

Power-to-X OG FJERNVARME

FJERNVARME ER NØGLEN TIL PTX-SUCCES



COWI

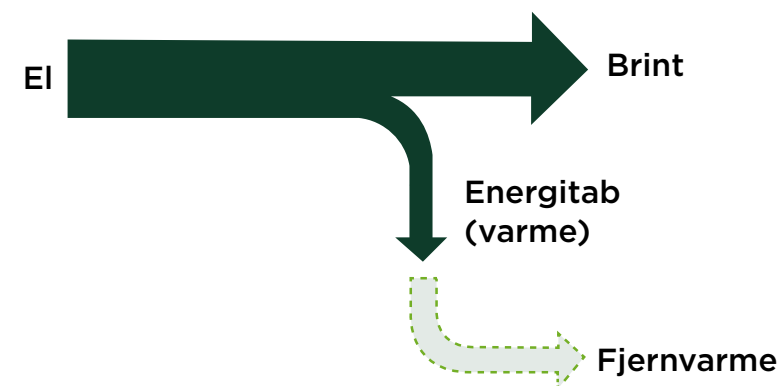


ENERGITAB ELLER INTEGRATION I FJERNVARMEN

Power-to-X er processer, der via elektrolyse omdanner el til brint, der så kan omsættes til andre formål, såsom flydende brændstof.

En række aktører har allerede meldt ambitiøse planer for nye projekter ud og i takt med, at der kommer klarhed om rammerne for udbygning med PtX, er det forventeligt, at endnu flere vil følge trop. Energibranchen forventer, at der i 2030 vil være anlæg med en samlet kapacitet elektrolyse på mellem 1 GW og op til 6 GW.

Elektrolyse-processen skaber store mængder varme, ligesom PtX-anlæggets hjælpesystemer, såsom kompressorer også danner overskudsvarme. Overskudsvarme udgør ca. 10-25% af energien i PtX-processen, hvorfor potentialet for at udnytte varmen i fjernvarmen er meget stort.



Power-to-X (PtX) omdanner el (power) til X'er, som fx brint, metanol eller flybrændstof. Den overskydende varme kan potentielt anvendes til fjernvarme.



KONKLUSIONER FRA RAPPORTEN

Rapporten konkluderer, at PtX-anlæg, fjernvarmekunder og samfundet vil nyde gavn af integration af PtX og fjernvarme. Der er udfordringer, og rapporten kommer med forslag til, hvordan de kan løses.

- Fjernvarme kan bidrage til PtX-succes. Omkostningen til produktion af grøn brint kan reduceres, hvis elektrolyse og fjernvarme kobles sammen. Den forbedrede økonomi for brintproducenten kan bidrage til hurtigere etablering og større PtX-anlæg i Danmark.
- Varmen fra PtX er velegnet til integration i fjernvarmen som en del af en CO₂-neutral fjernvarmeforsyning.
- Udnyttelse af PtX-varme til fjernvarme forstærker integration på tværs af sektorer som el, varme, transport, affald, industri og landbrug. Integration med fjernvarme betyder øget energieffektivitet og sektorintegration.
- Øget grøn eksport, hvis dansk PtX-strategi samtænkes med danske styrkepositioner som vindkraft og fjernvarme.



FORDELE VED INTEGRATION AF PTX OG FJERNVARME

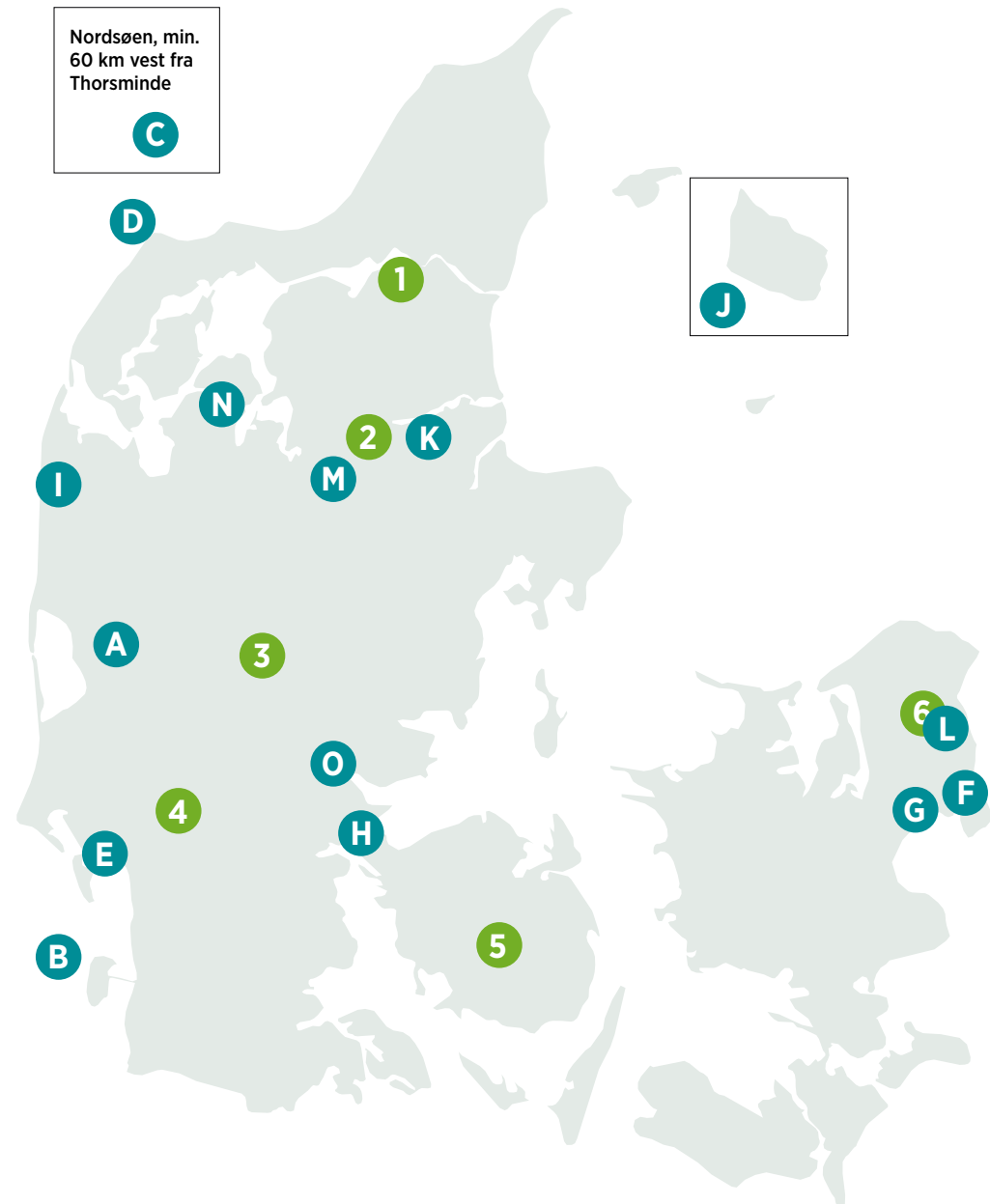
Fordele for PtX-anlæg ved integration med fjernvarme

- Analyser viser en forbedret konkurrenceevne for elektrolyseanlægget ved salg af varme til anvendelse i fjernvarmen. Der er både en direkte effekt ved en indtægt fra salg af varmen og en effekt af flere driftstimer.
- Brintproducenterne kan spare omkostninger til køling, hvis fjernvarme kan løse opgaven med at føre varmen væk fra PtX-anlægget.
- Nogle kunder vil måske være villige til at betale mere for brint fra et PtX-anlæg, hvor en stor del af energitabet undgås og i stedet anvendes til fjernvarme. Det giver et mere grønt brintprodukt.

Overskudsvarme fra PtX er interessant for fjernvarmeselskaberne

- CO₂-neutral varmekilde, som ikke er baseret på afbrænding.
- Forventes tilgængelig i store mængder, også tæt på de store byer. Der er potentiale til både at forsyne eksisterende fjernvarmeområder og samtænke placering af PtX-anlæg med nye fjernvarmeområder, fx i forbindelse med konvertering af naturgasområder.
- Forventning om mange driftstimer på PtX-anlæg, og dermed en stabil varmekilde.
- Overskudsvarme med høj kvalitet (høj temperatur og høj energitæthed)
- Synergi med CO₂-fangst på eksisterende fjernvarme- og kraftvarmeanlæg.

POWER-TO-X PROJEKTER I DANMARK - REALISEREDE OG PLANLAGTE



Med tilladelse baseret på kort fra Dansk Gasteknisk Center, se <https://www.gasfakta.dk/p2x-kort>

REALISEREDE PROJEKTER		
#	Anlægsnavn, produktionsformål, sted og virksomhed	I brug
1	Power2Met, Metanol, Aalborg · Green Hydrogen Systems, Re:Integrate, AAU, E.ON, Nature Energy, Rockwool Fase I: 0,3 mio. L, Fase II: 10 mio. L, CO ₂ fra biogas, H ₂ fra 0,5 MW AEL	Fase I: okt. '20, på AAU, Fase II: '22 ved Greenlab
2	HyBalance, Brint, Hobro · Air Liquide, Hydrogenics, Centrica, Energinet, Hydrogen Valley Elnetstabilisering gennem brintproduktion i 1,2 MW PEM-celler, der fyldes i mobile lagre til brug til transport eller via et brintgasnet i industri	'18
3	Integreret vindmølle/elektrolyse, Brande · Siemens Gamesa, Green Hydrogen Systems Brintproduktion i en 0,4 GW AEL-celle, el direkte fra en 3 MW onshore-vindmølle. Ingen elnettilslutning.	I starten af '21
4	Energilagring - Brintinjektion i gasnettet, Agerbæk · Energinet, DGC, Evida, IRD Fuel Cells Fase I: Iblanding af op til 15% brint i et lukket højtryks-testsystem. Fase II: iblanding af op til 25% brint	Fase I: '17-'20 Fase II: '20-
5	eSMR-MeOH, Kgs. Lyngby · Topsøe, AU, SINTEX, Blueworld, DTU Demonstration af eSMR-MeOH-teknologi i industriel relevant størrelse og muliggørelsen af kommercialisering efter projektet.	'19, komm. efter '23
6	eFuel, Broby, Fyn · Nature Energy, DTU, SDU Metanisering af CO ₂ i biogassen i en reaktor via en risefilterreaktion. Mikroorganismer omdanner CO ₂ og brint til metan. Fjernvarmelevering muligt. Planlagt brintforbrug til metanisering på 16 Nm ³ /h	'20
PLANLAGTE PROJEKTER		
#	Anlægsnavn, produktionsformål, sted og virksomhed	Planlagt
A	Injection technology for H ₂ -meditated production of methane (InjectMe) · Landia A/S, AU, University of Queensland Projektets eksperimentelle arbejde: 1. metanproduktionskapacitet, 2. fleksibilitet; 3. prisseffektivitet. Undersøgelse af teknisk og kommercielt potentiale mht. kemisk, biologisk metanisering og kemisk power-to-etanol.	'21-'23
B	OYSTER-Project, Offshore brintproduktion på Nordsøen · ITM Power, Ørsted, Siemens Gamesa, m.fl. Offshore-brintproduktion i MW-skala. Udvikling af kompakt og pålideligt design. Undersøge omkostnings- og performance-niveau for at sikre en billig brintproduktion	'21-'24
C	Kunstig energigjødning i Nordsøen, i direkte omgivelser af 3-10 GW havvindparker; udlandsforbindelser · Den danske stat Ifølge klimaafalen besluttede et bredt flertal af Folketinget i klimaafalen bygning af energigjødning, som består i fase I af 200 og i fase II af 600 vindmøller	3 GW i '30 10 GW på sigt
D	Exowave, vand, elektricitet og PtX · Exowave ApS, AAU, MDT A/S, DanWEC Bestemmelse af den optimale skalerbare konfiguration og enhedsomkostning (LCOE) for elektrolyse ved kombination af vind- og bølgekraft	'21-'22
E	Vindstrøm til CO ₂ -fri gødning og brændstof · Copenhagen Infrastructure Partners, Arla, Danish Crown, DLG, Mærsk, DFDS · CO ₂ -fri produktion af ammoniak til gødning eller brændsel. Produktion af brint via 1 GW elektrolyse. Reduktion af op til 1,5 mio. tons CO ₂ -varme til Esbjerg	Beslutning: '22/'23 I drift: 2026
F	Storskala-P2X i Københavns Kommune · Ørsted, CPH Lufthavn, Mærsk, DSV, SAS Fase I: 10 MW demonstrationsanlæg, Fase II: 250 MW, Fase III: 1,3 GW	Fase I: '23, Fase II: '27, Fase III: '30
G	H2RES, Brintprod. til transport, Avedøre · Ørsted, Everfuel, Nel, Green Hydrogen, DSV, Energinet 2 MW brintelektrolyse til prod. af 600 kg. H ₂ /dag. Strømmen kommer fra 2 havvindsanlæg ved Avedøre på hver 3,6 MW	Ca. '22
H	HySynergy, grøn brintfabrik til at erstatte sort brint i raffinaderiet, Fredericia · Shell, Everfuel · Fase I: 20 MW-elektrolyse, 10 tons lagerkapacitet (500 MWh), Fase II: 1 GW fleksibel grøn brintproduktion, overskudsvarme til fjernvarme	Fase I: '22 Fase II: '30
I	Grøn P2-ammoniakfabrik, Ramme · Skovgaard Invest, Haldor Topsøe, Vestas · Produktion af 5.000 ton grøn ammoniak. Brintelektrolyseanlæg med en kapacitet på 10 MW og efterfølgende ammoniakproduktion. Derudover opføres et 50 MW solcelleanlæg	'22
J	Energigjødning Bornholm Havvindpark i størrelsesorden på 3-5 GW, overskudsvarme bruges til brint- og e-fuel produktion	'28
K	LH2 Vessel, Hobro · Ballard, DGC, AAU, MAN, OMT, FMT Flydende brint til opskalerede brændselsceller til fremdrift af skibe - batteri/brændselscelle-hybridløsninger	Efter '23
L	DREAME, Kgs. Lyngby · DTU, GHS, Danish Power Systems Udvikling af ny elektrolytmembran for at øge effektiviteten af alkalisk elektrolyse til et niveau sammenligneligt med PEM-teknologien	Ca. '22
M	Green Hydrogen Hub, Hobro/Viborg · Eurowind, Corre Energy, Energinet Etablering af 350 MW elektrolyseanlæg og 0,2 MWh brintlager som langtidslager. Derudover kombineres det med et højtryks luftlager, kapacitet 320 MW	Ca. '25
N	GreenLab Skive P2X, brint- og e-brændsel Greenlab, EuroWind, Everfuel, Eniig, E.ON, Energinet, GHS, DGC, Re:Integrate 12 MW elektrolyseanlæg; 1,6 MWh batterilager, 75 MW el fra vindmøller og solceller, CO ₂ fra Greenlab Skive Biogas.	'22
O	P2X-partnerskab i Trekantsområdet	Ca. '26

UDFORDRING #1:

VÆRDI AF INTEGRATION MED FJERNVARME HAR VÆRET OVERSET

Fjernvarme bidrager til bedre økonomi, højere energieffektivitet og øget hastighed i etableringen af PtX i Danmark. Disse fordele er en del af fundamentet for en succesfuld, dansk PtX-strategi.

Anbefalinger:

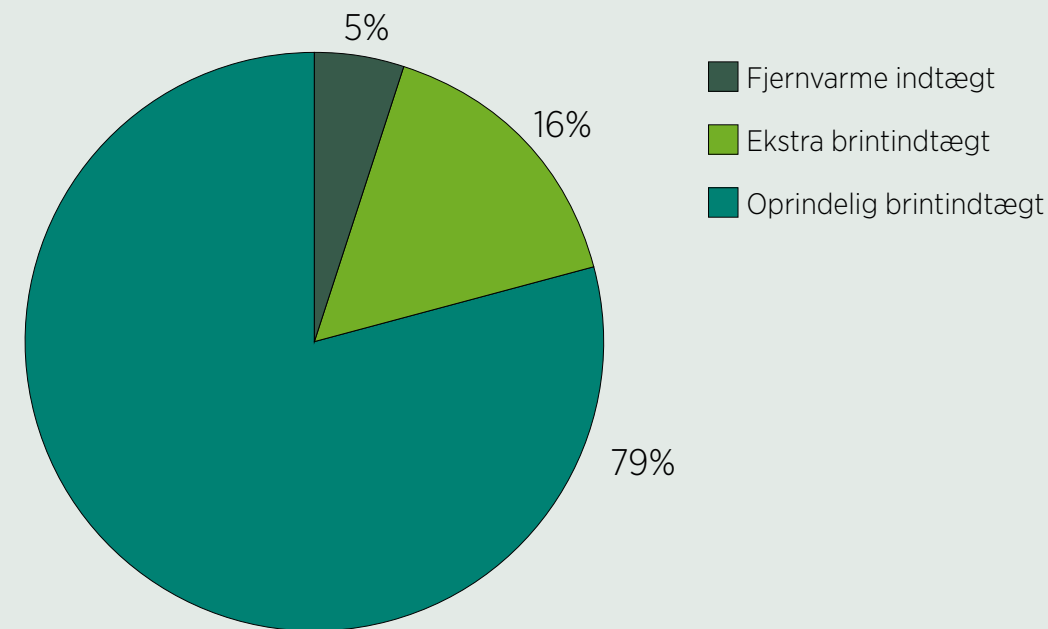
- En gennemtænkt, dansk PtX-strategi med fokus på sektorintegration, energieffektivitet og hastighed. Fjernvarme er en nødvendig del af en dansk PtX-strategi.
- Værdier fra integration mellem PtX og fjernvarme bør indgå i det faglige fundament for en dansk PtX-strategi og planlægningen af konkrete projekter.
- Indtænk fjernvarme i PtX-eksportstrategi



INTEGRATION MED FJERNVARME GIVER BEDRE ØKONOMI I BRINTPRODUKTION

Case-analyser af drift og dækningsbidrag for elektrolyseanlæg viser, at fjernvarme bidrager til PtX-anlæggets økonomi.

- Indtægter fra salg af varmen til fjernvarme. Der er bedst økonomi i at udnytte varmen fra selve elektrolyseprocessen (60-70 °C), men også varmen fra hjælpesystemer som kompressorer (ca. 35 °C) er relevant at udnytte.
- Øget brintproduktion fordi varmesalget betyder, at de variable omkostninger kan dækkes i flere af årets timer. Det giver flere driftstimer på anlægget.



Fordeling af indtægter efter integration med fjernvarme i case-analyse af 20 MW elektrolyseanlæg.

Integration med fjernvarme forbedrer økonomien for PtX-anlægget. Den overordnede økonomi afhænger af etableringsomkostninger, som ikke er inkluderet i case-analysen.

Sektorintegration er årsagen til den øgede brintproduktion og de ekstra indtægter.

FJERNVARMESKTORENS BETYDNING FOR DANMARK



22.300 fuldtidsjobs

Fjernvarmesektoren står for over 22.300 fuldtidsjobs i Danmark. For industrien alene har vi set en stigning i antallet af fuldtidsjobs på knap 12% siden 2012.



BNP bidrag på 17,7 mia. kr.

Fjernvarmesektoren bidrager til BNP med 17,7 mia. kr. Sektoren står for 0,8 pct. af Danmarks samlede BNP, som i 2019 lød på 2.318 mia. kr.



59 mia. kr. i omsætning

Omsætningen i fjernvarmesektoren udgør i 2019 58,8 mia. kr. – en stigning på 7% siden 2012. Industriens omsætning er steget til 19 mia. kr., hvilket er det højeste niveau siden 2012.



7,6 mia. kr. i eksport

Fjernvarmesektoren eksporterer varer og serviceydelser for 7,6 mia. kr. – den højeste eksport nogensinde.

GRØN EKSPORT

Samfundets interesse i at udnytte synergierne i sektorintegration handler ikke kun om en effektiv omstilling af Danmark. Det handler også om fremtidige arbejdspladser og indtægter fra grøn eksport. Det gælder i særlig grad for integration af PtX og fjernvarme.

- Faglige vurderinger indikerer, at brintprisen kan reduceres med 5-10% ved integration med fjernvarmen, og at det vil være tilstrækkeligt til at give et konkurrencemæssigt forspring til etablering af flere brintanlæg i Danmark.
- Danmark har allerede vind og energieffektivitet som to styrkepositioner i grøn energiekseport. Den tredje styrkeposition er fjernvarmeindustrien. Ved at kombinere de tre i designet af PtX-teknologien, kan Danmark være med til at definere, hvordan PtX og ”sektorintegration” skal se ud i Europa og resten af verden.
- Demonstration af energieffektive PtX-løsninger med udnyttelse af overskudsvarmen er fundamentet for øget, grøn eksport indenfor vindkraft, elektrolyse, anden PtX-teknologi og fjernvarme.

UDFORDRING #2:

INVESTERINGER I ENERGIINFRASTRUKTUR

Der er mange ubekendte i udviklingen af PtX-teknologier og energiinfrastrukturerne for el, varme, gas og brint. Uanset hvilken vej udviklingen ender med at gå, så er varmeinfrastruktur fundamentet for sektorintegration og for at kunne genbruge og skabe værdi ud af varmen fra PtX.



Anbefalinger:

- PtX-strategien skal understøtte effektiv planlægning og placering af PtX-anlæg, og integration med fjernvarme bør altid overvejes.
- Prioritering af midler til infrastruktur, inkl. varmetransmission, varmelagre og forbedret PtX-integration i eksisterende fjernvarmesystemer.
- Lær af erfaringerne fra at genbruge overskudsvarme fra store datacentre.
- Fokus på nødvendige forstærkninger af elnettet, så for langsom udbygning af specielt transmissionsnettet ikke bliver en barriere for hverken etablering af PtX-lokationer med adgang til fjernvarmesystemer eller elektrificering af fjernvarmen.

UDFORDRING #3:

DET SKAL AFPRØVES I VIRKELIGHEDEN

Grundlæggende er PtX-teknologierne på plads, men der ligger udfordringer i gennemførelse af projekter i stor skala og i at demonstrere integrationen med fjernvarmen.

Anbefalinger:

- Prioritering af midler til demonstration af anlæg med integration til grøn elproduktion, fjernvarme og afsætning af grønne produkter. Både i mellem og stor skala.
- Flere midler til forskning, udvikling og demonstration med fokus på integration af PtX og fjernvarme.



UDFORDRING #4:

TIMING OG RAMMEVILKÅR

Timing er en af de vigtigste udfordringer, hvis kabalen med PtX-anlæg, udbygning af elnettet og grøn omstilling af fjernvarmen skal gå op.

Rammer, regulering, støtteordninger og bureaukrati kommer til at have stor betydning for hastigheden og retningen af PtX-udviklingen i Danmark. Herunder også fjernvarmens muligheder for at indgå i sektorintegrationen af PtX.

Anbefalinger:

- Planlægning for at sikre den nødvendige timing mellem udvikling af PtX-anlæg, elnet, fjernvarme og aftagere til de grønne produkter. Herunder samarbejde omkring placering af PtX-anlæg.
- Rammer og regulering af fjernvarme som understøtter grøn omstilling og synergi med PtX.
- Prioritering af CO₂-kilder fra affald og biomasse som del af den danske PtX-strategi.
- Klare rammer for CO₂, som understøtter klimamålsætningerne. Fx håndtering af negativ CO₂-udledning og certifikater.
- Sikring og udvikling af varmegrundlaget for fjernvarme, så varme fra PtX kan udnyttes i størst muligt omfang.
- Ny tilgang til eltariffer, så de ikke modarbejder integration af PtX og fjernvarme og elektrificering af fjernvarmen.
- Garantimuligheder til innovative projekter, som kan have en forhøjet risikoprofil.

KRAFTVÆRKSPLADSER GIVER MULIGHEDER

Kraftværkspladser har gode koblinger til infrastrukturer og en række fordele, som gør dem egnede til placering af nogle af de første store PtX-anlæg i Danmark

- Stærk kobling til elsystemet
- Stærk kobling til varmeinfrastruktur
- Gode transportforhold
- God plads
- Kilder til CO₂
- Kobling til gasnettet
- Har allerede mange godkendelser
- Nærhed til store energilagre
- Synergi med andre anlæg ved kraftværkspladserne

Eksempel på en kraftværksplads



Odense



Læs mere i rapport om Power-to-X og fjernvarme på Grøn Energis hjemmeside.