

Efterår 2022

ENERGIØEN I NORDSØEN

Jesper Paulsen
Andreas Olsen Reinemo
Lea Louise Lok Gormsen
Felicia Broby Drewes



RUC

Eksamensgruppe: V2260011267 Vejleder: Jeppe Nothlev Nørtoft
Tegn: 162.788

Indholdsfortegnelse

Abstract	4
Kapitel 1: Indledning	5
1.1. Problemfelt.....	5
1.2. Problemformulering.....	7
1.3. Arbejdsspørgsmål.....	7
1.4. Afgrænsning.....	8
1.5. Analyse strategi	8
Kapitel 2: Redegørelse	11
2.1. Forsyningssikkerhed	11
2.1.1. Hvad er forsyningssikkerhed?.....	11
2.1.2. Hvorfor er forsyningssikkerhed vigtigt for samfundet?	12
2.1.3. Hvad er den danske forsyningssikkerhed?	12
2.1.4. Hvordan opnår vi forsyningssikkerhed?.....	12
2.1.5. Hvad kan udfordre forsyningssikkerheden?.....	13
2.2. Vedvarende energi i Danmark.....	14
2.2.1. CO ₂ -udledning og CO ₂ e	14
2.2.2. Prisen på energi	15
2.2.3. Kapacitetsfaktoren.....	16
2.2.4. Vindenergi	17
2.3. Hvad er en energi ø?.....	18
2.4. Praktisk plan for Energiøen i Nordsøen:	19
2.5. Hvad omfatter en miljøvurdering?	22
Kapitel 3: Teori	24
3.1. Multi-level governance	24

Kapitel 4: Metode.....	26
4.1. Det semistrukturerede (ekspert) interview	26
4.2. Komparativ Analyse.....	27
4.3. Backcasting	27
4.4. Roadmapping	29
Kapitel 5: Energjøen og energi.....	30
5.1. VE og stabil strøm	30
5.2. Energilagring og PtX	33
5.3. Delkonklusion.....	34
Kapitel 6: Energjøen og klimaet	35
6.1. Klima vs. Miljø	35
6.2. Energjøens Klimamæssige effekter.....	36
6.2.1. Klimaaftrykket af elproduktionen fra Energjøen	38
6.2.2. Klimaaftryk fra ptx produktion fra Energjøen.....	43
6.2.3. Klimaaftryk fra etablering af Energjøen.....	45
6.2.4. Klimaaftryk fra etablering af havvindmøllepark	46
6.3. Delkonklusion 1.....	48
Kapitel 7: Energjøen og miljøet.....	49
7.1. Energjøens miljømæssige effekter.....	49
7.1.1. Hydrografiske ændringer	50
7.1.2. Biodiversitet og udbredelsesmønstre.....	50
7.1.3. Støj og forstyrrelser	51
7.2. Delkonklusion 2.....	52
7.2.1. Forholdet mellem klima og miljø ved Energjøen i Nordsøen.....	52
Kapitel 8: Energjøen og regulering.....	54
8.1. Det politiske opland.....	54

8.1.1.	Det nationale niveau	54
8.1.2.	Overnationalt niveau – Esbjerg deklARATIONEN.....	56
8.2.	Relevante reguleringer, strategier og lovgivninger.....	57
8.3.	Delkonklusion 3.....	64
Kapitel 9:	Energien og fremtiden.....	66
9.1.	At nå klimamålene.....	66
9.1.1.	Total elektrificering.....	68
9.1.2.	Regulering	69
9.1.3.	Markedet.....	69
9.1.4.	Forsyningsikkerhed.....	70
Kapitel 10:	Diskussion	71
10.1.	Nationale vs. overnationale klima- og miljømål.....	71
10.2.	Klima vs. Miljø.....	72
10.3.	Tidsperspektivet ved Energien – og energikrisen som løsning? (tidsperspektivet og fremtiden).....	74
Kapitel 11:	Konklusion	76
Kapitel 12:	Perspektivering.....	78
Litteraturliste.....		80

Abstract

To ensure a sustainable future, the world must reduce its dependency on fossil fuels. Denmark has set a goal to become a carbon neutral nation by 2050 and plans for renewable energy to take an important part in this development. The purpose of this study is to investigate how the Energy Island in the North Sea can contribute to the compliance of the 2050 climate goals for Denmark. Through conducted interviews with 'Energinet' and 'Danish Society for Nature Conservation', and a review of data provided by public institutions we have established potential positive effects and consequences regarding the implementation of the Energy Island. Furthermore, a comparative analysis reveals how regulation, regarding climate and environment, affects the development of the Energy Island. Our results indicate that the implementation of the Energy Island might have some consequences for the climate and local environment, due to local disturbances and greenhouse gas emissions from construction. However, these consequences seem inconsequentially small compared to the great potential for climate and the environment in a larger timescale. The Danish Energy Islands project is a giant leap forward regarding fulfillment of the Danish national 2050 goals, and an important step toward ensuring an over-national energy distribution and international cooperation towards the EUs 2050-goals.

Kapitel 1: Indledning

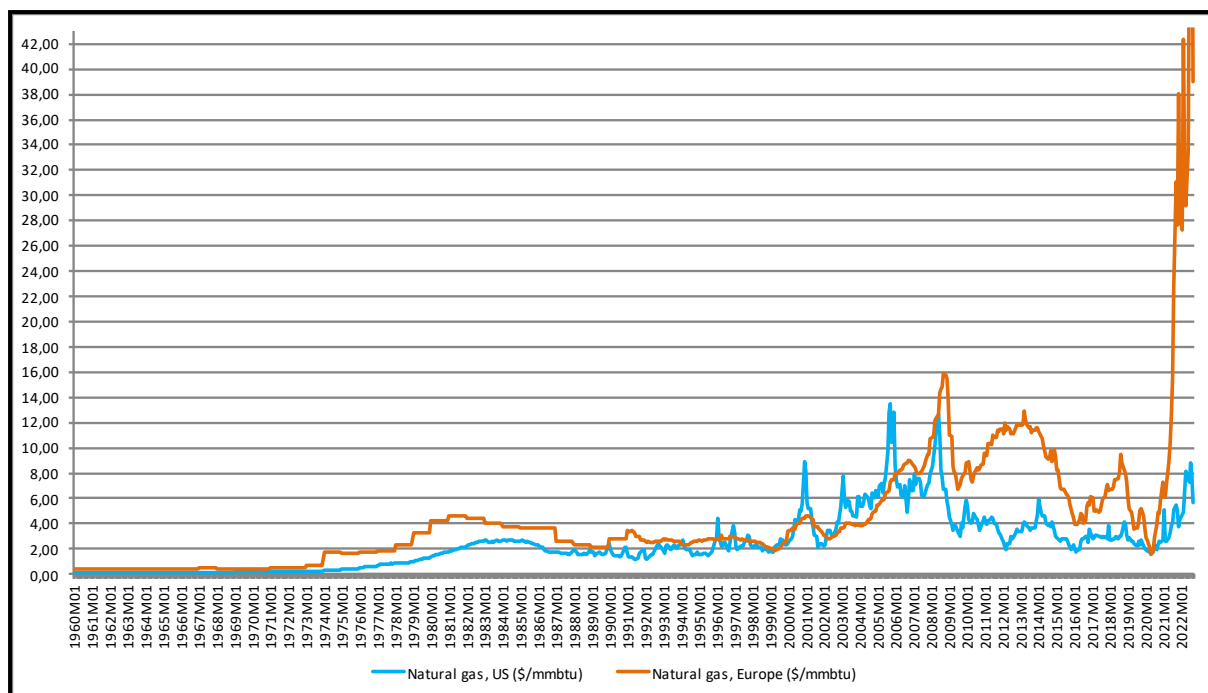
I det kommende kapitel vil vi introducere vores emne, hvorfor det er relevant og hvilke problemer det afleder. I forlængelse heraf bliver vores problemformulering og arbejdsspørgsmål præsenteret. Herefter præsenteres vores afgrænsning, således at der ikke forekommer tvivlsspørgsmål ifm. fravalg senere i opgaven. Slutteligt har vi udarbejdet en analysestrategi, som beskriver, hvordan opgavens kapitler medvirker til besvarelse af vores arbejdsspørgsmål og problemformulering.

1.1. Problemfelt

De første vindmøller blev opsat på dansk jord i forbindelse med oliekrisen i 1973, da det blev klart, at Danmarks forsyningsafhængighed kunne få priserne på energi til at svinge uoverkommeligt meget (Energikommissionen, 2016). I 1991 blev Danmark det første land i verden til at udbygge en havvindmøllepark, i et forsøg på at producere mere energi per mølle, da møller på havet udsættes for mere jævn vind, og dermed producerer mere energi. Siden da har vindenergiindustrien udviklet sig enormt både på land og i havet, og derfor er vindmøllernes potentiale kun blevet større for at CO₂-kompensere samfundets udledning af drivhusgasser og bidrage til at løse de affødte klimaforandringer. Vindmølleteknologien er derfor også blevet mere relevant som fremtidens energikilde. I dag stammer mere end 50% af Danmarks samlede nationale elproduktion fra vindmøller, hvilket gør energiformen til en af de mest udbredte i Danmark (Energistyrelsen, 2022g).

Da Rusland invaderede Ukraine tilbage i februar 2022, skabte det store udsving i prisen på gas, fordi Rusland førhen stod for 25% af EU's samlede forbrug af gas. Disse prisudsving påvirker forsyningsikkerheden på globalt plan og har ledt til en krisesituation i EU på varme og elforsyningsområdet (Energistyrelsen, 2022d). Derfor har Europakommissionen sat for mål, at Russisk gas fuldstændigt skal udfases inden 2030. Det er som følge heraf fra dansk politisk side besluttet, at Danmark skal være uafhængig af gas og andre fossile opvarmningstyper inden 2030, og at opvarmningen i stedet skal omstilles til fjernvarme, elektrificeres eller baseres på 'grøn gas' - formegentlig biogas (Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, 2022a). Det er dog ikke alene problematikken vedrørende

forsyningssikkerhed, som kan skubbe til udviklingen af vedvarende energikilder - som vindenergi. Tilbage i 2020 vedtog den danske regering et nyt projekt, som skal skubbe til udviklingen af havvindmøller og indfri nogle af de klimamål, som Danmark har på nationalt og overnationalt niveau. I Klimaaftalen fra 2020 fremskrives det, at Danmark skal udbygge en Energigø i Nordsøen med mulighed for at producere 10 GW elektricitet frem mod 2040 (Energistyrelsen, 2020; *Klimaafale for energi og industri mv. 2020*, 2020). I aftalen sætter regeringen sin lid til, at havvindmøllerne både skal medvirke til at stabilisere energiforsyningssikkerheden, og samtidig også skubbe til udbygningen af en CO₂-neutral energisektor, og dermed hjælpe med at nå målet om 100% CO₂-neutralitet i Danmark i 2050 (*Klimaafale for energi og industri mv. 2020*, 2020).



Figur 1: Graf over prisudviklingen for Naturgas i EU og USA fra 1960-2022, der viser prisstigningen forbundet med invasionen af Ukraine (Energistyrelsen, 2022a)

Samtidig med klimakrisen, står vi også i en natur og biodiversitetskrise, hvor arter uddør i et unaturligt hurtigt tempo (Concito, u.å.). Klimakrisen og biodiversitetskrisen er på en og samme tid sammenhængende og forskellige (IPBES & IPCC, 2020). De hænger sammen, fordi klimaforandringerne øger presset på økosystemerne og dermed er en medvirkende faktor for biodiversitetskrisen. Samtidig kan bevarelsen og genoprettelsen af økosystemer hjælpe med at lagre CO₂ gennem naturbaserede løsninger (The World Bank, 2022). Og de er forskellige fordi anlægsprojekter af den størrelse, det kræver at løse klimakrisen, unægtelig

vil have en påvirkning på miljøet omkring dem. Vedvarende energi som sol og vind kræver plads. Et projekt som Energiøen vil have konsekvenser for havmiljøet, biodiversiteten, brugen af råstoffer mm. Det er bl.a. disse problemstillinger, vi ønsker at undersøge i dette projekt og dette leder os til følgende undringer: Er Energiøen i Nordsøen det rigtige valg til at opfylde klimamålene? I søgen efter nye teknologier, der kan lette på CO₂-regnskabet og afhjælpe dilemmaet om forsyningssikkerhed, kompromitterer vi så miljøets tilstand og skaber nye problemer for os selv? Og er en teknologisk løsning som denne i strid med regulering på områderne klima og miljø?

1.2. Problemformulering

HVORDAN KAN ENERGIØEN I NORDSØEN MEDVIRKE TIL EN REALISERING AF DANMARKS KLIMAMÅL FOR 2050, OG HVILKEN INDFLYDELSE HAR REGULERING OG ENERGIØENS KLIMA- OG MILJØEFFEKTER PÅ PROJEKTET?

1.3. Arbejdsspørgsmål

- 1) *Hvad er en energiø, og hvilke udfordringer skal Nordsøens energiø bidrage til at løse?*
- 2) *Hvilken indflydelse har Energiøen i Nordsøen på klima og havmiljø?*
- 3) *Hvordan lever Energiøen i Nordsøen op til de nationale og overnationale reguleringskrav på klima- og miljøområdet?*
- 4) *Hvordan sikres efterlevelsen af 2050-målsætningerne, og hvilken rolle spiller Energiøen i processen?*
- 5) *I hvilken grad er det hensigtsmæssigt at have national regulering til globale problemer, og hvordan afvejer man hensyn til miljøet og klimaet nu og i fremtiden under udviklingen af vedvarende energi teknologier, såsom Energiøen?*

1.4. Afgrænsning

Energigøden i Nordsøen står ikke alene, men skal etableres sideløbende med en anden energigød på Bornholm (Energistyrelsen, 2020). Desuden skal andre energigøder, i følge planlægningen, etableres senere, men planer for disse hører fremtiden til. Uanset har vi i dette projekt taget en beslutning om at fokusere alene på den første energigød i Nordsøen. Energigøden skabes som led i et internationalt el-samarbejde mellem flere nationer. Vi vælger at belyse hvordan og hvorvidt dette har betydning for Danmarks energibehov og drift af Energigøden, men vi går ikke i dybden med selve samarbejdet eller det systemiske bag netværket.

Vi anerkender desuden, at økonomien fylder en væsentlig rolle, når sådan et projekt etableres. Dog har vi i dette projekt valgt at afgrænse os fra økonomien, da vi er mere interesserede i klima- og miljøaspektet, og vi vurderede denne inddragelse for bred indenfor vores omfangskrav og deadline. Økonomien bliver dog omtalt i projektet, men ikke dybdegående. Hvorvidt der er brug for statslig støtte, eller hvor længe tilbagebetalingstiden for møllerne er, behandles således ikke i dette projekt. Til gengæld går vi i dybden med CO₂-regnskabet for møllerne og Energigøden samt hvordan disse har indvirkning på fremtidens energibehov.

Desuden afgrænser vi os fra at kigge på det anlæg, som skal bygges på land og de kabler, der skal trækkes fra Energigøden som en del af infrastrukturen.

Vi afgrænser os fra at inddrage dyr, som lever over havet, dette gælder f.eks. fugle, som ellers tit er en del af debatten med hensyn til vindmøller. Vi har taget dette fravalg, da havmiljøet alene er et kæmpe område, og vi ikke har kapacitet til at undersøge et større territorie.

1.5. Analyse strategi

KAPITEL 2: REDEGØRELSE: Dette projekt indledes med en introduktion til begrebet forsyningssikkerhed, da forsyningssikkerheden er en af grundene til at Energigøden i Nordsøen planlægges. Danmark ønsker at gøre sig uafhængig af fossile brændsler og dermed mindske vores klimaaftryk og samtidig øge vores selvforsyningssikkerhed (Klimaloven, 2021). Efter vi har redegjort for dette, vil vi beskrive vedvarende energikilder og hvorfor vindenergi prioriteres i Danmark over f.eks. sol. Derefter vil vi redegøre for hvad

energiøer er og præsentere vores case, som er Energiøen i Nordsøen. Disse afsnit hjælper os med at besvare **ARBEJDSPØRGSMAÅL 1**.

KAPITEL 3: TEORI: Efter denne introduktion vil vi redegøre for Multi-level Governance (MLG). Denne teori er essentiel for dette projekt, da intentionen om at udbygge vindenergi, på det niveau Energiøen præsenterer, både er en overnational og national intention. Vi kommer ikke udenom, at EU's politik har haft en indflydelse på beslutningen om at etablere dette projekt. MLG bruges som et hjælpemiddel til at skabe forståelse for de politiske processer, der opstår ved et grænseoverskridende projekt som Energiøen i Nordsøen, og hjælper derved med at svare på **ARBEJDSPØRGSMAÅL 3**.

KAPITEL 4: METODE: Vi har i dette projekt anvendt det semistrukturerede ekspert interview for at opnå noget af den viden vi har haft brug for, for at forstå energiøerne og deres indvirken på klima og miljø. Backcasting bruger vi til vurdere, hvilke milepæle og løsninger vi skal opnå forinden vi kan komme i mål med Danmarks 2050 klimamålsætninger, hvilket skal hjælpe os med at besvare **ARBEJDSPØRGSMAÅL 3**. Vi har desuden udarbejdet et roadmap i forlængelse af vores backcasting metoden for at gøre denne proces mere overskuelig og simpel.

KAPITEL 5: ENERGIØEN OG ENERGI: I dette kapitel undersøger vi vedvarende energikilder – og især vindenergis nuværende og fremtidige potentiale for vores energisystem i Danmark. Vi belyser hvorfor offshore vindenergi prioriteres i stor skala, som energiøprojektet afspejler. Vi går i **KAPITEL 5** mere i dybden med problematikkerne ved den fluktuerende vindenergi, og hvordan PtX kan være en løsning til på dette problem og bidrager således til besvarelse af **ARBEJDSPØRGSMAÅL 1**.

KAPITEL 6: ENERGIØEN OG KLIMAET: I dette kapitel introducerer vi kort forholdet mellem klima og miljø og lægger introduktion til arbejde i både **KAPITEL 6 OG 7**. Vi undersøger de klimamæssige effekter afledt af Energiøen med henblik på udledning og reduktion af drivhusgasser og analyserer de forskellige løsningsforslag til Energiøen i Nordsøen. Desuden undersøges det, hvor meget Energiøen kan producere, og hvordan denne energi

kan udnyttes i fremtiden. Kapitlet hjælper os til at besvare **ARBEJDSPØRGSMAÅL 2** og bidrager med viden til at besvare **ARBEJDSPØRGSMAÅL 4**.

KAPITEL 7: ENERGIØEN OG MILJØET: Dette kapitel omhandler Energien og miljøet og vi undersøger, hvilke effekter udbygningen af Energien kan have på havmiljøet. Desuden har vi til sidst udarbejdet et sammenfattende skema med resultater fra **KAPITEL 6 OG 7**, som giver et overblik over Energiøens samlede effekter på miljøet og klimaet. Dette skema skal bruges i **KAPITEL 8**, hvor det hjælper os til at besvare, om de klima- og miljømæssige effekter strider imod reguleringen på området. Analysen i **KAPITEL 7** hjælper os således til at besvare **ARBEJDSPØRGSMAÅL 2**, og bidrager samtidig med viden til besvarelse af **ARBEJDSPØRGSMAÅL 3 OG 5**.

KAPITEL 8: ENERGIØEN OG REGULERING: Først gives der et overblik over den lovgivning, der er på området med henblik på klimaindsatsen og miljøindsatsen. I den forbindelse har vi udvalgt ni reguleringstekster og udarbejdet et skema, som giver et overblik over, hvad de forskellige strategier/love/reguleringer og politikker forskriver. I denne analyse undersøges om miljø- og klimaeffekter fra **KAPITEL 6 OG 7** faktisk strider imod vores udvalgte regulering eller stemmeroverens med denne og bidrager således til at besvare **ARBEJDSPØRGSMAÅL 3**. Her inddrages **FIGUR X**.

KAPITEL 9: ENERGIØEN OG FREMTIDEN og **KAPITEL 10: DISKUSSION:** I de to afsluttende kapitler introduceres vores roadmap, og hvordan vi er kommet frem til det. I forlængelse af dette diskuteres, om Energien kan hjælpe os med at nå klimamålene. Dette hjælper os til at besvare **ARBEJDSPØRGSMAÅL 4**. Slutteligt diskuteres vi om reguleringen er fyldestgørende, og hvordan miljø- og klimaproblematikken skal håndteres i fremtiden og besvarer derved **ARBEJDSPØRGSMAÅL 5**.

Kapitel 2: Redegørelse

I det følgende kapitel vil vi gøre rede for og skabe en rød tråd mellem, hvorfor forsyningssikkerhed og energi er vigtigt for vores samfund, og desuden hvordan vedvarende energi (VE) kan påvirke forsyningssikkerheden. Herefter vil vi beskrive, hvad en energiø er, og give en nærmere beskrivelse af Energigøen i Nordsøen, og hvad det politiske bagland for den er. Til sidst vil vi gøre rede for, hvad en miljøvurdering er, og hvordan den benyttes som et regulerende værktøj. Alt dette for at forstå sammenhængen mellem samfundets udfordringer og det potentielle løsningsforslag som Energigøen i Nordsøen er.

2.1. *Forsyningssikkerhed*

2.1.1. *Hvad er forsyningssikkerhed?*

Forsyningssikkerhed er et begreb, der bliver brugt inden for flere forskellige områder, det kan være energi, fødevarer, vand, sundhedsydelser mf. Begrebet dækker i alle tilfælde over det samme princip, nemlig forholdet mellem forbrug og produktion (Den danske ordbog, u.å.).

Forsyningssikkerhed, inden for energi, handler grundlæggende om balancen mellem energiforbrug og energiproduktion. Derudover handler det også om transport af energi til det sted, hvor den skal bruges. Værdikæden går fra adgang til ressourcer til forbrugeren, og alle led er i spil for at sikre den samlede forsyningssikkerhed.

Forsyningssikkerhed må forstås på flere niveauer. Normalt har forsyningssikkerhed primært været på et nationalt niveau, men det er i høj grad også et internationalt anliggende, hvor EU spiller en væsentlig rolle. Forsyningssikkerhed er rationalet og et af grundprincipperne i EU's energipolitik, fordi der kan være økonomiske fordele forbundet med en fælles forsyningssikkerhed. Man skal derfor være påpasselig med at analysere udelukkende på den danske produktion og forbrug, når man taler om forsyningssikkerhed. Derudover kan forsyningssikkerhed opdeles mellem forskellige energikilder, der har hver deres egne karakteristika for graden af forsyningssikkerhed (Energikommissionen, 2016).

2.1.2. Hvorfor er forsyningssikkerhed vigtigt for samfundet?

Både som mennesker og som samfund er vi fuldstændig afhængige af energi. Vi bruger det hver dag til simple ting som at lade vores telefoner op, til på et større plan at holde vores samfund i gang. Energi er derfor en central del af det, man kalder kritisk infrastruktur. Kritisk infrastruktur er infrastruktur af vigtig samfundsmæssig funktion, altså systemer der er centrale for samfundets evne til at fungere. I Danmark har vi ikke en fast definition af kritisk infrastruktur, men EU definerer det som:

“Ved kritisk infrastruktur forstås ethvert system, som er afgørende for at kunne udføre vigtige økonomiske og sociale funktioner: sundhed, fødevarer, sikkerhed, transport, energi, informationssystemer, finansielle tjenester osv.”

(Europa Kommissionen, u.å.-b)

Af vores energiinfrastruktur er det ifølge Energistyrelsen elforsyningen, som er den mest essentielle for samfundet (Energistyrelsen, 2016a).

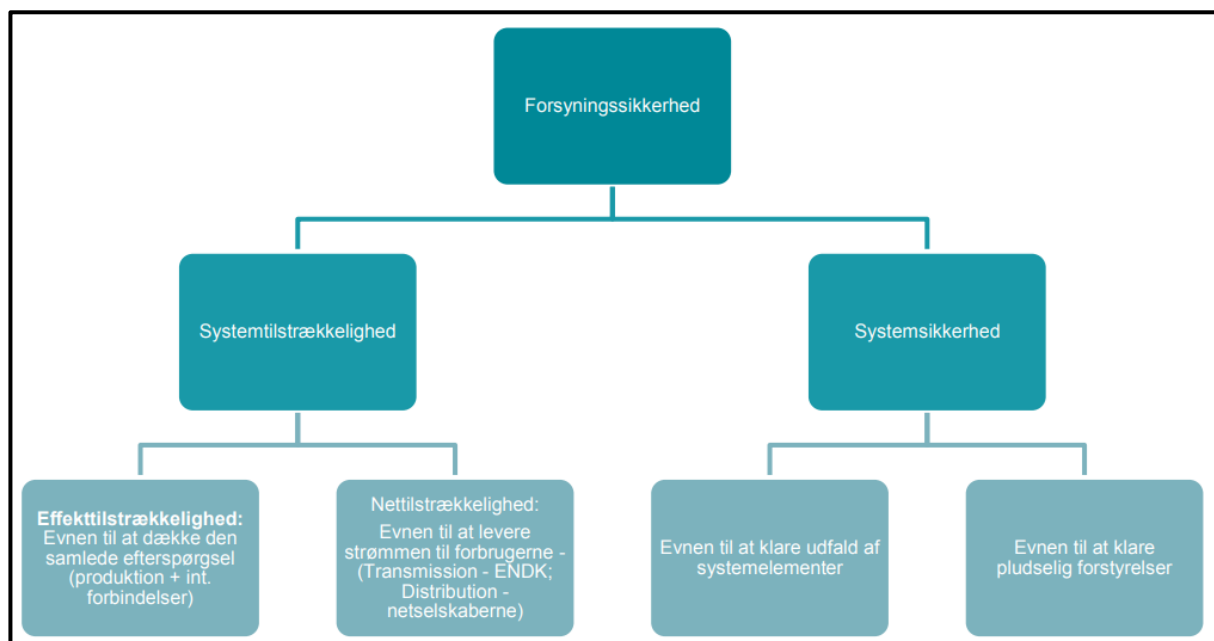
2.1.3. Hvad er den danske forsyningssikkerhed?

Den danske elforsyningssikkerhed er blandt de højeste i Europa. Danskerne har i gennemsnit strøm 99,99 procent af tiden. Det er grundet store omkostninger til back-up af kapacitet og infrastruktur ikke praktisk muligt at have en forsyningssikkerhed på 100 procent. Men for at opretholde så høj en forsyningssikkerhed, kræves løbende vedligeholdelse og kontinuerlig opgradering af elnettet, det er formegentlig også derfor, at Danmarks afgifter og tarifer er på det højeste niveau i hele EU, hvilket også medførte, at elprisen i Danmark i 2021 var den dyreste i hele EU (Green Power Denmark, 2022a). Ifølge Energistyrelsen er det svært at fastlægge hvor høj forsyningssikkerheden skal være, fordi det altid beror sig på en økonomisk/teknisk afvejning (Energistyrelsen, 2016a).

2.1.4. Hvordan opnår vi forsyningssikkerhed?

Det primære formål for elforsyningen er at imødekomme efterspørgslen på strøm. Forsyningssikkerheden kan her deles op i to overordnede kategorier, hhv. systemtilstrækkelighed og systemsikkerhed. Systemtilstrækkelighed handler om elsystemets evne til at imødekomme elforbrugernes samlede efterspørgsel. Det kan deles op

i effekttilstrækkelighed, som er systemets evne til at dække efterspørgslen og nettilstrækkelighed, som er systemets evne til at levere strømmen til forbrugerne. Systemsikkerhed handler om elsystemets evne til at håndtere forstyrrelser i driften, uden at det fører til strømafbrydelser. Det kan deles op i systemets evne til at klare udfald af f.eks. et kraftværk og systemets evne til at klare pludselige forstyrrelser f.eks. et overgravet kabel (Energikommisionen, 2016). Et af målene i den grønne omstilling er, at VE skal fylde en større del af det danske energisystem, men VE fluktuerer som følge af metrologiske forhold og kan udfordre både kapaciteten, systemtilstrækkeligheden og systemsikkerheden i det danske energisystem (Energinet, 2022).



Figur 2: Hierarkisk illustration af begreberne for elforsyningssikkerhed (Energikommisionen, 2016, s. 4)

2.1.5. Hvad kan udfordre forsyningssikkerheden?

Fluktuerende energikilder fylder en større og større del af den danske energimix. Det skyldes især udbygningen af VE som sol og vind i Danmark og forskellige andre typer VE i vores nabolande. Udbygningen af VE vil formegentlig accelerere som ifølge nationale og internationale målsætninger for at sikre fremtidens energibehov uden fossile brændsler (Energinet, 2022). Det har betydning for, hvordan forsyningssikkerheden skal håndteres, fordi det er svært at forudsige den nøjagtige energiproduktion fra denne type energikilder. Dog bidrager fluktuerende energikilder stadig til forsyningssikkerheden i form af kapacitet. Beregninger foretaget af Energistyrelsen viser at effekttilstrækkeligheden i Danmark er god, men den kan blive udfordret af en højere procentdel af fluktuerende energikilder i

energimixet (Energikommissionen, 2016). Derfor kan Danmarks fremtidige forsyningssikkerhed i højere grad blive afhængig af udlandet. Danmark er dog godt stillet med hensyn til udenlandsforbindelser, der har mere kapacitet end det maksimale danske forbrug (Energikommissionen, 2016). Dog ønsker folketinget endnu at gøre sig uafhængige af fossile brændsler og dermed øge vores nationale forsyningssikkerhed. Et af de tiltag, folketinget tager i brug for at opnå dette mål, er at bygge Energioen med dertilhørende havvindmøllepark(er), som skal forsyne Danmark med op til 10 GW energi i fremtiden (Energikommissionen, 2016).

2.2. *Vedvarende energi i Danmark*

I fremtiden skal energiforsyningssikkerhed og VE teknologier gerne kunne gå hånd i hånd, hvis Danmark og EU skal kunne efterleve deres mål om CO₂-neutralitet i 2050. Vi vil derfor i det næste afsnit redegøre for de forskellige VE, som fylder i det danske energimix nu og i fremtiden (Energistyrelsen, 2021c). Dette afsnit hjælper os til at forstå, hvorfor der satses så meget på havvind som en stor del af svaret for at nå klimamålene i 2050.

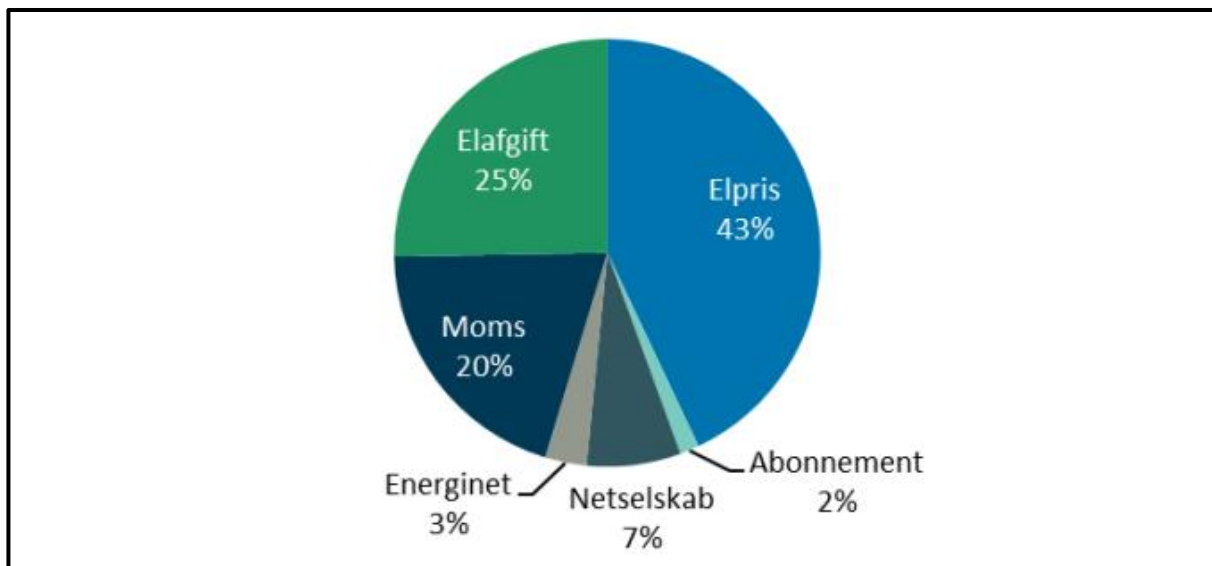
2.2.1. CO₂-udledning og CO_{2e}

En af hovedformålene med vedvarende energikilder er at kunne mindske og på sigt modvirke CO₂-udledningen forbundet med afbrænding af fossile brændsler, hvilket er hovedårsagen til forøgelsen af drivhuseffekten globalt og derved klimaforandringerne (Withgott & Laposata, 2015). CO₂-udledninger er et samlet udtryk for udledningen af drivhusgasser, men benævnes overordnet CO₂-udledning fordi den regnetekniske metode til beregning af drivhusgaspotentialer for forskellige drivhusgasser beror sig på en 'drivhusgaspotentialer til vægtskvotient' baseret på den for CO₂, hvorfor de andre drivhusgasser omregnes til CO₂-ækvivalent vægt/drivhusgaseffekt. Drivhusgasser har forskellig drivhusgaspotens, f.eks. er metan (CH₄) ca. 25 gange mere potent, mens lattergas (N₂O) er ca. 298 gange så potent som CO₂. Det mest korrekt at skrive, når drivhusgasemissioner beregnes eller omtales, er derfor CO_{2e}, hvilket vil gøre sig gældende i rapporten, hver gang CO₂-udledninger teknisk inddrages eller specifikt omtales, hvorimod CO₂-udledninger vil bruges om drivhusgasudledninger i en generel kontekst

(Bekendtgørelse om CO₂e-fortrængningskrav og bæredygtighed m.v., 2021; Withgott & Laposata, 2015).

2.2.2. Prisen på energi

Energibehovet i Danmark varierer fra time til time og fra dag til dag. Der tales om spidsbelastningstidspunkter, hvor elnettet kræver større mængde energi end andre, hvilket betyder at energiproduktionen også er nødt til at variere fra time til time for at sikre forsyningssikkerheden. Prisen på elektricitet varierer i takt med behovet, fordi det, afhængig af energitypen, koster forskelligt at levere strøm til de danske forbrugere. Prisen på elektricitet i Danmark består hovedsageligt af fire forskellige komponenter: Markedsprisen på el, eltransporten (tarif), elafgift og moms. På **FIGUR 3** fremkommer transporten opdelt i yderligere: Energinet, netselskab og abonnement (Christiansen, 2022):



Figur 3: Cirkeldiagram over elementer, der tilsammen udgør elprisen i Danmark (Christiansen, 2022, s. 5)

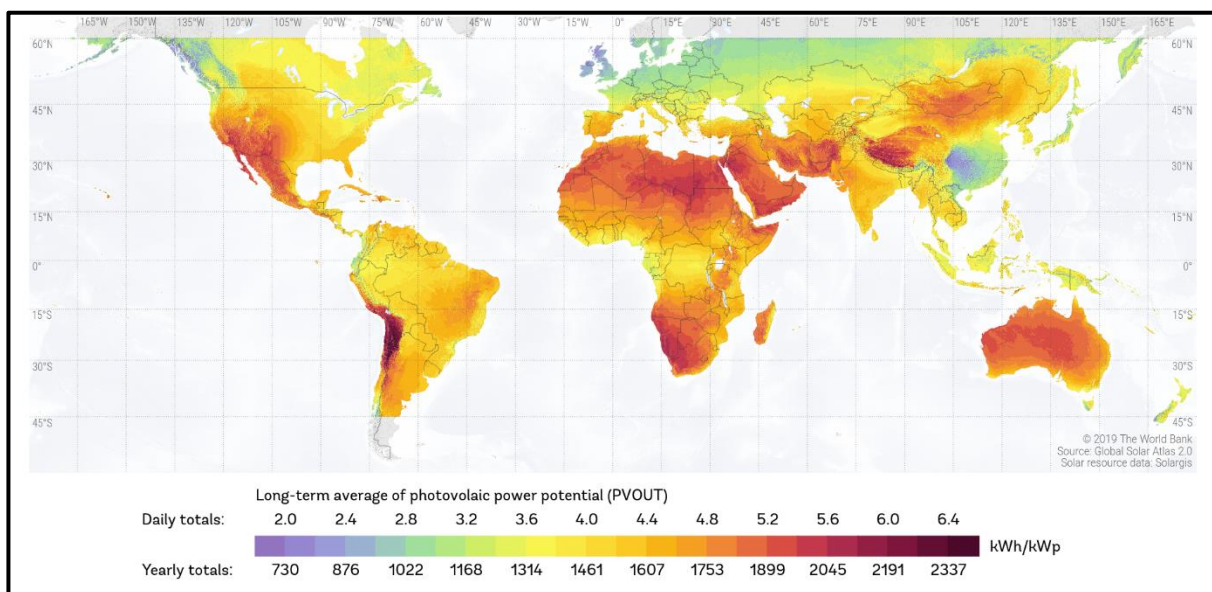
I 2021 udgjorde markedsprisen på el ca. 19% af den samlede elpris, men som følge af energikrisen, er dette i 2022 steget med ca. 64%, og udgør i de senest offentliggjorte beregninger ca. 43% af den samlede elpris i gennemsnit (Forsyningstilsynet, 2022b). En af de største faktorer, som kan holde markedsprisen på el lav i Danmark, er dog mængden af VE i det danske energimix (Green Power Denmark, 2021).

Men en af de største udfordringer forbundet med VE er, at VE ikke producerer en konstant strøm af elektricitet til nettet. I Danmark satses primært på vind- og solenergi

(Energistyrelsen, 2022g). Begge disse typer VE producerer energi med en såkaldt peak produktion forkortet til GWp. Dette er den maksimale mængde energi den pågældende VE kan producere, og det er meget forbundet med vejret og sæsonen. Solcellerne producerer mest strøm ved højlys dag, mens vindmøller producerer mest strøm, når vinden blæser med ca. 10-13 m/s afhængig af mølletypen (Viden om vind, u.å.-d).

2.2.3. Kapacitetsfaktoren

Solenergi med fotovoltaiske celler (solceller) er en type VE, der opfanger solens energi og omdanner denne til elektricitet. Solcellers energiproduktion følger solens indstråling og har derved en sinuskurve med bølgetop hver dag ved middagstid, medmindre det bliver meget overskyet. I Danmark er solcellepaneler langt mere effektive om sommeren end om vinteren, fordi døgnets lyse timer om vinteren er langt færre end om sommeren (PA Energy Ltd., 2016). Ved solcellepaneler opstår GWp på de solrige sommerdage ca. midt på dagen, fordi solcellerne her får den størst mulige solindstråling og derved de mest gunstige forhold for at producere energi (ESMAP, 2022; PA Energy Ltd., 2016; SolarGIS, 2020) **FIGUR 4** viser den globale fordeling:



Figur 4: Global Solar Atlas 2.0 som viser Photovoltaic potentiale for hele Jorden (SolarGIS, 2020)

Solenergi er altså en meget sæsonbestemt energiteknologi, der udover at være mindre energieffektiv i Danmark end f.eks. ville være tilfældet i Spanien også fylder enormt meget overfladeareal, og det vil i Danmark kræve langt større landareal at producere samme mængde strøm (ESMAP, 2022; Klima ambasadens, 2013; PA Energy Ltd., 2016). Prisen for solcellepaneler er faldet drastisk de sidste 30 år (United Nations, u.å.), og solceller er i dag

den absolut billigste energitype at installere. Solceller kræver derudover ikke meget vedligeholdelse (Energistyrelsen, 2015). Kapacitetsfaktoren for solcellepaneler er dog meget lav i Danmark, fordi vi netop ligger så nordligt på kloden, og derfor har færre timer med høj solindstråling. Faktisk er kapacitetsfaktoren for sol kun omkring 12% i Danmark.

Kapacitetsfaktoren er en måde at beregne og sammenligne hvor effektivt forskellige energikilder lever op til deres teoretisk potentielle energiproduktion. For et solcelleanlæg på 6 GW kunne beregningen af dets kapacitetsfaktor se således ud:

$$6 \text{ kW} * 8766 \text{ h} = 52596 \text{ kWh}$$

$$52596 \text{ kWh} * ,12 \text{ Kapacitetsfaktor} = 6311.52 \text{ kWh}$$

Det betyder altså at et 6 kW anlæg, der potentielt kunne producere 52.596 kWh, i stedet producerer 6311.52 kWh, fordi det er placeret i Danmark i stedet for ved Ækvator.

2.2.4. Vindenergi

Ifølge VidenOmVind vil det i Danmark kræve ca. 34 gange så meget land at producere en kWh i en solcellepark, som det ville at producere en kWh i en vindmøllepark på land (Viden om vind, u.å.-b). Selvom kapacitetsfaktoren og derfor også energiproduktionen i forhold til areal for solceller er meget lav i Danmark, er mængden af solceller i det danske energisystem vokset meget over de seneste år se **FIGUR 15**, hovedsageligt grundet den lave etableringspris i forhold til alle andre VE teknologier (ESMAP, 2022). Alligevel stod solenergi kun for ca. 4% af vores strømforbrug i 2020, mens vindmøller stod for hele 45% (Energinet, 2021a).

Vindenergi er betegnelsen for den kinetiske energi, som findes i vinden. Den kinetiske energi udvindes igennem mekaniske møller, der driver store generatorer. Når vinden skubber til vingerne, roterer disse og genererer strøm, som vi kan anvende. Som var tilfældet med solenergi, er vindens styrke ikke konstant, hvilket betyder at mængden af anvendelig vindenergi er fluktuerende. Der er stort potentiale for at udvide produktionen af vindenergi globalt, dog er det vigtigt, at møllerne bliver placeret således, at de udnytter så meget vind som muligt. Kapacitetsfaktoren for vindenergi i Danmark ligger typisk på mellem 25-30%, men kapacitetsfaktoren for vindenergi i Danmark kan, afhængig af vindmølletypen, være

langt højere – helt op mod 70% fra havmøller er teoretisk muligt (Hansen, 2020). Der kan dog forekomme såkaldt 'NIMBY'-problemstillinger (Not in My Back Yard) ved placering af vindmøllerne på land, da borgere ikke vil bo i nærheden af eller se på vindmøller (Bolig- og Planstyrelsen, 2022). Derudover er reguleres det, hvor en vindmølle må placeres ift. naturlandskaber, kulturlandskaber og naboer (Bolig- og Planstyrelsen, 2022). Havvindmøller har dog ikke samme problem, da de står langt ude på havet, men det koster meget mere at opføre en havvindmølle, da de for det første er en del større og kræver en kraftigere stålkonstruktion, fordi vejrforholdene er mere voldsomme på havet. Samtidig kræver havvindmøller mere infrastruktur at transportere strømmen fra havet til kunderne på landjorden. Dog kan havvindmøller producere langt mere strøm end en landmølle, og en stor havvindmølle vil også have en langt større kapacitetsfaktor end en tilsvarende landvindmølle, netop helt op til de 70% (Hansen, 2020). Det virker til, at landmøller ikke har negative konsekvenser for dyre- og fugleliv (Viden om vind, u.å.-c), mens der er forskellige meninger om havvindmøllers påvirkning på havmiljøet, dette udfoldes mere detaljeret i

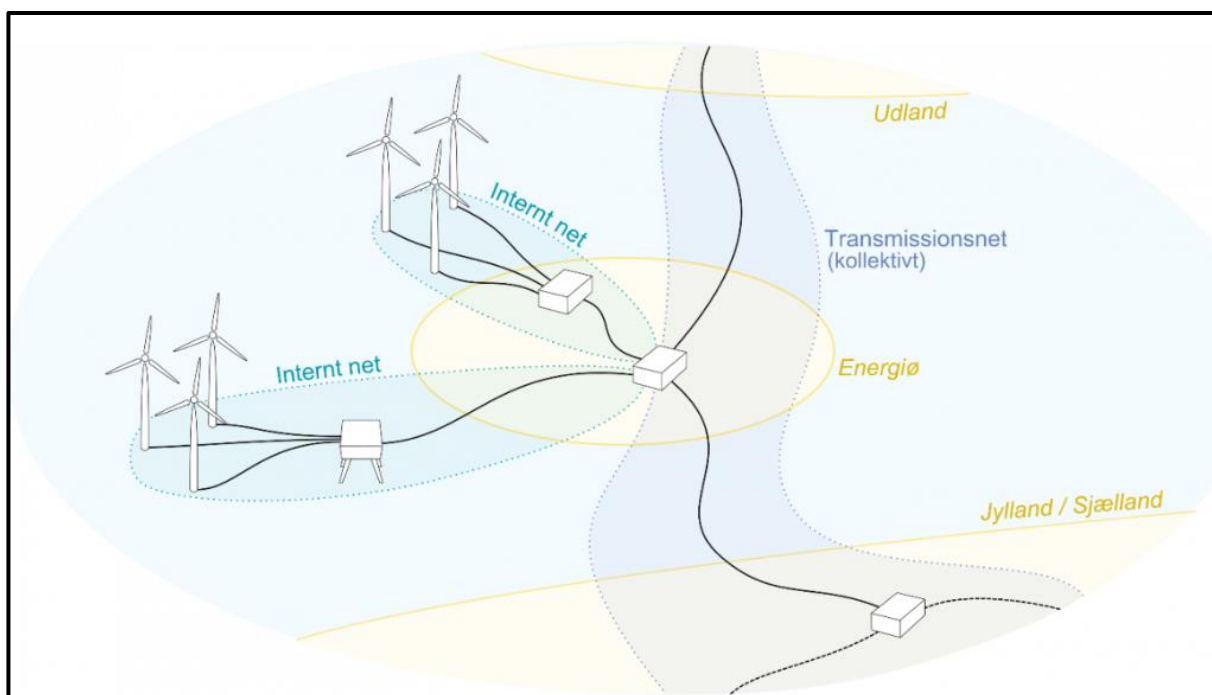
KAPITEL 7: ENERGIØEN OG MILJØET.

En af de største udfordringer ved anvendelsen af VE som sol- og vindenergi er således, at disse energityper ikke yder en kontinuerlig og forudsigelig mængde strøm. VE leverer energi når vinden blæser og/eller når solen skinner. Nogle dage dækker VE langt over det nationale forbrug, og strømmen kan her eksporteres, men andre dage kan det være vindstille, og her må substitueres på den ene eller anden måde. Vindenergi fra havvindmøller lader dog til at have et større potentiale for at lever stabil energi med en mulig kapacitetsfaktor på helt op mod 70%.

2.3. Hvad er en energi ø?

I de næste afsnit vil vi beskrive, hvad en energiø er, for at give læseren en forståelsesramme for dette begreb. Derudover vil vi gennemgå den praktiske plan for Energiøen, for at give en forståelse for den bureaukratiske proces forbundet med udførelsen af et projekt som Energiøen i Nordsøen. Dette skal hjælpe os til senere i projektet at diskutere denne proces og optimeringen af denne med fokus på at nå klimamålene i 2050.

Energioen i Nordsøen adskiller sig fra de såkaldte havvindmølleparker, fordi disse leverer strøm direkte til det danske elnet. Ved en energiø står havvindmøllerne endnu på havet, men møllernes producerede energi samles i et enkelt punkt – en ø på havet. Øen fungerer som knudepunkt og samler strøm fra de omkringliggende havvindmølleparker og distribuerer herefter denne energi, i vores tilfælde til Danmark og udlandet afhængigt af efterspørgslen på strøm. Desuden sørger energioerne for, at møllerne kan placeres længere væk fra kysten. Derfor dækker begrebet 'energiø' i dette projekt både over selve øen, men også de dertilhørende havvindmølleparker.



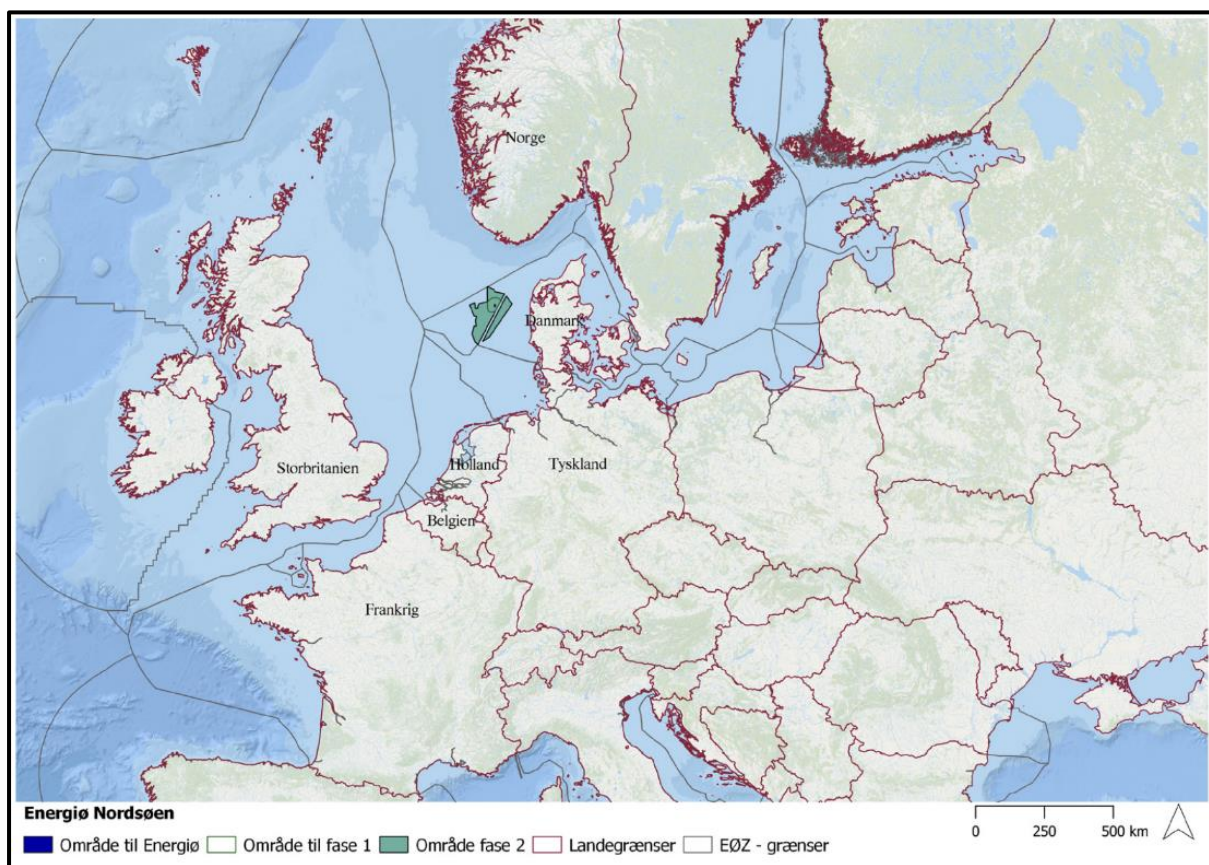
Figur 5: Illustration af energioerne, der opsamler strøm fra havvindmølleparker i Nord- og Østersøen (Energistyrelsen, 2020)

2.4. Praktisk plan for Energioen i Nordsøen:

Aftalen om at etablere Energioen i Nordsøen blev fastlagt i Klimaafspraken i 2020. Energioen i Nordsøen skal opføres således, at den i 2033 kan producere 3 GW strøm (Energistyrelsen, 2022f; *Klimaaftale for energi og industri mv. 2020, 2020*). Det er planen, at øen i fremtiden skal udvides til samlet at kunne producere helt op til 10 GW, hvilket er strøm nok til ca. 10 millioner husstande. Strømmen skal sendes mellem Danmark og andre lande i Europa. Det er meningen, at Energioen skal udbygges i faser, således at produktionen af strøm stemmer overens med elforbruget (*Tillæg til klimaaftale om energi og industri af 22. juni 2020 vedr. Ejerskab og konstruktion af energioer mv, 2021*). Øen placeres ca. 100 kilometer ud fra Thorsminde på

Jyllands vestkyst, mens de tilkoblede havvindmøller skal placeres 50 kilometer ud fra kysten (Energistyrelsen, 2022e, 2022f).

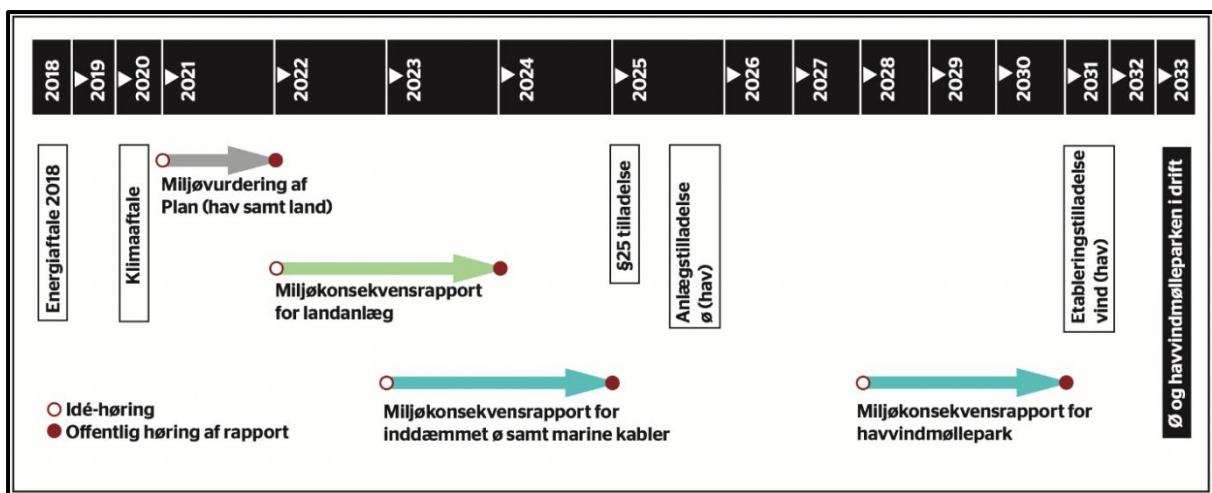
Det er Energinet, som skal drive og udbygge øens el-infrastruktur, hvilket bliver en omfattende affære, da elektriciteten skal sendes rundt til flere lande i Europa. Energinet skal derudover også udføre forundersøgelser/miljøvurderinger af planen på havet samt på land mellem 2021 og 2023 (Energistyrelsen, 2022f). Energinet påbegyndte geofysiske undersøgelser i 2021, hvilket betyder, at de kortlægger havbunden. I 2022 skal Energinet også lave geotekniske undersøgelser og rydde havbunden for eventuel ammunition. I årene fra 2022-2024 skal de videresende deres data til Energistyrelsen (Energinet, u.å.). I juli 2021 pålagde Energistyrelsen også Energinet at lave støjundersøgelser i forbindelse med udbygningen af øen (Energistyrelsen, 2021a).



Figur 6: Kort over placeringen af Energinet i Nordsøen (Energistyrelsen, 2022f)

Energistyrelsen skal mellem 2022 og 2023 udarbejde en omfattende miljøvurdering af 'Planen for Program Energinet Nordsøen', før der kan gives tilladelse til at påbegynde byggeriet af øen. I forbindelse med dette er Energistyrelsen pålagt at inddrage offentligheden til idehøringer.

Derfor kunne borgere og interessenter mellem d. 22. august og 26. september, komme med input til, hvad de synes, skulle inkluderes i miljøvurderingen af Energiøen. Energistyrelsen kan give tilladelse til at starte projektet, når miljøkonsekvensvurderingerne er afsluttet og offentligheden er blevet inddraget i projektet (Energistyrelsen, 2022f). Som det ses nedenunder, skal øen og havvindmølleparkerne vurderes hver for sig. Ifølge modellen udføres vurderingen af den inddæmmede ø i 2023, og vurderingen af havvindmølleparkerne i 2028:



Figur 7: Visualisering af milepæle for Energiøen i Nordsøen (Energistyrelsen, 2022f, s. 11)

Staten kommer til at eje 50,1% af Energiøen, mens de resterende procenter skal købes af en privat interessent. De resterende 49,9% skal udbydes i 2023. Energistyrelsen står både for at udbyde den inddæmmede ø, som vindmølleparkerne skal kobles til, og også selve vindmølleparkerne (Energistyrelsen, 2021d). Energistyrelsen skriver således:

“Energiøen vil blive udbudt som et såkaldt funktionsudbud, der bl.a. stiller krav til energiøens tekniske funktionalitet som transmissionsled, således øen opfylder formålet om at kunne facilitere anvendelse og transmission af i alt 10 GW havvind frem mod 2040 som sigtepunkt.”

(Energistyrelsen, 2022e)

Energistyrelsen starter med at udbyde Energiøen og herefter skal havvindmølleparken udbydes. Budvinder(ne) af både øen og vindmølleparkerne skal udføre miljøkonsekvensvurderinger af deres projekt(er).

På længere sigt skal Energigøen, også have mulighed for at huse Power-to-X (PtX) anlæg. PtX er processen, hvor grøn elektricitet omdannes til brint eller andre produkter baseret på brint (Dansk Energi, u.å.). Dette uddybes nærmere i afsnit **5.2. ENERGILAGRING OG PtX**.

2.5. *Hvad omfatter en miljøvurdering?*

Som nævnt i forrige afsnit, skal der ved et anlæg som Energigøen i Nordsøen udføres en fyldestgørende miljøvurdering, og i dette afsnit vil vi uddybe, hvad en miljøvurdering egentlig er. Senere i projektet vil en miljøvurdering også refereres til som en VVM, hvilket står for Vurdering af Virkninger på Miljøet, da dette er det er denne vurderingsmetode ordet 'miljøvurdering' henviser til. Energistyrelsen beskriver en VVM således:

“En miljøvurdering er en samlet vurdering af en plan eller et programs indvirkning på miljøet og foretages efter lov om miljøvurdering af planer og programmer.”

(Energistyrelsen, 2022f, s. 7)

En miljøvurdering bruges altså til at træffe oplyste beslutninger, som i sidste ende (forhåbentligt) beskytter miljøet (Miljøstyrelsen, u.å.). I Miljøvurderingsloven står der skrevet, at der skal foretages en VVM af planer og programmer, som fastlægger fremtidige anlægstilladelser til projekter, som medfører krav om en vurdering af virkningen på et internationalt naturområde, eller som vurderes at kunne få væsentlig indvirkning på miljøet (Miljøvurderingsloven, 2021, afs. 2). En miljøvurdering vurderer et givent anlægsprojekts indvirken på bestemte faktorer som f.eks. det eksisterende miljø, menneskes sundhed, arealanvendelsen, biologisk mangfoldighed, luft, støj, beskyttede dyrearter, naturområder og visuelle forhold (Miljøstyrelsen, u.å.). Desuden er det vigtigt ved udarbejdelsen af en VVM, at inddrage offentligheden så tidligt som muligt i processen. Offentligheden skal inddrages før myndigheden træffer deres beslutning om planen/programmet.

I de kommende år skal Energistyrelsen, Energinet, Staten samt de private aktører, som senere bliver en del af projektet, vurdere om planen kan gennemføres uden alvorlige konsekvenser for miljøet. Forundersøgelserne er lavet og offentligheden er blevet inddraget ifm. udarbejdelsen af VVM'en og derfor skal Energinet nu i gang med den endelige planlægning af, præcist hvad miljøvurderingen skal inddrage. I vores projekt inddrager vi ikke VVM'en

direkte, men vi vurderer og diskuterer Energiøens miljøeffekter i henhold til relevant lovgivning, og inddrager dermed indirekte en miljøvurdering af projektet, fordi VVM'ens fokuspunkter baseres på den gældende lovgivning indenfor området.

Kapitel 3: Teori

I dette kapitel vil vi beskrive vores teori, og hvordan den kan bidrage til at gøre projektet mere fyldestgørende. Vi har kun udvalgt én teori, nemlig Multi-level Governance (MLG). Da dette projekt skal have et reguleringsperspektiv, og vi arbejder med reguleringsstekster på både nationalt og overnationalt niveau, er MLG med til at give en forståelse for magtforholdene i denne relation under godkendelsen af Energigøden.

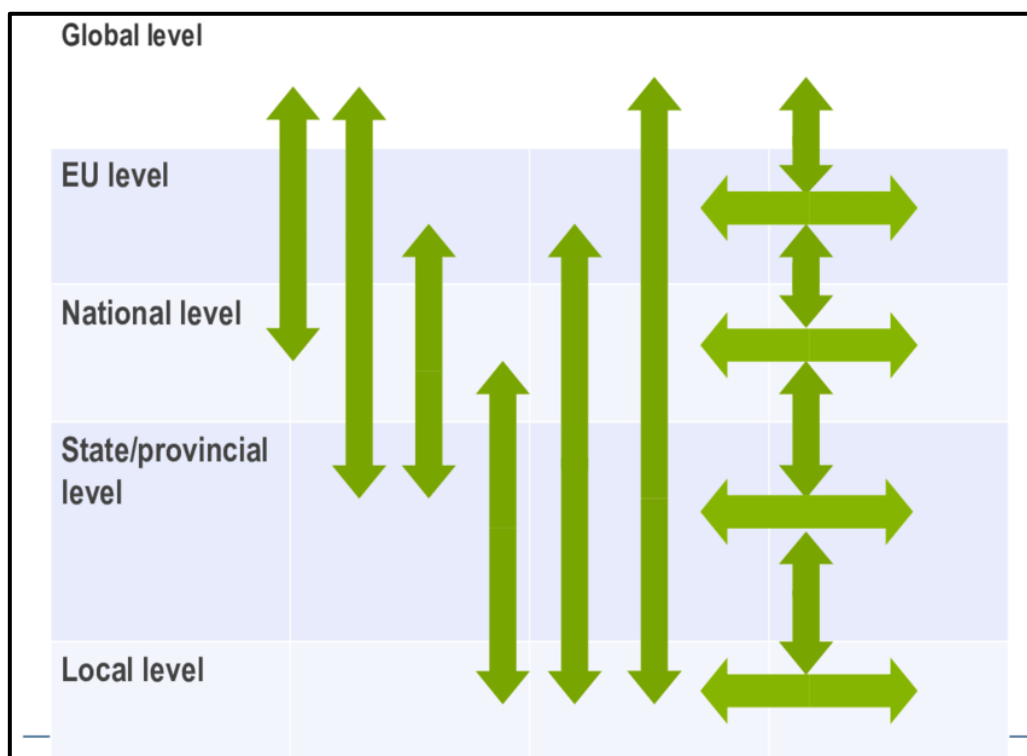
3.1. *Multi-level governance*

EU har gennem tiden udviklet sig til et system med flere niveauer. Forsimplet kan disse niveauer inddeles i tre forskellige niveauer: lokalt-, nationalt- og overnationalt niveau. I dette projekt har vi hovedsageligt fokus på det nationale og overnationale niveau og berører kun det lokale niveau perifert igennem naturhensynet til det lokale havmiljø hvor Energigøden opføres, om end dette ikke er inden for den lokalpolitiske sfære, kan dette heller ikke opfattes som et nationalt niveau. I dette MLG-system, findes der en række aktører, som har indflydelse på governance og regulering, det kan f.eks. være lobbyorganisationer, NGO'er, virksomheder osv. I dette projekt inddrager vi Danmarks Naturfredningsforening, som er en NGO og lobby organisation, som har haft store succes med at påvirke politiske beslutninger før i tiden. De advokerer på naturens vegne og er interessant at have med i projektet, da de faktisk kan have indflydelse på politik, hvis de modsætter sig et anlæg som dette.

Myndighed er altså ikke kun rykket opad til europæiske institutioner, men også spredt sig ud mellem forskellige territoriale niveauer af både private og offentlige aktører. Dette inkluderer også overførslen af myndighed fra det nationale til det lokale niveau, fordi man i flere europæiske lande har decentraliseret dele af myndighederne fra nationalt til lokalt niveau. Dette har resulteret i et governance-landskab, hvor grænserne mellem de forskellige arenaer for politik er blevet slørede, fordi politiske aktører fra forskellige niveauer kan påvirke beslutninger på alle niveauer. Derudover er det også vigtigt at påpege at MLG ikke bare er et top-down system. Det er heller ikke bare et bottom-up system. Derimod er det et system som inkluderer begge dele. EU-institutioner påvirker ikke bare medlemsstater,

medlemsstaterne påvirker også EU-institutioner. Derudover gør top-down og bottom-up dynamikkerne sig også gældende mellem EU-institutioner og lokale myndigheder.

Vi inddrager i MLG i projektet, da denne teori hjælper med at give en forståelse af kompleksiteten i det politiske landskab og dermed det regulerende arbejde inden for vores undersøgte felt. MLG hjælper os med at forstå, hvordan det regulative samspil fungerer mellem nationer og på overnationalt niveau, i vores tilfælde i det europæiske samarbejde (Jänicke, 2015). Vi skaber gennem MLG en forståelse for hvordan beslutninger på europæisk niveau implementeres i dansk kontekst og kan influere infrastruktur som havvindmølleparker og energiøer på lokalt plan i dansk farvand og derved også have indflydelse på det lokale miljø i Danmark. Et eksempel på dette, er hvordan beslutningen om at udbygge Energiøen til større kapacitet, end Danmark har behov for, kan være med til at hjælpe flere medlemsstater med at komme tættere på en CO₂-neutral hverdag, og dermed EU's overnationale klimamål (Kern & Bulkeley, 2009).



Figur 8: Illustration af top-down og bottom-up dynamikker i multi level governance (Jänicke, 2015, s. 5789)

Kapitel 4: Metode

I dette kapitel vil vi introducere vores metoder. Vi har udvalgt tre metoder, der kan hjælpe os med at besvare vores problemformulering. Den første metode er det semistrukturerede ekspert interview. Vi har stillet vores udvalgte eksperter kritiske spørgsmål om vores case og har på baggrund af disse interviews fået ny viden om projektets effekter på især havmiljø. Desuden bruger vi backcasting til at undersøge, hvordan Energiøen kan bidrage til at opnå klimamålene i 2050, som led i denne metode udarbejdes et roadmap, der giver et overblik over, hvilke milepæle der skal passeres for at opnå CO₂-neutralitet og forsyningssikkerhed i 2050.

4.1. *Det semistrukturerede (ekspert) interview*

I dette projekt anvendes af den semistrukturerede interviewmetode. Interviewmetoden tager udgangspunkt i Svend Brinkmanns tekst om netop dette (Kvale & Brinkmann, 2009). Det semistrukturerede interview kan tage mange forskellige former, da det netop ikke er fuldstændig struktureret. Dette betyder, at interviewerens har frihed til at stille respondenterne opfølgende spørgsmål, som ikke nødvendigvis står i interviewguiden. Det er ofte formålet med det semistrukturerede interview at få en beskrivelse af interviewpersonens livsverden og derefter meningsfortolke på dette. I dette tilfælde udfører vi dog semistrukturerede ekspert interviews, hvor det ikke er vores mening at komme helt ind på livet af interviewpersonerne, men i stedet få deres faglige holdninger til Energiøen i Nordsøen (Kvale & Brinkmann, 2015).

Vi anvender hovedsageligt metodens struktureringsproces, det vil sige, at vi har udarbejdet en interviewguide, og denne interviewguide er inddelt i temaer med spørgsmål under hvert tema (Kvale & Brinkmann, 2009). Vi har under udarbejdelsen af denne hele tiden haft fokus på vores problemformulering, og hvordan vores interviewspørgsmål kunne hjælpe til at besvare denne.

Trods ihærdige forsøg, er det dog blevet således, at vi ikke har landet fysiske interviews med hverken Energinet eller Danmarks Naturfredningsforening. I stedet har vi sendt vores interviewguide til personerne på mail, og de har sendt deres besvarelser tilbage til os. Dette

har selvfølgelig en stor betydning for interviewet, da meget af interviewpersonernes viden formentligt er gået tabt, da vi ikke har kunne spørge ind til deres svar og skabe den dynamiske læreproces, semistrukturerede interviews normalt fordrer. Desuden bliver interviewet mere formelt, da det bliver udvekslet over mail og en del af den tillid, man normalt skal opbygge som interviewer (Kvale & Brinkmann, 2009), når man sidder med interviewpersonen fysisk, forsvinder.

Derudover er begge interviewpersoner bias, da K. C. Hedeman fra Energinet vil være positiv over for projektet, fordi det netop er en del af hans arbejde, mens T. Nissen fra DN overvejende vil sætte naturen/miljøet før en grøn teknologi. Vi har ikke undersøgt objektive kilder, og dette kan i nogle situationer betyde, at vi ikke har fundet den rene sandhed. Selvom vi ikke har udført fysiske interviews, bidrager den viden, vi gennem vores skriftlige interviews har tilført projektet, til at besvare vores arbejdsspørgsmål, som kan ses i afsnit **1.3. ARBEJDSSPØRGSMAÅL**.

4.2. *Komparativ Analyse*

Med en komparativ analyse forsøger man, på systematisk vis, at undersøge verdens forskelle og ligheder. Alt kan undersøges, fra politiske systemer til samfundstyper (Den Store Danske, 2021). Analysemetoden anvendes til at belyse, hvorvidt et givent emne har betydning for at andet. F.eks. hvordan regulering har indflydelse på verden. Formålet bliver desuden at kunne beskrive eller forklare årsagssammenhængen.

I projektets **KAPITEL 8: ENERGIØEN OG REGULERING**. Foretager vi en komparativ analyse af strategier og love, som har indflydelse på Energien i Nordsøen, for at skabe et overblik som styrker forståelsen af de nuværende reguleringstendenser.

4.3. *Backcasting*

I *backcasting* planlægges ud fra et tænkt fremtidsscenario hvor målet er at forestille sig det fremtidsscenario, der ønskes opnået. Derefter planlægges en strategi for, hvordan bevægelsen – trin for trin – fra nutiden til den ønskede fremtid kan se ud. Med backcasting forsøger man derigennem at undgå at genskabe de problemer, vi oplever i dag, undvige

kortsigtede løsninger, og i stedet fokusere på delmål på vejen til den ønskede fremtid. Backcasting ser derfor aktører, teknologier og regulering som en del af et større billede og forsøger at danne et roadmap over, hvordan samtlige i sammenspil kan skabe rammen for, eller vejen til, den fremtid der ønskes opnået. (Sustainability Illustrated, 2014; The Natural Step, 2008).

Vi kan forestille os mange versioner af et fremtidigt bæredygtigt samfund. Backcasting udelukker dog ikke udfordringen i at bringe større grupper af indflydelsesrige mennesker sammen og nå til enighed om, hvordan vi skal bevæge os imod denne bæredygtige fremtid, fordi der kan være flere svar på, hvilken retning – eller teknologi – der fokuseres på. Men backcasting kan være et godt værktøj til at skabe et fælles mål eller vision for fremtiden og derved skabe en bro for uenige parter. Nogle versioner af den bæredygtige fremtid kan være for specifikke og vil derigennem måske begrænse innovation i stedet for at fordre en bæredygtig udvikling. Derfor kan man med fordel backcaste ud fra "principper" snarere end fuldstændige versioner af fremtiden. Det er dog også vigtigt at kunne identificere hvilke principper og mål, man ønsker at nå. Hvis de fremtidige mål bygger på videnskabelige undersøgelser, bliver det lettere at være enige om. Dette medfører en klarhed om, at hvis disse principper overtrædes, er samfundet ikke bæredygtigt.

Naturen og dets systemer er komplekse. Selvom vi med tiden bliver klogere på disse systemer, er det stadig en udfordring at manøvrere igennem en sådan kompleksitet. Desuden er sociale systemer også svære at forstå og forudse fuldstændigt. Måske er det endda unødvendigt at forsøge at forudse fremtiden, når vi besidder evnen til kollektivt at skabe vores egen fremtid. Uanset tilbyder backcasting at imødekomme planlægningsudfordringer så vores samfund, som værende en del af naturen, kan udvikle sig til at blive den bæredygtige fremtid (The Natural Step, 2008).

Til slut i vores analyse udarbejdes en backcasting til at illustrere vejen til en realisering af 2050-målene for Danmark.

4.4. Roadmapping

Et roadmap kan visualisere en fremgangsplan. Det er en slags teknologisk køreplan, hvor det vurderes, hvordan et ønsket fremtidsscenario som f.eks. givet af Backcasting kan nås. Roadmapping er ofte et led i Backcasting-processen og bruges som værktøj i den videre proces, hvor vejen til fremtidsscenariet skal virkeliggøres. Tidsperioden for roadmaps varierer og kan strække sig over flere år eller årtier. I Energiøprojektets tilfælde strækker det sig fra nu til 2040, hvor projektet skal være færdigt, men det roadmap vi præsenterer ser Energiøerne som led i at nå 2050 målene, og tager derfor stilling til andre delmål mod den ønskede fremtid, som netop er en fremtid, hvor 2050 målsætningerne er nået. Dette udfoldes i **KAPITEL 9: ENERGIØEN OG FREMTIDEN**. Gennem roadmappet udarbejdes de milepæle, som planlæggeren vurderer skal opnås for at sikre, at et givent projekt følger tidsplanen. For at nå et mål af en særlig politisk og teknologisk størrelse, er flere indikatorer væsentlige. Hvis roadmappet skal tilegne sig en realisme, skal der tages hensyn til tidshorisonter i adskillelige processor. En typisk fremgang for at skabe et roadmap kan se således ud:

- *Etableringen af mål*, skaber roadmappets formål og er derved det første trin.
- Herefter *samles input*, som fortæller hvilke forandringer skal ske eller hvilken viden skal skabes før at målet kan nås.
- Derefter følger en *temasitering* af problemerne som bidrager til at gøre roadmappet mere læsevenligt
- Efterfølgende *prioriteres temaerne* så de vigtigste temaer er tættere på roadmappets tidslinje.
- Slutteligt indsættes temaer og milepæle på en tidslinje til visualisering (Nielsen Norman Group, u.å.).

Ultimativt er det vigtigt at opdatere sit roadmap løbende i overensstemmelsen med ny tilegnet information, men da vores roadmap afvikles slutteligt i projektførløbet, bliver forandringer i roadmappet ikke aktuelle.

Kapitel 5: Energigøen og energi

I det næste kapitel vil vi beskrive, hvorfor udbygningen af VE kan være problematisk for forsyningssikkerheden og dermed også til at nå 2050 målene. Derudover vil vi inddrage den fremtidige mulighed for energilagring på Energigøen, nemlig Power-to-X, og give et billede på, hvordan denne teknologi kan hjælpe med at nå CO₂-neutralitet i hele samfundet.

5.1. VE og stabil strøm

Siden oliekrisen i 1970'erne har der været fokus på vindenergi som mulig energikilde for fremtiden (K. H. Nielsen, 2018). Der er desuden fra 2010 til 2021 sket mere end en fordobling af VE i den danske energimatrix, der har medført, at VE udgjorde 54,53% af den samlede danske strømproduktion i 2021:

Danmarks Nettoproduktion		
Strøm Netto:	Samlet VE:	Andel:
31 873	17 380	54,53%
VE andel af samlet energiforbrug		
Strøm total:	Samlet VE:	
36 742	17 380	47,30%

Figur 9: Egne beregninger af Danmarks VE-andel af nettostrømproduktion og VE-andel af nettostrømforsøg med data fra Elforsyningsstatistikken (Energistyrelsen, 2022g)

Men selvom Danmark er kommet langt i forhold til at producere VE, er det ikke altid, at produktionen af VE falder sammen med energibehovet fra befolkningen. Det betyder derfor, at selvom 54,53% af den danske strømproduktion i 2021 blev udgjort af VE, var blot 47,3% af vores samlede forbrug samme år dækket af denne VE.

Dette er dog ikke ensbetydende med, at den danskproducerede VE i virkeligheden har dækket, 47,3% af vores forbrug, da overproduceret VE kan være eksporteret til vores nabolande. Omvendt kan Danmark også samtidig have købt mere VE fra vores nabolande og derved kan en langt større procentdel af vores forbrug være dækket af VE.

For at kunne sikre forsyningssikkerheden og strøm til de danske forbrugere, er man nødt til at supplere den VE med andre energiformer. "Vind og sol vil have store udspring i produktionen. Mængden af el produceret fra vind og sol vil derfor ikke altid matche forbruget" - lyder det fra K. C. Hedeman fra Energinet. Hvis det ikke er muligt at importere vedvarende eller billig energi, skal strømmen på anden måde suppleres. Prisen på strøm afhænger derfor også i høj grad af prisen på den dyreste substitutions-energiform.

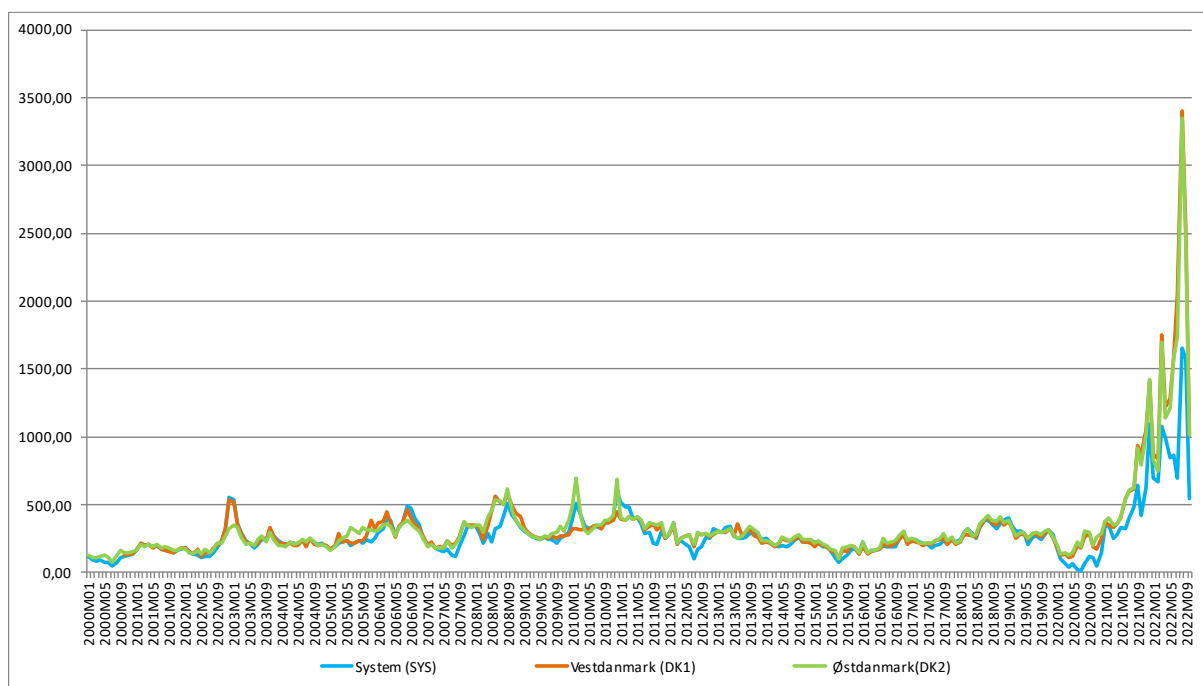
Månedlig elstatistik. Hele landet						
Enhed:		Nettoeksport				
GWh		I alt	Sverige	Norge	Tyskland	Holland
		Net Exports				
		Total	Sweden	Norway	Germany	Netherlands
2005		- 1 370	- 6 929	- 4 242	9 801	
2006		6 936	3 855	1 197	1 885	
2007		950	- 2 577	- 2 816	6 343	
2008		- 1 454	- 4 844	- 4 390	7 780	
2009		- 333	- 688	- 2 380	2 735	
2010		1 135	2 238	2 597	- 3 700	
2011		- 1 318	- 2 446	- 1 187	2 315	
2012		- 5 214	- 7 514	- 4 781	7 082	
2013		- 1 081	1 001	287	- 2 369	
2014		- 2 855	- 1 011	- 2 667	823	
2015		- 5 912	- 3 649	- 4 954	2 691	
2016		- 5 057	2 154	- 5 058	- 2 153	
2017		- 4 563	- 2 900	- 3 045	1 382	-
2018		- 5 224	- 1 462	- 2 418	- 1 345	-
2019		- 5 811	- 2 190	- 84	- 3 518	- 20
2020		- 6 883	- 3 744	- 7 301	3 049	1 113
2021		- 4 869	- 4 874	- 6 204	3 974	2 236

Figur 10: Årlig Nettoeksport for Danmark, Sverige, Norge Tyskland og Holland. (Energi styrelsen, 2022g)

De dyreste supplerende energiformer produceret med fossile brændsler – såkaldt 'sort energi' (With & Børsen, 2022), fordi produktions- og vedligeholdelsesomkostningerne for fossile kraftværker er langt højere (Forsyningstilsynet, 2022a). I fremtiden vil dette kun fortsætte opad, da prisen på fossile energikilder i høj grad afhænger af de CO₂-afgifter, der vil pålægges (Dansk Energi, 2017) og indtil vi når i mål med regeringens målsætning for 2050 om et CO₂-neutralt Danmark, vil elprisen i høj grad være defineret af prisen på disse

supplerende energier (Green Power Denmark, 2022b). I Danmark er indkøbet af kul, som en afledt effekt af energikrisen, steget med faktor 6,8 fra 2021 til 2022 (With & Børsen, 2022). De fire store danske kulkraftværker står for ca. 20% af Danmarks strømproduktion, men den tidligere regering har fastlagt en fuldstændig udfasning af kul som energikilde i Danmark inden 2030. De fire nuværende kulkraftværker ønskes omstillet til 'bioenergi', som formegentlig vil bestå af gasturbiner drevet af biogas (*Energiaftale 2018, 2018*). Gasturbiner er langt mere driftssikre som substitutionsform end kulkraftværker, da turbinerne kan opstartes og nedlukkes langt hurtigere og med langt mindre risici samt energi- og økonomiske tab (Kvist, 2013; Middleton, 2020; Munters, u.å.).

På **FIGUR 10** ses en oversigt over både den danske og nabolandes nettoeksport af energi. Dette regneark viser, med undtagelse af enkelte år som 2006 og 2010, at ingen af de skandinaviske lande producerer nok strøm til at være selvforsynende gennemsnitligt, hvad angår elektricitet. Regnearket viser samtidig, at energibehovet ikke tilnærmelsesvis kan dækkes af Tysklands eksport, hvilket betyder, at der må ske en netto-energitransport fra andre omkringliggende lande. Grundet krigen i Ukraine, og den affødte energikrise og prisstigning på netop fossile brændsler som gas og olie, er priserne på energi til opvarmning og elektricitet som følgevirkning steget markant (Energistyrelsen, 2022a):



Figur 11: Graf over den månedlige elpris i Danmark fra 2000-2022 (Energistyrelsen, 2022a)

Det kan være svært at forestille sig, hvordan nettoeksporten i 2022 vil se ud, men indtil VEs kapacitetsfaktor (se redegørende afsnit) selv i lavproduktionsperioder kan dække langt størstedelen af den danske energimatrix, vil vi formegentlig fortsat have en nettoimport af energi. Overproduktionen af strøm ved god vind kan ikke lagres, og vi har derfor ikke mulighed for at gemme vindenergi til dage, som er vindstille. En af de største udfordringer i den grønne omstilling bliver derfor, hvordan man kan forsøge at oplagre energien fra VE.

5.2. *Energilagring og PtX*

En stillestående vindmølle i godt blæsevejr vidner om et problem. Hvad enten problemet skyldes frygt for overbelastning af elnettet, eller fordi der findes et billigere alternativ til den strøm, vindmøllen potentielt kunne producere, er ligegyldigt – potentiel gratis energi går tabt, i et globalt samfund hvor energipriserne kun fortsætter én vej – opad (Energistyrelsen, 2022a). At VE er afhængig af metrologiske forudsætninger, er på nuværende tidspunkt problematisk, fordi der mangler løsninger til at opmagasinere eller anvende den overproduktion, der finder sted i GWp. Der arbejdes på mange forskellige forslag til energiopbevaring, men et alternativ til direkte energiopbevaring er, at anvende den overskydende strøm til at udføre energitunge opgaver og derved også bidrage til at flade energibehovet ud over døgnet (Trifonov, 2017).

En nytænkning af dette, som ikke blot kan løse problemet med stillestående vindmøller og overbelastning af elnettet, er at bruge overproduceret energi til elektrolyse. Denne løsning kan på sigt måske blive en del af løsningen på en omstilling fra afhængighed af fossile brændsler på tværs af sektorer, i en såkaldt sektorkobling og i høj grad bidrage til et selvforsynende Danmark, der ikke har behov for fossile brændsler overhovedet. Den løsning, som Energiøen vil gøre brug af, er PtX. Grundtanken er at udnytte den overproducerede strøm direkte til elektrolytiske processer, hvor elektricitet føres gennem meget rent vand mellem to elektroder, der hver især spalter H₂O til hhv. H₂ og O₂. Der hvor X'et kommer i spil, er hvad H₂ skal bruges til efterfølgende. H₂ kan bruges direkte som en meget potent brændbar gas, men det kan også indgå i en syntese, hvor forskellige slags kemiske bindinger kan finde sted. Afhængig af, hvad der syntetiseres, kan dette X give grønne alternativer til mange forskellige formål. Én løsning kunne være at indfange CO₂ fra

atmosfæren og skabe syntetisk metan (CH₄) eller syntetisk brændstof – såkaldt elektrobrændstof eller 'Electrofuel' hvor forskellige slags hydro-carbon forbindelser skabes, som f.eks. metanol eller butanol (Dansk Fjernvarme et al., 2021; Grue & COWI, 2021; Hydrogen Valley, 2020). Desuden kan denne teknologi hjælpe med at omstille energikrævende sektorer, såsom tung industri og transport, da de ovennævnte brændsler kan bruges i stedet for fossile brændsler. En del af den grønne omstilling afhænger på nuværende tidspunkt af substitutioner for fossile brændsler, og dette er en af løsningerne (Dansk Energi, u.å.).

5.3. Delkonklusion

Danmarks ambitioner om at omstille til et 70%-CO₂-neutralt samfund i 2030 og 100% inden 2050 kan være meget afhængig af, om VE kan følge med – specielt om vindenergisektoren vil kunne etablere både opskalerede vindmøller og vindmølleparker for at efterkomme fremtidens energibehov. Men omstillingen er også i høj grad afhængig af, om Danmarks og nabolandenes energiinfrastruktur kan opskaleres til at håndtere en langt større GWp og samtidig skabe et mere dynamisk system, så vindmøllerne i Danmark, som nævnt i problemfeltet, ikke kan være nødsaget til at blive bremsede for at kunne aftage overskudsenergi fra Tyskland.

Kapitel 6: Energiøen og klimaet

Dette kapitel starter med at beskrive den problematik, der opstår mellem miljø og klima, når ny VE teknologi skal udbygges. Derefter undersøges de klimatiske effekter af Energiøen, hvilket inkluderer mængden af CO₂ ved opførelsen af øen og vindmølleparkerne, og desuden den mængde drivhusgasser Energiøen vil spare os for i fremtiden. Dette hjælper altså til at besvare **ARBEJDSSPØRGSMÅL 2: HVILKEN INDFLYDELSE HAR ENERGIØEN I NORDSØEN PÅ KLIMA OG HAVMILJØ?** Kapitel 6 fungerer samtidig som forarbejdet til at kunne besvare i hvilken grad, der er sammenstød mellem de klimamæssige effekter skabt af Energiøen og den nationale og overnationale regulering samt godkendelse af øen, som bl.a. undersøges i **KAPITEL 8: ENERGIØEN OG REGULERING**.

6.1. Klima vs. Miljø

Når en ny grøn teknologi udvikles, skal den produceres, placeres og indføres, hvilket betyder, at alle slags VE kræver ressourcer og plads. Vi mener, der opstår et modsætningsfyldt forhold i processen af udbygning af vindenergi. Mennesket prøver gennem vindmølleteknologien på længere sigt at rette op på klimaforandringerne ved at nedsætte udledningen af CO₂ i energisektoren, men samtidig udleder produktionen af en vindmølle store mængder CO₂, hvilket uddybes senere i kapitlet. Placeringen af disse VE-teknologier har ofte negative konsekvenser for habitater og omkringliggende miljøer i nærområdet. Derfor kan den nødvendige udvikling af VE-teknologier, der skal til for at afhjælpe klimaforandringerne, også have en negativ påvirkning på miljøet. I de kommende to kapitler vil vores forståelse af klima versus miljø beskrives.

I dette projekt skelner vi imellem klima og miljø. Klima som værende de årlige svingninger i vejret, der kan måles på vind, nedbør, luftfugtighed, ekstreme vejrforhold og atmosfærens sammensætning. Vejret skifter konstant, men begrebet klima behandler således det gennemsnitlige vejr, og om der er forandringer i denne gennemsnitlighed. I dag er klimaet i forandring, og dette kan vi se på historiske data over alle ovennævnte faktorer (Danmarks Naturfredningsforening, u.å.).

Miljø anses, i dette projekt, som værende de omgivelser, vi lever i. Det handler om kvaliteten af vores vand og luft, økosystemernes velbefindende, planternes og dyrenes sundhed og meget mere (Den Store Danske, 2013; Withgott & Laposata, 2015). De fysiske omgivelser fortæller os om miljøets tilstand. Hvis planter og arter uddør i overvejende hast, har miljøet det ikke godt.

Vi er klar over, at klima og miljø er indbyrdes afhængige. Økosystemerne bliver påvirket af klimaet, planterne påvirkes af mængden af regn og sol, og dyrene påvirkes når indlandsisen smelter og floderne udtørres (Withgott & Laposata, 2015). Når mennesket udtrækker økosystemservices, som f.eks. skov- og naturarealer, fra den ellers afbalancerede biosfære, påvirker dette miljøets evne til at styre atmosfærens sammensætning af CO₂ og derfor kan ændringer i lokale miljøer på sigt medvirke ændringer i det globale klimasystem (Withgott & Laposata, 2015).

Ultimativt har klimaet altså en betydning for miljøets sundhed, og denne sundhed skal også tages i betragtningen, når man udvikler nye bæredygtige teknologier. Af disse grunde burde vi lave teknologiske løsninger, som tilgodeser både klimaet og miljøet.

I Danmark blev det i 2020 besluttet, at vi skal bygge Energiøen med dertilhørende havvindmølleparker i Nordsøen for at prøve at afhjælpe energisektorens CO₂-aftryk. Denne Energiø er den første af sin slags og er et eksempel på en af de nye teknologier, som skal bidrage til at afhjælpe eller bremse klimaforandringerne. Denne teknologi vil kræve mange ressourcer og meget plads på havet, hvilket kan have konsekvenser for havmiljøet - både positive og negative. Men opvejer klimateknologien og CO₂-reduceringen for de negative konsekvenser, som denne nye teknologi vil påføre miljøet i havet?

6.2. Energiøens Klimamæssige effekter

Energiøen skal ifølge energistyrelsen sætte "(...) turbo på den grønne omstilling og forsyne Danmark og Nordeuropa med grøn energi." (Energistyrelsen, 2022i). Det er derfor meget relevant at analysere på, hvad den reelle reduktion af drivhusgasser kan forventes at være, når øen med tilhørende vindmølleparker, står klar. Fordi Energiøen har flere faser som er under forskellige udviklingsstadier i planlægningen, vil vi primært fokusere på 'Fase 1: 3GW i 2033'

og perspektivere til 'Fase 3: 10 GW 2040'. Vi udarbejder analyse over fase 1, da der er flere konkrete planer og tal at analysere på. Tredje fase er mere ukonkret og står som en form for målsætning mere end en plan. Derfor vil 10GW i 2040 blive brugt som en perspektivering på, hvordan den samlede klimapåvirkning af Energiøen i Nordsøen potentielt kan komme til at se ud, når vi kigger længere frem i tiden.

I analysen af **Fase 1** vil vi tage udgangspunkt i tal og planer fra Energistyrelsen, energinet og Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet samt relevant viden fra vores interview. Vi vil undersøge udledningerne og den mulige reduktion af CO₂e i forbindelse med etablering og drift af Energiøen. Ud fra disse resultater vil vi forsøge at lave overslagsberegninger, som kan give et overblik over projektets samlede klimaaftryk, dette kan ses i **FIGUR 14**.



Figur 12: Visualisering af Energiøen i Nordsøen produceret af ©Energistyrelsen (Energistyrelsen, 2020)

Energiøen vil primært være med til at nedbringe udslippet af drivhusgasser ved at producere grøn strøm. Det betyder, at Energiøen kan producere elektricitet uden at have et forbrug af fossile brændsler, og vil derfor sænke udslippet af drivhusgasser fra den samlede elproduktion. Derudover skal Energiøen, som beskrevet i **5.2. ENERGI LAGRING OG PtX**, på et endnu ukendt tidspunkt producere grønt brændstof gennem PtX, der ifølge COWI kan bidrage til dekarbonisering i sektorer, hvor direkte elektrificering ikke er muligt. Dermed kan Energiøen lede til en udskiftning fra fossile til grønne brændsler (Grue & COWI, 2021).

Selvom Energjøens formål er at skubbe på den grønne omstilling, udleder udbygningen af Energjøen drivhusgasser. Det sker i både anlæggelsesfasen af selve øen og under anlæggelsen af de omkringliggende vindmølleparker. Selve øen bliver en inddæmmet ø, med tilhørende platforme rundt om (Energistyrelsen, 2022i).

Etableringen af Energjøen og havvindmøllerne, som ses **FIGUR 12**, vil kræve ressourcer af forskellige former, som skal bearbejdes og transporteres, hvilket unægteligt vil medføre en klimapåvirkning. I forhold til vindmøller på land, er havvindmøller ekstra ressourcekrævende, fordi de har brug for et dybt fundament at stå på. Der vil derfor også være en væsentlig klimapåvirkning i anlægningsfasen af en havvindmøllepark. På trods af den potentielle klimapåvirkning slår Nissen fra DN ned på, at Klima- og Biodiversitetskrisen ikke er hinandens modsætninger, og at de således må løses sammen. DN ønsker trods alt også, at samfundet omstilles til VE, men mener at denne energi skal tænkes sammen med naturen.

6.2.1. Klimaafttrykket af elproduktionen fra Energjøen

Park	Placering	Startår	Slutår	Kapacitet (MW)	Fuldlasttimer (MWh/MW)
Vesterhav Syd	DK1	2023	2053	170	4.600
Vesterhav Nord	DK1	2023	2053	180	4.650
Thor	DK1	2026	2061	1.000	4.605
Hesselø	DK2	2029	2063	1.000	4.425
Kriegers Flak II	DK2	2030	2065	1.000	4.850
Kattegat II	DK1	2030	2065	1.000	4.800
Nordsø_parker	DK1	2030	2065	3.000	4.950
Energjø Bornholm	DK2	2030	206	3.000	4.550
Energjø Nordsøen fase 1	DK1	2033	2067	3.000	4.750

Figur 13: Graf over fuldlasttimer for forskellige fremtidige havvindmølleparker og de to Energjøer (Energistyrelsen, 2022h, s. 7)

Det primære formål med Energjøen, er at skabe et stærkt europæisk forsyningsnetværk og ikke mindst levere grøn strøm til elnettet fra 2033, når første fase af Energjøen skal begynde at levere strøm. Første fase har en kapacitet på 3 GW, men spørgsmålet vi stiller, er hvor meget strøm Energjøen egentlig kommer til at producere? En kapacitet på 3 GW betyder, at Energjøen ved optimal produktion kan levere 3 GW i timen. En sådan time kaldes for en

fuldlasttime. Men da vindenergi, som beskrevet i **KAPITEL 5: ENERGIØERNE OG ENERGI**, er en fluktuerende energikilde, betyder dette, at den gennemsnitlige energiproduktion ikke vil 3 GW i timen. Ifølge Energistyrelsens baggrundsnotat om havvind (Energistyrelsen, 2022h) vil Energigøens **Fase 1** have 4.750 fuldlaststimer om året, se **FIGUR 13**.

Fuldlaststimerne i notatet er beregnede fuldlaststimer, hvilket vil sige, at det er den samlede energiproduktion fra Energigøens fase 1, som er regnet om til, hvad det svarer til i fuldlaststimer. Et år har 8760 timer. Det vil sige at Energigøens **Fase 1** projekteres til at have en samlet kapacitetsfaktor på 54%:

Beregninger for Energigøens potentielle energiproduktion og CO2 reduktioner			
Kapacitet fra energiø fase 1 (GW)	3	Produktion korrigeret for kapacitetsfaktor (GW)	1,63
		Årligt forbrug i Danmark (GWH)	34259
Mulig produktion (GWH) ved fuld kapacitet	26280	Produktion korrigeret for kapacitetsfaktor (GWH)	14250
		Procentdel af forbrug	41,59
Kul, gram CO2/kWh	811	Gas, gram CO2/kWh	354
		Gennemsnit, gram CO2/kWh	582,50
Gennemsnit, ton CO2/gWh	582,50	Produktion fra energiø (gWh)	14250
		Potentiel reduktion af udledning årligt, mio. ton CO2	8,30
Etableringsudledninger 3 GW, mio. ton CO2	2	Etableringsudledninger 10 GW, mio. ton CO2	6
		CO2 Tilbagebetalingstid 3GW, år	0,24
Fuldlaststimer	4750	Timer på et år	8760
		Kapacitetsfaktor i procent	54,22

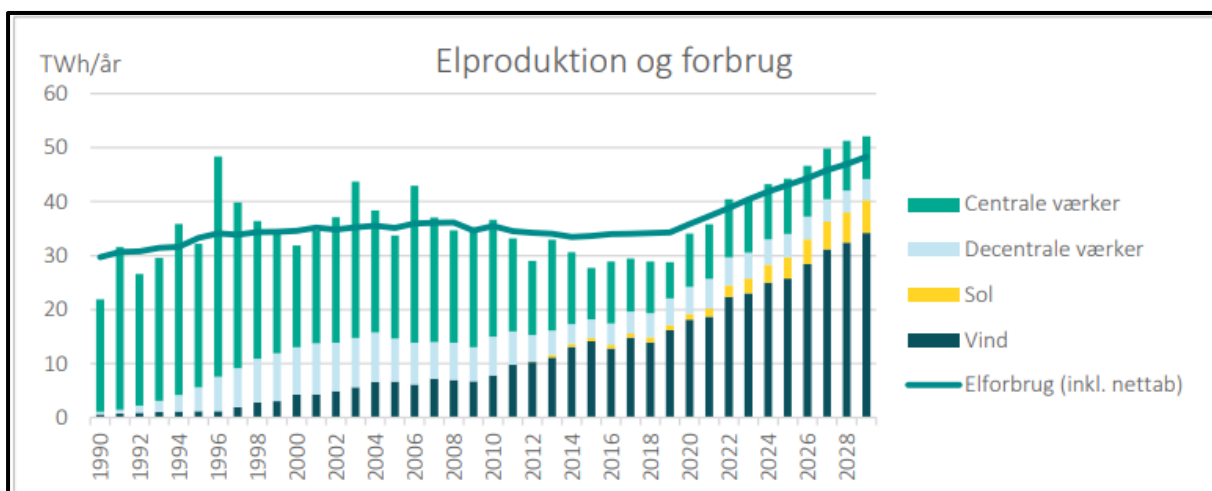
Figur 14: Beregninger af Energigøens potentielle energiproduktion og CO2-reduktioner baseret på data fra: (Energinet, 2021, 2022a; Energistyrelsen, 2021a, 2022h; Jørgensen & Klima-, Energi- og Forsyningsudvalget, 2022)

Altså vil den reelle produktion kun være på omkring 1,63 GW og ikke 3 GW, som er det tal, der oftest præsenteres ifm. Energigøen. Set i et kritisk lys, vil vi argumentere for, at det vil være tættere på sandheden at benytte tal baseret på kapacitetsfaktoren end kapaciteten, når man taler om, hvor meget energi et givent kræftværk producerer.

For at kunne udnytte Energigøen optimalt, kræves det, at der er efterspørgsel på strøm. Forsyningssikkerhed er forholdet mellem energiudbud og energiefterspørgsel, som beskrevet i afsnit **2.1 FORSYNINGSSIKKERHED**. Energigøen kan derfor i **Fase 1** tilføje op til 3 GW til elnettet, men for at kunne udnytte de 3 GW kræver det, at der er efterspørgsel efter denne, da energilagringsteknologi ikke på nuværende tidspunkt ser ud til at spille en stor rolle under første fase. Som beskrevet, i afsnit **2.1 FORSYNINGSSIKKERHED**, er forsyningssikkerheden, og dermed også udbud og efterspørgsel på strøm, ekstremt svært at forudsige. Strøm flyder over grænser og strøm fra Energigøen er ikke anderledes, tværtimod er en af fordelene ved Energigøen netop de direkte forbindelser til andre lande, som også vil

kunne aftage strømmen. Dette har også potentialet til at aflaste de eksisterende forbindelser, hvor vi allerede nu ser problemer med flaskehalse i systemet, f.eks. når strøm fra Danmark skal transmitteres gennem Tyskland (Energistyrelsen, 2022b).

Udveksling af strøm mellem lande har dermed også stor betydning for, hvor grøn strømmen er både i Danmark og i resten af Europa. Elnettet indeholder strøm fra mange forskellige kilder og lande, og derfor betyder det, at energikilderne i vores nabolande påvirker hvor stor udledningen af drivhusgasser er, ved den strøm vi anvender i Danmark og vice versa. Det er derfor også interessant for forståelsen af hvordan Energigøen hjælper Danmark på vej mod CO₂-neutralitet i 2050, at se på hvor stor en del af strømmen, som rent faktisk ender i stikkontakterne hos danskerne. Denne betragtning er egentlig ligegyldig for klimaet, men vigtig for Danmark. Det taler ind i paradokset, som mange klimarelaterede problemstillinger må forholde sig til, nemlig forholdet mellem det nationale og det overnationale i den grønne omstilling. Om den grønne strøm fra Energigøen bliver brugt til at lade en elbil op i Danmark, Tyskland eller Belgien er stort set irrelevant for klimaet, så længe VE erstatter fossil energi. Det er bare ikke ligegyldigt for de nationale klimamålsætninger for landene i EU. EU arbejder dog også ud fra samlede klimamål med dertilhørende undermål for energi, som egentlig giver mere mening at forholde sig til med et projekt som Energigøen i Nordsøen. Beregninger fra Energistyrelsen viser, at Danmark i perioden 2018-2020 havde en netto import af strøm, hvilket medførte en netto-emission på 0,6 mio ton CO₂e i udlandet, se **FIGUR 15**:



Figur 15: Denne graf viser den samlede energiproduktion for Danmark fordelt på type af energi (Energistyrelsen, 2022b, s. 5 & 7)

Energistyrelsens egne fremskrivninger viser dog, at Danmark forventer at blive nettoeksportør fra 2030 og allerede have negative netto-emissioner i udladet fra 2025. Disse tal inkluderer dog hverken Energiø Nordsøen eller Energiø Bornholm, da Energiøerne stadig kategoriseres, som værende i planlægningsfasen. Man må derfor forvente, at nettoeksporten af strøm vil stige yderligere, når energiøerne medtages i beregningen, medmindre andre danske energikilder neddrøses. Dette kan betyde, at en stor del af strømmen fra Energiøen ikke medfører reduktioner i det danske drivhusgasudledningsregnskab, men i regnskabet for andre lande i EU, som måske ikke selv er lige så godt tjent med metrologiske forudsætninger for VE. Energiøen bliver en vigtig del af EU's ambition om 300 GW havvind i 2050, fordi den potentielt bliver den første af sin slags (Munk-Nielsen, 2022).

Danmarks samlede elforbrug lå i 2019 på 34.259 GWh, men det forventes, at energibehovet vil stige grundet en større elektrificering af forskellige sektorer af samfundet for f.eks. varme, transport og industri (Energistyrelsen, 2021b).

Ud fra tidligere medtaget beregninger, har vi udregnet hvor stor en del af det samlede danske elforbrug, **Fase 1** af Energiøen teoretisk vil kunne levere. Hvilket vil være 41,59%, se **FIGUR 14**.

Tabel 1: Elimport og eksport i Danmark samt estimeret effekt på de udenlandske emissioner for historiske år				
Nøgletal	Type	2018	2019	2020
Nettoimport TWh	Import af el	6,3	6,3	8,4
	Eksport af el	2,1	1,9	1,3
	Nettoimport	4,2	4,4	7,2
Udlandets gennemsnitlige emissionsfaktor, g CO ₂ e/kWh	Når Danmark importerer	130	115	100
	Når Danmark eksporterer	115	80	175
Nøgletal: Effekt på udlandets emissioner, Mio. ton CO ₂ e	Ved dansk elimport, øget udledning	0,8	0,7	0,9
	Ved dansk eksport, reduceret udledning	0,2	0,1	0,2
	Netto-emissioner	0,6	0,6	0,6

Tabel 2: Import og eksport af el i Danmark samt estimeret effekt på de udenlandske emissioner for fremskrivningsår				
Nøgletal	Type	2025	2030	2035
Nettoimport TWh	Elimport	6,9	7,6	11
	Eksport	6,8	14,1	12,7
	Nettoimport	0,1	-6,5	-1,7
Udlandets gennemsnitlige emissionsfaktor, g CO ₂ e/kWh	Når Danmark importerer	70	30	35
	Når Danmark eksporterer	90	55	40
Nøgletal: Effekt på udlandets emissioner, Mio. ton CO ₂ e	Ved dansk elimport, øget udledning	0,5	0,2	0,4
	Ved dansk eksport, reduceret udledning	0,6	0,8	0,5
	Netto-emissioner	-0,1	-0,6	-0,2

Kilde: Energistyrelsen. **Anm.:** Nøgletallet for effekten på udlandets emissioner beregnes grundlæggende ved import (eksport) x gns. emissionsfaktor når Danmark importerer (eksporterer) = Effekt på emissioner. Det skal bemærkes, at fremskrivningen er baseret på frozen policy og at energiøerne evt. markant udbygning med PIX mv. ikke indgår i beregningen.

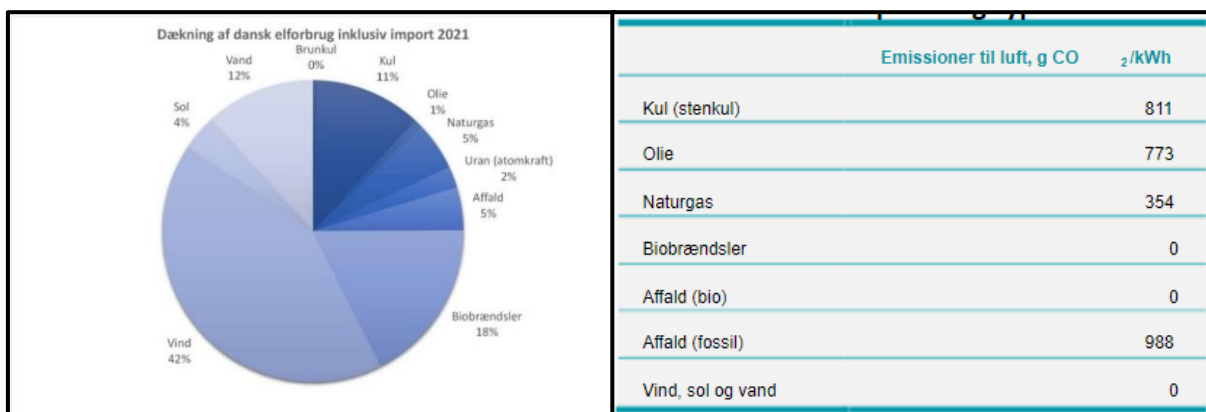
Figur 16: Faktisk og forventet nøgletal for elimport og -eksport i Danmark fra 2018 - 2035 (Energistyrelsen, 2021b, s. 12)

Tallene er udregnet ved at omregne effekten (GW) til mulig produktion på et år (GWh) korrigeret for kapacitetsfaktoren. Derefter divideret med det årlige forbrug i Danmark, for til sidst at få den teoretiske procentdel af det samlede Danske elforbrug, som **Fase 1** af Energiøen ville kunne dække, hvilket er 38%. Disse tal ville dog kun være muligt, hvis efterspørgslen på el altid var i overensstemmelse med produktionen fra Energiøen. Det er den dog som

tidligere beskrevet ikke og man kan derfor stille spørgsmål ved relevansen for dette tal. Et spørgsmål der kan stilles til alle nationale tal for udledninger ved elproduktion.

En anden faktor, der påvirker reduktionspotentialiet for drivhusgasser fra energisektoren ved konstruktionen af Energiøen, er hvilken energi, den VE erstatter. Det er f.eks. ikke ligegyldigt om vindenergien fra Energiøen erstatter kul, olie, gas, biomasse eller atomkraft.

En øget dækning af dansk elforbrug med vindenergi vil føre til en lavere dækning fra andre energikilder. Her vil reduktionen være størst hvis, vindkraft fra Energiøen erstatter affald (fossil), kul eller olie, og middel hvis den erstatter gas. Derimod vil der ikke være nogen teoretisk reduktion ved at erstatte biobrændsler. Det skal dog nævnes, at der er stor debat om biobrændslers egentlig udledninger (Ritzau, 2019).



Figur 17: Cirkeldiagrammet til venstre viser Danmarks elforbrug m. import for 2021 (Energinet, 2022a); Skemaet til højre viser emissioner til luft i g CO₂/kWh (Jørgensen & Klima-, Energi- og Forsyningsudvalget, 2022)

Ambitionen for dansk energipolitik er at være uafhængig af fossile brændsler beskrevet som kul, olie og naturgas i 2050. Det skal ske ved, at VE skal udfase de fossile energikilder. Vi antager derfor, i denne analyse, at energien fra Energiøen kommer til at erstatte fossil energi (Energistyrelsen, 2016b). Her er kul og gas de dominerede i den danske elproduktion som vist på **FIGUR 17**. Vi vil derfor tage et gennemsnit af udledninger fra disse to energiformer med i beregningen. Energiøens **Fase 1** vil ifølge vores tidligere beregninger kunne producere 14.250 GWh årligt. Med en gennemsnitlig udledning fra kul og gas på 582,5 ton CO₂ pr. GWh vil Energiøen potentielt kunne reducere elproduktionens udledninger med 8,30 mio. ton CO_{2e} årligt, se **FIGUR 14**. Det er mere end de 5,2 mio. ton, som ifølge energinet var den faktiske CO_{2e} udledning fra elproduktion i 2020 (Energinet, 2021a).

Antagelser fra Energistyrelsen viser, at forbruget af el vil stige væsentligt frem mod 2033, se **FIGUR 15** og ved at dække denne stigning med vindenergi fra Energigøden i stedet for kul og gas kan reduktionen potentielt være på 8,30 mio. ton CO₂e årligt. Det er dog kun muligt med denne reduktion, hvis energilagring af den ene eller anden slags bliver tilgængelig, hvilket er meget usikkert på nuværende tidspunkt. Hvis energilagring bliver en realitet, vil processen også med stor sandsynlighed medføre et energitab. F.eks. ligger energitabet på elektrolyse på op mod 30% ifølge Concito (Concito, 2021). En evt. omdannelse til andre brændsler vil formegentlig også medføre et yderlige energitab.

Udover hvor meget strøm Energigøden producerer årligt, er det også relevant for denne analyse at undersøge, hvor længe man regner med at den energiproducerende del af Energigøden kommer til at producere elektricitet, hvis man skal give et bud på hvor stor en reduktion i emissioner Energigøden reelt bidrager med. Energistyrelsen regner med at første fase af Energigødens energiproducerende del udfases i 2067, hvor den vil have produceret energi i 34 år. Generelt set er der en tendens til, at Energistyrelsen forudsiger, at vindmøller kan producere energi i længere og længere tid. Det er en forudsigelse, der stemmer godt overens med erfaringer baseret på landmøllers levetid, altså jo nyere en vindmølle er jo længere levetid vil den potentielt have (Energistyrelsen, 2022c).

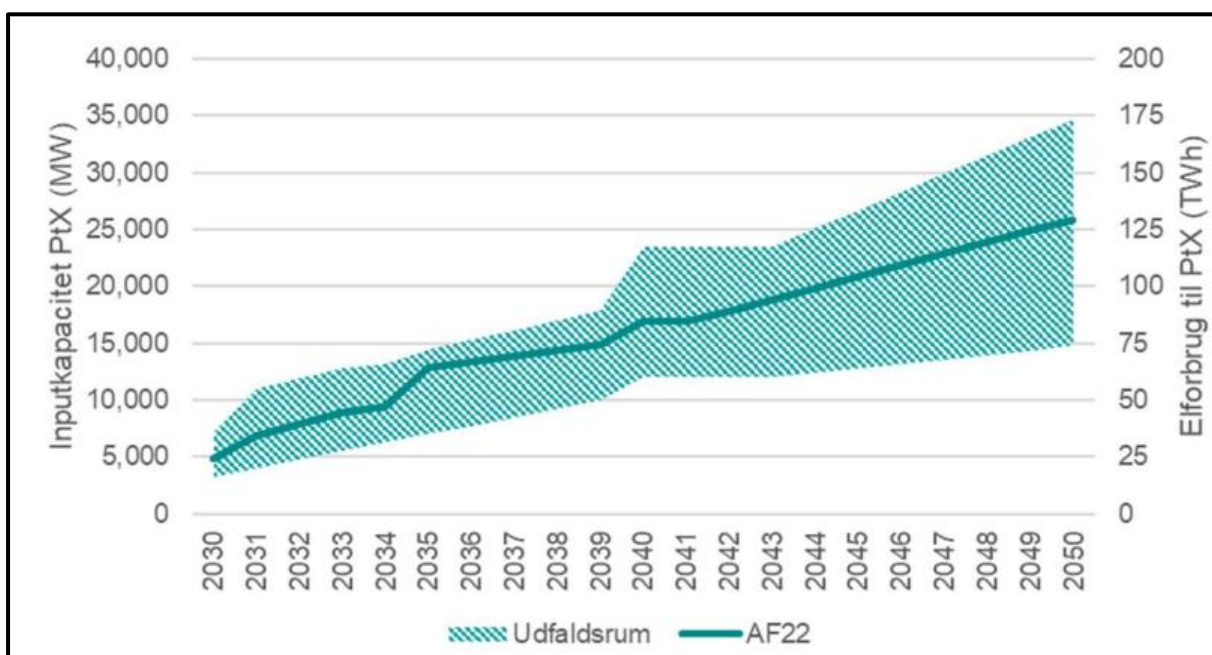
Derudover viser det sig, at møller i mange tilfælde producerer energi længere end først antaget (P. Nielsen et al., 2019). Disse tendenser sandsynliggør Energistirelsens antagelser og kan pege i retning af, at der er en vis chance for, at møllerne producerer strøm i flere end de 34 år. Der skal selvfølgelig tages forbehold for, at havvindmøller og landvindmøller ikke kan sammenlignes en til en. Blandt andet har havvindmøller generelt en højere kapacitetsfaktor, samt er udsat for andre klimatiske forhold (Viden om vind, u.å.-a).

6.2.2. Klimaaftryk fra ptx produktion fra Energigøden

Som beskrevet i **5.2. ENERGILAGRING OG PTX**, er PtX en del af visionen for Energigøden, og nævnes som værende del af det næste skridt i processen, hvor der skal træffes beslutning om *"hvorvidt og hvordan nye teknologier som lagring af strøm og Power-to-X skal tilknyttes øen"* (Energistyrelsen, 2022i).

Det er derfor ekstremt svært at vurdere hvilken klimaeffekt PtX kan have, fordi vi netop ikke ved, om der kommer til at være PtX anlæg på øen, hvor stor kapacitet anlægget vil have, og hvor stor efterspørgsel der er på det endnu ukendte X som PtX-anlægget på øen vil kunne producere. Energistyrelsen har dog lavet et baggrundsnotat til Energinet, om hvordan den forventede udvikling af PtX vil være frem mod 2050 (Energistyrelsen, 2022).

Heri nævnes Energigøen Nordsøen også direkte ved flere lejligheder. Det antages i (*Udvikling og fremme af brint og grønne brændstoffer (Power-to-X strategi)*, 2022) at halvdelen af de 10 GW energi den fuldt udbyggede energigø i Nordsøen producerer, vil benyttes til PtX produktion. PtX produktion vil ifølge Energistyrelsen være kendetegnet ved udbygningen af Energigøen i **Fase 2** (3GW i 2035) og **Fase 3** (2 GW i 2040), hvor man også kan se på den nedenstående graf, at der forventes at ske to stejle stigninger i kurven for analyseforudsætningerne fastlagt i 2022 (AF22).



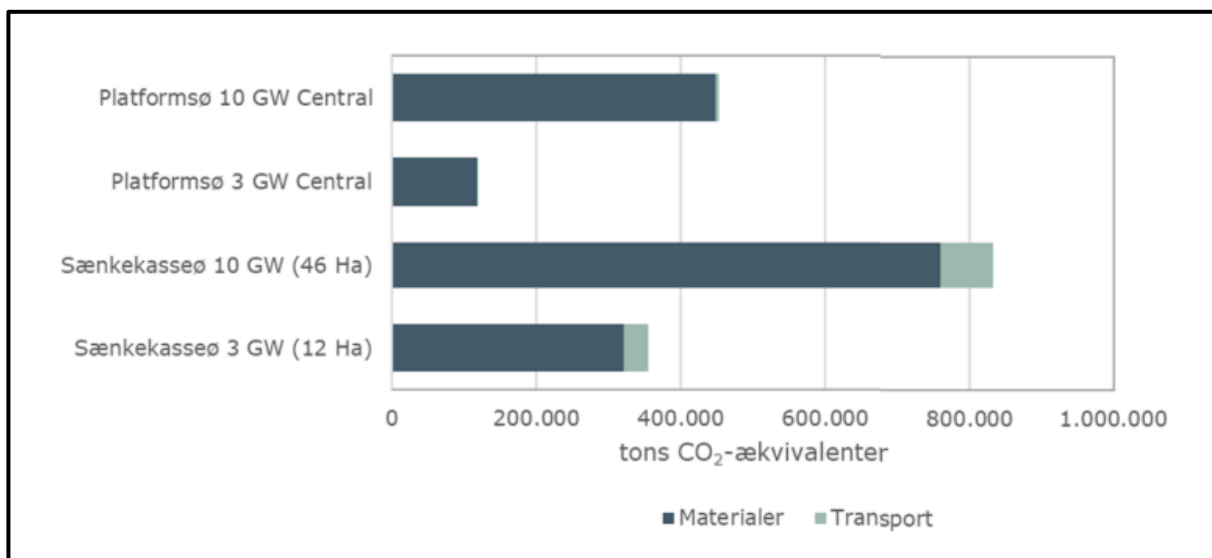
Figur 18: Fremskrivning af elforbrug til PtX efter primo 2030 samt udfaldsrum til følsomheder (Energistyrelsen, 2022)

I dette projekt antager vi derfor, at PtX kan produceres på Energigøen fra 2035 og have en produktion på halvdelen af de 10 GW kapacitet senest i 2050. Vi er dog opmærksomme på, at PtX stadig er en teknologi i modningsfasen, specielt i denne skala, og at efterspørgslen efter brint eller andre brændsler lavet fra PtX teknologi på nuværende tidspunkt er forbundet med stor usikkerhed.

6.2.3. Klimaaftryk fra etablering af Energiøen

I 2021 lavede COWI en cost-benefit analyse for Energistyrelsen, som blandt andet inkluderede beregninger for klimaaftrykket af Energiøen i Nordsøen (COWI, 2021). En af de parametre, der blev regnet på, var etableringen af selve Energiøen. Der blev både lavet beregninger på en såkaldt platformsø og en sænkekasseø. Sænkekasseøen, som den bliver beskrevet i COWI-rapporten, er ifølge et svar fra Dan Jørgensen til Klima-, Energi- og Forsyningsudvalget den metode, man bruger til at lave en inddæmmet ø (Jørgensen & Klima-, Energi- og Forsyningsudvalget, 2020).

Sænkekasseøen fra COWI-rapporten er altså det man i Energistyrelsen og i Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet kalder for en inddæmmet ø, men rapporten vil herefter referere til dette som en sænkekasseø.



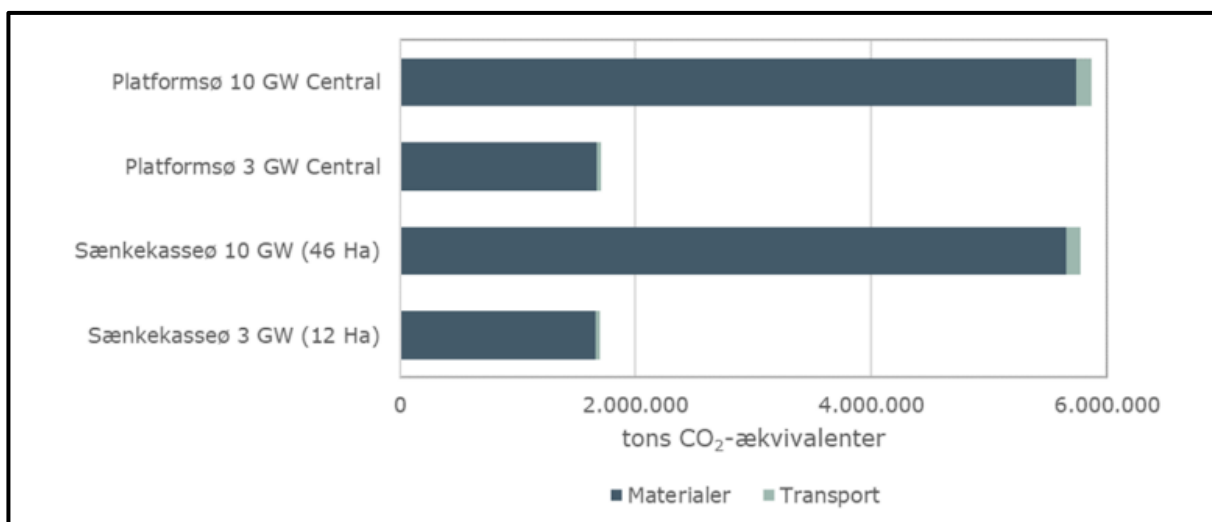
Figur 19: Drivhusgasemissionerne fra Energiøen for de fire scenarier givet i tons CO₂e (COWI, 2021, s. 74)

Beregningerne viser, at sænkekasseøen har et væsentligt højere klimaaftryk end en platformsø, der kan håndtere samme mængde strøm. Den skønnede udledning ved sænkekasseøen er omkring 350.000 tons CO₂e, hvorimod platformsøens skøn er omkring 130.000 tons CO₂e. Altså vil valget af en sænkekasseø lede til et sted mellem to og tre gange højere CO₂e udledning. Økonstruktionernes klimabelastning er baseret på en livcyklusanalyse af materialer og transport af materialer. Livcyklusanalysen (LCA) medregner hele levetiden af materialet fra vugge til grav. Den helt store forskel i emissionerne for de to forskellige modeller er brugen af beton, hvor forbruget er væsentlig

større for sænkekasseøen. Mængden af stål er dog stort set identisk for de to forskellige løsninger. Den faktiske plan er blevet en kombination af de to modeller: Sænkekasseøen står som den primære del, suppleret med platforme, dette visualiseres på **FIGUR 12**. Der er, ifølge vores interview med Energinet, ikke en konkret analyse af selve Energigøens klimaaftryk udover rapporten fra COWI, som er lavet inden den udformning af Energigøen, som nu er planlagt, blev vedtaget. Det er derfor heller ikke muligt at give et præcist svar på, hvad udledningen fra anlægsfasen af selve økonstruktionen vil være. Hvad vi kan konkludere er, at der er valgt en løsning, som ligger et sted mellem de to modeller, COWIs beregninger er baseret på. Dermed går vi også ud fra, at CO₂-udledningen må ligge et sted mellem de 130.000 tons CO₂e og 350.000 CO₂e. Det er svært for os at vurdere, præcist hvor herimellem, men da den primære del af den endelige løsning er sænkekasseøen, vurderer vi, at udledningerne umiddelbart vil være tættere på de 350.000 tons CO₂e.

6.2.4. Klimaaftryk fra etablering af havvindmøllepark

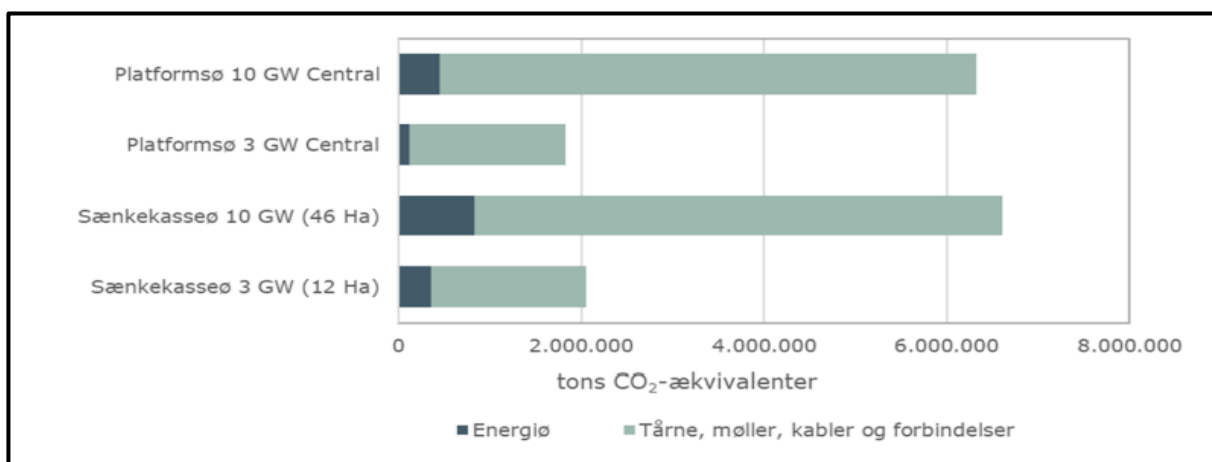
Den anden negative konsekvens for klimaet er klimaaftrykket fra selve havvindmøllerne, som skal levere input af strøm til Energigøen. COWI har i samme rapport fra 2021 også regnet på, hvad udledningerne fra møllerne vil være (COWI, 2021). Beregningerne er lavet over det der kaldes den energiproducerende del, hvilket inkluderer møller, tårne, kabler og forbindelser.



Figur 20: Drivhusgasemissionerne for møller, tårne, kabler og forbindelser for de fire scenarier i tons CO₂e (COWI, 2021)

Beregningerne viser, at den energiproducerende del er ansvarlig for langt størstedelen af emissionerne forbundet med konstruktionen. Den energiproducerende del udleder ca. 1,7

millioner CO₂e ved en kapacitet på 3GW og op mod 6 millioner CO₂e ved en produktion på 10 GW. Det er også værd at bemærke, at udledningerne stort set er ens for den energiproducerende del, om en platform sø eller sænkekasse sø vælges. Der tages i rapporten forbehold for, at vindmøllerne kun er groft inkluderet i beregningerne, hvilket kan betyde en stor usikkerhed i beregningerne. Selve etableringen af vindmølleparkerne først er planlagt fra 2031, og det er derfor også svært at lave præcise beregninger af deres klimaaftryk, netop fordi mange af teknologierne forbundet med etableringen kan nå at ændre sig, før produktionsfasen træder i kræft.



Figur 21: Drivhusgasemissionerne for selve energierne samt møller, tårne, fundamenter, kabler og forbindelser for de fire scenarier i tons CO₂e (COWI, 2021)

Hvis man ser på den samlede udledning af CO₂e fra Energøen, altså både øen og den energiproducerende del, viser tallene at en kapacitet på 3 GW vil udlede omkring 2 mio. tons CO₂e. Etablering af en platform sø udleder lidt mindre end 2 mio. tons CO₂e, mens en sænkekasse sø udleder lidt over 2 mio. tons. Til sammenligning udgjorde den samlede CO₂e udledning, inden for Danmarks grænser, i 2021 44 mio. ton CO₂e (Danmarks Statistik, 2022). Her er det også mere tydeligt, at det er selve den energiproducerende del, som fylder mest i CO₂-regnskabet. Den samlede udledning for begge løsningsmodeller ligger så tæt på hinanden, at det, med hensyntagen til usikkerheden forbundet med beregningerne, er meget svært at vælge den ene ø-konstruktion frem for den anden. I hvert fald hvis beslutningen beror sig på udledning af drivhusgasser.

6.3. *Delkonklusion 1*

Det kræver en meget kompleks beregning at finde ud af, hvor stor reduktionen af drivhusgasser vil være både på årsbasis og over hele Energiøens levetid. Energinet nævner i vores interview at, der ikke er lavet egentlige beregninger for reduktionspotentialet, fordi det netop er meget komplekse beregninger, der rummer en stor usikkerhed. Formålet med denne analyse er ikke at beregne de eksakte udledninger og reduktioner, men i stedet at skabe et overblik over kompleksiteten og det potentiale, der er forbundet med Energiøen i forsøget på at skabe et bæredygtigt samfund og sikre fremtidens forsyningssikkerhed.

Energiøen vil efter planen kunne producere en stor del af det danske elforbrug allerede fra **Fase 1**. Efter vores beregninger kan øen levere op til 13.140 GWh årligt, selvom den reelle produktion efter alt at dømme vil ligge noget herunder, fordi energibehovet ikke altid er lig med produktionen, på trods af diverse udenlandsforbindelser. Energiøen vil have en relativt høj kapacitetsfaktor, hvilket betyder, at den kan producere strøm en stor del af tiden. Spørgsmålet om hvorvidt efterspørgslen på strømmen vil være til stede er svært at svare på, men Energiøen vil kunne drage stor fordel af diverse udenlandsforbindelser. PtX-anlæg og potentielt andre former for energilagring vil være en stor force for at kunne udnytte de store mængder energi, Energiøen kan producere, men det er stadig usikkert hvornår og hvor stor en rolle det vil spille – især i **Fase 1**. Det er vigtigt for klimaregnskabet, at vindenergien kommer til at erstatte energi fra fossile brændsler især kul-produceret. Der er en del udledninger ved opsætning af vindmølleparkerne samt etableringen af selve øen på ca. 2 mio. ton for 3 GW og 6 mio. ton for 10GW. Det er dog en meget lille udledning, når man sammenligner med de 7 mio. ton CO₂-reduktioner årligt, som **Fase 1** alene muliggør. Selv en meget lavere energiproduktion fra **Fase 1**, som er sandsynligt i opstartsfasen, vil Energiøen hurtigt reducere mere end udledningerne fra etableringen af samme.

Kapitel 7: Energigøen og miljøet

7.1. Energigøens miljømæssige effekter

I det kommende kapitel vil vi præsentere nogle af de effekter, etableringen af øen kan have for havmiljøet. Dette kapitel er derfor også med til at besvare **ARBEJDSPØRGSMÅL 2: HVILKEN INDFLYDELSE HAR ENERGIØEN I NORDSØEN PÅ KLIMA OG HAVMILJØ?** Empirien inkluderer webinarer af Energinet, som præsenterer flere forskellige aktørers perspektiv på etableringen af Energigøen, de to væsentligste aktører er: En biolog ved navn Jørgen L.S. Hansen og en medarbejder hos Danmarks Naturfredningsforening ved navn Therese Nissen. Desuden inddrager vi teksterne af (Wilhelmsson et al., 2010) og (Scheidat et al., 2011). Dette er videnskabelige artikler, som har undersøgt havvindmøllers mulige påvirkninger af lokale havmiljøer. Gennemgående inddrager vi vores egne interviews med Energinet og Danmarks Naturfredningsforening. Slutteligt har vi udarbejdet et skema, som sammenholder klima- og miljøeffekterne forbundet med Energigøen, som gennemgås i **KAPITEL 6: ENERGIØEN OG KLIMAET** og **KAPITEL 7: ENERGIØEN OG MILJØET**, for at skabe et bedre overblik over de respektive effekter.

Da de fulde undersøgelser af havmiljøet fortsat er under udarbejdelse, har vi ikke viden om alle de specifikke forhold, som gør sig gældende i det område hvor Energigøen skal opføres. De effekter, som vi vil undersøge i dette kapitel, er derfor *mulige* scenarier baseret på viden fra lignende cases. Vi går derfor ud fra de generelle forhold som etableringen af Energigøen og havvindmøllerne vil påvirke. Hansen taler om større kumulative effekter, energigøeprojektet som helhed kan have på havmiljøet. Han nævner specifikt fire større effekter, som er:

- 1) Ændring af hydrografien
- 2) Ændrede udbredelses mønstre
- 3) Øget biodiversitet
- 4) Ændrede fødekædestrukturer.

Det er også disse effekter, som fremhæves på tværs af flere af ovennævnte kilder.

7.1.1. Hydrografiske ændringer

Hydrografi beskæftiger sig i bred forstand med havets tilstand. Det dækker bl.a. over havniveauet, bølger, tidevand, temperatur, strømforhold mv. Havvindmøllernes fundament vil påvirke havets strømning, og hvis der opføres nok havvindmøller, kan det ændre meget på strømningsforholdene. Man må antage at graden af effekterne afhænger af mængden af møller samt udformningen af møllernes fundament. Der sker en blanding i vandsøjlen omkring vindmøllens fundament, som forandrer, hvordan kulstoffet i vandet fordeler og bevæger sig. Desuden kan sedimentation blive produkt af forandringer i hydrografien. Både Nissen og Hansen nævner øget sedimentation og ophvirvlet sediment som en negativ effekt ved placering af havvindmøller. Dette er formegentlig, set i et større perspektiv, fordi det sediment, som lagres ved vindmøllernes fundamenter, ikke længere vil transporteres og sedimenteres dér hvor det førhen var naturligt. Dette kan på sigt lede til en øget erosion, der hvor sedimentet, som nu fældes ved vindmøllerne, ellers ville være transporteret (Drønen, 2015, s. 25).

7.1.2. Biodiversitet og udbredelsesmønstre

Når havvindmøllerne er etableret, vil havets dyr og planter iflg. Nissen og Hansen vokse op ad fundamenterne, som dermed vil være med til at skabe et nyt økosystem. Hvis der er flere møller placeret i nærheden af hinanden, vil økosystemerne også kunne sprede sig imellem disse. Desuden vil det være muligt, at nogle arter spreder sig meget længere end normalt, fordi de vil kunne bevæge sig fra mølle til mølle og på den måde tilgå et større areal (Energinet, 2021b). Hansen udtaler tilmed, at fundamenterne kan skabe øget biodiversitet og ændre habitaterne i havmiljøet. Selve beplantningen kommer dog an på, hvad havbunden består af, og om der når lys ned til fundamenterne. Som et modspil til dette nævner Nissen fra DN, at selvom biodiversiteten øges, og der kommer nye arter til, så vil havbunden også miste et stort areal til havvindmøllernes fundamenter, men i særdeleshed også til Energiøens fundament, hvor denne placeres. Nissen nævner også, at projektet kan skabe nye revstrukturer og dermed ny natur, som også fremhæves af Hansen. Vi skal dog være opmærksomme på, at denne natur er menneskeskabt og at autenticiteten af naturen derfor forsvinder (Energinet, 2021b). Nissen udtaler, at den nye "kunstige" natur kan tiltrække arter, som oprindeligt levede andre steder, og at dette kan være negativt for de arter, som allerede lever i området. Hansen pointerer også, at det er muligt, at rovdyr favoriseres i denne

situation, da krabber og hummere kan gemme sig i og under vindmøllernes fundamenter og derefter gå på jagt på den flade havbund. Hansen mener derfor også, at den øgede biodiversitet kan fremme ikkehjemmehørende arters og rovdyrs udbredelse. Hansen udtaler videre, at grundet havvindmøllernes placering vil udbredelsesmønstrene af forskellige organismer ændres, de steder hvor der er en hård bund, fordi det vil være nemmere for flere organismer at forbinde sig til hinanden (Energinet, 2021b).

7.1.3. Støj og forstyrrelser

Nissen fremhæver, at forstyrrelserne og støjen under udbygningsfasen kan have negative effekter for dyrelivet (Energinet, 2021b). Aalborg Universitet skriver, at larmen under udbygningen kan skræmme større havpattedyr væk, men at de kommer tilbage til området efter etableringsfasen er overstået (Hovedet i havet & Aalborg Universitet, 2021). I forlængelse af dette skriver (Scheidat et al., 2011), at de så en øget mængde af marsvin blandt vindmølleparkerne efter, de var færdigbygget. Forskerne var usikre på årsagen, men gættede sig til, at nye muligheder for mad og ly kunne være en vigtig faktor. Desuden skriver (Wilhelmsson et al., 2010), at de største effekter på havmiljøet bliver udløst under udbygningsfasen, og at havmiljøet faktisk kan drage fordel af havvindmølleparkerne, pga. de nye kunstige stenrev som vindmøllerne skaber. Støjen kan dog have fatale konsekvenser for dyrene, Wilhelmsson et al. skriver, at flere fisk kan blive dræbt under konstruktionsfasen pga. de høje lyde, som kan svinge fra 20 Hz og helt op til 1 kHz, men at dette kun sker i det lokale område (Wilhelmsson et al., 2010, s. 44).

Det er dog muligt, at den enorme skala energiø-projekt har og udbygningstiden på flere år, kan betyde, at Energien kan have større konsekvenser for havmiljøet end hvad tilfældet er for etablering af almindelig offshore vind. Wilhelmsson et al. skriver, at der endnu ikke er udført mange undersøgelser af, hvordan forstyrrelser af denne størrelse helt præcist påvirker havdyrene. Men Wilhelmsson et al. fremhæver også, at større projekter med flere vindmølleparker kan have kumulative effekter for arter og arternes bevægelse gennem havet (Wilhelmsson et al., 2010), hvilket betyder, at Energiøprojektets skala kan være en fordel for biodiversiteten i det lokale havmiljø og måske kan hjælpe med at forbinde fragmenterede naturlige habitater og dermed styrke havmiljøets resiliens på sigt (Withgott & Laposata, 2015).

7.2. Delkonklusion 2

Planerne om Energigøden har et flersidet forhold til det miljø, den kommer til at indgå i. For det første vil Energigøden have positive og negative effekter for miljøet. For det andet vil Energigøden have forskellige effekter alt efter hvilket tidsperspektiv, der undersøges: Kortsigtet under anlæggelsesfasen vil Energigøden have en mere negativ påvirkning på miljøet, mens Energigøden i et mere langsigtet perspektiv, efter færdiggørelsen, vil have en positiv påvirkning på miljøet. De negative effekter vil primært forekomme under selve anlæggelsesfasen, hvor især støj og øget sedimentation, som en uundgåelig konsekvens af et så stort projekt, vil være til gene for både havpattedyr og fisk. Når projektet står helt færdigt, er der risiko for ændring i hydrografien, men det er svært at bedømme, hvor stor en påvirkning det vil have på havmiljøet. Der vil efter etableringen af Energigøden være mindre plads til den urørte natur, men til gengæld vil positive elementer som kunstige stenrev, mere føde og mindre fiskeri kunne føre til større artsrigdom og samtidig mere diversitet blandt de organismer, der lever der.

7.2.1. Forholdet mellem klima og miljø ved Energigøden i Nordsøen

I **KAPITEL 6 OG 7** undersøgte vi effekterne af Energigøden på klimaet og miljøet og herefter udarbejdede vi skemaet i **FIGUR 22** ud fra resultaterne.

Vores indledende antagelse var, at der måtte være en konflikt mellem klima og miljø ved et anlægsprojekt som Energigøden, hvor hensynet til at nedbringe udledningen af drivhusgasser var vægtet over hensyntagen til miljøet i og med anlæggelsen af havvindmøllerne og selve Energigøden kunne have negative effekter på havmiljøet. Vi har dog gennem vores litteratursøgning og analyse fundet ud af, at selvom Energigødens primære formål er at producere VE og dermed nedbringe udledningen af drivhusgasser, er det også muligt, at projektet kan have en positiv påvirkning på havmiljøet. Miljøpåvirkningen vil både have positive og negative sider, som kan aflæses i **FIGUR 22**, men en stor del af de negative påvirkninger vil kun være til stede i løbet af anlægsfasen, hvorefter positive effekter opstår som en funktion af den tid Energigøden er til stede i Nordsøen. Anlægsprocessen vil efter planen tage relativt få år sammenlignet med de mere end 34 år, som vindmøllerne vil komme

til at stå og selve øen vil formodeligt have en endnu længere tidshorizont. Alt er ikke perfekt hverken for klimaet, da der vil være udledninger under anlægsprocessen, eller for miljøet, hvor der vil være konsekvenser i anlægsprocessen og mulige konsekvenser efterfølgende især i form af hydrografiske ændringer, som er svære at forudse. Men forholdet mellem klima og miljø er, hvis ikke ligestillet så i hvert fald mere ligeværdigt end vores umiddelbare antagelse af forholdet. Uanset hvad er klima- og miljøkrisen ikke hinandens modsætninger, da de påvirker hinanden indbyrdes, og derfor skal løses sammen.

	Positive effekter	Negative konsekvenser
Miljø	<p>Under anlægningsperioden:</p> <p>-</p>	<p>Under anlægningsperioden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mere støj og flere forstyrrelser, som skræmmer dyrene væk og kan skade dem. • Øget sedimentation
	<p>Når projektet er færdigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Øget biodiversitet • Kunstige stenrev • Flere dyr • Mere føde til dyr • Mindre fiskeri og trawl i området 	<p>Når projektet er færdigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flere rovdyr • Hydrografiske ændringer • Mindre plads til naturen
Klima	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion af drivhusgasser fra elproduktion • Reduktion af drivhusgasser fra svært elektrificerbare sektorer gennem PTX • Udbredelse af VE til andre nationer i EU 	<ul style="list-style-type: none"> • Udledning af drivhusgasser ved anlægning af energien • Udledning af drivhusgasser ved produktion af vindmøller

Figur 22: Positive og negative afledte effekter af Energien på klima og miljø (Egenproduktion)

Kapitel 8: Energigøden og regulering

I kapitel 8 vil vi undersøge det politiske opland for vedtagelsen af Energigøden og de politiske niveauer, som spiller en rolle ifm. planlægningen af Energigøden. Herefter vil vi udarbejde et skema, som denne gang opdeler og simplificerer de reguleringstekster, vi har undersøgt. Vi har udvalgt ni tekster, som vi mener kan være særligt relevante for Energigøden i Nordsøen, men vi anerkender, at andre tekster også kunne have bidraget. Teksterne, vi inddrager, inkluderer både direktiver, lovgivning, strategier og politik fra nationalt og overnationalt niveau. Slutteligt i dette kapitel vil vi undersøge, hvordan effekterne fra skemaet i **FIGUR 22** er i overensstemmelse eller uoverensstemmelse med den undersøgte regulering. Dette skal hjælpe os med at besvare, om der er sammenstød mellem miljø- og klimamæssige effekter og regulering. Vores ni udvalgte tekster repræsenterer lovrammen, som den fremtidige VVM også vil udformes inden for. Vi antager derfor også at de ni udvalgte tekster kan repræsentere en miljøvurdering indirekte.

8.1. *Det politiske opland*

I det kommende afsnit vil vi analysere både de nationale og overnationale aftaler og lovgivninger, der ligger til grund for Energigøden. De inkluderer blandt andet: Klimaaf-talen for energi og industri 2020 og Tillægsaftalen 2021 på nationalt niveau samt Esbjerg deklara-tionen og REPowerEU på overnationalt niveau.

8.1.1. *Det nationale niveau*

Aftalen om Energigøden i Nordsøen blev, sammen med aftalen om Energigøden i Østersøen, lavet som en del af *Klimaaf-talen for energi og industri mv.* af 22. juni 2020 (*Klimaaf-tale for energi og industri mv. 2020, 2020*). Det er en bred politisk aftale, som inkluderer Socialdemokratiet, Venstre, Det Konservative Folkeparti, Socialistisk Folkeparti, Enhedslisten, Radikale Venstre, Liberal Alliance, Dansk Folkeparti og Alternativet. Ifølge aftaleteksten er klimaaf-talen et markant skridt mod at nå Danmarks 70% reduktionsmål i 2030 og målet om klimaneutralitet senest 2050. Formålet med energigøderne er at:

“Energiøerne skal sikre, at Danmark i de kommende år kan elektrificere flere dele af samfundet og samtidig bidrage til, at alle danske husstandes og virksomheders strømforbrug er dækket af grøn strøm. Strømmen fra energiøerne kan desuden eksporteres til vores nabolande og dermed bidrage til den grønne omstilling i Europa. På sigt skal energiøerne kunne tilkoble teknologier, der kan lagre eller omdanne denne grønne strøm til for eksempel grønne brændstoffer (gennem såkaldt “Power-to-X”).”

(Klimaaf tale for energi og industri mv. 2020, 2020)

Der er altså både tale om, at energiøerne skal sikre strøm til den grønne omstilling i Danmark og i vores nabolande, for at bidrage til den grønne omstilling i hele Europa. Udover at sikre grøn strøm til elnettet skal energiøerne på sigt også kunne lagre strømmen eller producere grønne brændsler gennem PtX-teknologier. Energif aftalen fra 2018 indeholder tre havvindmølleparker, som skal stå færdig i 2030, hvoraf tredje park skal være en del af Energiøen i Nordsøen (*Energif aftale 2018, 2018*). Dette betyder, at første del af Energiøens energiproducerende del ifølge målsætningerne fra 2018 senest skulle stå færdig i 2030. Projektet er dog med klimaaf taltalen 2020 blevet udskudt, hvilket betyder, at den første fase af projektet efter de nuværende planer først skal stå færdigt i 2033. Klimaaf taltalen 2020 afsatte finansiering på 5 millioner i 2020, 121 millioner i 2021 og 89 millioner i 2022 (*Klimaaf tale for energi og industri mv. 2020, 2020*). I aftalen tager partierne desuden udgangspunkt i, at havvind i så vid grad det er muligt skal være markedsdrevet, hvilket betyder, at Energiøens drift skal fungere uden offentlig støtte.

Energiøerne, som aftalt i Klimaaf taltalen 2020, bliver udspecificeret i tillægsaftalen af 4. februar 2021. Her bliver både de politiske intentioner og den “konkrete” plan for energiøerne beskrevet i flere detaljer. Energiøerne skal bidrage til, at Danmark kan leve op til Parisaf taltalen og EU’s målsætning om at øge den europæiske havvindskapacitet med 300 GW inden 2050 (*Tillæg til klimaaf tale om energi og industri af 22. juni 2020 vedr. Ejerskab og konstruktion af energiøer mv, 2021*).

Der ligg es samtidig vægt på, at energiøerne skal understøtte danske kommercielle styrkepositioner ved “(...) ikke kun [at være] en opgave for staten, men en samfundsopgave, som bedst løses ved at anvende markedet effektivt driver udviklingen.” (*Tillæg til klimaaf tale om energi og*

industri af 22. juni 2020 vedr. Ejerskab og konstruktion af energigøer mv, 2021, s. 1). Aftalen skal samtidig understøtte lavere energipriser.

Den politiske aftale tager ikke stilling til den konkrete konstruktionstype, som skal aftales i udbudsrammerne, dog skal konstruktionen i Nordsøen "opføres som en inddæmmet ø, der i første fase kan håndtere minimum 3 GW og skal på sigt kunne rumme 10 GW." (Tillæg til klimaaf tale om energi og industri af 22. juni 2020 vedr. Ejerskab og konstruktion af energigøer mv, 2021, s. 1). Aftalen indebærer også, at: "Staten til enhver tid [vil] være majoritetsejer af de aktiviteter, der udgør kritisk infrastruktur (undtaget de dele, der er ejet af Energinet (...))" (Tillæg til klimaaf tale om energi og industri af 22. juni 2020 vedr. Ejerskab og konstruktion af energigøer mv, 2021, s. 1) Tillægsaftalen forudsætter desuden, at flere politiske beslutninger skal træffes i fremtiden for at realisere projekterne og sikre, at projekterne stadig er økonomisk rentable og, at der kan etableres de nødvendige udenlandsforbindelser til Energigøerne.

8.1.2. Overnationalt niveau – Esbjerg deklARATIONEN

På det overnationale niveau er den multilaterale aftale mellem Danmark, Tyskland, Holland og Belgien, kaldet Esbjerg-erklæringen, den primære overnationale aftale, som berører Energigøen i Nordsøen (Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, 2022c). Det er en aftale, som har til formål at gøre Nordsøen til et "grønt kraftcenter for hele Europa" (Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, 2022c). Ifølge erklæringen vil de fire lande udbygge deres havvindskapacitet fra de nuværende 15GW, så de tilsammen kan levere 65 GW i 2030 og mindst 150 GW i 2050, hvilket cirka svarer til en tidobling ift. det nuværende niveau (The Esbjerg Declaration on The North Sea as a Green Power Plant of Europe, 2022). Den samlede europæiske havvindskapacitet ligger på 16 GW, og Danmark, Tyskland, Belgien og Holland må derfor ses som de absolut største spillere på havvindsområdet, hvilket kun gør Esbjerg-erklæringens mission om et multilateralt samarbejde mere relevant for det fremtidige energisamarbejde. Ud over den multilaterale aftale blev der også fra dansk side indgået bilaterale aftaler mellem hvert af de andre lande, som underskrev erklæringen (Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, 2022b).

De bilaterale aftaler er mere specifikt orienteret omkring den danske energigø i Nordsøen, som jf. (Klimaaf tale for energi og industri mv. 2020, 2020), er afhængig af at have forbindelser til andre

europæiske lande . De bilaterale aftaler med de tre lande er på tre forskellige stadier. Aftalen med Belgien er den mest konkrete af de bilaterale aftaler. I aftalen forpligter Belgien sig til at aftage vedvarende strøm fra Danmark, som skal udgøre en del af finansieringen af den danske energigø i Nordsøen. Derudover er der aftalt en direkte forbindelse fra den danske energigø i Nordsøen til Belgien, som forventes at være i drift i 2033. Aftalen med Holland er i et mere indledende stadie, da Danmarks og Hollands energiministre underskrev en "Ministerial endorsement", som er en fælles anbefaling om at lave en forbindelse mellem den danske energigø i Nordsøen en hollandsk energihub i en senere fase af Energigøen, der muligvis påbegyndes i 2035. Aftalen med Tyskland bygger på en hensigtserklæring, et såkaldt Letter of Intent fra 2020, hvor Energigø Bornholm skal kobles sammen med det tyske energinet. Fokus er nu også på at muliggøre en forbindelse mellem Energigøen i Nordsøen og Tyskland. Derudover udgør det nye Letter of Intent et samarbejde om PtX-teknologi og sektorintegration (Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, 2022b).

EU er ikke direkte inkluderet i erklæringen, men både Europakommissionens formand, Ursula Von Der Leyen og EU's energikommissær Kadri Simson, var til stede ved mødet i Esbjerg. Simson talte her om REPowerEU-planen, som blev offentliggjort samme dag, som Esbjerg-erklæringen. REPowerEU har til formål at gøre EU uafhængigt af fossile brændsler fra Rusland inden 2030. Samtidigt skal aftalen også fremskynde den grønne omstilling og øge modstandsdygtigheden i det europæiske energisystem for at mindske sandsynligheden for krisesituationer, lignende det der opleves i 2022 og måske flere år fremefter (Europa Kommissionen, 2022b). Ifølge både EU og Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet leverer Esbjerg-erklæringen en del af svaret på, hvordan REPowerEU-planen skal gennemføres (Europa Kommissionen, 2022a; Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, 2022c). Esbjerg-erklæringen kan altså ses, som et skridt tættere på en realisering af REPowerEU, hvilket også kan forklare, at de to aftaler begge blev offentliggjort d. 18. maj 2022 (Europa Kommissionen, 2022b; The Esbjerg Declaration on The North Sea as a Green Power Plant of Europe, 2022).

8.2. Relevante reguleringer, strategier og lovgivninger

I dette afsnit vil vi prøve at give en anden slags introduktion til de reguleringer, lovgivninger og strategier, som kan have indflydelse på opførelsen af Energigøen på et generelt niveau. Vi

har udarbejdet et skema, se **FIGUR 23**, med reguleringsteksterne og deres respektive mål, niveau og forhold til klima og miljø.

	Hovedformål	Bidrag til klima	Bidrag til miljø	Niveau
EU's havvindmølle strategi	Opnå målene for 300GW offshore vindkapacitet inden 2050 ved hjælp af offshore VE	CO2 neutral Energisektor	Offentlige myndigheder skal sikre udvikling der vurderer miljømæssige bæredygtighed (...) sikre sameksistens med andre aktiviteter som fiskeri og akvakultur	Overnationalt EU
Fælles Fiskeri Politik	Sikre bæredygtigt fiskeri og derved sikre indtjening og beskæftigelse til fiskerne	Offshore vindkraft for at sikre de energipolitiske mål	Mere udbytte af havene men færre miljøkonsekvenser	Overnationalt EU
Biodiversitetsstrategien	At beskytte naturen og klodens økosystemer	Vil bl.a. prioritere offshore vind som energiform, som er win-win for klima og miljø.	Udvide eksisterende Natura 2000 områder Genoprette skadede økosystemer	Overnationalt EU
EU's Naturbeskyttelsesdirektiver	Sikre sårbare og truede biotoper og arter	-	Bevare en række arter og naturtyper som er sjældne eller truede, ved at udpege fuglebeskyttelses-habitat- og natura 2000 områder	Overnationalt EU
European Green Deal	At have et CO2 neutralt EU i 2050	Emissioner skal reduceres i alle sektorer	Aftalen inkludere at passe på biodiversiteten og økosystemer	Overnationalt EU
Danmarks Havmiljø Strategi II	Udnyttelsen af havet skal stemme overens med en god miljøtilstand og baseres på en økosystembaseret tilgang	-	Sikre høj biodiversitet, havbundens integritet, mindske hydrografiske ændringer og undervandsstøj	Nationalt DK
Maritim Fysisk Planlægning	Hensigtsmæssig planlægning i de danske havområder med fokus på at nå økologiske, sociale eller økonomiske mål	-	Skal sikre bevarelse, beskyttelse og forbedring af miljøet	Nationalt DK
Bekendtgørelse af lov om beskyttelse af havmiljøet	Skal værne om natur og miljø så samfundsudviklingen kan ske på et bæredygtigt grundlag	-	Forbyddelse og begrænsning af forurening	Nationalt DK
Klimaloven	At sikre en reduktion af drivhusgasser på 70% i 2030, ift. 1990, og opnåelse af klimaneutralitet i 2050	Emissioner skal reduceres	-	Nationalt DK

Figur 23: Viser udvalgte reguleringsteksters hovedformål. Egenproduktion baseret på studier af: (Bekendtgørelse af lov om maritim fysisk planlægning, 2020; Klimaloven, 2021; Bekendtgørelse af lov om beskyttelse af havmiljøet, 2016; Miljøbeskyttelsesloven, 2023;

Skemaet ovenfor er udarbejdet ved at læse om de forskellige love og strategier, for derefter at kunne sammenligne og sammenfatte dem. Skemaet undersøger hvilken rolle teksterne spiller for både implementeringen af Energigøen og opfyldelsen af Danmarks klimamål. Vi har blandt andet udvalgt teksterne for at undersøge, hvordan MLG påvirker implementeringen af Energigøen. Ydermere har vi udvalgt tekster fra både nationalt og overnationalt niveau, der tilsammen repræsenterer den reguleringsramme, som Energigøen skal blive inden for. Vi har udvalgt tekster inden for klima- og miljøområdet, da dette er et af vores analytiske afsæt, og dette vil give os den mest relevant viden til at kunne besvare vores problemformulering. Kolonnen *'Hovedformål'* fortæller kort om intentionen bag teksterne. Kolonnerne *'Bidrag til klima'* og *'Bidrag til miljø'* beretter om målsætninger ifm. forbedring af tilstanden af hhv. klima og miljø. Skemaet beretter således ikke om, hvordan disse målsætninger skal realiseres. *'Niveau'* kolonnen til højre viser desuden, hvilket niveau der opereres ud fra, om det er nationalt eller overnationalt.

Overordnet kan vi sige, at både EU's havmølle strategi, *European Green Deal* og den danske lov *Klimaloven* hovedsageligt beskæftiger sig med klimaproblemet. I *European Green Deal*

ønskes et CO₂-neutralt EU i 2050. Dette betyder en markant reduktion af drivhusgasser i energisektoren. Klimaloven er samtidig Danmarks virkeliggørelse af disse overnationalt malsætninger, som også sätter fokus på udnyttelse af offshore havvindspotentiale. Men en strategi, som hovedsageligt beskæftiger sig med miljøet, som EU's Biodiversitetsstrategi for 2030, vidner om, at offshore vind stadig prioriteres som energiform, og at det anses som værende en "win-win" for klima og miljø:

"De karbonisering af energisystemet er afgørende for klimaneutralitet såvel som EU's genopretning efter covid-19-krisen og langsigtet velstand. Mere energi fra bæredygtige vedvarende kilder vil være afgørende for at bekæmpe klimaændringer og biodiversitetstab. EU vil prioritere løsninger som f.eks. havenergi, offshore-vindkraft, der også giver mulighed for genopretning af fiskebestande, solcelleparker, der giver biodiversitetsvenligt jorddække, og bæredygtig bioenergi."

(Europakommissionen, 2020).

Også i Den Fælles Fiskeripolitik fremskrives det, at offshore vindkraft skal bidrage til at sikre de energi-politiske mål. Det lader altså til, at flere af de danske reguleringer har fokus på at nedbringe de nationale CO₂-udledninger, selv når reguleringens perspektivet omhandler miljøet. Dette stemmer godt overens med EU's prioritering i Biodiversitetsstrategien og med afsnit **7.2. DELKONKLUSION 2** i dette projekt, hvori vi beskrev, at klima og miljø påvirker og afhænger af hinanden indbyrdes. I alt er der altså fem ud af ni tekster, som berører energisektoren og ønsker at vindenergien udvikles, selvom flere af disse tekster oprindeligt var inddraget for at undersøge miljøorienteret regulering.

EU's Naturbeskyttelses Direktiver, Maritim Fysisk Planlægning, Bekendtgørelse af Lov om Beskyttelse af Havmiljøet og Danmarks Havstrategi II beskæftiger sig ikke med klimaet og vindenergi, men alene om miljøet. Med disse fire rammer ønsker man samlet set at sikre høj biodiversitet, beskytte miljøet og dets sårbare arter samt begrænse menneskets forurening af naturen. Ud fra **FIGUR 23** kan det desuden ses at tre af de fire tekster, som beskæftiger sig med miljøet, er på det nationale reguleringsniveau. Nissen fra DN er sikker på, at der vil være uoverensstemmelser mellem opførelsen af Energigøden og diverse miljødirektiver. Hun tilføjer dog også, at Energigøden er vedtaget som en anlægslov uden klagemulighed, hvilket fratager DN og andre interesseorganisationer den demokratiske og juridiske ret til at klage.

Selvom der i en periode sker en u hensigtsmæssig påvirkning af biodiversiteten, taler effekterne for det færdige projekt ind i de fire reguleringstekster med fokus på miljøet. Vores analyse viser netop, at Energigøden i Nordsøen ikke kun tilgodeser klimaet, men også har nogle positive indvirkninger på havmiljøet, når først projektet står færdigt, dette beskrives nærmere i **KAPITEL 7: ENERGIØEN OG MILJØET**. Derigennem appellerer projektet til at imødekomme målsætninger fra alle ni tekster. Hvad reguleringen angår, ift. effekter og konsekvenser for klimaet, er det vigtigt at huske, at der på overnationalt niveau, gennem European Green Deal, er truffet en endegyldig beslutning om at prioritere offshore vind som led i at løse både klima- og biodiversitetskrisen. Desuden vil CO₂-regnskabet for Energigøden formegentlig gå i nul inden for et år med de forventede fuldlasttimer for Energigøden, når møllerne først begynder at producerer VE. Regnestykket ifm. belastningen kan findes på **FIGUR 14**.

I det kommende afsnit, vil vi gå mere tekstnært til værks og bruge **FIGUR 22** fra **KAPITEL 7: ENERGIØEN OG MILJØET** samt de tekster, vi har udvalgt som relevante for vores analyse. Vi vil undersøge, om der er forhold i **FIGUR 23**, som stemmer overens med reguleringen fra de ni reguleringstekster tidligere beskrevet i **KAPITEL 8: ENERGIØEN OG REGULERING**, og om der er forhold som ikke gør.

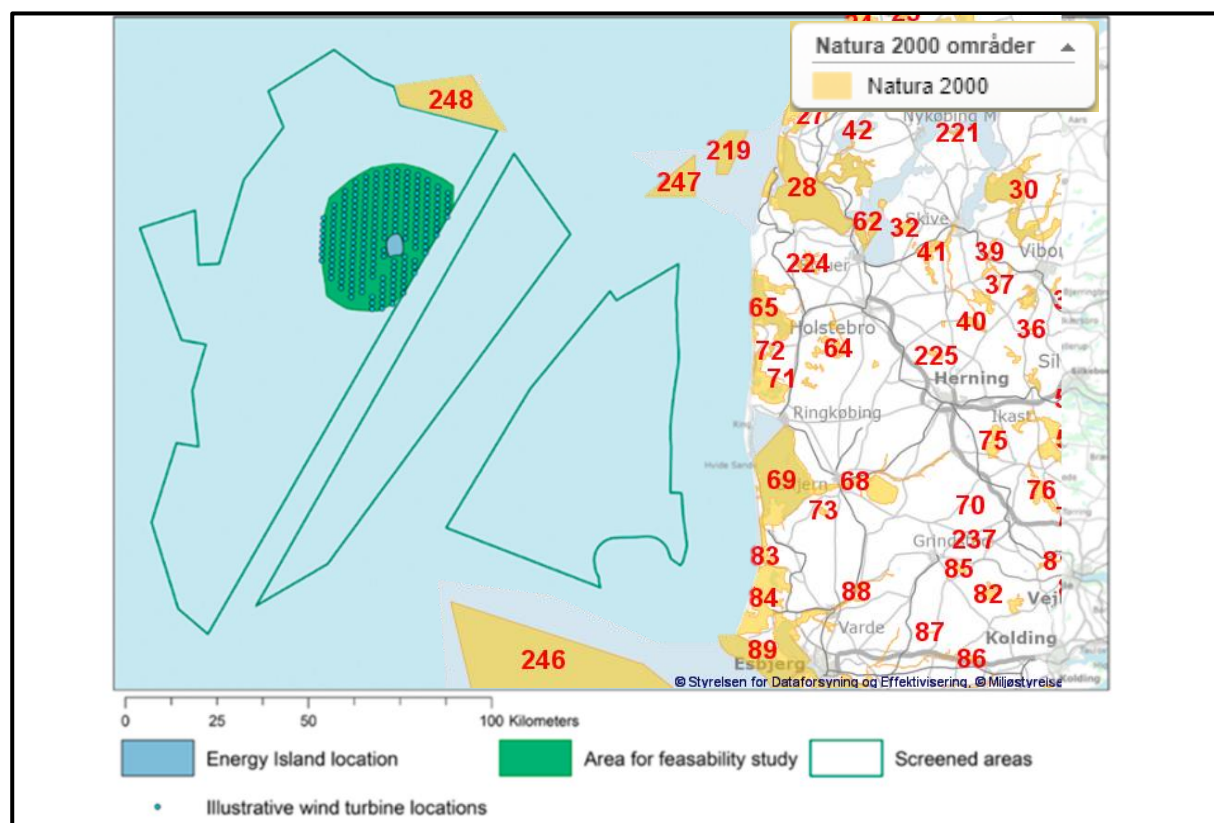
I Danmarks Havstrategi II bliver vindmølleparker nævnt, og det beskrives, at parkerne kun må have lokale hydrografiske påvirkninger. Som nævnt i **KAPITEL 6 OG 7** og som visualiseret i **FIGUR 22**, vil havvindmølleparkerne skabe hydrografiske ændringer, men formentligt på et lokalt niveau, imens der udbygges 3 GW energi, der er dog risiko for, at de hydrografiske ændringer kan sprede sig til et større område, når der bygges havvindmøller med en kapacitet på 10 GW energi (Energinet, 2021b), da dette scenarie kræver mange flere møller spredt over et langt større område. I forbindelse med støj og forstyrrelser, beskriver Havstrategien:

“Der er endnu ingen tærskelværdier for, hvilke niveauer af undervandsstøj der er forenelige med god miljø- tilstand. Indtil disse værdier er fast- lagt, er det ikke muligt at vurdere, hvornår god miljøtilstand opnås.”

(Miljø- og Fødevarerministeriet, 2019, s. 33)

I **KAPITEL 7: ENERGIØEN OG MILJØET** blev vi klar over, at støj og forstyrrelser kan have en negativ indvirkning på livet i havet, hvis støjen er høj nok. Da det endnu ikke er besluttet, hvilke grænseværdier af undervansstøj, der bliver tilladt ifm. med etableringen af større maritim infrastruktur, må vi gå ud fra at udbygningen af Energiøen ikke er i krambolage med reguleringen. Det lader tilmed til, at flere af de mål, der sættes i hhv., Havstrategien, Den Fælles Fiskeri Politik og Biodiversitetsstrategien til en vis grad opnås gennem flere af de positive effekter forbundet med udbygningen af Energiøen. Det er mål som: Øget biodiversitet, flere dyr, mere føde til dyrene og mindre fiskeri.

Desuden har vi selv undersøgt, om udbygningen af Energiøen ligger på Natura 2000 områder, altså EU's naturbeskyttelsesområder, og som det kan ses på nedenstående billeder fra Miljøgis, ser det ikke ud til at korrelere med hinanden. Der havde været væsentligt større chance for, at projektet ikke måtte startes, hvis det skulle placeres på et Natura2000 område.



Figur 24: Visualisering af Energiøen i Nordsøen og Natura 2000 områderne omkring. Egenproduktion med data fra (Energistyrelsen, 2022i; Miljøministeriet, u.å.)

Desuden beskrives det i Lov om Maritim Planlægning og i Lov om Beskyttelse af Havmiljøet, at lovene skal bidrage til den bæredygtige udvikling af samfundet og en bæredygtig

udvikling af energisektoren, hvilket stemmer overens med Energiøens formål. Senere hen skriver de endda i Lov om Maritim Planlægning, at:

“En statslig myndighed kan vedtage en plan om eller meddele en tilladelse til anlæg eller arealanvendelse, der strider mod havplanen eller forslag til havplan eller ændringer af planen, hvis:

- 1) *planen eller tilladelsen* skal sikre opfyldelse af EU-ret- lige eller internationale forpligtelser og
- 2) *planens vedtagelse eller tilladelsens meddelelse* ikke kan afvente ændring af havplanen”

(Bekendtgørelse af lov om maritim fysisk planlægning, 2020, afs. 15)

Eftersom Energiøen er med til at sikre flere af de mål, der beskrives i European Green Deal og EU's Havmiljøstrategi, er der overvejende sandsynlighed for, at den bliver godkendt, selvom den skulle være i strid med havplanlægningen i et miljømæssigt perspektiv. Det ser dog ikke ud til, at der er direkte stridigheder mellem havplanlægningen og miljøeffekterne fra Energiøen. Desuden beskriver i *Lov om Beskyttelse af Havmiljøet* at:

(*Havmiljøloven, 2019, afs. 1, Stk. 2*)“ *Med denne lov tilsigtes at forebygge og begrænse forurening og anden påvirkning af natur og miljø, herunder særligt havmiljøet, fra aktiviteter, der kan*

- 1) *bringe menneskets sundhed i fare,*
- 2) *skade natur- og kulturværdier på og i havet, herunder havbunden,*
- 3) *være til gene for den retmæssige udnyttelse af havet eller*
- 4) *ferringe rekreative værdier eller aktiviteter”*

(Havmiljøloven, 2019, afs. 1)

I dette citat er det ordvalget, som er interessant, da ordet “begrænse” bruges til at beskrive, hvor meget det er lovligt at forurene havet. Begrebet *begrænse* er et meget subjektivt begreb, hvis ikke der medfølger tærskelværdier, hvilket vi kun er støt på få gange i undersøgelsen af vores tekster. Hvis der opstår tvivl ifm. eventuelle udledninger til nærmiljøet, skal myndighederne derfor lave en subjektiv vurdering af, hvor stor begrænsningen af disse effekter skal være, og det kan formentligt ændre sig fra sag til sag. Desuden bliver der indirekte sagt, at det er lovligt at aktiviteter på havet sætter menneskers liv i fare, skader

natur- og kulturværdier på havet og havbunden mm., så længe skaden begrænses. Dette er opsigtsvækkende, men det giver os en ide om, at projektet nok skal blive godkendt og de eventuelt negative miljøpåvirkninger der kan være forbundet med Energigøen er så flyvske at vurdere, at der formegentlig vil ses igennem fingre med dem.

Med fokus på de klimamæssige effekter og vores resultater fra **KAPITEL 6 OG 7**, kan vi nu undersøge, om Energigøen opfylder de reguleringsmæssige krav, som nogle af teksterne nævner. Danmarks Havstrategi II, EU's naturbeskyttelsesdirektiver og Biodiversitetsstrategien nævner ikke drivhusgasemissioner og medtages derfor ikke i det følgende afsnit.

I Bekendtgørelse af Lov om Beskyttelse af Havmiljøet beskrives det blandt andet, at der forbundet med anlæg på havet, skal anvendes den mindst forurenende teknologi, herunder mindst forurenede ressourcer, processer og anlæg (Havmiljøloven, 2019). I **KAPITEL 6** blev vi klar over, at de to energigøforslag, altså sænkekasseøen og platformsoen med dertilhørende havvindmølleparker, udleder næsten lige meget CO₂e i anlægsfasen. Derfor bliver det formentligt ikke et reguleringsmæssigt problem, at sænkekasseøen indgår i den endelige løsning.

I Lov om Maritim Planlægning ligger der også vægt på, at loven har til formål at styrke grænseoverskridende samarbejde, det samme nævnes i EU's Havvindmølle Strategi, som beskriver, at grænseoverskridende samarbejde med henblik på at integrere målene for udvikling af offshore VE er en nødvendighed for at nå EU's mål at blive CO₂-neutral i 2050 (Bekendtgørelse af lov om maritim fysisk planlægning, 2020). Regeringen har planlagt, at Energigøen skal sende strøm til flere forskellige nationer i EU, og der er allerede blevet indgået bilaterale aftaler med hhv. Belgien, Holland, og Tyskland. Disse aftaler skal sikre multinationalt samarbejde ved de fremtidige offshore vindmølleparker i Nordsøen og skabe fundamentet for et fælles arbejde med VE, som kan skabe reduktion i CO₂-regnskabet for hele EU. Reduktionen af drivhusgasser er også et af målene i Klimaloven, The European Green Deal og EU's havvindmølle strategi. Desuden fandt vi i **KAPITEL 6** ud af, at Energigøen formentligt ikke vil rykke meget ved den danske reduktion af drivhusgasser, før en større del af samfundet er elektrificeret, men i stedet kan Energigøen sørge for, at en større del af EU

får mere grøn energi. Projektet ser altså ud til at leve op til især EU's krav, som, set i et MLG-perspektiv, til tider har større betydning end de nationale krav.

I EU's Havvindmølle strategi beskrives det, at EU i fremtiden vil give tilskud til projekter, som vil bruge PtX til produktion af grønne brændsler, men denne kilde er den eneste af vores ni kilder, som faktisk nævner PtX. Dette har muligvis noget at gøre med, at teknologien først rigtig er kommet på tale i løbet af sidste par år. Dette bevidner dog også, at teknologien ikke er særlig moden endnu, og det kræver forskning og tid at opskalere teknologien. Samtidig viser det også, at EU forstår potentialet i PtX og er villig til delvist at finansiere dette, fordi det netop kan være en gamechanger for fremtidens forsyningssikkerhed og en vigtig brik i transitionen fra fossile brændsler til bæredygtige alternativer.

8.3. *Delkonklusion 3*

I denne analyse har vi undersøgt, om der er sammenstød mellem Energigøens klima- og miljømæssige effekter og reguleringsrammerne på nationalt og overnationalt niveau. Energigøen ser ud til at leve op til flere af EU's målsætninger om offshore vindenergi fra The European Green Deal og EU's Havvindmøllestrategi, og desuden målsætningerne om grænseoverskridende arbejde, som også nævnes i den nationale kilde, om Maritim fysisk planlægning. Energigøen vil bidrage til en reduktion i udledningen af drivhusgasser, især på europæisk plan, og derfor er Energigøen med til at opfylde målene i både Klimaloven, The European Green Deal og EU's Havvindmøllestrategi.

Projekt Energigøen i Nordsøens indvirkning på miljøet ser i det store billede ikke ud til at blive et problem, da Energigøen på sigt opfylder større forpligtelser fra EU, der også bidrager til at løse klimakrisen – og derved indirekte biodiversitetskrisen. Energigøen er ikke placeret i et Natura 2000 område, og vil derfor heller ikke være i karambolage med EU's Naturbeskyttelses Direktiver. Derudover vil Energigøen formentligt i et større tidsperspektiv øge biodiversiteten i området, og derved imødekomme flere af målene i regulerings-teksterne, som: Biodiversitetsstrategien, Danmarks Havstrategi II og Den Fælles Fiskeri Politik.

Energiøen kan dog i fremtiden muligvis være i uoverensstemmelse med Danmarks Havstrategi II, da der i denne beskrives, at havvindmølleparker kun må skabe lokale hydrografiske ændringer, og der er netop en fare for, at Energiøen med dertilhørende havvindmølleparker, på grund af deres enorme udstrækning, kan skabe hydrografiske ændringer i stor skala, når de 10 GW er udbygget. Det kan dog samtidig være, at processen i at udbygge Energiøen i faser frem for at opføre Energiøen som én samlet enhed kan medføre, at denne mulige kontrovers aldrig bliver en realitet.

Kapitel 9: Energigøden og fremtiden

I dette kapitel vil vi vurdere, i hvor høj grad Energigøden hjælper Danmark med at nå de nationale 2050 målsætninger og desuden udarbejde et roadmap, som præsenterer hvilke andre milepæle, vi vurderer Danmark skal i nå mål med, før Danmark kan blive en CO₂-neutral nation.

9.1. At nå klimamålene

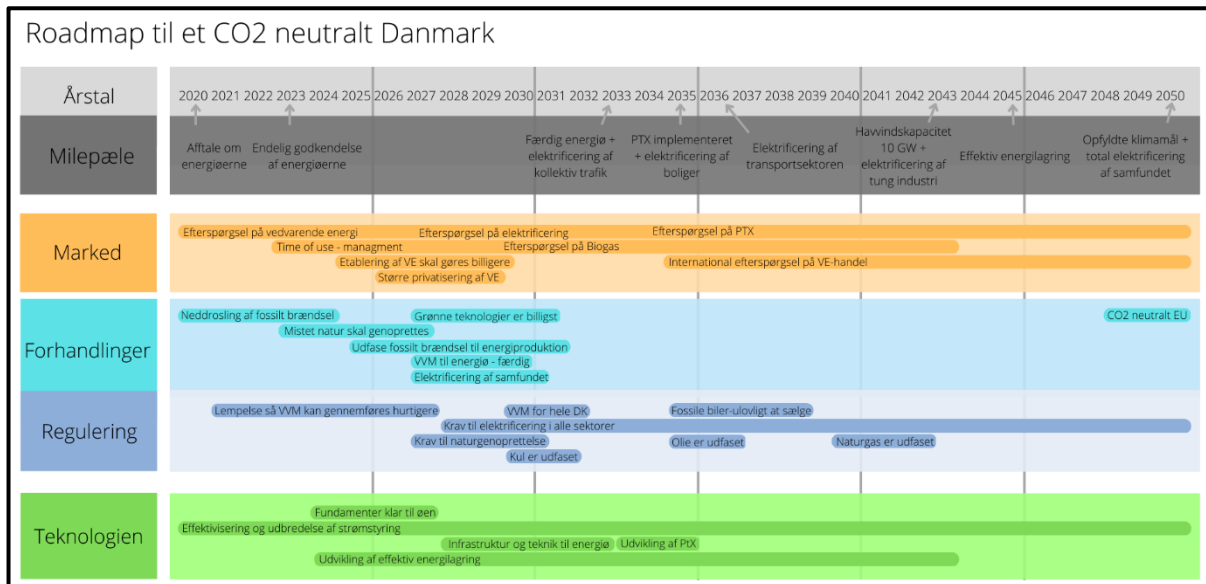
Energigøden skal medvirke til at nå klimamålene i 2050, og nu da vi har undersøgt Energigødens kapacitet, den danske elforsyning og Danmarks behov for energi i fremtiden i **KAPITEL 5 OG 6**, er det muligt at diskutere, i hvilket omfang projektet medvirker til dette. Energigødens **Fase 1** vil ifølge vores beregninger have en kapacitetsfaktor på 54% hvilket svarer til 1,63 GW. Selvom dette tal er mindre end kapaciteten på de 3 GW, er det stadig en stor produktion af energi. Vi har udregnet dette til at udgøre 41,59% af Danmarks samlede elforbrug i 2019, og da Energigødens kapacitet mere end tredobles i 2040, vil Energigøden således i 2040 kunne producere mere end 100% af Danmarks samlede elforbrug baseret på energibehovet for 2019. Da Danmark allerede har udbygget meget VE og kontinuerligt udbygger mere, og da Energigøden i 2040 alene vil have en kapacitet på over 100% af det nuværende forbrug, er det nødvendigt at finde andre måder at afsætte energien på. Det giver derfor god mening, at Danmark frem mod 2040 elektrificerer en større del af samfundet, så vi kan udnytte den producerede VE og samtidig skubbe nogle af de fossiltbaserede teknologier ud af samfundet. Derved kan en fuld elektrificering bidrage til realiseringen af et CO₂-neutralt samfund, da de fleste processer i samfundet vil køre på VE i stedet for fossile brændsler i dette scenarie. Energistyrelsens fremtidsscenarie for 2030 antager, at transport, landbrug og industri vil stå for ca. 89% af drivhusgasudledninger i Danmark (Energistyrelsen, 2021c). Det er altså nødvendigt, at elektrificeringen også vender blikket mod disse sektorer, og sørger for at de kan udnytte den VE, som Energigøden i fremtiden vil producere. Hvis ikke Danmark også formår at omstille disse sektorer inden 2050, vil energien fra Energigøden i Nordsøen ikke hjælpe meget til at nå de nationale klimamål, der er derfor nødt til at være tale om en total elektrificering af samfundet, før 2050 målsætningerne skal være realistiske at opnå – i hvert fald hvis de skal nås gennem VE, som lader til at være den politiske agenda. Energistyrelsen

skriver selv, at energien fra Energiøen kun vil mindske udledningen af drivhusgasser i elektricitet og fjernvarmesektoren med ca. 0.03%, da disse sektorer allerede næsten udelukkende kører på grøn energi, når Energiøen begynder at producere strøm (Energistyrelsen, 2021c, s. 52). Endeligt er det nødvendigt at infrastrukturen følger med, så strømmen kan yde sin funktion, dér hvor den er tiltænkt, og styrke elnettet.

Vi skal dog også huske, at Danmarks elforbrug vil stige markant, hvis samfundet elektrificeres, og at det kan have betydning for, om Energiøen kan levere nok energi ift. efterspørgslen. Selvom vores udregninger viser, at Energiøens samlede kapacitet på 10GW i 2040 svarer til over 100% af det nuværende energibehov, gælder disse tal Danmarks nuværende behov for strøm, og denne mængde energi vil formentligt ikke dække den reelle energiefterspørgsel i 2040. Det må derfor tænkes, at Energiøen i samspil med andre vindmølleprojekter og VE skal dække Danmarks elforsyning i fremtiden og på den måde hjælpe med at leve op til 2050 målene. Derudover har Danmark allerede indgået internationale aftaler om, at en del af Energiøens produktion skal eksporteres til andre medlemsstater i EU. På den måde vil Danmark være med til at mindske EU's samlede udledninger af drivhusgasser, og dermed hjælpe med at leve op til de overationale mål om 100% CO₂-reduktion i 2050 (Europa Kommissionen, u.å.-a). Det er muligt, at Danmark i højere grad vil hjælpe til at nå de internationale mål end de nationale, hvis PtX teknologien ikke kan tages i brug på denne skala inden 2040.

PtX teknologien skal hjælpe med at omstille de sektorer, som på nuværende tidspunkt ikke kan køre på elektricitet, f.eks. tung transport og industri og fly. Da disse sektorer, som sagt er nogle af dem, som udleder mest CO₂, er det vigtigt at omstille disse. Der er på nuværende tidspunkt tale om, at der på Energiøen skal placeres et PtX anlæg, som ved hjælp af elektrolyse kan lave grønne brændsler som fx brint. Denne teknologi gør det også muligt at lagre vindenergien, og derved løse problem om den fluktuerende strøm, som desuden kun producerer energi, når vinden blæser. De grønne brændsler fra PtX kan bruges til tung transport og industri, og muliggør en næsten fuldstændig bæredygtig omstilling af samfundet. Dog er PtX endnu stadig forholdsvis hypotetisk, og det er ikke muligt at sige, om teknologien kan opskaleres til dette niveau. Men Energiøens potentiale for at komme i mål med de nationale 2050 mål er kun realistisk, hvis der bliver koblet et PtX anlæg på øen og en

større del af samfundet elektrificeres. Hvis ikke dette er muligt i 2040, vil Energigøen i stedet kunne sende meget af sin strøm til andre medlemsstater, og derved hjælpe til at nå EU's klimamål. Energigøens potentiale afhænger altså af at den danske infrastruktur udvikles, og at PtX energien modnes. På baggrund af ovenstående har vi udviklet et roadmap, som ser således ud:



Figur 25: Roadmap udviklet med udgangspunkt i rapportens 3 backcasting principper (Egenproduktion)

Med vores backcasting forestiller vi os ikke en fuld defineret og endegyldig fremtid, men beskæftiger os snarere med nogle enkelte principper. På denne måde bliver vores mål ikke for brede og komplekse at vurdere:

- 1) *Opfyldte klimamål med fokus på et CO₂-neutralt Danmark.*
- 2) *Total elektrificering af samfundet.*
- 3) *Fremtidens forsyningsikkerhed sikret.*

9.1.1. Total elektrificering

På ovenstående roadmap kan det ses, hvilke milepæle vi skal krydse for at nå målet. Vi vil i det kommende give en introduktion til, hvordan vi mener at disse milepæle kan opnås. Vi mener som sagt, at det er nødvendigt at elektrificere samfundet, og at dette vil skubbe til udfasningen af fossile brændsler. Det kræver mange forhandlinger at udarbejde en regulering, som fordrer dette paradigmeskift og ændring af samfundsinfrastrukturen, som elektrificeringen vil kræve. Det kræver, at der forhandles om bl.a. udfasning af fossile

brændsler, udvikling i elinfrastrukturen og udvikling og investeringer PtX-teknologien og grønne brændsler. Udfasningen af fossile brændsler skal ske gradvist, og naturgas skal være det sidste på listen. Omstillingen til et elektrificeret samfund kan ikke ske på en gang, men vil være en længerevarende proces, hvor de forskellige sektorer gradvist omstilles. Vi forestiller os, at den kollektive transport vil være det første som omstilles til elektrisk drift, da denne proces allerede er igangværende. Herefter vil opvarmning af boliger og den resterende transportsektor følge. En elektrificering af den tunge industri vil være det mest udfordrende, fordi mange af de processer der forgår i industrien, kan være svære at opnå gennem elektricitet, men vi forestiller os, at store dele af sektoren kan omstilles og vil blive elektrificeret inden 2050 målene kan indfris.

9.1.2. Regulering

Målsætningerne kræver også, at det bliver hurtigere og billigere at udbygge og producere grøn energi. Med henblik på dette, kan man overveje at ændre den nuværende regulering, så udarbejdelsen og vurderingen af en VVM går hurtigere, desuden forhandle om en billigere pris på VE og sætte CO₂-skatter på fossil energi. Eksempeltvist er der vedtaget en lov, som gør det ulovligt at sælge biler, som kører på fossilt brændsel fra 2035 (Jakobsen, 2022). Alt dette kan være med til at accelerere udbygningen af VE. Lempelsen af VVM'en, som også nævnes i roadmappet, udspringer fra REPowerEU-forslaget, hvori det foreslås at lave en omfattende strategisk miljøvurdering i udvalgte dele af EU, så der hurtigt kan sættes vindmøller op, når flere ønskes.

Desuden forestiller vi os, at der i den fremtidige VVM udformes et tiltag, i forbindelse med større VE-udbygninger, som stiller krav til genoprettelsen af tabte natur arealer. Dette kunne være som modsvar til nogle af problemstillingerne, der opstår mellem klima og miljø under store anlægsprojekter.

9.1.3. Markedet

Både teknologiens udvikling, forhandlingerne og dertilhørende regulering præges af markedet og behov. Omstillingen skubbes fremad, hvis der er en faktisk efterspørgsel på VE og elektrificering. Imens omstillingen foregår og energilagring udvikles, forestiller vi os, at markedet er med til at facilitere management, således at energiforbruget kan blive mere

jævnt fordelt over døgnet og i forhold til produktionen af VE. Når der, på markedet, begynder en efterspørgsel af større privatisering af VE og billigere etablering af VE skal det følge, i forhandlingen, at grønne teknologier gøres billigere.

Med Energiøens potentiale til PtX skal der også gøres plads til dette i marked, samtidig med at der skal eksistere et sundt internationalt samarbejde til handel af VE.

9.1.4. Forsyningssikkerhed

Et af vores tre backcasting-principper er en sikring af fremtidens forsyningssikkerhed. Dette betyder nødvendigvis ikke, at fremtidens energisystem skal have en 1:1 systemtilstrækkelighed, som er tilfældet i dag. Dette kan også betyde, at fremtidens energisystem i langt højere grad skal være fleksibelt. Netop fordi forsyningssikkerhed er et af vores backcasting principper, fremgår 'forsyningssikkerhed' ikke direkte i roadmappet, da selve funktionen af roadmappet er at opnå forsyningssikkerhed for Danmarks fremtidige energisystem. Dette betyder således også, at flere af de milepæle, der ellers ønskes opnået, relaterer sig til fremtidens forsyningssikkerhed. Dette indbefatter både en elektrificering af samfundet, indfasning og teknologiudvikling af PtX og energilagring, som alle er dele af vejen fra vores nuværende energisystem til fremtidens energisystem. En forhandling, som direkte relaterer sig til forsyningssikkerhed er 'effektivisering af samfundet' som hvis implementeret i fremtiden kan sikre, at samfundet for det første har et mindre energibehov, men også sikre, at samfundets energibehov i langt højere grad er i harmoni med VE energiproduktionen i fremtiden, dette fremkommer gennem bedre time of use management.

Vi Forestiller os, at hvis marked, teknologien og forhandlingerne bliver som roadmappet illustrerer, vil der nås en række milepæle, som slutteligt peger mod at vores tre backcasting-principper er overholdt.

Kapitel 10: Diskussion

10.1. Nationale vs. overnationale klima- og miljømål

I spørgsmålet om hvorvidt Energigøen leverer handling på de reguleringer, som er sat i værk, er det efter analysen blevet os klart, at der er en pointe, som vi ønsker at diskutere. Nemlig hvor regulering på klima og miljøområdet egentlig giver bedst mening. Vi har både arbejdet med lovtekster, aftaletekster og målsætninger fra et nationalt dansk perspektiv og fra et overnationalt perspektiv, gennem EU-lovgivning og multilaterale aftaler som Esbjerg-erklæringen. Det er noget som har givet anledning til en kritisk dialog internt i vores gruppe om, hvorvidt nationale lovgivninger overhovedet giver mening ift. internationale problemstillinger. Naturen kender simpelthen ikke til landegrænser. Vores refleksioner har primært fokuseret sig på energiområdet, og efter vores interviews, og mange læste rapporter, har vi fået en forståelse for den gensidige afhængighed, der er blandt landene i Europa. Dette er også en pointe, som fylder mere i den tid, vi lever i nu. Den begyndende energikrise har sat pres på at levere løsninger til gavn for hele Europa. Vi er nødsaget til, både af praktiske og lovmæssige grunde, at samarbejde med de andre europæiske lande for at sikre en stabil og fair fordeling af de ressourcer, der er tilgængelige.

Det samme kan siges, om end måske ikke helt i samme grad, om de miljøudfordringer, vi arbejder med. Her kan man med fordel se på områder isoleret set, men ej forglemme at hav og luft hænger sammen. Forurening, overfiskeri, tab af biodiversitet osv. er grænseoverskridende. Vi kan forbedre havmiljøet med nationale projekter, men hvis vi vil bevare og genoprette større økosystemer, må der tænkes grænseoverskridende. Derfor er vores argument, at der er en tendens til at have for stort fokus på de nationale lovgivninger inden for miljø og klima. Det er ikke fordi de ikke kan gøre en forskel. Ligesom MLG-teorien fortæller, at der er en relation mellem det nationale og det overnationale, er der også samtidig en relation mellem de forskellige nationale lovgivninger. Vi ser altså at national lovgivning kan skubbe til andre nationale lovgivninger og overnationale lovgivninger. Et eksempel på dette kan være at se på klimaloven. Indført i Danmark i 2019 med et mål om 70% reduktion i 2030 og 100% reduktion i 2050. I 2020 kom så European green deal, som havde målsætninger om 55% reduktion i 2030 og 100% reduktion i 2050. I 2021 hævdede Tyskland

ambitionen til at hedde 65% i 2030 og 100% i 2045. Med den nye S-M-K regering ser vi nu også Danmark hæve sine klimaambitioner fra 100% reduktion i 2050 til 100% i 2045 og 110% i 2050. De forskellige målsætninger på forskellige niveauer har altså i en eller anden grad en påvirkning på hinanden, men i sidste ende virker de kun, hvis alle, eller i hvert fald de fleste lande handler på dem. Derfor mener vi, at det største fokus må og skal ligge på at gennemføre ambitiøse målsætninger på så højt niveau som overhovedet muligt. Det vil dog uundgåeligt få konsekvenser for miljøet, når der skal udbygges så meget VE i de kommende år for at opnå de ovennævnte mål. Denne problematik bliver diskuteret i det næste afsnit.

10.2. Klima vs. Miljø

Som vores analyse af Energigøens indflydelse på klima og havmiljø viser, vil konflikten mellem klima og miljøhensyn ikke være så stor, som vi egentlig havde antaget. Dog er det stadig med overvejende sandsynlighed en faktor, som kan blive en udfordring for andre VE projekter. Særlig hvis der, som diskuteret i ovenstående afsnit, fremover bliver kortere tid til administrative processer. Vi har spurgt både DN og Energinet ind til miljøpåvirkningerne ved udbygning af VE projekter, og de er begge enige i, at der vil være konsekvenser for det omkringliggende omgivelser, men at det handler om at begrænse disse. Disse svar har givet anledning til en diskussion om, i hvilken grad effekterne af VE-teknologier er et problem. Hvor stor en påvirkning må et VE-projekt have på miljøet? Det er et spørgsmål, som er meget svært at gøre kvantitativt op, fordi miljøpåvirkning ikke er en kvantitativ størrelse på samme måde som klimapåvirkning. Klimapåvirkning er meget kompleks, fordi udledningerne kommer fra mange forskellige steder, men når man kender udledningerne, er de relativt simple at regne på, fordi man har en samlet enhed, nemlig CO₂e. Det har man ikke på samme måde med miljøpåvirkning. Derfor må man se på miljøet mere kvalitativt.

Dog har vi med udsæt i vores backcasting afsnit argumenteret for, at de administrative processer for et VE-projekt skal gøres kortere, og derved er der større mulighed for, at større anlægsprojekter i fremtiden kan resultere i oversete konsekvenser for miljøet. Men som vi har fremlagt i vores klima vs. miljø afsnit, har klimaforandringer allerede store konsekvenser for miljøet, økosystemerne, dyrene mm., det må derfor vægtes højere at udledningen af drivhusgasser mindskes, fordi det i længden vil være bedre for både klimaet og miljøet. Der

er selvfølgelig mulighed for at udarbejde regulering, som ligger vægt på, at der skal laves kompensations initiativer, når udbygningerne er færdige. Der kan ofte blive udarbejdet en form for nature-based-solution op ad menneskeskabte produkter, som gavner naturmiljøerne i nærområdet. Dette kunne f.eks. blive et krav når man bl.a. sætter vindmøller op. En vigtig pointe her er at både klimakrisen og biodiversitetskrisen har samme ophav, menneskelig påvirkning har naturens systemer. For at løse de to kriser kræver det på større plan at mennesket ændrer adfærd og begynder at se sig selv som en del af det naturlige system og ikke som hidtil hævet over det. Med andre ord har vores udnyttelse af klodens ressourcer har skabt begge kriser, så på stor skala er løsningen den samme. På lidt mindre og mere konkret skala, kan løsninger dog være forskellige i og med den plads man kun kan bruges én gang. Det vil sige at vælger man at lave en havvindmøllepark, tager det plads fra den natur der var der i forvejen. Freder man et område for at beskytte naturen, kan ikke bygge VE i det område. En løsning er prøve at lave områder hvor der er en form for kompromis mellem miljø- og klimarelaterede projekter. Det er det vi ser med Energigøen. Dette vil nok altid skabe en konflikt mellem dem som mener at miljøet er førsteprioritet og dem som mener at klima er førsteprioritet. Det kræver derfor at politikerne er villige til at prioritetene mellem de to. En anden løsning, som også kræver prioritering er simpelthen at anlægge VE på nogle af de områder vi mennesker benytter til andre formål. I Danmark bruger vi f.eks. 61% af vores landsareal på at dyrke afgrøder (Danmarks Statistik, 2020). Byer og infrastruktur fylder 12% (Danmarks Naturfredningsforening og & Dyrenes Beskyttelse, 2018). Sammenlignet har vi 2% beskyttet natur (Biodiversitetsrådet, 2022).

Energigøen vil i første omgang blive på ca. 120.000 m² med en tilknyttet vindmøllepark på ca. 200 vindmøller. Hvis man går ud fra størrelsen på havvindmøllepark Thor, der skal producere 1 GW i 2027 og gange det op til de 3 GW havvindmøllerne tilknyttet Energigøen skal producere i 2033 giver det et areal på ca. 600km². Ud af et samlet havareal på 105.000 km² er det langt ca. en halv procent. Pointen er at både beskyttet natur og VE fylder en meget lille procentdel af det samlede danske areal. Man kan derfor godt få mere af begge dele, hvis man politisk vælger at prioritere det. Det vil selvfølgelig betyde en omkostning, i form af mindre plads til de ting vi allerede har valgt at bruge vores areal på. Spørgsmålet er om det er en pris vi er villige til at betale og om vi den forbindelse har råd til at lade være.

10.3. Tidsperspektivet ved Energiøen – og energikrisen som løsning? (tidsperspektivet og fremtiden)

Men før vi kan svare på om Energiøen vil hjælpe til at nå klimamålene, som nævnt ovenfor, skal den først blive færdig, og netop tidsperspektivet har fyldt meget i vores diskussioner. Første del af Energiøen skulle oprindeligt stå klar i 2030, men er allerede udskudt tre år. Hvilket betyder, at det vil tage 13 år fra Energiøen blev vedtaget i Folketinget, til den står færdig. Det er en meget lang proces, for et projekt der har potentiale til at løse en del af de akutte udfordringer, vi står i, både som danskere, europæere og menneskehed. Særligt med den nuværende energikrise er der ekstra fokus på de barrierer, som kan forhindre en hurtig udrulning af VE i Danmark og resten af Europa. Både EU og den nye danske regering er kommet med planer om at fjerne og omstrukturere administrative barrierer, som er en af de store udfordringer for VE. EU foreslog d. 9. november 2022 en forordning, som skal fremskynde udbredelsen af VE (European Commission. Directorate General for Energy. et al., 2022). Dette forslag fortæller os, at en hurtigere udbygning af VE, grundet energikrisen og de geopolitiske omstændigheder er på dagsordenen på overnationalt niveau. Europakommissionen, som står bag initiativet, nævner især de europæiske virksomheders konkurrencekraft, som en drivkraft bag forslaget. En forenkling af tilladelsesprocesserne kan ifølge det europæiske råd fremskynde udbygningen af VE og derved afhjælpe de høje energipriser og forbedre de europæiske virksomheders konkurrenceevne. S-M-V regeringen vil afkorte sagsbehandlingstiden og igangsætte en undersøgelse af, hvordan myndighedsfordelingen kan effektiviseres med henblik på fremskynde udbygningen af VE (Regeringen et al., 2022).

Spørgsmålet er således om energikrisen rent faktisk kan blive en positiv nyhed for klimaet. På trods af at der tales meget om de negative konsekvenser ved energikrisen pga. genåbnede kulkraftværker, er det faktisk muligt at VE kan være løsningen på energikrisen på relativt kort sigt. Hvis det fører til at storstilede VE projekter som Energiøen kan anlægges på kortere tid, kan det have enorm betydning for klimaet. Vores analyse af Energiøens potentiale viser hvor meget energi det rent faktisk er muligt at producere gennem disse megaprojekter. Afsnittet om den praktiske plan for Energiøen afslører også, at en meget stor del af tiden går med administrative processer og meget lidt af tiden går med selve anlægsarbejdet. Det kan

altså tyde på at EU og den nye danske regering har fat i noget af det rigtige med en form for effektivisering af de administrative processer vedrørende VE. Spørgsmålene kan så være om det overhovedet er muligt at effektivisere i en grad, som gør en mærkbar forskel og om konsekvenserne af en hurtigere administrativ proces betyder at man undergraver værdien af de miljøgodkendelser som skal være på plads inden man kan bygge så store VE projekter.

Kapitel 11: Konklusion

Energigøen i Nordsøen er en politisk vedtaget plan for, hvordan Danmark kan sikre fremtidens energibehov gennem vedvarende energikilder og forsøge at opnå 2050 målsætningerne om et CO₂-neutralt Danmark. Energigøen bidrager samtidig, som led i udbygningen af 300 GW havvind i EU til at nå de europæiske 2050 målsætninger. Energigøen skal foruden at levere strøm til Danmark, også eksportere strøm til andre lande i Europa og understøtter derigennem også opfyldelsen af overnationale målsætninger i EU. Energigøen er et vigtigt skridt i roadmappet mod et CO₂-neutralt Danmark i 2050, da Energigøen både kan bidrage med vedvarende energi og alternativer til fossile brændsler. Energigøens planlagte havvindskapacitet vil i sig selv have indflydelse på Danmarks fremtidige forsyningssikkerhed, og samtidig have et stort potentiale for at reducere Danmarks udledning af drivhusgasser fra elproduktionen. Allerede inden for det første år vil Energigøen reducere mere CO₂e, end etableringen af øen har udledt, og i **Fase 1** vil Energigøen have potentialet til at producere op i mod 1/3 af Danmarks nuværende elforbrug.

Energigøen vil potentielt på sigt bidrage til reduktion af CO₂e udledning gennem produktion af grønne brændsler og derved fordre sektorkoblinger hvor disse brændsler kan anvendes i stedet for fossile brændsler, f.eks. i transportsektoren og den tunge industri. Dog kræver det yderligere tiltag, hvis Energigøen skal udnyttes optimalt ifm. 2050 målsætningerne: En større del af samfundet skal elektrificeres, sektorkoblinger skal udbygges i videst muligt omfang, miljøvurderingsprocessen skal forkortes, PtX skal udvikles og fossile brændsler skal udfases.

Desuden ser det ud til at Energigøen efterlever kravene for reguleringen på klima- og miljøområdet. Energigøen kan i fremtiden hjælpe til at øge artsrigdom og biodiversitet i det lokale havområde samt skabe bedre levesteder for nogle af havets arter. De fleste negative effekter vil opstå under anlæggelsesfasen og dermed ophøre, når projektet står færdigt. Dog er det muligt at den fuldudbyggede energi kan skabe hydrografiske ændringer ifm. havstrømme. Energigøen er desuden med til at reducere udledningen af drivhusgasser, udbygge vedvarende energi og sikre energitransport på tværs af nationer. Energigøen er derfor med til at opfylde nationale og overnationale målsætninger, både inden for CO₂-reduktion, vedvarende energi og fremtidens forsyningssikkerhed i Danmark og EU. En

vigtig pointe for både miljø og klima er, at disse er globale problemstillinger. Derfor er regulering mere effektiv på overnationalt niveau, imens de nationale målsætninger kan skubbe til denne agenda nede fra. Miljø- og klimakrisen skal ses som et samlet problem, der skal løses i forenelighed. Og det ser faktisk ud til, at det er muligt at lave et projekt i denne størrelsesorden, hvor hensyn til miljø og klima ikke strider mod hinanden i en sådan grad at projektet alene tilgodeser den ene. Om det lykkedes at realisere, må vi vente lidt over ti år på at se.

Kapitel 12: Perspektivering

Kritik af analyse om klimapåvirkning: i analysedelen, hvor vi har forsøgt at komme frem til Energigødens reduktionspotentiale, har vi primært benyttet os af planer, tal og beregninger fra offentlige myndigheder eller offentlige virksomheder. Sådanne myndigheder og virksomheder er en del af det politiske system og dermed også direkte eller indirekte politisk styret. Klima, energi og forsyningsministeriet er et eksempel på en direkte styring, hvor den øverste chef er en minister. Energistyrelsen er en styrelse under Klima, energi og forsyningsministeriet; de arbejder altså for ministeriet (Bekendtgørelse om Energistyrelsens opgaver og beføjelser, 2019). Energinet er en offentlig virksomhed under klima, energi og forsyningsministeriet (Bekendtgørelse af lov om Energinet, 2020). Det betyder samtidig at den øverste chef for alle tre i sidste ende er ministeren, som selv har statsministeren som øverste chef. Det er altså regeringen der i sidste ende har den overordnede ledelse. Det er samtidig regeringen, som sammen med andre partier i folketinget har vedtaget at bygge Energigøden. Derfor skal man være opmærksom på at der i en eller anden grad kan være et politisk pres for at de oplysninger vi har brugt til analysen til at se mere fordelsagtige ud end hvad der muligvis er realistisk. Vi har i projektet taget udgangspunkt i de tal der forelægger, men man skal være opmærksom på at vores analyse derfor risikere at være for optimistisk på vejene af Energigødens klimapotentiale.

Kritik af analysens om reguleringer: I analysedelen hvor vi undersøger de rammesættende reguleringer for Energigøden, har vi truffet valg og fravalg. Vi har valgt ni tekster og anerkender, at der kan være en svaghed idet, at vi ikke undersøger flere. Listen af reguleringer kunne have favnet bredere, og det er sandsynligt at andre tekster kunne have fremhævet andre interessante pointer, som har betydning for Energigøden i Nordsøen. Vi kunne evt. have undersøgt regulering, som har et andet hovedfokus end klima og miljø, men i stedet fokuserer på energi og VE. F.eks. *VE direktivet*, som beskæftiger sig med at fremme forsyningsikkerhed gennem anvendelsen af mere VE. I denne forbindelse kunne vi også have undersøgt *REPowerEU nærmere*, som indeholder et forslag til ændring af miljøpolitik ift. etablering af VE. En af kernetankerne bag forslaget lyder på at EU-lande skal foretage en udpegning af områder til lands og på havet, som er særligt passende til vindmølleparker. Da skal en vurdering laves ud fra *strategisk miljøvurderingsdirektivet* og i stedet se etableringen af

VE som en helhed frem for enkeltstående projekter. Efterfølgende behøves områderne, som udgangspunkt, ikke at undersøges ud fra VVM- og habitatdirektivet ifm. VE projekter. Alt dette kunne også have været interessant til en diskussion om hvordan vi når 2050-målene.

Litteraturliste

- Biodiversitetsrådet. (2022). *Fra tab til fremgang Beskyttet natur i Danmark i et internationalt perspektiv*. <https://www.biodiversitetsraadet.dk/pdf/2022/11/Biodiversitetetsraadet-2022-Fra-tab-til-fremgang-Beskyttet-natur-i-Danmark-i-et-internationalt-perspektiv-291122.pdf>
- Bolig- og Planstyrelsen. (2022). *Vejledning om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller*.
- Christiansen, M. C. (2022). *Elprisstatistik 2. Kvartal 2022*.
- Concito. (u.å.). *Biodiversitet | CONCITO*. Hentet 16. december 2022, fra <https://concito.dk/biodiversitet>
- Concito. (2021, marts 29). *Hvad skal vi med brinten? | CONCITO*. <https://concito.dk/concito-bloggen/hvad-skal-vi-med-brinten>
- COWI. (2021, januar). *Cost benefit analyse og klimaaftryk af energier i Nordsøen og Østersøen*. https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/a209704-001_cost_benefit_analyse_endelig_version.pdf
- Danmarks Naturfredningsforening. (u.å.). *Klima – Danmarks Naturfredningsforening*. Hentet 24. november 2022, fra <https://www.dn.dk/vi-arbejder-for/klima/>
- Danmarks Naturfredningsforening og & Dyrenes Beskyttelse. (2018). *Sådan ligger landet – tal om landbruget 2017*. <https://www.ft.dk/samling/20171/almudel/MOF/bilag/281/1858307.pdf>
- Danmarks Statistik. (2020, juni 16). *Danmarks landbrugsareal er stort internationalt set*. <https://www.dst.dk/da/Statistik/nyheder-analyser-publ/nyt/NytHtml?cid=30807>
- Danmarks Statistik. (2022). *Tema: Klima*. <https://www.dst.dk/da/Statistik/temaer/klima>

Dansk Energi. (u.å.). *Power-to-X* | Dansk Energi. Hentet 16. december 2022, fra <https://www.danskenergi.dk/fakta-fokus/dansk-energis-power-to-x-partnerskab/power-to-x>

Dansk Energi. (2017, marts 6). *Elprisscenerier 2020-2035*. https://www.danskenergi.dk/files/media/dokumenter/2017-07/Analyse27_Elprisscenerier_2017_udgave.pdf

Dansk Fjernvarme, Grønenergi, COWI, & TVIS. (2021). *Power-to-X og fjernvarme*.

Den danske ordbog. (u.å.). *forsyningssikkerhed* — Den Danske Ordbog. Hentet 23. november 2022, fra <https://ordnet.dk/ddo/ordbog?query=forsyningssikkerhed>

Den Store Danske. (2013, maj 26). *Miljø* | *lex.dk*. Den Store Danske. <https://denstoredanske.lex.dk/milj%C3%B8>

Den Store Danske. (2021, marts). *Komparativ metode* | *lex.dk*. Den Store Danske. https://denstoredanske.lex.dk/komparativ_metode

Drønen, N. K. (2015). *Kystdynamik og kystbeskyttelse* (s. 116). <https://www.masterpiece.dk/UploadetFiles/10852/36/Kystdynamikogkystbeskyttelse.pdf>

Energistyrelsen. (2022). *Analyseforudsætninger til Energinet 2022 – PtX og DAC Baggrundsnotat*. https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Hoeringer/af22_-_baggrundsnotat_-_ptx_og_dac.pdf

Energikommissionen. (2016). *Baggrundsnotat om forsyningssikkerhed*. <https://kefm.dk/media/7290/baggrundsnotat-om-forsyningssikkerhed.pdf>

Energinet. (u.å.). *Energiøer tager hensyn til flora, fauna og flagermus*. Hentet 16. december 2022, fra <https://energinet.dk/>

Energinet. (2021a, januar 6). *Den danske elproduktion var rekord grøn i 2020.*

<https://energinet.dk/>

Energinet (Instruktør). (2021b, juni 16). *Webinar_energiøer_havmiljø.mp4.*

<https://vimeo.com/563622101>

Energinet, U. af G. P. D. og. (2022, april 8). *Kapacitetskort for elnettet.* ArcGIS StoryMaps.

<https://storymaps.arcgis.com/stories/eb5b387e376f49b8996d5e7c47fbdd37>

Energistyrelsen. (2015, marts 18). *Alt om solceller.* Energistyrelsen.

<https://spareenergi.dk/forbruger/el/solceller>

Energistyrelsen. (2016a, april 21). *Elforsyningsikkerhed.* Energistyrelsen.

<https://ens.dk/ansvarsomraader/el/elforsyningsikkerhed>

Energistyrelsen. (2016b, maj 2). *Dansk energipolitik.* Energistyrelsen.

<https://ens.dk/ansvarsomraader/energi-klimapolitik/fakta-om-dansk-energi-klimapolitik/dansk-energipolitik>

Energistyrelsen. (2020, oktober 20). *Bagom energiøerne.* Energistyrelsen.

<https://ens.dk/ansvarsomraader/energiøer/bagom-energiøerne>

Energistyrelsen. (2021a, marts 8). *Supplerende tilladelse til at udføre forundersøgelser i området for energiøen i Nordsøen og de tilknyttede havvindmølleparker.*

[https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/3 august 2021 supplerende forundersogelsestilladelse_nordsoeen.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/3_august_2021_supplerende_forundersogelsestilladelse_nordsoeen.pdf)

Energistyrelsen. (2021b). *ENERGISTYRELSENS ÅRSRAPPORT 2020.*

Energistyrelsen. (2021c). *KLIMASTATUS OG FREMSKRIVNING 2021.*

Energistyrelsen. (2021d, juli 26). *Miljøvurdering af Plan for Program Energigø Nordsøen.*

Energistyrelsen. <https://ens.dk/ansvarsomraader/vindenergi/udbud-paa-havvindmoelleomraadet/danmarks-energieer/miljoevurderinger-0>

Energistyrelsen. (2022a). *Energistyrelsens Prisdatabase 2022.*

Energistyrelsen. (2022b). *Global Afrapportering 2022 (GA22): Eludveksling Baggrundsnotat nr. 8.*

<https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/8. baggrundsnotat - eludveksling.pdf>

Energistyrelsen. (2022c). *Fremskrivning af antal vindmøller på land.*

<https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/udfasning af eksisterende vindmoeller paa land.pdf>

Energistyrelsen. (2022d, juni 30). *Danmark har planer klar til at sikre gas til borgere og virksomheder.*

Energistyrelsen. <https://ens.dk/presse/danmark-har-planer-klar-til-sikre-gas-til-borgere-og-virksomheder>

Energistyrelsen. (2022e, juli 5). *Energistyrelsen fastsætter tidspunkt for udbud af Energigø Nordsø og fastholder samlet tidsplan.*

Energistyrelsen. <https://ens.dk/presse/energistyrelsen-fastsatter-tidspunkt-udbud-af-energie-nordsoe-og-fastholder-samlet-tidsplan>

Energistyrelsen. (2022f). *Idéoplæg til Plan for Program Energigø Nordsøen.*

https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/dk_ideoplæg.pdf

Energistyrelsen. (2022g, september). *Månedlig og årlig energistatistik.*

Energistyrelsen. <https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/maanedlig-og-aarlig-energistatistik>

Energistyrelsen. (2022h). *Analyseforudsætninger til Energinet 2022 – Vindmøller på havet*

Baggrundsnotat. Systemanalyse Energinet.

<https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Hoeringer/af22 - baggrundsnotat - havvind.pdf>

Energistyrelsen. (2022i, oktober 6). *Energiø Nordsøen*. Energistyrelsen.

<https://ens.dk/ansvarsomraader/energieer/energie-nordsoeen>

Bekendtgørelse af lov om maritim fysisk planlægning, LBK nr 400 af 06/04/2020 (2020).

<https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/400>

ESMAP. (2022). *Global Photovoltaic Power Potential by Country*. World Bank.

<https://documents1.worldbank.org/curated/en/466331592817725242/pdf/Global-Photovoltaic-Power-Potential-by-Country.pdf>

Europa Kommissionen. (u.å.-a). *2050-strategien på lang sigt*. Hentet 9. januar 2023, fra

https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_da

Europa Kommissionen. (u.å.-b). *Beskyttelse af kritisk infrastruktur i EU – nye regler* [Text].

European Commission - Have your say. Hentet 24. november 2022, fra

https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12462-Beskyttelse-af-kritisk-infrastruktur-i-EU-nye-regler_da

Europa Kommissionen. (2022a, maj 18). *President von der Leyen participates in the Leaders' Summit on offshore wind in the North Sea* [Text]. European Commission - European

Commission. https://ec.europa.eu/info/news/president-von-der-leyen-participates-leaders-summit-offshore-wind-north-sea-2022-may-18_en

Europa Kommissionen. (2022b, maj 18). *REPowerEU* [Text]. European Commission - European Commission.

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_3131

Europakommissionen. (2020, maj 20). *EU's biodiversitetsstrategi for 2030*. [https://eur-](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:a3c806a6-9ab3-11ea-9d2d-01aa75ed71a1.0004.02/DOC_1&format=PDF)

[lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:a3c806a6-9ab3-11ea-9d2d-01aa75ed71a1.0004.02/DOC_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:a3c806a6-9ab3-11ea-9d2d-01aa75ed71a1.0004.02/DOC_1&format=PDF)

European Commission. Directorate General for Energy, Eclareon., Öko Institute., WindEurope., & SolarPower Europe. (2022). *Technical support for RES policy development and implementation: Simplification of permission and administrative procedures for RES installations (RES simplify) : interim report*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2833/239077>

Energiaftale 2018, (2018) (testimony of Folketinget). <https://kefm.dk/media/6646/energiaftale2018.pdf>

Klimaaf tale for energi og industri mv. 2020, (2020) (testimony of Folketinget).

Tillæg til klimaaf tale om energi og industri af 22. Juni 2020 vedr. Ejerskab og konstruktion af energiøer mv., (2021) (testimony of Folketinget). <https://kefm.dk/Media/5/E/Aftaletekst%20-%20Energi%C3%B8er%20-%20Ejerskab%20og%20konstruktion%20af%20energi%C3%B8er%20mv.pdf>

Aftale mellem regeringen (Socialdemokratiet), Venstre, Socialistisk Folkeparti, Radikale Venstre, Enhedslisten, Det Konservative Folkeparti, Dansk Folkeparti, Liberal Alliance og Alternativet om Udvikling og fremme af brint og grønne brændstoffer (Power-to-X strategi), (2022) (testimony of Folketinget). <https://www.regeringen.dk/media/11146/aftale-om-udvikling-og-fremme-af-brint-og-groenne-braendstoffer.pdf>

Forsyningstilsynet. (2022a). *Priserne på det danske elmarked*. <https://forsyningstilsynet.dk/media/10937/priserne-paa-det-danske-elmarked.pdf>

Forsyningstilsynet. (2022b, august 28). *Elprisens andel af den samlede elregning vokser*. Forsyningstilsynet. <https://forsyningstilsynet.dk/aktuelt/nyheder/elprisens-andel-af-den-samlede-elregning-vokser>

The Esbjerg Declaration on The North Sea as a Green Power Plant of Europe, (2022).

Green Power Denmark. (2021, oktober 18). *Svaret på skyhøje energipriser er hurtigere og større udbygning af vedvarende energi | Green Power Denmark*.

<https://greenpowerdenmark.dk/nyheder/svaret-paa-skyhoeje-energipriser-er-hurtigere-stoerre-udbygning-vedvarende-energi>

Green Power Denmark. (2022a). *Hvad består elprisen af?* | Green Power Denmark.

<https://greenpowerdenmark.dk/energipriser/hvad-bestaar-elprisen>

Green Power Denmark. (2022b, november 21). *Hvorfor stiger energipriserne?* | Green Power

Denmark. <https://greenpowerdenmark.dk/energipriser/hvorfor-stiger-energipriserne>

Grue, J., & COWI. (2021, december 21). *Grøn brint er fremtidens brændstof*. COWI.

<https://www.cowi.dk/insights/groen-brint-er-fremtidens-braendstof>

Hansen, S. (2020, august 29). *Udbygning af vindkraft*.

<https://klimarealisme.dk/2020/08/29/udbygning-af-vindkraft/>

Hovedet i havet, & Aalborg Universitet. (2021, april 14). *Konsekvenser ved havvindmøller*.

<https://projekter.au.dk/havet/forloeb/forloebsoversigt/havets-energi/havvindmoeller/konsekvenser-ved-havvindmoeller>

Hydrogen Valley. (2020, juli 6). From PtX idea to reality: The first eMethanol plant in Denmark produces liquid electricity. *Hydrogen Valley*.

<https://hydrogenvalley.dk/from-ptx-idea-to-reality-the-first-emethanol-plant-in-denmark-produces-liquid-electricity/>

IPBES, & IPCC. (2020, februar 21). *IPBES-IPCC Co-Sponsored Workshop on Biodiversity and*

Climate Change. IPBES Secretariat. <https://ipbes.net/events/ipbes-ipcc-co-sponsored-workshop-biodiversity-and-climate-change>

Jakobsen, T. G. (2022, juni 26). *EU vedtager forbud mod fossilbiler*. Verdens bedste nyheder.

<https://verdensbedstenyheder.dk/nyheder/eu-vedtager-forbud-mod-fossilbiler/>

Jänicke, M. (2015). Horizontal and Vertical Reinforcement in Global Climate Governance.

Energies, 8, 5782–5799. <https://doi.org/10.3390/en8065782>

Jørgensen, D., & Klima-, Energi- og Forsyningsudvalget. (2020). *KEF Alm.del – Endeligt svar på spørgsmål 74: KEF alm. Del – Svar på spm. 74.pdf*.

Kern, K., & Bulkeley, H. (2009). Cities, Europeanization and Multi-level Governance: Governing Climate Change through Transnational Municipal Networks*. *JCMS: Journal of Common Market Studies*, 47(2), 309–332. <https://doi.org/10.1111/j.1468-5965.2009.00806.x>

Klima ambasadens. (2013, september 13). 4. *Solenergi*. Sustainable. <http://sustainable.dk/energi-2/4-solenergi/>

Bekendtgørelse om Energistyrelsens opgaver og beføjelser, BEK nr 1068 af 25/10/2019 (2019). <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2019/1068>

Bekendtgørelse af lov om Energinet, LBK nr 118 af 06/02/2020 (2020). <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/118>

Bekendtgørelse af lov om klima, LBK nr 2580 af 13/12/2021 (2021). <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2021/2580>

Bekendtgørelse om CO2e-fortrængningskrav og bæredygtighed m.v., BEK nr 2520 af 14/12/2021 (2021). <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2021/2520>

Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet. (2022a, april 19). *Danmark skal være grønnere og uafhængig af gas fra Rusland*. <https://kefm.dk/aktuelt/nyheder/2022/apr/danmark-skal-vaere-groennere-og-uafhaengig-af-gas-fra-rusland>

Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet. (2022b). *DANMARKS BILATERALE ENERGIØ-SAMARBEJDE MED BELGIEN, TYSKLAND OG NEDERLANDENE I NORDSØEN*. https://kefm.dk/Media/637884826583748157/NorthSea_Fakta4_180522.pdf

Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet. (2022c, maj 18). *Historisk erklæring skal sikre grøn strøm til 230 mio. Europæiske husstande*.

<https://kefm.dk/aktuelt/nyheder/2022/maj/historisk-erklæring-skal-sikre-groenstroem-til-230-mio-europaeiske-husstande>

Kvale, S., & Brinkmann, S. (2009). *Interview: Introduktion til et håndværk*. Hans Reitzels Forlag.

Kvale, S., & Brinkmann, S. (2015). *Interview: Det kvalitative forskningsinterview som håndværk* (3. udgave). Reitzels.

Kvist, T. (2013). *Analyse af den gasfyrede kraftvarmesektor*.

Middleton, D. (2020, november 20). *EIA: "About 25% of U.S. power plants can start up within an hour" - Watts Up With That?* <https://wattsupwiththat.com/2020/11/20/eia-about-25-of-u-s-power-plants-can-start-up-within-an-hour/>

Miljø- og Fødevarerministeriet. (2019). *Danmarks Havstrategi II Fokus på et godt havmiljø*.

Bekendtgørelse af lov om beskyttelse af havmiljøet, LBK nr 1165 af 25/11/2019 (2019).
<https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2019/1165>

Bekendtgørelse af lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM), LBK nr 1976 af 27/10/2021 (2021).
<https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2021/1976>

Miljøstyrelsen. (u.å.). *Om miljøvurderinger*. Hentet 26. november 2022, fra
<https://mst.dk/natur-vand/miljoevurdering/om-miljoevurderinger/>

Munk-Nielsen, C.-C. (2022, september 6). *Politisk vision for Energiø Nordsøen*.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/20220906_virtuelt_informationsmoede_foerste_offentlighedsfase_energieo_nordsoeen_dkenergistyrelsen.pdf

Munters. (u.å.). *Gasturbiner – Munters*. Hentet 9. januar 2023, fra
<https://www.munters.com/da/industries/power-generation--distribution/gas-turbines/>

Nielsen, K. H. (2018, august). *Vindmøllens historie: Sådan tæmmede danskerne vindens energi*.

<https://videnskab.dk/forskerzonen/teknologi-innovation/vindmoellens-historie-saadan-taemmede-danskerne-vindens-energi>

Nielsen Norman Group. (u.å.). *The 6 Steps to Roadmapping*. Nielsen Norman Group. Hentet

17. december 2022, fra <https://www.nngroup.com/articles/roadmapping-steps/>

Nielsen, P., Pedersen, H. S., & EMD International A/S. (2019). *Driftsomkostninger for ældre vindmøller*.

PA Energy Ltd. (2016). *Solceller Dansk strategi for forskning, udvikling, demonstration*.

https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Forskning_og_udvikling/solcellestrategi_2016_del_1_baggrund.pdf

Regeringen, Socialdemokratiet, Venstre, & Moderaterne. (2022). *Regeringsgrundlag 2022*.

Ritzau. (2019, september 9). Forskere: Danmark skjuler CO₂-udledning i regneteknik.

Energy Watch.

https://energiwatch.dk/Energinyt/Politik_Markedet/article11604044.ece

Scheidat, M., Tougaard, J., Brasseur, S., Carstensen, J., van Polanen Petel, T., Teilmann, J., & Reijnders, P. (2011). Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) and wind farms: A case study in the Dutch North Sea. *Environmental Research Letters*, 6(2), 025102.

<https://doi.org/10.1088/1748-9326/6/2/025102>

SolarGIS. (2020). *Solar resource maps of World*. [https://solargis.com/maps-and-gis-](https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/world)

[data/download/world](https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/world)

Sustainability Illustrated (Instruktør). (2014, januar 22). *Sustainability Strategy: Backcasting*

from Success — YouTube. <https://www.youtube.com/@learnsustainability>.

<https://www.youtube.com/watch?v=DeDm-HTFuiY>

The Natural Step. (2008, november 1). *Backcasting*. The Natural Step Canada.

<https://www.naturalstep.ca/backcasting>

The World Bank. (2022, maj 19). *Climate Explainer: Nature-Based Solutions*. World Bank.

<https://www.worldbank.org/en/news/feature/2022/05/19/what-you-need-to-know-about-nature-based-solutions-to-climate-change>

Trifonov, T. O. (2017). Coordination of battery energy storage and power-to-gas in distribution systems. *Protection and Control of Modern Power Systems*, 2(1), 38.

<https://doi.org/10.1186/s41601-017-0072-y>

United Nations. (u.å.). *What is renewable energy?* United Nations; United Nations. Hentet 6.

januar 2023, fra https://www.un.org/en/climatechange/what-is-renewable-energy?gclid=Cj0KCOiA99ybBhD9ARIsALvZavW6_MZkLSXHxVuCKw3K5j8LY5pkjSQIXL1hT4iGMI4IZ80t6EMH26waArMTEALw_wcB

Viden om vind. (u.å.-a). Hvilke forskelle og ligheder er der på landvindmøller og havvindmøller? *Viden om vind*. Hentet 24. november 2022, fra

<https://videnomvind.dk/svar-paa-rede-haand/hvilke-forskelle-og-ligheder-er-der-mellem-landvindmoeller-og-havvindmoeller/>

Viden om vind. (u.å.-b). Hvor mange kilowatt producerer sol og vind pr. Hektar? *Viden om vind*. Hentet 24. november 2022, fra

<https://videnomvind.dk/svar-paa-rede-haand/hvor-mange-kilowatt-producerer-sol-og-vind-pr-hektar/>

Viden om vind. (u.å.-c). Konkrete ulemper for vindmøllenaboen v2. *Viden om vind*. Hentet 24. november 2022, fra

<https://videnomvind.dk/fordele-og-ulemper-v2/konkrete-ulemper-for-vindmoellenaboen-v2/>

Viden om vind. (u.å.-d). *Årlig energiproduktion fra en vindmølle*. Hentet 6. januar 2023, fra

<https://videnomvind.dk/wiki/arlig-energiproduktion-fra-en-vindmolle/>

Wilhelmsson, D., Malm, T., Thompson, R., Tchou, J., Sarantakos, G., McCormick, N., Luitjens, S., Gullström, M., Patterson Edwards, J. K., Amir, O., & Dubi, A. (Red.). (2010). *Greening blue energy: Identifying and managing the biodiversity risks and opportunities of offshore renewable energy*. IUCN.

With, L., & Børsen. (2022, august 22). Nye tal: Danmarks import af kul er eksploderet i 2022. *Børsen*. <https://borsen.dk/nyheder/baeredygtig/danmarks-import-af-kul-er-eksploderet-fra-2021-til-22>

Withgott, J., & Laposata, M. (2015). *Environment: The science behind the stories* (5. ed., global ed). Pearson.