

Energistyrelsen

2022

Analyseforudsætninger
til Energinet





Analyseforudsætninger til Energinet 2022

Opdateret version hvor afsnit vedr. elforbrug, PtX og havvind er tilpasset pba. notatet "Vejledning til AF22 - Langsigtet udbygning med PtX og havvind i Nordsøen og tilslutning til det kollektive net". Opdaterede afsnit og figurer er markeret med rødt.

Kontor/afdeling
Systemanalyse

Dato
26-05-2023

J nr. 2022 – 13659

/ALAN, MTNG, IMRN

Indholdsfortegnelse

Hvorfor har Energinet brug for analyseforudsætninger?	2
Hvordan udarbejdes analyseforudsætningerne?	3
Afgrensning og anvendelse	3
Hvad indeholder dette års analyseforudsætninger?.....	5
Pejlemærker for udviklingen i årets analyseforudsætninger.....	5
Fokusområder og ændringer siden AF21	8
Resultat af offentlig høring	10
Hvordan ser udviklingen ud frem mod 2050?	11
Priser	11
Elforbrug.....	13
El- og fjernvarmeproduktionskapacitet	14
PtX og DAC	17
Eltransmissionsforbindelser til udlandet og mellem Vest- og Østdanmark	19
Gasforbrug	20
Grøn gas i nettet	21
Sammenhæng til Klimaprogram 2022.....	22

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

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

www.ens.dk



Dette notat med tilhørende baggrundsnotater og regneark udgør afrapporteringen af Analyseforudsætninger til Energinet (AF) 2022. Baggrundsnotaterne indeholder detaljerede beskrivelser af forudsætninger, mens regnearket indeholder de data, Energinet skal anvende i deres analyser.

Det bemærkes, at udviklingen i AF22 kun i begrænset omfang tager højde for den nuværende store usikkerhed på energimarkederne og den seneste tid store prisstigninger på brændselspriser. De brændselsprisforudsætninger, der ligger til grund for fremskrivningerne, blev således udarbejdet tilbage i december 2021, og afspejler dermed ikke de nuværende meget høje brændselspriser. Energistyrelsen er endvidere bevidste om, at den nuværende situation kan have en langsigtet betydning for aktørernes investeringsvillighed og afkastkrav. Dette er dog forbundet med stor usikkerhed og indregnes dermed ikke eksplicit i AF22.

Det bemærkes desuden, at målsætningerne om klimaneutralitet i 2045 og 110 pct.-drivhusgasudledningsreduktion i 2050 ift. 1990 ikke er indarbejdet, da AF22 er udarbejdet i 2022. AF22 beskriver således en mulig udvikling for energisystemet, som kan understøtte 70 pct.-drivhusgasudledningsreduktion i 2030, samt klimaneutralitet i 2050.

Hvorfor har Energinet brug for analyseforudsætninger?

Energinet er en selvstændig, offentlig virksomhed ejet af Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet. Energinet ejer og udvikler det danske el- og gastransmissionsnet og er ansvarlig for, at Danmark er forsynet med el og gas. Energinet skal sørge for, at Danmarks el- og gastransmissionsnet er gearret til en fremtid med øget grøn energi samtidig med, at de skal opretholde forsyningssikkerheden på det niveau, som fastsættes af klima-, energi- og forsyningsministeren.

Energinet udarbejder løbende markeds-, net- og forsyningssikkerhedsanalyser som fundament for opgavevaretagelsen. Disse analyser danner blandt andet grundlag for indstillinger til klima-, energi- og forsyningsministeren om investeringer i ny infrastruktur eller nye markedsløsninger.

For at sikre et solidt og validt analysearbejde, er der behov for transparente analyseforudsætninger, der beskriver en sandsynlig udvikling frem til 2050 for den del af energisystemet, der er relevant for Energinets arbejdsområde (primært forbrug af el og gas, produktionskapaciteter samt udlandsforbindelser).

Det er væsentligt at skelne mellem Analyseforudsætninger til Energinet (AF) og Energistyrelsens Klimastatus- og fremskrivning (KF). KF udarbejdes, ligesom AF, af Energistyrelsen en gang årligt, men baseres på en "frozen policy"-tilgang. "Frozen policy" vil sige, at udviklingen er betinget af en "fastfrosset politik" med fravær af nye tiltag på klima- og energiområdet ud over dem, som Folketinget har besluttet, eller som følger af bindende aftaler. KF beskriver derfor i hvilket omfang



Danmarks klima- og energimålsætninger og -forpligtelser vil blive opfyldt inden for rammerne af gældende regulering. KF fungerer derfor som en teknisk reference ved planlægning og konsekvensvurdering af nye tiltag på klima- og energiområdet. KF repræsenterer et middelskøn for, hvordan udledningerne vil udvikle sig under fravær af nye tiltag, og beskriver derudover centrale usikkerheder, der kan føre til afvigelser fra middelskønnet.

I modsætning hertil tager AF højde for politiske målsætninger, herunder, at Danmarks udledning af drivhusgasser i 2030 skal reduceres med 70 pct. i forhold til niveauet i 1990, og at Danmark opnår målsætningen om klimaneutralitet senest i 2050. Det vil sige, at AF beskriver et sandsynligt bud på udviklingen i dele af energiområdet, der er relevant for Energinets planlægning, og som flugter med opfyldelse af målsætningerne. AF tager derimod ikke stilling til, hvilke konkrete virkemidler, der kræves eller skal anvendes til opfyldelse heraf.

Hvordan udarbejdes analyseforudsætningerne?

Energistyrelsen har siden 2018 været ansvarlig for udarbejdelsen af Energinets analyseforudsætninger (AF), og Energinet er forpligtet til at anvende de til enhver tid nyeste, offentliggjorte analyseforudsætninger. AF udarbejdes af Energistyrelsen i tæt dialog med Energinet.

Afgrænsning og anvendelse

AF22 indeholder som nævnt forudsætninger for den del af det danske energisystem, der har betydning for Energinets arbejde. Det betyder, at AF22 koncentrerer sig om udviklingen i elproduktionskapaciteter samt forbruget af el og gas. AF22 indeholder således ikke forudsætninger for eksempelvis landbrug eller transportsektorens udvikling bredt set, og kan derfor ikke anvendes til at beregne VE-andele, drivhusgasemissioner og -reduktioner for det samlede danske energisystem.

AF22 er udarbejdet ud fra et fokus om langsigtet national selvforsyning, idet det forudsættes, at det indenlandske el- og gasforbrug på årsniveau dækkes af hhv. el- og gasproduktion i Danmark. Der er derudover indarbejdet antagelser om udbygning med ekstra Power-to-X (PtX)- og VE-elproduktionskapacitet ud over Danmarks indenlandske behov, der bl.a. eksporteres til udlandet i form af PtX-produkter, VE-gas og strøm. Valgene om national selvforsyning samt øget produktion til eksport tager afsæt i dels de danske og internationale politiske ambitioner herom med bl.a. *Esbjerg-erklæringen* af 18. maj 2022, *Udvikling og fremme af brint og grønne brændstoffer (Power-to-X strategi)* af 15. marts 2022 samt *Klimaaftale for grøn strøm og varme* af 25. juni 2022. Dertil viser Energistyrelsens analyser, at Danmark har gode muligheder for at blive konkurrencedygtig i vores region med både produktion af strøm og PtX-produkter. Energistyrelsen vurderer på den baggrund, at det er mest sandsynligt, at Danmark



på sigt bliver nettoeksportør af grøn energi. Der er dog væsentlig usikkerhed forbundet med disse antagelser. Energinet opfordres derfor til at anvende AF22 med relevante følsomhedsanalyser for at afdække de mest robuste infrastruktur- og markedsløsninger for Danmark.

Antagelser om udvikling i landene omkring os

Udviklingen i produktionskapacitet og forbrug samt transmissionsforbindelser mellem andre lande end Danmark er ikke en del af AF22. Idet udviklingen i landene omkring Danmark har stor betydning for elprisen i Danmark og udnyttelsen af den danske el- og gasinfrastruktur, indgår data for omverdenen derimod i Energistyrelsens såvel som i Energinets markedsmodeller. I den sammenhæng er udviklingen i udlandet baseret på data fra ENTSO-E, der hvert andet år udgiver bedste bud for 2025 samt en række langsigtede scenarier for 2030, 2040 og 2050 (TYNDP¹) og hvert år udgiver en fremskrivning af effektilstrækkeligheden frem til 2030 (ERAA²). Endvidere baserer Energinet sine forudsætninger for udlandet på den løbende dialog, de har med de lande, Danmark er elektrisk forbundet med.

Energistyrelsen har anvendt scenariet "National Trends" fra TYNDP20 som basis for AF22, da dette er det mest gennemarbejdede på nuværende tidspunkt. Scenariet er siden AF21's udarbejdelse blevet justeret af Energistyrelsen for at tage højde for de seneste udviklinger og kendte målsætninger indenfor PtX- og VE-området i Danmarks nabolande. De resulterende langsigtede elpriser er blevet robusthedstjekket ved at anvende et alternativscenarie, som Ea Energianalyse har udviklet for Energistyrelsen³.

I foråret 2022 udkom TYNDP22s nye scenarier. Det har ikke været muligt at implementere de nye udlandsscenarier til brug for AF22. Energistyrelsen anbefaler, at Energinet anvender de senest offentliggjorte scenarier, herunder TYNDP22 scenarier, i implementeringen af analyseforudsætningerne i Energinets markedsmodeller.

Elpris

Energistyrelsen og Energinet anvender forskellige elmarkedsmodeller til at beregne de fremtidige elpriser. Energinet offentliggør egne simuleringer af fremtidige elpriser, når AF22 er implementeret i Energinets modeller. Da Energistyrelsen og Energinet anvender forskellige elmarkedsmodeller, vil der forekomme forskelle mellem de af Energistyrelsen og Energinet beregnede elpriser. I forlængelse af offentliggørelsen af AF22 vil Energistyrelsen i lighed med tidligere år også offentliggøre simuleringer af fremtidige elpriser. Offentliggørelsen af både Energistyrelsens og Energinets sæt modellerede elpriser bidrager til øget

¹ Ten-Year Network Development Plan.

² European Resource Adequacy Assessment.

³ https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/systemscenarier_ea_2022_final.pdf



transparens omkring henholdsvis Energistyrelsen og Energinets vurderinger af efterfølgende konkrete oplæg til beslutninger på baggrund af AF22.

Hvad indeholder dette års analyseforudsætninger?

Pejlemærker for udviklingen i årets analyseforudsætninger

Årets analyseforudsætninger indeholder et bud på et sandsynligt udviklingsforløb, givet en række politiske målsætninger nås, for den del af det danske energisystem, der har betydning for Energinets arbejde. Udviklingsforløbets retning vurderes at være foreneligt med klimalovens mellem- og langsigtede politiske målsætninger om 70 pct. drivhusgasreduktion i 2030 set i forhold til 1990 og et klimaneutralt samfund senest i 2050.

Der vil naturligvis være flere veje til opfyldelse af de politiske målsætninger. Udviklingsforløbet i AF22 er et forsøg på at tegne et til formålet relevant bud på et udviklingsforløb på basis af den på nuværende tidspunkt tilgængelige viden. Jo længere frem i tiden forløbet rækker, des større bliver det sandsynlige udfaldsrum for udviklingen, og dets mere usikre bliver forudsætningerne.

Der er for flere områder foretaget større ændringer i AF22 sammenlignet med AF21, bl.a. som følge af nye politiske aftaler, der har en indvirkning på AF. Derudover er fremskrivningsperioden i AF22 forlænget til 2050.

Håndtering af målet om 70 pct. drivhusgasreduktion i 2030 og målet om klimaneutralitet i 2050

Som nævnt vil der være flere veje til opfyldelse af forskellige politiske målsætninger herunder opfyldelse af 70 pct.-målet i 2030 samt målet om klimaneutralitet senest i 2050. Energisektoren skal bidrage for at nå i mål, men det kan ske på forskellig vis.

Inden for el- og fjernvarmeproduktion sker der en stor omstilling væk fra brugen af fossile brændsler. Udbygningen med VE-baseret elproduktionskapacitet kan, givet indfrielsen af de politiske målsætninger, være nødvendig for at dække et stigende elforbrug i takt med, at fjernvarmeproduktionen elektrificeres og at der i andre sektorer (individuel opvarmning, erhverv og transport) sker en erstatning af forbruget af fossile brændsler med forbrug af el – enten direkte via varmepumper og elbiler, eller indirekte via Power-to-X (PtX) teknologier til produktion af elektrobrændstoffer. Udbygningen med VE forventes at ske både på land og til havs. Eksempelvis forventes der en udbygning med solceller og landvindmøller frem mod 2030 svarende til omtrent en firedobling ift. i dag, samt en udbygning med havvind til etablering inden udgangen af 2050, der vil svare til en samlet havvindskapacitet på ca. 37 GW i 2050 ift. ca. 2,3 GW i dag.



Husholdningernes og erhvervenes forbrug af ledningsgas antages væsentligt reduceret og især inden for husholdningerne antages en generel udfasning af gasfyr. Samtidig antages en accelereret produktion af grønne gasser, således at 100 pct. af ledningsgasforbruget i 2030 er grønt. Det reducerede forbrug af gas erstattes primært af et øget forbrug af el via varmepumper til opvarmning og i erhvervene også til procesenergiformål. Der vil dog langt fra ses en 1:1 sammenhæng mellem reduktion i forbruget af gas og forøgelsen af elforbrug til varmepumper, da varmepumper har en markant højere energieffektivitet. For gasfyr i husholdningerne kan man groft sagt sige, at en PJ øget elforbrug til varmepumper dækker et varmebehov svarende til ca. tre til fire PJ fossil naturgas.

Også inden for vejtransporten forventes frem mod 2030 en øget elektrificering af især den lette vejtransport. Der forventes et relativt hurtigt indfasningsforløb af elektriske person- og varebiler, blandt andet som følge af den teknologiske udvikling, et større udbud af modeller og varianter, faldende priser, forbedret opladeinfrastruktur og europæiske tiltag på området. Som en del af Fit for 55 har EU-kommissionen foreslået at skærpe CO₂-emissionsnormerne for nye person- og varebiler i 2030 og 2035. Forslaget indeholder krav om, at udledningerne fra nye person- og varebiler på EU-niveau i gennemsnit skal reduceres med hhv. 55 pct. og 50 pct. i 2030 i forhold til 2021 og med 100 pct. i 2035. Dette svarer til et forbud mod salg af nye person- og varebiler med forbrændingsmotor, herunder plug-in hybridbiler, fra 2035. Både Europarådet og Europaparlamentet har tilsluttet sig forslaget om disse krav. Den endelige aftale udestår og forventes indgået ultimo 2022. Forventningen er, at aftalen bliver vedtaget og at den vil være retningsgivende for elektrificeringen af den lette vejtransport i EU. Det antages, at udviklingen i Danmark følger de gennemsnitlige reduktionskrav på EU-niveau og at salget af alle nye person- og varebiler fra 2035 udelukkende består af rene elbiler.

For den tunge vejtransport forventes busser ligeledes at opnå en betydelig elektrificering frem mod 2030, mens forløbet for lastbiler har lidt længere udsigter. Frem mod 2050 forventes dog en markant omstilling til ellastbiler. Elektriske køretøjer er, ligesom eldrevne varmepumper, meget energieffektive sammenlignet med konventionelle køretøjer, og derfor medfører en markant udvikling i elektriske køretøjer kun en mindre vækst i elforbruget, sammenlignet med det tilhørende fald i forbruget af benzin og diesel. Det bemærkes, at AF ikke er en frozen policy-fremskrivning, og at fremskrivningen af elektriske køretøjer blot skal ses som et udtryk for en mulig udviklingsvej mod 2050.

Herudover antages en fortsat elektrificering af banetransporten, som forventes fuldt ud elektrificeret på den anden side af 2030, ligesom en stor del af indenrigsfærgerne forventes at overgå til elfærger. For den øvrige søfart samt luftfart vurderes direkte elektrificering at udgøre et mindre bidrag til den grønne omstilling, mens biobrændstoffer og PtX-brændstoffer forventes at spille en afgørende rolle.



PtX er endnu ikke bygget til storskala VE-produktion af brændstoffer, hverken i Danmark eller globalt. Det er derfor behæftet med usikkerhed, i hvilket omfang PtX vil blive etableret frem mod 2030. Der er dog en betydelig mængde udmeldte projekter i pipeline i Danmark, der bekræfter industriens interesse for PtX. AF22 medtager derfor forventningen om en væsentlig udbygning med PtX frem mod 2030. Efter 2030 antages udbygningen at tage endnu mere fart, da det er Energistyrelsens vurdering, at Danmarks langsigtede forbrug af VE-brændstoffer sandsynligvis primært vil blive dækket af dansk produceret biogas og PtX, samtidig med, at PtX-brændstoffer i højere grad vil blive anvendt til forsyningen af de skibe og fly, der tanker op i Danmark.

I sidste års fremskrivning blev teknologien Direct Air Capture (DAC) introduceret for første gang i AF. DAC er anvendelse af kulstoffangst fra luften, og teknologien forventes at få en betydning for det danske energisystem i realisering af vores klimamål. Teknologien medfører et relativt stort elforbrug, som på langt sigt kan udgøre en væsentlig andel af det samlede elforbrug i Danmark. Teknologien er dog endnu ikke fuldt udviklet, hvorfor der pt. ikke forventes en storskalaimplementering inden 2040.

PtX og DAC er ikke den eneste mulige løsning til CO₂-reduktioner, hvor det også er muligt, at eksempelvis øget iblanding af biobrændstoffer, andre typer af indfangning og lagring af CO₂ i undergrunden (CCS) samt CO₂-reduktioner i landbrugssektoren kan spille en væsentlig rolle. Disse elementer har ikke direkte betydning for Energinets arbejde, og er derfor ikke en eksplicit del af analyseforudsætningerne.

Det er Energistyrelsens vurdering, at udviklingsforløbene i AF22 er forenelige med opnåelse af 70 pct.-målet samt målet om klimaneutralitet i 2050. Da analyseforudsætningerne ikke indeholder en vurdering af Danmarks samlede energiforbrug og ikke indeholder opgørelse af drivhusgasudledninger, er det imidlertid ikke muligt at udarbejde en samlet beregning på målopfyldelse i 2030 og 2050 alene på baggrund af analyseforudsætningerne.

Følsomhedsberegninger

For at håndtere usikkerheder anvender Energinet følsomhedsanalyser på relevante parametre. Følsomhederne afspejler de projektspecifikke usikkerheder. De enkelte baggrundsnotater er suppleret med beskrivelser af særligt usikre parametre og parametre med stor betydning for Energinets analyser. Så vidt muligt er beskrivelserne suppleret med Energistyrelsens anbefalinger til relevante parametervariationer. Energinet vælger dog selv hvilke parametre og parametervariationer, der anvendes i Energinets følsomhedsberegninger. Det anbefales dog, at Energinet argumenterer for evt. andre valg af følsomhedsparametre såfremt disse fraviger Energistyrelsens forslag.



Fokusområder og ændringer siden AF21

Som nævnt i ovenstående, er der for flere områder foretaget væsentlige ændringer i AF22 sammenlignet med AF21, som følge af nye politiske aftaler, der har en indvirkning på AF. Det drejer sig bl.a. om *Klimaaftale om grøn strøm og varme* fra 25. juni 2022 samt *Aftale om udvikling og fremme af brint og grønne brændstoffer* fra 15. marts 2022 (herefter benævnt PtX-aftalen). Aftalerne indeholder bl.a. mål om 4-6 GW PtX i 2030, firedobling af VE på land i 2030, yderligere udbud af mindst 4 GW havvind til opsætning inden udgangen af 2030, 35 GW havvind i Nordsøen i 2050, samt målsætninger om udfasningen af naturgas.

Det seneste års udvikling resulterer i en markant større udbygning af PtX og VE-elproduktionsteknologier i AF22 ift. AF21, som forklaret nedenfor. Energistyrelsen bemærker, at Energinet i sit planlægningsgrundlag skal foretage grundige analyser, der skal bidrage til at kortlægge de for Danmark mest samfundsøkonomisk fornuftige markeds- og infrastrukturløsninger til at indpasse nye teknologier og tage hensyn til usikkerhederne om dem.

Med PtX-aftalen er det besluttet, at Danmark skal sigte efter at bygge 4-6 GW elektrolysekapacitet i 2030. I AF22 er udviklingen frem mod 2030 baseret på en sandsynlighedsvurdering af de udmeldte PtX-projekter på baggrund af deres modningsproces, herunder om projekterne har opnået finansiering eller støtte. Der skønnes på den baggrund foreløbigt en PtX-kapacitet på ca. 4,9 GW. Dertil antages det, at havvindsudbygningen i løbet af 2030 besluttet med *Klimaaftale om grøn strøm og varme* vil tiltrække flere PtX-projekter svarende til ca. 2 GW. Dette resulterer i en samlet PtX-kapacitet i AF22 på 6,9 GW per ultimo 2030, hvilket overstiger de politiske målsætninger.

Udviklingen af PtX-kapacitet fra 2030 til 2050 baseres på en vurdering af behovet for PtX-produkter til indenlandsk forbrug og udenrigstransport, kombineret med en vurdering af PtX-eksportpotentialet forsynet fra havvind i Nordsøen.

Klimaaftale om grøn strøm og varme indeholder bl.a., at Danmark skal udfase anvendelsen af naturgas hurtigt. Det er den politiske ambition, at der ikke skal anvendes gas til rumvarme i danske husstande fra 2035, samt at Danmark senest i 2030 vil være 100 pct. forsynet med grøn gas. I AF22 lægges det på den baggrund til grund, at det danske gasforbrug er 100 pct. dækket af grøn gas i 2030, og at der generelt ikke længere anvendes gas til opvarmning i husholdninger fra 2035.

Klimaaftale om grøn strøm og varme indeholder endvidere ambitionen om en firedobling af elproduktion fra VE på land i 2030 ift. 2021-niveau. Dette svarer til en samlet årlig elproduktion på ca. 50 TWh inden udgangen af 2030. Ambitionen kan eksempelvis realiseres ved at tidoble kapaciteten af solceller fra ca. 2 GW i 2021 til ca. 20 GW i 2030 og næsten fordoble kapaciteten af landvind fra ca. 4,7 GW i 2021 til ca. 8,2 GW i 2030. AF22 medregner omtrent en firedobling af produktion fra VE



på land i 2030. Firedoblingen af VE på land imødekommer et forventeligt væsentligt stigende elforbrug i løbet af 2020'erne, og elinfrastrukturen skal kunne rumme behovet for den nødvendige VE-udbygning på land.

Klimaaftale om grøn strøm og varme indeholder endeligt, at der udbydes områder, der kan rumme mindst 4 GW havvind yderligere til etablering inden udgangen af 2030. Beslutningen er under forudsætning af, at yderligere havvind ikke belaster statens finanser negativt over projektperioden, og at der i relevant omfang er plads i elnettet. Dette må antages at kræve, at der findes efterspørgsel efter den ekstra strøm, der produceres. Elefterspørgslen forventes bl.a. at være i form af flere PtX-projekter i Danmark. AF22 medtager på den baggrund idriftsættelsen af yderligere 4 GW inden udgangen af 2030, og det antages, at halvdelen af denne kapacitet vil blive dedikeret til PtX-produktion.

På Nordsøtopmødet i Esbjerg i maj underskrev regeringscheferne fra Tyskland, Belgien, Nederlandene og Danmark en fælleserklæring med mål om at levere mindst 65 GW havvind i 2030 fra Nordsøen og øge kapaciteten til mindst 150 GW i 2050. De fire lande vil med erklæringen levere halvdelen af den grønne strøm fra havvind, som EU har brug for i 2050 for at opnå sit mål om klimaneutralitet. Energistyrelsen vurderer, at der alene i den danske del af Nordsøen kan være økonomisk potentiale for at udnytte mindst 35 GW havvind frem mod 2050. AF22 forholder sig til Esbjerg-erklæringen ved kvalitativt at beskrive et alternativforløb for havvindsudbygningen, der indfrier ambitionen. Det centrale skøn for den langsigtede havvindsudbygning i AF22 er derimod beregnet efter dækningen af det danske elforbrug under antagelse af indfrielse af klimaneutralitet senest i 2050, herunder elforbruget til PtX til udenrigstransport og til eksport. Sidstnævnte er igen vurderet ud fra det estimerede eksportpotentiale af PtX forsynet af havvind fra Nordsøen. Denne metode resulterer i en samlet havvindskapacitet på ca. 37 GW i 2050, hvoraf ca. 30 GW i Nordsøen. AF22 forholder sig til den betydelige usikkerhed som denne antagelse er behæftet med, bl.a. med beskrivelse af forskellige udfald for udbygningen.

Aftale om grøn skattereform for industri mv. omhandler et specifikt virkemiddel til omstillingen af industrien. Analyseforudsætningerne forholder sig ikke til konkrete virkemidler, og indvirkningen af den grønne skattereform er dermed ikke vurderet særskilt. De væsentligste effekter af den grønne skattereform vurderer Energistyrelsen som helhed til at være indregnet i den overordnede udvikling i el- og gasforbruget i analyseforudsætningerne.

Resultat af offentlig høring

Energistyrelsen offentliggjorde den 23. september 2022 en høringsudgave af AF22 med henblik på at give eksterne interessenter mulighed for at kommentere på årets analyseforudsætninger. Høringsperioden forløb frem til den 10. oktober, og Energistyrelsen modtog 12 høringssvar. Energistyrelsen vil gerne takke alle, som har afgivet høringssvar, samt for henvisninger til øvrige rapporter, analyser og andet underbyggende materiale. Energistyrelsen har endvidere noteret hvilke interessenter, der ønsker at modtage en invitation til drøftelser, som snarligt vil udsendes.

Energistyrelsen har udarbejdet et høringsnotat, som organiserer høringssvarene efter emne og respondent og med Energistyrelsens kommentarer angivet efter hvert svar. Høringsnotatet kan findes på Energistyrelsens hjemmeside, hvor også høringssvarene kan findes i deres fulde længde.

Energistyrelsen har modtaget mange gode og relevante kommentarer, som vil indgå i Energistyrelsens fremadrettede arbejde med løbende at forbedre kvaliteten af Analyseforudsætningerne.

Hvordan ser udviklingen ud frem mod 2050?

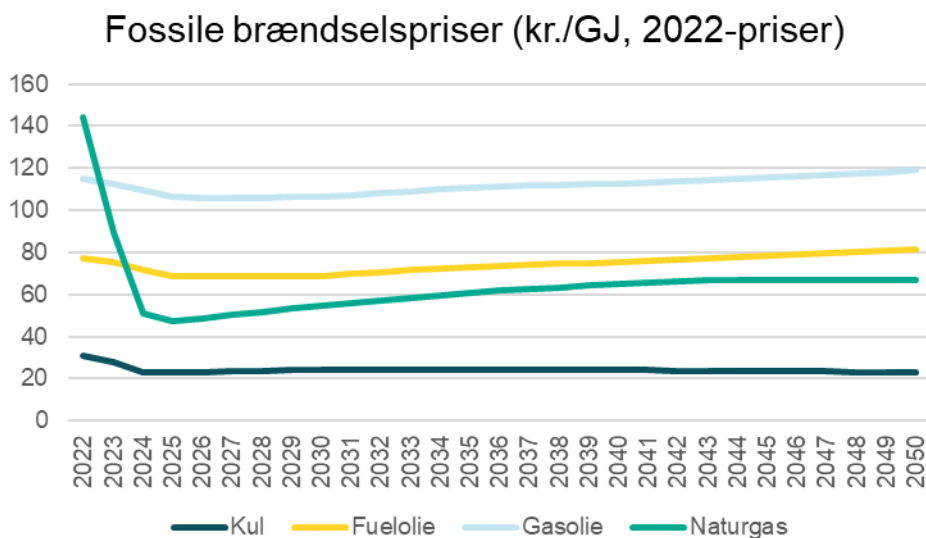
I det følgende gennemgås de væsentligste dele af analyseforudsætningerne. Hvert emne er nærmere beskrevet i et tilhørende baggrundsnotat. I baggrundsnotaterne indgår endvidere sammenligninger med sidste års analyseforudsætninger (AF21), herunder forklaringer på forskelle.

Priser

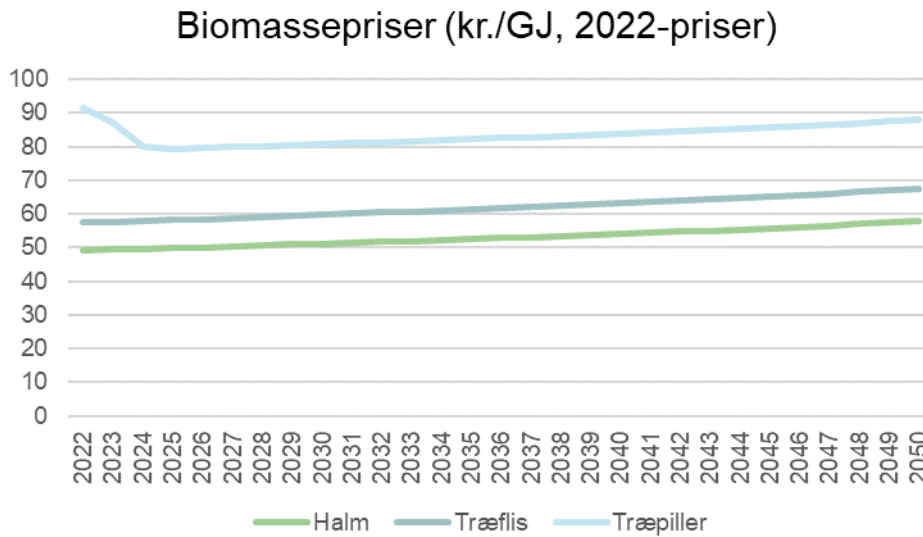
Brændselspriser

Figur 1 og Figur 2 herunder viser udviklingen i priser på fossile brændsler og biomasse. De fossile brændselspriser er baseret på IEAs World Energy Outlook 2021 ("Stated Policies" scenario) fra efteråret 2021 og forwardpriser trukket december 2021. Det bemærkes dermed, at brændselsprisforudsætningerne ikke afspejler de nuværende meget høje brændselspriser.

Biomassepriserne er baseret på en metode udviklet af EA Energianalyse, som er beskrevet i baggrundsmaterialet.



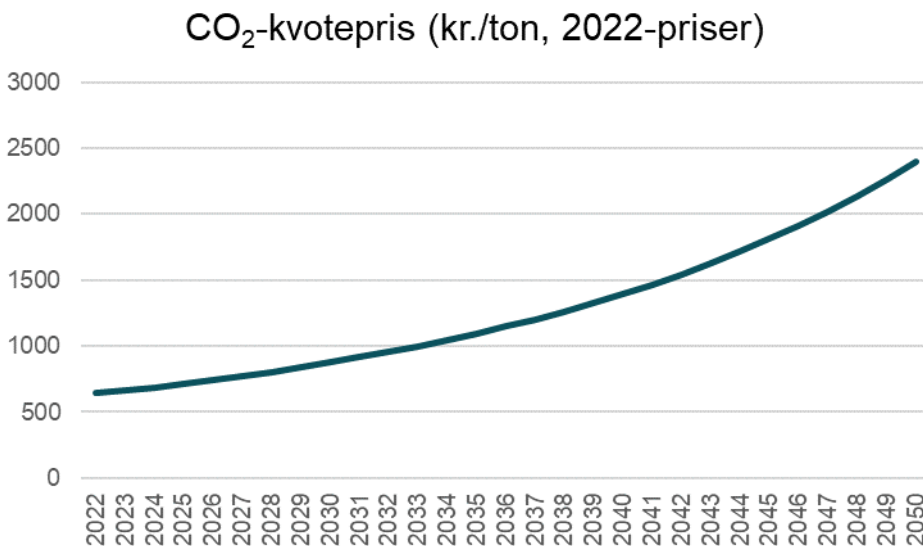
Figur 1: Fossile brændselspriser an centralt værk (kr./GJ, 2022-priser).



Figur 2: Biomassepriser an centralt værk (kr./GJ, 2022-priser).

CO₂-kvotepris

Figur 3 herunder viser udviklingen i CO₂-kvoteprisen. Kvoteprisen er baseret på seneste fremskrivning fra Finansministeriet fra juni 2022.



Figur 3: CO₂-kvotepris (kr./ton, 2022-priser).

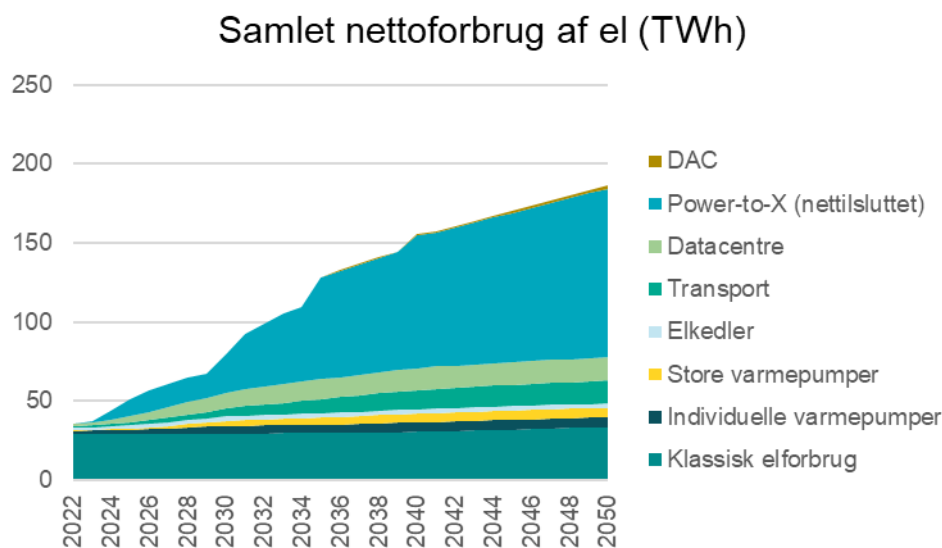
Elforbrug

Figur 4 herunder viser udviklingen i samlet nettoelforbrug fordelt efter anvendelse⁴.

Udviklingen skyldes en forventning om generel elektrificering af samfundet til opnåelse af målsætningerne om 70 pct. drivhusgasreduktion i 2030 samt klimaneutraliteten senest i 2050. Det betyder bl.a. et stigende elforbrug til individuelle og kollektive varmepumper som følge af udfasning af naturgas i husholdninger og erhverv samt omstilling af fjernvarmeproduktionen væk fra brugen af fossile brændsler. Det betyder også et stigende elforbrug til vejtransporten og et stigende elforbrug til PtX, som primært forventes at kunne anvendes inden for tung transport og industri, herunder landbrug.

Analyseforudsætninger medtager desuden et stort elforbrug til PtX, der bidrager til omstillingen af udenrigstransport i sø- og luftfart. Derudover antages Danmark at blive nettoeksportør af PtX-produkter på lang sigt, da det forventes, at det store havvindspotentiale i den danske del af Nordsøen bidrager til at Danmark bliver et attraktivt marked for produktion af PtX-produkter. Af figuren herunder fremgår alene elforbruget til den del af PtX, der antages tilsluttet det kollektive elnet. Den del af PtX, der antages etableret som offshore brintmøller, indgår dermed ikke.

Herudover skyldes stigningen udbygningen med datacentre.



Figur 4: Samlet nettoforbrug af el (TWh). Dvs. ekskl. tab i nettet på ca. 7 pct.

⁴ Bemærk, at elforbrug til store varmepumper ikke er en direkte del af AF22, men et resultat af simuleringer med Energistyrelsens markedsmodel RAMSES. Det er således kapaciteten for store varmepumper, der er indeholdt i AF22.

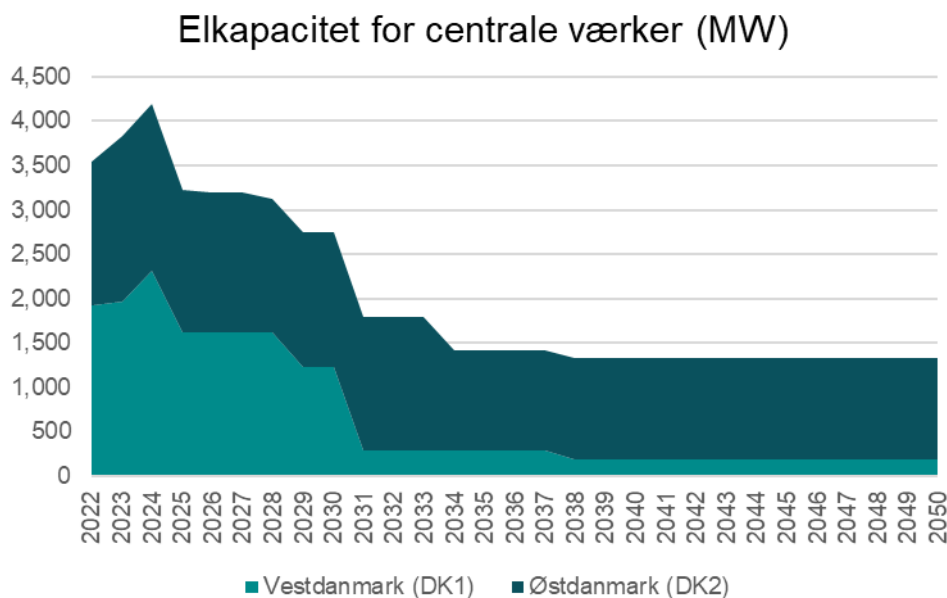
El- og fjernvarmeproduktionskapacitet

Termisk el- og fjernvarmeproduktionskapacitet

Figur 5 og Figur 6 herunder viser udviklingen i termisk elkapacitet og elkapacitet for store varmepumper til fjernvarmeproduktion.

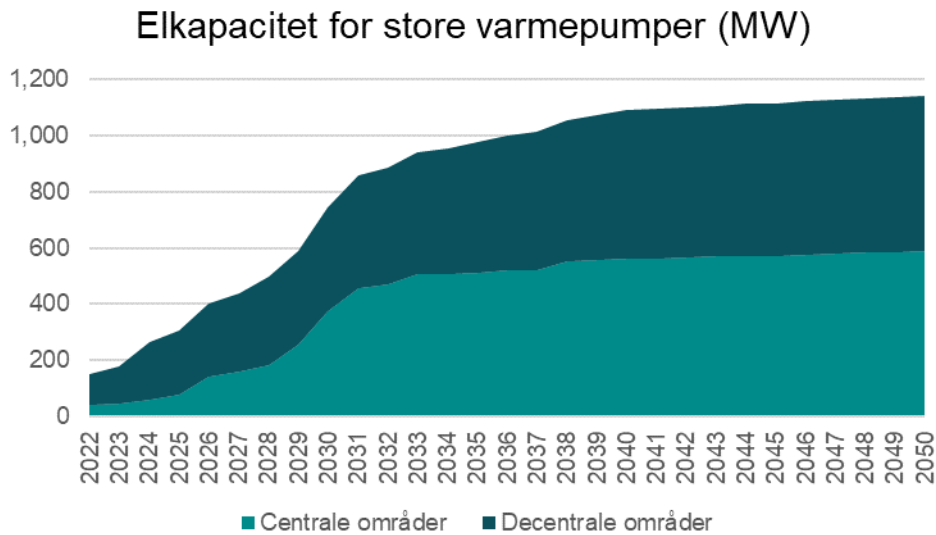
Den termiske, brændselsbaserede elproduktionskapacitet forventes at blive gradvist udfaset og antages primært at blive erstattet af varmepumper og i mindre omfang andre varmeproducerende anlæg (primært biomassekedler, elkedler og solvarme). Udviklingen på kort sigt tager højde for den senest trufne beslutning om midlertidig at udskyde lukningen af Esbjergværket, Studstrupværket Blok 4 og Kyndbyværket Blok 21 mhp. at sikre den danske elforsyningssikkerhed i vintrene 2022-2023 og 2023-2024⁵. De tre kraftværker antages at være til rådighed for elsystem til og med 30. juni 2024, når de permanent bliver taget ud af drift.

Det bemærkes, at analyseforudsætningerne som udgangspunkt ikke inkluderer forventninger til tiltag, der kan sikre effekttilstrækkeligheden, såfremt der opstår udfordringer som følge af lukninger af elproducerende værker. Udviklingen i den termiske, brændselsbaserede elkapacitet er således en afspejling af en mulig udvikling uden yderligere tiltag fra Energinets side ift. elforsyningssikkerheden.



Figur 5: Termisk elkapacitet (MW).

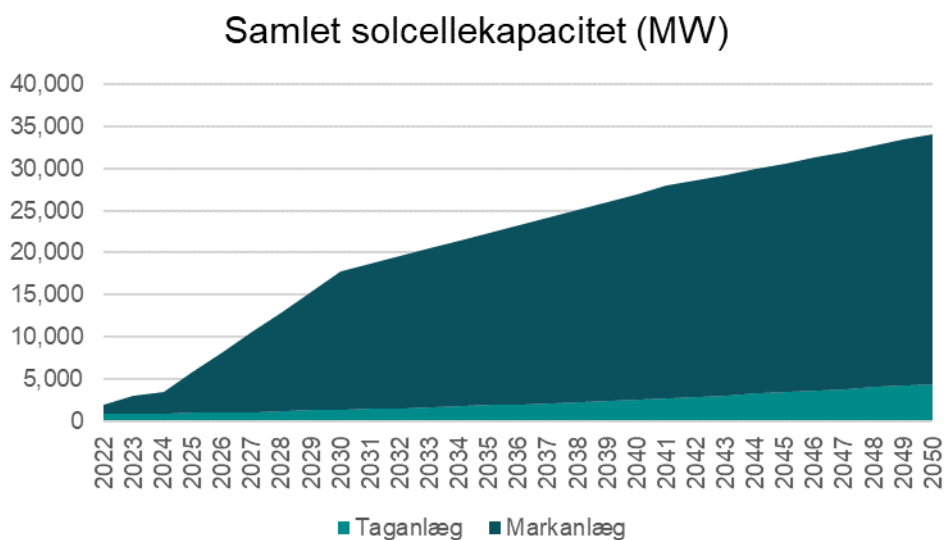
⁵ <https://kefm.dk/aktuelt/nyheder/2022/okt/regeringen-vil-udskyde-lukning-af-tre-kraftvaerker->



Figur 6: Elkapacitet for store varmepumper (MW).

Solceller

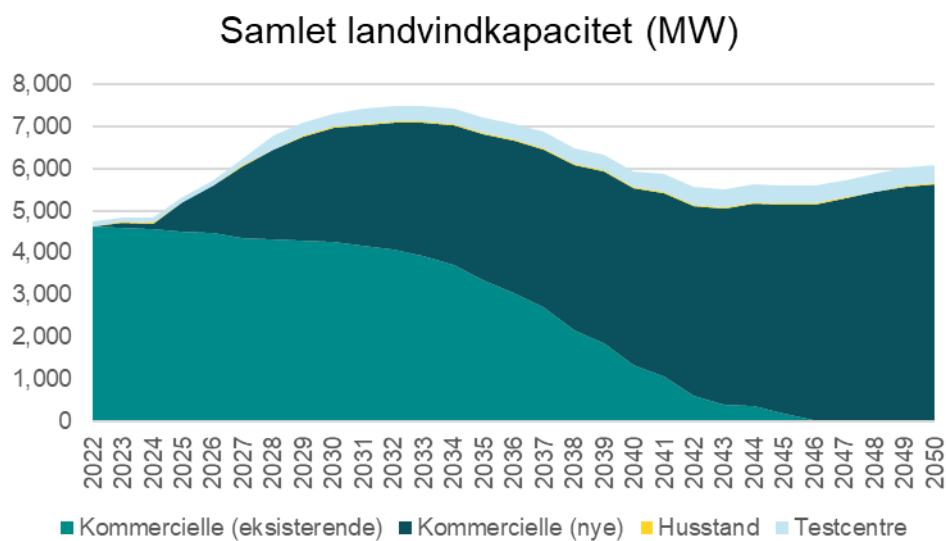
Figur 7 herunder viser udviklingen i solcellekapacitet. Især udbygningen med markanlæg antages at stige markant, og udbygningen på kort sigt er baseret på viden om konkrete projekter fra Energistyrelsens og Energinets oversigt over mulige VE-projekter i forskellige planlægningsfaser (henvises herefter til som 'pipeline'). Analyseforudsætninger antager således omtrent en tidobling af solcellekapaciteten frem mod 2030 i forhold til fremskrivningens udgangspunkt i 2022.



Figur 7: Solcellekapacitet (MW).

Landvind

Figur 8 herunder viser udviklingen i landvindkapacitet. Der antages en stor udbygning med nye, kommercielle møller frem mod 2030, efterfulgt af en jævn udbygning frem mod slutningen af fremskrivningsperioden. Analyseforudsætninger antager således, at landvindkapaciteten frem mod 2030 vil stige med ca. 150 pct. ift. fremskrivningens udgangspunkt i 2022. Faldet fra midt 2030'erne og frem mod midt 2040'erne skyldes udfasningen af de store mølleårgange opstillet sidst i 1990'erne og lige omkring årtusindeskiftet.



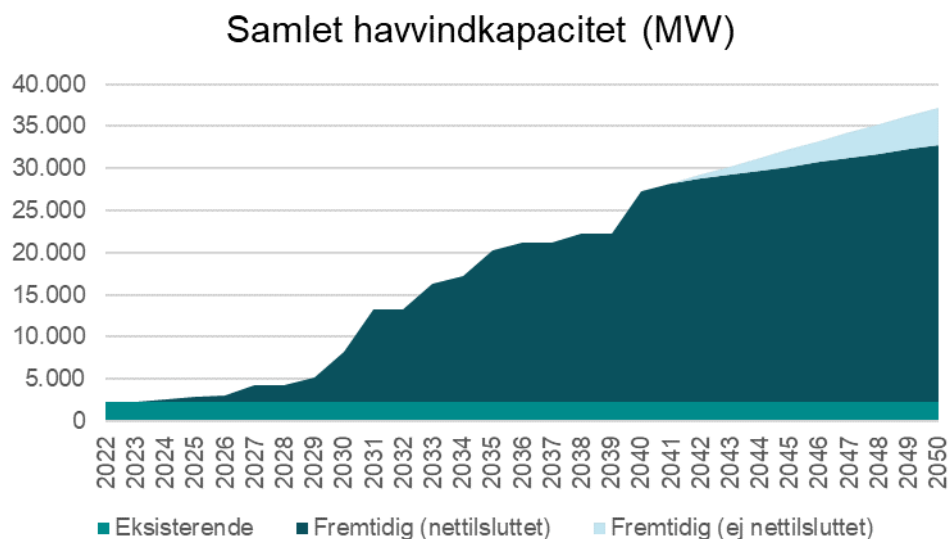
Figur 8: Landvindkapacitet (MW).



Havvind

Figur 9 herunder viser udviklingen i havvindskapacitet. Der antages en markant stigning i hele fremskrivningsperioden. Stigningen frem mod primo 2031 skyldes udbygningen med aftalte parker, herunder udbygningen med yderligere 4 GW fra *Klimaaftale om grøn strøm og varme* fra 25. juni 2022 og etableringen af energigøen ved Bornholm. Udviklingen frem mod 2040 er især betinget af etableringen af energigøen i Nordsøen, der i AF22 beregningsteknisk antages i tre faser, og der antages en fortsat udbygning i Nordsøen fra midt-30'erne og frem mod 2050, således at det samlede danske elforbrug, under antagelse af indfrielse af klimaneutralitet i 2050, kan dækkes af vedvarende energi.

Som beskrevet i baggrundsnotaterne om PtX og havvind samt uddybningen heraf i notatet "Vejledning til AF22 - Langsigtet udbygning med PtX og havvind i Nordsøen og tilslutning til det kollektive net" antages det, at kun en del af udbygningen med havvind efter 2040 tilsluttes det kollektive elnet. Udbygning med ny havvind er derfor opdelt på figuren herunder i nettilsluttet og ej nettilsluttet kapacitet.



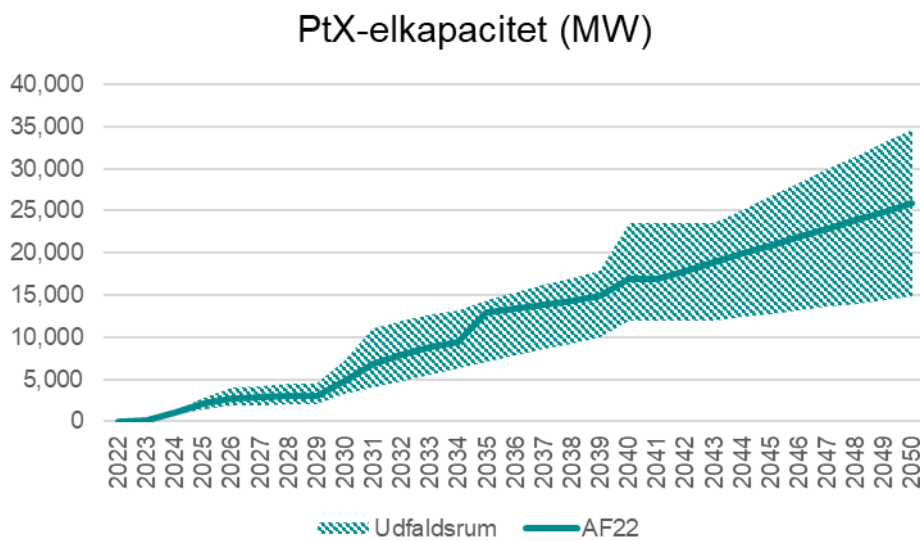
Figur 9: Havvindkapacitet (MW).

PtX og DAC

Figur 10 og **Figur 11** herunder viser udviklingen i elkapaciteten til PtX. Der antages en gradvis udbygning, som accelererer frem mod 2030, som bl.a. skyldes antagelsen om realisering af de mulige projekter i PtX-pipelinen.

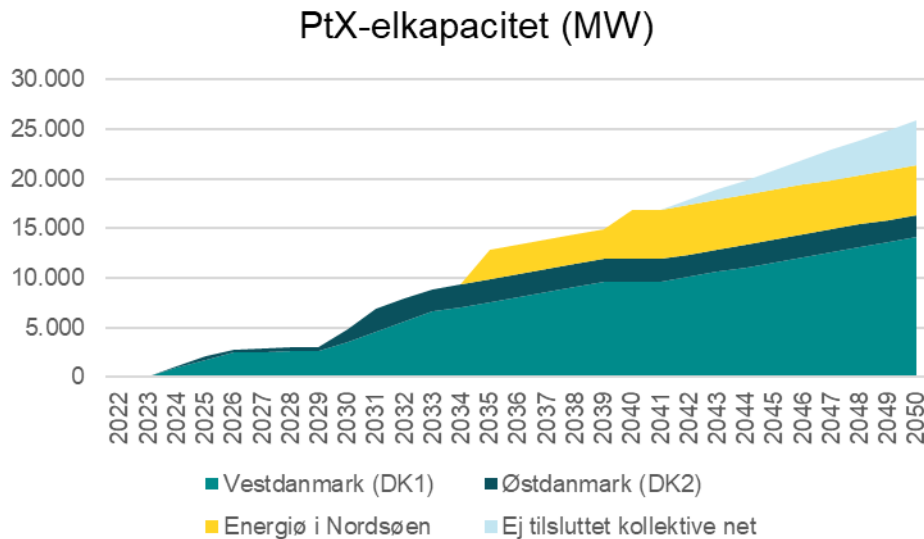
Analyseforudsætninger antager således, at PtX-målsætningen om 4-6 GW mere end indfries. Udviklingen bagefter og frem mod 2050 forudsættes at fortsætte og kan delvis knyttes til udbygningen af Energiø Nordsøen. Fremskrivningen på lang

sigt er baseret på forventede energimængder af PtX-brændstoffer med en forventet drift af PtX-anlæggene over gennemsnitligt 5.000 fuldlasttimer samt Energistyrelsens antagelser om elvirkningsgrader til forskellige PtX-produkter, som resulterer i de kapacitetsmængder til PtX, som vises nedenfor. Udbygningen er forbundet med betydelig usikkerhed og bliver suppleret med et muligt højt og lavt udfaldsrum, som bliver større på lang sigt. Det bemærkes, at udfaldsrummet kan være større end det antagne i AF22.



Figur 10: Udvikling i PtX-elkapacitet (MW).

Som beskrevet i baggrundsnotaterne om PtX og havvind samt uddybningen heraf i notatet "Vejledning til AF22 - Langsigtet udbygning med PtX og havvind i Nordsøen og tilslutning til det kollektive net" antages det, at kun en del af udbygningen med havvind efter 2040 tilsluttes det kollektive elnet. PtX er derfor opdelt på figuren herunder i nettilsluttet (DK1, DK2 og Energigø i Nordsøen) og ej nettilsluttet kapacitet.



Figur 11: Udvikling i PtX-elkapacitet (MW).

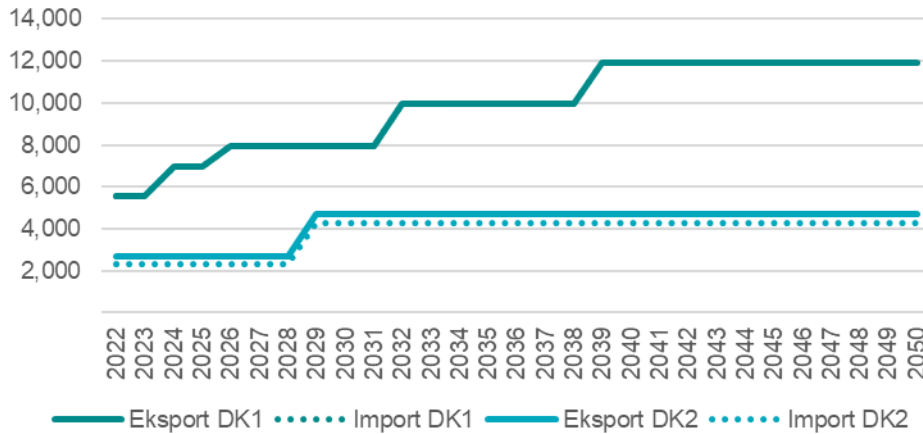
Eltransmissionsforbindelser til udlandet og mellem Vest- og Østdanmark

Figur 12 herunder viser udviklingen i eltransmissionskapacitet mellem Danmark og udlandet.

I forbindelse med etableringen af energiøen ved Bornholm antages etableringen af forbindelser på 2 GW fra Bornholm til Tyskland og 1,2 GW fra Bornholm til Sjælland (DK2) i 2029. I forbindelse med etableringen af energiøen i Nordsøen antages etableringen af forbindelser på 2 GW fra energiøen til Belgien og 1,4 GW fra energiøen til Jylland (DK1) i 2033, samt 2 GW fra energiøen til Nederlandene i 2039.

AF22 indeholder endvidere forudsætninger om Storebæltsforbindelsen mellem Vest- og Østdanmark. Forbindelsen over Storebælt er i hele perioden 590 MW fra Vestdanmark og 600 MW fra Østdanmark.

Eltransmissionskapacitet mellem Danmark og udlandet (MW)

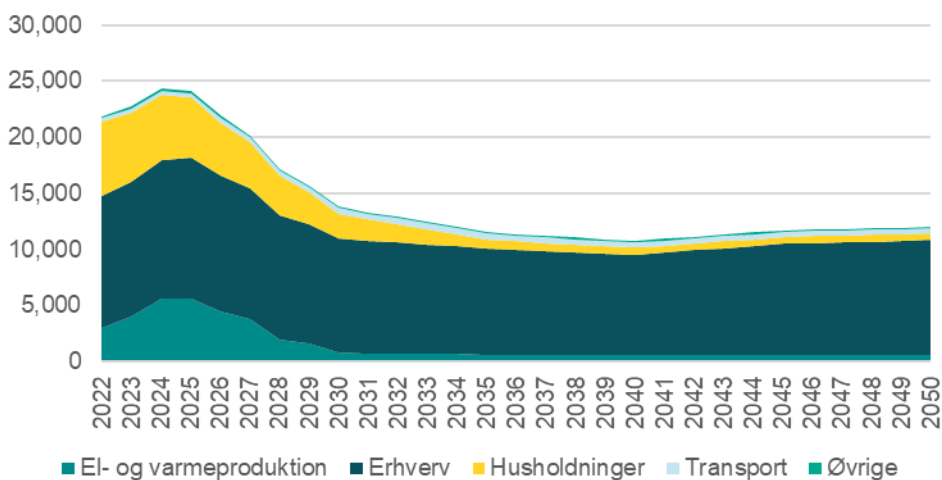


Figur 12: Eltransmissionskapacitet mellem Danmark og udlandet (MW).

Gasforbrug

Figur 13 herunder viser udviklingen i forbruget af ledningsgas fordelt efter anvendelse. Reduktionen frem mod 2030 skyldes i stort omfang udfasningen af ledningsgasforbrug til opvarmning i husholdninger, samt udfasningen af grund- og mellemlast-fjernvarmeproduktion baseret på ledningsgas.

Samlet forbrug af ledningsgas (GWh)

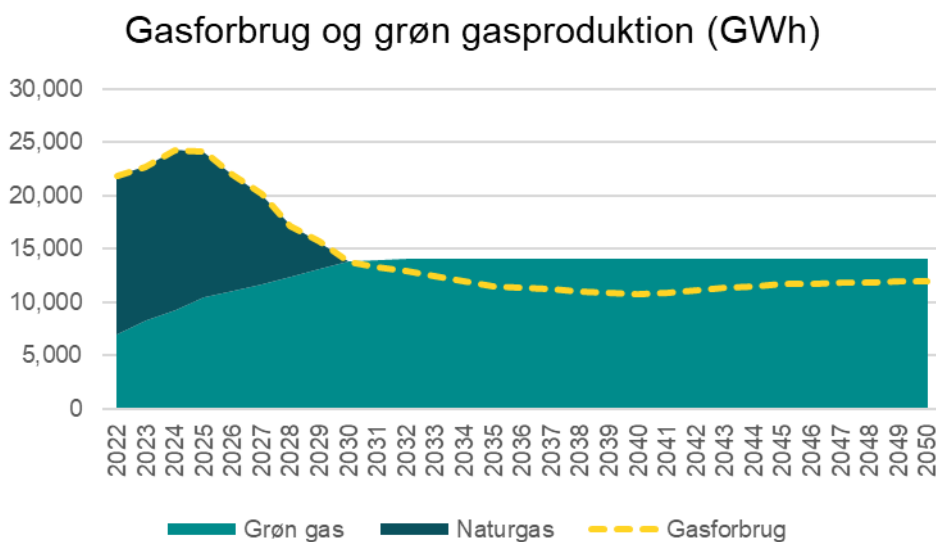


Figur 13: Samlet forbrug af ledningsgas (GWh, øvre brændværdi).

Grøn gas i nettet

Figur 14 nedenfor viser det danske forbrug af ledningsgas opdelt efter naturgas og grønne gasser. Der estimeres en markant stigning af grønne gasser i nettet frem imod 2030. Sammenholdt med et faldende gasforbrug, er det muligt at grønne gasser kan udgøre ca. 100 pct. af det danske gasforbrug i 2030. I perioden 2030-2040, skønnes andelen af grønne gasser i gassystemet at stige til ca. 130 pct. af det danske forbrug, som følge af faldende gasforbrug. Andelen af grønne gasser i gassystemet skønnes at falde til ca. 117 pct. i perioden 2041-2050. Dette skyldes en forventning om et øget gasforbrug, primært som følge af omstilling væk fra andre fossile brændsler i industriens højtemperaturprocesser.

Alternative anvendelser af den grønne gas uden for gastransmissions- og distributionssystemet kan ændre på dette billede, ligesom den konkrete udvikling i markedsforsøhold og rammevilkår for produktionen af grønne gasser kan påvirke den forventede produktion.



Figur 14: Gasforbrug fordelt på grøn gas og naturgas (GWh, øvre brændværdi).



Sammenhæng til Klimaprogram 2022

Klima-, energi- og forsyningsministeren skal hvert år udarbejde et Klimaprogram til Folketinget, hvori ministeren skal give sin vurdering af, om det kan anskueliggøres, at de nationale klimamål nås.

Som beskrevet i sidste års analyseforudsætninger, vil der fra og med AF22 blive perspektiveret til det nyeste Klimaprogram. Til Klimaprogram 2021 blev der udviklet et værktøj til at opstille scenarier til at anskueliggøre forskellige veje mod langsigtet klimaneutralitet i 2050 samt 70 pct.-målet i 2030 som trædesten. AF fremskriver udviklingen i el- og gassystemet og forholder sig i udgangspunktet ikke til emissioner, ligesom AF på andre områder kan være væsentligt mere detaljerede end de overordnede klimascenarier. På trods af dette er det væsentligt at sikre sammenhæng på tværs af de teknologier, der både indgår i Klimaprogram og AF. AF22 er derfor udarbejdet på baggrund af 2030-scenarierne i Klimaprogrammet 2022 samt på baggrund af scenarier, der sigter mod indfrielse af klimaneutralitet senest i 2050, udarbejdet af Energistyrelsen.

Det primære formål med scenariearbejdet er at anskueliggøre, at det er teknisk muligt at nå målet om klimaneutralitet i senest 2050 samt 70 pct. målet i 2030. Arbejdet har desuden til formål at illustrere, at der er forskellige veje til målopnåelse, eksemplificeret ved optegningen af fire forskellige scenarier.

Scenarierne udspænder et muligt udfaldsrum ved at have tekniske løsninger under forskellige rammebetingelser for øje og ser ikke på virkemidler i form af regulering og øvrige politiske tiltag. Således vil scenarierne ikke kunne anvendes til at vurdere samlede forvriddingsomkostninger, ligesom omkostninger på tværs af scenarierne ikke meningsfuldt vil kunne sammenlignes.

Til Klimaprogram 2022 er der opstillet følgende fire forskellige scenarier⁶:

- Bio & CCS: Bioenergi og CO₂-lagring spiller en relativt stor rolle i målopfyldelsen. Negative emissionsteknologier anvendes i stort omfang til at kompensere for restudledninger frem for at reducere selve udledningerne.
- El: Høj grad af elektrificering i samfundet; herunder bl.a. høj teknologiudvikling og billiggørelse af fx eledrevne transportteknologier og varmepumper mv. (direkte elektrificering) og Power-to-X-teknologier (indirekte elektrificering).
- Adfærd: Betydelige klimabevidste adfærdsændringer blandt borgere og virksomheder (transportvaner, kostvaner, energibesparelser, affaldshåndtering, og øget fokus på bæredygtighed inden for byggeri & anlæg mv.) samt høj grad af energieffektivisering.

⁶ <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/tekniske-analyser-til-baggrund-klimaprogram-2022>



- Nye markeder: Dansk landbrug omstilles i høj grad imod at levere til de stigende internationale markeder for plantebaserede fødevarer og proteiner, hvilket medfører en markant nedgang i landbrugets husdyrhold. Samtidig sker der en yderligere omstilling inden for byggeri & anlæg (dertil også en høj grad af elektrificering, energieffektivisering og adfærdsændringer).

AF22 er koblet til Klimaprogram 2022 ved at anvende scenarierne for indfrielse af 70 pct. målet i 2030 som sigtepunkt for udviklingen i elforbruget for husholdninger, erhverv, transport, PtX og CO₂-fangst (DAC), samt udviklingen i ledningsgasforbruget i husholdninger og erhverv. Grundforløbet i AF22 er baseret på EI-scenariet, og de øvrige tre scenarier anvendes til perspektivering og kvantificering af udfaldsrum.

I EI-scenariet sker der en høj elektrificering i samfundet, både direkte og indirekte via PtX. Derudover reduceres behovet for bioenergi i omstillingen mod klimaneutralitet, bl.a. til fremstilling af grønne brændstoffer og levering af negative emissioner. Energistyrelsen har vurderet, at EI-scenariet samlet set er det mest hensigtsmæssige at anvende til AF22. EI-scenariet er dog ikke det scenarie med det højeste elforbrug, da scenariet ikke indebærer et lige så stort behov for PtX-produktion og CO₂-fangst som fx i Bio & CCS-scenariet. Adfærds- og Nye markeder-scenarierne viser til gengæld, at klimabevidste adfærdsændringer potentielt kan mindske elforbruget i fremtiden, herunder især elforbruget til PtX. Det vurderes dog uhensigtsmæssigt at anvende disse to scenarier som udgangspunkt for det centrale forløb i AF22, idet det vurderes risikabelt at planlægge infrastrukturen på baggrund af væsentlige adfærdsændringer.

Elforbruget til datacentre og til el- og fjernvarme analyseres særskilt i AF22 og er dermed ikke defineret på baggrund af EI-scenariet. Elforbruget til PtX fra el-scenariet er desuden suppleret med en vurdering af det danske eksportpotentiale fra Nordsøen. Der henvises til de respektive baggrundsnotater for en nærmere beskrivelse af forløbene og de bagvedliggende antagelser.