DANSKE HAVNE

En grøn havnestrategi for Power-to-X

DANSK ENERGI

Indhold

2 Forord

4 Vision og anbefalinger til en grøn havnestrategi for Power-to-X

4 Havnene er knudepunkt for godstransport og energi

7 Hvad er Power-to-X?

9 Markedet for Power-to-X til skibe og lastbiler

9 Skibsfart – flere PtX-brændsler er i spil samt øget behov for regional bunkering

12 Brint kan få stor rolle for langdistance-lastbiler

14 Havnens rolle i Power-to-X-værdikæden

14 Lokale forhold afgør havnens rolle i værdikæden – mange danske havne er allerede i gang

17 Store udenlandske havne satser kraftigt på Power-to-X

18 Uddybning af anbefalinger til en grøn havnestrategi for Power-to-X

18 Omstillling skal støttes af staten

20 Lovgivning skal understøtte investeringer i PtX på havne

22 Havne-, energi- og transportbranchen skal fortsat bidrage aktivt til omstillingen

24 Referencer

FORORD

Tine Kirk
Direktør (CEO), Danske Havne

Lars Aagaard
Adm. direktør, Dansk Energi

Power-to-X (PtX) er en afgørende teknologisk løsning til produktion af grønne brændsler som brint, metanol, ammoniak og kerosen, som kan erstatte fossilt forbrug i industri og i den tunge transport til vands, til lands og i luften.

PtX kan her bidrage til at opfylde det danske 70 % klimamål i 2030 og levere et markant bidrag til Danmarks og EU's klimaudfordringer og ønsket om CO_2-neutralitet i 2050.

Den danske transportsektor står for ca. 30 % (ca. 14 mio. ton CO_2 pr. år) af den samlede danske CO_2-udledning i 2020.[1] Heraf tegner lastbiler sig for ca. 1,7 mio. ton og indenrigssejllads for ca. 0,8 mio. ton. Skibsfart i danske farvande udleder årligt ca. 8-9 mio. ton CO_2 og udgør dermed omkring 1 % af de globale udledninger fra skibsfarten.* I 2050 vurderes det, at PtX-brændsler kan udgøre totredjedele af de globale skibsbrændsler samt en femtedel af brændsler til vejtransport.[2] Det viser, at omstilling til nulemissionsbrændsler i international godstransport både nær Danmark og globalt set er en stor opgave, der kræver massiv grøn energiproduktion til bl.a. PtX.

Havnene er energiknudepunkter, hvor skibsfart møder land. Samtidig er havnene et centralt omdrejningspunkt i Danmarks infrastruktur og afgørende for vores sammenhængskraft på tværs af landet og kontinentet. Her bunkeres skibe, lastbiler tankes, mens gods og fisk lastes og losses, og passagerer skifter til næste transportform. Samtidig har vi i Danmark en lang og stolt maritim tradition. Danmark er verdens femtestørste søfartsnation og den syvendestørste maritime industri med en samlet årlig produktionsværdi på mere end 85 mia. kr.

Dertil kommer, at Danmark har alle muligheder for at blive en kerneaktør inden for udviklingen af PtX i Europa. Vi har adgang til billig grøn strøm, offshorevindteknologier, god geografisk placering, et energisystem i verdensklasse og et integreret system til at levere grøn brint til vores nabolande. Samtidig har vi globalt førende virksomheder og havne, der har ambitioner og visioner til at drive udviklingen inden for PtX. Ikke mindst har vi en stærk tradition for at finde gode løsninger i fællesskab og på tværs af sektorer.

Det giver en unik position, som rummer muligheden for, at Danmark kan blive både producent og leverandør af nye, grønne brændstoffer, der kan drive den grønne omstilling af transportsektoren. Og samtidig blive et eksporteventyr for Danmark. Lokal dansk PtX-produktion kan ydermere bidrage til at reducere det globale behov for transport af brændsler.

Som en del af en grøn havnestrategi for PtX opstiller vi følgende vision for PtX i de danske erhvervshavne:

"Danmark er i 2030 en verdensførende nation inden for omstilling til PtX-brændsler, og de danske erhvervshavne tilbyder havneinfrastruktur til at understøtte PtX-brændsler til skibe og lastbiler"

* Skønsmæssigt estimat af ud fra brændselsforbrug i danske farvande på ca. 100-120 PJ.

Danmark er i 2030 en verdensførende nation inden for omstilling til PtX-brændsler, og de danske erhvervshavne tilbyder havneinfrastruktur til at understøtte PtX-brændsler til skibe og lastbiler

Danmark har muligheden for at indtage en nøglerolle som foregangsland ved at skabe de rette rammer, så erhvervslivet kan investere i hele værdikæden fra produktion til havne og til omstilling af skibe. Danmark og danske virksomheder får dog ikke denne nøglerolle foræret, og i en række lande omkring os er der ambitiøse udviklinger i gang ift. PtX-produktion, anvendelse og forberedelse af havneinfrastruktur til PtX-brændsler. Der er behov for politisk handling og opbakning til, at danske havne kan blive et energiknudepunkt for PtX-brændsler til transportsektoren. Det kan ske som en del af PtX-strategien, infrastrukturaftaler eller særlige politiske aftaler samt ved at revidere lovgivning, så PtX indtænkes hensigtsmæssigt.

Derfor har Danske Havne og Dansk Energi taget initiativ til udarbejdelsen af en grøn havnestrategi for PtX. Danske virksomheder og danske havne har allerede set det store potentiale, der ligger for Danmark i PtX. Både for klimaet og som eksportmuligheder. Det skal vi investere i.

Vision og anbefalinger til en grøn havnestrategi for Power-to-X

Danmark skal omstille den tunge transport til grøn energi. Vi skal vove at gøre det ved at investere i PtX, så det både bidrager til at reducere vores CO_2-udledning og bliver en sund forretning.

For at nå dertil skal produktionskapaciteten på PtX øges, så prisen på de grønne brændstoffer kan konkurrere med traditionelle fossile brændsler. Samtidig skal infrastrukturen i havnene udbygges til at levere PtX. Dermed kan vi sikre nye eksportmuligheder, en ny dansk styrkeposition i skarp international konkurrence samt sikre, at danske havne er klar til fremtidig efterspørgsel på PtX-brændstoffer som grøn brint, metanol og ammoniak.

Havnene er knudepunkt for godstransport og energi

Danmark har over 8.500 km kystlinje, hvor omkring 50 erhvervshavne ligger jævnt spredt ud over de lange strækninger. Havne er en kritisk del af den nationale transportinfrastruktur, økonomi og lokalsamfund. Samtidig indtager de danske havne sjettepladsen over verdens mest effektive havne.[3]

Visionen for en grøn havnestrategi for PtX til danske havne lyder:

Danmark er i 2030 en verdensførende nation inden for omstilling til PtX-brændsler, og de danske erhvervshavne tilbyder havneinfrastruktur til at understøtte PtX-brændsler til skibe og lastbiler

Anbefalinger, der kan få os i gang med at omstille infrastruktur til PtX-brændsler frem mod 2030:

1. Omstilling til PtX-brændsler skal støttes af staten

Støt hele PtX-værdikæden med at komme i gang	Støttemidler på 4 mia. kr. til kickstart af PtX, således at danske PtX-projekter inden for tung vejtransport, skibe og fly bliver besluttet i 2021 og lægger sporene for den danske PtX-indsats frem mod 2030. Støtte skal gives til værdikæde-projekter, hvor der er produktion, infrastruktur og efterspørgsel, som løbende kan opskaleres. På den måde kommer vi hurtigt i gang med både mindre og større projekter og sikrer, at havnene udvikles rettidigt ift. hvor, den første efterspørgsel opstår. En del af støtten skal lukke det pris-gap, der er mellem konventionelle brændstoffer og nye PtX-baserede drivmidler.
Støt PtX-havne-infrastruktur, så den er på forkant af efterspørgslen	En årlig pulje på 100 mio. kr. over 5 år, der kan udbetales fx fra 2023-2027, hvor havne kan søge om støtte til udbygning af infrastruktur til levering af PtX-brændsler. Infrastrukturen kan være fx rørføring og elforsyning fra kollektive systemer til produktionsanlæg på havnen, udvikling af lagerplads til opbevaring, arealer til produktionsfaciliteter mv.
Øg efterspørgslen på PtX-brændsler fra offentligt ejede skibe	Gennemfør grønne statslige og kommunale udbud i forhold til færgedrift og anden skibsfart med krav om anvendelse af nye grønne brændsler som bidrag til skalering af efterspørgslen på PtX.
Øg efterspørgslen ved strategiske samarbejder med udvalgte lande	Politisk og fra myndighedsside kan man øge efterspørgslen ved at arbejde for strategiske samarbejder med udvalgte lande. Fx Norge og Sverige ift. CO_2-neutral færgetransport og udvikling af de tilhørende havne til at understøtte ambitionen. Desuden fx partnerskab med lande i Østersø- og Nordsøregionen om PtX-omstilling af skibsfart, der sejler i disse farvande, og klargøring af nødvendige havne til at understøtte ambitionen.

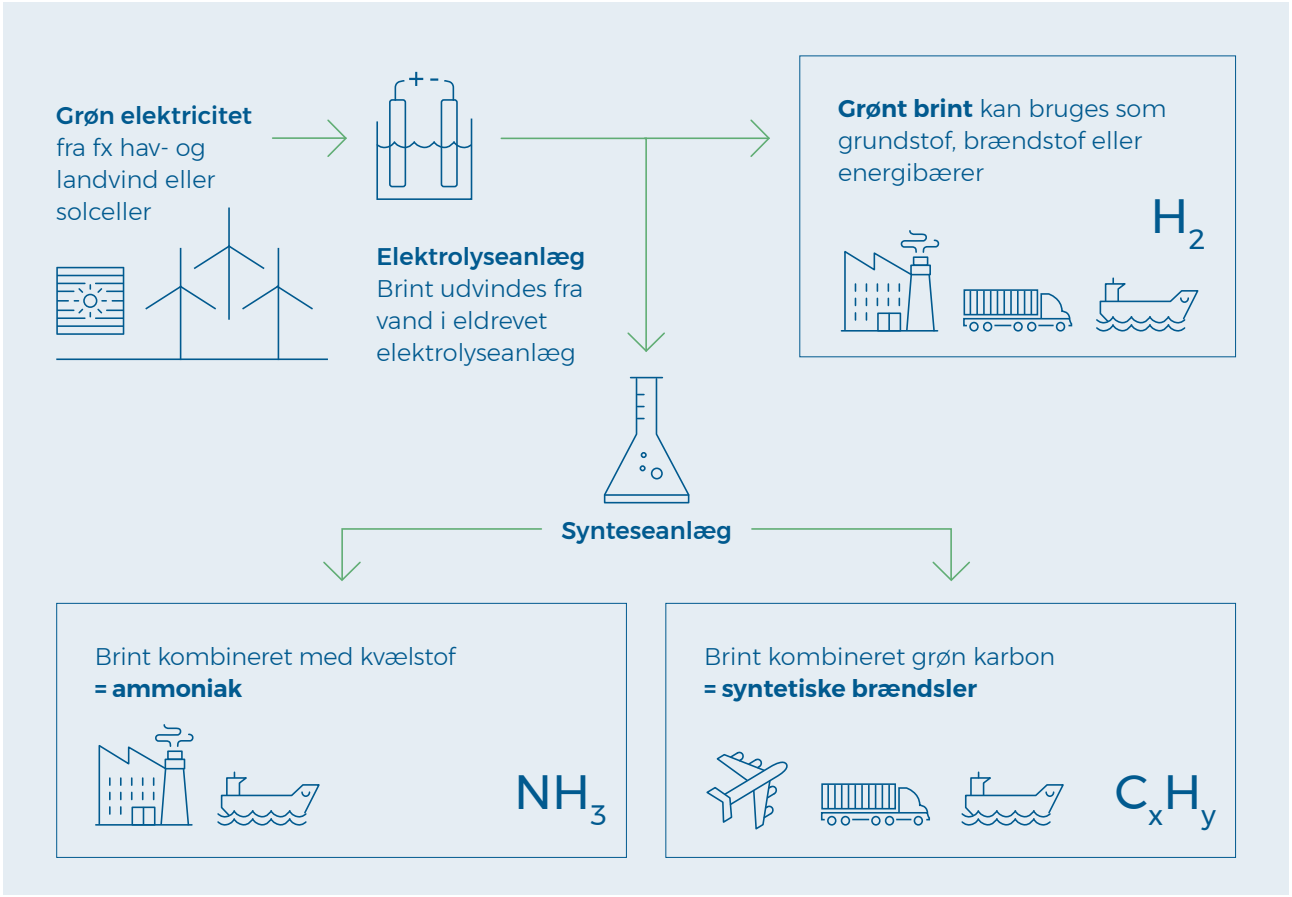
2. Lovgivning skal understøtte investeringer i PtX på havne

Havneloven skal være teknologineutral ift. VE-produktion og dermed inkludere PtX	Havneloven skal ændres, så den giver mulighed for, at havnens arealer kan anvendes til grøn energiproduktion som PtX, både for havnen selv og de virksomheder der opererer på havnen. Havne må i dag kun eje og drive bølge- og vindenergianlæg til brug for havnen selv eller sælge til elnettet. Muligheder for andre VE-former, såsom solceller og PtX-anlæg, bør også tillades.
Havneloven skal understøtte havnes mulighed for samarbejde og partnerskaber ift. PtX	Havne skal kunne samarbejde og indgå partnerskaber for at udvikle PtX. Havneloven begrænser havnenes mulighed for fælles drift og samarbejde på tværs af kommune- og landegrænser. Derudover er muligheden for at indgå i partnerskaber og konsortier ligeledes begrænset.
Rettidige sikkerhedsregler og -godkendelser til nye brændsler i havnene	Det er vigtigt for investeringsmuligheder, at myndigheder i kommuner og stat i rette tid har de nødvendige kompetencer og erfaringer til at godkende PtX-projekter i havne. Dette kan fx kræve øget indsigt i udenlandske aktiviteter og erfaringer på området.
Behov for klarhed om fremtidig energiregulering	Regulering af elforsyning, tariffer, afgifter og beskatning, skal være klar og så ukompliceret som muligt ift. PtX-muligheder i havnene og andre PtX-placeringer. En årsag er, at PtX er en ny teknologimulighed, som generelt ikke er tænkt ind i den gældende regulering. Der bør derfor laves et servicetjek på, om lovgivningen er hensigtsmæssig, og om den formidles på en måde, så den fremmer investeringslysten for aktører i havnen.

3. Havne-, energi- og transportbranchen skal fortsat bidrage aktivt til omstillingen

Brancherne skal bidrage til at skabe strategiske samarbejder	Havnene kan blive en vigtig brik i at bringe værdikæden sammen, når PtX skal udvikles både lokalt, regionalt og internationalt. Energibranchen skal bidrage med løsninger til kollektiv forsyning til havnene samt med viden til øget grøn lokal forsyning i havnene. Transportbranchen skal arbejde henimod at aftage PtX-brændslerne, efterhånden som pris og skala gør det muligt. Øget samarbejde mellem havne-, energi- og transportsektoren vil bidrage til at gøre værdikæden endnu stærkere.
Videndeling om omstilling til PtX-brændsler	Havnene skal dele viden og erfaringer om omstillingen til PtX-brændsler og skal i samspil med energi- og transportbranchen sikre god erfaringsudveksling om forventet efterspørgsel på PtX-brændsler i havnene.
Danske havne skal være blandt de bedste til at tilbyde bæredygtige løsninger til kunderne	Havnene skal arbejde videre på at indfri deres grønne vision om at være blandt de fremmeste i verden, hvad angår bæredygtige løsninger. Havnene skal fortsætte arbejdet med at indfri visionen for den emissionsfrie havn, der er CO_2-neutral i 2030, og senest i 2025 indføre systematisk dialog om grøn adfærd og bæredygtighed med sine kunder og senest i 2030 give mulighed for grøn tilslutning til de skibe, der modtages ved anløbsbroen.[4]

Figur 1. **Power-to-X-værdikæde fra VE-produktion til elektrolyse til slutanvendelser som fx brint, ammoniak og karbonholdige syntetiske brændsler såsom kerosen og metanol[5]**



Hvad er Power-to-X?

Power-to-X (PtX) er en fælles betegnelse for en række grønne brændsler (X'er), hvor grøn elektricitet fra vind- eller solenergi omdannes til brint eller brintbaserede brændsler som metanol, ammoniak eller kerosen (flybrændsel).

Det første led i processen i PtX er at danne brint fra elektricitet, hvorefter PtX-brændsler kan fremstilles ved at tilføje enten kvælstof for at få grøn ammoniak eller karbon for at fremstille en række syntetiske brændsler som grøn metanol, ammoniak og kerosen.

Brint

Brint kan anvendes direkte som brændstof eller som grundstof i en forædling til brintbaserede brændsler. Som brændstof fungerer brint som en energibærer til tung transport, hvor brinten vha. en brændselscelle omdannes til elektricitet, der driver en elektrisk motor i fx lastbil, bus, tog eller skib. Brint er et nulemissions-brændstof, der udelukkende udleder vand.

Ammoniak

Ammoniak kan bruges som brændstof i både en motor og en brændselscelle. Det fremstilles ved at kombinere brint og nitrogen, og da det produceres uden karbon, er det et nulemissions-brændstof. Selvom ammoniak allerede bruges om bord på skibe som last- og kølemiddel, er det en gas, der kræver en række sikkerhedsforanstaltninger og korrekt håndtering.

Syntetiske brændsler (metanol/kerosen)

Metanol er et syntetisk brændsel, der kan bruges som brændstof i både en motor og en brændselscelle. Det er et flydende produkt, der er nemt at arbejde med, og som allerede er i brug i dag. Metanol kræver karbon for at opnå den nødvendige energitæthed. Karbon bør komme fra grønne, biogene CO_2-kilder, for at de endelige PtX-produkter er grønne, og det bør sikres, at der er tilstrækkelig grøn CO_2 til at dække efterspørgslen efter PtX-produkter.

Markedet for Power-to-X til skibe og lastbiler

Det er vanskeligt at estimere omstillingshastigheden til grønne brændstoffer, som både afhænger af teknologisk udvikling, klimaambitioner og økonomiske rammer. Inden for skibsfart er der udviklinger i gang inden for både metanol, brint og ammoniak, mens tung vejtransport kan skifte til fx brint for lastbiler, der kører langt med tung last.

Brændslerne kan både produceres lokalt tæt på forbruget, dvs. bl.a. nær havne, men kan også produceres længere væk, fx tæt på VE-elproduktion eller en CO_2-punktkilde.

Skibsfart – flere PtX-brændsler er i spil samt øget behov for regional bunkering*

Udviklingen inden for PtX til skibsfart går hurtigt, og blandt eksperter og erhvervsliv er der bred enighed om, at PtX er en afgørende forudsætning for både den globale og danske omstilling af skibsfarten.

Udvinding af fossil energi til skibsfart er i dag begrænset til relativt få geografiske placeringer. Med overgang til PtX-brændsler kan produktionen af skibsbrændsler blive mere regional og fordeles på flere produktionssteder tættere på aftagermarkederne. Dette kan fx betyde, at bunkering i Østersø- og Nordsøregionen kan stige i takt med, at produktionen af PtX-skibsbrændsler i denne region stiger. Den lavere energitæthed i PtX-brændsler som brint og ammoniak ift. fossile skibsbrændsler kan desuden føre til behov for hyppigere optankning, hvilket også kan øge behovet for bredere distribueret bunkering. Det stiller krav til både oplagsplads og til hurtighed på havnene.

* Bunkering er levering af brændstof til brug af skibe.

De danske havne modtog i 2020 anløb af ca. 23.000 lastskibe og ca. 59.000 fiskefartøjer

Energiforbrug og -emissioner

Det globale forbrug er omkring 300 mio. ton skibsbrændsel svarende til ca. 12.000 PJ.* Transport af skibsbrændsler med bulkskibe udgør ca. en femtedel af forbruget. Dette vil sandsynligvis kunne mindskes, hvis skibsbrændslerne i højere grad produceres tættere på forbruget. Hermed kan dansk PtX-produktion anvendt i eller nær Danmark reducere det globale behov for brændselstransport.

I danske farvande forbruges lidt under 1 % af det globale brændselsforbrug svarende til årligt ca. 100-120 PJ (ca. 8-9 mio. ton CO_2/år), som stammer fra hhv. ca. 80 % handelsskibe, ca. 15 % færger og ca. 5 % fiskeri mv.[6] Det samlede brændselsforbrug for de skibe, som sejler gennem danske farvande, er naturligvis endnu større. Omvendt er det givetvis ikke relevant for alle skibe, der sejler i danske farvande, at bunkere skibsbrændsel i Danmark.

De udledninger fra indenrigsskibsfarten, som pt. medtages i Danmarks nationale klimaregnskab, udgør ca. 0,8 mio. ton CO_2/år og stammer omtrent ligeligt fra færger, fiskeskibe og øvrige fartøjer.** Det svarer til ca. 7 PJ brændselsforbrug, hvoraf det meste er gas/dieselolie. I Danmark foregår desuden udenrigsbunkering svarende til ca. 30 PJ olieprodukter. Dvs. dansk brændselsopfyldning af fartøjer til indenrigs- og udenrigssejllads udgør ca. 30-40 % af brændselsforbruget i danske farvande. Den danske handelsflåde udledte i internationalt farvand ca. 53 mio. ton CO_2/år svarende til ca. 700 PJ*** skibsbrændsel.[7]

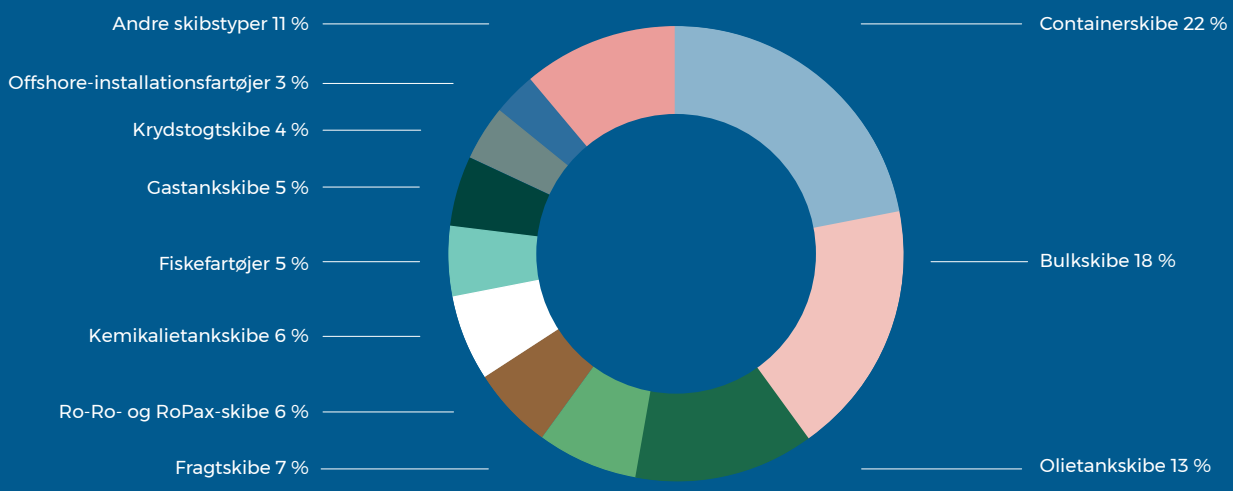
Til sammenligning bunkeres ca. 450 PJ i Rotterdam Havn, som er den største i Europa målt ift. bunkering. Singapore er verdens største bunkerhavn med ca. 1.800 PJ, og der tankes ca. 1/6 af det globale skibsbrændsel i havnen.

Omstilling til PtX-brændsler

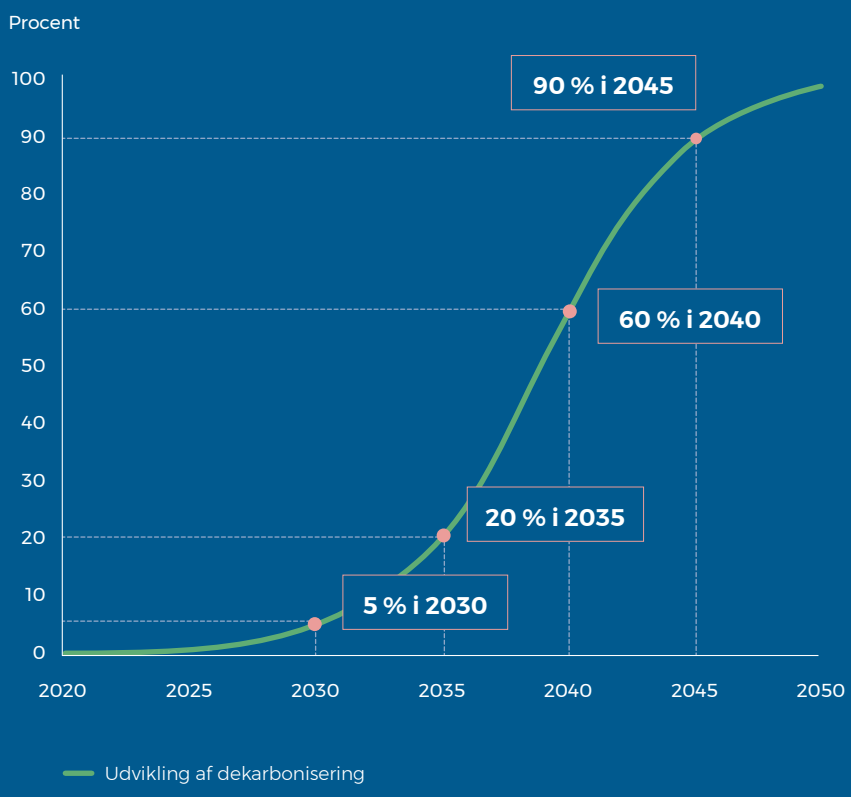
Den grønne omstilling af skibsfarten vil i de kommende år kræve store investeringer i både ny teknologi, skibe og energiinfrastruktur, herunder til udvikling af grønne brændsler. Ifølge Klimapartnerskabet for Det Blå Danmark vil 87 % af alle investeringer skulle bruges til produktion af nye brændstoffer, primært energiomkostninger, men også til nye produktionsanlæg og ny infrastruktur til at fragte og opbevare brændstof. Kun 13 % af de anslåede investeringer relaterer sig til skibsmotorer og teknologier til energieffektivisering.[7]

Skibe har en afskrivningstid på 25-30 år, hvilket betyder, at den grønne omstilling forventeligt vil ske over en lang tidshorisont, men omvendt også skal i gang nu for at være i mål i 2050. I takt med at CO_2-neutrale brændsler er til rådighed, forventes udviklingen at gå betydeligt hurtigere.[8] Fx forventes markedet for ammoniak til skibsfart for alvor at få fat efter 2030, hvor nye skibe og infrastruktur forventes at være på plads.

Figur 2. **Brændselsforbrug efter skibstype**[9]



Figur 3. **Bud på indfasning af emissionsfri brændsler inden for skibsfarten. Der estimeres ca. 5 % og 20 % emissionsfri brændstoffer i hhv. 2030 og 2035 på vej mod 100 % i 2050**[8]



Hvis omstilling til PtX-brændsler i skibsfarten følger kurven, kræver det:

- En fuld omstilling af brændselsforbruget til alle skibe i danske farvande (100-120 PJ) til PtX vil kræve ca. 8-9 GW elektrolyseproduktion. Med et tempo som kurven viser, svarer det til ca. 0,5 GW GW elektrolyse i 2030 og ca. 1,5 GW elektrolyse i 2035.
- En omstilling af globale skibsbrændsel til totredjedele PtX (ca. 8.000 PJ) i 2050 vil kræve ca. 600 GW elektrolyse. Med et tempo som kurven viser, vil det svare til ca. 30 GW elektrolyse i 2030 og ca. 120 GW elektrolyse i 2035.

Omregning til elektrolysebehov er foretaget ud fra én-til-én-erstatning af fossilt brændselsforbrug med e-ammoniak produceret med 70 % elektrolysevirkningsgrad og ca. 90 % ammoniak-virkningsgrad fra brint.

De danske havne modtog i 2020 over 500.000 passagerskibe og færger. 91 % af færgeanløbene var på indenrigsruter og 9 % på udenrigsruter

Færger

Rene elløsninger forventes at komme i spil til kortere ruter, mens brintfærger kan være relevante for lidt længere ruter, såsom sejlruter til danske øer og intraskandinaviske færgeruter. Der sejler allerede i dag mindre færger på ren brint og på metanol. Et konsortium bestående af bl.a. Ørsted og DFDS har en ambition om at omstille en af Oslo-færgerne til brint i 2027.[10]

Handelsskibe

Det vurderes, at metanol og ammoniak og måske også brint bliver afgørende teknologier som brændstof i skibsfart til interkontinentale ruter og til containerskibe. Skibe, der kan bruge ammoniak, forventes søsat, når en ammoniak (dual fuel) motor er færdigudviklet forventet omkring 2024.

Brint kan få stor rolle for langdistance-lastbiler

Energiforbrug og -emissioner

Der forbruges ca. 25 PJ diesel til lastbiler i Danmark, som hermed udleder ca. 1,7 mio. ton CO_2 pr. år. Der er ca. 45.000 lastbiler i Danmark. De mindre lastbiler dominerer i antal, men ift. CO_2-emissioner er det lastbiler med tung godstransport, som bidrager mest til CO_2-udledningen (lastbiler med gods >40 ton udgør ca. 30 % i antal, men ca. 60 % af CO_2-udledningerne).[11]

Lastbiltrafikken i Danmark består både af danske og udenlandske lastbiler, og særligt på motorvejene i Danmark udgør udenlandske lastbiler ca. 30 %. Det er derfor en sektor, som er præget af international konkurrence, og hvor brændselsløsninger skal fungere i alle de lande, som lastbilen kører i.

Omstilling til PtX-brændsler

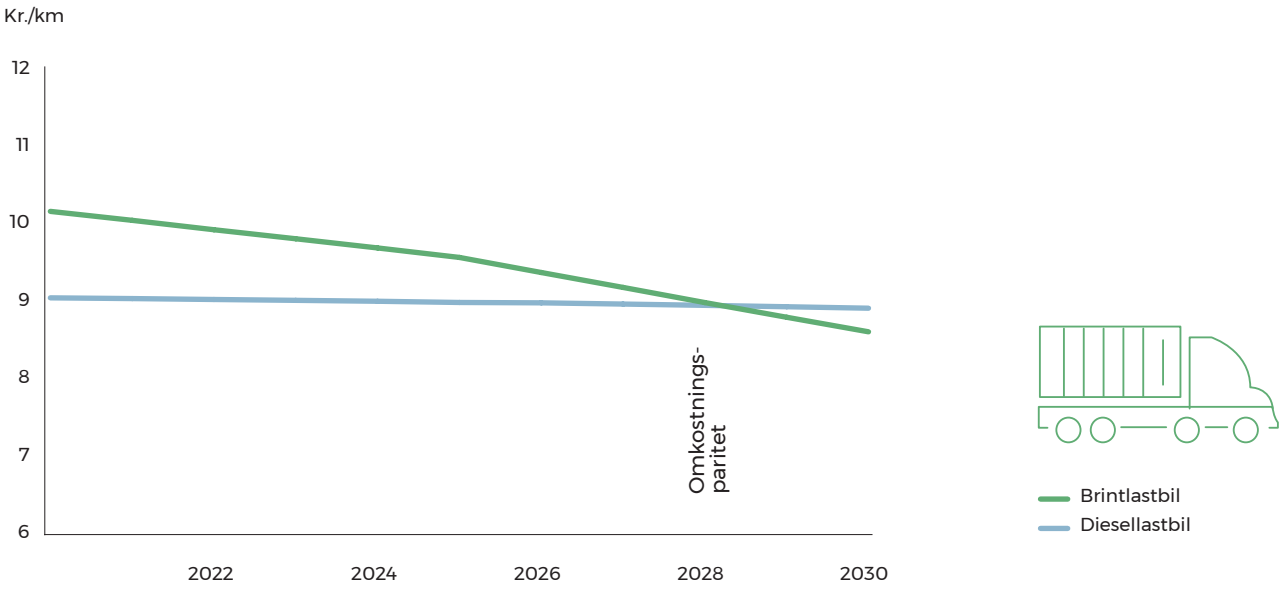
Lastbiltransport kan benytte forskellige PtX-brændsler som fx brint eller syntetiske dieselprodukter. Diesel-lignende produkter har fordel af at kunne udnytte eksisterende motorteknologi og infrastruktur, hvorimod brint (evt. metanol) forventeligt skal benyttes i brændselsceller i kombination med batterier.

Brintlastbiler (FCEV – fuel cell electric vehicle) er særligt oplagt til langdistance med tung godstransport, da bl.a. rækkevidde, lasteevne og optankningstid forventeligt er fordelagtig ift. rene ellastbiler (batteri). Lastbiltransporten kan få en hurtig omstilling til fx brint, hvis infrastruktur, økonomi og køretøjer er attraktive for vognmænd og købere af grønne transportydelser. Lastbiler afskrives over langt færre år end skibe, og et skifte kan derfor gå hurtigere.

I Danmark kan 25-30 % af brændselsforbruget i lastbiler være omstillet til brint i 2030 svarende til ca. 5.000-6.000 brintlastbiler.[5] Dette kan suppleres af biobaserede brændsler, flydende syntetiske PtX-brændsler samt omstilling til ellastbiler.

Havne kan hermed bidrage til omstillingen ved at levere en del af den infrastruktur, som fx brintlastbiler vil efterspørge i fremtiden.

Figur 4. **Fremskrivning af TCO (total cost of ownership) under nuværende rammevilkår for brint og diesel for langdistance-lastbiler[5]**



Havnens rolle i Power-to-X-værdikæden

Værdikæderne fra produktion, infrastruktur og forbrug på henholdsvis skibe og lastbiler skal være på plads, for at den grønne PtX-omstilling af transportsektoren kan komme i gang.

Råmaterialet udgøres af grøn strøm primært fra havvindmølleparkerne, når denne ikke kan benyttes til direkte elforbrug. Ved at omdanne den til PtX på havnen, lagres den grønne strøm som drivmiddel, der enten bunkeres til skibe eller tankes på lastbiler.

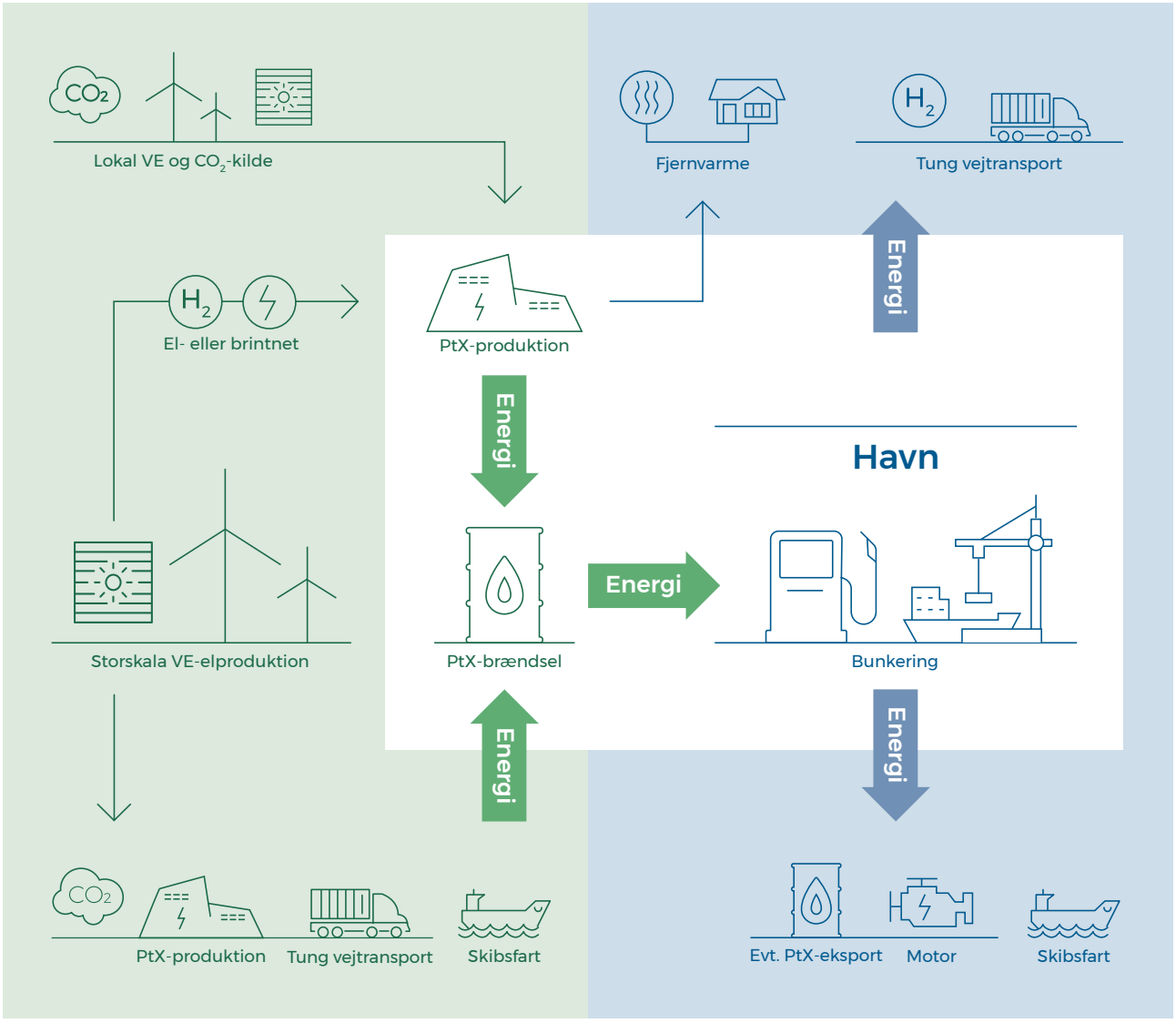
Lokale forhold afgør havnens rolle i værdikæden – mange danske havne er allerede i gang

Havnene kan få forskellige roller i værdikæden, hvilket bl.a. vil afgøres af lokale muligheder for produktion, tilgængelig plads og typer af fartøjer og vejtransport, der benytter havnen. Havnen kan fx facilitere attraktiv infrastruktur til udvikling af PtX-produktion eller bunkeringaktiviteter på havnen.

Nedenfor er nogle konkrete eksempler på, hvordan danske havne kan indgå i de forskellige dele af værdikæden.

PtX-feedstock. Nogle havne har væsentlige CO_2-kilder tæt på som fx Port of Aalborg, der sammen med Aalborg Portland arbejder på at indfange CO_2 med henblik på at benytte det i produktionen af PtX. Det samme er tilfældet med Copenhagen Malmö Port, der med ARC som partner vil samarbejde om CO_2-fangst. I første omgang til CO_2-lagring i Nordsøen og på sigt potentielt til grønne PtX-brændsler. På den jyske vestkyst har en række havne god adgang til havvind, der via eksisterende ledninger videreføres til bl.a. Aabenraa Havn. Samme adgang til havvind har man i Rønne Havn og Grenaa Havn.

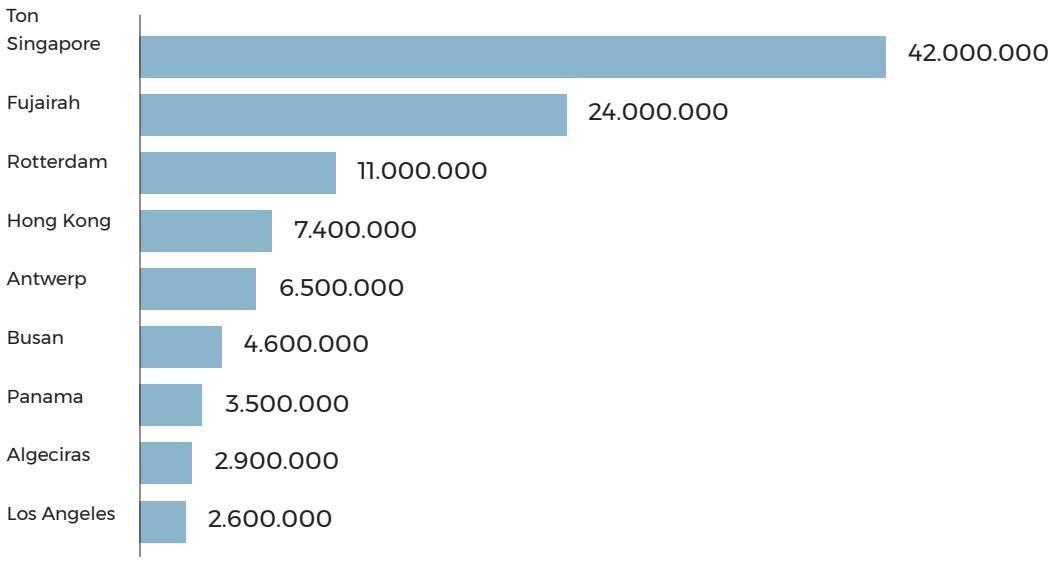
Figur 5. **Havnens mulige roller i PtX-værdikæde i samspil med energi- og transportsektoren. Energi tilføres havnen via el- eller brintnet fra lokale VE- eller CO_2-kilder eller som færdigproducerede PtX-brændsler. I eller nær havnen sker opbevaring, bunkering og påfyldning af skibe og lastbiler samt evt. PtX-produktion. Energi forlader havnen i brændselssystemer på skibe og lastbiler som eksport på skibe eller fx i fjernvarme- og elnet.**



PtX-produktion. En række havne rummer arealer, der er udlagt til tung industri som fx olieraffinaderier, der løbende vil kunne omstilles til grønne brændsler som på havnen i Fredericia og private havnearealer i Kalundborg samt på Prøvestenen i København. Det lukkede Enstedværk er nu opkøbt af Aabenraa Havn, der planlægger at omdanne arealet til produktionssted for PtX. Port of Aalborg har ligeledes arealer, der er velegnede til PtX-produktion. Netop arealernes beliggenhed er væsentlig, når produktionen af PtX-brændslerne kommer op i skala, og risikoprofilen øges. Havne er tæt forbundet med energiproduktion. De kulfyrede kraftvarmeværker, der i dag alle er under udfasning eller omstilling til biobrændsel, er eller var alle placeret på havne eller etableret med egen havn.

PtX-afsætning. På alle havne leverer private virksomheder brændstof til de skibe, der anløber havnen. Nogle havne har deciderede brændstoftankanlæg, som i havnene i Fredericia og Aarhus, som drives af private aktører. Nogle havne danner også ramme om offshore bunkering, som i Skagen Havn, hvor private leverandører servicerer skibe, der ligger til på reden. De havne, der arbejder på at revitalisere eksisterende rørføring fra olie til grønne brændsler, kan benyttes som afsætningskanaler til PtX. For Copenhagen Malmö Port, er der fra Prøvestenen direkte rørføring til Københavns Lufthavn, på samme måde som havnene i Kalundborg og Fredericia via rørføring er forbundet med afsætningsmarkeder. Samtidig vil der også være havne, der specialiserer sig som distributionshavne, hvor PtX eksporteres, som bl.a. Port of Aalborg arbejder henimod at blive. En række havne har tilknyttede transportcentre, hvor varer og øvrigt gods omlastes og sendes videre med lastbil eller tog ad det nærliggende motorvejs- eller jernbanenet. Det er tilfældet i Køge Havn med Skandinavisk Transportcenter, i ADP* med Taulov Dryport tæt på havnen i Fredericia samt med Aabenraa Havn og Padborg Transportcenter. Havne med denne type tilknyttede transportcentre vil være ideelle lokationer til at placere tankstationer til brintlastbiler.

Figur 6. **Bunkering i mio. ton skibsbrændsel i de 9 største bunkerhavne i verden, som samlet står for ca. 1/3 af den globale bunkering**[12]



* ADP A/S er et kommunalt ejet aktieselskab, som ejer og driver Fredericia Havn og Nyborg Havn og varetager driften af Middelfart Trafikhavn.

Store udenlandske havne satser kraftigt på Power-to-X

En lang række havne i Europa og internationalt er begyndt at indtænke PtX og ikke mindst brint i deres strategiske udsyn. I Danmark risikerer vi at falde bagud, hvis vi ikke sætter gang i initiativer for PtX nu.

Port of Rotterdam som international brint-hub

Port of Rotterdam har i maj 2020 udgivet en egentlig vision for at gøre Rotterdam Havn til en international brint-hub. I strategien indgår elementer om samarbejde med partnere om import af brint med opførelse af importterminaler for brint i forskellige former, sådan at havnen kan blive en handelshub for brint i Europa. Dertil kommer fx udvikling af bunker-stationer for skibe, tankstationer for tung lastbiltransport og brint til flyindustrien.

Filosofien bag strategien er, at hvis Rotterdam Havn får udviklet disse brintfaciliteter og muligheder, vil transportsektoren og industrien også i højere og højere grad anvende det. Til at indfri strategien har Port of Rotterdam sammen med et konsortium modtaget 25 mio. euro i støtte til overgangen til grønne brændstoffer fra EU's Horizon 2020-midler.

Port of Antwerp: Konkrete løsninger til udrulning af bæredygtig energi

Et internationalt konsortium med 46 partnere bestående af havne, terminaler og transportoperatører har under ledelse af Port of Antwerp fået 25 mio. euro i tilskud fra EU's Horizon 2020-midler til demonstration af konkrete løsninger til CO_2-reduktioner.

Projektet skal omfatte bæredygtig energi og udrulning af elektriske-, brint- og methanol-køretøjer, bygninger der energieffektiviseres, cirkulær økonomi i infrastrukturprojekter, automatisering, brug af digitale platforme til at fremme modalskifte og optimeret køretøjs-, fartøjs- og container-bevægelser.

North Sea Port: Øget produktion af grøn brint

North Sea Port er en af de største producenter og aftagere af (ikke grøn) brint i verden. Årligt produceres og forbruges 580.000 ton brint i havnen. Efterspørgslen forventes at stige til 1 mio. ton i 2050.

Ørsted har i marts 2021 annonceret projektet SeaH2Land, som er en ambitiøs vision for udvikling af verdens største vedvarende brintanlæg med kobling til industriel efterspørgsel i Holland og Belgien.

Projektet forbinder elektrolyse i gigawatt-skala med den store efterspørgsel i den hollandsk-flamske North Sea Port-klynge gennem en foreslået regional rørledning, der går på tværs af grænsen. Den grønne elektricitet, der er nødvendig for at producere vedvarende brint, skal i visionen komme fra udbygningen af yderligere havvind i stor skala i den hollandske del af Nordsøen. Hermed forventes 20 % af det nuværende brintbehov i havnen dækket.

Singapore: Verdens største bunker-hub satser på grøn ammoniak

Singapore er verdens største hub for skibsbunkering. Her har Singapores havnemyndighed og bl.a. Yara International, Lloyd's Register og MAN Energy Solutions tilsluttet sig et nyt projekt, der vil bruge ammoniak som skibsbrændstof. Konsortiet vil få mulighed for at hente indsigt som havn og i forhold til sikkerhed og procedurer for bunkering af ammoniak.

Projektet bakkes op af bl.a. A.P. Møller-Mærsk, som sammen med en række øvrige partnere har indgået en hensigtserklæring om at gennemføre et studie om etablering af en forsyningskæde for grøn ammoniak som brændstof til skibe.

Uddybning af anbefalinger til en grøn havnestrategi for Power-to-X

For at lykkes med PtX og succesfuld udvikling af grønne brændstoffer kræves betydelige investeringer.

For at bane vejen for private investeringer er det nødvendigt at mindske usikkerheden omkring PtX og opnå ens omkostninger mellem alternative grønne og fossile brændstoffer. Det indebærer først og fremmest investeringer, sikker end-user-efterspørgsel og et fokus på at stille offentlige ressourcer til rådighed til opskalering og store demonstrationer. Det indebærer også en lang række ændringer med hensyn til både lovgivningsmæssige rammebetingelser, teknologisk udvikling og forskning i innovative forretningsmodeller.

Omstillling skal støttes af staten

Den danske stat bidrog til at kickstarte udviklingen af den danske vindindustri som alternativ til oliesektoren i 1970'erne. Udviklingen af PtX skal hjælpes på vej på samme måde, som vindenergien blev det, så vi kan nå det politiske mål om at reducere Danmarks CO_2-udledning og på sigt imødekomme efterspørgslen fra kundesiden på grønne drivmidler til transportsektoren. Det rigtige fokus fra statens side vil sætte turbo på området og bidrage til at videreudvikle styrkepositionen på vind i retning af PtX.

Støt hele værdikæden til at komme i gang

Der er behov for støttemidler på 4. mia. kr. til kickstart af PtX, der skal udjævne prisforskellen mellem konventionelle fossile brændstoffer og de nye grønne PtX-brændsler. Frem mod 2030 vurderes det, at de grønne brændstoffer kan produceres til en omkostning, som er 2-4 gange højere end prisen på de nuværende fossile brændstoffer.[11] På trods af, at der forventes en øget betalingsvilje for grønne brændsler i skibsfarten til både gods- og passagertransport, vil det givetvis ikke være nok i en opstartsfase.

Værdikædeprojekter kan sikre, at produktion, havneinfrastruktur og efterspørgsel på at aftage brændstofferne er sammentænkt, hvilket sænker risikoen i alle dele af værdikæden, og mindsker risikoen for fejlinvesteringer.

Der er brug for både store og små projekter, men fælles for dem er, at de skal være skalerbare. Ved at bringe hele værdikæden sammen, udbore mulighederne i en fælles tilgang og tage tingene step-by-step kan havnene og deres samarbejdspartnere hurtigt være i gang. Både med erfaring, forsyning og forretning. På den måde sikrer man, at PtX-anlæggene placeres der, hvor der også er efterspørgsel, og man sikrer, at havnene og deres samarbejdspartnere udvikles rettidigt i takt med, at produktion og efterspørgslen stiger.

Havnenes godsomsætning var i 2020 ca. 91 mio. ton, heraf var 81 % udenrigsgods og 19 % indenrigsgods

Men det er svært at skabe rentabilitet i de første projekter, og her skal et statsligt opstartstilskud hjælpe udviklingen på vej. Fx et tilskud pr. ton produceret enhed.

Støt PtX-havneinfrastruktur, så den er på forkant af efterspørgslen

Den grundlæggende infrastruktur skal være i orden for at levere PtX-brændsler til skibe, lastbiler, fly, industri eller eksport. En række havne har allerede opbygget en velfungerende infrastruktur mellem produktion og aftagere af forskellige energiformer. Den infrastruktur skal nu revitaliseres, så den tilpasses de nye grønne PtX-brændsler. Til det formål bør der etableres en årlig pulje på 100 mio. kr. over 5 år, hvor havnene kan søge om støtte til at udbygge infrastruktur til levering af PtX, uanset om det er rørføring, lagerplads til opbevaring, arealer til produktionsfaciliteter mv. En forudsætning for at få adgang til midlerne fra puljen er, at der er lige adgang for alle til den støttede infrastruktur. Nødvendige støttemidler skal tilpasses den aktuelle markedsrisiko ved at investere i PtX-havneinfrastruktur, så det på længere sigt bliver støttefri, markedsdrevne PtX-investeringer i havnene.

Støtte fra puljen skal også kunne dække tilskud til nettilslutning i elnettet. Behovet for elektricitet vil være meget stort, når det i havnene skal dække såvel industri, forbrug, landstrøm og PtX på en gang. Og derfor kan det være nødvendigt, at kapaciteten i nettilslutningen udvides som en del af havnens infrastruktur.

Øg efterspørgslen på PtX-brændsler fra offentligt ejede skibe

Passagertransporten kan spille en afgørende rolle i at øge efterspørgslen på PtX-brændsler. I april 2021 blev der indgået en politisk aftale om en pulje på 200 mio. kr., som er øremærket den grønne omstilling af den kommunale færgedrift. Det er et positivt bidrag til skalering af efterspørgslen på PtX. Som yderligere bidrag til skalering af efterspørgslen på PtX kan konsekvente statslige og kommunale færgeudbud med krav om anvendelse af nye, grønne brændstoffer spille en væsentlig rolle. For nogle færger vil det give bedst mening at elektrificere, mens det for andre vil være oplagt at retrofitte, så eksisterende skibsmotorer ombygges til at sejle på PtX, eller alternativt indkøbe nye færger. Det kunne også give mening, at staten i det hele taget besluttede, at al fremtidig investering i statslig skibsfart – herunder fx tilsynsskibe, lodsskibe og patruljefartøjer – skete med udgangspunkt i grønne brændstoffer.

Øg efterspørgslen ved strategisk samarbejde med udvalgte lande

På nationalt niveau kan staten bidrage til at øge efterspørgslen på PtX-brændsler ved at indgå strategiske samarbejder med udvalgte lande, hvortil danske færger eller skibe sejler i faste ruter. Det kunne være med Norge og Sverige om CO_2-neutral færgetransport eller et partnerskab med lande i Østersø- eller Nordsøregionen om PtX-omstilling af den del af skibsfarten, der sejler fast i disse farvande og med udvikling af de tilhørende havne til at understøtte ambitionen.

Havneloven skal være teknologi-neutral ift. VE-produktion og inkludere PtX

Erfaringer fra CO_2-neutrale brændsler til short sea shipping, fx feeder containerskibe og færger, kan opskaleres og anvendes i fx store internationale containerskibe. På grund af udbredt short sea shipping i Nord- og Østersøen er der stor mulighed for at kunne demonstrere PtX-teknologier end-to-end fra produktion, over havn til skibe i kommerciel drift.

Det kunne også være partnerskaber med andre lande, der ønsker at gå forrest i forhold til grøn jet fuel, således at der kan tankes jet fuel både i Danmark og det pågældende land, vi har rutefart til.

Lovgivning skal understøtte investeringer i PtX på havne

Der er behov for god og forudsigelig regulering for dem, der skal tage risikoen og investere i PtX. Derfor skal relevant lovgivning have et servicetjek, så den tager højde for produktion og anvendelse af PtX-brændstoffer. På tilsvarende vis bør der ses på, om sikkerhedsreglerne for hhv. produktion og opbevaring af forskellige PtX-brændstoffer skal opdateres.

Havneloven skal være teknologineutral ift. VE-produktion og dermed inkludere PtX

Havnene er energiknudepunkter og har altid været det. Det skal afspejles i havneloven, som skal sikre hjemmel til, at havnene kan løfte deres del i forhold til den grønne omstilling af transportsektoren. Havneloven er mere end 10 år gammel og for snæver i forhold til hvilke energityper, som selvstyre- og aktieselskabshavne må arbejde med. Loven nævner kun vind- og bølgeenergi, som passede til den tid, den blev vedtaget i. Nu er virkeligheden en anden, og havneloven bør udformes teknologineutralt, så fx solceller og PtX-anlæg også medtages. Derudover skal loven ændres, så der gives mulighed for, at havnens arealer kan anvendes til energiproduktion som PtX, både for havnen selv og de virksomheder der opererer på havnen.

Havneloven skal understøtte havnes mulighed for samarbejde og partnerskaber ift. PtX

Havneloven begrænser havnenes mulighed for fælles drift og samarbejde på tværs af kommune- og landegrænser. Derudover er muligheden for at indgå i partnerskaber og konsortier begrænset.

Havneloven bør give mulighed for fælles drift og samarbejde mellem havnene, men også mulighed for at indgå partnerskaber med andre aktører om PtX, så havnene kan bidrage til at binde værdikæden sammen.

Rettidige sikkerhedsregler og -godkendelser til nye brændsler i havnene

Det er vigtigt for investeringsmuligheder, at myndigheder i kommuner og stat i rette tid har de nødvendige kompetencer og erfaringer til at godkende PtX-projekter i havnene.

PtX introducerer nye brændsler til havnene og de køretøjer og skibe, som skal bruge dem. Det stiller krav til en række nye retningslinjer og godkendelser, som skal være på plads, bl.a.:

- Tilpasning af eksisterende lovgivning til at rumme nye brændsler. Eksisterende regler for bl.a. risikovirksomheder, sikring og sikkerhed ift. håndtering af farlige og brandbare materialer og gasser eksisterer allerede, men er fragmenteret og skal tilpasses de nye udfordringer ifm. PtX-brændsler. Regelarbejde mm. for at styrke sikkerheden ved håndtering af LNG (liquefied natural gas) kan evt. være en inspirationskilde.

- Udfordringer i forhold til brandsikkerhed. I takt med at antallet af brændsler til skibsfarten stiger, skal der for det enkelte brændsel og kombinationer af disse være klare sikkerhedsregler. Der er ingen samlet lovgivning, retningslinjer eller tilstrækkeligt dækkende brandstrategier, som fastlægger et passende sikkerhedsniveau. Bunkering er en kompleks operation, som rummer mange snitflader mellem såvel land og vand såvel som forskellige regelsæt.

- Udfordring i forbindelse med design og drift af terminaler/havne. Med introduktion af nye brændsler skal det sikres, at designet indtænker bl.a. personale, passagerer, godsoperatører og nærliggende bebyggelse.

Demonstrationsprojekter inden for sikkerhed og VVM-undersøgelser* skal udarbejdes i rette tid, så havne kan være klar til at understøtte efterspørgslen på PtX-brændsler.

For globale erhverv som skibsfart er der behov for at finde løsninger, som kan fungere sammen med og i bedste tilfælde inspirere global lovgivning og praksis. Det er derfor nødvendigt, at relevante danske myndigheder får øget indsigt i udenlandske aktiviteter og erfaringer på området.

Behov for klarhed om fremtidig energiregulering

Reguleringen for elforsyning, tariffer, afgifter og beskatning skal moderniserers ift. PtX i havnene. PtX er en ny teknologimulighed, som generelt ikke er tænkt ind i den gældende regulering. Der bør derfor laves et servicetjek på, om lovgivningen er hensigtsmæssig, og om den formidles på en måde, så den fremmer investeringslysten for aktører i havnen.

Det er en opgave, som påhviler brancher i fællesskab, at udpege problemer ift. energilovgivning og i samarbejde med relevante myndigheder at arbejde på at udvikle løsninger, som skaber klarhed. Tariffer ift. egenproduktion til PtX-anlæg er et eksempel på et område, som skal klarlægges.

* VVM-undersøgelse, er en miljøvurdering af planer, programmer og projekter, som kan få væsentlig indvirkning på miljøet.

Havne-, energi- og transportbranchen skal fortsat bidrage aktivt til omstillingen

Det er ikke nok, at staten og myndigheder, som beskrevet ovenfor, går ind og understøtter udviklingen af PtX på havnene. Brancherne har selv et ansvar for at drive udviklingen i takt med, at rammevilkårene kommer på plads.

Brancherne skal bidrage til at skabe strategiske samarbejder

Havnene spiller en vigtig rolle i at bringe værdikæden sammen, når PtX skal udvikles, da havnene danner ramme om lokale erhvervsklynger og allerede på andre områder bistår havnens virksomheder og kunder med at skabe synergier mellem dem. Havnene skal derfor være blandt hovedaktørerne, når der skal samarbejdes og etableres partnerskaber om udviklingen af PtX. Havnene skal i denne sammenhæng ikke kun orientere sig lokalt, men i høj grad også regionalt og internationalt for at skabe de bedste løsninger og samarbejder i tæt dialog med havnens kunder.

Figur 7. **Oversigt over indsatsemner ift. sikkerhed, der skal håndteres ifm. overgangen til nye brændsler inden for skibsfarten**[13]

Omskoling, træning og adfærd

- Træning af besætning, udrykningspersonale mv. i nye brandscenarier
- Personers risikoopfattelser af nye teknologier og sikkerhedsforhold
- Træning i brugen af nye teknologier og i nye brandscenarier

Design af nye systemer

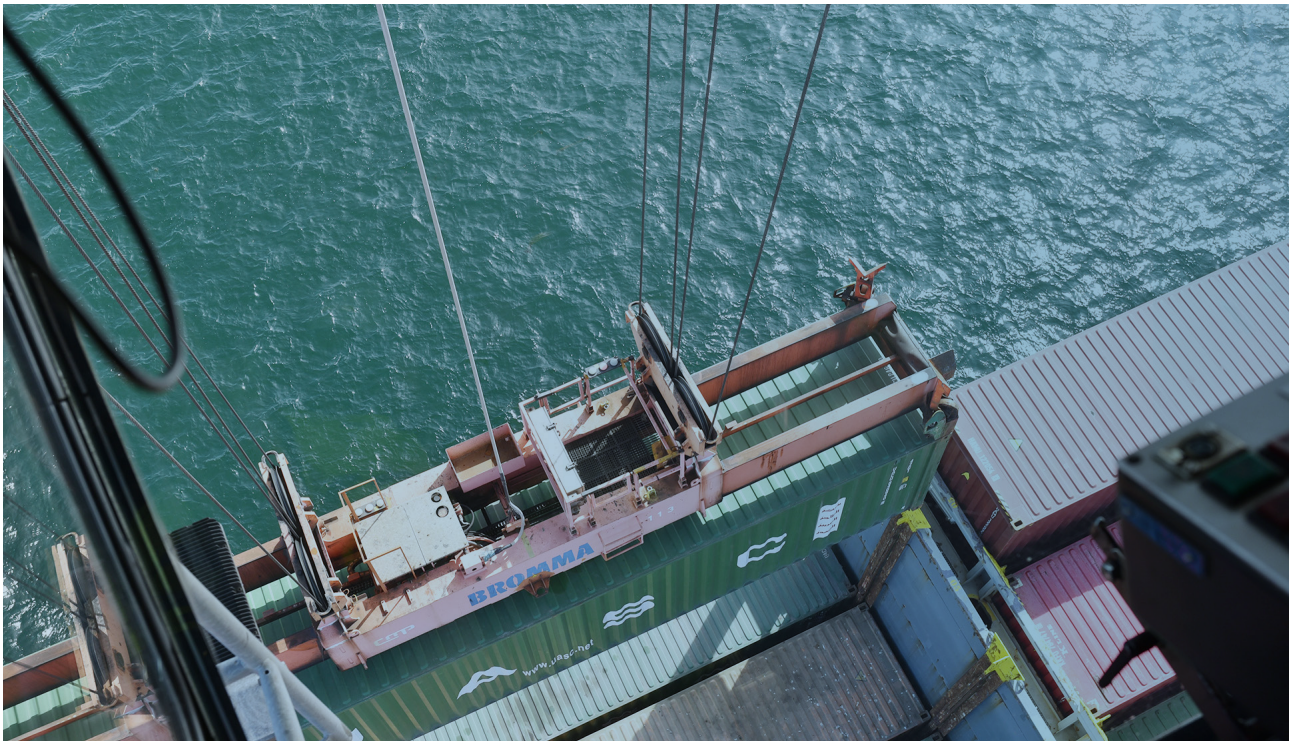
- Nye designs, fx placering af tanke
- Brandsikkerhed – opdage, inddæmme og evakuere
- Målrettede risikoanalyser, hvor sikkerhed og brandscenarier analyseres som del af et samlet system

Drift og bunkering

- Sikker bunkering med nye brændsler
- Sikker kommunikation mellem forskellige aktører
- Sikker håndtering af køretøjer med nye fremdriftssystemer, fx batterier og brint

Tekniske udfordringer

- Håndtering af nye brændsler
- Planlægning af sikre terminaler, fx eksplosionsfare
- Bygge bro og skabe forståelse mellem aktører, fx mellem myndigheder og skibsejere, ift. tekniske behov og udfordringer



Energibranchen skal indtænke kollektiv forsyning til havne i fremtidens muligheder og udfordringer og som i dag være forpligtet til fx at levere den ønskede elforsyning, som en havn efterspørger. Innovative virksomheder i Danmark kan byde ind med viden og løsninger, som kan hjælpe til forbedret lokal forsyning i havnene baseret på PtX. Transportbranchen skal i de strategiske samarbejder forpligte sig til at efterspørge og aftage PtX-brændslerne, efterhånden som pris og skala gør det muligt.

Videndeling om omstilling til PtX-brændsler mellem havnene

Havnene skal dele viden og erfaringer om omstillingen til PtX-brændsler, fx viden om myndighedsgodkendelser og sikkerhedsproblemstillinger. Havnene skal i samspil med energi- og transportbranchen sikre god erfaringsudveksling om forventet efterspørgsel på PtX-brændsler i havnene.

Danske havne skal være blandt de bedste til at tilbyde bæredygtige løsninger til kunderne

Havnene har allerede sat høje ambitioner for grøn omstilling, da de sidste år fremlagde en vision for den emissionsfrie havn, der er CO_2-neutral i 2030, og allerede i 2025 er havnens egne maskiner omstillet til ikke-fossile brændstoffer. Havnene går derfor forrest ved som samlet branche at forpligte sig på den grønne omstilling og lade sig måle på den. Den grønne vision er koblet op på FN's verdensmål. For at understøtte grøn adfærd hos havnens kunder vil havnene senest i 2025 indføre systematisk dialog om grøn adfærd og bæredygtighed med sine kunder. Og havnene forpligter sig til senest i 2030 at give mulighed for grøn tilslutning til de skibe, der modtages ved anløbsbroen. Havnens egne ambitioner er et væsentligt udgangspunkt for at bidrage til udviklingen af PtX-brændstoffer, da havnen også selv er et vigtigt led i den samlede værdikæde.

Danske havne skal være blandt de bedste til at tilbyde bæredygtige løsninger til kunderne

Referencer

1 **Energistyrelsen, 2020, Klimafremskrivning 2021,** https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/klimastatus-og-fremskrivning

2 **IEA, 2021, "Net Zero by 2050",** https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050

3 **WEF, 2019, "Global Competitiveness Report",** http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf

4 **Danske Havne, 2020, "Grøn omstilling i danske havne",** https://www.danskehavne.dk/wp-content/uploads/2020/06/2020-Gr%C3%B8n-Omstilling-Danske-Havne.pdf

5 **Dansk Energi, 2020, "Anbefalinger til en dansk PtX-strategi",** https://www.danskenergi.dk/udgivelser/anbefalinger-til-dansk-strategi-power-to-x

6 **AU, Miljøstyrelsen, 2009, "Ship emissions and air pollution in Denmark: Present situation and future scenarios",** https://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2009/978-87-92548-77-1/pdf/978-87-92548-78-8.pdf

7 **Klimapartnerskabet for Det Blå Danmark, 2020, "Vejen mod en mere klimavenlig skibsfart",** https://em.dk/media/13475/det-blaa-danmark.pdf

8 **UMAS and the COP26 Climate Champions for the Getting to Zero Coalition, 2021 "Shipping's Paris path detailed in new zero emission fuels study",** https://splash247.com/shippings-paris-path-detailed-in-new-zero-emission-fuels-study/

9 **IMO, 2015 "3rd GHG study" og BP 2015 "Statistical Review of World Energy",** https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Greenhouse-Gas-Studies-2014.aspx

10 **Ritzau, 2020 "Partnerskab vil udvikle brintfærge til Oslo-København",** https://via.ritzau.dk/pressemeddelelse/partnerskab-vil-udvikle-brintfaerge-til-oslo-kobenhavn?publisherId=12612281&releaseId=13605118

11 **CONCITO, 2019, Godstransport og klima i Danmark,** https://concito.dk/sites/concito.dk/files/media/document/Henrik%20Gudmundsson.pdf

12 **Dansk Energi, 2021 (på baggrund af individuelle bunkering statistikker fra de 9 havne, samt World Oil Outlook (2017), OPEC.)**

13 **Dansk Brand- og Sikringsteknisk Institut (DBI)**

Danmark skal omstille den tunge transport til grøn energi. Vi skal vove at gøre det ved at investere i PtX, så det både bidrager til at reducere vores CO_2-udledning og bliver en sund forretning

DESIGN: ESSENSEN · FOTO: COPENHAGEN MALMÖ PORT, SKAGEN HAVN, GRENAA HAVN: NIELS AAGE SKOVBOE · TRYK: LITOTRYK

DANSK ENERGI

DANSKE HAVNE