

SUND OG BÆLT

UNDERSØGELSE AF FREMSKUDT FÆRGEHAVN VED TÅRS

AFGRÆSNSINGSNOTAT

ADRESSE COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

INDHOLD

1	Baggrund	2
2	Indledning	2
3	Afgrænsning	5
3.1	Oversigt	5
3.2	Forudsætninger	7
3.3	Optimering af havnens layout	8
3.4	Besejlingsforhold	10
3.5	Bølgeuro i havnebassin	10
3.6	Lokal scour og kyst	11
3.7	Vindmøller	11
3.8	Blokering fra havnens layout	11
3.9	Oversvømmelse	12
3.10	Blokering fra infrastrukturprojekter	13
3.11	Klimaeffekter	13
3.12	Miljøforhold i Østersøen	14
3.13	Samlet vurdering	15
4	Risici	15
5	Overordnet tidsplan	16

PROJEKTNR.

A258774

DOKUMENTNR.

GEN-TEK-01

VERSION

2.0

UDGIVELSESDATO

27 maj 2024

BESKRIVELSE

Afgøringsnotat

UDARBEJDET

JJU/CRJ/FLJ

KONTROLLERET

MBI/JJU

GODKENDT

JJU

1 Baggrund

I forbindelse med Finansloven for 2018 blev der gennemført en bredere første undersøgelse af en mulig fremskudt færgehavn ved Tårs (COWI/Sund & Bælt, november 2018).

Aftalen om Infrastrukturplan 2035 (IP 35) den 28. juni 2021 indeholder nye/supplerende undersøgelser af en mulig fremskudt færgehavn ved Tårs: "Analyse af strømforholdene ved fremskudt færgehavn ved Tårs". Forligspartierne bag vejaftalen under IP 35 har godkendt kommissoriet (december 2021) for en supplerende "Analyse af vandgennemstrømningen i Storebælt og strømforhold ved indsejlingen til en fremskudt færgehavn ved Tårs".

Inden igangsættelsen af nævnte supplerende analyser tiltrådte forligskredsen det endelige kommissorium (oktober 2023), hvoraf det fremgår, at analysearbejdet skulle omfatte kumulative virkninger med øvrige infrastrukturprojekter i overgangsområdet mellem Kattegat og Østersøen samt muligheden for på sigt at etablere vindmøller ved eller på selve færgehavnen.

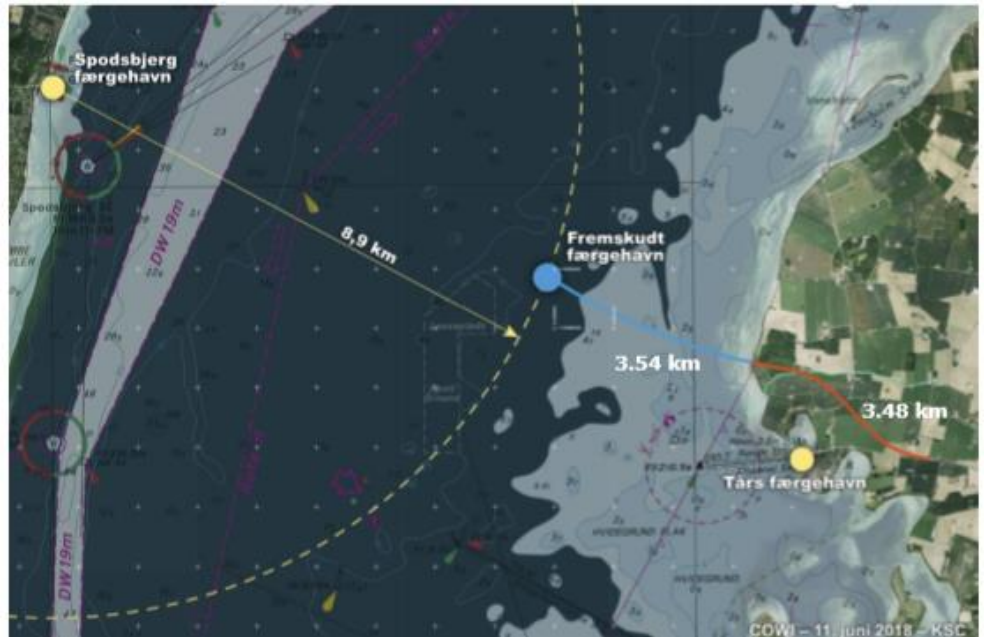
Det præciserede kommissorium ligger til grund for udbudt "Rammeaftale om analyser af strømforhold, besejlingsforhold og udvalgte miljøforhold ved en fremskudt færgehavn ved Tårs" (oktober 2023). I den udbudte rammeaftales ydelsesbeskrivelse er der i tillæg til det opdaterede kommissorium foretaget en præcisering af kravene til det gennemførte analysearbejde (Bilag 3, Ydelsesbeskrivelse, afsnit 2.1.2). Den indledende konkrete opgave omhandler således alene spørgsmål relateret til projektets lokale og regionale hydrografiske aspekter og virkninger, hvor øvrige spørgsmål og miljøaspekter knyttet til projektets gennemførlighed og miljøkonsekvensvurdering, herunder aspekter knyttet til anlægsarbejdet, ikke er omfattet i den indledende konkrete opgave.

2 Indledning

Den fremskudte færgehavns formål er at skabe rammerne for at opnå halvtimesdrift året rundt på overfarten Spodsbjerg-Tårs ved at etablere en fremskudt havn på en kunstig ø ca. 3,5 km ude i Langelandsbælt, se Figur 1. Havnen forbindes til Lolland med lavbro(er) og/eller dæmning(er). Den fremskudte havn vil bidrage til en forbedret infrastruktur på tværs af det sydlige Danmark, og være et alternativ til den faste forbindelse over Storebælt.

For at bringe planerne om en fremskudt havn ved Tårs videre kræves det, at de hydrografiske og vandmiljømæssige påvirkninger af den fremskudte færgehavn dokumenteres. Formålet med analyserne i den konkrete opgave er at bidrage til dette.

Analyserne skal behandle potentielle hydrografiske påvirkninger såvel lokalt som regionalt ved implementering af en fremskudt færgehavn ved Tårs. Fokus skal være på de permanente hydrografiske ændringer og udvalgte miljøpåvirkninger.



Figur 1 Kort med placering af den fremskudte havn.
Blå cirkel: Indikativ placering af fremskudt færgehavn.
Blå linje: Indikativ linjeføring af dæmning/bro.

Påvirkningerne af de lokale hydrografiske forhold skal belyses og lægges til grund for redegørelser af besejlingsforhold, erosion/aflejring af havbund og kyst samt mulig afledt konflikt med naturbeskyttelsen.

Påvirkningerne af den Centrale Østersø skal belyses og er et væsentligt fokuspunkt. Dette inkluderer en dokumentation af effekten af klimaændringer (herunder også vandstandsstigninger) og af de kumulative effekter på den Centrale Østersø af større infrastrukturprojekter, der er blevet eller aktuelt bliver undersøgt, men for hvilke der ikke er truffet beslutning om gennemførelse. De større infrastrukturprojekter, der skal betragtes, er den fremskudte færgehavn ved Tårs, Østlig Ringvej, Kattegatforbindelsen og en fast forbindelse mellem Als og Fyn samt fra en stormflodssikring af hovedstaden.

Store infrastrukturprojekter kan påvirke transporten af vand, salt og ilt m.m. gennem de danske stræder og dermed også hydrografen og miljøforhold i Østersøen.

Ved tidligere store infrastrukturprojekter, så som Storebælt og Øresund, var kravet, at forbindelserne ikke måtte give anledning til en ændring af vandgennemstrømningen i henholdsvis Storebælt og Øresund. På det tidspunkt var det ikke muligt at kvantificere forbindelsernes påvirkning på Østersøen, da de tilgængelige værktøjer (numeriske modeller) var begrænsede ift. dagens værktøjer. Modellerne for Storebælts- og Øresundsforbindelserne dækkede således kun begrænsede geografiske områder og modellerede alene transporten af vand og salt gennem stræderne. For at opfylde det overordnede miljøkrav om ikke at påvirke den Centrale Østersø, blev "nulløsnings" konceptet/metoden udviklet og benyttet. Ideen bag nulløsningen var og er, at hvis infrastrukturprojekterne ikke ændrer gennemstrømningsforholdene lokalt i de danske stræder, da vil de ikke ændre forholdene i den Centrale Østersø. At forholdene ikke blev ændret lokalt,

blev opnået ved at sikre, at transporten af vand og salt gennem hhv. Storebælt og Øresund ikke blev ændret (nul ændring). Modstanden fra forbindelserne, som kunne mindske transporterne, blev kompenseret ved lokale afgravninger der opvejede modstanden fra forbindelsen. Afgravningerne blev optimeret, så der ved begrænset afgravning ikke var nogen ændring af transporten af vand og salt, som følge af anlæggene.

For kommende store infrastrukturprojekter skal konkrete miljøkonsekvenser vurderes iht. VVM-direktivet (EU baseret). Miljøkrav skal ses i lyset af:

- > bedre systemforståelse
- > bedre værktøjer (numeriske modeller)
- > klimaforandringer

Til formulering af et fremtidigt miljøkrav til store marine infrastrukturprojekter kan der f.eks. tages afsæt i Vandrammedirektivets Indsatsbekendtgørelse¹, hvor et projekt ikke må hindre opfyldelse af de fastlagte mål. Konkret kunne det betyde, at **"et infrastrukturprojekt ikke særskilt eller kumulativt påvirker hydrografien og vandudvekslingen på en sådan måde, at det står i vejen for langsigtet at opnå eller opretholde en god miljøtilstand i havområdet"**.

Valget af de konkrete deskriptorer/kvalitetslementer/presfaktorer, som inddrages i vurderingen, kan støtte sig til HELCOMs Baltic Sea Action Plan², EU's Vandrammedirektiv^{3,4}, EU's naturbeskyttelsesdirektiver^{5,6,7} og Danmarks Havstrategi⁸.

Modellering af de hydrografiske og miljømæssige påvirkninger af den Centrale Østersø kan foretages med en regional model (DHI's DKBS2-HD75 model), hvis domæne er vist i Figur 2. Den regionale model er velegnet til at modellere den kumulative effekt af store danske infrastrukturprojekter samt de klimaforandringsdrevne effekter.

¹ indsatsbekendtgørelsens § 8, stk. 2 og 3

² <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2021/10/Baltic-Sea-Action-Plan-2021-update.pdf>

³ https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8-756d3d694eeb.0007.02/DOC_1&format=PDF

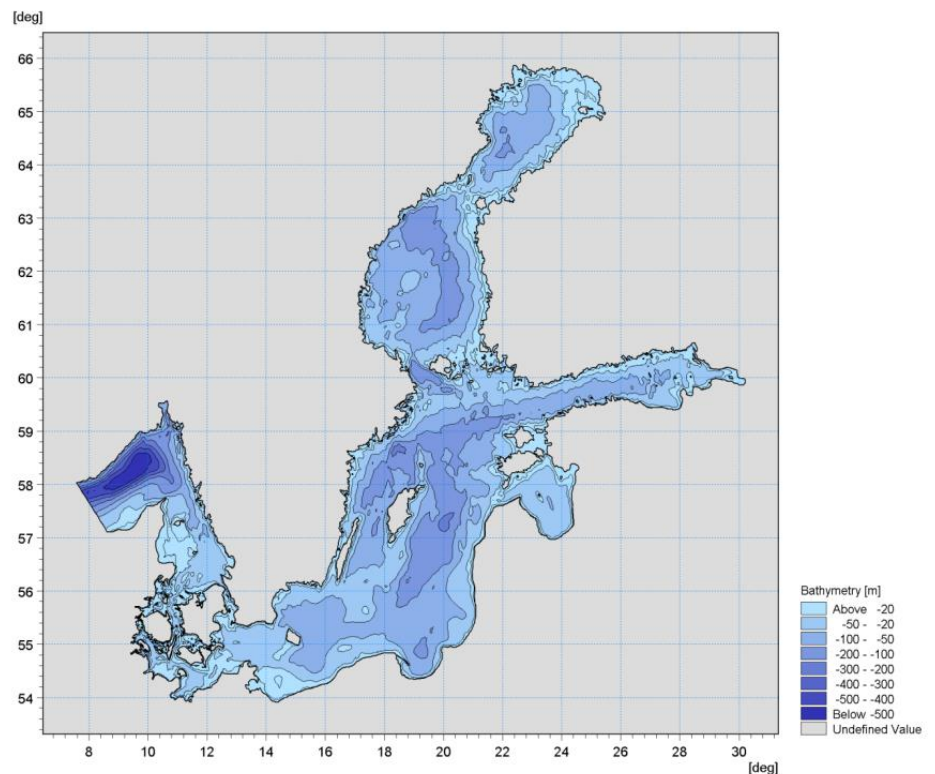
⁴ <https://dce2.au.dk/pub/sr146.pdf>

⁵ <https://mst.dk/erhverv/rig-natur/naturbeskyttelse/international-naturbeskyttelse/eus-naturbeskyttelsesdirektiver>

⁶ https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/habitats-directive_en

⁷ https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/birds-directive_en

⁸ <https://mst.dk/media/mmclxzzm/indsatsprogram-2024.pdf>



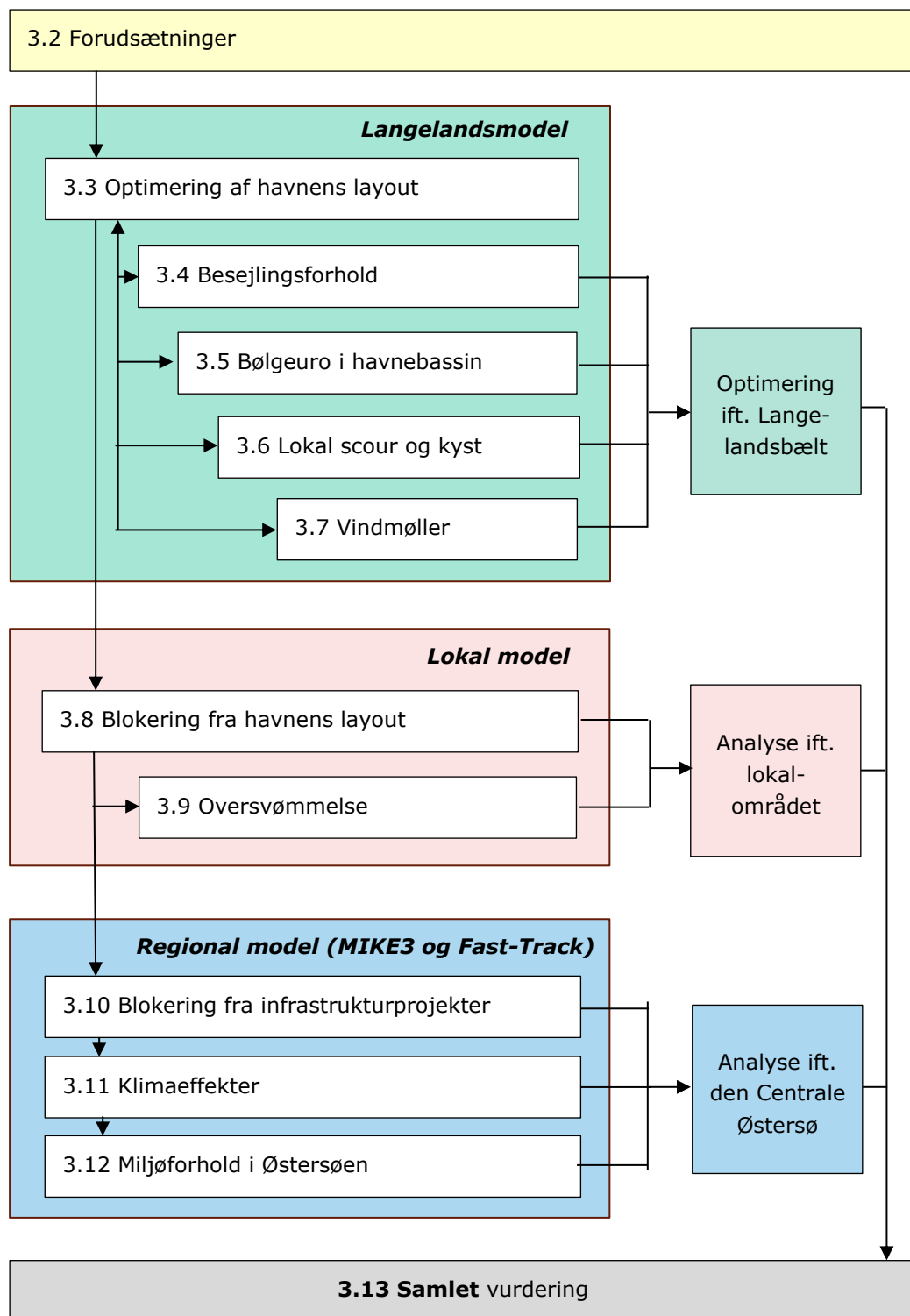
Figur 2 Den regionale models (DKBS2-HD75 modellen) domæne omfatter hele Østersøen og Skagerrak (del af Nordsøen). Modellens eneste åbne rand er Skagerraks vestlige rand.

3 Afgrænsning

3.1 Oversigt

Kommissoriet og Ydelsesbeskrivelsen i udbudsmaterialet ("Rammeaftale om analyse af strømforhold, besejlingsforhold og udvalgte miljøforhold ved en frem-skudt færgehavn ved Tårs, 17. oktober 2023") danner baggrund for den foretagne afgrænsning af aktiviteterne.

Undersøgelsen er opdelt i en række delopgaver, som beskrives i det følgende og samlet afgrænser opgaven. Dette er illustreret i Figur 3. Delopgaverne har en indbyrdes sammenhæng og beskriver en sekventiel gennemførelse af undersøgelsen for at nå dens mål.



Figur 3 Undersøgelsens delopgaver og deres indbyrdes sekvens, sammenhæng og resultater. Numre er kapitelnumre.

3.2 Forudsætninger

Denne delopgave skal redegøre for baggrund og de væsentligste forudsætninger for undersøgelsen.

Redegørelsen omfatter bl.a. en opsummering af tidligere forbindelsers baggrund og forudsætninger ("Nulløsningen"). På baggrund heraf formuleres et opdateret vurderingsgrundlag for den aktuelle trafikforbindelse ("langsigtet god miljøtilstand i havområdet").

Specifikt skal redegørelsen indeholde følgende:

- Dokumentation for simuleringsværktøjer, og herunder deres forudsætninger, kvalitet og brug.
 - Mekanistiske modeller (MIKE3 HD FM og ECOLab), der på baggrund af processernes styrende ligninger simulerer udviklingen over tiden for centrale scenarier.
 - Konceptuel model⁹ (Fast Track), der tillader hurtig gennemregning af et stort antal scenarier for udvalgte (1-2) fremtidige tidspunkter. Resultaterne fra Fast-Track-modeller kan bagefter behandles statistisk med en Monte-Carlo metode for at beskrive resultaternes forventede udfaldsrum (frekvensfunktion), deriblandt resultaternes centrale skøn samt deres variationsbredder.
- Benyttede blokeringsværdier fra en fremskudt havn ved Tårs og andre mulige infrastrukturprojekter (Østlig Ringvej, Kattegatforbindelsen, en fast forbindelse mellem Als og Fyn samt fra en stormflodssikring af hovedstaden), og hvorledes de parameteriseres i den regionale model.
- Valg af egnet klimascenarie med dertil hørende nedskalering til Østersøområdet under inddragelse af nyere forskningsresultater. Scenarierne implementeres i modellerne med vægt på følgende processer:
 - vandstandsstigninger med dertil hørende sandsynlighedsfordeling.
 - Oversvømmelsesanalyse
Udgangspunkt kan tages i scenariet der anvendes til forundersøgelse af stormflodssikring af København.
 - Analyse af strømningsmodstand
Udgangspunkt kan tages i et scenarie med minimal vandstandsstigning, da det giver en relativ stor påvirkning af den fremskudte havn ift. klimaeffekten (konserverativ).

⁹ Bo Pedersen, Fl. Steen Møller, J.: "Diversion of River Neva – How will it influence the Baltic Sea, the Belts and Kattegat", Nordic Hydrology, 12, 1981, p1-20.

- vindforhold (ændring i vindstyrke og karakteristisk retning) med dertil hørende sandsynlighedsfordeling. Heri fokuseres især på de kraftige vindes ændringer i retning og styrke.
- nedbørsændringer med dertil hørende sandsynlighedsfordeling.
- ferskvandsafstrømning (på baggrund af ændrede nettonedbørsforhold) med dertil hørende sandsynlighedsfordeling.
- Havtemperaturstigning med dertil hørende sandsynlighedsfordeling.

Usikkerheden på ændringerne af disse klimabetingede forhold er stor, hvilket vil blive drøftet, hvorfor ændringerne kun benyttes til at forstå betydningen og størrelsesordenen af ændringerne for hydrografien og miljøfoldene i Østersøen, dvs. sensitiviteten af forhold i Østersøen.

- Beskrive de hydrauliske/hydrografiske forhold, som hver af de tre modeller skal simulere, f.eks. skal Langelandsmodellen (se Figur 4) simulere lokale strømhastigheder i Langelandsbælt. Den lokale model, der omfatter Storebælt, Langelandsbælt, Lillebælt og Femern Bælt, se Figur 4, skal simulere blokering af den fremskudte havn. Den regionale model skal kunne simulere bl.a. saltholdigheder i den Centrale Østersøs overflade og bund.
- Valg af de nødvendige og tilstrækkelige kvalitetselementer/deskriptorer/presfaktorer for Langelandsbælt (se Figur 4), lokalområdet (se Figur 4) og den Centrale Østersø (se Figur 2) der skal indgå i vurderingen af påvirkningerne.
- Beskrive en "transparent og forståelig" metode til vurdering af simuleringsresultaterne. Hvordan afvejes forskellige påvirkninger i forhold til hinanden (hvor meget vægtes de respektive påvirkninger relativt til hinanden). Hvordan vurderes en given parameterændring ift. det overordnede mål om "god miljøtilstand" (skal en modelleret ændring vurderes positiv eller negativ).
- Accept fra Sund og Bælt og evt. andre interessenter af forudsætningerne er afgørende for det videre arbejde i undersøgelsen.

Ydelse:

Rapport der redegør for undersøgelsens forudsætninger, herunder tidligere infrastrukturens blokering, klimascenarie, og metode til vurdering af hydrografi og vandmiljø. Der gennemføres ingen simuleringer i denne delopgave.

3.3 Optimering af havnens layout

Optimering af den fremskudte havns layout omfatter placering, orientering og kombination af lavbroer og dæmninger (deres placering, længder og geometri). Disse optimeres i relation til strømningsmodstand, samt besejlings- og manøvreforhold og bølgeuro i havnen, og under hensyntagen til den fremskudte færgehavnens økonomi.

Der opsættes en Langelandsmodel i MIKE 3 FM med høj opløsning ved den fremskudte havn, se Langelandsmodellens indikative udstrækning i Figur 4. Udformninger af havnen implementeres i modellen. Indledningsvis simuleres de 3 udformninger fra COWIs 2018 rapport¹⁰. Der simuleres et typisk år (f.eks. 2019) for hver udformning. Et mål for strømningspåvirkning bestemmes og muligheder for evt. forbedret placering og udformning af øens perimeter og formgivning af bropiller og/eller dæmning vurderes. Bropiller bør f.eks. have den bedst mulige orientering i forhold til strømmens hovedstrømsretninger, så strømningsseffekterne mindskes. Tilsvarende kan der arbejdes med havnens udformning, så den påvirker gennemstrømningen mindst muligt.



Figur 4 Modelområdet for langelandsmodellen er vist med rød streg og modelområdet for den lokale model er vist med sort streg. Linjen S1 vest for Arkona Bassinet vil blive brugt til at vise transport af vand og salt i den regionale model.

Ydelse:

Et antal layouts for øen og for lavbro/dæmning undersøges med henblik på at mindske deres påvirkning af strømningen. I samarbejde med Sund & Bælt udarbejdes en model til komparativ sammenligning af udformningerne, det kan

¹⁰ COWI 2018: "Fremskudt færgehavn ved Tårs", Appendiks D – Hydrauliske modelleringer

f.eks. være en multi-kriterie analyse med miljøpåvirkning, besejlings- og manøvreforhold, bæredygtighed og life-cycle-costs.

Simuleringsresultaterne føder ind i analyserne af besejlingsforhold, havnebassinets bølgeuro og vurdering af lokal scour og kyst.

3.4 Besejlingsforhold

I denne delopgave skal besejlingsforholdene analyseres og vurderes, herunder konsekvensen af de øgede strømhastigheder omkring indsejlingen til den fremskudte færgehavn og de forekommende bølge- og vindforhold. Havnelayoutet optimeres for besejlings- og manøvreforhold.

Forskellige udformninger af den fremskudte havn analyseres og optimeres med SimFlex4. Input til besejlings- og manøvresimuleringer er de hydrodynamiske simuleringer med de forskellige layouts for havnen i Langelandsmodellen samt bølge- og vindforhold fra bølgemodelleringerne. Indledningsvis analyseres og optimeres besejlings- og manøvreforholdene med desktop simuleringer. Efterfølgende kan der udføres full-mission simuleringerne for at verificere den foreslåede havneudformning og foretage optimeringer. Simuleringerne kan enten foretages med den eksisterende færge MF Lolland og/eller med en ny VE-dreven færge.

Ydelse:

Et antal layouts for øen undersøges med henblik på deres besejlings- og manøvreforhold. Der opstilles en ranking af de undersøgte layouts på baggrund af besejlings- og manøvreforhold.

Simuleringerne af besejlings- og manøvreforholdene giver feed-back til layout af øen.

3.5 Bølgeuro i havnebassin

Bølgeuro i havnen skal simuleres og analyseres og påvirkningen af havnens brug bestemmes. Bølgeuroen i havnen simuleres med MIKE 21 Boussinesq Waves (BW), som sættes op for et begrænset område omkring havnen. Randbetingelser uddrages fra den 1-årige simulering med Langelandsmodellen, som simulerer vandstand, strømme og bølger.

Havnens udformning optimeres under hensyntagen til, at der også skal være optimale besejlings- og manøvreforhold.

Ydelse:

For udvalgte havneudformninger simuleres nøgleparametre for bølgeuro, f.eks. bølgehøjder og perioder, der efterfølgende kan bruges til at estimere down-tider for havnen.

Simuleringerne af bølgeuroen giver feed-back til layout af øen.

3.6 Lokal scour og kyst

Delopgaven omfatter en vurdering af deposition og erosion omkring det foretrukne layout, som følge af de ændrede hydrodynamiske forhold, herunder særligt ved indsejlingen til den fremskudte færgehavn og ved bro/dæmning samt lokalt af kystforhold, for eksempel læsideerosion og om der er behov for kystbeskyttelse.

Vurderingen vil blive foretaget baseret på de hydrodynamiske simuleringresultater fra Langelandsmodellen, hvor der simuleres et typisk år (f.eks. 2019) og et antal udvalgte historiske storme. Simuleringerne vil vise bundfriktion og bølgerne langs kysten med og uden den fremskudte havn. Dette vil give et godt grundlag for at vurdere ændringerne i det lokale kystområde.

En detaljeret modellering af kystlinjeudviklingen vil indgå i en fremtidig MKV.

Ydelse:

Identifikation af områder, hvor der forventes erosion og af områder, hvor der forventes aflejring på grund af den fremskudte havn. Dybde af erosion ("scour") og tykkelsen af aflejring beskrives kvalitativt på baggrund af modellerede hydrodynamiske forhold og eksisterende sedimentforhold, uden direkte at simulere erosion/aflejring.

3.7 Vindmøller

Indledningsvist vil der på et overordnet niveau blive redegjort for business casen for en VE-drevet færgeforbindelse herunder overordnet idébeskrivelse, målsætninger, kravspecifikationer (f.eks. til elforsyning) og økonomiske overvejelser.

Dernæst vil der på et overordnet niveau blive redegjort for mulighederne for at etablere vindmøller ved eller på den fremskudte havn, herunder hvordan dette vil påvirke udformningen af den fremskudte havn og den dertil hørende påvirkning af vandgennemstrømningen, og hvordan den producerede strøm kan anvendes til VE-færger.

Ydelse:

På et overordnet niveau se på mulighederne for på sigt at etablere vindmøller ved eller på selve færgehavnen, herunder betydningen for udformningen af selve færgehavnen og påvirkningen af vandgennemstrømningen i den forbindelse.

3.8 Blokering fra havnens layout

Der opsættes en lokal model i MIKE 3 FM med høj opløsning ved den fremskudte havn, se lokalmodellens indikative udstrækning i Figur 4. Områdets beregningsnet og batymetri tages fra den regionale model, og i området omkring Tårs færgehavn indsættes beregningsnet og batymetri fra Langelandsmodellen med det foretrukne layout for den fremskudte havn. Den lokale model er således en overgang mellem Langelandsmodellen og den regionale model.

Der simuleres et typisk år (f.eks. 2019). En blokering, som defineret for de andre forbindelser i Bælthavet og Øresund bestemmes for den fremskudte færgehavn ved Tårs. En sådan blokering anvendes ikke som acceptkriterie. Blokering anvendes derimod til, sammen med blokeringerne fra de andre infrastrukturprojekter, at beskrive den kumulative effekt på den Centrale Østersø i den større regionale model. Dermed bestemmes den integrerede (kumulative) effekt på den Centrale Østersø af blokeringerne fra de udvalgte infrastrukturprojekter.

Endvidere foretages en konkret vurdering af den lokale blokering fra den fremskudte færgehavn ved Tårs, og derved den potentielle påvirkning af lokale strømforhold og vandudveksling- og transport mellem vandområderne. Dette giver mulighed for en indledende screening af påvirkningerne i lokalområdet herunder Natura 2000-området "Nakskov Fjord og Indrefjord".

Ydelse:

Et blokeringstal for den fremskudte færgehavn ved Tårs, der kan parameteriseres i den regionale model. Vurdering af den potentielle påvirkning på de lokale strømforhold og vandudveksling- og transport mellem vandområderne, herunder en screening af en potentiel konflikt med de målsætninger, som knytter sig til Natura 2000 netværket.

3.9 Oversvømmelse

Denne delopgave omfatter undersøgelse af betingede ændringer i risikoen for oversvømmelse fra stormflod af lavtliggende områder i nærheden af den fremskudte havn.

Et antal historiske storme udvælges og simuleres i den lokale model. Hvis det vurderes nødvendigt, vil syntetiske storme også anvendes for at sikre repræsentativ simulering med storme. Højvande i forbindelse med stormene simuleres både uden den fremskudte havn og med forskellige udformninger af havn og broer/dæmninger. Forskellene med og uden fremskudt havn analyseres og betydningen af den fremskudte havn på oversvømmelse lokalt klarlægges. Højvandshændelsen i oktober 2023 er en væsentlig storm at inddrage i analyserne og kan anvendes som reference/kalibrering.

Den betingede ændring af oversvømmelsesrisikoen beregnes for nu-situationen og for 1-2 fremtidige tidspunkter med inddragelse af klimabetinget havspejlsstigning.

Da hele Langelandsbælt repræsenterer en region med relativ stor strømningsmodstand i Storebælt, kan såvel stormfloder fra nord som fra syd potentielt give anledning til oversvømmelser. Udvælgelsen af et antal egnede stormflodshændelser kan derfor omfatte stormfloder fra nord (f.eks. Bodil) og fra syd (f.eks. stormfloden i 1872 eller oktober 2023).

Ydelse:

Bestemmelse af højvandsstatistik for lavt liggende lokaliteter i nærheden af den fremskudte færgehavn, med fokus på betingede ændringer ift. eksisterende højvandsstatistik. Højvandsstatistikker og de betingede ændringer fremskrives til 1-

2 fremtidige tidspunkter under hensyntagen til klimabetinget vandstandsstigning (samme klima scenarie som valgt i afsnit 3.2).

3.10 Blokering fra infrastrukturprojekter

Den regionale model skal anvendes til at beskrive den kumulative effekt af den fremskudte færgehavn ved Tårs og andre større infrastrukturprojekter, der er blevet eller aktuelt bliver undersøgt (Østlig Ringvej, Kattegatforbindelsen og en fast forbindelse mellem Als og Fyn samt stormflodssikring af hovedstaden).

Blokeringerne af disse andre større infrastrukturprojekter bestemmes ikke i denne undersøgelse, her anvendes den blokering der er bestemt i de respektive undersøgelser af disse infrastrukturprojekter. De respektive blokeringer parametriseres og indsættes i den regionale model.

Beregningerne gennemføres for det foretrukne layout for den fremskudte havn og for de nævnte infrastrukturprojekter tilsammen. Modelleringerne gennemføres med en mekanistisk MIKE3 model.

To scenarier betragtes:

- Referencescenarie, dvs. uden den fremskudte havn og de nævnte større infrastrukturprojekter, der er blevet eller aktuelt bliver undersøgt.
- Scenarie med infrastrukturene.

Simuleringsperioder kan være:

- Et typisk år (f.eks. 2019), som gentages.

Simuleringstest gennemføres for at bestemme den mest optimale simuleringsperiode og metode.

Ydelse:

Simuleringerne beskriver ændringerne udelukkende som følge af infrastrukturprojekterne med hensyn til de fysiske parametre for den Centrale Østersø (vandføringer, saltholdigheder og skillefladeposition).

3.11 Klimaeffekter

Klimascenariet bestemt i afsnit 3.2 kombineres med modstanden fra den fremskudte færgehavn ved Tårs og andre større infrastrukturer, der er blevet eller aktuelt bliver undersøgt.

Det forventes, at effekten af den klimabetingede havspejlsstigning er modsat effekten af de nævnte større infrastrukturer. Infrastrukturene blokerer for gennemstrømningen i de danske farvande, hvorimod havspejlsstigningen åbner for gennemstrømningen. Åbningen kan være en størrelsesorden større end blokeringen fra Infrastrukturprojekterne.

Fire scenarier betragtes:

- Referencescenarie, dvs. uden den fremskudte havn og de nævnte større infrastrukturprojekter og uden klimaændringer.
- Scenarie med den fremskudte havn og de nævnte større infrastrukturprojekter og uden klimaændringer.
- Scenarie uden den fremskudte havn og de nævnte større infrastrukturprojekter og med klimaændringer.
- Scenarie med den fremskudte havn og de nævnte større infrastrukturprojekter og med klimaændringer.

Simuleringsperioder kan være:

- Et typisk år (f.eks. 2019) med og uden klimaændringer. Modellen anvender fysiske randbetingelser fra et år (2019) og gentager dette år med ændrede klimapåvirkninger.
- En lang periode (20-75 år) med og uden klimaændringer.

Simuleringstest gennemføres for at bestemme den mest optimale simuleringsperiode og metode.

Under resultatpræsentation vil der bl.a. blive vist transport af vand og salt over linjen S1 vest for Arkona Bassinet, se Figur 4.

Ydelse:

Simuleringer der beskriver udviklingen i den Centrale Østersø (hydrografi) med og uden infrastrukturprojekter og med og uden klimaændringer. Indledningsvis gennemføres simuleringer kun med vandstandsstigning. Efterfølgende gennemføres simuleringer med overordnede klimamodelscenarier (temperatur, nedbør og vind) for at foretage mere kvalitative betragtninger af effekten på den Centrale Østersø. Ekspertvurdering af påvirkningerne af Østersøen.

3.12 Miljøforhold i Østersøen

Udvalgte hydrografiske simuleringer, som beskrevet i afsnit 3.11, udvides med en økologisk simulering ved benyttelse af en økologisk model, baseret på MIKE 3 ECOLab systemet. Modellen beskriver næringssalte og plankton, og kan simulere påvirkningen fra ændrede hydrografiske forhold. Den økologiske model optimeres i forhold til opgaven, dvs. de relevante processer i ECOLab systemet inddrages.

Resultaterne vil være udgangspunkt for og indgå i ekspertvurderinger, der forholder sig kvalitativt til den eventuelt identificerede påvirkning.

Klimaændringernes påvirkninger kan kun beskrives med en vis usikkerhed/spredning. Den akkumulerede spredning af forholdene i Østersøen skal

bestemmes. Spredningen afhænger af variationen inden for hver af de betragtede parametre, for eksempel for havvandspejl, nedbør, temperatur.

Der gennemføres mange simuleringer (Monte-Carlo metode) med Fast Track modellen. Resultaterne kan bagefter behandles statistisk for at beskrive resultaternes forventede udfaldsrum, herunder resultaternes centrale skøn samt deres spredning.

Ydelse:

Simuleringerne beskriver på forskellige tidspunkter i fremtiden sandsynlighedsfordeling af udvalgte fysiske parametre for den centrale Østersø (saltholdigheder, vandføringer, skilleflade) både som følge af infrastrukturen og som følge af udvalgte klimændringer. Sandsynlighedsfordelingen vil som delresultat beskrive det centrale estimat på resultater, som giver et uafhængigt skøn i forhold til modelresultaterne bestemt med MIKE3 i ovenstående delopgave 3.11. Effekten af ændrede fysiske parametre på kemiske og biologiske parametre og deskriptorer belyses kvalitativt (ekspertvurdering) og i samspil med vurderinger beskrevet i afsnit 3.11.

3.13 Samlet vurdering

Optimering af layout med hensyn til de forskellige påvirkninger samt den afsluttende integrerede vurdering gennemføres ved en transparent og forståelig metode til udvælgelse af det foretrukne layout af den fremskudte havn ved Tårs. Der eksisterer forskellige metoder og koncepter for at vurdere layouts. Der vil her blive foretaget en todimensionel betragtning ved at give forskellige påvirkninger henholdsvis en sværhedsgrad af påvirkning og en politisk vægt / vigtighed. Produktet af de to parametre giver så en score, som kan rangordnes.

4 Risici

Følgende risici er identificeret ifm. projektets metoder/resultater for den fremskudte færgehavn ved Tårs:

- > Færgetype (sejltid, vendetid, opladning/påfyldning osv.)
- > Besejlingsforhold, kan den kunstige ø strømlines så ½ times drift opnås (og opnå den målsatte færgedrift året rundt)
- > Besejlingsforhold, kan havneindsejlingen udformes så ½ times drift opnås (og opnå den målsatte færgedrift året rundt)
- > Havneuro, kan moleudformning optimeres så acceptabel downtime opnås året rundt

Følgende risici er identificeret ifm. projektets metoder/resultater for miljøpåvirkninger af den Centrale Østersø:

- > Usikkerhed omkring inddragelse af klimaeffekter

- > Hvilke nøgleparametre kan udvælges (ved inddragelse af nyeste videnskabelige viden og guidelines), til at karakterisere grundlaget for en god miljøtilstand i Østersøen. Hvordan vurderes infrastrukturprojekter og klimaændrings samlede påvirkning af nævnte nøgleparametre metodisk.
- > Kritik af modeller og tilgang til analyser
- > Politisk krav/myndighedskrav om et specifikt acceptkriterie
- > Formidling af resultater (herunder kritik fra 3. part)
- > Kritik af miljømæssige analyseresultater og ekspertvurderinger
- > Modelleringer og vurderinger af hydrografi og vandmiljø giver resultater, der kan ses som negative påvirkninger af målsætningen om en god miljøtilstand i havområdet/Østersøen.

5 Overordnet tidsplan

I den reviderede tidsplan er modelleringernes start lagt tidligt for hurtigt at kunne vurdere påvirkningernes størrelsesorden.

Tabel 5-1 Overordnet tidsplan.

Aktivitet	Arbejdet forventes udført frem til og med
Underskrift af Rammeaftale	29 februar 2024
Opstartsmøde	12 marts 2024
Afgrænsningsnotat	Maj 2024
Start på analysearbejdet herunder alle tre hydrografiske modeller	Juni 2024
Etablering og accept af Forudsætninger som basis for analysearbejdet	Juni 2024
Aflevering af udkast til rapporter	Januar 2025
Aflevering af endelig rapport og udkast til sammenfattende rapport	Februar 2025
Aflevering af sammenfattende rapport	Marts 2025