

ENERGINET

FEASIBILITY STUDIE
BRINTTRANSMISSIONS-
INFRASTRUKTUR
I JYLLAND

INDLEDNING OG BAGGRUND

Energinet vil med denne afrapportering redegøre for en grænseoverskridende brinttransmissionsinfrastruktur i Jylland, som forbinder et brintlager ved LL Torup med potentielle brintproduktionsområder og med Tyskland. Med feasibility studiet har Energinet taget de første skridt i realiseringen af en brint "backbone"-infrastruktur og bringer på den måde viden og kompetencer på brintområdet i spil til gavn for den grønne omstilling og for understøttelsen af de politiske ambitioner på energiområdet. Studiets resultater viser, at der er gode perspektiver i en brintinfrastruktur, men også at der er mange udfordringer, som skal løses i et kommende modningsprojekt.

Energinet har i perioden juni 2022 til marts 2023 gennemført et feasibility studie for en jysk brinttransmissionsinfrastruktur (herefter brintinfrastruktur), som forbinder brintproduktions- og forbrugsområder med et muligt brintlager i LL Torup og med Tyskland. Igangsættelse af feasibility studiet bygger på den tidligere regerings aftale om "Udvikling og fremme af brint og grønne brændstoffer" (PtX-aftalen) fra marts 2022. Målet med feasibility studiet er at kunne komme med en anbefaling om, hvorvidt der skal igangsættes et modningsprojekt for brintinfrastruktur baseret på feasibility studiets resultater, særligt i forhold til den samfundsøkonomiske værdi ved at etablere en brintinfrastruktur.

Herudover har vi opbygget omfattende viden om brint og brintinfrastruktur, som ikke findes i stor skala i Danmark i dag. Det gælder både tekniske, markedsmæssige og økonomiske forhold. Fx grundlaget for teknisk design, muligheden for konvertering af dele af metangasnettet til brint, indsigt i finansierings- og forretningsmodeller samt markedsrammer for brug af brintinfrastrukturen.

Den i 2022 gennemførte markedsdialog¹ viste en stor interesse fra aktørside til at eksportere brint til det tyske marked. Energinet har derfor parallelt med gennemførelse af feasibility studiet startet et samarbejde med Gasunie Deutschland om en grænseoverskridende brintinfrastruktur. Vi har på hver side af grænsen indmeldt projekterne til Projects of Common Interest² med henblik på at kvalificere projekterne til EU-støtte. Herudover samarbejder vi at koordinere på tekniske og markedsmæssige aktiviteter.

De politiske ambitioner om udnyttelse af de store VE potentialer i og omkring Danmark, som vil være baggrunden for produktion af grøn brint, hænger fint sammen med europæiske ambitioner som fx er præsenteret i European Hydrogen Backbone³ visionen om et sammenhængende europæiske brintnet og i den netop offentliggjorte Oostende deklARATION⁴, hvor Gas-TSO'erne stiller sine kompetencer og ressourcer til rådighed for udnyttelse af Nordsøens store vindpotentialer.

INDHOLD

Feasibility studiets resultater.....	4
Infrastrukturovervejelser	4
Myndighedsforhold	6
Samfundsøkonomiske analyser	6
Selskabsøkonomiske analyser	7
Markedsmodel for transport af brint og bindende tilsagn.....	8
Risici	9
Modningsprojekt.....	11

¹Markedsdialog om brintinfrastruktur 2022 (energinet.dk)

²Projects of Common Interest (europa.eu)

³European Hydrogen Backbone

⁴Oostende Declaration



FEASIBILITY STUDIETS RESULTATER

Energinet bidrager til at omstille energisystemer med det mål, at borgere og virksomheder bruger vedvarende energi til alt, med en forsat høj forsyningsikkerhed og rimelig betalbarhed. Det er det, vi kalder energiens trilemma. Vi skal skabe værdi for samfundet i bred forstand, for borgere, virksomheder, institutioner og civilsamfund.

Fastholdes de politiske ambitioner for udbygning af vedvarende energi (VE) og PtX, viser feasibility studiet en væsentlig samfundsøkonomisk værdi ved at etablere brintinfrastruktur sammenlignet med en situation uden brintinfrastruktur. Den samfundsøkonomiske gevinst tilfalder primært de danske el og brintproducenter og størstedelen af den dansk producerede grønne brint forventes eksporteret til Tyskland.

Selskabsøkonomisk vurderes etablering og drift af brintinfrastruktur udfordret i opstarten, da markedet de første år vil være under opbygning og de transporterede mængder indledningsvis vil være få. Dette skyldes, at brintproduktion og -forbrug er et marked under opbygning, hvor de store transportmængder formentlig først nås 5-10 år efter infrastrukturen er etableret. I et modningsprojekt skal der arbejdes videre med afklaring af selskabsøkonomiske muligheder og risici, herunder analyser på mængdeudviklingen, betalingsvillighed samt omkostningsscenerier, idet disse anses som centrale for selskabsøkonomien.

Energinets bestyrelse har givet en betinget godkendelse for at igangsætte et modningsprojekt. Modningsprojektet kan sætte i gang umiddelbart efter at Klima, Energi og Forsyningsministeren har godkendt en modningsansøgning.

INFRASTRUKTUROVERVEJELSER

To brintinfrastrukturløsninger er undersøgt, 'Vestjysk backbone' og 'Midtjysk backbone', jf. Figur 1. Der er i arbejdet kigget på en trinvis udbygning, fx etablering af et "Nedre T" i Sydjylland efterfulgt af en nordgående infrastruktur, som enten etableres i Vestjylland forbi de store el-knudepunkter eller i Midtjylland parallelt med den eksisterende naturgasledning.

Feasibility studiet har analyseret kapacitet og forhold ved drift af de tre mulige brintinfrastrukturløsninger.

Vestjysk backbone omfatter en samlet rørstrækning på ca. 360 km. For nye rør viser vores analyser, at 36" rør med et designtryk til 80 bar er fremtidssikret kapacitetsmæssigt. Metangasrørledningen i Sydjylland, som muligvis kan konverteres, er på 30". Analyser viser, at det umiddelbart ikke er en kapacitetsmæssig begrænsning.

Analyserne viser endvidere, at brintsystemet kan transportere op til 3.000 MW brintproduktion uden kompression og at kapaciteten kan øges til mellem 7.000 MW og 10.000 MW ved hjælp af kompression. Den trinvis udbygning af kapaciteten opnås ved, at driftstrykket i systemet øges i takt med at behovet for kapacitet vokser. Dette vil forventeligt ske ved, at Energinet etablerer kompressorstationer, hvor det vurderes nødvendigt.

Brintinfrastrukturen indeholder en stort volumen brint. Ved at tillade at trykket i systemet varierer, kan dette bruges som et mellemstort energilager. Brintsystemet kan dermed bruges til at balancere VE-produktionen i elsystemet, hvis brintproduktionen følger VE-produktionen.

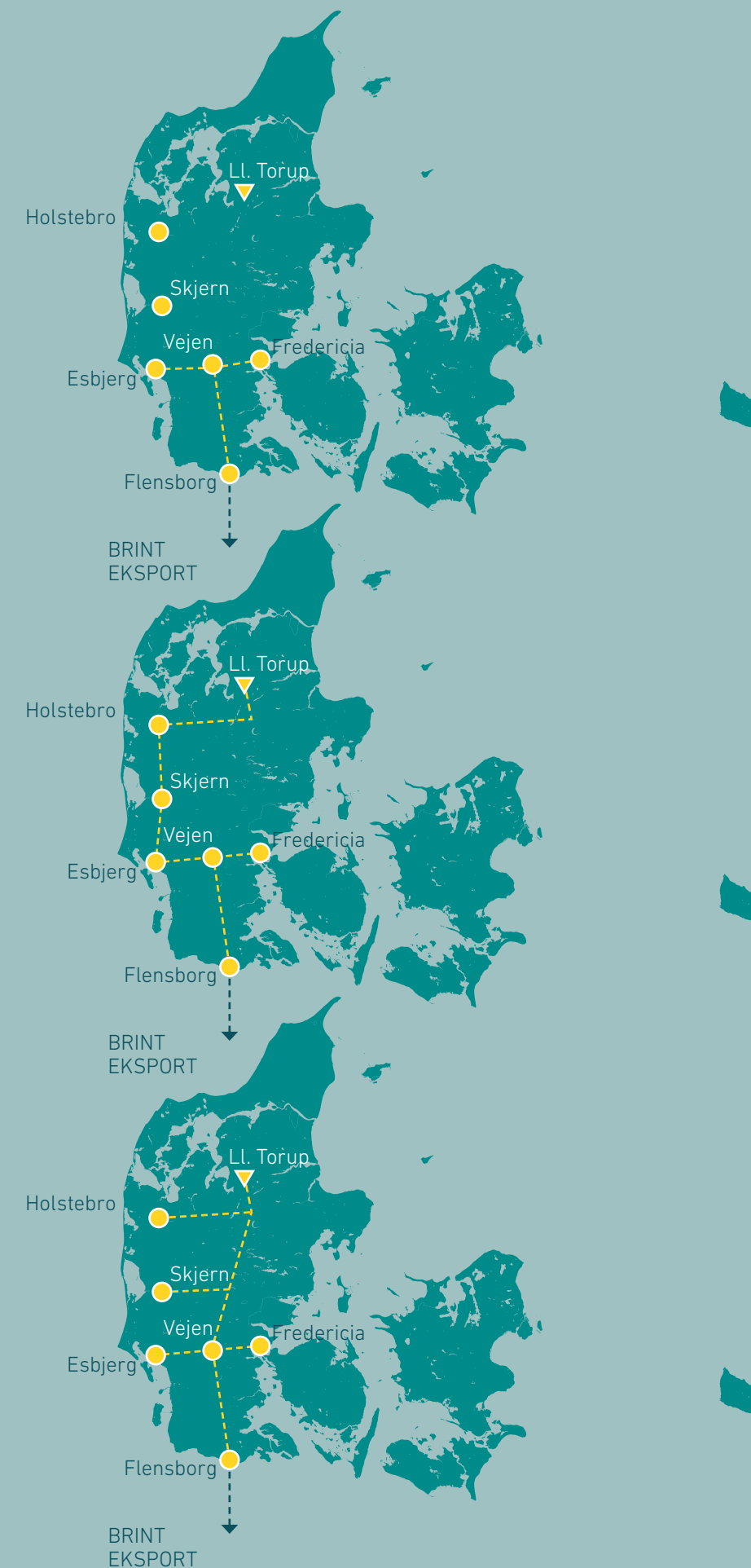
I feasibility studiet undersøges det også, om metangasrørledningen Frøslev-Egtved II kan konverteres til brint. Undersøgelserne gennemføres på et af DNVs laboratorier, hvor der gennemføres en række materialetests. De tekniske afklaringer af dette forventes afsluttet i sommeren 2023.

Det foreløbige anlægsbudgetoverslag (CAPEX) er anslået til at være mellem DKK 10 og 22 mia. kr. (2023 priser) i perioden 2025 frem til 2038. Det dækker anlæg af rørinfrastruktur og tilslutningsanlæg som anlægges i perioden 2025-2030 samt kompressorstationer når det behov opstår frem mod 2038. Det er estimeret ud fra omkostninger til Baltic Pipe og med hensyntagen til et højt prisniveau og en presset markedssituation for rør- og anlægsarbejder. Der er derudover taget højde for, at anskaffelser til brintinfrastruktur forventes at være dyrere, da der er tale om ny og umoden teknologi samt et mindre modent leverandørmarked end for metangasinfrastruktur. I modningsprojektet kvalificeres anlægsbudgettet yderligere, bl.a. gennem markedsdialog med potentielle leverandører.

NEDRE T

VESTJYSK BACKBONE

MIDTJYSK BACKBONE



Figur 1 Mulige brintinfrastrukturløsninger der er undersøgt i feasibility studiet. "Nedre T" ses som et startnet. Ledningsføringen passerer de store elknudepunkter (gule cirkler).



MYNDIGHEDSFORHOLD

Brint og brintinfrastruktur er ligesom for Energinet ligeledes nyt for de danske myndigheder. Der har derfor været indledende dialog med de relevante myndigheder for at drøfte tilgangen til håndtering af brint og etablering af brintinfrastruktur.

Der har været en indledende dialog med Miljøstyrelsen, der ligesom for andre store anlægsprojekter, er den myndighed, der skal give en §25-tilladelse for etablering af brintinfrastruktur. Forud herfor gennemføres en vurdering af påvirkningerne på miljøet, hvor offentligheden i to omgange inddrages i processen. §25-tilladelse giver bygherren tilladelse til at indlede processen med rettigheds erhvervelse for arealer og efterfølgende anlægsetablering.

For de tekniske naturgas- og biogasanlæg har Arbejdstilsynet været godkendende myndighed. Den del af Arbejdstilsynet er primo 2023 overført til Sikkerhedsstyrelsen. Det er således Sikkerhedsstyrelsen, der er godkendende myndighed på de tekniske anlæg for etablering af brintinfrastruktur i Danmark. Det gælder både for nyanlæg og konvertering af naturgasanlæg. Vi har dialog med Sikkerhedsstyrelsen om, hvorledes de forventer at føre tilsyn og godkende de tekniske anlæg.

Der er behov for et smidigt og tæt samarbejde mellem kommende infrastrukturejer og myndigheder i en proces med bindende tilsagn vedrørende aktørernes brug af infrastrukturen. Der er pt. ikke udpeget en tilsynsførende myndighed, og usikkerhed herom risikerer at skabe forsinkelser. For en kommende proces med bindende tilsagn for brug af brintinfrastrukturen er der behov for afklaring af, hvilken myndighed, der skal føre tilsyn med processen. Energinet er i dialog med Energistyrelsen om dette.

Klima, Energi og Forsyningsministeren skal som ejer af Energinet og som følge af et evt. etableringsprojektets størrelse godkende en modningsansøgning for igangsættelse af modningsprojekt. Tilsvarende skal ministeren give endelig investeringsgodkendelse (en §4 godkendelse), før igangsættelse af etableringsprojekt.

SAMFUNDSØKONOMISKE ANALYSER

Den samfundsøkonomiske værdi ved at etablere en jysk backbone med en stepvis indfasning frem mod 2030 er analyseret baseret på Energistyrelsens analyseforudsætningerne 2022 (AF22). Antagelser om de konkrete geografiske placeringer af fremtidens

PtX-anlæg baserer sig på input fra markedsdialogen, viden om aktuelle og potentielle PtX-anlæg samt forventning om, at PtX-anlæggene ønsker nem adgang til elforsyning ved at placere sig tæt på de store knudepunkter i eltransmissionsnettet.

De samfundsøkonomiske effekter ved at etablere en brintinfrastruktur er analyseret og kvantificeret ved ændringer i forbruger- og producentoverskud samt flaskehalsindtægter set i forhold til at der ikke er etableret en brintinfrastruktur. Effekterne er opgjorte for alle de berørte energimarkeder, dvs. el-, brint-, varme- samt metanol- og ammoniakmarkederne. Dertil kommer en række ikke kvantificerede effekter, primært afværgede investeringer i elnet og sparede el-systemydelse, samt effekter som CO₂-påvirkning og påvirkning på naturgasnettet.

Udvikler VE- og PtX-kapaciteten sig som beskrevet i AF22, viser feasibility studiets foreløbige resultat, at der er en betydelig samfundsøkonomisk gevinst i størrelsesordenen DKK 30-75 mia. frem til 2060 ved at etablere jysk brintinfrastruktur sammenlignet med en situation uden brintinfrastruktur. Spændet i den samfundsøkonomiske gevinst er resultatet af reference scenariet (AF22) og af en række følsomhedsanalyser. Den samfundsøkonomiske metode er baseret på Energinets "business as usual" for el- og gasprojekter. Metoden skal udvikles yderligere i modningsprojektet, herunder i forhold til kvantificering af dynamiske effekter. I modningsprojektet vil yderligere alternativer også blive undersøgt. Størrelsen af den samfundsøkonomiske gevinst genberegnes således i modningsprojektet

Gevinsten ved etablering af brintinfrastruktur tilfalder primært el- og brintproducenterne, mens nationale forbrugere af brint til ammoniakproduktion og de danske elforbrugere vil skulle betale en lidt højere pris. Flaskehalsindtægterne fra udlandsforbindelserne reduceres som konsekvens af, at elforbindelserne aflastes når energien eksporteres som brint fremfor el.

Den forventede VE- og PtX-kapacitet kan drives langt mere effektivt med adgang til det tyske marked gennem brintinfrastrukturen. Analyserne viser en forøget benyttelsestid på PtX anlæggene fra ca. 1.000 timer, når der ikke er mulighed for tilslutning til brintinfrastruktur til op mod 5.000 timer med tilslutning til brintinfrastruktur. Brintinfrastruktur er dermed en vigtig forudsætning for, at storskala VE og PtX får gunstige forhold i Danmark.

PROJEKTFASER FOR BRINTINFRASTRUKTUR



Figur 2 Tidslinje for etablering af brintinfrastruktur

De gennemførte følsomhedsanalyser på centrale forudsætninger har vist, at den samfundsøkonomiske gevinst især er påvirket af ændringer i markedspriser på brint, ammoniak og metanol samt forventningerne til det tyske og danske forbrug af brint. Analysen er baseret på fastholdte udviklinger i PtX og VE uafhængig af om der etableres brintinfrastruktur eller ej. Andre udviklinger i VE og PtX, der i større grad er koblet med udviklinger i el og brintinfrastruktur, vil også have stor betydning på resultaterne. Overordnet set kan der på baggrund af analyserne konkluderes at:

- En brintinfrastruktur øger efterspørgslen efter dansk brint via det tyske marked
- En brintinfrastruktur giver incitament til at investere i PtX-kapacitet
- En brintinfrastruktur bidrager til Danmark som nettoeksportør af grøn energi

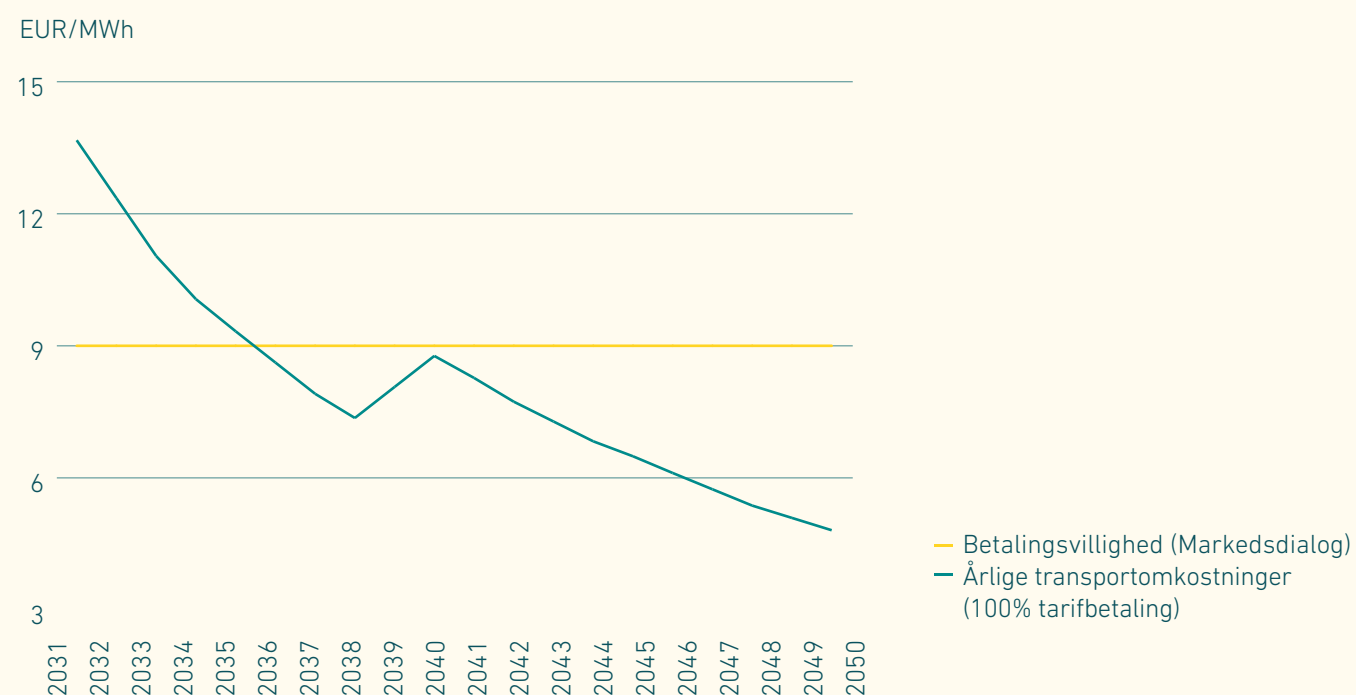
I forbindelse med de samfundsøkonomiske analyser har der været gennemført et eksternt review af konsulentvirksomheden Ea Energianalyse. De påpeger vigtigheden af, at antagelser om priser, brintforbrug og alternative VE og PtX udviklinger er mere markedsbaseret og koblet til omfanget af brintinfrastruktur. Disse forhold arbejdes der videre med modningsprojektet.

SELSKABSØKONOMISKE ANALYSER

Den selskabsøkonomiske analyse er foretaget for at afdække potentielle selskabsøkonomiske udfordringer ved en investering i brintinfrastrukturen, så relevante mitigerende tiltag kan identificeres og modnes tidligt i det videre projektarbejde.

Der er en betydelig efterspørgsel efter brintinfrastruktur fra kommercielle aktører i markedet. Dette er bl.a. afdækket via markedsdialogen, hvor 96 pct. af projekterne oplyser, at de har behov for brintinfrastruktur. Det skal ses i sammenhæng med, at 97 pct. af produktionen fra rene brintproducenter forventes produceret helt eller delvist med henblik på eksport, hvortil brintinfrastrukturen er en forudsætning. Det bemærkes samtidig, at efterspørgslen på brintinfrastruktur er forbundet med usikkerhed, da brintproduktionen forventes koncentreret på relativt få store anlæg, idet 8 projekter vil have 87 pct. af elektrolysekapaciteten i 2030 jf. markedsdialogen.

Kunderne har i markedsdialogen oplyst en betalingsvillighed for transport af brint i rør på 3-9 EUR/MWh for hovedparten af brintmængderne. I den selskabsøkonomiske analyse anvendes det øvre tal på 9 EUR/MWh som pejlemærke for betalingsvilligheden. Aktørerne oplyser selv, at det er svært for dem at skønne betalingsvilligheden.



Figur 3 Transportomkostninger beregnet ved antagelse om 100% tariffbetaling ift antaget betalingsvillighed.

I analysen er der ikke antaget begrænsning relateret til aktørernes betalingsvillighed for transport. Det medfører en gennemsnitlig transportomkostning i perioden 2031-2050 på ca. 8 EUR/MWh, en nominal intern rente (IRR) på 6,2% og en real tilbagebetalingstid på ca. 17 år. Det bemærkes, at IRR skal ses i forhold til investeringens risikoprofil samt kapitalomkostninger, og at en positiv IRR således ikke i sig selv er lig med en kommercielt bæredygtig investering.

Det ses samtidig, at den gennemsnitlige transportomkostning er under den antagne øvre betalingsvillighed på 9 EUR/MWh angivet af aktørerne i markedsdialogen. Dog er de årlige transportomkostninger over den antagne øvre betalingsvillighed i systemets opstart, primært grundet den forventede indfasning af transportmængder over en årrække og med få mængder i de første år, Figur 3.

Den selskabsøkonomiske analyse har taget udgangspunkt i, at indtægter alene består af tariffer fra brugere. Der vil i modningsprojektet blive arbejdet videre med finansiering af brintinfrastrukturen, samt mulighederne, nødvendigheden og omfang af andre indtægtskilder, herunder stillingtagen til, om der skal søges EU-midler til et etableringsprojekt.

MARKEDSMODEL FOR TRANSPORT AF BRINT OG BINDENDE TILSAGN

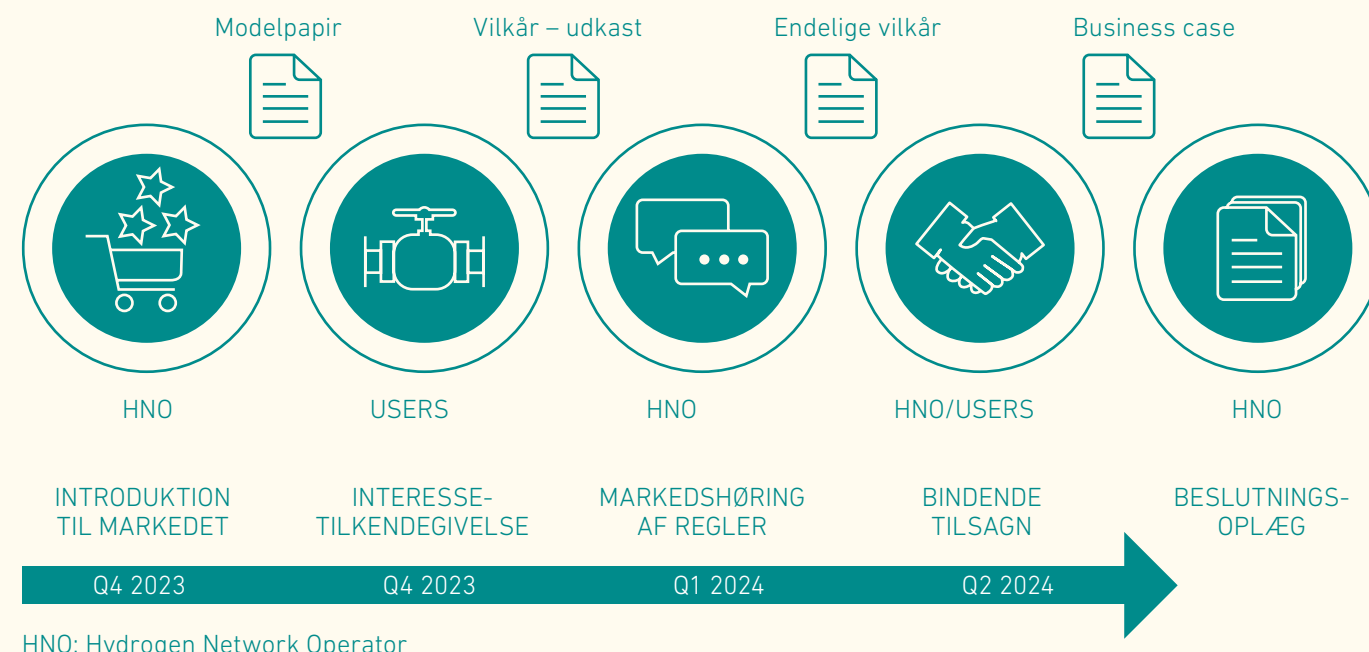
MARKEDSMODEL

Markedsmodellen for transport af brint danner ramme for de vilkår og betingelser, som vil gøre sig gældende for brugere af den kollektive brintinfrastruktur. Markedsmodellen skal vægte aktørernes, brintsystemets og det samlede energisystems behov, indpasse den nationale og kommende europæiske regulering på området, tage højde for at brintmarkedet er i sin opstart og vil modne sig over tid samt tage højde for drifts- og systemmæssige såvel som tekniske kriterier for brintsystemet.

I feasibility studiet er fire kerneelementer af markedsmodellen behandlet: 1) betaling for brug af infrastrukturen, 2) balancering af brint i brintsystemet, 3) brintkvalitet og 4) tilslutningsvilkår.

1. For betaling for brug af infrastrukturen foreslås det, at tariffen sammensættes dels af en kapacitetstarif, hvor kapacitetsprodukter af længere varighed prissættes lavere end korte kapacitetsprodukter, og dels af en voluntaritarif. Det sker for at afveje infrastrukturejerens behov for indtægtsikkerhed og samtidig understøtte

MULIG PROCES FOR BINDENDE TILSAGN



Figur 4 Illustration af mulig proces for bindende tilsagn

brintproducenternes incitament til at producere fleksibelt i samspil med elmarkedet.

2. Det forventes, at krav til balancering bør stille stor fleksibilitet til rådighed til brintaktørerne, samtidig med de nødvendige tekniske krav for at opretholde driften sikres. Fastlæggelse af krav til balancering vil blive udformet i et modningsprojekt.
3. I det europæiske standardiseringsarbejde lægges der op til en standard for brintkvalitet, som Danmark forventes at følge.
4. Betingelser for tilslutningen til brintinfrastruktur forventes at blive fastsat i en tilslutningsaftale med principper kendt fra naturgassystemet.

REGULERING

Pr. 1. januar 2023 er brint indskrevet i lov om gasforsyning. Det betyder, at brint og metan (naturgas) nu er underlagt samme lovgivning. Med lovændringen har Energi-, Klima-, og Forsyningsministeren imidlertid fået mandat til at give dispensationer fra bestemte dele af lov om gasforsyning under hensyn til, at brintmarkedet og den understøttende infrastruktur skal opbygges fra bunden. Der udvikles

ligeledes brintlovgivning på EU-niveau, som på sigt skal implementeres i dansk lovgivning. EU-lovgivningen har til hensigt at sikre et velfungerende indre marked for brint i Europa baseret på velkendte konkurrenceretlige principper fra liberaliseringen af el- og gasmarkederne. Efter 2030 skal der udvikles fælles europæiske markedsregler i takt med, at brintmarkedet modnes.

BINDENDE TILSAGN

Formålet med bindende tilsagn er at reducere risiko for brintinfrastrukturejer såvel som aktører. For brintinfrastrukturejer kan bindende tilsagn skabe delvis sikkerhed for indtægtsgrundlaget, at aktører vil bruge infrastrukturen. For aktørerne kan det skabe sikkerhed for, at infrastrukturen bliver bygget, og aktørerne kan – hvis der anvendes kapacitetskontrakter – sikre sig kapacitet og afsætningsmuligheder.

En proces for bindende tilsagn er illustreret i Figur 3. Det er centralt, at der i processen opnås større viden om brugerens efterspørgsel og betalingsvillighed. Det vil understøtte en beslutning om, hvor stor en del af indtægtsgrundlaget, der bør søges om bindende tilsagn for samt hvilke incitamenter, der kan sikre bindende tilsagn fra brugerne. Samtidig er det centralt, at bindende tilsagn opnås inden afslutning af et



ENERGINET

Tonne Kjærvej 65
7000 Fredericia
Tlf. 70 10 22 44

info@energinet.dk
www.energinet.dk