



# Screening af havvindpotentialiet i Danmark

---

## **Overordnet opgavebeskrivelse (forkortet)**

Energistyrelsen

Dato: 13. september 2023

# Indhold

<b>1.</b>	<b>Formålet med opgaven.....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Opgaven.....</b>	<b>4</b>
2.1	Leverancer .....	4
2.2	Tidsplan .....	4
2.3	Delopgave 1: Følsomhedskortlægning .....	4
2.4	Delopgave 2: Teknisk finscreening af havvindpotentiallet.....	10
2.5	Delopgave 3: Vurdering af kumulative effekter fra storskala havvindudbygning .....	11
2.6	Delopgave 4: Vurdering af barrierer og potentialer for sameksistens .....	13

---

## 1. Formålet med opgaven

I den politiske delaftale til Finanslov 2022 *Investeringer i et fortsat grønnere Danmark* blev der for perioden 2022-2025 afsat midler til et projekt, der skulle sikre det nødvendige datagrundlag og understøtte den langsigtede planlægning for og beslutninger om udbygning af ny storskala havvind i Danmark. Målet er at tilvejebringe et samlet, opdateret overblik over havvindpotentialet og miljøpåvirkningerne for at imødekomme den øgede efterspørgsel på udbygning af havvind

Projektet inkluderer fire delopgaver:

- 1) *Følsomhedskortlægning (kortlægning af natur-, miljø- og vindforhold samt andre faktorer af væsentlig betydning for havvindudbygningen).*
- 2) *Teknisk screening af havvindpotentialet.*
- 3) *Vurdering af kumulative effekter fra storskala havvindudbygning i Danmark og nabolande.*
- 4) *Vurdering af barrierer og potentialer for sameksistens.*

For at løse denne opgave har Energistyrelsen indgået samarbejde med NIRAS, National Center for Miljø og Energi (DCE AU) og DTU Wind.

Opgaven udføres under inddragelse af en tværfaglig følgegruppe med deltagelse fra øvrige relevante ressortmyndigheder med væsentlige arealinteresser på havet. Derudover inddrages en interessentgruppe med deltagelse af relevante interesseorganisationer. Følgegruppe og interessentgruppen vil blive inddraget efter behov i f.eks. temamøder med drøftelse af specifikke forhold, f.eks. påvirkning af fugle, fiskeri mv.

Dette dokument beskriver, hvordan Energistyrelsen i samarbejde med NIRAS, DCE AU og DTU Wind vil tilgå denne komplekse opgave. Det er vigtigt at bemærke, at det for visse dele af opgaven ikke er muligt eller hensigtsmæssigt at fastlægge alle detaljer i opgaveløsningen endnu. Dette gælder især for delopgave 4, som primært vil blive udført i 2025.

## 2. Opgaven

I det følgende beskrives først den overordnede tilgang til opgaveløsningen og de planlagte leverancer. Derefter beskrives metodetilgangen for hver enkelt delopgave og de fagemner, der indgår under de enkelte delopgaver.

Opgaven skal medvirke til at forbedre beslutningsgrundlaget for udbygning af havvind i Danmark. Dette inkluderer valg af områder for udbygningen af havvind og de konsekvenser, som storskalaudbygning af havvind vil kunne have på natur- og miljøforhold.

En central del af opgaven er at afdække eksisterende viden om emner, der kan påvirkes af storskala havvindudbygning eller begrænse hvordan udbygningen af havvind kan foregå. Lige så vigtigt vil opgaven også medvirke til at afdække, hvor der mangler viden, så dette kan synliggøres, og så der i forbindelse med kommende undersøgelser kan være fokus på at få undersøgt disse emner/områder af de danske farvande.

Det er desuden vigtigt at fastslå, at vi ikke kommer til at vide alt med denne opgave, men vi kommer til at få et bedre overblik og mere viden, end vi har i dag.

### 2.1 Leverancer

De væsentligste leverancer består dels af GIS og data og dels af en skriftlig afrapportering.

En vigtig del af projektet er at sikre, at så meget som muligt af den viden og data, der foreligger om de forskellige biologiske og miljømæssige forhold, der kan påvirkes af storskala-udbygning af havvind, eller som kan være begrænsende i forhold til, hvordan udbygningen af havvind kan foregå, bliver gjort tilgængelig. En central del af leverancerne vil derfor være digitale kortlag. Disse vil indgå i løsningen af denne opgave, men vil også kunne indgå i den kommende planlægning og projektering af havvindudbygningen i Danmark. Et vigtigt fokus i opgaveløsningen er derfor, at en del af leverancerne vil være dynamiske værktøjer, som kan opdateres, når der kommer nye data.

Udover den digitale afrapportering, vil der under hver delopgave blive afleveret en eller flere rapporter i pdf-format.

### 2.2 Tidsplan

Energistyrelsen igangsatte opgaven i slutningen af 2022. De enkelte delopgaver vil blive afleveret løbende som vist nedenfor. Tidsplanen er tilrettelagt så der skabes mest mulig synergi og mulighed for interaktioner mellem delopgaverne.

- Delopgave 1: Igangsat 2023. Forventet aflevering Q3 2024
- Delopgave 2: Igangsat 2023. Forventet aflevering Q4 2024.
- Delopgave 3: Igangsat 2023. Forventet levering Q2 2025.
- Delopgave 4: Forventes igangsat Q4 2024. Forventet aflevering Q2 2025.

### 2.3 Delopgave 1: Følsomhedskortlægning

Formålet med delopgave 1 er at levere et samlet overblik over hvilke dele af havarealet, der må forventes særligt sårbart over for storskalaudbygningen af havvind. Dette omfatter at identificere – i det omfang, det er muligt - hvilke områder, hvor etablering af havvind potentielt kan udfordre natur- og miljøhensyn, og hvor der derfor må forventes at skulle indarbejdes særlige afværgeforanstaltninger eller kompenserende foranstaltninger. En

del af opgaven vil desuden være at identificere områder, hvor etablering af havvindmølleparker ikke umiddelbart forventes at medføre væsentlige natur- og miljøpåvirkninger.

Der er videnskabeligt mange forskellige eksempler på, hvordan følsomhed defineres, ligesom forståelsen af begrebet følsomhedskortlægning er forskellig. I den indledende afgrænsning af opgaven er det klarlagt, at en endelig definition af begrebet følsomhedskortlægning ikke er mulig eller fagligt hensigtsmæssig. Dog kan nedenstående forsimplede principper anvendes som grundlag for følsomhedskortlægning for alle emner i delopgave 1:

Kortlægning (hvad og hvor) + Følsomhed for påvirkninger fra havvind = Følsomhedskort

I det omfang, der er muligt, vil vurderingen af følsomheden blive kortlagt med følgende indeks:

- Lav følsomhed
- Middel følsomhed
- Høj følsomhed
- Datagrundlag er ikke tilstrækkeligt

Følsomhedskortlægningen vil indsamle eksisterende viden om natur- og miljøforhold og i muligt omfang også inddrage natur- og miljøforhold i nabolande, der kan have betydning for etableringen af havvind i Danmark.

Konkret vil delopgave 1 kortlægge følsomheden for følgende emner: fugle, havpattedyr, fisk, flagermus, havbund (naturtyper) samt vind og hydrodynamiske miljøforhold. Derudover vil delopgaven indeholde en kortlægning af parametre, som påvirker den tekniske egnethed i forhold til havvind, herunder vindforhold, afstand til kysten, geologi og vanddybde. Delopgaven vil desuden kortlægge andre væsentlige arealinteresser på havet. I det følgende beskrives de faglige emner, der indgår i kortlægningen.

For hver af de faglige emner, afleveres en rapport, ligesom der vil blive afleveret GIS-lag. Hvis der er dele af det danske havareal, hvor det ikke er muligt at vurdere områdets følsomhed grundet videnshuller, vil det fremgå af afrapporteringen.

Udover rapporterne for hver af de faglige emner, vil der blive udarbejdet en samlet syntese, der oplister og beskriver de væsentligste resultater af følsomhedskortlægningen.

### 2.3.1 Fugle

De danske farvande har stor international betydning for ynglende, fældende og overvintrende fugle. Især er de lavvandede indre danske farvande vigtige opholds- og overvintringsområder for trækkende og overvintrende dykænder, typisk fra ynglebestande i Østersøområdet, Skandinavien og Rusland.

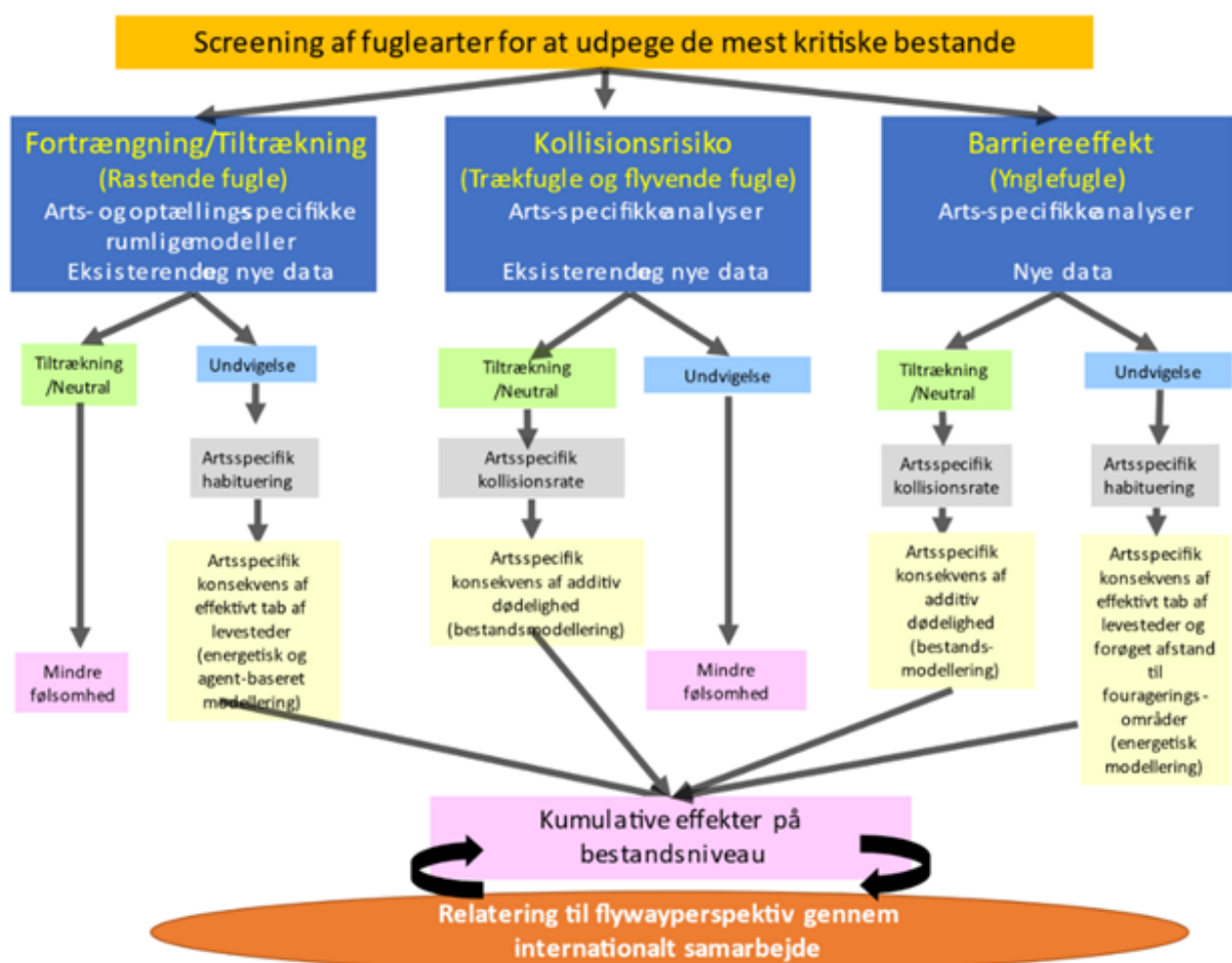
I følsomhedskortlægningen af fugle vil der ligges vægt på fuglearter, for hvilke de danske farvande har særlig betydning. Opgaven kan opdeles i tre dele:

1. Udarbejdelse af tætheds- og udbredelseskort for relevante arter.
2. Beskrivelse af arters/artsgruppers sårbarhed over for havvindmølleparker, baseret på reaktion på mølleparkeres tilstedeværelse og arternes populationsdynamik.
3. Udarbejdelse af følsomhedskort, baseret på de foregående trin.

Det er ikke muligt at inddrage alle fuglearter i kortlægningen. Opgaven vil derfor omfatte arter i områder, hvor storskala havvindudbygning forventes, mens arter, der primært findes i helt kystnære områder, vil blive udeladt.

Fokus er på arter vigtige for danske farvande samt arter listet på Fuglebeskyttelsesdirektivets bilag I. Følgende fugle vil indgå i opgaven:

- Rødstrubet Lom/Sortstrubet Lom
- Mallemuk
- Sule
- Havlit
- Edderfugl
- Sortand
- Fløjlsand
- Ride
- Alk/Lomvie



Figur 1: Beskrivelse af processen med at producere følsomhedskort for fugle og efterfølgende analyse af kumulative effekter.

I opgaven identificeres konsekvenserne af havvindmøller for ovenstående fuglebestande. Derudover identificeres hvilke data, der er nødvendige for at udarbejde generaliserede ornitologiske følsomhedskort for danske farvande. Kortene vil vise de geografiske og tidsmæssige fordelinger af artsgrupper og arter.

Følsomhedskortlægningen af fugle inddrager eksisterende viden og vurdering af havvindmøllers påvirkning af arters/artsgruppers valg af opholdssted samt relevante karakteristika ved de enkelte arters demografi og bestandsstørrelser. Der udarbejdes både artsspecifikke og generaliserede kort.

Processen med udarbejdelse af følsomhedskort er skematisk illustreret i Figur 1.

### 2.3.2 Havpattedyr

For at forstå havpattedyrs følsomhed over storskala udbygning af havvind i bestemte områder er det første skridt at kortlægge artenes udbredelse og vurdere områders betydning som fouragerings- eller yngleområder.

I Danmark er marsvin, spættet sæl og gråsæl særligt almindelige, og for disse arter vil vigtigheden af forskellige områder blive beregnet på baggrund af habitategnethedsmodeller. De data, der indgår i disse modeller består af satellitmærkningsdata samt fly- og skibsbaserede tæthedsestimater. Habitategnethedsmodellerne anvendes til at belyse, under hvilke miljøforhold dyrene forekommer særligt hyppigt, og herefter bruges den geografiske udbredelse af disse miljøforhold til at generere kort over, hvor egnede forskellige områder kan forventes at være for henholdsvis marsvin, spættet sæl og gråsæl.

### 2.3.3 Fisk

Potentielle påvirkninger på fisk og fiskebestande fra storskala udbygning af havvind omfatter blandt andet forstyrrelser og fortrængning fra vigtige gyde-, opvækst-, og fourageringsområder samt midlertidige og permanente habitattab.

De danske farvande har stor variation i vanddybde, saltholdighed og bundbeskaffenhed. Dette danner grundlag for mange forskellige habitater for en lang række fiskearter. Der er således registreret omkring 220 fiskearter i danske farvande. Følsomheden for havvind varierer mellem fiskearter. Desuden har nogle arter stor økologisk betydning (nøglearter) eller er beskyttede. Som en del af opgaveløsningen udvælges de meste relevante fiskearter og fiskesamfund. Disse kortlægges i danske farvande med fokus på gyde-, opvækst- og fourageringsområder samt vigtige migrationsruter. Dette danner grundlag for følsomhedskort for nøglearter, der viser geografisk fordeling, gyde- og opvækstområder samt følsomme migrationsruter. Dette vurderes i forhold til de potentielle konsekvenser, som etablering af havvindmøller kan have på fiskebestandene.

### 2.3.4 Flagermus

I de danske farvande trækker flagermus mellem yngleområderne i Østdanmark, den skandinaviske halvø og Finland og overvintringssteder i Central- og Vesteuropa. Desuden fouragerer nogle flagermusarter over havet. Trækkende og fouragerende flagermus forekommer formentligt primært over de indre danske farvande, men flagermus observeres også i trækperioder på øer i Kattegat og på skibe og platforme i Nordsøen.

Havvindmøller forventes især at påvirke langdistancetrækkende arter og arter, der ofte fouragerer over havet, såsom troldflagermus, brunflagermus, skimmelflagermus, dværgflagermus, vandflagermus og damflagermus.

Der er meget begrænsede kvantitative data om flagermus i Danmark, og der mangler systematisk kortlægning af flagermus over havet og langs kysterne. Den eksisterende viden stammer primært fra tilfældige observationer, mindre forskningsprojekter og små undersøgelser, der dækker begrænsede områder i kortere tidsperioder. Uden yderligere dataindsamling vil en egentlig følsomhedsmodellering for flagermus være urealistisk. For at skaffe viden om flagermustræk og aktivitet over danske farvande indsamles relevant videnskabelig litteratur og rapporter om flagermusundersøgelser i forbindelse med miljøvurderinger af havvindmølleprojekter. Følsomhedskortlægningen vil på baggrund af den indsamlede viden tage udgangspunkt i påvisning af tilstedeværelse eller ingen tilstedeværelse/lav aktivitet.



### 2.3.5 Havbund (naturtyper)

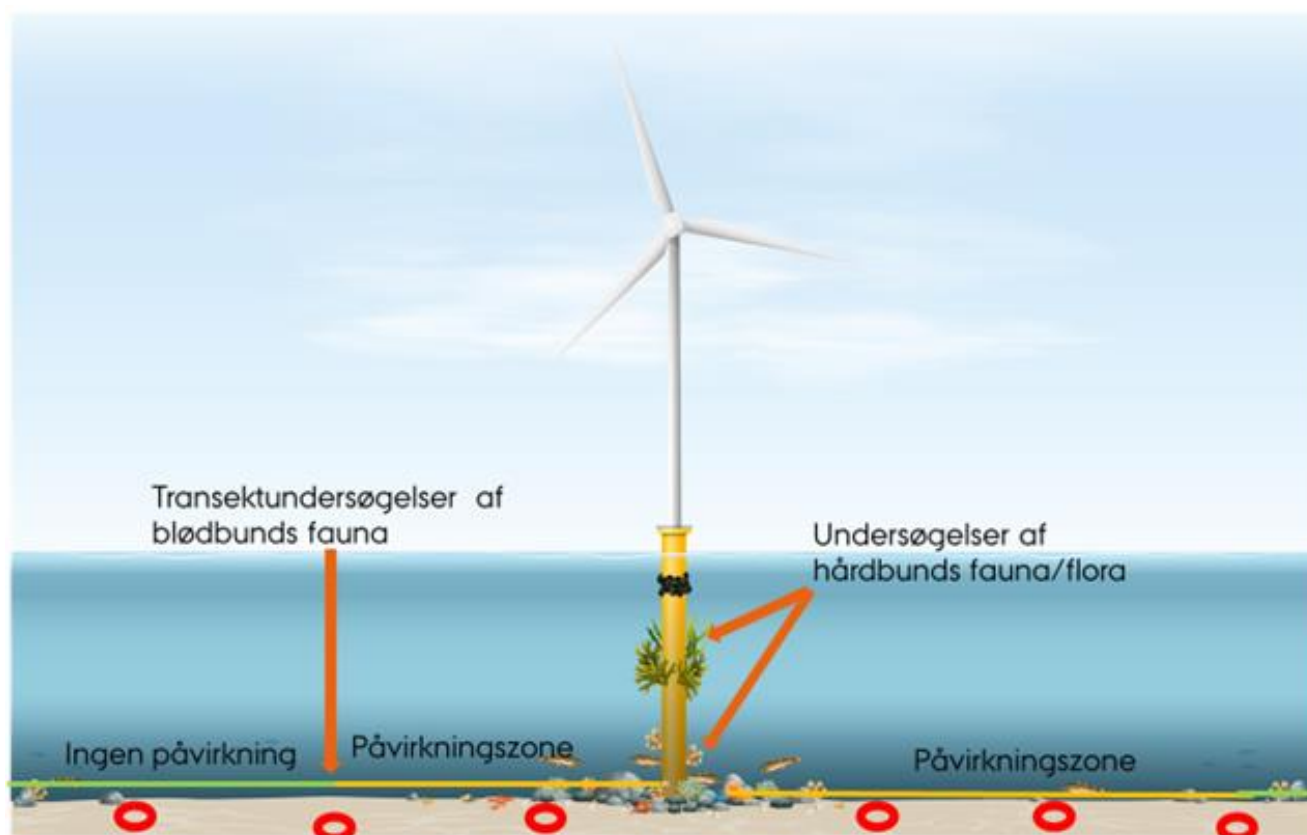
Havbundens naturtyper kan blandt andet blive påvirket af habitattab og ændringer i habitaterne som følge af udbygningen af havvind. Omfanget af påvirkningen af havbundens naturtyper vil blive baseret på en undersøgelse af arealmæssige påvirkning fra udbygning havvindmøller på overordnede marine naturtyper, og områder med risiko for højt relativt habitattab vil blive udpeget. Biologiske samfund på havbunden vil også undersøges, såfremt relevante oplysninger er tilgængelige. Analyserne tager udgangspunkt i både eksisterende og planlagt udbygning af havvind, hvortil der lægges forskellige scenarier for den fremtidige udbygning.

Analyserne tager udgangspunkt i de overordnede naturtyper, som anvendes til vurdering af den økologisk tilstand i relation til EU's Havstrategidirektiv.

#### *Undersøgelser af Anholt Vindmøllepark*

For at kvantificere biologiske effekter på havbundens samfund og økologiske processer knyttet til havbunden i en eksisterende vindmøllepark, udføres en havbundsundersøgelse inden for Anholt Vindmøllepark. Grunden til, at Anholt Havvindmøllepark er et godt område til at gennemføre disse undersøgelser, er dels dens placering midt i et åbent eksponeret dansk farvand, og at der er tale om en stor park, der har været i længerevarende drift. Den biologiske succession i begroningssamfundene er derfor fremskreden. Samtidig ligger der en tidligere bundfaunastation inde i havvindmølleparken, hvorfor bundfaunens udvikling kendes fra 1989 til 2012.

Formålet med projektet er at undersøge eventuelle ændringer i biodiversitet og økologisk struktur på havbunden inden for Anholt Vindmøllepark og identificere potentielle drivkræfter bag udviklingen. Undersøgelsen vil teste for generelle ændringer i biodiversitet og lokale effekter omkring møllefundamenterne.



Figur 2: Skitse af vindmølle og påtænkte undersøgelser for at kortlægge påvirkningszonen.

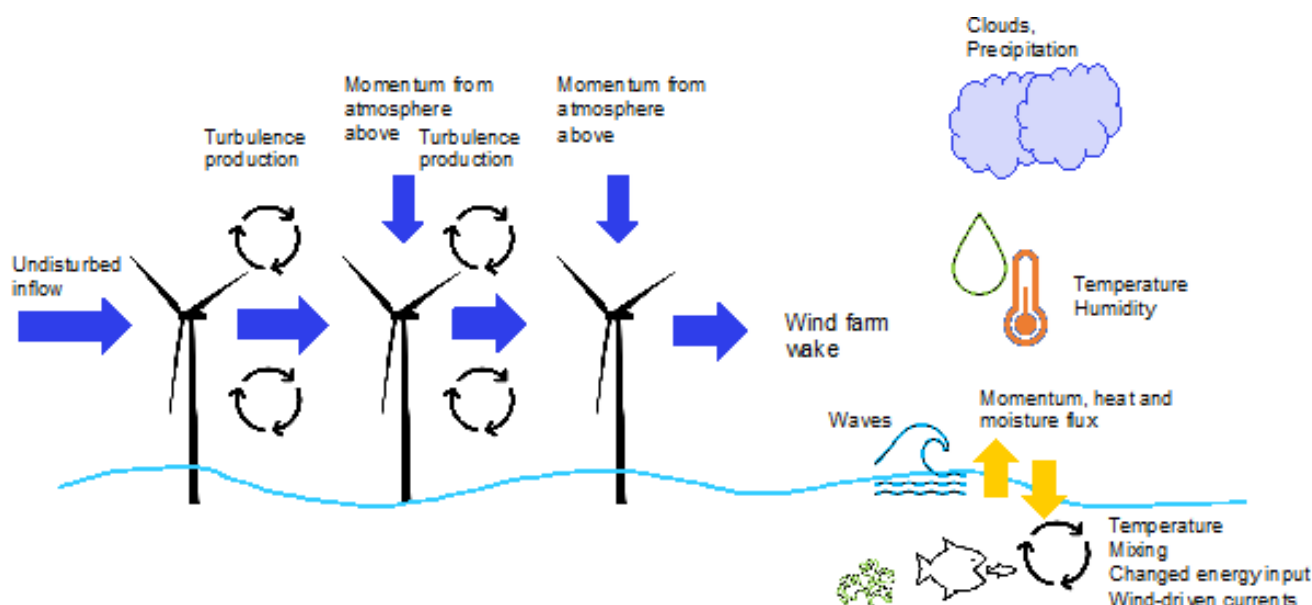


### 2.3.6 Vind, hydrodynamik og miljøforhold

Nyere udenlandske studier fra det Irske hav, det Kinesiske Hav og Nordsøen viser, at storskalaudbygning af havvind kan påvirke hydrodynamikken, ikke kun inden for parkerne, men også regionalt over lange afstande. Store vindmølleparker udnytter kinetisk energi mindre effektivt, hvilket reducerer tilgængelige vindressourcer med 10-20 % bagved dem på grund af den såkaldte wake-effekt. Påvirkningen af hydrodynamikken skyldes wake-effekten kombineret med en lokal fysisk påvirkning fra møllefundamenterne. Studier viser således, at vandtransport, strømforhold, bølger, sedimenttransport, salinitet og temperatur samt rumlige ændringer i opblandings- og lagdelingsmønstre kan blive påvirket. Ændringer i hydrodynamikken kan påvirke miljøet ved opblanding af næringsstoffer til overfladen og dermed potentielt øge algeproduktionen og risikoen for eutrofiering. Desuden er der påvist en rumlig omfordeling af organisk materiale på havbunden og dermed af fødegrundlaget for mange bundlevende organismer.

Som grundlag for følsomhedskortlægningen vil DTU Wind udføre atmosfæriske modelsimuleringer, herunder påvirkningen af store havvindmølleparker på vindressourcerne og atmosfæriske forhold, f.eks. temperatur og nedbør (se Figur 3). Følsomhedskortlægningen af hydrodynamik og miljøforhold vil blive udført ved hjælp af i) 2D bølgemodellen MIKE og afledte ændringer i sedimenttransport, og ii) den 3D koblede hydrodynamiske-bio-geokemiske FlexSem model.

Følsomheden beregnes ud fra forskelle mellem baseline, der vil være baseret på den nuværende situation med eksisterende danske havvindmølleparker, og forskellige scenarier for fremtidig storskala havvindudbygning i danske havområder. Følsomheden angives indenfor tre kategorier: høj, mellem og lav sammen med et usikkerhedsestimater. Den vil blive testet i udvalgte kortere periode for typiske vejrforhold i et referencesår samt for en række ekstreme vejrforhold. Derudover testes følsomheden også under forskellige karakteristiske hydrodynamiske forhold i området.



Figur 3: Simplificeret skitsering af påvirkningen af store havvindmølleparker på vindressourcerne og atmosfæriske forhold, f.eks. temperatur og nedbør.

## 2.4 Delopgave 2: Teknisk finscreening af havvindpotential

Delopgave 2 har til formål at kortlægge det forventede potentiale for havvindmølleparker på hele det danske havområde frem mod 2050. Dette inkluderer en teknisk finscreening og vurdering baseret på resultaterne fra følsomhedskortlægningen i delopgave 1, resultaterne fra tidligere screeninger af havvind samt relevante tekniske faktorer. Vurderingen vil også belyse forskellige mølletæthedsscenarier og give overordnede anbefalinger til optimal arealudnyttelse med hensyn til vindforhold, vejrpåvirkninger og hensyn til natur, miljø og andre interesser.

En central del af opgaveløsningen af delopgave 1 er, at resultaterne fra screeningen skal være så gennemskuelige som muligt. Derfor vil der f.eks. ikke blive foretaget en vægtning af emnerne (herunder om beskyttelsen af en organisme er vigtigere end beskyttelsen af en anden).

Den tekniske finscreening vil omfatte følgende emner:

- Fugle
- Havpattedyr
- Fisk
- Flagermus
- Havbundens naturtyper og samfund
- Hydrodynamik og miljøforhold
- Vindforhold
- Visuelle forhold
- Fiskeri og akvakultur
- Skibstrafik
- Klappladser og råstofområder
- Kabler, olie/gasrørledninger
- Militære områder
- Flytrafik/radar og radiokæder
- Arkæologiske forhold
- Data fra den sideløbende kortlægning (udføres af GEUS for ENS) af det geologiske potentiale til opstilling af havvindmøller

Undersøgelsen af hydrodynamiske forhold i delopgave 1 vil til brug i denne delopgave blive suppleret med udvælgelsen af to havvindmølleparker til en fin-screening af mølleplacering og de potentielle effekter på hydrodynamik, bølger og sedimenttransport.

I forhold til emnet vindforhold, vil der i delopgave 2 blive lavet simuleringer for at estimere vindkraftproduktionen i de forskellige regioner i de danske farvande samt for forskellige mølletæthedsscenarier. Simuleringerne vil tage højde for den reducerede effektivitet på grund af storskalaudbygning af havvind samt potentielle skyggeeffekter fra en havvindmøllepark til en anden, herunder vindmølleparker i nabolande i Nord- og Østersøen. Analysen vil også inkludere undersøgelse af, hvordan store vindmølleparker påvirker andre miljøparametre som temperaturer og nedbør.

Delopgave 2 omfatter også en beskrivelse af udvalgte parametre i relation til den forventede teknologiske udvikling frem mod 2050, såsom vindmøller og fundamenter. Beskrivelsen af disse parametre vil udgøre en del af vurderingen af, om det potentielt vil være muligt at etablere havvindmølleparker i områder, hvor det ikke er

teknologisk muligt i dag. Desuden vil der blive foretaget en vurdering af, om kendte eller mulige fremtidige afværge- eller kompenserende foranstaltninger eller tilpasninger af havvindmølleparkens design kan øge egnetheden af havområderne.

## 2.5 Delopgave 3: Vurdering af kumulative effekter fra storskala havvindudbygning

Den store havvindudbygning i Danmark og vores nabolande vil potentielt medføre kumulative virkninger, der er af en størrelsesorden og omfang, som ikke kan belyses i de enkelte havvindmølle-projekter, men bør vurderes samlet. Det er derfor afgørende, at de kumulative påvirkninger bliver grundigt afdækket og vurderet, så problemstillinger og afbødende tiltag kan identificeres og iværksættes, så det sikres, at fortsat havvindudbygning sker hurtigst muligt og med størst mulig hensyntagen til både befolkning og natur- og miljøforhold.

I delopgave 3 gennemføres en screening af potentielle kumulative miljøpåvirkninger og konsekvenser, herunder også grænseoverskridende miljøpåvirkninger fra storskala havvindudbygning i Danmark og nabolande. Delopgaven vil så vidt muligt belyse og kortlægge potentielle natur- og miljømæssige udfordringer, der kan forventes at opstå som følge af storskala havvindudbygning. Det er inden for projektets rammer ikke muligt at gennemføre kumulative analyser og vurderinger for hele det danske havareal, men projektet vil belyse eksempler på kumulative effekter, herunder omfanget af kumulative påvirkninger med forskellige påvirkningsgrader. Der vil også blive skitseret mulige løsninger og anbefalinger til fremtidige undersøgelser, analyser, samarbejder med videre.

Delopgaven vil inddrage resultaterne fra delopgave 1 og 2 samt: I det omfang det er muligt, vil den planlagte havvindudbygning i nabolandene og tilgængelige data fra natur- og miljøkortlægninger i andre lande indgå i vurderingen af de kumulative effekter. **Emnerne, der vil blive inkluderet i de kumulative analyser og vurderinger, omfatter følgende: fugle, havpattedyr, undervandsstøj, flagermus, vind, hydrodynamik og miljøforhold.**

I de følgende afsnit beskrives metodetilgangen til hvert fagligt emne, hvor der udføres analyser og vurderinger af kumulative effekter. For hver af de faglige emner, afleveres en rapport, ligesom der vil blive udarbejdet en samlet syntese, der oplister og beskriver de væsentligste resultater fra delopgave 3.

### 2.5.1 Fugle

I delopgave 1 udarbejdes følsomhedskort, baseret på en række udvalgte fuglearters forekomst i danske farvande, trækfugledata samt beskrivelser af trækfugles ruter og trækforhold. Resultaterne herfra vil danne grundlag for at vurdere de kumulative effekter af storskala havvindudbygning på fugle. **Data vil basere sig på et begrænset antal arter, der fungerer som proxy-arter for relaterede arter. For disse arter vil der blive udarbejdet årstidsgeneraliserende kort baseret på en rumlig modellering af artsantal og udbredelse.**

### 2.5.2 Havpattedyr

Tilstedeværelsen af havvindmøller kan påvirke strømforhold og andre abiotiske faktorer i store områder, hvilket potentielt kan påvirke forekomsten af fisk og dermed havpattedyrs mulighed for at finde føde. Samtidig kan øget undervandsstøj fra blandt andet anlæg af havvindmøller skræmme dyrene væk fra deres fourageringsområder, hvilket kan påvirke dyrene negativt. Marsvin er beskyttet af bestemmelser i det europæiske habitatdirektivs bilag IV, og det er derfor særligt vigtigt at belyse kumulative effekter af undervandsstøj og ændret fødetilgængelighed på populationsniveau for denne art. Dette gøres ved hjælp af modelleringer, som simulerer, hvordan marsvin skræmmes væk af støj og bliver tiltrukket af områder med meget føde. Modelleringerne vil blive benyttet til at belyse tre scenarier for storskala havvindudbygning. Disse scenarier vil blive baseret på specifikke

placeringer af møllefundamenter, mængden af støj udledt i anlægsfasen, samt ændret udbredelse af fisk og støj fra serviceskibe.

### 2.5.3 Undervandsstøj

Vedvarende lavfrekvent undervandsstøj fra menneskeskabte kilder er en presfaktor på havmiljøet og underlagt krav om kortlægning og vurdering, f.eks. i henhold til EU's Havstrategidirektiv. Havvindmøller er en kendt kilde til lavfrekvent undervandsstøj, men omfanget af den kumulative påvirkning fra det betydelige antal møller i stigende størrelse, der forventes i danske farvande, er ukendt. Støjen fra havvindmøller i driftsfasen stammer dels fra møllerne selv, f.eks. støj fra gearkasse og generator, der forplantes via tårn og møllefundament til vandet, og dels fra støj fra servicebåde i området.

For at belyse den kumulative støj vil summen af bidragene fra individuelle punktkilder (enkelte møller, servicebåde samt den øvrige skibstrafik i området) blive modelleret. Disse støjkladders bidrag lægges oveni og sammenlignes med den naturlige baggrundsstøj, der ligeledes modelleres baseret på data for vind- og bølgeforhold.

Alle simuleringer samles månedsvis og karakteriseres ved fordelinger af lydtryk over de områder, hvor der gennemføres modellering. Da flere typer lydkilder kan holdes adskilt, opnås et resultat, hvor støjen kan opgøres som summen af bidrag fra f.eks. naturlig baggrundsstøj, skibsstøj, møllestøj fra eksisterende og planlagte vindmøller samt møllestøj fra forskellige fremtidsscenarier for storskala udbygning af havvind.

På baggrund heraf vil det være muligt at angive for enkelte geografiske områder, hvor stort bidraget fra nye havvindmøller vil være i forhold til det eksisterende bidrag fra skibsfart og nuværende mølleparker.

### 2.5.4 Flagermus

Flagermusarter har forholdsvis lange levetider og lave reproduktionsrater, hvilket gør bestandene meget følsomme overfor øget dødelighed. Kumulative effekter fra storskala havvindudbygning, der overlapper med flagermusenes levesteder og trækruter, kan derfor potentielt – og selv med minimale antal flagermusdrab per havvindmølle – have betydelige konsekvenser for bestandenes bevaringsstatus og overlevelse.

Bestandsmodelleringer for landvindmøller er relative enkle og ikke geografisk specifikke i forhold til f.eks. placering af vindmøllerne og dødeligheden i forskellige dele af flagermusenes levesteder og trækområder. Kumulative effekter af landvindmøller er modelleret ud fra typiske mortalitetsrater, der er fundet under landvindmøller ved direkte eftersøgninger af nedfaldne flagermus omkring møllerne. Denne metode er dog ikke anvendelig til havs, hvor mortalitetsrater for flagermus er ukendte.

For at udvikle realistiske modeller for kumulative påvirkninger på flagermus som følge af storskala havvindudbygning er det nødvendigt med artsspecifik kvantitativ viden om flagermusbestandenes størrelse, dynamik, forekomst i tid og rum (som delvist belyses i delopgave 1) samt adfærd omkring vindmøller og kollisionsrisici. Det er ikke muligt at opnå denne viden inden for rammerne af dette projekt, men i stedet vil der identificeres videnshuller og nødvendige forskningsindsatser for at kunne opstille realistiske modeller til vurdering af havvindmøllers kumulative effekter på flagermusbestandes bevaringsstatus.

Der udvikles kontinuerligt forslag til afværgeforanstaltninger for at begrænse de negative effekter af driften af vindmøller på flagermus og muliggøre sameksistensen mellem vindenergiproduktion og beskyttelse af flagermus. Som en del af delopgave 3 gennemgås litteraturen om mulige afværgeforanstaltninger og deres dokumenterede effektivitet. Dette ligger til grund for at vurdere effektiviteten af afværgeforanstaltningerne i modellering af kumulative effekter på flagermusbestande.

### 2.5.5 Vind

For at belyse de kumulative effekter af storskala havvindudbygning af vindforhold gennemføres en simulering med en rumlig opløsning på 1 km x 1 km. Data fra disse simuleringer vil bidrage til en forbedret detaljegrad i forhold til delopgave 1, og dermed øge forståelsen af betydningen af forskellige potentielle placeringer af havvindmølleparker.

### 2.5.6 Hydrodynamiske forhold

I delopgave 3 undersøges de kumulative effekter af hydrodynamiske forhold ved at inddrage påvirkningerne fra nabolandenes planlagte havvindudbygning på de hydrodynamiske-biogeokemiske forhold.

Derudover belyses risikoen for spredning af ikke-hjemmehørende arter fra den sydlige Nordsø via kolonisering på møllefundamenter (stepping-stone effekt) og videre ind i de indre danske farvande ved hjælp af en agent-baseret model. De overordnede spredningsveje kortlægges i dette projekt, men de mere artsspecifikke forhold undersøges ikke.

## 2.6 Delopgave 4: Vurdering af barrierer og potentialer for sameksistens

På baggrund af resultaterne fra delopgave 1-3 samt studier af erfaringer fra andre inden- og udenlandske havvindmølleprojekter vil det under delopgave 4 blive belyst hvilke barrierer og potentialer, der er i forhold til sameksistens mellem havvind og natur- og miljøinteresser såvel som eventuelle andre forhold. For de natur- og miljøforhold, hvor en negativ påvirkning fra storskala udbygningen af havvindmøllepark ikke kan elimineres/undgås, vil det blive undersøgt, om den samlede påvirkning kan reduceres ved at reducere negativ påvirkning fra andre aktiviteter. Der er dog også potentiale for yderligere sameksistens i havvindmølleparker gennem forskellig tilknyttet udnyttelser (f.eks. tangproduktion). Viden fra igangværende EU-forskningsprojekter ved f.eks. Kriegers Flak vil blive inddraget.

Delopgave 4 vil desuden komme med anbefalinger til mitigerende foranstaltninger eller andre tiltag, der kan bidrage til at sikre sameksistens mellem havvind og øvrige hensyn samt mindske påvirkninger fra havvindmølleparker. Endvidere vil delopgaven så vidt muligt skaffe dokumentation for, om og under hvilke forudsætninger tiltag i forhold til sameksistens må forventes at kunne få effekt, herunder anbefale eventuelle yderligere undersøgelser eller målrettede tiltag.

I arbejdsprocessen vil der blive afholdt temamøder med myndigheder og interessenter, som vil blive inddraget i afklaring af muligheder for at eliminere barriererne for udbygning af havvind. I denne granskning vil viden fra internationale havvindmølleprojekter blive inddraget samt udviklingstendenser for fremtidens havvindmølleparker.