

VIHREÄN
SIIRTYMÄN
TUOTEKEHITYS

Power2X

Vedyn logistiikka

Fysikaaliset perusteet
Teknologisia ratkaisuja

Vedyn logistiikka

Luennon sisällöstä

Power2X polttoaineet ja erityisesti vety poikkeaa merkittävästi muista tavanomaisista palavista polttoaineista kuten diesel tai bensiini niin itsesyttymisen, sytyttävyyden, liekin kuin palamisprosessin suhteen. Tämä vaikuttaa merkittävästi esim ratkaisujen turvallisuuteen ja erityisesti yleiseen käytettävyyteen.



Emissions Advantages of Biofuels



Tällä luennolla on tarkoitus perehtyä siksi polttoaineiden ominaisuuksien ja taloudellisuuden vuoksi koko muovautuvan E-jakeluketjun rakenteeseen. Nesteen

NextBTL jalostamo Rotterdamissa

Samalla oin huomattava, että jo bioteknologinen jalostamotoiminta tuo huomattavia parannuksia päästöihin ja on kaupallisesti Kannattavampaa kuin

e-polttoaineet tällä hetkellä. Ankkurina kotimaassa on Nesteen NextBTL.

Sisältöä (tarkentuu myöhemmin)

Johdanto ja konseptit

Power2X:n yleinen merkitys, konsepti, ja globaalit

Esimerkkejä teknologioiden käyttökohteista.

Logistiikan teknologiat

Power2X-tuotteiden kuljetusratkaisut: kryogeeniset järjestelmät, kustannusanalyysit.

Teknologiset ja taloudelliset haasteet.

Ympäristövaikutukset ja kestävyys

Power2X-logistiikan ympäristövaikutukset. tavoitteet.

ratkaisujen edut. Kiertotalouden merkitys ja vähähiilisten

Taloudelliset näkökohdat

Vedyn ja

Kuljetusratkaisujen

Vetyteknologioiden markkinapotentiaali ja julkisen tuen rooli.

Pohjoismaiden rooli ja vaikutus

Northern Lights. Suuret infrastruktuurihankkeet: Baltic Hydrogen Backbone, **Loppuyhteenveto ja tulevaisuus**

Pohjoismaiden energiapotentiaali ja investointimahdollisuudet.

Yhteenveto

Power2X-logistiikan

merkityksestä.

Teknologian kehityksen ja kansainvälisen yhteistyön mahdollisuudet.

Logistiikan teknologiset ratkaisut

Logistiikan teknologiset ratkaisut keskittyvät tehokkuuden ja turvallisuuden parantamiseen Power2X-tuotteiden kuljetuksessa. Kryogeenisten järjestelmien, LH2-teknologioiden ja anturijärjestelmien kehittyminen ovat avainasemassa.

LH2-Kryogeeniset järjestelmät: Nestemäisen vedyn kuljetus vaatii säiliöitä, joissa lämpöhäviöt ovat alle 0,1 % päivässä. Kaksoiseristys ja aerogeliteknikka vähentävät energiakustannuksia.

Nykyinen LNG-teknologia: Kemiallinen sitominen mahdollistaa vedyn turvallisen kuljetuksen ilman matalalämpötilaratkaisuja. Vapautusprosessissa syntyvä lämpö voidaan hyödyntää paikallisesti.

LH2-teknikka varsinkin logistiikassa tulee aiheuttamaan haasteita mm turvallisuudessa vedyn matalan tiheyden vuoksi

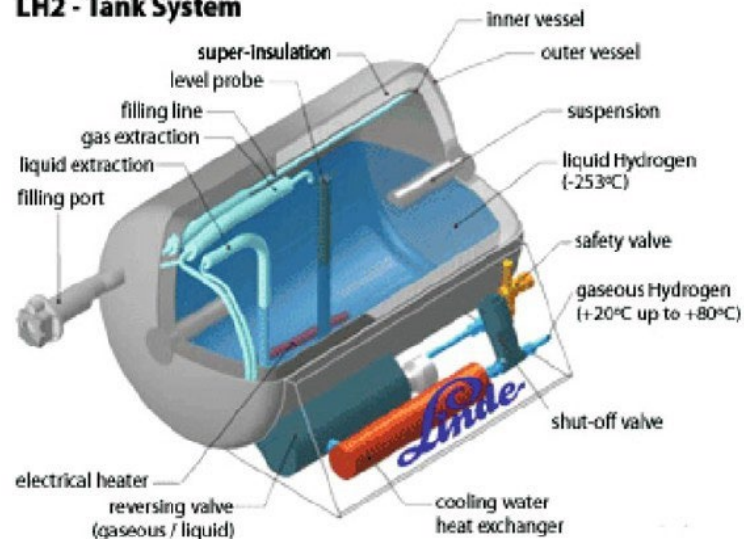
Anturiteknologiat: IoT-pohjaiset sensorit valvovat reaaliaikaisesti paineita, lämpötiloja ja vuotoja, mikä parantaa turvallisuutta ja ennakoivaa kunnossapitoa.

Integraatio: Kehittyneet logistiikkaketjut yhdistävät tuotannon ja kulutuksen sekä vähentävät hävikkiä.



Large cryogenic liquid tank with flat bottom, ISO tank container, marine LNG fuel tank,

LH2 - Tank System



Standardointi: Kansainväliset standardit, kuten ISO 19880, helpottavat yhteensopivuutta ja laitteistojen käyttöä globaalisti.

LNG-säiliöiden modulaarinen rakenne mahdollistaa joustavat kuljetukset. LH2-tankkien tekniset vaatimukset ovat huomattavasti tiukemmat

Pohjoismaiden rooli Power2X-logistiikassa

Pohjoismaat ovat avainasemassa Power2X-logistiikan kehittämisessä, kiitos uusiutuvan energian kapasiteetin ja infrastruktuurihankkeiden.

Uusiutuvan energian käyttö: Tuulivoiman ja vesivoiman integrointi mahdollistaa vihreän vedyn ja sen johdannaisten tuotannon.

Yhteistyöhankkeet: Pohjoismaat tekevät yhteistyötä vetyputkiverkostojen ja terminaalien kehittämisessä, kuten Baltic Hydrogen Backbone -projekti.

Infrastruktuuri: Norjan Northern Lights -projekti yhdistää hiilidioksidin talteenoton ja vedyn tuotannon. Tanskassa kehitetään Esbjergin terminaalia ammoniakin vientiin.



Sääntely: Pohjoismaissa on edistyksellinen sääntelyympäristö, joka tukee vetyteknologioiden käyttöönottoa ja investointeja.

Markkinapotentiaali: Pohjoismaiden vedyn ja ammoniakkiin vienti Keski-Eurooppaan kasvaa merkittävästi vuoteen 2035 mennessä.

Vedyn jakeluinfrastruktuurin kehittäminen

Vedyn jakeluinfrastruktuuri on Power2X-logistiikan ytimessä. Tämä sisältää putkistot, terminaalit, jakeluasemat ja varastointiratkaisut. Jakeluinfrastruktuurin kehittäminen vaatii merkittäviä investointeja ja yhteistyötä.

Putkistot: Pohjoismaissa suunnitellaan yli 1000 km uutta vetyputkistoa vuoteen 2030 mennessä. Näitä täydentävät olemassa olevien maakaasuputkien konversiot.

Pohjoismaiden vetyputkiverkoston suunniteltu reitistö Pohjanlahden rannikolla. (Oranssi)
Kuvassa myös sähköverkkoa.

Kylmälämpötilojen hallinta: Kaksoisseinämät ja edistykselliset eristemateriaalit, kuten aerogeelit, vähentävät lämpöhäviöitä alle 0,1 % päivässä. Kuljetussäiliöt: Nestemäisen vedyn säiliöalukset ja säiliörekat käyttävät integroituja höyrystimiä, jotka mahdollistavat vedyn kaasumaisen toimituksen terminaaleissa.

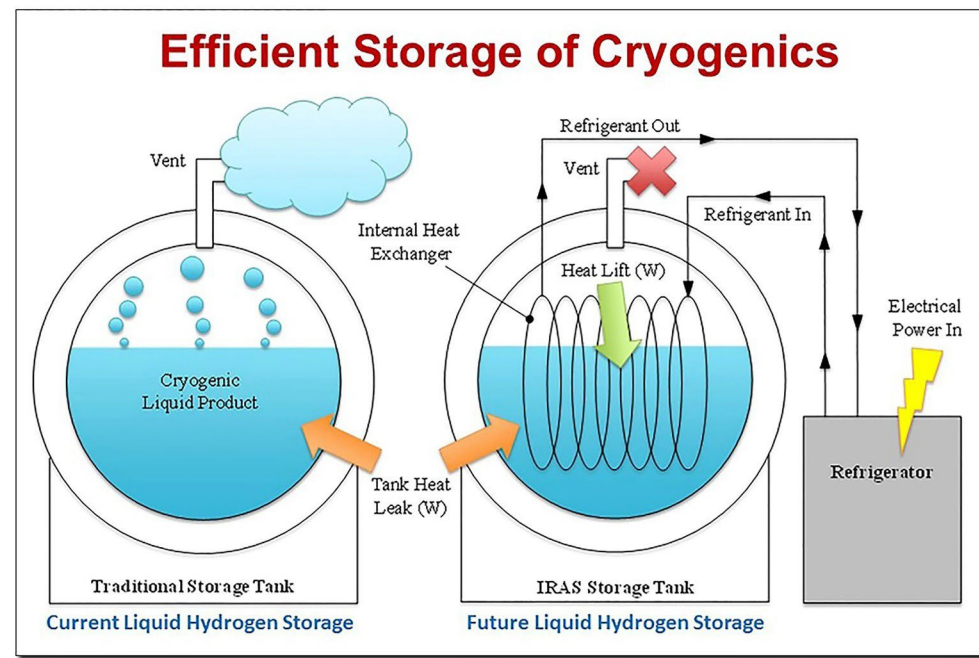
Energiaoptimointi: Nesteytysprosessissa syntyvä hukkalämpö voidaan ohjata paikalliseen kaukolämpöverkkoon.

Yhteensopivuus: Kryogeeniset järjestelmät ovat yhteensopivia LNG-aluksien infrastruktuurin kanssa, mikä vähentää investointikustannuksia. Kryogeenisen tekniikan edistysaskeleet, Häviötön säilytys (NASA)

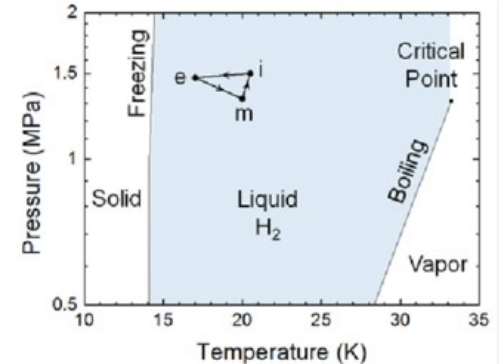
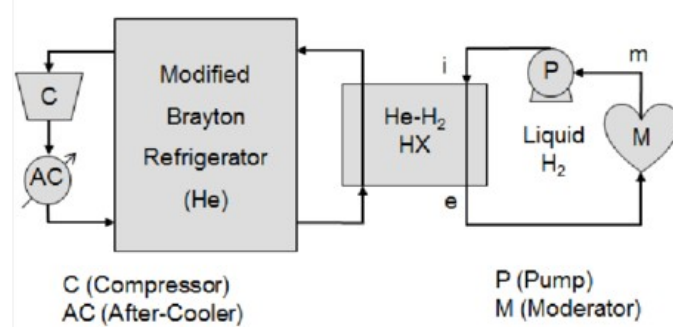
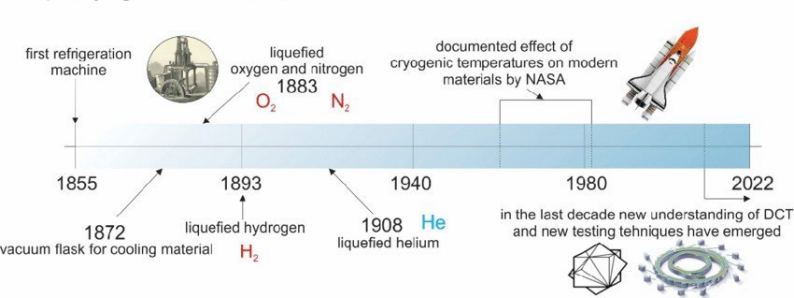
Turvallisuus: Reaaliaikaiset anturit valvovat jatkuvasti ja Brayton-prosessiin perustuva jäähdytys säiliöiden painetta ja lämpötilaa, mikä minimoi riskit kuljetuksen aikana.

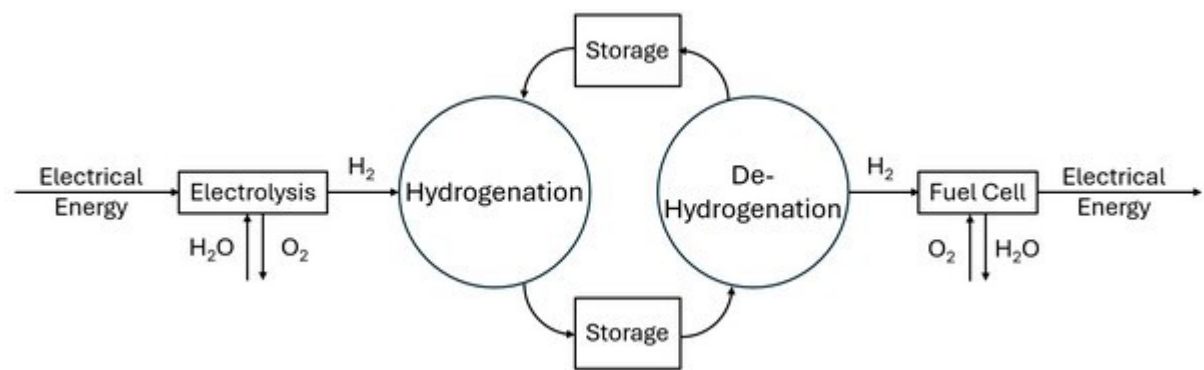
LOHC-teknologian potentiaali

LOHC (Liquid Organic Hydrogen Carrier) tarjoaa turvallisen ja tehokkaan tavan sitoa ja kuljettaa vetyä kemiallisesti sitoutuneena orgaaniseen kantajaan. Tämä vähentää kuljetuksen aikana tarvittavia erikoisratkaisuja.



Key Events that shaped Deep Cryogenic Treatment





LOHC-järjestelmien kuljetus- ja vapautusprosessi.

Kemiallinen sitoutuminen: Vety sitoutuu orgaaniseen kantajaan, kuten tolueniin, ja vapautuu käyttöalueella ilman erikoisolosuhteita.

Kuljetuskapasiteetti: LOHC voi kuljettaa vetyä samalla infrastruktuurilla kuin öljy ja kemikaalit, mikä vähentää kuljetuskustannuksia.

Uusiokäyttö: LOHC-kantaja voidaan kierrättää jopa 500 kertaa ilman merkittävää tehokkuuden heikkenemistä.

Energiaintensiivisyys: Vapautusprosessi kuluttaa energiaa, mutta sitä voidaan osittain kompensoida lämmön talteenotolla.

Sovellukset: LOHC-teknologiaa hyödynnetään erityisesti offshoretuotannossa, jossa vedyn kuljetus olosuhteiden vuoksi olisi muutoin haastavaa.

Vedyn putkistojen taloudellinen analyysi

Vedyn kuljetus, kuten kaasujen yleensäkin, kuljettaminen putkistojen kautta on yksi kustannustehokkaimmista ratkaisuista suurien volyymien siirtoon. Kustannukset riippuvat putkiston konversiosta, uuden rakentamisesta ja tarvittavista paineistusyksiköistä.

Rakennuskustannukset: Uuden vetyputken rakentaminen maksaa keskimäärin 1,2–2,0 miljoonaa €/km, riippuen maastosta ja materiaalivalinnoista.

Konversio: Olemassa olevien maakaasuputkien konversio vedyn kuljetukseen maksaa 0,5–1,0 miljoonaa €/km, mikä on huomattavasti edullisempaa kuin uuden rakentaminen.

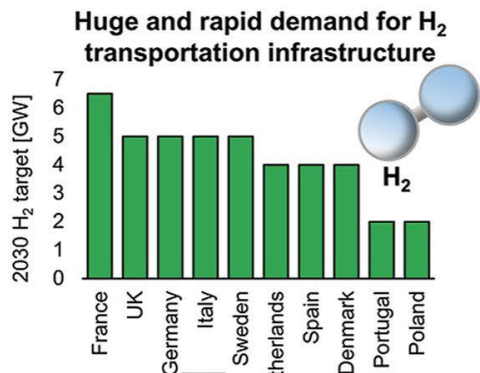
Paineenhallinta: Vedyn alhainen tiheys vaatii kompressoriasemia, jotka lisäävät noin 20 % kuljetuskustannuksiin.

Huoltokustannukset: Reaaliaikainen anturitekniologia vähentää putkistojen ylläpitokustannuksia jopa 30 %, mikä parantaa taloudellista kannattavuutta.

Elinkaariryöty: Vedyn putkistot voivat toimia yli 40 vuotta vähäisin huoltotoimenpitein, mikä tekee niistä pitkäaikaisesti kestävästä ratkaisusta.

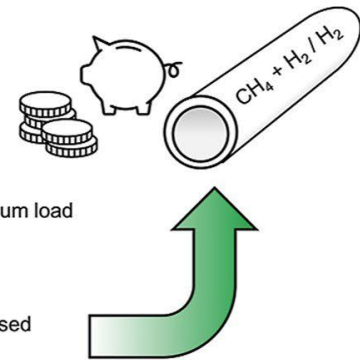
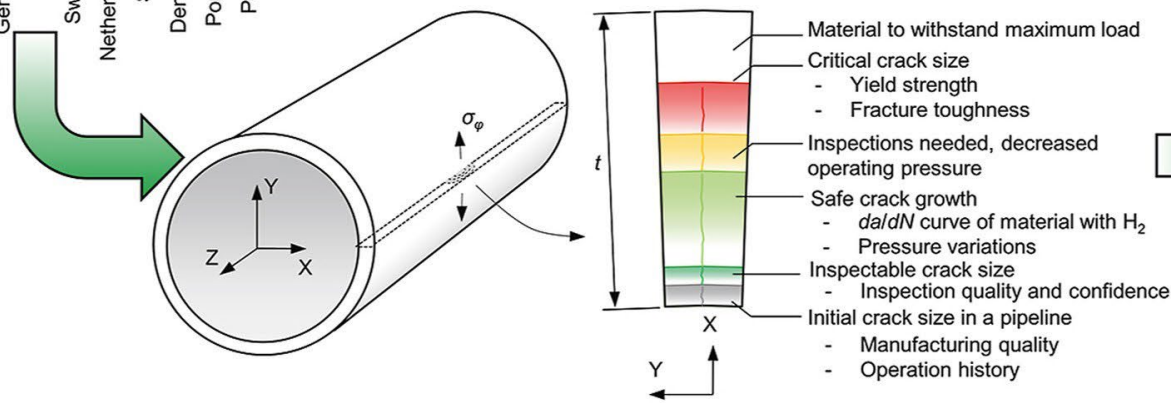
Teräksissä putkistoissa vetyhaurastuminen voi olla ongelma. Niukka hiilissä teräksissä Paris'in lakiin perustuva murtumismekaaninen särön kasvu määrittää maksimaalisen paineen, jota käyttötarkoituksen muutoksessa on syytä käyttää. Aiemmissa tutkimuksissa käytettäessä määntä-vetysekoitteita n 20% vetyäärään asti voidaan laitteistoja käyttää lähes muuttamattomana.

Putkistoinfran suojaaminen on haastellista ja merenalaisia ratkaisuja tulee välttää ja mieluiten pysyä geopoliittisesti turvallisissa reitityksissä.



Differences within countries, pipeline structure and conditions. Further research needed, but huge potential for cost savings and rapid development

Conversion of existing natural gas pipelines possible under certain limitations



Synteettisten polttoaineiden logistiikka

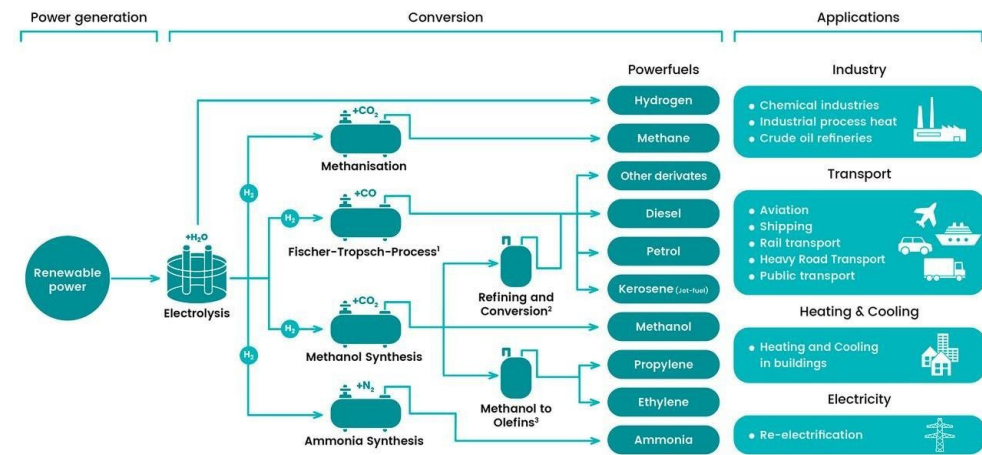
Synteettiset polttoaineet tarjoavat joustavan vaihtoehdon Power2X-ratkaisuissa, sillä ne voivat hyödyntää olemassa olevaa infrastruktuuria. Niiden logistiikka yhdistää tehokkuuden ja skaalautuvuuden.

Standardisointi: Synteettisiä polttoaineita voidaan kuljettaa nykyisten polttoaineterminaalien ja jakeluverkostojen kautta ilman merkittäviä muutoksia infrastruktuuriin. **Säilyvyys:** Synteettiset polttoaineet eivät vaadi erikoisolosuhteita, kuten matalia lämpötiloja, mikä vähentää logistiikkakustannuksia.

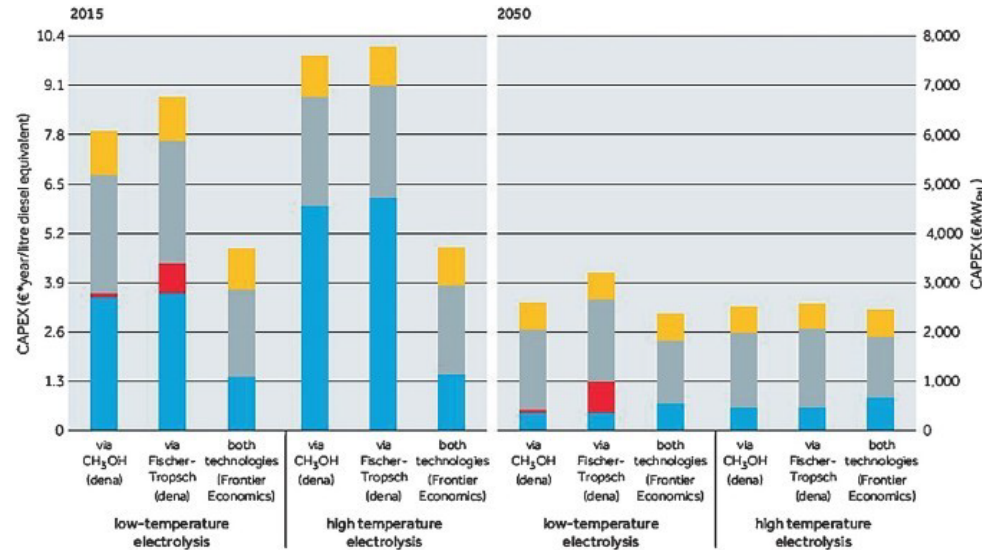
Kuljetuskapasiteetti: Nestemäiset synteettiset polttoaineet mahdollistavat suurivolyymisen kuljetuksen, joka on tehokkaampaa kuin kaasumaisten tuotteiden kuljetus. **Kustannustehokkuus:** Nykyisten polttoainejärjestelmien käyttö vähentää investointikustannuksia verrattuna uusiin järjestelmiin.

Käyttökohteet: Synteettisiä polttoaineita voidaan käyttää suoraan lentoliikenteessä, merenkulussa ja raskaassa liikenteessä, mikä lisää niiden monikäyttöisyyttä.

Kuvateksti: Synteettisten polttoaineiden toimitusketjun visualisointi.



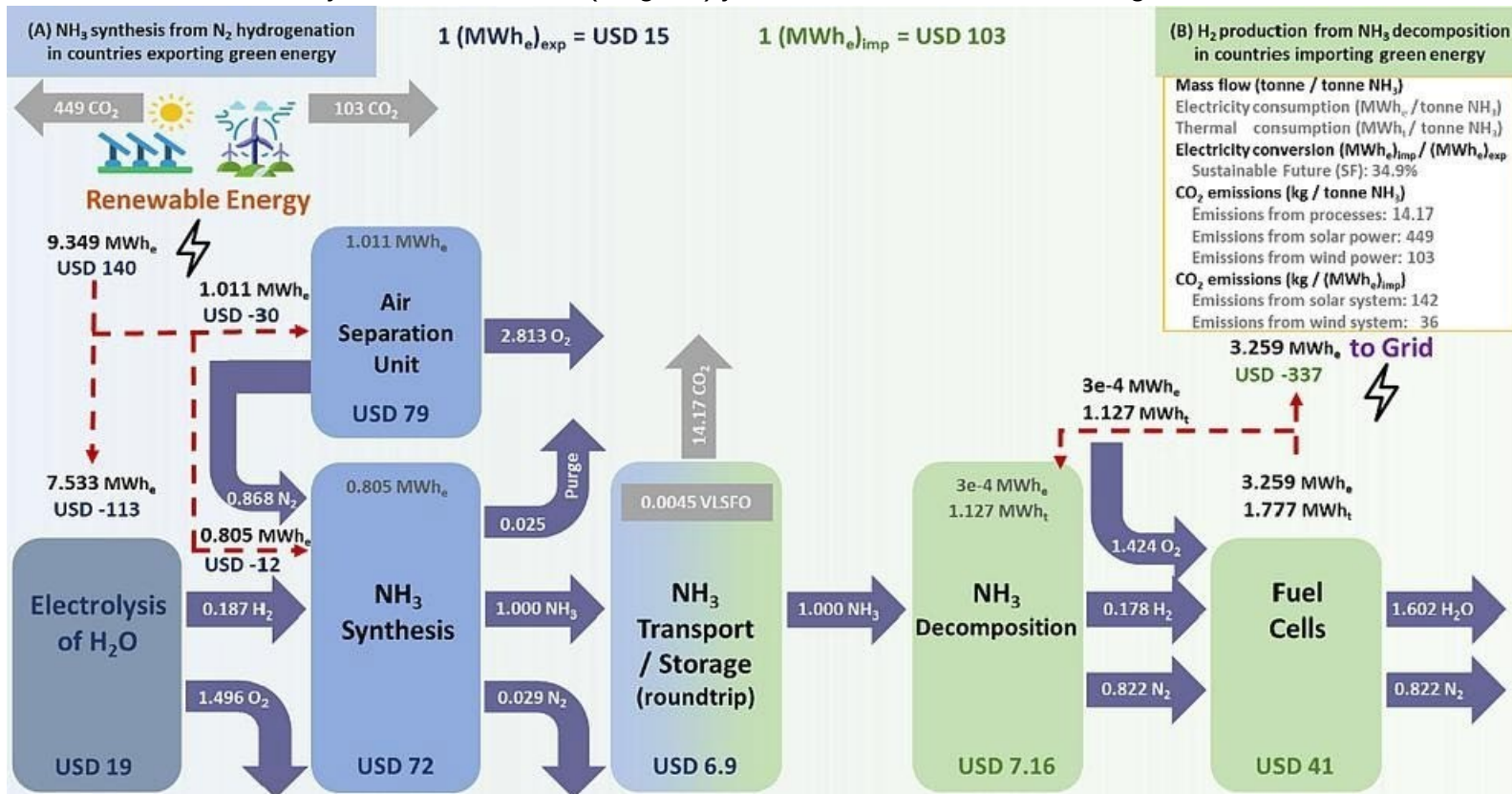
● Includes: Fischer-Tropsch synthesis, hydrocracking, isomerization and distillation. ● Includes: DME/OME synthesis, olefin synthesis, oligomerisation and hydrotrating. ● Methanol-to-olefins process.



Ammoniakin logistiikka
 Ammoniakki on keskeinen Power2X-tuote, jota käytetään sekä polttoaineena että lannoitteiden raaka-aineena. Sen logistiikka yhdistää tehokkuuden ja turvallisuuden. Varastointi: Ammoniakin varastointi vaatii -33 °C lämpötilan tai korkeapaineiset säiliöt, jotka on suunniteltu minimoimaan haihtuminen.

Kuljetus: Globaalit ammoniakkimarkkinat hyödyntävät tankkilaivoja, joiden kapasiteetti on 50 000–80 000 tonnia. Turvallisuus: Vuotoriskin minimointi edellyttää jatkuvaa valvontaa ja edistyneitä sensortechnologioita. Ympäristövaikutukset: Ammoniakin käsittelyprosessit

vaiheet ja kustannusrakenne. Power2X-tuotteiden kustannusrakenne sisältää useita muuttujia, kuten valmistusprosessi, kuljetusmatka, säilytyksen kesto ja käytettävät teknologiat. Itse logistiset kustannukset voidaan jakaa kuljetuskustannuksiin (€/kg/km) ja varastointikustannuksiin €/kg



ovat ympäristölle turvallisempia kuin vedyn, mikä tekee siitä logistisesti houkuttelevamman vaihtoehdon. Kustannukset: Ammoniakin kuljetus maksaa noin 0,15–0,25 €/kg, mikä on kilpailukykyistä muihin Power2X-tuotteisiin verrattuna. 1/9/25 (€/kg/päivä).

Kuljetus- ja varastointikustannusten analyysi

Power2X-tuotteiden kustannusrakenne sisältää useita muuttujia, kuten kuljetusmatka, säilytyksen kesto ja käytettävät teknologiat. Kustannusmallit voidaan jakaa kuljetuskustannuksiin (€/kg/km) ja varastointikustannuksiin (€/kg/päivä).

Kuljetuskustannukset:

Putkistot: 0,02–0,05 €/kg/km (suurten volyymien siirtoon). Rekka- ja rautatiekuljetus: 0,05–0,12 €/kg/km, riippuen polttoaineen tilasta (nestemäinen/kaasumainen).

Kryogeeniset alukset: 0,08–0,15 €/kg/km, tehokkain ratkaisu pitkän matkan kuljetuksiin. Varastointikustannukset:

Kryogeeniset säiliöt: 0,05–0,10 €/kg/päivä, riippuen kapasiteetista ja eristyksen laadusta.

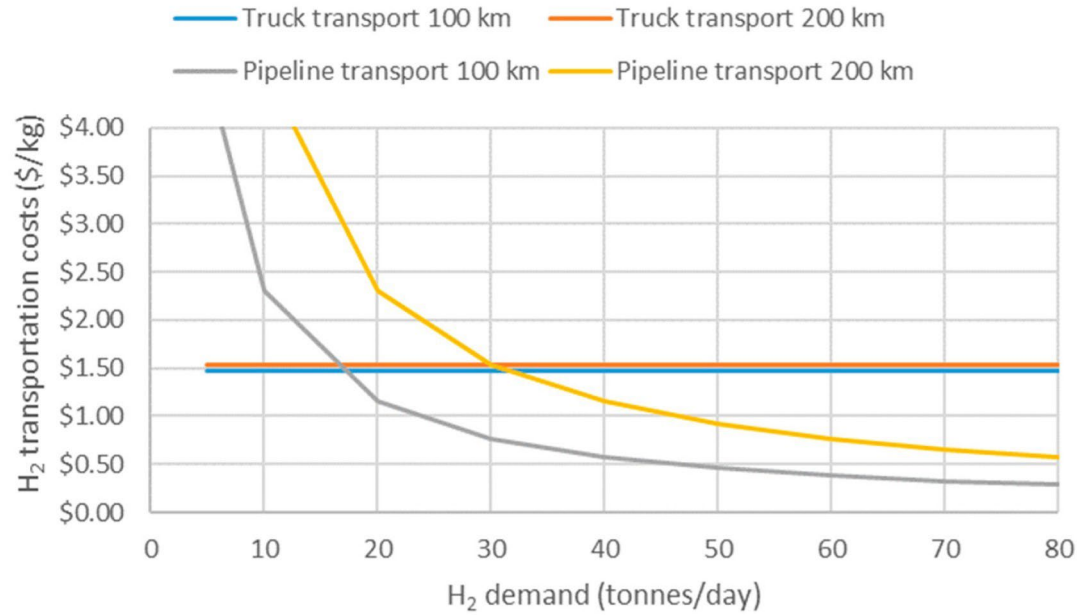
LOHC: 0,03–0,06 €/kg/päivä, sisältäen kantaja-aineen uudelleenkäytön kustannukset.

Paineistettu varastointi: 0,04–0,08 €/kg/päivä.

Optimoinnin vaikutukset:

Reaaliaikainen logistiikkaoptimointi voi vähentää varastointiaikaa ja siten kokonaiskustannuksia jopa 20 %.

Modulaariset kuljetus- ja varastointiyksiköt tarjoavat joustavuutta ja skaalautuja.



Esimerkki vedyn liikennejakeluverkoston kustannuksista. Suurissa volyyymeissä putkisiirto muodostuu edullisimmaksi, ja kasvaa suhteessa kuljetusmatkan pituuteen

Malli kuljetuskustannusten laskemiseksi
Kustannusten arviointiin voidaan käyttää seuraavaa kaavaa:

Kokonaiskustannus =
(Kuljetusmatka×Kuljetuskustannus) +
(Varastointiaika×Varastointikustannus)

Esimerkki 1:

Nestemäisen vedyn kuljetus 500 km:n päähän ja 5 päivän varastointi:

$$(500 \times 0,08) + (5 \times 0,05) = 40,25$$

$$\text{€/kg} (500 \times 0,08) + (5 \times 0,05) = 40,25 \text{ €/kg}$$

Esimerkki 2:

LOHC:n kuljetus 300 km:n päähän ja 10 päivän varastointi:

$$(300 \times 0,06) + (10 \times 0,03) = 21,00$$

$$\text{€/kg} (300 \times 0,06) + (10 \times 0,03) = 21,00 \text{ €/kg}$$

1/9/25

Dia (°)	Length (km)	Expected Cost (USD)	Expected Cost (Million Won)
4	1.10	163,000	179
10	2.40	266,076	338
12	10.50	878,257	1114
16	2.80	358,262	455
20	1337.60	147,797,658	187,526
24	48.40	6,454,900	8190
26	374.90	54,156,015	68,713
30	3165.79	547,350,768	694,479
36	27.50	6,229,543	7904
Total	4970.99	763,654,479	968,897

USD = 1100 won.

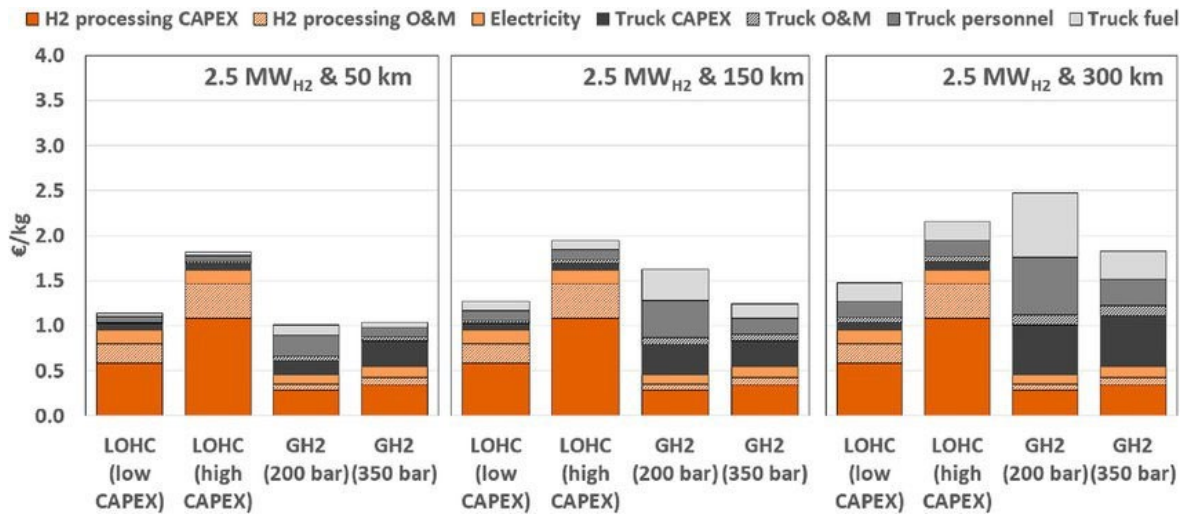
Huomioitavia muuttujia:

Polttoaineen tila (kaasu/neste/LOHC).

Kuljetuskaluston ja varastointisäiliöiden teknologia.

Energiahäviöt kuljetuksen aikana.

Esimerkkejä kiinalaisten vetyputkistohankkeiden kustannuksista.



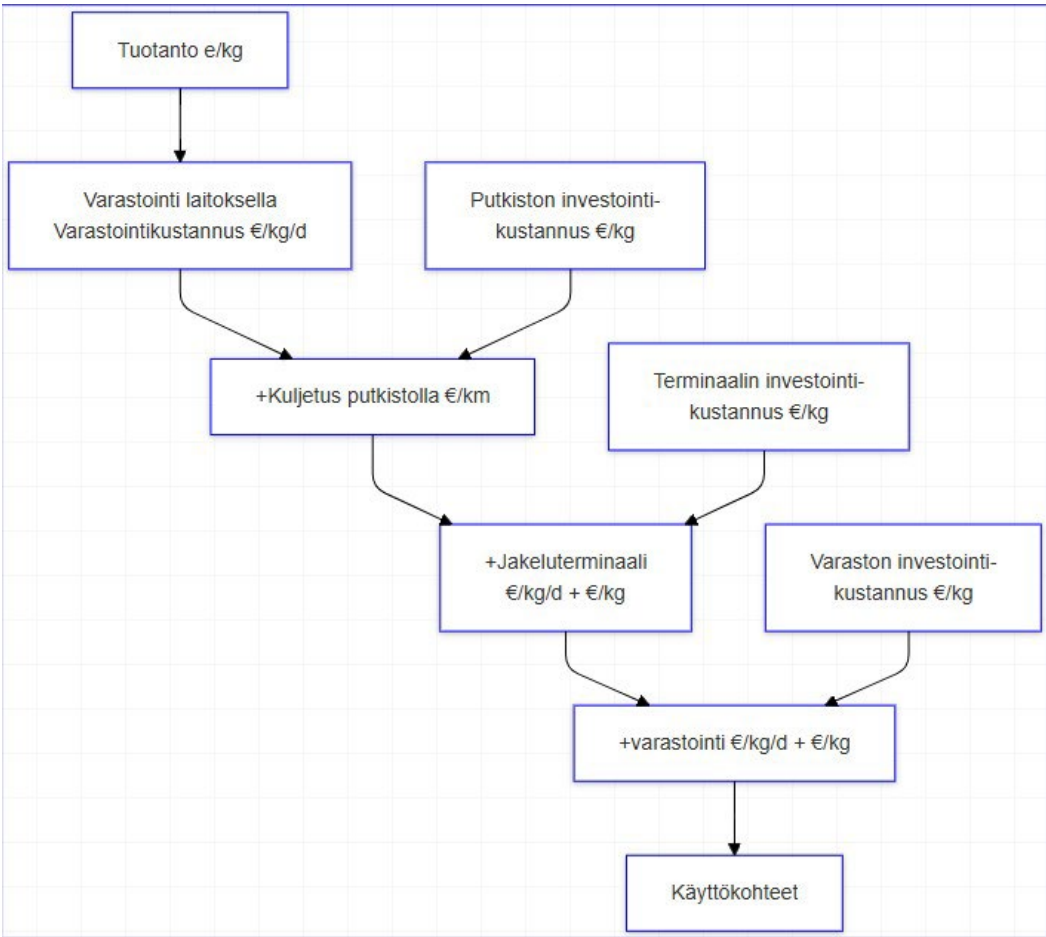
Pääomakustannukset kasvavat putkistojen
pituuden mukaan.

Riittävässä volyymissa putkisto voittaa
rekkakuljetukset

Kuljetuksen ja varastoinnin tehokkuus

Varastointi lisää tuotteen
kustannuksia

Koko logistiikkaketjun kaikissa vaiheissa. On tärkeää mitoittaa varastot sopiviksi suhteessa kysyntään ja valmistuskapasiteettiin.



Esimerkkihankkeita Power2X-logistiikassa

Power2X-tekniikan kehitys on edennyt merkittävästi viime vuosina, ja useita merkittäviä hankkeita on käynnistetty eri puolilla maailmaa. Seuraavassa esitellään muutamia keskeisiä projekteja, jotka havainnollistavat tekniikan soveltamista ja logistiikan ratkaisuja.

1. MadoquaPower2X – Sines, Portugali

MadoquaPower2X on teollisen mittakaavan vihreän vedyn ja ammoniakin tuotantohanke Sinesin teollisuus- ja logistiikka-alueella Portugalissa. Hankkeessa hyödynnetään Portugalin runsaita tuuli- ja aurinkoenergian resursseja. Tavoitteena on rakentaa 500 MW:n elektrolyysilaitos, joka tuottaa vuosittain noin 50 000 tonnia vihreää vetyä ja 500 000 tonnia vihreää ammoniakkia. Tuotanto palvelee sekä paikallista teollisuutta että eurooppalaisia asiakkaita.

Power2X

Investoinnin arvo: Budjetti 720 Mrd€, Laitoksen teho 1.5Gw
Hiilidioksidipäästöjen vähennys: Yli 600 000 tonnia vuodessa



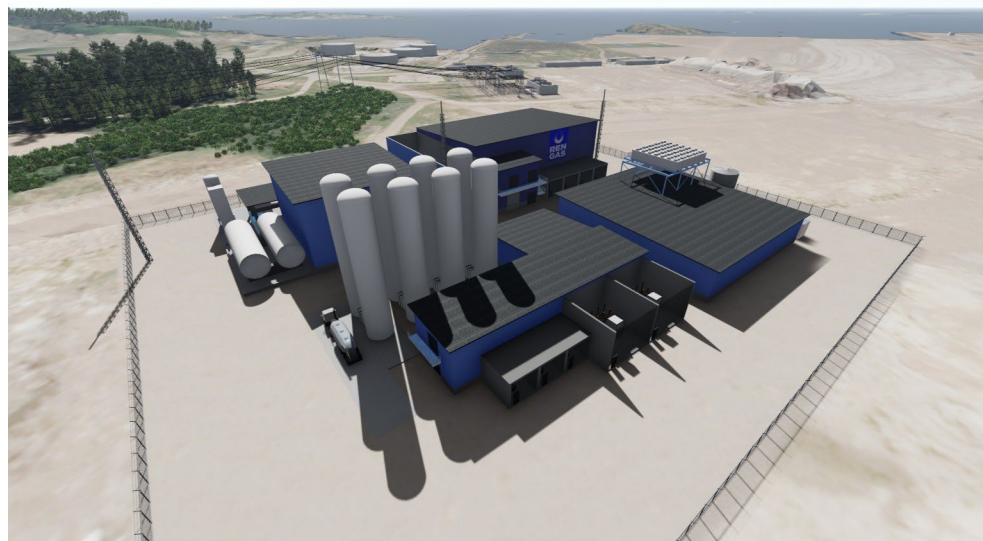
Ren-Gas Oy:n Power-to-X-hankkeet – Suomi

Suomalainen Ren-Gas Oy kehittää useita vihreän vedyn ja synteettisten kaasupolttoaineiden tuotantohankkeita eri puolilla Suomea. Yhtiö on julkistanut viisi merkittävää projektia, joiden yhteenlaskettu investointiarvo on yli 600 miljoonaa euroa. Tavoitteena on tuottaa kotimaisia puhtaita kaasuja ja edistää Suomen energiaomavaraisuutta.

Suunnitellut kohteet:

- Tampereen Sähkölaitos
- Lahden Energia
- Etelä-Savon Energia
- Kotkan Energia
- Pori Energia

Ren-Gas Oy:n suunniteltu vihreän vedyn ja metaanin ja hukkalämmön tuotantolaitos Mikkelissä ja Kotkassa Power2X Estonia – Viro



Power2X Estonia on Viron ensimmäinen teollisen mittakaavan vihreän vedyn tuotantohanke. Hankkeen tavoitteena on rakentaa 100 MW:n elektrolyysilaitos, joka tuottaa vihreää vetyä paikallisen teollisuuden tarpeisiin sekä vientiin. Projekti tukee Viron pyrkimyksiä kohti hiilineutraaliutta ja energiariippumattomuutta.

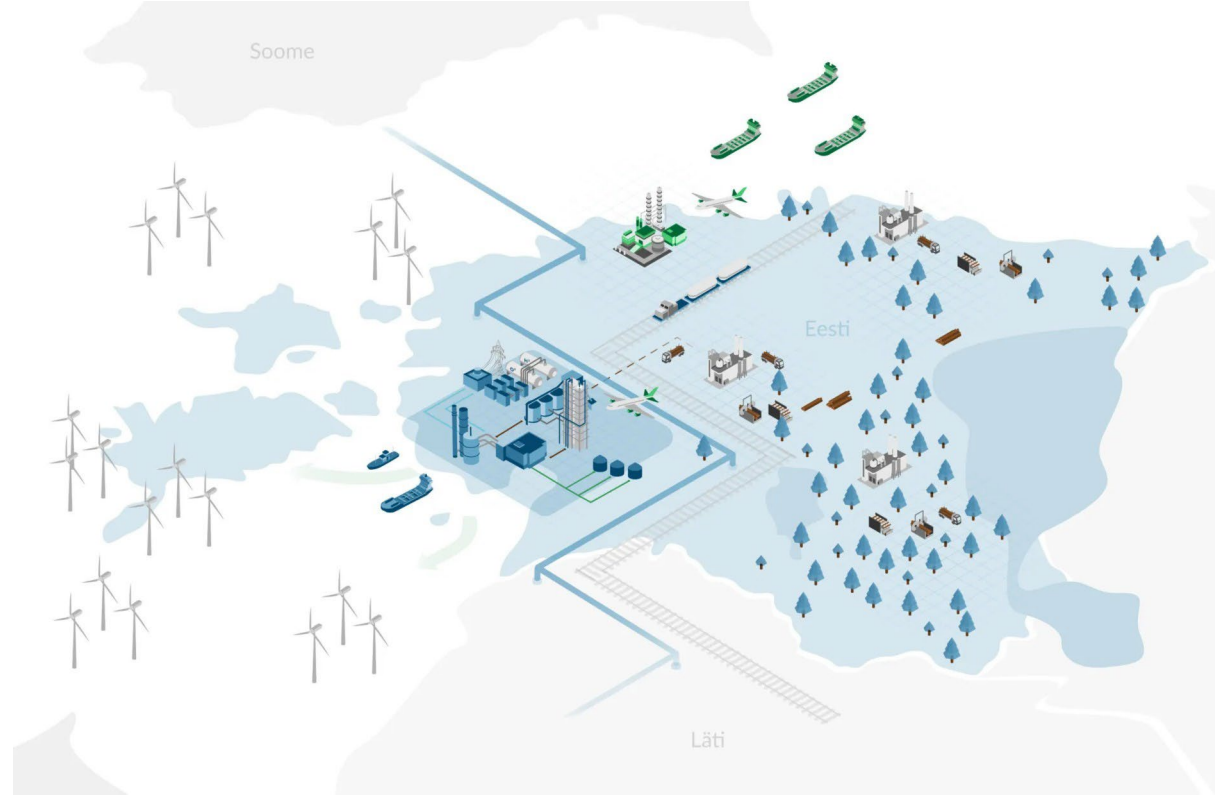
Investoinnin arvo: 1000 MEUR

Käyttöönotto: Suunniteltu vuodelle 2025

Kapasiteetti 500 kton/v metanolia

Hankkeet osoittavat Power2X-tekniikan potentiaalin uusiutuvan energian hyödyntämisessä ja logistiikan kehittämisessä. Ne edistävät merkittävästi hiilineutraaliustavoitteita ja tarjoavat uusia mahdollisuuksia kestäväälle energiantuotannolle.

Kalvo 21: Esimerkkihankkeita – Ren-Gas Oy, Suomi



Ren-Gas Oy on yksi suomalaisen Power2Xteknologian edelläkävijöistä, joka kehittää kotimaista vety- ja kaasupolttoainetuotantoa. Yhtiön tavoitteena on lisätä Suomen energiaomavaraisuutta ja vähentää kasvihuonekaasupäästöjä.

Keskeiset projektit:

Tampereen Sähkölaitos: Vihreän vedyn tuotanto paikalliselle teollisuudelle.

Lahden Energia: Vetyä yhdistettynä synteettisiin metaanipolttoaineisiin.

Kotkan Energia: Ammoniakin tuotantolaitos vientimarkkinoita varten.

Investointiarvio: 600 miljoonaa euroa viiden hankkeen kokonaisbudjetti.

Hiilijalanjalan vähennys: Arviolta 500 000 tonnia CO₂ vuodessa.

Kansallinen merkitys: Hanke tukee Suomen 2035 hiilineutraaliustavoitteita ja luo uusia työpaikkoja erityisesti energiasektorilla.

Viron hanke – Power2X Estonia



Power2X Estonia on ensimmäinen vihreän vedyn teollinen tuotantolaitos Virossa. Projekti tukee Viron pyrkimyksiä vähentää hiilidioksidipäästöjä ja vahvistaa energiariippumattomuutta.

Keskeiset tiedot:

100 MW elektrolyysilaitos.

Tuotanto: 20 000 tonnia vihreää vetyä vuodessa.

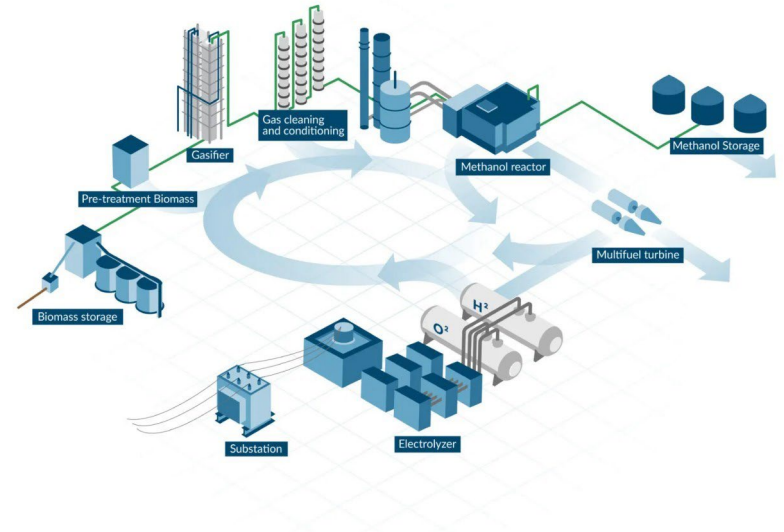
Käyttöönotto: Suunniteltu vuodelle 2025.

Alueellinen merkitys:

Tukee Itämeren alueen energiamarkkinoiden yhdistymistä.

Vahvistaa Viron teollisuuden kilpailukykyä.

Kalvo 21: Esimerkkihankkeet – Northern Lights -hanke, Norja



Northern Lights on osa Norjan suurta hiilidioksidin talteenotto- ja varastointiprojektia, joka yhdistää hiilen talteenoton ja vedyn tuotannon. Hanke luo ainutlaatuisen infrastruktuurin, jossa yhdistyvät teollisuuden tarpeet ja ilmastotavoitteet.

Hankkeen laajuus:

CO₂:n talteenotto Norjan teollisuuslaitoksista

CO₂:n nesteytys ja varastointi meren pohjällä

Vedyn tuotanto hiilidioksidittomalla kaasulla

Tavoitteet:

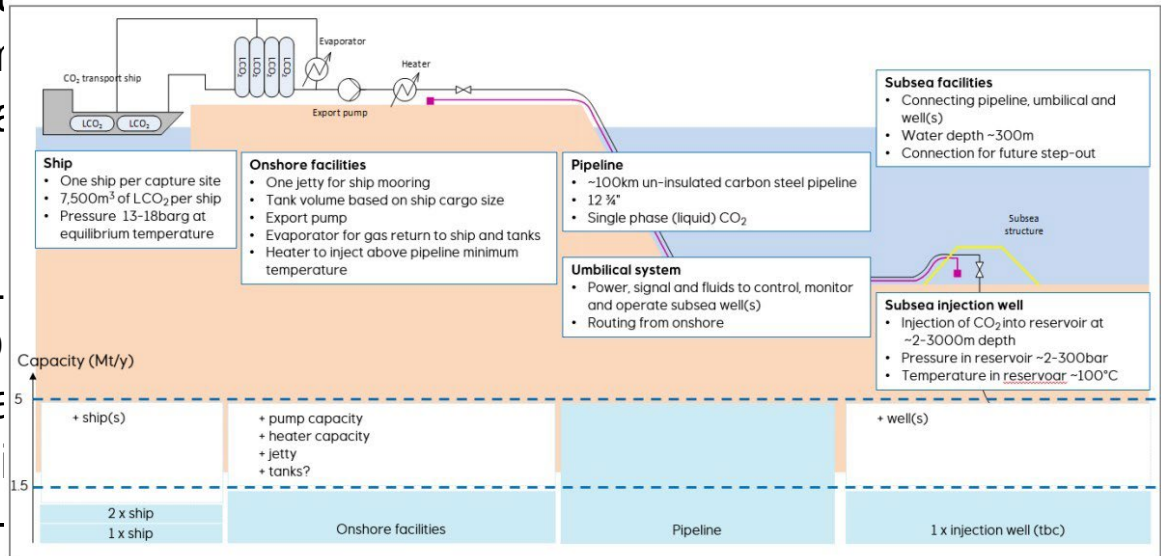
Vähentää hiilidioksidipäästöjä 1 Mt/y

Kehittää eurooppalainen hiilidioksidin varastointi

Luo mahdollisuuksia hiilineutraaliksi

Northern Lights -projektin hiilidioksidin varastointi

Kalvo 22: Baltic Hydrogen Backbone -projektin hiilidioksidin varastointi



Baltic Hydrogen
maiden vetyver

Hankkeen av
10 000 km
Uusiutuval
Benelux-maissa
Integraatio

Alueellinen m
Vahvistaa
Tukee vety
Luo työpai

Kuvateksti: Balt
[Kuva: https://e
Kalvo 23: HyD



Itämeren

lassa ja

sto.

Nordic-Baltic Hydrogen Corridor (© Gasgrid Finland)

HyDeploy
joka pyrkii

Keskeis
Testa
Vähe
Luo perus

Tulokse
Ensir
toteutuske
1 000

Kuvatekst
[Kuva: http

Tulevaisuuden näkymät Power2X-logistiikassa

Power2X-tekniikan kehittyessä logistiikan rooli korostuu entisestään.

2 live trials
Planning for two live trials in the North of England.

750 homes
Around 750 homes and buildings in each trial area.

20% hydrogen
Hydrogen is expected to make up a maximum of 20% of the volume of gas in the network.

Easy for customers
Customers receiving the blended gas should not notice any differences in the way they use gas or how their appliances work.

1st
A hydrogen first
HyDeploy aims to be the first injection of hydrogen into modern UK gas grids.

Safety approved
The first delivery of blended hydrogen and natural gas has been approved as part of HyDeploy @ Keele.

CO₂ savings
Blending hydrogen across the UK could save around 6 million tonnes of carbon dioxide emissions every year, the equivalent of taking 2.5 million cars off the road.

ihanke,
/ä.

n.

Tulevaisuudessa odotettavissa olevia kehityssuuntia ovat:

Toimitusketjujen monipuolistuminen: Pandemian ja geopoliittisten jännitteiden myötä yritykset pyrkivät hajauttamaan toimitusketjujaan lisätäkseen joustavuutta ja vähentääkseen riskejä.

Kiertotalous ja hiilidioksidipäästöjen vähentäminen: Yritykset panostavat yhä enemmän ympäristöystävällisiin ratkaisuihin, mikä lisää kestävien logistiikkamallien kysyntää.

Teknologinen kehitys: IoT, automaatio ja tekoäly mahdollistavat tehokkaammat ja älykkäämmät logistiikkaratkaisut, kuten autonomiset ajoneuvot ja robotiikan hyödyntämisen varastoinnissa.

Osaajapula: Logistiikka-alalla on kasvava tarve ammattitaitoiselle työvoimalle, mikä korostaa koulutuksen ja osaamisen kehittämisen merkitystä.

Taulukko: Logistiikkakustannusten osuus yritysten liikevaihdosta Suomessa
Vuosi Logistiikkakustannukset (% liikevaihdosta)

2019 13,5 %

2022 13,8 %

Lähde: Traficom, Logistiikan tila ja toimintaedellytykset Suomessa Traficom
Tieto

Kaavio: Logistiikan megatrendit 2024+

Lähde: BITO, Logistiikan megatrendit 2024+

Yhteenveto ja päätelmät

Power2X-logistiikka on keskeisessä asemassa siirryttäessä kohti kestävämpää ja hiilineutraalia yhteiskuntaa. Teknologiset innovaatiot, kuten kryogeeniset säiliöt ja LOHC-teknologiat, parantavat kuljetusten tehokkuutta ja turvallisuutta. Pohjoismaat ovat eturintamassa kehittämässä infrastruktuuria ja ratkaisuja, jotka tukevat uusiutuvan energian hyödyntämistä laajassa mittakaavassa.

Tulevaisuudessa logistiikan alalla korostuvat toimitusketjujen joustavuus, ympäristöystävällisyys ja teknologinen kehitys. Yritysten on tärkeää panostaa innovaatioihin ja osaamisen kehittämiseen pysyäkseen

kilpailukykyisinä muuttuvassa
toimintaympäristössä.

VIHREÄN
SIIRTYMÄN
TUOTEKEHITYS



1/9/25

