

Beskrivelse af forventet metode til økonomisk analyse af energiøerne

3. Screening af mulige koncepter til langsigtet havvindsudbygning i Nordsøen

Kontor/afdeling
Center for Systemanalyse

Dato
15-09-2021

J nr. 2021-7012

Indledning

Som beskrevet i *Forventede analyseaktiviteter vedrørende energiøernes økonomi* er etableringen og den efterfølgende drift af energiøerne en kompleks businesscase med en lang tidshorisont. Dette tilsiger, at de økonomiske perspektiver for energiøerne belyses ved brug af flere supplerende analysemetoder, som hver især kvalificerer forskellige aspekter og risici i tilknytning til energiøernes økonomi.

Som led i opfyldelsen af Paris-aftalen¹, har EU et mål om klimaneutralitet i 2050. I tilknytning hertil har Europa-Kommissionen fremlagt en strategi for offshore vedvarende energi, som sigter mod at øge havvindkapaciteten markant fra det nuværende niveau på 12 GW til mindst 60 GW inden 2030 og op til 300 GW inden 2050².

EU's offshore VE-strategi peger på et stort potentiale for havvind i Nordsøen. Det er usikkert, hvor meget havvindkapacitet i Nordsøen der er behov for, men en væsentlig udbygning frem mod 2050 er sandsynlig – også i den danske del af Nordsøen. Derfor undersøger Energistyrelsen, hvordan havvindspotentialet i den danske del af Nordsøen på lang sigt kan udnyttes mest hensigtsmæssigt under forudsætning af, at havvind bliver en bærende teknologi i den grønne omstilling i Europa.

I det følgende redegøres for en planlagt screening af forskellige infrastrukturkoncepter til udnyttelse af storskala havvind i den danske del af Nordsøen. Dette gøres som supplement til Energistyrelsens øvrige energiø-analyser, hvor fokus er på at analysere de mulige indtægter og konkurrenceforhold for dansk havvind. Det primære formål med screeningen er at identificere den mest hensigtsmæssige langsigtede model for udbygning af havvind (VE) ved forskellige niveauer af det endelige udbygningsomfang.

¹ Se <https://kefm.dk/klima-og-vejr/klimaforhandlinger/parisaftalen-2015> for et overblik over Paris-aftalen 2015

² For dokumentation vedr. EU's offshore VE-strategi, se https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/offshore_renewable_energy_strategy.pdf

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

T: +45 3392 6700
E: ens@ens.dk

www.ens.dk



Fremtidig havvindudbygning i Nordsøen

EU-målet om klimaneutralitet i 2050 kræver omstilling fra fossile brændsler til VE i meget stor skala. Flere VE-teknologier forventes at bidrage til denne omstilling, blandt andet landvind, solenergi, biomasse og havvind. Forventningen er, at havvind kommer til at spille en væsentlig rolle. EU foreslår i sin strategi for offshore VE at øge havvindkapaciteten til op imod 300 GW i 2050. Energistyrelsen foretog i 2019 en undersøgelse af havvindpotentialet i Danmark, hvor der blev fundet potentielle havarealer svarende til 27,3 GW havvind i Nordsøen³.

Udbygningsomfanget for de forskellige VE-teknologier og størrelsen af de enkelte landes bidrag hertil vil afhænge af flere faktorer.

En afgørende faktor for den fremtidige udbygning af havvind i EU er de forskellige *VE-teknologiers produktionsomkostninger* og udviklingen i dem over tid. Det forventes, at de teknologier, som kan producere el billigst (inkl. afledte omkostninger til infrastruktur), vil opnå størst udbredelse. Omkostningsudviklingen har også betydning for de offentlige finanser, fordi en kombination af stor VE-udbygning og evt. fortsat støttebehov kan føre til en belastning af de offentlige finanser. Udviklingen i VE-teknologiers omkostninger og udbredelse afhænger bl.a. af teknologiudvikling, politiske beslutninger samt ikke-monetære aspekter (fx borgermodstand mod VE på land, miljøhensyn mv.).

En anden afgørende faktor for den overordnede udvikling i VE-udbygningen er *den fremtidige efterspørgsel efter elektricitet*. Den forventede øgede elektrificering af samfundet vil isoleret set øge efterspørgslen efter elektricitet og dermed elprisen. En højere elpris vil – alt andet lige – øge rentabiliteten af energiø-projektet og øvrige VE-projekter. Effekten på rentabiliteten vil afhænge af, hvilke typer elforbrug der stiger mest (PtX, el til transport, el til procesformål, opvarmning mv.), hvordan den øgede efterspørgsel fordeles geografisk, og hvornår på døgnet/året elektricitet efterspørges.

Muligheden for at transportere el over lang afstand er en tredje væsentlig faktor, hvis Europa skal opnå klimaneutralitet i 2050. Det kræver flere og kraftigere udlandsforbindelser og forstærkninger i transmissionsnettet. Hvis de europæiske transmissionsnet bliver så veludbyggede, at el kan transporteres på tværs af Europa uden de store forhindringer, skaber det væsentligt bedre afsætningsmuligheder for havvind fra Nordsøen. Hvis der omvendt er mange flaskehalse i transmissionsnetværket, vil der sandsynligvis være større perspektiv i mere lokalt produceret VE-energi end i havvindenergi, der produceres langt fra forbrugscentrene.

³ Potentialet er et udtryk for, hvor mange MW der potentielt og teoretisk vil kunne etableres. Dog viser erfaring, at de nærmere undersøgelser vil medføre indsnævring af de reelle placeringmuligheder, jf. s. 15 i 'Havvindspotentialet i Danmark - screening af de danske farvande for mulige placeringer til ny havvind', https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/final_26._april_2019_analyserapport_for_124_gw_screening.pdf



For udbygningen i Danmark er det desuden væsentligt, hvor meget de andre Nordsølande vil udbygge deres respektive VE-kapacitet. En større udbygning fra de andre lande gør udbygning i Danmark mindre rentabel og omvendt. Det er derfor usikkert, hvor stort behovet er for yderligere havvindskapacitet i Nordsøen, herunder i de danske områder, vil blive. Det er følgelig også usikkert, hvad den mest hensigtsmæssige udbygningsstrategi er for så vidt angår infrastrukturen omkring havvindmøllerne. Energistyrelsen vil derfor udarbejde en screening af forskellige infrastrukturkoncepter for udbygning af havvind i Nordsøen med henblik på at identificere, hvilke koncepter, der er mest hensigtsmæssige ved forskellige niveauer af langsigtet udbygning.

Teoretisk udgangspunkt

Ideelt set kunne alle omkostninger og gevinster ved forskellige koncepter for infrastruktur i Nordsøen opgøres, og der kunne gives en fyldestgørende sammenligning af koncepter og udbygningsmuligheder. Indtægtssiden og afledte effekter for elinfrastruktur-koncepterne er dog vanskelige at estimere og derfor svære at sammenligne på tværs af koncepterne. Den særligt høje usikkerhed omkring indtægterne skyldes hovedsageligt usikkerheden forbundet med at fremskrive elpriser flere årtier ud i fremtiden⁴. Desuden er det vanskeligt at værdisætte de elementer, som ligger uden for energisystemet, samt de mulige produkter, for hvilke der endnu ikke eksisterer markeder (fx PtX-brændsler og øvrige energio-aktiviteter mv.). Yderligere vil produktionen i de forskellige koncepter variere på tværs af landene, som forbindes, hvilket vanskeliggør en sammenligning af indtægtsgrundlagene. Derudover kan Energistyrelsen på nuværende tidspunkt ikke lave detaljerede modelleringer af energisystemet så langt ud i fremtiden, hvorfor det i første omgang ikke giver mening at udarbejde en samfundsøkonomisk analyse af fuldt udviklede designkoncepter⁵.

I stedet for en decideret kvantificering af alle elementer lægges der derfor op til en screening af infrastrukturkoncepter, hvor omkostninger og gevinster kvantificeres, hvor det er muligt, mens der gives kvalitative vurderinger af de øvrige elementer og aspekter ved koncepterne.

Screeningen af infrastrukturkoncepter skal ses som et perspektiverende supplement til de øvrige analyser af de enkelte faser af den danske havvindsudbygning. Screeningen tager udgangspunkt i forskellige elinfrastruktur-løsninger og deres påvirkning på el- og energisystemet. Før det er muligt at lave en robust analyse af en elinfrastruktur, må det belyses, hvilke forventninger der er til VE- og havvindudbygning i og omkring Nordsøen. Hvor stor den samlede VE-udbygning bliver, og hvor stor en del heraf, der vil blive etableret i Nordsøen, afhænger af flere faktorer, som diskuteret i forrige afsnit. Derfor er det relevant at beskrive forventningerne til udbygningen af

⁴ Elprisen afspejler omkostningerne til produktion af el (anlægs- og driftsomkostninger), som ligeledes vurderes at være usikre på lang sigt.

⁵ For dokumentation vedr. Energistyrelsens modeller, se <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/modeller>.



VE og især havvind i Nordsøen i et dansk perspektiv på baggrund af eksisterende analyser, rapporter og litteratur.

Det endelige, langsigtede udbygningsomfang har indflydelse på, hvilke fordele, ulemper og afledte effekter, som de respektive elinfrastruktur-løsninger forventes at have på energisystemet. Derfor vil der indgå en beskrivelse af de overordnede økonomiske og teknologiske risici ved de forskellige koncepter og udbygningsstrategier.

Der er fordele og ulemper forbundet med forskellige konfigurationer af elinfrastruktur til udnyttelse af havvindpotentialet i Nordsøen. De væsentligste fordele udgøres af øgede afsætningsmuligheder for el og evt. PtX-brændsler samt en række andre fordele for energisystemet og andre kommercielle aktiviteter. Det kunne eksempelvis være øget forsyningssikkerhed og systemfleksibilitet, samt muligheden for videreudbygning af infrastruktur, erhvervsfremme og teknologisk innovation. De samfundsmæssige ulemper omfatter hovedsageligt anlægs- og driftsomkostninger samt afledte effekter (fx. på havmiljø) relateret til et øget udbud af VE. Der er en væsentlig kompleksitet forbundet med at designe og analysere en fuldt udbygget elinfrastruktur i Nordsøen, bl.a. pga. ukendt prisdannelse på energimarkeder, der endnu ikke eksisterer. Derfor foretages i første omgang en kvalitativ beskrivelse af de mulige koncepter for infrastruktur til understøttelse af massiv havvindudbygning i Nordsøen – med særligt fokus på det danske havvindpotentiale⁶.

Screeningsmetode

Selve screeningen vil tage udgangspunkt i en gennemgang af eksisterende analyser, rapporter og forskningslitteratur vedrørende foreslåede alternativer til radial udbygning.

Koncepterne beskrevet i tabel 1 repræsenterer mulige tilgange til at udnytte havvindpotentialet i Nordsøen, som Energistyrelsen på nuværende tidspunkt finder relevante at inddrage i screeningen. Screeningen vil hovedsageligt fokusere på de "rene" koncepter, men mulighederne for at kombinere koncepterne vil også blive berørt.

⁶ En række implikationer er beskrevet i bl.a. publikationer fra North Sea Wind Power Hub (<https://north-seawindpowerhub.eu/knowledge>) og Progress on Meshed HVDC Offshore transmission Networks (<https://www.promotion-offshore.net/results/deliverables/>).

**Tabel 1****Overordnet beskrivelse af elinfrastrukturkoncepter, som inddrages i screeningen**

Koncept	Beskrivelse
Business-as-usual	Havvindmølleparker fortsætter med at blive forbundet radialt til det danske elnet, og der etableres nye relevante udlandsforbindelser. Udlandsforbindelserne etableres via point-to-point jævnstrømsforbindelser mellem Danmark og udlandet.
Energigøer	Etablering af energigøer i dansk farvand, der fungerer som opsamlingspunkt for nærliggende havvindmølleparker. Havvindmølleparker forbindes til energigøerne, hvorfra strømmen transportes via point-to-point jævnstrømsforbindelser til Danmark og relevante markeder i udlandet.
Meshed Offshore Grid (MOG)	Havvindmølleparker forbindes indbyrdes og danner et formasket transmissionsnet, som også inkluderer forbindelser til Danmark og udlandet
Energigøer og Meshed Offshore Grid	Havvindmølleparker forbindes til energigøer, som forbindes indbyrdes og danner et formasket transmissionsnet.
Brintnet i Nordsøen (PtX)	I forbindelse med udbygning af havvindmølleparker og energigøer etableres muligheden for at anvende dele af el-produktionen til brintproduktion. Der etableres både strømforbindelser og brintforbindelser til Danmark og relevante markeder i udlandet. Mulighederne for at etablere brintnet koblet direkte til havmølleparker (uden energigøer) undersøges.

Som nævnt er det muligt, at løsningerne i praksis er komplementerende snarere end alternative løsninger, idet fx etablering af energigøer ikke hindrer muligheden for at udbygge med radialt forbundne havvindmølleparker tættere på land samt etablering af PtX-anlæg. Tilsvarende kunne energigøer fx være et skridt mod at etablere et Meshed Offshore Grid samt brintnet i Nordsøen.

Afreportering af resultater

Det primære resultat af screeningen vil være en vurdering af, hvilke koncepter, der er at foretrække ved forskellige forudsætninger om den endelige elinfrastruktur og havvindudbygningsomfang. Screening vil desuden indeholde en beskrivelse af de økonomiske risici ved de specifikke udbygningsstrategier på længere sigt givet usikkerheden om det langsigtede udbygningsomfang. Derudover vil screeningen kunne perspektiveres i henhold til energigø-konceptets fremtidige udformning; herunder hvorvidt forskellige løsninger med fordel kan integreres i energiinfrastrukturen i og omkring Nordsøen. Analyseresultaterne vil ligeledes kunne anvendes som grundlag for beslutning om et langsigtet pejlemærke for havvindsudbygningen i Nordsøen og beslutning om evt. videreudvikling af energigøerne.

Det er vigtigt at notere sig, at denne analyse skal betragtes som en delanalyse, som giver ét perspektiv til de samlede analyser af energigøernes økonomi.