



Klimastatus og –fremskrivning 2022 (KF22): Power-to-X

Forudsætningsnotat nr. 7D
Opdateret april 2022

Kontor/afdeling
Systemanalyse

Dato
28-04-2022

J nr. 2021-15863

MHVD/RSMS

Indholdsfortegnelse

| | |
|---|---|
| 1. KF22 forløbet frem mod 2035 | 2 |
| 2. Metode og antagelser bag KF22 forløbet | 3 |
| 2.1 Generelle antagelser og metode | 3 |
| 2.2 Frozen policy antagelser til KF22 | 4 |
| 2.3 CO2-reduktioner som følge af Power-to-X | 5 |
| 3. Kvalificering af KF22 forløbet | 6 |
| 3.1 Sammenligning med KF21 | 6 |
| 3.2 Usikkerhed | 6 |
| 3.3 Planlagt udvikling fremadrettet | 6 |
| 4. Kilder | 7 |

Dette forudsætningsnotat er en del af Klimastatus og -fremskrivning 2022 (KF22). KF22 er en såkaldt frozen policy fremskrivning, hvilket indebærer, at forudsætningerne for fremskrivningen afspejler et "politisk fastfrossent" fravær af nye tiltag på klima- og energiområdet ud over dem, som Folketinget og EU har besluttet før 1. januar 2022 eller som følger af bindende aftaler. For yderligere information om frozen policy tilgangen, se KF22 forudsætningsnotat 2C om Principper for frozen policy.

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

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

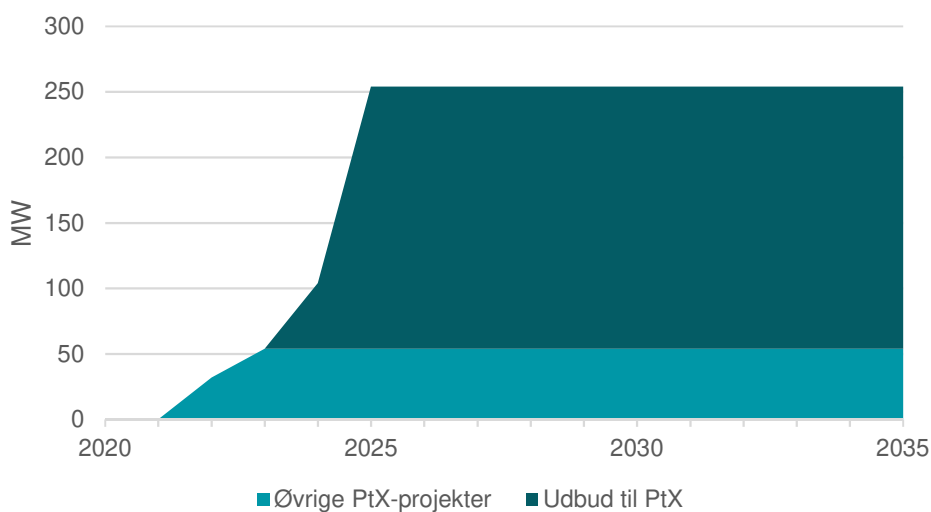
www.ens.dk

1. KF22 forløbet frem mod 2035

Ligesom KF21 baseres fremskrivningen af kapaciteten i Power-to-X (PtX)-anlæg i KF22 på besluttede tiltag, herunder det kommende statslige udbud af støtte til PtX, som blev besluttet i forbindelse med *Klimaaftale for energi og industri mv. 2020* af 22. juni 2020. Puljens størrelse forventes at være 1,25 mia. kr. Derudover indgår kendte PtX-projekter med elektrolysekapacitet, som forventes etableret uden behov for yderligere ændringer i nationale eller internationale rammevilkår.

PtX-anlæg i FUD-skala og i form af fyldestationer til brint udgør under 5 MW totalt set i 2021 og inkluderes ikke eksplicit i KF22, men medtages i stedet på aggregeret vis samt gennem de forventede udrulninger af brintbiler, -lastbiler og -busser. Det er antaget, at udbuddet af støtte til PtX giver anledning til en samlet elektrolysekapacitet på ca. 200 MW, og at hele denne kapacitet er indfaset i løbet af 2024 med fuld produktion fra primo 2025. Dette er en beregningsteknisk antagelse, som er forbundet med betydelig usikkerhed, både hvad angår kapacitet og tidspunkt for fuld kapacitet. Regeringen har endvidere afsat 850 mio. kr. til dansk deltagelse i IPCEI på brint. Erhvervsstyrelsen har udvalgt to danske projekter, der søges realiseret under IPCEI'et, og som det er ambitionen at udmønte de afsatte 850 mio. kr. til. Det er på nuværende tidspunkt forventningen, at statsstøttenotifikationen til Kommissionen vil finde sted primo 2022 og godkendelse vil følge heraf i første halvdel af 2022, hvorfor disse projekter ikke indgår i KF22. Den antagne udvikling i elektrolysekapacitet frem mod 2035 i KF22 er vist i figur 1.

Figur 1: Beregningsteknisk antagelse om udvikling i samlet elektrolysekapacitet





Den antagne udvikling i elektrolysekapacitet frem mod 2035 består dels af kapacitet fra at kommende udbud til PtX, dels af en række projekter, hvor der er truffet endelig investeringsbeslutning. Det drejer sig om to projekter med støtte fra Energilagingspulje 2019 (samlet 32 MW elektrolyse) og endelig af en række andre, planlagte elektrolyseanlæg i størrelsen 6–10 MW på samlet 22 MW elektrolyse.

Elektrolysekapaciteten forventes at stige fra under 5 MW i 2021 til 32 MW i 2022, på grund af allerede kendte projekter, hvorfor effekten heraf er relativt sikker. Herefter antages elektrolysekapaciteten at vokse til en samlet kapacitet på 254 MW frem mod ultimo 2024. Herefter antages elektrolysekapaciteten at være uændret frem til 2035, se figur 1.

Der er betydelig usikkerhed knyttet til effekten af PtX-udbuddet. Eventuelle effekter af den markedsbaserede tilskudspulje til CCUS er ikke inkluderet, da de nærmere betingelser for udformningen heraf endnu ikke er fastlagt. Der er ikke medtaget yderligere PtX-anlæg i Frozen Policy-fremskrivningen.

2. Metode og antagelser bag KF22 forløbet

2.1 Generelle antagelser og metode

Begrebet Power-to-X (PtX) dækker over konverterings- og lagringsteknologier baseret på brint produceret ved elektrolyse ved hjælp af el fra vedvarende energikilder som vind-, sol- eller vandkraft. Elektriciteten bruges til at drive en elektrolyseenhed, som spalter vand til brint og oxygen. Brinten kan herefter enten bruges som slutprodukt i sig selv eller syntetiseres videre til andre brændstoffer, såsom ammoniak eller metanol, som med en samlebetegnelse kaldes elektrobrændstoffer eller e-brændstoffer. Et elektrolyseanlæg kan således omdanne VE-el til flydende og gasformige brændstoffer, og kan således bidrage til en grøn omstilling af energiforbrug, der ellers er vanskelig at omstille gennem direkte elektrificering, fx i transportsektoren. Derudover kan PtX-anlæg bidrage til balancering af udsving i produktionen af elektricitet fra fx vindmøller ved at forbruge el i timer med stor vindkraftproduktion. Der kan dermed være positive synergier mellem udbygningen af VE og PtX dog under forudsætning af, at PtX-anlæggene placeres geografisk hensigtsmæssigt ift. elnettet, samt at PtX-anlæggene vil blive drevet fleksibelt således forbruget mindskes når elprisen er høj.

Eventuel viderekonvertering fra brint til andre PtX-produkter er ikke specificeret, da det er behæftet med væsentlige usikkerheder, hvad angår type og udbredelse af konverteringsanlæg.

For elektrolyse antages det, at de to elektrolyseanlæg, som er under etablering med tilskud (Energistyrelsen, 2019c), på henholdsvis 12 MW og 20 MW, tidligst er i



drift i 2022. Det antages endvidere, at de to elektrolyseanlæg vil være i drift i hele den efterfølgende periode frem til 2035. Yderligere elektrolysekapacitet på samlet 22 MW er under etablering og antages at være i drift fra 2023 og i den efterfølgende periode frem til 2035.

I forbindelse med *Klimaaftale for energi og industri mv. 2020* af 22. juni 2020 blev det besluttet både at etablere en CCUS-pulje og et statsligt udbud til PtX-anlæg. Det er antaget, at midlerne i CCUS puljen går til lagring af CO₂ (CCS) og ikke i sig selv giver anledning til produktion af kulstofbaserede PtX-brændstoffer (CCU). Denne vurdering vil dog blive revurderet i KF23, når de nærmere betingelser for CCUS-puljen kendes. Det statslige udbud til PtX-anlæg er nærmere beskrevet i næste afsnit.

2.2 Frozen policy antagelser til KF22

Regeringen har etableret en statslig pulje til PtX-udbud, som finansieres af en aftale indgået med Holland om statistiske overførsler af VE-andele af en samlet værdi på 1,25 mia. kr. Udbud af støtte til PtX-anlæg på 1,25 mia. kr. er i beregningerne vurderet at give 200 MW elektrolyse. Energistyrelsen vil foretage en nærmere vurdering af CO₂reduktionseffekten på baggrund af den endelige udbudsmodel. Dog vil skøn af både energi- og CO₂-effekt være behæftet med stor usikkerhed, hvilket bl.a. skyldes, at det er en ny teknologitype i det danske energisystem, at der er usikkerhed om den mulige værdiskabelse på efterspørgselssiden, og at udformningen af udbuddet ikke er endeligt fastlagt.

Energinet har anmeldt et nyt netprodukt kaldet "begrænset netadgang" til Forsyningstilsynet i maj 2020. Produktet giver elkunder, der er tilsluttet på transmissions-niveau (fx PtX-producenter), mulighed for en reduceret nettarif og til gengæld være tilsluttet det kollektive elnet som afbrydelige kunder. Dette kan medføre en mindre opjustering i den forventede elektrolysekapacitet. Det er dog for nuværende Energistyrelsens forventning, at de anmeldte tarifændringer ikke vil være tilstrækkelige til, at der etableres ny kapacitet på markedsvilkår, om end denne vurdering er behæftet med usikkerhed. Ud over de anmeldte tarifændringer har Energinet også offentliggjort forslag om modernisering af systemtariffen, som forventes at kunne have væsentlige effekter på tarifbetalingen for storskala-PtX. Disse er endnu ikke anmeldt til Forsyningstilsynet, og medtages ikke som forudsætning i KF22.

For så vidt angår efterspørgselssiden, fremgår flere PtX-fremmende indsatser i EU-kommissionens Fit-for-55-pakke. Energistyrelsen vurderer, at disse både kan have en effekt på PtX anvendt i Danmark og efterspørgslen på PtX i EU. Det er usikkert i hvilket omfang, mulige reduktioner ifm. Fit-for-55 vil bidrage til de danske klimamål.

Da Fit-for-55 forslaget endnu ikke er vedtaget, indgår disse vurderinger ikke i Frozen Policy-fremskrivningen (jf. også KF22 forudsætningsnotat 2C).

Det antages i beregningerne, at udbuddet til PtX gennemføres i 2023, men dette er behæftet med en vis usikkerhed. Fra afgørelsen af udbuddet til idriftsættelse af et eller flere elektrolyseanlæg skønnes at gå 1-3 år. Et PtX-anlæg skønnes at kunne opføres på ca. 1 år, såfremt anlægget opføres i forbindelse med eksisterende anlæg, som har relevante miljø- og plangodkendelser m.v., eksempelvis ved ét af de eksisterende raffinaderier i Danmark. Skal der opføres helt nye anlæg på bar mark, estimeres etableringsfasen at kunne tage 2-3 år. Effekter af udbuddet vil derfor tidligst kunne forventes fra 2024. Det antages, at elektrolyseanlæg opført i forbindelse med PtX-udbuddet vil være i drift frem til 2035. Dette også selvom PtX-udbuddet kan udformes som en driftsstøtte over en kortere årrække med ophør inden 2035.

Power-to-X kan ikke under nuværende regulatoriske rammer på kort og mellemlangt sigt konkurrere på markedsvilkår med andre brændstoffer, herunder direkte elektrificering og biobrændstoffer. Derfor forudsættes der ikke at komme understøttede PtX-anlæg i KF22's Frozen Policy-fremskrivning. Der er annonceret PtX-projekter på op mod samlet 7 GW, men er der ikke truffet endelig investeringsbeslutning for størstedelen af de udmeldte projekter. Kun de projekter, hvor der er kendskab til investeringsbeslutning indgår i KF22 forløbet.

2.3 CO₂-reduktioner som følge af Power-to-X

Drift af PtX-anlæg, fx i form af produktion af grøn brint, giver først en CO₂-reduktion, når PtX-produkterne fortrænger et fossilt produkt. De generelle principper for udledningsopgørelse er beskrevet i KF22 forudsætningsnotat 2B. Reguleringen ift. CO₂-reduktioner ved anvendelse af e-brændstoffer i transporten behandles i KF22 forudsætningsnotat 4B om VE-brændstoffer. CO₂-reduktioner som følge af CO₂-fangst og -lagring behandles i forudsætningsnotat 7E om CCS.

Herudover kan PtX-produkter anvendes i industrielle processer og på sigt give anledning til CO₂-reduktioner i industrien. Anvendelse af PtX-produkter i industrien forventes ikke at vinde stor udbredelse frem mod 2035 i et Frozen Policy-scenarie grundet en relativt høj merpris og behandles derfor ikke i KF22.

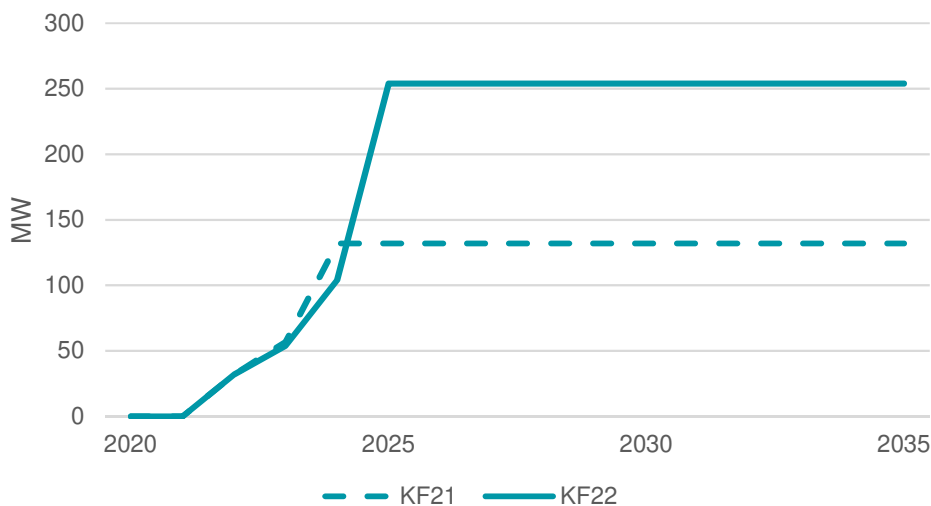
I det kommende udbud til PtX er det forventningen at støtten vil blive tildelt produktionen af PtX, og der forventes ikke i udbudsmodellen at være krav til at anvendelsen skal ske i Danmark, eller at der nødvendigvis støttes produktion af produkter, der reducerer danske emissioner. Der indgår derfor ikke særskilt vurdering af fortrængning af CO₂ i Danmark fra PtX-udbuddet i KF22. Den endelige udbudsmodel er dog ikke fastlagt ved skæringsdatoen for KF22, som er 1. januar 2022.

3. Kvalificering af KF22 forløbet

3.1 Sammenligning med KF21

I KF21 indgik de to elektrolyseanlæg, som er under etablering med tilskud fra energilagringsspulje (Energistyrelsen, 2019c), på henholdsvis 12 MW og 20 MW, samt udbud til PtX under antagelse om udbudsstørrelse på 750 mio. kr. og elektrolysekapacitet som følge deraf på 100 MW, dvs. samlet elektrolysekapacitet på 132 MW fra 2024 og frem mod 2035, se figur 2. I KF22 er budgettet øget til 1.250 mio. kr., som på baggrund af nuværende vurderinger forventes at resultere i 200 MW elektrolysekapacitet. Endvidere er der ud over de 32 MW, som indgik i KF21, planlagt PtX projekter på 22 MW, samlet 54 MW ud over forventet kapacitet fra udbuddet.

Figur 2. Elektrolysekapacitet i KF21 og KF22, MW



3.2 Usikkerhed

Der er som nævnt betydelig usikkerhed knyttet til mange elementer vedrørende PtX, herunder ikke mindst effekten af PtX-udbuddet.

3.3 Planlagt udvikling fremadrettet

De forestående forhandlinger af en dansk strategi for Power-to-X og en dansk strategi for CCS samt afklaring om betingelserne i det kommende udbud af støtte til PtX vil kunne give anledning til justering af de skønnede effekter i KF23. Det kan i den forbindelse bemærkes, at regeringens PtX-strategi fra december 2021 indeholder et sigte om 4-6 GW PtX-kapacitet i 2030. Målet er ikke på nuværende



tidspunkt understøttet af konkrete virkemidler og kan derfor ikke tælles med i KF22. KF23 forventes at indeholde vurderinger ift. evt. nye nationale tiltag, indhold og udmøntning af Fit-for-55-pakken, de forventede tarifmodeller fra Energinet, indholdet af udbuddet af energijørerne, samt evt. konkrete investeringsbeslutninger fra markedsaktører – herunder konkretisering af importbehov i Tyskland.

4. Kilder

Europæisk energiscenarie "TYNDP 2020 Scenario Report" udarbejdet af ENTSO-E/G udgivet juni 2020. https://www.entsos-tyndp2020-scenarios.eu/wp-content/uploads/2020/06/TYNDP_2020_Joint_ScenarioReport_final.pdf

Pressemeddelelse om Energistyrelsens tilsagn om støtte på henholdsvis 80 og 48 mio. kr. til to Power-to-X-projekter i henholdsvis Skive og Fredericia. <https://kefm.dk/aktuelt/nyheder/2019/dec/128-mio-kr-til-udvikling-af-groenne-braendstoffer/>

Pressemeddelelse om EU-tilskud på 223 mio. kr. til Greenlab Skive projektet <https://energiwatch.dk/Energinyt/Renewables/article13359935.ece>

Pressemeddelelse om EUDP's tilsagn om støtte på 81 mio. kr. til REDDAP projektet. <https://eudp.dk/en/node/16250>

Pressemeddelelse om European Energy projekt om PtX-anlæg <https://europeanenergy.com/da/pressemeddelelser/2021/11/12/european-energy-acquires-reintegrate>

Pressemeddelelse om tilskudspulje til Power-to-X <https://kefm.dk/aktuelt/nyheder/2020/jun/regeringen-sikrer-massiv-investering-i-power-to-x>

Regeringens strategi for Power-To-X <https://kefm.dk/Media/637751860733099677/Regeringens%20strategi%20for%20Power-to-X.pdf>

Teknologikatalog for Fornybare Brændstoffer https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/technology_data_for_renewable_fuels.pdf