|  |  |
| --- | --- |
| Case | Greenport NorthMarine Renewable Hub (Phase I) |
| Afsender | Greenport NorthNordsøen Forskerpark Willemoesvej 29850 Hirtshals Steen Harding HintzeTel: +45 40 20 74 76Mail: shh@greenportnorth.dk |
| Introduktion | Grøn omstilling af skibstrafik er i sin indledende fase. Ved COP 26 i Glasgow har en række lande, herunder Danmark, fremlagt målsætninger om CO2-neutral skibsfart i 2050.Med sin Energiplan 2.0 sætter Hjørring Kommune fokus på Hirtshals som knudepunkt for udvikling af vedvarende energi og et mere sammenhængende grønt fjernvarmesystem. Hirtshals Havn er fiskerihavn, godshavn og er udgangspunkt for færgeruter til Norge, Island, Færøerne og Rusland ved rederierne Color Line, Fjordline og Smyril line. Fjordline har allerede etableret en mindre LNG-terminal på havneområdet. Der ventes etableret en LBG (Liquified BioGas) terminal ved havnen til den tilknyttede landtransport. Gennem Nordisk Transportpolitisk Netværk og Trans-European Transport Network (TEN-T) kan Hirtshals Havn blive det helt afgørende bindeled mellem Nordjyske producenter af PtX brændstoffer og de maritime forbrugere. En række indledende analyser peger på, at decentral kulstoffangst på biogasanlæg og forbrændingsanlæg i Nordjylland, i kombination med de gode VE ressourcer og fremtidens havnefaciliteter i Hirtshals, kan producere og levere konkurrencedygtige PtX brændstoffer til opfyldelse af målsætningen om CO2-neutral skibsfart. Nordjyske teknologiske, samarbejdsmæssige og forskningsmæssige kompetencer er en afgørende brik i denne udvikling.Hirtshals Havn arbejder for at blive regionens centrum for målet om CO2-neutral skibsfart i 2050. I projektet arbejdes der med første fase mod etablering af produktionsanlæg til bunkring af 100% grønne brændstoffer fra havnen.Hirtshals Havn har i tråd med ovenstående oprettet et selvstændigt udviklingsselskab, - Greenport North, som har til formål at forestå udviklingen af de dele af havnen, der ikke knytter sig direkte til den almindelige havnedrift og som har fokus på at udvikle og optimere de grønne energiløsninger på havnen og den bagvedliggende infrastruktur. Havnen står over for en udvidelse og skal i fremtiden kunne servicere både rederier/RO/RO og Danmarks største pelagiske fiskerflåde med grønt brændstof.Ud for Hirtshals sejler årligt 80.000 skibe rundt om Vendsyssel og der kører årligt 144.000 trailere ud og ind af Nordjylland gennem Hirtshals.I Hirtshals planlægges etablering af en LBG storskala produktion fra 2027 samt etablering af en fyldestation for LBG fra 2023 til blandt andet Fjordline og til de mange lastbiler som kører ind og ud af Hirtshals. Det søgte anlæg forventes opskaleret på havnen i Hirtshals fra dette tidspunkt og skal således vært en pilot for opsamling og nyttiggørelse af ca. 5.000 tons CO2 allerede fra 2023.*Ovenstående udvikling og ambitioner på energisiden, bliver gennem Greenport North organiseret som en integreret del af den forestående havneudvidelse, som forventes gennemført i løbet af de kommende fem år. Se bilagt baggrundsnotat om udvikling af Hirtshals Havn.*I tråd med udmeldinger fra bl.a. Mærsk og Danske Rederier, forventes skibsfartens efterspørgsel efter metanol baseret på grøn brint og biogent CO2 at vokse markant frem mod 2025 og 2030. I Nordjylland vil grøn brint blive produceret på både vind og sol. Kulstoffet indfanges fra biogasanlæg, fra affaldsforbrænding og fra anlæg der brænder bæredygtig biomasse.Fase 1 (denne ansøgning) løber fra november 2021 til 30. juni 2023 og indeholder nedenstående seks delprojekter:1. Investering i anlæg til CO2-fangst og CO2 og LBG liquefaction ved GrønGas Hjørring, Gårestrupvej 179
2. Forprojekt for etablering af CO2-fangst på Affaldsselskabet Vendsyssel Vest (AVV) affaldsenergianlæg på Miljøvej 8 i Hjørring
3. Beslutningsgrundlag for etablering af 30 – 70 MW metanolanlæg på Hirtshals Havn til beslutning i efteråret 2023. Ressourcer, infrastruktur, lagring, afsætning
4. Eksperimentel analyse og optimering af CO2-fangst- og optimal CO2-transport til Hirtshals havn
5. Udvikling af innovationsplatform for grøn havneomstilling med fokus på grønt brændstof til skibsfart i Skandinavien
6. Udarbejde samlet roadmap for 100% VE brændstof i Hirtshals Havn med fokus på at sikre Scan-MED korridoren grønt brændstof og eet knudepunkt for produktion og distribution.

De enkelte delprojekter og partnere gennemgås nedenstående:**I. Eksperimentel udviklingsprojekt LBG og CO2-fangst**Nordjylland har betydelige ressourcer for biogasproduktion, og der findes allerede i dag et betydeligt antal biogasanlæg i drift i regionen. Biogassen anvendes dels til produktion af el- og varme og dels til opgradering og indfødning i naturgasnettet. I forbindelse med den grønne omstilling er der skabt øget interesse for flydende gas (LNG og LBG) til brug for både skibsfart og landtransport. Biogas indeholder typisk 35-45% CO2 som skal udskilles for at producere LBG. Der er forskellige processer til produktion af LBG. I dette tilfælde fjernes først CO2, hvorefter der vælges en ”Mixed Refrigerant” proces til nedkøling. Gassen gøres flydende ved ca. - 160oC ved et elforbrug svarende til 5-7% af gassens energiindhold. Også den udskilte CO2 opsamles og gøres flydende for at lette efterfølgende transport og eventuel videre rensning for sporstoffer ved brug til produktion af metanol.*Illustration af placeringen af GrønGas Hjørring i forhold til Hjørring og Hirtshals. Der er ca. 12 km i lige linje fra GrønGas Hjørring til Hirtshals Havn. Kortet er fra DGC's studie af muligheder for at etablere et netværk af rørledninger til transport af CO2 (se DGC's rapport i bilag). Der vil kunne trækkes CO2 fra såvel biogas fra biogasanlæg som fra AVV Hjørring.*Anlægget dimensioneres til en årlig produktion af ca. 5.500 tons LBG og ca. 6.000 tons biogent CO2. Ved projektet sikres det, at elforbruget er baseret på VE, samt at overskudsvarme i videst muligt omfang nyttiggøres i den eksisterende fjernvarmeinstallation. I forbindelse med etablering og de første års drift, vil Greenport North, AAU og Evida blive inddraget for at sikre etablering af et fagligt følgeprogram til brug for erfaringsudveksling og input til innovationsplatform, roadmap, og de videre investeringsbeslutninger omkring Hirtshals Havn.**II. Forprojekt til etablering af CO2-fangst på AVV**På ARC i København og affaldsforbrændingsanlægget i Thisted (i helt lille skala) er der udført test med kulstoffangst ved aminteknologien. ARC har konkrete planer om at etablere et demonstrationsanlæg (500 kg CO2 i timen) til drift fra 2023.AVV, der fra 2022 er fusioneret med RenoNord i Aalborg, har ved Rambøll fået gennemført et forstudie om etablering af CO2-fangst. Forstudiet viser et investeringsbehov på 200-300 mio. kr. Forstudiet indikerer en samlet CO2-omkostning på 350 kr./ton (fangst og liquefaction) samt 100 kr./ton til rørtransport fra Hjørring til Hirtshals, altså i alt 450 kr./ton. AVV’s forprojekt viser hermed, at CO2-fangst på AVV er i samme prisleje som forventede omkostninger til CO2-fangst på store centrale anlæg i landets største byer. Der er behov for at bekræfte og demonstrere, at de decentrale løsninger er konkurrencedygtige med centrale løsninger.I dette forprojekt analyseres detaljeret mulighederne for etablering af kulstoffangst på anlægget i Hjørring, herunder:* Om der er fordele ved fx kryogen kulstoffangst sammenlignet med aminbaseret kulstoffangst
* Hvilken pris CO2 kan leveres til ved Hirtshals havn til brug for PtX produktion
* Transport-synergier med CO2-fangst fra andre kilder i regionen
* Hvordan det bedst håndteres fremadrettet, at ca. 30% af den udledte CO2 (med nuværende affaldssammensætning) er fossilt baseret
* Forudsætninger for en egentlig investeringsbeslutning i et fuldskala fangst- og transportsystem inden 2025. Forstudiet indikerer et investeringsbehov på 200-300 mio. kr.

Forprojekt udarbejdes i tæt samarbejde med Aalborg Universitet, og inddrager desuden Greenport North og Evida for at sikre den nødvendige koordinering til etablering af et 30-70 MW PtX-anlæg ved Hirtshals Havn.**III. Beslutningsgrundlag for etablering af 30-70 MW metanolanlæg ved Hirtshals Havn**Greenport North forventer, at delprojekt VI. Roadmap vil tydeliggøre perspektiv, muligheder og forudsætninger for 100% bunkring af VE brændstoffer fra Hirtshals Havn. Der arbejdes her med to spor, der begge vil indgå i de fremtidige muligheder for skibstrafik der lægger til her, nemlig LBG og grøn metanol. Metanol baseret på grøn brint og CO2 ventes at have klart størst interesse internationalt, og der er betydelige synergier til nyttiggørelse af VE-ressourcer og CO2-kilder i regionen samt til lakseopdræt ved havnen. Derfor etableres et egentligt beslutningsgrundlag for etablering af et produktionsanlæg i Hirtshals.Beslutningsgrundlaget omfatter:* Fysiske placeringsmuligheder af et PtX-anlæg ved Hirtshals Havn i en samtænkning med den planlagte havneudvidelse og med evt. etablering af vindmøller og solceller indenfor en radius af 10-15 km fra havnen
* Udarbejde egentlig anlægskoncept og anlægslayout for et mindre anlæg (30 MW) og et større anlæg (70 MW)
* Indhente indikative tilbud fra mulige leverandører
* Afklare efterspørgselssiden ved drøftelse med relevante rederier, bunkringsselskaber og brændstofhandlere. Herunder bunkring for RoRo
* Udarbejde layout for bunkring ved havnen
* Detaljerede modelanalyser til beregning af metanolproduktionsomkostninger (se nedenstående eksempel)
* Foreslå kapitalstruktur og beregne IRR, forrentning af egenkapital, likviditetsanalyse m.v. under relevante forudsætninger
* Parametervariationer med hensyn til: CO2-kilder, CO2-infrastruktur og CO2-priser, elressourcer, tarifstrukturer muligheder for PPA, fremtidige CO2-rammer for skibsfarten, salg af fjernvarme og O2
* Rammer i øvrigt.

Ved udarbejdelse af beslutningsgrundlaget inddrages Hjørring Kommune, Hirtshals Havn og den nødvendige konsulentekspertise, og der tages kontakt til mulige investorer og långivere.*Eksisterende brændstoftanke på havnen i Hirtshals.***IV. Eksperimentel analyse og optimering af CO2-fangst og optimal CO2-transport til Hirtshals Havn**Med CC(U)S som bærende ide for det samlede regionale fyrtårnsprojekt, er det afgørende at der sikres en regional vidensopbygning hos potentielle udstyrsleverandører og vidensinstitutioner. Dette behov gælder i særlig grad ved visionen om 100% VE-bunkring fra Hirtshals.Institut for Energinergiteknik, Aalborg Universitet har i en årrække drevet banebrydende forskning indenfor en række af de emnefelter der er afgørende for at komme i mål med den grønne omstilling. Emnerne omfatter integration af vedvarende energi, kulstofopsamling og produktion af VE brændstoffer. AAU har i denne sammenhæng defineret et projekt der er centreret omkring fire forhold:* Vurdere betydningen for det samlede regionale energisystem, at der etableres yderligere VE-produktion i form af sol og vind i kombination med yderligere fleksibelt elforbrug i form af et PtX-anlæg på Hirtshals
* Foretage eksperimentelle analyser omkring CO2-fangst-anlægget ved GrønGas Hjørring. Herunder analyser af energioptimering og muligheder for nyttiggørelse af fleksibilitet
* Udføre systemanalyser af forskellige modeller for kulstoffangst, CO2-transport og CO2-nyttiggørelse
* Vurdere de langsigtede muligheder for DAC, for at samtænke produktion af kulstofbaserede PtX-brændsler med de langsigtede muligheder for at fremskaffe tilstrækkeligt kulstof i regionen.

Ved tilrettelæggelsen af analyserne inddrages GrønGas Hjørring, Evida, Greenport North og AVV. Endvidere koordineres tæt med delprojekt V. om innovationsplatformen.**V. Udvikle innovationsplatform om grønt brændstof til skibsfart**Når skibsfarten skal overgå til 100% VE-forsyning er der en række organisatoriske, reguleringsmæssige, økonomiske og tekniske udfordringer der skal belyses og løses. Greenport North har behov for vidensindsamling, vidensudvikling og ikke mindst vidensdeling på et højt fagligt niveau. Udfordringerne vedrører dels en grundlæggende behovsanalyse for de forskellige typer skibsfart for bedst at kunne tilrettelægge hvilke udbud af VE-brændstoffer, der bør tilbydes hvornår. Hertil kommer behovet for godt samspil med øvrige havne og potentielle VE-brændstof-udbydere. Endelig er der behov for systematisk vidensdeling med regionale interessenter blandt SMV-virksomheder og vidensinstitutioner for at sikre en fælles forståelse af realismen i de visioner der udarbejdes i regi af Greenport North.Udvikling af innovationsplatformen vil foregå i et tæt samarbejde med MARLOG samt med nordjyske havne, danske rederier, relevante myndigheder, AAU og lokale erhvervsorganisationer. **VI. Udarbejde samlet roadmap for 100% VE-brændstof i Hirtshals Havn**I dette delprojekt udarbejdes den samlede analyse og fremskrivning der lægger grundlaget for 100% VE-brændstoffer i Hirtshals Havn. Endvidere vil roadmappet belyse mulighederne for egentlig brændstofeksport fra Hirtshals til international bunkring og på længere sigt, metanolanlæg på havnen. Roadmappet vil dybde-analysere og muliggøre dette og herunder vurdere og forberede den kommende infrastruktur langs E39, med korridoren op til Hirtshals Havn og forberede indsejling og bunkring af grønt brændstof på havnens område.Roadmappet vil have nedslagspunkter i 2023, 2025, 2030, 2040 og 2050. Til roadmappet udarbejdes en forudsætningspublikation der publiceres i januar 2023. Publikationen tager metodisk inspiration fra World Energy Outlook, og udarbejder tre udviklingsscenarier vedrørende:* Infrastrukturudvikling med relevans for Hjørring Kommune/Hirtshals Havn vedrørende el-gas-vej-bane-varme
* Transportmængder til-og fra Hirtshals Havn
* Teknologiudvikling vedrørende kulstoffangst, VE-elproduktion, skibsmotorer, PtX anlæg
* VE-udbygning på land og offshore i Danmark
* Skibsfartens efterspørgsel efter VE-brændstoffer.

Publikationen distribueres og drøftes ved et bredt indkaldt seminar i januar 2023.På baggrund heraf udarbejdes et egentligt roadmap for energiudviklingen omkring Hirtshals, hvor mulige og nødvendige beslutningsvinduer aftegnes, og analyseres ved SWOT metodologi.Ved udarbejdelse af roadmappet inddrages Green Hub Denmark, alle parter i delprojekterne, kommunale og regionale beslutningstagere samt regionale interesse- og erhvervsorganisationer. |
| Partnere | Økonomiske partnere:* Greenport North - udviklingsselskab, sitepartner
* GrønGas Hjørring - sitepartner, biogas til LBG
* AVV - affaldsforbrændingsanlæg, anlægsvært og CO2-leverandør
* Aalborg Universitet, AAU Energi - universitet, fagspecialist på CCS
* MARLOG - klyngeorganisation for innovation i det maritime erhverv og logistik, innovationsplatform

Øvrige projektdeltagere:* Hjørring Kommune - myndighed, ejer af Hirtshals Havn, medejer af AVV
* Hirtshals Havn - kommunalt ejet selvstyrehavn, anlægsvært for elektrolyseanlæg og metanolsynteseanlæg
* Hirtshals Service Group - one-stop netværk, der leverer serviceydelser til kunder og brugere af Hirtshals Havn
* Nord Energi - eldistributionsselskab, elforsyning/netselskab til elektrolyse- og synteseanlæg
* Evida - statsligt selskab som leverer infrastrukturen frem til og internt på havnen
 |
| Forventet udviklingsniveau per 30. juni 2023 | Delprojekterne er beskrevet ovenfor. Herunder beskrives forholdene og den ventede proces for projektets primære fysiske leverance, der foregår i delprojekt I. og handler om eksperimentel udvikling af produktion af LBG og CO2-fangst:***1. Beskrivelse af ønsket leverance***I sommeren 2023 er der etableret, idriftsat, testet og overdraget produktionsanlæg til opgradering og liquefaction af biogas samt fangst, rensning og flydendegørelse af CO2 til videresalg. Projektet kan danne grundlaget for tilsvarende udvikling de øvrige biogasanlæg i regionen, der nu er kraftvarmeproducerende. ***2. Projektering af leverance***Anlægget ventes færdigprojekteret i Q1 2022, så hurtigt som muligt efter evt. tilsagn er opnået. I starten af 2023 ventes det, at der kan leveres flydende metan og flydende CO2.***3. Udbud af leverance***Men henblik på at kunne etablere anlægget indenfor projektets korte forløb, er markedsafsøgningen igangsat og igangværende på tidspunktet for nærværende ansøgning.***4. Kontraktindgåelse***Hovedkontrakten ventes at kunne indgås inden udgangen af 2021, mens tilkøbet af liquefier, der er projektets hovedkomponent ventes at kunne foregå i Q1 2022 efter evt. tilsagn om støtte.***5. Opsætning***Leverancen ventes fremstillet og testet på fabrik fra Q1-Q3 2022, hvorefter det ventes installeret i Hjørring i løbet af Q3 og Q4 2022.***6. Ibrugtagning af udstyr***Mod slutningen af Q4 2022 ventes udstyret klar til idriftsættelse, og det forventes, at der i februar 2023 køres formaliserede tests med henblik på overlevering inden udgangen af Q1 2023. Herefter går anlægget ind i projektets:***7. Test og demonstrationsfase***Fasen løber fra slutningen af Q1 2023 og indtil projektets afslutning i Q2 2023.***8. Monitorering***Sideløbende med test og demonstrationsfasen overvåges anlægsdriften, bl.a. via anlæggets fuldskala PLC-anlæg, hvorfra driftsdata udlæses og analyseres.***9. Erfaringsopsamling***Der gennemføres i hele projektet en formaliseret erfaringsopsamling vedr. alle projektets dele. Opsamlingen og analysen af erfaringerne spiller ind til roadmappet. Delprojekt I. om flydende biogas og CO2 har fire naturlige milepæle, som erfaringsopsamlingen hægtes på: * Erfaringsopsamling ifm. dimensionering og kontraktforhandling (kan foregå mens udstyret er i produktion)
* Erfaringsopsamling ifm. opstilling af anlæg i Hjørring
* Erfaringsopsamling ifm. idriftsættelse
* Erfaringsopsamling vedr. overgang til normal drift.

***10. Normal drift***Det ventes, at anlægget kan overgå til normal drift sidst i juni 2023 inden afslutningen på projektet. |
| Aktiviteter | Projektets delaktiviteter er beskrevet ovenfor. |
| Tidsplan | Forløbet af projektets delaktiviteter beskrives i nedenstående Gantt-diagram. |
| Effekt | Projektet involverer direkte ti deltagende organisationer, hvoraf de fem er økonomiske partnere. Dertil giver projektet anledning til aktivitet hos underleverandører i form anlægsleverandører samt konsulenter og projekterende samt hos øvrige interessenter.Projektaktiviteterne vil give anledning til enkelte nye arbejdspladser i de medvirkende organisationer, mens det især er opskaleringen i forbindelse med projektets efterfølgende fase, der kan ventes at give volumen ift. jobskabelse i regionen.I projektet påbegyndes indfangning af CO2 svarende til den nuværende biogasproduktion hos GrønGas Hjørring på 4,5 mio. Nm3 metan. Da projektet frigør biogasanlægget fra kapacitetsbegrænsninger i det nuværende kraftvarmeanlæg, kan biogasproduktionen øges til biogasanlæggets kapacitet på omkring 7,2 mio. Nm3. Hvis al gas sættes i spil og den opsamlede CO2 gøres flydende og lagres eller anvendes til fremstilling af et brændstof (gas eller olie) under anvendelse af emissionsfri elektricitet, og gas og brændslet fortrænger bunkerfuel i skibsfarten i stedet for naturgas i den nuværende kraftvarmeproduktion, vil delprojektet ifølge overslagsberegninger fra Ea Energianalyse give anledning til en reduktion i CO2-emissionen på årligt 22.400 ton fra ca. 2024. I en levetid på 20 år vil det konkrete anlæg på den måde give anledning til en reduktion på ca. 450.000 ton CO2, hvilket med en støtte på 18,75 mio. kr. svarer til en pris på 42 kr./ton CO2.  |
| Samarbejde med videns-institution, klynge og GTS | AAU JaUCN NejMARTEC NejECDK NejMARLOG JaFORCE TECHNOLOGY NejTeknologisk Institut NejBåde AAU og MARLOG er økonomiske partnere i projektet. |
| Budget Q2 2022 – Q2 2023 | Der ansøges i projektet om i alt 24,45 mio. kroner ud af et samlet budget på 81,9 mio. kroner. Budgettabellen i bilag viser de økonomiske partnere i projektet samt den budgetterede fordeling på konto 210 (løn til medarbejdere), konto 220 (eksterne konsulenter) og konto 260 (maskiner & udstyr).  |
| Efter Q2 - 2023 | Projektet tænkes fortsat i en fase II, hvor visionen er at etablere en metanolfabrik på den udvidede Hirtshals Havn. Fabrikken vil inkludere: * Elektrolyseanlæg til fremstilling af brint og ilt på basis af ny elproduktionskapacitet i regionen
* Anlæg til at modtage og oprense kuldioxid fra punktkilder i regionen, herunder et netværk af CO2-rørledninger
* Anlæg til syntese af brint med kulstof, herunder lagring og afskibning
* Samt diverse hjælpeanlæg

På baggrund af foreløbige analyser af metanolanlægget i Hirtshals kan følgende nøgletal for anlægget præsenteres:

|  |
| --- |
| **Tekniske nøgletal** |
| **Element** | **Værdi** | **Enhed** |
| Elektrolyse | 30 | MW(e) |
| Metanol output (år) | 265 | TJ |
| Metanol output (år) | 13.000 | Tons |
| Varme output (år) | 25 | GWh |
| Oxygen output (år) | 20.000 | ton |
| Antal arbejdspladser | 9 | Fuldtidsstillinger |
| CO2-behov (år) | 18.000 | ton |

|  |
| --- |
| **Økonomiske nøgletal** Baseret på en samlet investering på ca. 561 mio. kr. efter tilskud på 50 mio. kr. og 10-års serie-afskrivning |
| **Element** | **Enhedspris** | **Enhed** | **Samlet værdi (mio. kr./år)** |
| Metanolpris | 366 | Kr./GJ | 96 |
| Elpris (inkl. tariffer) | 200 | Kr./MWh | -27 |
| Oxygenpris | 750 | Kr./ton | -15 |
| CO2-pris | 200 | Kr./ton | -3,6 |
| Varmepris | 40 | Kr./GJ | 0,5 |

Det samlede, analyserede system er bygget op efter nedenstående principmodel. |



*Skematisk fremstilling af elementerne i fremstilling af grøn metanol i Hirtshals.*