit af dige ved løsning Nord inklusive forstrand og strandeng.

En digeløsning vil bestå af væsentlig større mængder materiale og derfor være dyrere end en løsning med en dæmning, men til gengæld vil en digeløsning falde mere naturligt ind i omgivelserne og give mulighed for rekreative aktiviteter.

En portløsning med en bredde på 70 m over Kalvebodløbets dobbelttreppede sejlrende, skal sikre fri gennemsejlingshøjde og være en permanent konstruktion for at undgå et større konstant stormflodsberedskab med tilhørende træning, øvelser osv. Der kan være flere løsninger, men de to mest relevante muligheder vurderes som en skydeport eller en horisontalt roterende port fra havbunden. Porte, der skal strække over 70 m, vil være store konstruktioner og have forskellige fordele og ulemper, men vil prismæssigt være af samme størrelse. En mere detaljeret undersøgelse af disse løsninger skal udarbejdes i forbindelse med et dispositionsforslag herunder fordele og ulemper.

En skydeport kan enten bestå af en 70 m lang port, der skydes ind fra en grav på den ene side, eller to 35 m lange porte, der skydes ind fra en grav på begge sider. Begge løsninger vil have den samme driftssikkerhed. En skydeport kræver konstruktion af en eller to grave, hvor porten befinder sig, bortset fra når der forekommer kritisk stormflod. En roterende port fra bunden vil skulle bestå af to elementer og vil derfor betyde, at Kalvebodløbet vil blive opdelt i to dele af ca. 35 m bredde.

De væsentligste forudsætninger for de beskrevne løsninger er:

- krone af dæmning/dige: +6.0 m
- sparsom information om vanddybder i området
- almindelige geotekniske forhold der ikke kræver fjernelse af store mængder jord eller brug af lange pæle
- begrænsede krav til besejling i anlægsfasen hvilket kan resultere i specielle tiltag
- begrænsede miljøforanstaltninger i forbindelse med både anlægsfasen og brugsfasen
- porte uden specielle krav til funktion eller vedligeholdelse

5.3 Pris, drift og vedligehold

Et overslag for anlægsomkostninger fordelt på hovedkomponenter er vist i Tabel 5-1 for hovedløsning Nord bestående af dæmninger og i Tabel 5-2 for den Alternative løsning med diger. Priserne er baseret på ovenstående forudsætninger og indeholder rådgivningsomkostninger til planlægning, projektering, tilsyn o.l.

Tabel 5-1 *Prisoverslag for Hovedløsning Nord*

| Hovedkomponenter | Længde | Prisoverslag ekskl. moms |
|------------------------------|-----------|--------------------------|
| Dæmninger | 1460 m | 87 mio. kr. |
| Port plus sidekonstruktioner | 70 m port | 676 mio. kr. |
| Basisoverslag | | 763 mio. kr. |
| 50% korrektionsreserve | | 382 mio. kr. |
| Total | | 1145 mio. kr. |

Tabel 5-2 Prisoverslag for Alternativ løsning Nord

| Hovedkomponenter | Længde | Prisoverslag ekskl. moms |
|------------------------------|-----------|--------------------------|
| Diger | 1460 m | 175 mio. kr. |
| Port plus sidekonstruktioner | 70 m port | 676 mio. kr. |
| Basisoverslag | | 851 mio. kr. |
| 50% korrektionsreserve | | 426 mio. kr. |
| Total | | 1277 mio. kr. |

For Hovedløsningen er prisen for dæmningerne ca. 10% af den totale pris, mens digernes andel af den totale pris er ca. 20% for den Alternative løsning. Den Alternative løsning med diger som stormsikring vil have en merpris på 132 mio. kr. i forhold til Hovedløsningen med dæmninger.

Den forventede levetid for dæmninger/diger og sidekonstruktioner for portene er 100 år under forudsætning af regelmæssig mindre vedligeholdelse. Levetiden er også 100 år for selve portene under forudsætning af regelmæssig vedligeholdelse, f.eks. udskiftning af anoder og anden korrosionsbeskyttelse.

De gennemsnitlige forventede årlig omkostning til drift og vedligeholdelse er baseret på erfaring for denne type konstruktioner og vurderet til ca. 2% af den samlede anlægsomkostning. Denne drift og vedligeholdelse omfatter alle nødvendige tekniske vedligeholdelser og løbende udskiftning af alle mekaniske sliddele og el, løbende korrosionsbeskyttelse samt jævnlige hovedreparationer af portene, ligesom der er indeholdt regelmæssig afprøvning af portenes funktionalitet og fjernelse af sedimenter, der ville kunne forhindre portene i at være operationelle i forbindelse med stormflod.

5.4 Vurdering af løsning Nord

5.4.1 Påvirkning af naturen

Vandskifte og sediment

Der er umiddelbart kun foreslået en åbning til sejlads og vandudskiftning. Denne åbning placeres i Kalvebodløbet (mod øst), mens der ikke er foreslået en åbning ved Sorterende (mod vest).

Når tværsnittet af åbningen til Kalveboderne mod Køge Bugt mere end halveres, og reduceres til én, frem for to åbninger vil der ske en ændring af vandskiftet og vandcirkulationen i Kalveboderne. Det forventes dog, at der kan opnås en rimelig vandudskiftning og vandcirkulation i Kalveboderne, hvis der gennemføres en uddybning af kanalen mod Hvidovre Havn og Sorterende, og evt. placeres

lukbare store rør under dæmningen ved Sorterende. Størst betydning får det sandsynligvis ved de små tidevandsbetingede pulserende vandgennemstrømninger, mens de højvandsbetingede strømninger, som normalt varer flere dage og hovedsageligt med strømning mod nord, kun påvirkes i mindre grad, da det er barrierer og indsnævninger i Københavns Havn, der er bestemmende for størrelsen af vandgennemstrømningen.

Den mere koncentrerede indstrømning kan evt. trække mere sediment ind i Kalveboderne. Med den let reducerede vandcirkulation og med fremtidens øgede vanddybde, kan det forventes at der vil ske en let forøgelse af sedimentationen, specielt i det "strømdøde" område i den sydvestlige del af Kalveboderne. Supplerende aflukkelige rør ved bl.a. dæmningen over Sorterende vil kunne øge vandbevægelsen i dette område.

Når havvandsstanden med tiden stiger, øges gennemstrømningsarealet og de centrale meget lavvandede områder med vanddybder på 0,1-0,5 m, som tidligere blev kaldt Skrædderholmene, vi ikke længere have karakter af holme, som tørlægges ved kraftigt lavvande, men vil altid have en vanddybde på 1-1,5 meter. Dette vil påvirke vegetationen og livsbetingelserne for faunaen. Hvis vanddybden i fremtiden holdes kunstigt nede for at undgå gener fra grundvandstryk og hyppige oversvømmelser/port-lukninger, skal vandet pumpes ud, hvilket vil give begrænset vandudskiftning og ændring af saltholdigheden af vandet i Kalveboderne som primært vil stamme fra Harrestrup Å, medmindre der findes en måde at sikre gennemstrømning og vandudskiftning gennem Københavns Havn ved høj og lavvande.

Bilag IV-arter

Der er ingen registreringer af bilag IV-arter i projektområdet.

Natura 2000

Løsningen bygger på en arealbeslaglæggelse af dele af Natura 2000-område nr. 143 "Vestamager og havet syd for" (Figur 2-1). Natura 2000-området omfatter fuglebeskyttelsesområde F111 og Habitatområde H127. Der er særligt fokus på området som en vigtig yngle- og rastelokalitet for 15 arter af yngle- og trækfugle. Generelt vil en beslaglæggelse af et areal inde i et udpeget Natura 2000-område ikke være tilladt.

Fuglebeskyttelsesområde F111

Vestamager og havet syd for har international betydning som fuglelokalitet. Lokaliteten er derudover et særdeles vigtigt rasteområde for rovfugle og er en vigtig lokalitet for overvintrende lille skallesluger.

Fuglebeskyttelsesområdet er specielt udpeget for at beskytte den væsentlige tilstedeværelse af levesteder for ynglefuglene klyde, havterne, dværgterne, almindelig ryle og trækfugle som fiskeørn, vandrefalk og lille skallesluger. Dertil er arterne skarv, knopsvane, rørhøg, mosehornugle, rørdrum, troidand, stor skallesluger og plettet rørvagtel også på udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområdet.

Forstyrrelse i anlægsperiode:

I forbindelse med støjende aktiviteter og øget trafik i anlægsfasen kan det ikke udelukkes at rastende, fouragerende og ynglende fugle vil flygte fra Natura 2000-området. Terrestriske habitatarealer inddrages ikke, men støj i anlægsfasen må forventes at påvirke fugle fra de nærtliggende habitater f.eks. strandeng. Den samlede påvirkning afhænger af længden på anlægsperioden, men forventes at være væsentlig. Der forventes øget sedimentering i anlægsfasen, som vil påvirke bundfauna og -vegetationen negativt og dermed påvirke raste- og fourageringsområder for fuglene i området.

Arealinddragelse:

Løsning Nord har en længde på 1.530 m, heraf 70 m port, som inddrager havbunden inde i Kalveboderne. Dæmningen vil have en bredde på 40 m i vandlinjen og alt efter hældningen på dæmningsskråningen vil et tilsvarende område af havbunden inddrages. Dæmningen vil dermed inddrage lavvandede områder i Kalveboderne og indskrænke mulige raste- og fourageringsområder for fuglene i området.

Ifølge de generelle retningslinjer i indsatsprogrammet for området gælder, at der skal arbejdes for at sikre egnede levesteder for områdets arter, hvilket et område etableret som henholdsvis strandeng og/eller eng på dæmningen kan imødekomme, hvis der er tale om natur, der understøtter fuglenes levevilkår. For at kunne fungere som nye yngle- og leveområder for fuglearterne, bør menneskelig adgang begrænses for at mindske forstyrrelser og der skal yderligere tages hensyn til tilgroning, vegetationsdække og eventuelle overskylninger af reder m.m.

Fragmentering:

Dæmningen vil desuden bidrage til fragmentering af området, hvilket kan bidrage til fortrængning af fugle fra området.

Vandstrømning:

En enkelt port på 70 m vil påvirke vandstrømningen i området negativt. Kalvebodløbet er særlig vigtig under isvintre, hvor strømforholdene sikrer åbent vand selv i meget kolde perioder. Dæmningen bør suppleres af store luk-bare rør under dæmningen ved Sorterende, så en rimelig vandudskiftning og -cirkulation kan opnås i Kalveboderne. Den forventede forøgelse af sedimentation, specielt i det stillestående vandområde i den sydvestlige del af Kalveboderne, vil påvirke bundfauna og vegetation negativt og dermed også fugle i området. I sommerhalvåret kan dæmningen være kritisk for algeopblomstring og forårsage iltsvind, som har negativ effekt på fisk i området, som er fødegrundlag for nogle af arterne på udpegningsgrundlaget.

Habitatområde H127

Habitatområdet er udpeget på baggrund af ni forskellige habitatnaturtyper, hvoraf de marine habitatnaturtyper omfatter "bugt (1160)" og "sandbanke" (1110).

Arealinddragelse:

Løsning Nord påvirker kun den marine naturtype "bugt", der inddrager habitatnaturtypen med hele strækningen og bredden af dæmningen, ca. 1460 m x ca. 40 m. Store dele af havbunden i habitatnaturtypen er dækket af undervandsvegetation, især havgræs og ålegræs, som vil påvirkes væsentlig ved etablering af dæmningen.

Fragmentering:

Dæmningen vil fragmentere habitatområdet, hvilket er i strid med målsætningen om større og sammenhængende naturarealer.

Vandstrømning:

Ændret vandstrømning og sedimentation må forventes at påvirke den lavvandede bugt og bundstrukturen.

Fredninger

Kalveboderne er fredede, jf. fredningsbekendtgørelse nr. 545 af 20. maj 2012 for "Amager vildtreservat samt fredning af dele af søterritoriet". Fredningen har til formål at beskytte de natur- og kulturhistoriske værdier, der knytter sig til de lavvandede dele af søterritoriet omkring Amager samt regulere færdsel og jagt for at beskytte fuglelivet i området. Fredningen har desuden til formål at sikre overholdelse af Natura 2000-forpligtigelserne.

Fredningen betyder, at der er restriktioner på sejlads. I projektområdet er sejlads med motor udenfor sejlrende samt brætsejlads forbudt i vinterhalvåret. Løsning Nord vil kræve en dispensation fra fredningen, og anlægsarbejdet bør henlægges udenfor vinterhalvåret, hvor fugle overvintre i området.

Vandområdeplanlægningen

Kalvebodløbet indgår i vandområde 2.3 Øresund. Vandområdet er karakteriseret som stærkt modificeret, ligesom resten af Københavns Havn. De enkelte miljøkvalitetskriterier er ikke fastlagt og den samlede økologiske tilstand er moderat økologisk potentiale.

Løsningsforslag Nord vil påvirke gennemstrømning, hvilket vil øge risikoen for forringelse af miljøkvalitetskriterierne, herunder tilstanden for ålegræs, klorofyl og bundfauna. Løsningsforslaget kan dermed forhindre at området opnår godt økologisk potentiale. Der skal med stor sandsynlighed iværksættes en dispensationsansøgning efter lov om Vandplanlægnings regler, medmindre der udarbejdes en løsning der ikke vil påvirke miljøkvaliteten negativt.

Samlet vurdering af naturpåvirkningen

Der vil med løsning Nord være tale om en betydelig beslaglæggelse af havbunden til dæmningen. Arealbeslaglæggelsen af havbunden og de deraf afledte påvirkninger for vegetation, bundlevende organismer og dermed fødegrundlaget for fugle på udpegningsgrundlaget karakteriseres som en væsentlig påvirkning af Natura 2000-området.

Konsekvensen af denne påvirkning er, at der skal gennemføres en konsekvensvurdering efter habitatbekendtgørelsens² § 4. I denne vurdering må der gerne inddrages evt. kompenserende tiltag for påvirkningen. Der ses umiddelbart ikke at være nogen nærliggende mulighed for at kompensere for arealtabet i nærområderne. Konsekvensvurderingen forventes at munde ud i en konklusion, der ikke kan udelukke en væsentlig påvirkning af Natura 2000-området.

Såfremt projektet ønskes gennemført på baggrund af den gennemførte konsekvensvurdering må det forventes, at der skal iværksættes en fravigelsesprocedure efter habitatbekendtgørelsens § 6.

I forbindelse med iværksættelsen af fravigelsesproceduren skal der gennemføres en systematisk og struktureret kortlægning og vurdering af alternative løsninger til det ansøgte projekt. I den forbindelse kan basisrapporten, der er udarbejdet i starten af dette projekt, være en væsentlig dokumentation af de alternativer, der har været undersøgt. De pågældende alternativer eller udvalgte dele af disse bør dog ligeledes analyseres konkret i relation til deres påvirkning af Natura 2000-området.

Det er vurderingen, at projektet som udgangspunkt vil kunne tillades efter fravigelsesproceduren, dog med den modifikation at både løsning Midt og Syd formentlig vil være bedre forenelige med Natura 2000-områdets behov.

Det er Miljø- og fødevareministeriet, der i sidste ende skal give tilladelsen til fravigelsesproceduren, hvorfor denne del af myndighedsbehandlingen bør foregå i tæt dialog med Miljøstyrelsen. Det er Miljø- og fødevareministeren, der skal godkende fravigelsen og sende den til orientering i EU. Det berørte vandområde kan eventuelt vise sig at indeholde prioriterede arter eller prioriterede naturtyper, hvorfor projektet eventuelt efter behandling i Miljøstyrelsen skal accepteres/godkendes i EU, hvis det ikke kan vises at disse arter ikke påvirkes negativt. Det vurderes at projektet under alle omstændigheder skal sendes til kommissionen til underretning.

Der skal ligeledes iværksættes en dispensationsansøgning for så vidt angår påvirkningen af vandområdets miljøkvalitet efter lov om Vandplanlægnings regler.

5.4.2 Teknisk robusthed og sikkerhed

Dæmninger/diger er robuste konstruktioner overfor de forekommende vandstande herunder forskelle i vandstand mellem syd og nord. Portene er også robuste konstruktioner, da de vil være dimensioneret for forskellen i vandstand i forbindelse med stormflod.

² Bekendtgørelse 1062 om administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter for så vidt angår kystbeskyttelsesforanstaltninger samt etablering og udvidelse af visse anlæg på søterritoriet af 21. august 2018.

Selve porten med tilhørende sidekonstruktioner består af bevægelige elementer og skal derfor afprøves og vedligeholdes med regelmæssige tidsrum for at sikre at den kan lukke i en ekstrem situation. Omfanget af sedimentation kan påvirke lukning af porte og stille specielle krav til udformning og vedligeholdelse.

5.4.3 Synlighed og synergi med andre aktiviteter

Spærringen vil få en højde på omkring 6 meter over nuværende vandspejlsniveau. Det vil betyde, at det ikke længere vil være muligt at se Køge Bugt under motorvejsbroerne fra Kalveboderne. Til gengæld vil en del af motorvejen skjules af spærringen. Spærringen vil kunne udformes attraktivt med enge mod Kalveboderne og give en sammenhæng med de eksisterende engområder og rekreative områder langs Hvidovre Kommunes kyst mod Kalveboderne. Mod Køge Bugt kan anlægges en beskyttet strand eller evt. en beskyttet lystbådehavn, som kan suppleres med en ny lystbådehavn på sydsiden af broerne. Det vil ikke være realistisk at lave en transportkorridor over portåbningen, såfremt der ønskes fri gennemsejlingshøjde ved portåbningen.

5.4.4 Væsentligste usikkerheder

De væsentligste usikkerheder knyttet til realiserbarheden af Nord løsningen er angivet i følgende liste, som ikke er udtømmende:

- > Manglende dokumentation for konsekvenserne i forhold til Natura 2000 udpegningsgrundlaget, og en juridisk vurdering af mulighederne for at få tilladelse til anlægget.
- > Strømnings- og sedimentationsforhold (i dag med og uden etablering af løsningen og i fremtiden med og uden etablering af løsning).
- > Nuværende og forventede naturkvaliteter, flora og fauna (i dag med og uden etablering af løsningen og i fremtiden med eller uden etablering af løsningen, set i relation til udpegningsgrundlaget for Natura 2000).
- > Funktionalitet af porte og specifikke krav/ønsker til portenes funktion (placering, gennemsejling, sediment påvirkning, udformning, synlighed, areal, drift, vedligeholdelse, robusthed, sikkerhed mv.).
- > Geotekniske forhold for fundering af konstruktionerne.
- > Anlægsperiode. Hvornår og hvor længe samt påvirkning af naturen og anvendelsen af området i anlægsperioden.
- > Detaljeret information om vanddybder og strømning.
- > Konflikt ved krydsningerne af gasledningen.

- > Øvrige planer og interesser for anvendelsen af området til andre formål.
- > Mere nøjagtig prissætning for anlæg, drift og vedligeholdelse.
- > Fastlæggelse af ønsket sikringsniveau (oversvømmeshyppighed, design-år, sikkerhedsniveau (konfidensinterval), forventet havvandsstigning, bølgetillæg mv.)

5.4.5 Supplerende undersøgelser

For at afdække de væsentligste usikkerheder for realiserbarheden foreslås følgende undersøgelser relateret til Nord løsningen:

- > En juridisk vurdering af mulighederne for at få tilladelse til anlægget, ud fra nye undersøgelser af strøm, sediment og naturkonsekvenser.
- > Detaljeret modellering af strømnings- og sedimentationsforhold i dag, med og uden etablering af løsningen og i fremtiden med eller uden etablering af løsningen. Gennemføres for en typisk sommer- og vintermåned samt et ekstremt højvande fra syd.
- > Registrering af nuværende, og vurdering af forventede, naturkvaliteter, flora og fauna før og efter etablering af løsningen og i fremtiden med eller uden etablering af løsning, set i relation til udpegningsgrundlaget for Natura 2000.
- > Geotekniske undersøgelser omkring det foreløbige trace for vurdering af funderingsforholdene i området.
- > Detaljeret opmåling af havbunden og evt. sediment
- > Afdækning af konditioner og muligheder for krydsninger af gasledningen.
- > Genvurdering af ønsket sikringsniveau, eventuel faseudbygning og forberedelse til forventede forhold langt ud i fremtiden.
- > Genvurdering af udformning og dimensionering af hele anlægget med diger, forbindelsesstrukturer, porte og naturtilpasning, ud fra nye oplysninger og ønsker, for opstilling af en mere nøjagtig prissætning af anlæg, drift og vedligeholdelse.

6 Løsning Midt

6.1 Hovedidé for løsning Midt

Løsning Midt bygger på et ønske om at gøre spærringen så kort og billig som muligt, på et sted, hvor den "skader naturen mindst" fordi der i forvejen er en stor teknisk konstruktion på stedet. Eventuelt kan Skrædderholmen anvendes som en del af stormflodssikringen i samarbejde med Vejdirektoratet som ejer øen og som kan have en interesse i at stormflodssikre motorvejsbroerne. Tre løsninger er undersøgt for portåbning i både Sorterende og Kalvebodløbet samt to bredder af portåbning. Se Figur 6-1.

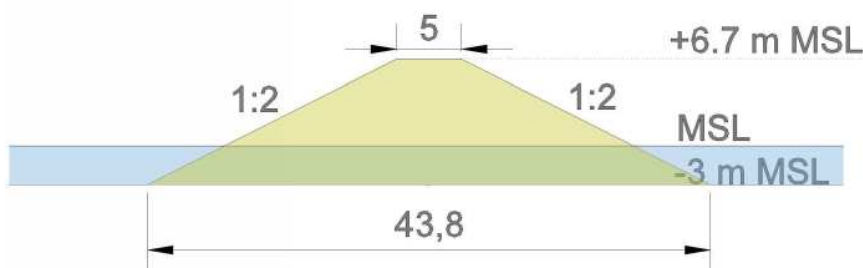


Figur 6-1 Løsning Midt. Samlet længde på ca. 710 meter, med tre alternativer for portåbninger: 1) 70 meter i både Sorterende og Kalvebodløbet, 2) 70 meter i Kalvebodløbet og 3) 30 meter i Kalvebodløbet.

6.2 Elementerne i løsning Midt

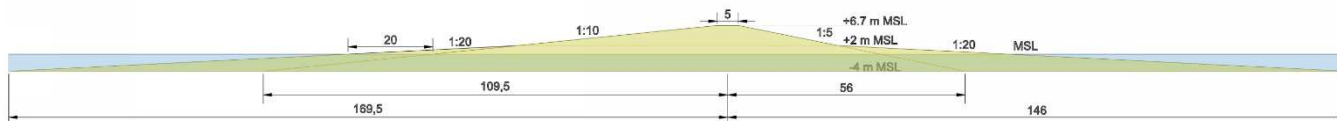
Hovedløsningen for en stormflodssikring beliggende lige syd for motorvejsbroerne er en dæmning, der krydser både Sorterende og Kalvebodløbet og løber langs den sydlige del af Skrædderholmen. En sådan dæmning vil have en samlet længde på ca. 570 til 680 m suppleret med en eller to porte (30 m eller 70 m), og vil for at begrænse fodaftrykket have forholdsvis stejle skråninger på begge sider. Port-bredden på 70 m svarer til bredden af den dobbelttreppede sejllrende i Kalvebodløbet, mens port-bredden på 30 m svarer til det, man kan nøjes med, hvis porten alene skal bruges af mindre lystfartøjer og ikke større handelsskibe som tidligere. Åbningen ved Sjællandsbroen er kun 16 meter mens åbningen ved Langebro, Knippels bro og Bryggebroen er 35 meter.

Bølgepåvirkningen er begrænset for denne løsning, men de stejle skråninger betyder at skråningerne skal beskyttes med sten på samme måde som de eksisterende beskyttelser langs Kalveboderne. I forbindelse med ekstreme højvande vil bølgerne på denne beskyttede placering være begrænsede og topkoten af dæmningen er +6.7 m. Et typisk forenklet tværsnit af en sådan dæmning er vist i Figur 6-2.



Figur 6-2 Forenklet tværsnit af dæmningen i hovedløsningen for Midt

Alternativt kan stormflodssikringen udføres med diger der har en meget fladere skråning og endvidere kan etableres med forstrande mod syd og strandenge mod nord for at øge de rekreative værdier. Selve diget kan have en hældning på 1 på 10 på den mest udsatte side mod syd og 1 på 5 mod nord. Både forstrand og strandeng har en bredde på 20 m i vandlinjen. En beskyttelse af skråningerne med mindre sten er inkluderet for at sikre stabiliteten i forbindelse med ekstreme storme. Digerne har en topkote på +6,7 m for at sikre mod overskyl ved stormflod. En principskitse af en digeløsning er vist i Figur 5-3.



Figur 6-3 Forenklet tværsnit af dige ved løsning Midt inklusive forstrand og strandeng.

På Skrædderholmen ligger motorvejen ovenpå en høj dæmning, og det vil være teknisk muligt at forbinde stormflodssikringens dæmninger/diger med denne motorvejsdæmning med fløjdæmninger/diger. Derved vil det ikke være nødvendigt at bygge en dæmning/dige på tværs af stranden langs den sydlige side af Skrædderholmen, så dette rekreative areal kan bevares. Dette vil kræve et tæt samarbejde med Vejdirektoratet.

En digeløsning vil bestå af væsentlig større mængder materiale og derfor være dyrere end en løsning med en dæmning, men til gengæld vil en digeløsning falde mere naturligt ind i omgivelserne og give mulighed for rekreative aktiviteter.

En portløsning med en bredde på 30 eller 70 m over Kalvebodløbet skal sikre fri gennemsejlingshøjde og være en permanent konstruktion for at undgå et større konstant stormflodsberedskab med tilhørende træning, øvelser osv. Tilsvarende skal en eventuel 70 m bred port over Sorterenden være en permanent konstruktion. Der kan være flere løsninger, men de to mest relevante muligheder for en port med en bredde på 70 m vurderes som en skydeport eller en horisontalt roterende port fra havbunden. Porte der skal strække over 70 m vil være store konstruktioner og have forskellige fordele og ulemper, men vil prismæssigt være

af samme størrelse uafhængig af typen af den 70 m lange konstruktion (skydeport eller horisontalt roterende port el. lign.). For en port med en mindre bredde på 30 m kan der også anvendes portlåger hængslet vertikalt og som lukker ind fra siden. En mere detaljeret undersøgelse af disse løsninger skal udarbejdes i forbindelse med et dispositionsforslag herunder fordele og ulemper.

En skydeport kan enten bestå af en 70 m lang port, der skydes ind fra en grav på den ene side, eller to 35 m lange porte, der skydes ind fra en grav på begge sider. Begge løsninger vil have den samme driftssikkerhed. En skydeport kræver konstruktion af en eller to grave hvor porten befinder sig bortset fra når der forekommer kritisk stormflod. En roterende port fra bunden vil skulle bestå af to elementer og vil derfor betyde, at Kalvebodløbet vil blive opdelt i to dele af ca. 35 m bredde. Sidekonstruktionerne for en løsning med portlåger er væsentlig mindre.

De væsentligste forudsætninger for de beskrevne løsninger er:

- krone af dæmning/dige: +6.7 m
- sparsom information om vanddybder i området
- almindelige geotekniske forhold der ikke kræver fjernelse af store mængder jord eller brug af lange pæle
- begrænsede krav til besejling i anlægsfasen hvilket kan resultere i specielle tiltag
- begrænsede miljøforanstaltninger i forbindelse med både anlægsfasen og brugsfasen
- porte uden specielle krav til funktion eller vedligeholdelse

6.3 Pris, drift og vedligehold

Et overslag for anlægsomkostninger fordelt på hovedkomponenter er vist i Tabel 6-1 for Hovedløsningen bestående af dæmninger og i Tabel 6-2 for den Alternative løsning med diger. Priserne er angivet for alle tre undersøgte portåbninger. Priserne er baseret på ovenstående forudsætninger og indeholder rådgivningsomkostninger til planlægning, projektering, tilsyn o.l.

Tabel 6-1 Prisoverslag for Hovedløsning Midt

| Hovedkomponenter | Længde | Prisoverslag ekskl. moms |
|------------------------------|--|--------------------------|
| Hovedløsning Midt 1 | | |
| Dæmninger | 570 m | 38 mio. kr. |
| Port plus sidekonstruktioner | 70 m port i Sorterende og 70 m port i Kalvebodløbet | 1351 mio. kr. |
| Basisoverslag | | 1389 mio. kr. |
| 50% korrektionsreserve | | 695 mio. kr. |
| Total | | 2084 mio. kr. |

| Hovedkomponenter | Længde | Prisoverslag ekskl. moms |
|------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Hovedløsning Midt 2 | | |
| Dæmninger | 640 m | 45 mio. kr. |
| Port plus sidekonstruktioner | 70 m port i Kalvebodløbet | 676 mio. kr. |
| Basisoverslag | | 721 mio. kr. |
| 50% korrektionsreserve | | 361 mio. kr. |
| Total | | 1082 mio. kr. |

| Hovedkomponenter | Længde | Prisoverslag ekskl. moms |
|------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Hovedløsning Midt 3 | | |
| Dæmninger | 680 m | 50 mio. kr. |
| Port plus sidekonstruktioner | 30 m port i Kalvebodløbet | 339 mio. kr. |
| Basisoverslag | | 389 mio. kr. |
| 50% korrektionsreserve | | 195 mio. kr. |
| Total | | 584 mio. kr. |

Tabel 6-2 Prisoverslag for Alternativ løsning Midt

| Hovedkomponenter | Længde | Prisoverslag ekskl. moms |
|------------------------------|---|--------------------------|
| Alternativ Midt 1 | | |
| Diger | 570 m | 74 mio. kr. |
| Port plus sidekonstruktioner | 70 m port i Sorterende og 70 m port i Kalvebodløbet | 1351 mio. kr. |
| Basisoverslag | | 1425 mio. kr. |
| 50% korrektionsreserve | | 713 mio. kr. |
| Anlægsoverslag | | 2138 mio. kr. |

| Hovedkomponenter | Længde | Prisoverslag ekskl. moms |
|------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Alternativ Midt 2 | | |
| Diger | 640 m | 89 mio. kr. |
| Port plus sidekonstruktioner | 70 m port i Kalvebodløbet | 676 mio. kr. |
| Basisoverslag | | 765 mio. kr. |
| 50% korrektionsreserve | | 383 mio. kr. |
| Total | | 1148 mio. kr. |

| Hovedkomponenter | Længde | Prisoverslag ekskl. moms |
|------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Alternativ Midt 3 | | |
| Diger | 680 m | 101 mio. kr. |
| Port plus sidekonstruktioner | 30 m port i Kalvebodløbet | 339 mio. kr. |
| Basisoverslag | | 440 mio. kr. |
| 50% korrektionsreserve | | 220 mio. kr. |
| Total | | 660 mio. kr. |

For Hovedløsningen er prisen for dæmningerne ca. 3-13% af den totale pris, mens digernes andel af den totale pris er ca. 5-20% for den Alternative løsning. Den Alternative løsning med diger som stormsikring vil have en merpris på 55 – 75 mio. kr. i forhold til Hovedløsningen med dæmninger.

Den forventede levetid for dæmninger/diger og sidekonstruktioner for portene er 100 år under forudsætning af regelmæssig mindre vedligeholdelse. Levetiden er også 100 år for selve portene under forudsætning af regelmæssig vedligeholdelse, f.eks. udskiftning af anoder og anden korrosionsbeskyttelse.

De gennemsnitlige forventede årlig omkostning til drift og vedligeholdelse er baseret på erfaring for denne type konstruktioner og vurderet til ca. 2% af den samlede anlægsomkostning. Denne drift og vedligeholdelse omfatter alle

nødvendige tekniske vedligeholdelser og løbende udskiftning af alle mekaniske sliddele og el, løbende korrosionsbeskyttelse samt jævnlige hovedreparationer af portene, ligesom der er indeholdt regelmæssig afprøvning af portenes funktionalitet og fjernelse af sedimenter, der ville kunne forhindre portene i at være operationelle i forbindelse med stormflod.

6.4 Vurdering af løsning Midt

6.4.1 Påvirkning af naturen

Vandskifte og sediment

Der er for løsning Midt undersøgt og prissat tre forslag til omfang af åbninger med porte. Omfanget af åbninger vil give forskellig påvirkning af vandskiftet og vandcirkulationen i Kalveboderne. De tre undersøgte åbninger er:

1. "Fuld åbning" med 70 m bred åbning i både Kalvebodløbet og Sorterende.
2. "En bred åbning" med 70 m bred åbning i Kalvebodløbet.
3. "En smal åbning" med 30 m bred åbning i Kalvebodløbet.

"Fuld åbning" med 70 meter bred åbning i fuld dybde i både Kalvebodløbet og Sorterende, forventes ikke at give nogen reel ændring af hverken vandudskiftning, strømningsforhold eller sedimentation i Kalveboderne. Kun helt lokalt lige ved fangedæmningerne ved portene vil der kunne ske en lille ændring af strømmingen.

"En bred åbning" med en 70 meter bred åbning i fuld dybde ved Kalvebodløbet og dæmning på tværs af Sorterende, vil give en begrænset ændring i vandudskiftningen, strømningsforhold og sedimentationen i specielt den lavvandede sydvestlige del af Kalveboderne. Ændringerne vil dog være betydelig mindre end i løsning Nord, hvor den lavvandede sydvestlige del af Kalveboderne strømmæssigt isoleres mere. Det forventes dog, at der kan opnås en rimelig vandudskiftning og vandcirkulation i Kalveboderne, hvis der gennemføres en uddybning af kanalen mod Hvidovre Havn og Sorterende, og evt. placeres luk-bare store rør under dæmningen ved Sorterende for at øge vandskiftet og vandcirkulationen i Kalveboderne. Spærringen får sandsynligvis størst betydning ved de små tidevandsbetingede pulserende vandgennemstrømninger, mens de højvandsbetingede strømninger, som normalt varer flere dage og hovedsageligt med strømning mod nord, kun påvirkes i mindre grad, da det er barrierer og indsnævninger i Københavns Havn, der er bestemmende for størrelsen af vandgennemstrømmingen.

"En smal åbning" med en 30 meter bred åbning i fuld dybde ved Kalvebodløbet har, ud over stormflodssikringen, det primære formål at skabe fri sejlads for lystfartøjer og sikre en meget robust, stabil og billig konstruktion, hvilket sker på bekostning af vandudskiftningen. Påvirkningerne af strømning, vandcirkulation og sedimentation vil være større end ved en bred åbning, men det kan ikke umiddelbart vurderes om disse ændringer vil få afgørende negativ betydning for

vandkvaliteten eller flora og fauna i Kalveboderne. Hvis der gennemføres en udbygning af kanalen mod Hvidovre Havn og Sorterende, og evt. placeres luk-bare store rør under dæmningen ved Sorterende, vil dette kunne supplere vandudskiftningen og vandcirkulationen i Kalveboderne. Også ved denne smalle åbning er det sandsynligvis de små tidevandsbetingede pulserende vandgennemstrømninger, der bliver påvirket mest, mens de højvandsbetingede strømninger, som normalt varer flere dage og hovedsageligt med strømning mod nord, kun påvirkes i mindre grad, da det er barrierer og indsnævringer i Københavns Havn, der er bestemmende for størrelsen af vandgennemstrømningen, selv ved en smal åbning ved Kalvebodløbet. Den smalle åbning vil få et åbningstværsnit på 120-130 m², hvilket er mere end dobbelt så stort som åbningstværsnittet på ca. 50 m² ved stigbordene i Københavns Havn.

For løsninger med kun en port ved Kalvebodløbet gælder, at den mere koncentrerede indstrømning evt. kan trække mere sediment ind i Kalveboderne. Med den let reducerede vandcirkulation og med den med tiden øgede vanddybde, kan det forventes at der sker øget sedimentation, specielt i det "strømdøde" område i den sydvestlige del af Kalveboderne. Supplerende aflukkelige rør ved bl.a. Sorterende vil kunne øge vandudskiftningen og vandbevægelsen i dette område.

Når havvandsstanden med tiden stiger, øges gennemstrømningsarealet og de centrale meget lavvandede områder med vanddybder på 0,1-0,5 m, som tidligere blev kaldt Skrædderholmene, vi ikke længere have karakter af holme, som tørlægges ved kraftigt lavvande, men vil altid have en vanddybde på 1-1,5 meter, medmindre de naturlige processer sikrer at de vokser med vandstandsstigningen. Dette kan påvirke vegetationen og livsbetingelserne for faunaen. Hvis vanddybden i fremtiden holdes kunstigt nede for at undgå gener fra grundvandstryk og hyppige oversvømmelser/port-lukninger, skal vandet pumpes ud, hvilket vil give begrænset vandudskiftning og ændring af saltholdigheden af vandet i Kalveboderne, som primært vil stamme fra Harrestrup Å, medmindre der findes en måde at sikre gennemstrømning og vandudskiftning gennem Københavns Havn ved høj og lavvande. Til gengæld vil de lavvandede områder og engene ved Hvidovre blive bevaret, hvis vandstanden holdes kunstigt nede i forhold til den fremtidige havvandsstand.

Bilag IV-arter

Der er ingen registreringer af bilag IV-arter i projektområdet.

Natura 2000

Løsningen bygger på en arealbeslaglæggelse af dele af Natura 2000-område nr. 143 "Vestamager og havet syd for" (Figur 2-1). Natura 2000-området omfatter fuglebeskyttelsesområde F111 og Habitatområde H127. Der er særligt fokus på området som en vigtig yngle- og rastelokalitet for 15 arter af yngle- og trækfugle. Generelt vil en beslaglæggelse af et areal inde i et udpeget Natura 2000-område ikke være tilladt.

Fuglebeskyttelsesområde F111

Vestamager og havet syd for har international betydning som fuglelokalitet. Lokaliteten er derudover et særdeles vigtigt rasteområde for rovfugle og er en vigtig lokalitet for overvintrende lille skallesluger.

Fuglebeskyttelsesområdet er specielt udpeget for at beskytte den væsentlige tilstedeværelse af levesteder for ynglefuglene klyde, havterne, dværgerterne, almindelig ryle og trækfugle som fiskeørn, vandrefalk og lille skallesluger. Dertil er arterne skarv, knopsvane, rørhøg, mosehornugle, rørdrum, troldand, stor skallesluger og plettet rørvagtel også på udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområdet.

Forstyrrelse i anlægsperiode:

I forbindelse med støjende aktiviteter og øget trafik i anlægsfasen kan det ikke udelukkes at rastende, fouragerende og ynglende fugle vil flygte fra Natura 2000-området. Terrestriske habitatarealer inddrages ikke, men støj i anlægsfasen må forventes at påvirke fugle fra de nærliggende habitater f.eks. strandeng. Den samlede påvirkning afhænger af længden på anlægsperioden, men forventes at være væsentlig. Løsning Midt anses dog for at kunne udføres hurtigst, grundet den korte strækning af dæmningen. Der forventes øget sedimentering i anlægsfasen, som vil påvirke bundfauna og -vegetationen negativt og dermed påvirke raste- og fourageringsområder for fuglene i området.

Arealinddragelse:

Løsning Midt har en længde på 710 m, heraf tre forskellige portløsninger, og er dermed den korteste dæmningsstrækning. Strækningen af dæmningen inddrager havbunden omkring Skrædderholmen, hvor der allerede finde fysisk struktur. Dæmningen vil have en bredde på 40 m i vandlinjen og alt efter hældningen på dæmningskråningen vil et større område af havbunden inddrages. Dæmningen vil dermed inddrage lavvandede områder og indskrænke mulige raste- og fourageringsområder for fuglene i området.

Ifølge de generelle retningslinjer i indsatsprogrammet for området gælder, at der skal arbejdes for at sikre egnede levesteder for områdets arter, hvilket et område etableret som henholdsvis strandeng og/eller eng på dæmningen kan imødekomme, hvis der er tale om natur, der understøtter fuglenes levevilkår. For at kunne fungere som nye yngle- og leveområder for fuglearterne, bør menneskelig adgang begrænses for at mindske forstyrrelser og der skal yderligere tages hensyn til tilgroning, vegetationsdække og eventuelle overskylninger af reder m.m.

Fragmentering:

Dæmningen vil desuden bidrage til fragmentering af området, hvilket kan bidrage til fortrængning af fugle fra området.

Vandstrømning:

Dæmningen vil påvirke vandstrømningen i området negativt. Kalvebodløbet er særlig vigtig under isvintre, hvor strømforholdene sikrer åbent vand selv i meget kolde perioder. Alt efter hvilken af de tre portløsninger, der vælges, bør dæmningen suppleres af store luk-bare rør under dæmningen ved Sorterende, så en rimelig vandudskiftning og -cirkulation kan opnås i Kalveboderne. Den

forventede forøgelse af sedimentation, specielt i det stillestående vandområde i den sydvestlige del af Kalveboderne, vil påvirke bundfauna og vegetation negativt og dermed også fugle i området. I sommerhalvåret kan dæmningen være kritisk for algeopblomstring og forårsage iltsvind, som har negativ effekt på fisk i området, som er fødegrundlag for nogle af arterne på udpegningsgrundlaget.

Habitatområde H127

Habitatområdet er udpeget på baggrund af ni forskellige habitatnaturtyper, hvoraf de marine habitatnaturtyper omfatter "bugt (1160)" og "sandbanke" (1110).

Arealinddragelse:

Løsning Midt påvirker kun den marine naturtype "bugt", der inddrager habitatnaturtypen med hele strækningen og bredden af dæmningen, ca. 710 m (inkl. porte) x ca. 45 m. Store dele af havbunden i habitatnaturtypen er dækket af undervandsvegetation, især havgræs og ålegræs, som vil påvirkes væsentlig ved etablering af dæmningen.

Fragmentering:

Dæmningen vil fragmentere habitatområdet, hvilket er i strid med målsætningen om større og sammenhængende naturarealer.

Vandstrømning:

Ændret vandstrømning og sedimentation må forventes at påvirke den lavvandede bugt og bundstrukturen. For løsning Midt er der tre alternativer til portløsninger.

Hovedløsning Midt 1 med en dæmning på ca. 570, samt to porte af hver 70 m placeret i hhv. Sorterenden og Kalvebodløbet. Løsning Midt 1 sikrer størst gennemstrømning og anses derfor som den løsning med mindst påvirkning af habitatet.

Hovedløsning Midt 2 med en dæmning på 640 m og en port af 70 i Kalvebodløbet. Portløsning Midt 2 anses som værende den næstbedste men vil medføre øget sedimentation, specielt i det stillestående vandområde i den sydvestlige del af Kalveboderne. Alt efter mængden af sedimentation vil de lavvandede områder påvirkes, herunder bundfauna og -vegetationen. Løsningen kan derfor med fordel suppleres af store luk-bare rør under dæmningen ved Sorterende, som sikrer vandudskiftning og cirkulation.

Hovedløsning Midt 3 er en dæmning på 680 m og en port på 30 m i Kalvebodløbet. Løsningen anses som havende størst negativ påvirkning og vil medføre øget sedimentation, specielt i det stillestående vandområde i den sydvestlige del af Kalveboderne. Alt efter mængden af sedimentation vil de lavvandede områder påvirkes, herunder bundfauna og -vegetationen. Løsningen kan derfor med fordel suppleres af store luk-bare rør under dæmningen ved Sorterende, som sikrer vandudskiftning og cirkulation.

Fredninger

Kalveboderne er fredede, jf. fredningsbekendtgørelse nr. 545 af 20. maj 2012 for "Amager vildtreservat samt fredning af dele af søterritoriet". Fredningen har til formål at beskytte de natur- og kulturhistoriske værdier, der knytter sig til de lavvandede dele af søterritoriet omkring Amager samt regulere færdsel og jagt for at beskytte fuglelivet i området. Fredningen har desuden til formål at sikre overholdelse af Natura 2000-forpligtelserne.

Fredningen betyder, at der er restriktioner på sejlads. I projektområdet er sejlads med motor udenfor sejlrende samt brætsejlads forbudt i vinterhalvåret. Løsning Nord vil kræve en dispensation fra fredningen, og anlægsarbejdet bør henlægges udenfor vinterhalvåret, hvor fugle overvintrer i området.

Vandområdeplanlægningen

Kalvebodløbet indgår i vandområde 2.3 Øresund. Vandområdet er karakteriseret som stærkt modificeret, ligesom resten af Københavns Havn. De enkelte miljøkvalitetskriterier er ikke fastlagt og den samlede økologiske tilstand er moderat økologisk potentiale.

Løsningsforslag Midt2 og Midt3 med kun en åbning vil påvirke gennemstrømning, hvilket vil øge risikoen for forringelse af miljøkvalitetskriterierne, herunder tilstanden for ålegræs, klorofyl og bundfauna. Løsningsforslaget kan dermed forhindre at området opnår godt økologisk potentiale. Der skal med stor sandsynlighed iværksættes en dispensationsansøgning efter lov om Vandplanlægning, medmindre der udarbejdes en løsning der ikke vil påvirke miljøkvaliteten negativt. Midt1 med to brede åbninger vil give en bedre vandudskiftning end Midt2 og Midt3, men kan stadig eventuelt være kritisk for miljøkvaliteten.

Samlet vurdering af naturpåvirkningen

Der vil med løsning Midt være tale om betydelig beslaglæggelse af havbunden til dæmningen. Arealbeslaglæggelsen af havbunden og de deraf afledte påvirkninger for vegetation, bundlevende organismer og dermed fødegrundlaget for fugle på udpegningsgrundlaget karakteriseres som en væsentlig påvirkning af Natura 2000-området.

Konsekvensen af denne påvirkning er, at der skal gennemføres en konsekvensvurdering efter habitatbekendtgørelsens³ § 4. I denne vurdering må der gerne inddrages evt. kompenserende tiltag for påvirkningen. Der ses umiddelbart ikke at være nogen nærliggende mulighed for at kompensere for arealtabet i nærområderne. Konsekvensvurderingen forventes at munde ud i en konklusion, der ikke kan udelukke en væsentlig påvirkning af Natura 2000-området.

³ Bekendtgørelse 1062 om administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter for så vidt angår kystbeskyttelsesforanstaltninger samt etablering og udvidelse af visse anlæg på søterritoriet af 21. august 2018.

Såfremt projektet ønskes gennemført på baggrund af den gennemførte konsekvensvurdering må det forventes, at der skal iværksættes en fravigelsesprocedure efter habitatbekendtgørelsens § 6.

I forbindelse med iværksættelsen af fravigelsesproceduren skal der gennemføres en systematisk og struktureret kortlægning og vurdering af alternative løsninger til det ansøgte projekt. I den forbindelse kan basisrapporten, der er udarbejdet i starten af dette projekt, være en væsentlig dokumentation af de alternativer, der har været undersøgt. De pågældende alternativer eller udvalgte dele af disse bør dog ligeledes analyseres konkret i relation til deres påvirkning af Natura 2000-området.

Det er vurderingen, at projektet som udgangspunkt vil kunne tillades efter fravigelsesproceduren.

Det er Miljø- og fødevarerministeriet, der i sidste ende skal give tilladelsen til fravigelsesproceduren, hvorfor denne del af myndighedsbehandlingen bør foregå i tæt dialog med Miljøstyrelsen. Det er Miljø- og fødevarerministeren, der skal godkende fravigelsen og sende den til orientering i EU. Det berørte vandområde kan eventuelt vise sig at indeholde prioriterede arter eller prioriterede naturtyper, hvorfor projektet eventuelt efter behandling i Miljøstyrelsen skal accepteres/godkendes i EU, hvis det ikke kan vises at disse arter ikke påvirkes negativt. Det vurderes at projektet under alle omstændigheder skal sendes til kommissionen til underretning.

6.4.2 Teknisk robusthed og sikkerhed

Dæmninger/diger er robuste konstruktioner overfor de forekommende vandstande herunder forskelle i vandstand mellem syd og nord. Portene er også robuste konstruktioner, da de vil være dimensioneret for forskellen i vandstand i forbindelse med stormflod.

Selve porten med tilhørende sidekonstruktioner består af bevægelige elementer og skal derfor afprøves og vedligeholdes med regelmæssige tidsrum for at sikre at den kan lukke i en ekstrem situation. Omfanget af sedimentation kan påvirke lukning af porte og stille specielle krav til udformning og vedligeholdelse.

6.4.3 Synlighed og synergi med andre aktiviteter

Spærringen vil få en højde på 6,7 meter. Det betyder, at det ikke længere vil være muligt at se Køge Bugt under motorvejsbroerne fra Kalveboderne. Spærringen vil ligge helt tæt ved motorvejsbroerne, og vil reelt opfattes om en integreret del af motorvejskrydsningen af Kalveboderne. Hvis Vejdirektoratet er interesseret, kan spærringen laves som en helt integreret del af motorvejskrydsningen. Spærringen vil kunne udformes attraktivt med enge mod Kalveboderne. Mod Køge Bugt kan anlægges en beskyttet strand eller evt. en ny lystbådehavn på sydsiden af broerne. Der findes allerede en transport korridor over Kalveboderne ved denne lokalitet, og denne kan ved løsningerne med kun en port udbygges til mere rekreative stier på og langs diget. Det vil ikke være realistisk at

lave en transportkorridor over portåbningen, hvis der ønskes fri gennemsejlingshøjde ved portåbningen.

6.4.4 Væsentligste usikkerheder

De væsentligste usikkerheder knyttet til realiserbarheden af Midt løsningen er angivet i følgende liste, som ikke er udtømmende:

- > Manglende dokumentation for konsekvenserne i forhold til Natura 2000 udpegningsgrundlaget, og en juridisk vurdering af mulighederne for at få tilladelse til anlægget.
- > Strømnings- og sedimentationsforhold (i dag, med eller uden, etablering af løsningen og i fremtiden, med eller uden, etablering af løsningen).
- > Nuværende og forventede naturkvaliteter, flora og fauna (i dag, med og uden etablering af løsningen, og i fremtiden, med eller uden etablering af løsning, set i relation til udpegningsgrundlaget for Natura 2000).
- > Funktionalitet af porte og specifikke krav/ønsker til portenes funktion (placering, gennemsejling, sediment påvirkning, udformning, synlighed, areal, drift, vedligeholdelse, robusthed, sikkerhed mv.).
- > Geotekniske forhold for fundering af konstruktionerne.
- > Anlægsperiode. Hvornår og hvor længe samt påvirkning af naturen og anvendelsen af området i anlægsperioden.
- > Detaljeret information om vanddybder og faktiske strømninger.
- > Øvrige planer og interesser for anvendelsen af området til andre formål. Specielt Vejdirektoratets planer, ønsker og muligheder i området.
- > Mere nøjagtig prissætning for anlæg, drift og vedligeholdelse.
- > Fastlæggelse af sikringsniveau og resulterende kronekote (oversvømmelshyppighed, design-år, sikkerhedsniveau (konfidensinterval), forventet havvandsstigning, bølgetillæg mv.).

6.4.5 Supplerende undersøgelser

For at afdække de væsentligste usikkerheder for realiserbarheden foreslås følgende undersøgelser relateret til Midt løsningen:

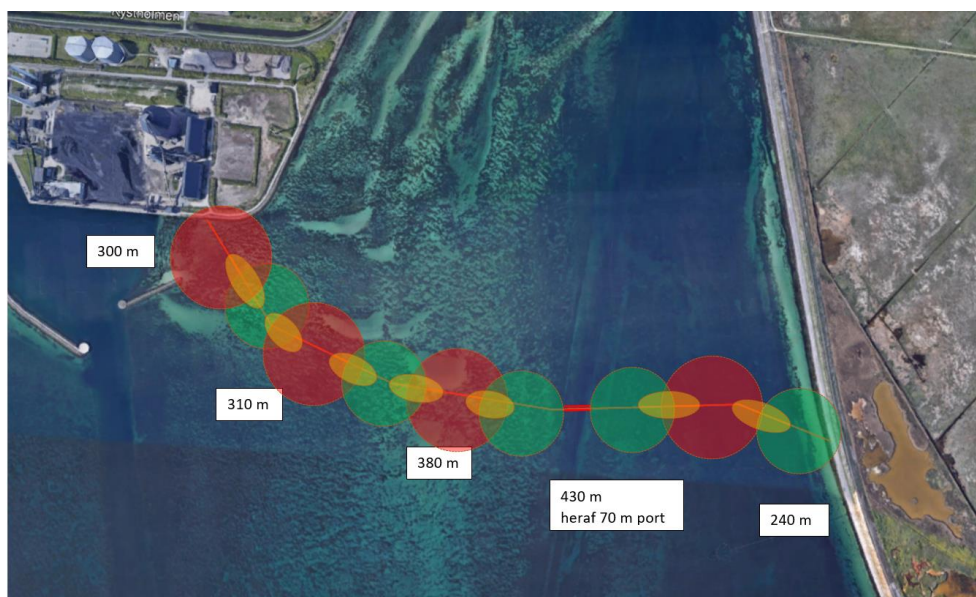
- > En uddybende juridisk vurdering af mulighederne for at få tilladelse til anlægget, ud fra nye undersøgelser af strøm, sediment og naturkonsekvenser.

- > Detaljeret modellering af strømnings- og sedimentationsforhold i dag, med og uden, etablering af løsningen og i fremtiden, med eller uden etablering af løsningen. Gennemføres for en typisk sommer- og vintermåned samt et ekstremt højvande fra syd.
- > Registrering af nuværende, og vurdering af forventede, naturkvaliteter, flora og fauna med og uden etablering af løsningen og i fremtiden med og uden etablering af løsningen, set i relation til udpegningsgrundlaget for Natura 2000.
- > Geotekniske undersøgelser omkring det foreløbige trace for vurdering af funderingsforholdene i området.
- > Detaljeret opmåling af havbunden i hele området.
- > Afdækning af konditioner og tidsplaner for besejlingsforhold til Råhavnen, og lystsejlad til Kalveboderne.
- > Genvurdering af ønsket sikringsniveau, eventuel faseudbygning og forberedelse til forventede forhold langt ud i fremtiden.
- > Genvurdering af udformning og dimensionering af hele anlægget med diger, forbindelsesstrukturer, porte og naturtilpasning, ud fra nye oplysninger og ønsker, for opstilling af en mere nøjagtig prissætning af anlæg, drift og vedligeholdelse.

7 Løsning Syd

7.1 Hovedidé for løsning Syd

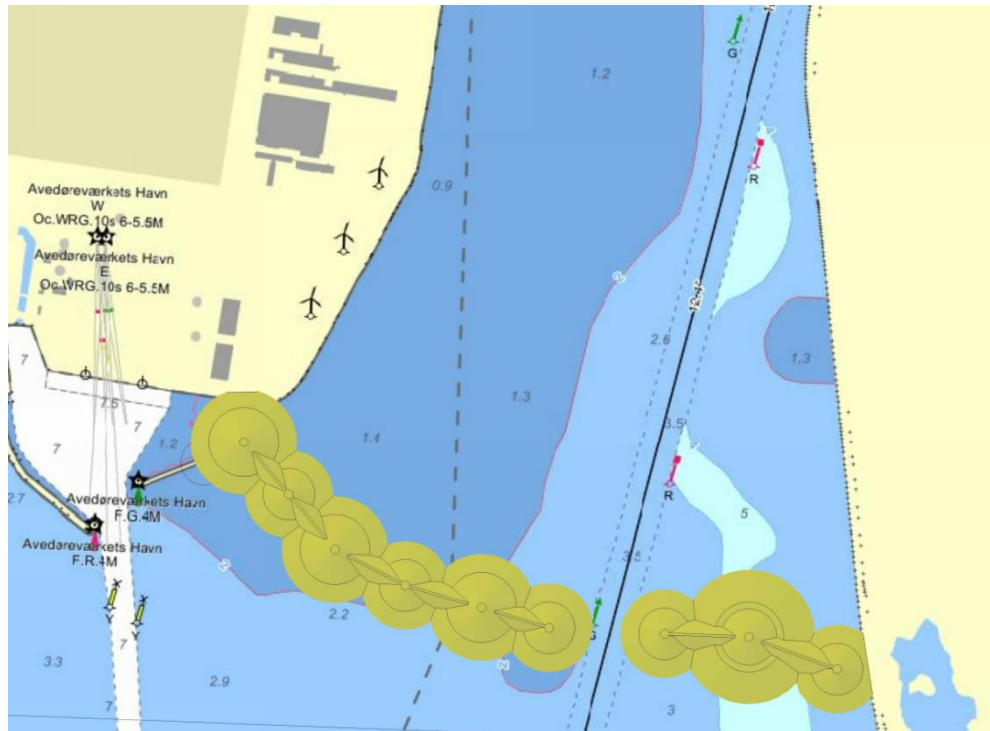
Løsning Syd bygger på et ønske om en naturbaseret løsning, der kan indgå hensigtsmæssigt i de planlagte holme ved Avedøre Holme, og skabe nye naturkvaliteter og rekreative områder, som giver en god sammenhæng mellem Naturpark Amager og kysterne mod Køge Bugt. Løsningen består af en kæde af forbundne øer udformet som keglestubbe og kombineret med en 70 m bred sluse. Alle øerne er udformet som en slags diger med strand mod syd og en eng mod nord. Se Figur 7-1.



Figur 7-1 Hovedløsning Syd. Samlet længde på ca. 1.660 meter, heraf en port på 70 meter ved sejlrenden mod Kalveboderne. Antallet og højden af øerne kan varieres, ligesom længden og placeringen kan justeres ud fra ønsket sammenhæng med naturpark Amager og de planlagte holme. Rød = Øer med 2 meters ekstra højde. Grøn = Øer med designhøjden (+6.7 m). Gul = Forbindelses dæmninger med designhøjden. Alle øer har 20 meter strand mod Køge Bugt og 20 meter eng mod Kalveboderne.

7.2 Elementerne i løsning Syd

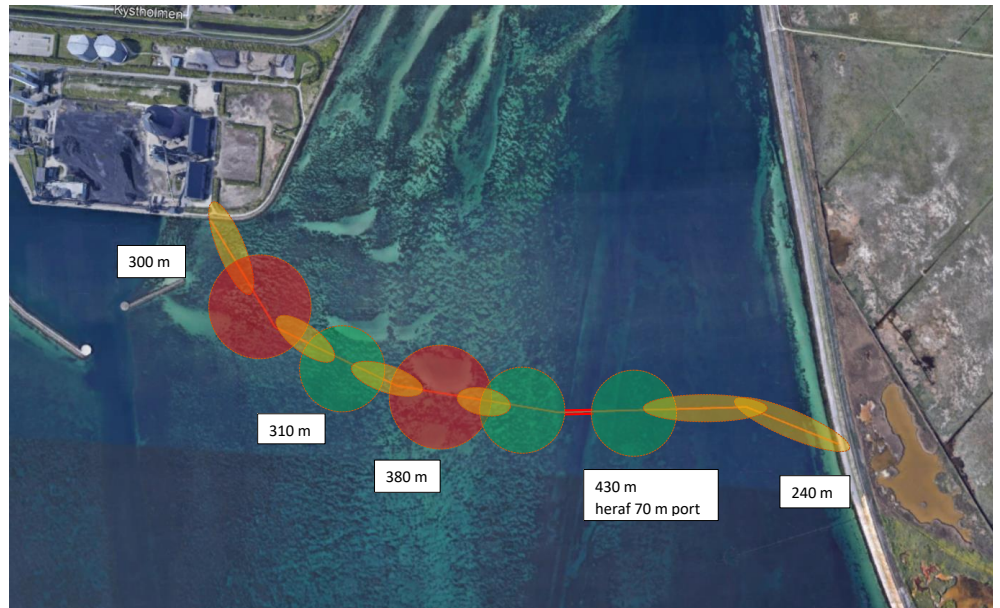
Hovedløsningen for en stormflodssikring beliggende syd for Skrædderholmen består af 4 øer med en kronekote på +8.7 m og 5 øer med en kronekote på +6.7 m. Øerne er bygget op med flade skråninger som et dige og forbundet med aflange diger for at sikre vandet ikke strømmer mellem øerne for ekstreme vandstande, se Figur 7-1. Øerne og digerne der forbinder disse etableres med forstrande mod syd og strandenge mod nord for at øge de rekreative værdier.



Figur 7-2 Layout af Syd løsningen med et meget strengt geometrisk udtryk. Udformningen af øer og forbindelsediger kan gøres mere naturlige. Det viste layout er lagt til grund ved prissætningen af løsningen.

Digeløsningen har en hældning på 1 på 10 både mod syd og nord. Både forstrand og strandeng har en bredde på 20 m i vandlinjen. En sådan række af øer vil have en samlet længde på 1660 m inklusiv en port med en bredde på 70 m. Øerne vil være udsat for bølger i forbindelse med storme fra syd og skal derfor beskyttes med sten. I forbindelse med stormflod vil bølgerne være begrænsede og en minimumstopkote af øerne er +6,7 m for at sikre mod overskyl. En principskitse af en digeløsning for øerne er vist i Figur 5-3 (dog er hældningen ens på begge sider).

Alternativt kan stormflodssikringen bestå af 2 øer med en kronekote på +8,7 m og 3 øer med en kronekote på +6,7 m. Øerne er forbundet med flere og længere aflange diger for at sikre vandet ikke strømmer mellem øerne for ekstreme vandstande, se Figur 7-4. Den Alternative løsning vil bestå af en mindre mængde materiale og derfor være billigere end Hovedløsningen.



Figur 7-3 Alternativ løsning Syd er stormflodssikring med færre øer. Vist her med to øer med en kronekote på +8,7 m og tre øer med en kronekote på +6,7 m. Øerne er forbundet med flere og længere aflange diger for at sikre vandet ikke strømmer mellem øerne ved ekstreme vandstande. Rød = Øer med 2 meters ekstra højde. Grøn = Øer med designhøjden (+6.7 m). Gul = Forbindelses-dæmninger med designhøjden. Alle øer har 20 meter strand mod Køge Bugt og 20 meter eng mod Kalveboderne.



Figur 7-4 Alternativ løsning Syd. Samlet længde på ca. 1.660 meter, heraf en port på 70 meter ved sejlrunden mod Kalveboderne. Antallet og højden af øerne kan varieres, ligesom længden og placeringen kan justeres ud fra ønsket sammenhæng med naturpark Amager og de planlagte holme. Rød = Øer med 2 meters ekstra højde. Grøn = Øer med designhøjden (+6.7 m). Gul = Forbindelses-dæmninger med designhøjden. Alle øer har 20 meter strand mod Køge Bugt og 20 meter eng mod Kalveboderne.

En portløsning med en bredde på 70 m over sejlrunden skal sikre fri gennemsejlingshøjde og være en permanent konstruktion for at undgå et større konstant stormflodsberedskab med tilhørende træning, øvelser osv. Der kan være flere

løsninger, men de to mest relevante muligheder vurderes som en skydeport eller en horisontalt roterende port fra havbunden. Porte, der skal strække over 70 meter, vil være store konstruktioner og have forskellige fordele og ulemper, men vil prismæssigt være af samme størrelse. En mere detaljeret undersøgelse af disse løsninger skal udarbejdes i forbindelse med et dispositionsforslag herunder fordele og ulemper.

En skydeport kan enten bestå af en 70 m lang port, der skydes ind fra en grav på den ene side, eller to 35 m lange porte, der skydes ind fra en grav på begge sider. Begge løsninger vil have den samme driftssikkerhed. En skydeport kræver konstruktion af en eller to grave hvor porten befinder sig bortset fra når der forekommer kritisk stormflod. En roterende port fra bunden vil skulle bestå af to elementer og vil derfor betyde, at Kalvebodløbet vil blive opdelt i to dele af ca. 35 m bredde.

De væsentligste forudsætninger for de beskrevne løsninger er:

- krone af dæmning/dige: +6,7 m og +8,7 m
- sparsom information om vanddybder i området
- almindelige geotekniske forhold der ikke kræver fjernelse af store mængder jord eller brug af lange pæle
- begrænsede krav til besejling i anlægsfasen hvilket kan resultere i specielle tiltag
- begrænsede miljøforanstaltninger i forbindelse med både anlægsfasen og brugsfasen
- porte uden specielle krav til funktion eller vedligeholdelse

7.3 Pris, drift og vedligehold

Et overslag for anlægsomkostninger fordelt på hovedkomponenter er vist i Tabel 7-1 for Hovedløsningen og i Tabel 7-2 for den Alternative løsning med færre øer. Priserne er baseret på ovenstående forudsætninger og indeholder rådgivningsomkostninger til planlægning, projektering, tilsyn o.l.

Tabel 7-1 *Prisoverslag for Hovedløsning Syd*

| Hovedkomponenter | Længde | Prisoverslag ekskl. moms |
|------------------------------|-----------|--------------------------|
| Øer og diger | 1590 m | 367 mio. kr. |
| Port plus sidekonstruktioner | 70 m port | 676 mio. kr. |
| Basisoverslag | | 1043 mio. kr. |
| 50% korrektionsreserve | | 522 mio. kr. |
| Total | | 1565 mio. kr. |

Tabel 7-2 *Prisoverslag for Alternativ løsning Syd*

| Hovedkomponenter | Længde | Prisoverslag ekskl. moms |
|------------------------------|-----------|--------------------------|
| Øer og diger | 1590 m | 267 mio. kr. |
| Port plus sidekonstruktioner | 70 m port | 676 mio. kr. |
| Basisoverslag | | 943 mio. kr. |
| 50% korrektionsreserve | | 472 mio. kr. |
| Total | | 1415 mio. kr. |

For Hovedløsningen er prisen for øer og diger ca. 35% af den totale pris, mens deres andel af den totale pris er ca. 30% for den Alternative løsning. Hovedløsningen med flere øer vil have en merpris på 150 mio. kr. i forhold til den Alternative løsning med færre øer.

Den forventede levetid for dæmninger/diger og sidekonstruktioner for portene er 100 år under forudsætning af regelmæssig mindre vedligeholdelse. Levetiden er også 100 år for selve portene under forudsætning af regelmæssig vedligeholdelse, f.eks. udskiftning af anoder og anden korrosionsbeskyttelse.

De gennemsnitlige forventede årlig omkostning til drift og vedligeholdelse er baseret på erfaring for denne type konstruktioner og vurderet til ca. 2% af den samlede anlægsomkostning. Denne drift og vedligeholdelse omfatter alle nødvendige tekniske vedligeholdelser og løbende udskiftning af alle mekaniske sliddele og el, løbende korrosionsbeskyttelse samt jævnlige hovedreparationer af portene, ligesom der er indeholdt regelmæssig afprøvning af portenes

funktionalitet og fjernelse af sedimenter, der ville kunne forhindre portene i at være operationelle i forbindelse med stormflod.

7.4 Vurdering af løsning Syd

7.4.1 Påvirkning af naturen

Vandskifte og sediment

Der er umiddelbart kun foreslået en åbning på 70 meter af hensyn til erhvervssejlad til Råhavnen og vandudskiftning. Denne åbning er placeret i sejlrenden mod Kalvebodløbet med en dybde svarende til sejlrenden.

Når tværsnittet af åbningen til Kalveboderne mod Køge Bugt mere end halveres, vil der ske en ændring af vandskiftet og eventuelt også en ændring vandcirkulationen i Kalveboderne. Størst betydning får det sandsynligvis ved de små tidevandsbetingede pulserende vandgennemstrømninger, mens de højvandsbetingede strømninger, som normalt varer flere dage og hovedsageligt med strømning mod nord, kun påvirkes i mindre grad, da det er barrierer og indsnævring i Københavns Havn, der er bestemmende for størrelsen af vandgennemstrømningen.

Ved Syd løsningen ligger barrieren reelt i Køge Bugt og afskærer en del af det åbne havområde. Dette område mellem Kalvebod Broerne og spærringen må på sigt forventes at skifte karakter fra typisk udsat kyst til beskyttet bredning i lighed med det nuværende Kalveboderne. Det må forventes at de karakteristiske sandrevler, som ligger langs Avedøre Holme på sigt omdannes til noget der ligner beskyttet lavvandet fjordbund. Vandudskiftningen og vandcirkulationen i området mellem Kalvebod Broerne og Spærringen kan øges ved placering af lukbare rør under digerne tæt ved Avedøre Holme. Der vil dog være stor risiko for tilsanding af rørene ved kraftige storme, hvorfor der må laves særlige foranstaltninger for at imødegå tilsanding.

Vandcirkulationen i Kalveboderne forventes ikke at blive nævneværdigt påvirket ved Syd løsningen, da der ikke ændres på mulighederne for gennemstrømning under Kalvebod Broerne, men i vandområdet mellem Kalvebod Broerne og spærringen forventes en ændring i vandskifte og karakter af vandområdet.

Den mere koncentrerede indstrømning gennem åbningen til Køge Bugt kan evt. trække mere sand og sediment ind i området mellem Kalvebod Broerne og Spærringen mens Kalveboderne sandsynligvis vil få mindre, da en del af sedimentet formentlig vil lægge sig syd for Kalvebod Broerne, ligesom vandcirkulationen i Kalveboderne ikke forventes påvirket i nævneværdig grad.

Når havvandsstanden med tiden stiger, øges gennemstrømningsarealet og de centrale meget lavvandede områder i Kalveboderne med vanddybder på 0,1-0,5 m, som tidligere blev kaldt Skrædderholmene, vi ikke længere have karakter af holme, som tørlægges ved kraftigt lavvande, men vil altid have en vanddybde

på 1-1,5 meter. Dette vil påvirke vegetationen og livsbetingelserne for faunaen. Hvis vanddybden i fremtiden holdes kunstigt nede for at undgå gener fra grundvandstryk og hyppige oversvømmelser/port-lukninger, skal vandet pumpes ud, hvilket vil give begrænset vandudskiftning og ændring af saltholdigheden af vandet i Kalveboderne som primært vil stamme fra Harrestrup Å, medmindre der findes en måde at sikre regelmæssig gennemstrømning og vandudskiftning gennem Københavns Havn ved høj og lavvande.

Bilag IV-arter

Der er ingen registreringer af bilag IV-arter i projektområdet.

Natura 2000

Løsningen bygger på en arealbeslaglæggelse af dele af Natura 2000-område nr. 143 "Vestamager og havet syd for" (Figur 2-1). Natura 2000-området omfatter fuglebeskyttelsesområde F111 og Habitatområde H127. Der er særligt fokus på området som en vigtig yngle- og rastelokalitet for 15 arter af yngle- og trækfugle. Generelt vil en beslaglæggelse af et areal inde i et udpeget Natura 2000-område ikke være tilladt.

Fuglebeskyttelsesområde F111

Vestamager og havet syd for har international betydning som fuglelokalitet. Lokaliteten er derudover et særdeles vigtigt rasteområde for rovfugle og er en vigtig lokalitet for overvintrende lille skallesluger.

Fuglebeskyttelsesområdet er specielt udpeget for at beskytte den væsentlige tilstedeværelse af levesteder for ynglefuglene klyde, havterne, dværgterne, almindelig ryle og trækfugle som fiskeørn, vandrefalk og lille skallesluger. Dertil er arterne skarv, knopsvane, rørhøg, mosehornugle, rørdrum, troidand, stor skallesluger og plettet rørvagtel også på udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområdet.

Forstyrrelse i anlægsperiode:

I forbindelse med støjende aktiviteter og øget trafik i anlægsfasen kan det ikke udelukkes at rastende, fouragerende og ynglende fugle vil flygte fra Natura 2000-området. Terrestriske habitatarealer inddrages ikke, men støj i anlægsfasen må forventes at påvirke fugle fra de nærliggende habitater f.eks. strandeng. Den samlede påvirkning afhænger af længden på anlægsperioden, som for løsning Syd vil være tidskrævende og påvirkningen forventes at være væsentlig. Der forventes øget sedimentering i anlægsfasen, som vil påvirke bundfauna og -vegetationen negativt og dermed påvirke raste- og fourageringsområder for fuglene i området.

Arealinddragelse:

Løsning Syd har en længde på 1660 m, inkl. 70 m port, som inddrager havbunden syd for Skrædderholmen. Der er planlagt 9 øer, som er forbundet af forbindelsesdæmninger. Øerne vil have en bredde på ca. 100 m i vandlinjen og alt efter hældningen på øer og dæmningskråningerne vil et tilsvarende område af havbunden inddrages. Dæmningen vil dermed inddrage lavvandede områder i fuglebeskyttelsesområdet og indskrænke mulige raste- og fourageringsområder for fuglene i området.

Ifølge de generelle retningslinjer i indsatsprogrammet for området gælder det, at der skal arbejdes for at sikre egnede levesteder for områdets arter, hvilket et område etableret som henholdsvis strandeng og/eller eng på dæmningen kan imødekomme, hvis der er tale om natur, der understøtter fuglenes levevilkår. For at kunne fungere som nye yngle- og leveområder for fuglearterne, bør menneskelig adgang begrænses for at mindske forstyrrelser og der skal yderligere tages hensyn til tilgroning, vegetationsdække og eventuelle overskylninger af reder m.m.

Fragmentering:

Spærringen vil desuden bidrage til fragmentering af området, hvilket kan bidrage til fortrængning af fugle fra området.

Vandstrømning:

En enkelt port på 70 m vil påvirke vandstrømningen i området negativt. Kalvebodløbet er særlig vigtigt under isvintre, hvor strømforholdene sikrer åbent vand selv i meget kolde perioder. Spærringen kan med fordel suppleres af store lukbare rør, så en rimelig vandudskiftning og -cirkulation kan opnås imellem Kalvebod Broerne og spærringen. Den forventede forøgelse af sedimentation vil påvirke bundfauna og vegetation negativt og dermed også fugle i området. I selve Kalveboderne forventes der en noget mindre sedimentation sammenlignet med løsning Nord og Midt. I sommerhalvåret kan dæmningen være kritisk for algeopblomstring og forårsage iltsvind, som har negativ effekt på fisk i området, som er fødegrundlag for nogle af arterne på udpegningsgrundlaget.

Habitatområde H127

Habitatområdet er udpeget på baggrund af ni forskellige habitatnaturtyper, hvoraf de marine habitatnaturtyper omfatter "bugt (1160)" og "sandbanke" (1110).

Arealinddragelse:

Løsning Syd påvirker begge de marine naturtyper "bugt" og "sandbanke", der inddrager habitatnaturtypen med hele strækningen og bredden af øer og dæmninger, ca. 1660 m x ca. 100 m. Store dele af havbunden i habitatnaturtypen bugt er dækket af undervandsvegetation, især havgræs og ålegræs, som vil påvirkes væsentlig ved etableringen af spærringen. Området mellem Kalvebod Broerne og spærringen forventes at skifte karakter fra udsat kyst til beskyttet bredning, lignende det nuværende Kalveboderne. Langs Avedøre Holme ligger sandrevler, som på sigt omdannes til en beskyttet lavvandet fjordbund. Ligeledes inddrager løsning Syd den sydlige del af naturtypen sandbanke langs Avedøre Holme, hvorfor begge naturtyper påvirkes væsentligt.

Fragmentering:

Spærringen vil fragmentere habitatområdet, hvilket er i strid med målsætningen om større og sammenhængende naturarealer.

Vandstrømning:

Ændret vandstrømning og sedimentation må forventes at påvirke den lavvandede bugt og bundstrukturen.

Fredninger

Kalveboderne er fredede, jf. fredningsbekendtgørelse nr. 545 af 20. maj 2012 for "Amager vildtreservat samt fredning af dele af søterritoriet". Fredningen har til formål at beskytte de natur- og kulturhistoriske værdier, der knytter sig til de lavvandede dele af søterritoriet omkring Amager samt regulere færdsel og jagt for at beskytte fuglelivet i området. Fredningen har desuden til formål at sikre overholdelse af Natura 2000-forpligtigelserne.

Fredningen betyder, at der er restriktioner på sejlads. I projektområdet er sejlads med motor udenfor sejlrende samt brætsejlads forbudt i vinterhalvåret. Løsning Nord vil kræve en dispensation fra fredningen, og anlægsarbejdet bør henlægges udenfor vinterhalvåret, hvor fugle overvintrer i området.

Vandområdeplanlægningen

Kalvebodløbet indgår i vandområde 2.3 Øresund. Vandområdet er karakteriseret som stærkt modificeret, ligesom resten af Københavns Havn. De enkelte miljøkvalitetskriterier er ikke fastlagt og den samlede økologiske tilstand er moderat økologisk potentiale.

Løsningsforslag Syd vil påvirke gennemstrømning, hvilket vil øge risikoen for forringelse af miljøkvalitetskriterierne, herunder tilstanden for ålegræs, klorofyl og bundfauna. Løsningsforslaget kan dermed forhindre at området opnår godt økologisk potentiale. Der skal med stor sandsynlighed iværksættes en dispensationsansøgning efter lov om Vandplanlægning, medmindre der udarbejdes en løsning der ikke vil påvirke miljøkvaliteten negativt.

Samlet vurdering af naturpåvirkningen

Der vil med løsning Syd være tale om betydelig beslaglæggelse af havbunden til dæmningen. Arealbeslaglæggelsen af havbunden og de deraf afledte påvirkninger for vegetation, bundlevende organismer og dermed fødegrundlaget for fugle på udpegningsgrundlaget karakteriseres som en væsentlig påvirkning af Natura 2000-området.

Konsekvensen af denne påvirkning er, at der skal gennemføres en konsekvensvurdering efter habitatbekendtgørelsens⁴ § 4. I denne vurdering må der gerne inddrages evt. kompenserende tiltag for påvirkningen. Der ses umiddelbart ikke at være nogen nærliggende mulighed for at kompensere for arealtabet i nærområderne. Konsekvensvurderingen forventes at munde ud i en konklusion, der ikke kan udelukke en væsentlig påvirkning af Natura 2000-området.

⁴ Bekendtgørelse 1062 om administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter for så vidt angår kystbeskyttelsesforanstaltninger samt etablering og udvidelse af visse anlæg på søterritoriet af 21. august 2018.

Såfremt projektet ønskes gennemført på baggrund af den gennemførte konsekvensvurdering må det forventes, at der skal iværksættes en fravigelsesprocedure efter habitatbekendtgørelsens § 6.

I forbindelse med iværksættelsen af fravigelsesproceduren skal der gennemføres en systematisk og struktureret kortlægning og vurdering af alternative løsninger til det ansøgte projekt. I den forbindelse kan basisrapporten, der er udarbejdet i starten af dette projekt, være en væsentlig dokumentation af de alternativer, der har været undersøgt. De pågældende alternativer eller udvalgte dele af disse bør dog ligeledes analyseres konkret i relation til deres påvirkning af Natura 2000-området.

Det er vurderingen, at projektet som udgangspunkt vil kunne tillades efter fravigelsesproceduren.

7.4.2 Teknisk robusthed og sikkerhed

Øer fungerer som diger er robuste konstruktioner overfor de forekommende vandstande herunder forskelle i vandstand mellem syd og nord. Portene er også robuste konstruktioner, da de vil være dimensioneret for forskellen i vandstand i forbindelse med stormflod.

Selve porten med tilhørende sidekonstruktioner består af bevægelige elementer og skal derfor afprøves og vedligeholdes med regelmæssige tidsrum for at sikre at den kan lukke i en ekstrem situation. Omfanget af sedimentation kan påvirke lukning af porte og stille specielle krav til udformning og vedligeholdelse.

7.4.3 Synlighed og synergi med andre aktiviteter

Syd løsningen vil udgøre en markant ny høj kystvold med meget naturlige og landskabelige karakterer i form af klitlandskab i varierende højder. Spærringen vil fremstå i lighed med strandparkerne ved Amager og Køge Bugt, og kan integreres i en sammenhængende rekreativ og naturlig kyststruktur på hele strækningen langs Køge Bugt fra Dragør til Køge. Syd løsningen vil kunne indpasses i designet af de planlagte holme ud for Avedøre Holme. Spærringen vil kunne ses fra motorvejsbroerne og vil spærre for udsigten over Køge Bugt fra den laveste del af motorvejsbroerne.

Ved denne løsning vil der ikke længere være behov for dæmningerne langs Avedøre Holme på strækningen mellem spærringen motorvejsbroerne, hvorfor dæmningerne kan fjernes og kyststrækningen åbnes mod vandet og give mulighed for rekreative aktiviteter. Både denne kyst og kysterne langs sikringen mod stormflod vil kunne udformes på en måde så de tilfører nye habitater og naturkvaliteter som reelt vil øge naturværdien af Natura 2000-området og de tilstødende arealer.

Der kan ikke laves en fast transport korridor over portåbningen i Syd løsningen, hvis der fortsat ønskes fri gennemsejlingshøjde til Råhavnen for grus og sten, eller 16 meter fri gennemsejlingshøjde som ved motorvejsbroen over Kalvebodløbet.

7.4.4 Væsentligste usikkerheder

De væsentligste usikkerheder knyttet til realiserbarheden af Syd løsningen er angivet i følgende liste, som ikke er udtømmende:

- > Manglende dokumentation for konsekvenserne i forhold til Natura 2000 udpegningsgrundlaget, og en juridisk vurdering af mulighederne for at få tilladelse til anlægget.
- > Strømnings- og sedimentationsforhold (i dag, med eller uden, etablering af løsningen og i fremtiden, med eller uden, etablering af løsningen).
- > Nuværende og forventede naturkvaliteter, flora og fauna (i dag, med og uden etablering af løsningen, og i fremtiden, med eller uden etablering af løsning, set i relation til udpegningsgrundlaget for Natura 2000).
- > Funktionalitet af porte og specifikke krav/ønsker til portenes funktion (placering, gennemsejling, sediment påvirkning, udformning, synlighed, areal, drift, vedligeholdelse, robusthed, driftssikkerhed mv.).
- > Geotekniske forhold for fundering af konstruktionerne.
- > Anlægsperiode. Hvornår og hvor længe samt påvirkning af naturen og anvendelsen af området i anlægsperioden.
- > Detaljeret information om vanddybder og faktiske strømninger.
- > Øvrige planer og interesser for anvendelsen af området til andre formål. Specielt planer, ønsker og muligheder for etablering af de nye holme ud for Avedøre Holme og behovet for opretholdelse af besejling til Råhavnen og Ørsteds havn ved Avedøreværket.
- > Mere nøjagtig prissætning for anlæg, drift og vedligeholdelse.
- > Fastlæggelse af sikringsniveau og resulterende kronekote (oversvømmelseshyppighed, design-år, sikkerhedsniveau (konfidensinterval), forventet havvandsstigning, bølgetillæg mv.).

Supplerende undersøgelser

7.4.5 Supplerende undersøgelser

For at afdække de væsentligste usikkerheder for realiserbarheden foreslås følgende undersøgelser relateret til Syd løsningen:

- > En uddybende juridisk vurdering af mulighederne for at få tilladelse til anlægget, ud fra nye undersøgelser af strøm, sediment og naturkonsekvenser.

- > Detaljeret modellering af strømnings- og sedimentationsforhold i dag, med og uden, etablering af løsningen og i fremtiden, med eller uden etablering af løsningen. Gennemføres for en typisk sommer- og vintermåned samt et ekstremt højvande fra syd.
- > Registrering af nuværende, og vurdering af forventede, naturkvaliteter, flora og fauna med og uden etablering af løsningen og i fremtiden med og uden etablering af løsningen, set i relation til udpegningsgrundlaget for Natura 2000.
- > Geotekniske undersøgelser omkring det foreløbige trace for vurdering af funderingsforholdene i området.
- > Detaljeret opmåling af havbunden i hele området.
- > Afdækning af tidsplaner, udbygningsplaner og udformning for de planlagte holme ud for Avedøre Holme, og mulighederne for koordineret udbygning med sikringen mod stormflod.
- > Afdækning af konditioner og tidsplaner for besejlingsforhold til Råhavnen, Ørsteds havn ved Avedøreværket samt lystsejls til Kalveboderne.
- > Genvurdering af ønsket sikringsniveau, eventuel faseudbygning og forberedelse til forventede forhold langt ud i fremtiden.
- > Genvurdering af udformning og dimensionering af hele anlægget med diger, forbindelsesstrukturer, porte og naturtilpasning, ud fra nye oplysninger og ønsker, for opstilling af en mere nøjagtig prissætning af anlæg, drift og vedligeholdelse.

8 Sammenligning af løsninger

8.1 Økonomi

De økonomiske overslag er usikre. Dels er der kun få oplysninger til rådighed om f.eks. de funderingsmæssige forhold og mulige krav om naturkompensation og dels er alle anlægskomponenter kun vurderet konceptmæssigt, og ikke på dispositions- eller skitseniveau.

Anlægsoverslagene er i prisniveau medio 2020, og indeholder ud over selve entreprenørprisen rådgivningsomkostninger til planlægning, projektering, tilsyn o.l. Der er ikke indeholdt overslag for supplerende undersøgelser, myndighedsbehandling eller administration. Til brug for budgetlægning og økonomiske vurdering er de totale basis anlægsomkostninger tillagt 50% i korrektionsreserve i henhold til den statslige "Ny anlægsbudgettering". Af overslagene ses, at omkostningerne til porte udgør ca. 70-90 % af omkostningerne til stormflodssikring, mens omkostningerne til dæmninger eller diger er mere beskedne, specielt ved Nord og Midt løsningen.

Den forventede levetid for dæmninger/diger og sidekonstruktioner for portene er 100 år under forudsætning af regelmæssig mindre vedligeholdelse. Levetiden er også 100 år for selve portene under forudsætning af regelmæssig vedligeholdelse, f.eks. udskiftning af anoder og anden korrosionsbeskyttelse.

| | | Basis anlægsoverslag | | | Total overslag | D&V |
|----------------------|-------|----------------------|---------|---------|--|-----------------------|
| | | Dæmning/ Diger | Porte | Total | Basis + 50% Korrektions- reserve | Drift+ vedligehold |
| Spærring | Porte | mio.kr. | mio.kr. | mio.kr. | mio.kr. | mio.kr./år |
| Nord: | | | | | | |
| Alm. dæmning | 1x70m | 87 | 676 | 763 | 1.145 | 23 |
| Dige m. strand/eng | 1x70m | 175 | 676 | 851 | 1.277 | 26 |
| Midt: | | | | | | |
| Alm. dæmning | 2x70m | 38 | 1.351 | 1.389 | 2.084 | 42 |
| Alm. dæmning | 1x70m | 45 | 676 | 721 | 1.082 | 22 |
| Alm. dæmning | 1x30m | 50 | 339 | 389 | 584 | 12 |
| Dige m. strand/eng | 2x70m | 74 | 1.351 | 1.425 | 2.138 | 43 |
| Dige m. strand/eng | 1x70m | 89 | 676 | 765 | 1.148 | 23 |
| Dige m. strand/eng | 1x30m | 101 | 339 | 440 | 660 | 13 |
| Syd: | | | | | | |
| Øer m. strand/eng | 1x70m | 367 | 676 | 1.043 | 1.565 | 31 |
| Få øer m. strand/eng | 1x70m | 267 | 676 | 943 | 1.415 | 28 |

Tabel 8-1 **Basis anlægsoverslag** for hovedkomponenterne i tre løsninger og alternative udformninger, samt **totalt overslag** svarende til basisoverslaget plus 50% korrektionsreserve iht. statens "ny anlægsbudgettering". Langt den største del af anlægsomkostningerne knytter sig til portene og er afhængig af valgte antal og bredde. Hvorvidt der i øvrigt vælges en spærring bestående af diger, øer, eller dæmninger har mindre at sige, forudsat at der ikke skal iværksættes særlige tiltag f.eks. kompenserende foranstaltninger som følge af krav i medfør af Natura 2000 m.v.

De gennemsnitlige forventede årlig omkostning til drift og vedligeholdelse er baseret på erfaring for denne type konstruktioner og vurderet til ca. 2% af den samlede anlægsomkostning. Denne drift og vedligeholdelse omfatter alle nødvendige tekniske vedligeholdelser og løbende udskiftning af alle mekaniske

sliddele og el, løbende korrosionsbeskyttelse samt jævnlige hovedreparationer af portene, ligesom der er indeholdt regelmæssig afprøvning af portenes funktionalitet og fjernelse af sedimenter, der ville kunne forhindre portene i at være operationelle i forbindelse med stormflod.

8.2 Teknik

Dæmningerne og digerne er designet til at kunne modstå de forventede påvirkninger fra stormflod og de daglige påvirkninger fra havet under skiftende vejrforhold. Der er således ikke nogen reel forskel i dæmningernes og digernes robusthed og sikkerhed overfor brud eller kollaps. Diger og øer i Køge Bugt, som i Syd løsningen, vil godt nok blive hårdere udsat for bølger mv. end en beskyttet dæmning inde i Kalveboderne, som i Nord løsningen, men det er der taget højde for i designet, så løsningerne burde være ligeværdige mht. sikkerhed. Fordelen ved de flade diger med forstrand er, at bølgerne mister deres kraft på vej ind, hvilket reducerer behovet for stenforstærkning langs foden af diget. Dette vil give et mere naturvenligt udseende, uden det går ud over sikkerheden.

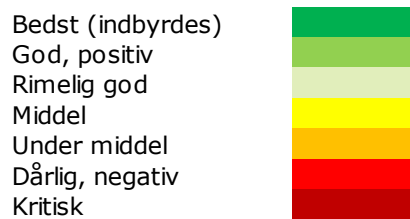
Portåbningerne, som udgør den klart dyreste og mest komplicerede og sårbare konstruktion, er ikke designet og prissat som en bestemt type port. I stedet er der skønnet en gennemsnitspris for de porttyper, det vil være mest relevant at anvende. Nogle porttyper er på forhånd udelukket, fordi de ikke giver fri gennemsejlingshøjde, eller fordi de ikke kan modstå så stort et vandtryk, som forventes ved højvande til kote 5 m (DVR90) plus bølgepåvirkning. Teknisk set kan flere typer porte anvendes. Endeligt valg afhænger af de specifikke ønsker om synlighed, funktionalitet, drift, vedligeholdelse og driftssikkerhed samt eventuel anvendelse som sluse i fremtiden. Umiddelbart kan peges på skydeporte som en oplagt mulighed, da de er forholdsvis enkle og diskrete i naturen, men kræver en del areal til en "tørdok" på land, når de ikke er i brug. Skydeporten kan også anvendes som del af en sluse

8.3 Natur

Anlæggene til stormflodssikring vil gribe mærkbart ind i de naturforhold der findes i dag i området ved Kalveboderne, ligesom den fremtidige stigning i havvandsstanden vil give væsentlige ændringer. Ændringerne kan ses som positive eller negative, afhængigt af om der er et ønske om at fastholde en 2020 situation for evigt eller om der accepteres en dynamisk ændring i takt med klimaforandringerne og en sikring af de urbane områder mod stormflodskatastrofer. De her foreslåede tre hovedløsninger vil alle give et indgreb i den nuværende vandudskiftning og vandcirkulation i Kalveboderne. Ændringerne vil dog være lidt forskellig afhængig af valg af omfang af åbninger og placering af spærringer. Under alle omstændigheder kommer anlægget i konflikt med Natura-2000 udpegningen af området. Derfor er også set på mulighederne for at opnå dispensation, enten direkte eller ved kompenserende handlinger, der kan skabe erstatningsnatur eller nye habitater.

I Tabel 8-2 er givet en meget overordnet oversigt over hvor godt løsningerne tilgodeser hensyn til naturen. Vurderingen er lavet ud fra en antagelse om, at det vil være synspunktet om at bevare "status quo 2020", der vil være fremherskende hos de myndigheder, der skal vurdere projektet i forhold til miljøpåvirkninger.

| | | Natura 2000 konflikt | Natura 2000 muligheder for dispensation. | Øvrig naturkonflikt | Vandudskiftning i Kalveboderne | Synlighed i landskabet (højde-længde-afvigende) | Arealbehov i naturen |
|----------------------|-------|----------------------|--|---------------------|--------------------------------|---|----------------------|
| Spærring | Porte | | | | | | |
| Nord: | | | | | | | |
| Alm. dæmning | 1x70m | | | | | | |
| Dige m. strand/eng | 1x70m | | | | | | |
| Midt: | | | | | | | |
| Alm. dæmning | 2x70m | | | | | | |
| Alm. dæmning | 1x70m | | | | | | |
| Alm. dæmning | 1x30m | | | | | | |
| Dige m. strand/eng | 2x70m | | | | | | |
| Dige m. strand/eng | 1x70m | | | | | | |
| Dige m. strand/eng | 1x30m | | | | | | |
| Syd: | | | | | | | |
| Øer m. strand/eng | 1x70m | | | | | | |
| Få øer m. strand/eng | 1x70m | | | | | | |



Tabel 8-2 Oversigt over de enkelte løsningers relationer til naturhensyn.

9 anbefaling

Ud fra en samlet **teknisk, miljømæssig og marin** vurdering af forslagene, anbefales Midt løsningen med to porte, evt. kun med en port, eller Syd løsningen. Type af port kan besluttes senere, ligesom konsekvenserne af forskellige principper for antal og bredde af porte bør undersøges nærmere.

Midt løsningen med to brede porte er den løsning, der bedst sikrer vandskifte og vandcirkulation i Kalveboderne og konstruktionen udgør det mindste fysiske indgreb i Natura 2000-området, - og det endda på et sted, hvor der allerede findes et stort teknisk anlæg. To brede porte gør dog løsningen til den dyreste. Undersøgelser kan evt. vise at kompenserende handlinger vil kunne reducere antal og bredde af porte og dermed reducere omkostningerne til løsningen uden det indvirker negativt på miljøet. Er det muligt at nøjes med en 30 meter bred port, bliver Midt løsningen den mindst omkostningskrævende stormflodssikring.

Syd løsningen er meget visionær og tilfører hele kyststrækningen nye naturkvaliteter og rekreative værdier, der kan integreres i udbygningen af de nye holme syd for Avedøre Holme og Naturpark Amager. Løsningen sparer eller overflødiggjør næsten 4 km dæmninger i forhold til de øvrige løsninger og kan delvis opbygges som et jorddeponi. Ulempen ved Syd løsningen er den lange anlægsperiode og det meget store fysiske anlæg i Natura 2000-området, hvilket kan give udfordringer ved myndighedsbehandlingen, selvom anlægget i sig selv tilfører nye naturtyper og naturkvaliteter. Besparelserne ved de overflødiggjorte eller sparede dæmninger og værdien af evt. genanvendelse af materialer fra disse dæmninger er ikke medtaget i de økonomiske overslag. Syd-løsningen kan derfor ved en nærmere analyse evt. vise sig at være den mest attraktive løsning, både økonomisk og naturmæssigt.

10 Videre undersøgelser og aktiviteter

I det følgende er angivet nogle undersøgelser vedrørende teknik, miljø og marine forhold som bør iværksættes som grundlag for det videre arbejde. Ud over disse undersøgelser, som skal afklare teknisk-fysiske forhold, bør der også udføres en kortlægning af hvilke myndigheder, interessenter mv. der skal godkendes eller høres i forbindelse med tekniske, miljømæssige og marine forhold for konstruktionen af en sikring mod stormflod mod syd. Denne kortlægning kan bruges til at få opstillet en tids- og procedureplan for den administrative del af projektet, samt til forhåndskontakter til de mest betydende myndigheder, interessenter eller samarbejdspartnere som f.eks. Vejdirektoratet.

Første prioritet gives til de undersøgelser, der er absolut nødvendige og som skal laves under alle omstændigheder, som grundlag for det videre arbejde, uanset hvilken løsning eller alternativer der vælges. Disse undersøgelser vil kunne nyttiggøres hele vejen gennem projektførelsen.

Næst højeste prioritet gives til de undersøgelser, hvis endelige omfang er afhængig af resultaterne fra de højst prioriterede undersøgelser, eller som er så omkostningstunge eller miljøbelastende at de kun bør udføres for den eller de foretrukne løsninger.

Laveste prioritet gives de undersøgelser der enten ikke umiddelbart har stor betydning for valget af overordnet løsning, eller som relaterer sig til udformning, dimensionering og grundlag for en senere valgt specifik løsning.

Det anbefales at der først foretages en opmåling af havbunden og udføres en numerisk modellering af de overordnede strømningsforhold for at afklare den nuværende og forventelige vandudveksling i Kalveboderne ved de tre løsninger og varianter af disse. På baggrund af denne modellering kan det vurderes om alle tre foreslåede løsninger stadig er i spil og skal omfattes af jordbundsundersøgelser samt videre analyser af sediment og vandkvalitetsforhold mv.

Sideløbende bør der hurtigt laves en kortlægning af flora, fauna og naturtyper, så der fås et overblik, der kan bruges både ved vurderingerne af naturpåvirkningen og ved tilrettelæggelsen af myndighedsbehandlingen af naturforhold.

10.1 Strømnings- og sedimentforhold

Strømnings- og sedimentforholdene er nødvendige at kende for at kunne vurdere hvilke ændringer der sandsynligvis vil ske i forhold til naturen og livsbetingelserne for flora og fauna i området (arter, bundforhold, vegetation, vandkvalitet, vandbevægelse, iltforhold, fersk/brak/saltvand, vanddybde, tør perioder, isdækning mv.).

Det foreslås derfor at der gennemføres flere typer kortlægninger, modelleringer og vurderinger, som kan belyse de fysiske forhold i dag og ved forventede fremtidige situationer med og uden sikring mod stormflod.

10.1.1 Kortlægning af havbundsniveau.

Det foreslås som det første at gennemføre en kortlægning ved hjælp af en kombination af f.eks. multibeam og LIDAR (en kombination er sandsynlig nødvendig da der i nogle områder er meget lavvandet og adgang med båd kan være vanskelig) for at bestemme havbundens nuværende niveau i et 5-10 meter net for hele området fra Sjællandsbroen til en øst-vestgående linje 500 meter syd for kysten ved Avedøre Holme. Resultatet af opmålingerne skal kunne indgå direkte som data i en hydraulisk model for vandområdet. Denne kortlægning forventes at tage omkring 3 måneder med et budget på omkring ½ mio. DKK.

- Prioritering: 1. prioritet, da det er en forudsætning for opstillingen af den detaljerede numeriske hydrauliske model.
- Varighed: 3 måneder
- Prisskøn: 500.000 kr.
- Faseopdeling: Udføres nu for hele området og kan senere detaljeres for den valgte lokalitet for konstruktionerne og selve udformningen af konstruktionen.

10.1.2 Modellering af hverdagsstrømning og sedimentation

Det foreslås, at der på basis af de nye detaljerede opmålinger af havbunden opstilles en meget detaljeret hydraulisk model for undersøgelsesområdet og kombinerer den med en model for Københavns Havn og den nære del af Køge Bugt samt den digitale højdemodel for tilstødende landområder op til ca. kote 3 meter (DVR90).

Modellen skal kunne anvendes til beregning af strømningforhold, sedimentationsforhold, opslæmning, vandudskiftning, overordnet vandkvalitet (fersk/salt) mv. Som det første opstilles den hydrauliske model, der alene vurderer vandudskiftningen og øvrige hydrauliske forhold i dag og ved de tre løsninger og varianter heraf. På basis heraf kan konsekvenserne for opslæmning, sedimentation og vandkvalitet skønnes og bruges ved vurderingen af behov for og omfang af en eventuel videre modellering af opslæmning, sedimentation og vandkvalitet.

Modelleringen foreslås gennemført for en typisk sommermåned og en typisk vintermåned udvalgt blandt foreliggende historiske data, hvor der haves alle oplysninger om strøm, vandstand ved flere lokale lokaliteter, vind, tilstrømning fra åløb, tilstrømning af spildevand samt temperatur (luft og vand).

Modelleringen bør foretages for følgende situationer, såfremt det vælges at gå videre med alle de foreslåede løsninger:

1. Nuværende fysiske forhold
2. Ændrede fysiske forhold: Nord løsning
3. Ændrede fysiske forhold: Nord løsning + uddybning og suppleringsrør.
4. Ændrede fysiske forhold: Midt løsning med 2 porte a 70 m
5. Ændrede fysiske forhold: Midt løsning med 70 m port
6. Ændrede fysiske forhold: Midt løsning med 70 m port + uddybning og rør
7. Ændrede fysiske forhold: Midt løsning med 30 m port
8. Ændrede fysiske forhold: Midt løsning med 30 m port + uddybning og rør

- 9. Ændrede fysiske forhold: Syd løsning
- 10. Ændrede fysiske forhold: Syd løsning + suppleringsrør
- 1F-10F: som 1-10, men med fremtidens vandstand og klima.

Den hydrauliske model og undersøgelse af vandudskiftningen forventes at tage 3-4 måneder med et budget på omkring 300.000-400.000 DKK. Dertil kommer øvrige undersøgelser.

- Prioritering: 1. prioritet for at få øget kendskab til vandudskiftning og vand-cirkulation i Kalveboderne mv. Skal afvente resultat af opmåling af havbunden
- Varighed: 4 måneder (kun hydraulisk model og beregning)
- Prisskøn: 400.000 kr. (kun hydraulisk model og beregning)
- Faseopdeling: Hydraulisk modellering udføres nu for status og de valgte løsninger. Evt. supplerende modellering af sedimentation mv. kan udføres senere efter behov. Senere kan modellen justeres og bruges til verifikation af konsekvenser af en valgt løsning og dermed give et bedre grundlag for tilrettelæggelsen af forhandlinger vedr. naturforhold.

10.1.3 Bund- og funderingsforhold

Det er en væsentlig forudsætning for dimensionering af dæmninger og bygværker at kende jordbundens beskaffenhed ved og omkring den lokalitet hvor anlægget skal placeres.

Det foreslås derfor, at der først gennemføres et skrivebordsstudie for mere præcist at vurdere omfanget af nødvendige boringer. Det foreslås for nærværende at der gennemføres geotekniske boringer til ca. 10 meters dybde med ca. 100 meters mellemrum i en korridor på ca. 200 meter langs linjen for den foreslåede placering for nord og midt løsningen og i en korridor på ca. 500 m langs linjen for den foreslåede placering for syd løsningen.

Med de planlagte længder af sikringen mod stormflod giver det følgende omfang af geotekniske boringer:

- Nord løsning: ca. 10-15 boringer
- Midt løsning: ca. 5 boringer
- Syd løsning: ca. 20-30 boringer

Et skrivebordsstudie forventes at tage en måned og vil koste omkring 200.000 DKK. Mobilisering af borerig mv. koster omkring ½ til 1 mio. DKK, og de ovenfor nævnte boringer forventes at koste omkring 2-4 mio. DKK. Boringerne forventes at tage omkring 4 måneder.

- Prioritering: 2. prioritet da undersøgelserne er meget omkostningstunge og foregår i et Natura 2000. Bør derfor afvente et eventuelt fravalg

af lokaliteter eller valg af ny linjeføring, inden opstart, og dermed begrænse omfanget.

| | | |
|-----------|------------------------|-----------------------------------|
| Varighed: | Tilrettelæggelse: | 1 måned |
| | Udførelse af boringer: | 4 måneder |
| Prisskøn: | Tilrettelæggelse: | 200.000 kr. |
| | Mobilisering: | 0,5-1 mio.kr (uafhængig af antal) |
| | Udførelse af boringer: | 2-4 mio.kr. |

Faseopdeling: Disse sonderende boringer udføres nu for øget sikkerhed i økonomioverslag og dimensionering, men skal suppleres senere med flere boringer ved de valgte lokaliteter for konstruktionerne.

10.2 Habitat/Biotopvurdering, nu og i fremtiden

Som supplement til de gennemførte skrivebordsanalyser bør der i forbindelse med den videre planlægning af det foretrukne løsningsforslag gennemføres konkrete kortlægninger af flora og fauna i vandområdet.

10.2.1 Flora og Fauna

Der bør gennemføres en detaljeret kortlægning af udbredelsen af ålegræs og havgræs, makroalger (tang) i det valgte anlægsområde. Vegetationen på havbunden undersøges vha. spotanalyser, udført med "micro-U-båd" ROV (Remote Operated Vehicle). Afhængig af anlægsområdets størrelse, anbefales 50-100 spots.

Der bør gennemføres en detaljeret kortlægning af den tilstedeværende fauna i vandområdet som helhed og på baggrund heraf udarbejdes mere detaljerede vurderinger af det foretrukne løsningsforslag påvirkning af den tilstedeværende fauna. Der bør derfor tages bundprøver til analyse af bundfauna og gængse miljøfremmede stoffer og tungmetaller. Prøverne udtages fra minimum 10 stationer. Om muligt samme stationer, som i en tilsvarende analyse gennemført for ca. 20 år siden.

Kortlægningen af bundfaunaen suppleres med oplysninger om fiskefaunaen i Københavns Havn fra en analyse gennemført af Københavns Kommune.

Kortlægningen af fuglefaunaen vil basere sig på tællinger af vinterrastende fugle på udpegningsgrundlaget, herunder bl.a. knopsvane, stor skallesluger og troldand. Fugletællingerne suppleres med oplysninger fra DOF-databasen og tællinger udført i forbindelse med en Natura 2000-vurdering af placering af vindmøller på Kalvebod Syd.

Prioritering:

1. prioritet er en baseline-vurdering af de eksisterende forhold som udgangspunkt for senere beskrivelser af forventelige ændringer.
2. prioritet er vurderingen af forventelige ændringer, som delvis

må baseres på modelleringerne af ændringer i vandskifte, sediment mv.

- Varighed: Baseline 4 måneder. Konsekvensvurdering: 1 måned
 Prisskøn: Baseline: 400.000 kr. Konsekvensvurdering: 100.000 kr.
 Faseopdeling: Baseline straks og senere konsekvensvurdering når modelresultaterne fra de hydrauliske beregninger kendes og foretrukne løsning kendes.

10.2.2 Naturtyper

På baggrund af udpegningsgrundlaget for Natura 2000-området bør der gennemføres overordnet lokal visuel vurdering af omfang og tilstanden af de naturtyper der findes i området, med henblik på at vurdere om naturtyperne er i fremgang eller ikke og om denne tilstandsvurdering sandsynligvis påvirkes af det foretrukne løsningsforslag.

- Prioritering: 1. prioritet for at få øget kendskab til naturtyperne til egne vurdering af udpegningsgrundlaget for Natura 2000.
 Varighed: 2 måneder
 Prisskøn: 60.000 kr.
 Faseopdeling: Udføres nu for at få et bedre grundlag for tilrettelæggelsen af de videre forhandlinger vedr. naturforhold.

10.2.3 Kulturpåvirkning

Kortlægning og udredning om de kendte arkæologiske og kulturelle værdier der er knyttet til vandområdet Kalveboderne og en umiddelbar vurdering af positive og negative konsekvenser for disse forhold, hvis der bygges anlæg til sikring mod stormflod.

- Prioritering: 1. prioritet for en litteratursøgning om mulige arkæologiske hensyn, der kan have indflydelse på valg af løsning.
 Varighed: 2 måneder
 Prisskøn: 60.000 kr.
 Faseopdeling: Udføres nu for at sikre at der ikke arbejdes videre med ikke realiserbare løsninger.

10.2.4 Fysiske krav for opretholdelse af nuværende udpegningsgrundlag

Udredning om de absolutte minimumskrav til fysiske og kemiske forhold, der er en betingelse for at Kalveboderne vil kunne leve op til udpegningsgrundlaget for Natura 2000. På baggrund af resultaterne fra de bundprøver, der er udtaget til kemisk analyse, udarbejdes en vurdering af risikoen for påvirkningen af marine organismer og natura 2000-områdets udpegningsgrundlag ved spredning af miljøfremmede stoffer i anlægsfasen.

Prioritering: 2. prioritet som opfølgning på baseline-viden og litteraturstudie
Varighed: 4 måneder
Prisskøn: 150.000 kr.
Faseopdeling: Kan senere revurderes og suppleres i forbindelse med myndighedsbehandling af naturforhold.

10.3 Behov og krav for besejling

Udredning om nuværende og fremtidigt omfang og behov for besejling i vandområdet samt tidsplan for eventuelle planlagte ændringer af besejlingen i området. For hver form for besejling opgøres plads- og dybdebehov samt eventuelle sejlruter.

Prioritering: 1. prioritet for en udbygning af interesseanalysens kortlægning af ønsker og krav til besejling, og de restriktioner det giver for udformning af porte og åbninger.
Varighed: 2 måneder
Prisskøn: 60.000 kr.
Faseopdeling: Udføres nu for at sikre at der ikke arbejdes videre med ikke realiserbare løsninger. Senere, når der er valgt løsning, kan plads og dybdebehov for sejlads verificeres hos brugere og myndigheder.

10.4 Juridisk vurdering af mulighederne

Da det mest kritiske emne vurderes at være stormflodssikringens placering på tværs af et Natura 2000-område, uanset valg af løsning, er det meget vigtigt at have fuldt overblik over de problemstillinger og muligheder, der er for at kunne opnå en godkendelse af denne type anlæg i beskyttede naturområder.

Der er allerede givet en kort oversigt over problemstillingen, men det foreslås at der tilknyttes juridiske eksperter med særligt kendskab til procedurerne vedrørende dispensationer fra naturbestemmelse. Det vurderes meget vigtigt at få tilrettelagt projektformidlingen på den juridisk mest hensigtsmæssige måde, så mulighederne for en rimelig og fair dispensation er størst.

Prioritering: 1-3. prioritet for sikring af et smidigt og hensigtsmæssigt sagsforløb.
Varighed: Hele projektets løbetid.
Prisskøn: Afhænger af omstændighederne og sagsforløb.
Faseopdeling: Først en overordnet slagplan og oversigt og siden en egentlig ansøgningsprocedure og til sidst opfølgende juridisk bistand ved naturrelaterede spørgsmål som opstår undervejs.

10.5 Detaljering af tekniske muligheder og økonomi.

Der bør på basis af nye informationer fra forundersøgelserne og mere konkretiserede skitser til spærringer og portåbninger foretages en revurdering af de økonomiske overslag og realiserbarheden af det mest attraktive projektforslag. Der tænkes her ikke på et egentligt dispositionsforslag, men alene overordnet vurdering af om de oprindelige antagelser om økonomien holder stik, eller bør revurderes inden det videre arbejde.

Prioritering: 3. prioritet efter afslutning af forundersøgelser og konkretisering af foretrukne løsning

Varighed: ½ måned.

Prisskøn: 50.000 kr.

Faseopdeling: ingen.

11 Egnethed af porttyper

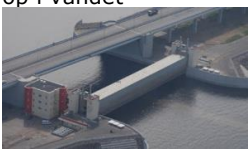



Der har været vurderet og undersøgt mange gængse typer af porte, der har været afprøvet i større eller mindre omfang rundt omkring i verden samt ideer til enkelte porte, som endnu ikke er fuldt udviklede eller afprøvet i praksis. Det er her valgt at fokusere på de porttyper, der har været afprøvet i fuld skala gennem nogle år, så der haves erfaringer for styrker og svagheder ved de enkelte porttyper og deres driftssikkerhed.

I Figur 11-1 og Figur 11-2 er der vist en resumerende oversigt over de vurderede porttyper og med farve markeret om port-typen er vurderet velegnet (grøn), måske egnet (gul) eller ikke egnet (rød). "Ikke egnet" kan skyldes at portene er for store og arealkrævende, for svage eller ikke tillader fri gennemsejlingshøjde. Frafaldes ønsket om fri gennemsejlingshøjde vil det være muligt at anvende flere af de porttyper, der er markeret med rødt.

For hver port er med rød tekst fremhævet det emne, der har givet anledning til "ikke egnet" eller det forhold, der udgør den største svaghed ved port typen, og som man derfor skal være særlig opmærksom på ved overvejelser om valg af denne type port.

| Porte | Fordele | Ulemper |
|--|--|---|
| <p>Vertikal akse, drejer ind.</p>  | <p>Kan spænde op til 300 meter. Kan modstå over 6 m vandtryk. Fri gennemsejlingshøjde.</p> | <p>Arealkrævende på land. Meget dyr og stor konstruktion. Kræver stærk forankring og aksler. Vedligeholdelses- og driftskrævende.</p> |
| <p>Portlåger hængslet vertikalt.</p>  | <p>Kræver meget lidt plads. Kan spænde op til 40 meter. Kan modstå over 6 m vandtryk. Let drift og vedligeholdelse. Hurtig og let at operere. Driftssikker og stabil. Fri gennemsejlingshøjde.</p> | <p>Begrænset åbningsbredde. Følsom overfor drivtømmer mv.</p> |
| <p>Skydeporte, skydes ind fra siden.</p>  | <p>Kan spænde op til 80 meter. Kan modstå over 6 m vandtryk. Hurtig og let at operere. Fri gennemsejlingshøjde.</p> | <p>Arealkrævende på land. Korrosion (hvis våd grav, tør grav ok). Sediment i styrerille.</p> |
| <p>Roterende port, drejes ned.</p>  | <p>Kræver kun lidt plads. Kan spænde op til 60 meter. Kan modstå over 6 m vandtryk. Hurtig og let at operere.</p> | <p>Følsom overfor sediment. Begrænset gennemsejlingshøjde. Vedligeholdelses- og driftskrævende. Meget synlig.</p> |
| <p>Sænkeport, sænkes ned i vandet.</p>  | <p>Kræver kun lidt plads. Kan spænde op til 90 meter. Kan modstå over 6 m vandtryk. Let drift og vedligeholdelse. Hurtig og let at operere.</p> | <p>Begrænset gennemsejlingshøjde. Vindfølsom ved åben port. Sediment og begroning i styrerille. Meget synlig.</p> |
| <p>Horisont akslet, hviler over vand</p>  | <p>Kræver kun lidt plads. Kan spænde op til 50 meter. Kan modstå over 6 m vandtryk. Hurtig og let at operere. Let drift og vedligeholdelse.</p> | <p>Kræver stærke forankring og aksler. Følsom overfor sediment. Ingen eller lille gennemsejlingshøjde. Meget synlig.</p> |

Figur 11-1 Part 1 af 2. Resume over væsentligste fordele og ulemper ved forskellige port typer til sikring mod stormflod fra syd ved Kalveboderne.

| Porte | Fordele | Ulemper |
|--|---|--|
| <p>Port der hæves lodret op i vandet</p>  | <p>Kræver kun lidt plads. Kan spænde op til 100 meter. Kan modstå over 6 m vandtryk. Godt landfæste. Fri gennemsejling.</p> | <p>Sediment i graven. Vanskelig vedligeholdelse. Dyb udgravning. Korrosion.</p> |
| <p>Roterende port, hviler på bunden</p>  | <p>Kræver kun lidt plads. Kan spænde op til 50 meter. Kan modstå over 6 m vandtryk. Hurtig og let at operere. Fri gennemsejlingshøjde.</p> | <p>Følsom overfor sediment. Vedligeholdelses- og driftskrævende. Korrosion.</p> |
| <p>Flap, vippes op fra bunden</p>  | <p>Kræver meget lidt plads. Kan spænde meget bredt (mange sektioner, side om side). Ikke synlig. Hurtig åbne/lukketid. Fri gennemsejlingshøjde.</p> | <p>Meget vanskelig vedligeholdelse. Følsom overfor bølger og strøm. Kan modstå ca. 3 meter vandtryk, men ikke 6 meter som her. Korrosion.</p> |
| <p>Oppustelig blød dæmning på bunden</p>  | <p>Kræver kun lidt areal. Kan spænde op til ca. 60 meter. Fri gennemsejlingshøjde. Lille synlighed.</p> | <p>Materialet kan blive stift. Kun til vanddybder under 5 m. Kan modstå ca. 2 meter vandtryk, men ikke 6 meter som her. Lang åbne/lukketid. Vanskelig vedligeholdelse. Skader fra gennemsejlende skibe mv.</p> |

Figur 11-2 Part 2 af 2. Resume over væsentligste fordele og ulemper ved forskellige port typer til sikring mod stormflod fra syd ved Kalveboderne.