Kannustin meriliikenteen vähäpäästöisten polttoaineiden hinnaneron kaventamiseksi ja saatavuuden edistämiseksi

Loppuraportti

31.10.2025

Tiivistelmä hankkeen tuloksista

TIIVISTELMÄ HANKKEEN TULOKSISTA

Kannustin luo edellytykset vihreän siirtymän investoinneille ja meriliikenteen päästövähennyksille sekä vähentää Suomeen kohdistuvia kustannuksia 60%:lla

Tilanne nyt: meriliikennesektorilla **haastavat päästövelvoitteet**, vähäpäästöisiä **polttoaineita ei ole saatavilla** ja **P2X-hankkeet seisovat**

- Kansainväliset sopimukset **velvoittavat vähentämään meriliikenteen kasvihuonekaasupäästöjä** merkittävästi*
- Meriliikenne siirtyi päästökaupan piiriin 2024 - **kustannusvaikutus on Suomen olosuhteissa erityisen suuri**
- **Vähäpäästöiset polttoaineet ovat liian kalliita** fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna
- Vähäpäästöisten polttoaineiden **tuotantoa ei Suomessa juuri vielä ole** kysynnän puutteesta johtuen – vaikka olosuhteet P2X-laitoksille olisivat muuten otolliset
- Meriliikennesektori on **riippuvainen ulkomaisesta fossiilisesta polttoaineesta**

Kustannustehokas ratkaisuehdotus: kannustin vähäpäästöisten polttoaineiden hinnaneron kaventamiseksi auttaisi meriliikennettä pääsemään päästötavoitteisiinsa, tekisi Suomesta P2X:n edelläkävijän, toisi investointeja maahan ja olisi Suomelle halvempi verrattuna tilanteeseen, jossa kannustinta ei ole

Kannustin**

- Alentaisi vaihtoehtoisten polttoaineiden hinnaneroa, jolloin niiden **tuotannosta tulisi kannattavaa**
- Loisi edellytykset **1300MEUR** investoinneille P2X-laitoksiin, jolloin niiden kapasiteetti lähes kymmenkertaistuisi Suomessa. Vihreä siirtymä pääsisi vauhtiin **ja Suomesta tulisi P2X-edelläkävijämaa.**
- Meriliikennesektori **saavuttaisi kansainväliset päästövähennysvelvoitteensa**
- **Tulisi Suomelle 60% halvemmaksi** verrattuna tilanteeseen, jossa kannustinta ei oteta käyttöön eikä toimenpiteitä päästöjen vähentämiseksi tehdä
- **Parantaisi huoltovarmuutta** muun muassa vähentämällä Suomen riippuvuutta ulkomaisista fossiilisista polttoaineista

*IMO: nettonolla 2050 ja FuelEUmaritime: -80% 2050

**esimerkiksi markkinatakuumekanismi tai päästövähennysperusteinen hinnaneron hyvitys

SWECO

Tausta ja hankkeen tavoitteet

HANKKEEN TAUSTA JA TAVOITTEET

Hankkeessa selvitettiin vähäpäästöisten polttoaineiden saatavuutta ja kysyntää tukevan kannustinmekanismin päästö- ja talousvaikutuksia Suomelle

Tausta: Meriliikenteen kansainvälisten velvoitteiden mukaisia päästövähennyksiä ei voida toteuttaa ilman kestäviä, kustannustehokkaita polttoaineita

- Kansainväliset sopimukset päästöjen vähentämiseksi nostavat fossiilisten polttoaineiden kustannuksia merkittävästi. Meriliikenteen päästöjä on vähennettävä, mutta keinot päästövähennyksiin ja merkittävään kustannusten nousun ehkäisemiseen puuttuvat – kestävät polttoaineet ovat liian kalliita eikä niitä ole riittävästi saatavilla.
- Päästövähennysten viivästyminen uhkaa kilpailukykyä ja johtaa meriliikenteen ja –kuljetusten merkittävään kallistumiseen.
- Päästövähennysten edellyttämät P2X-hankkeet eivät käynnisty ilman kysynnän vahvistumista
- P2X-hankkeet ovat kriittisiä Suomen kilpailuetujen, kuten edullisen puhtaan energian, realisoimiselle ja vihreälle siirtymälle, mutta hankkeet viivästyvät ja keskeytyvät kysynnän epävarmuuden vuoksi.
- Riskinä on, että Suomen vihreän siirtymän edellytyksenä oleva vetytalous, sen välilliset vaikutukset ja niihin kohdistuvat odotukset talouskasvusta eivät realisoidu.

Tavoite: Päästövähennysten ja vihreän siirtymän toteutumiseksi on kehitettävä keinoja edistää kestävien polttoaineiden käyttöä

- **Vähäpäästöisten polttoaineiden saatavuutta rajoittaa erityisesti kysynnän epävarmuus** – loppukäyttäjien on haastavaa sitoutua pitkiin toimitussopimuksiin, jotka ovat yleinen tuotantolaitosten rahoitusehto
- **Kysynnän vahvistumista rajoittaa kestävien polttoaineiden korkea hinta** fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna
- Hankkeessa vertailtiin mahdollisia kannustinmalleja vihreän siirtymän hankkeiden edistämiseksi sekä arvioitiin niiden soveltuvuutta tavoitteen saavuttamiseksi
- Vertailun tavoitteena oli tunnistaa sekä polttoaineiden tuottajaa että loppukäyttäjiä tehokkaasti tukeva kannustinmekanismi, joka mahdollistaa kysynnän ja saatavuuden kohtaamisen ja vähentää kummankin osapuolen riskejä
- Kannustimen vaikutusten todentamiseksi mallinnettiin sen mahdollistamat päästövähennykset ja kustannusvaikutukset, sekä laitosinvestointien tuottamat talousvaikutukset Suomelle

Tulokset: Hankkeen tuloksena on selvitys talousvaikutuksista ja muista hyödyistä, joita kannustin tuottaisi Suomelle

- *Päästövähennykset*
- *Kustannussäästöt*
- *Laitosinvestoinnit*
- *Vero- ja työllisyysvaikutukset*
- *Muut hyödyt*

SWECO

Kannustinmekanismit

KANNUSTINMEKANISMIEN VERTAILU

Siirtymäajan alussa suorat investointituet tuotantoon tavallisesti korostuvat – markkinatakuut, käyttö- ja toimintatuet keskeisiä kysynnän vakauttamisessa

Meriliikenteen käyttövoimasiirtymä esimerkiksi 10 vuoden aikana[1]

Kehitysvaiheet ja kannustimet	**Kehityksen alkuvaihe** e-polttoaineiden T&K, esiselvitykset ja pilotointi	**Varhainen käyttöönotto** Pilotointi ja kaupallisen mittakaavan hankkeiden käynnistäminen	**Skaalaus** Infran ja varastointi-ratkaisujen kehitys, tuotannon skaalaus	**Integraatio ja optimointi** Arvoketjun optimointi, teknologioiden edelleen-kehitys	**Markkinan kypsyminen ja vakauttaminen** Infran ylläpito ja kehitys, arvoketjun tehostaminen	**Kestävä tulevaisuus** Infran ylläpito, häiriönsietokyky ja kestävyyden edistäminen
Suorat investointituet ja pääomittaminen	Tuotanto	**Tuotanto, Hiilidioksidin talteenotto**	Tuotanto, Hiilidioksidin talteenotto, Jakelu, Varastointi	Jakelu, Varastointi		
Lainat ja takaukset		Tuotanto	Tuotanto			
Verotuet ja –hyvitykset			Tuotanto			
Kilpailulliset mekanismit		Tuotanto	Tuotanto			
Käyttö- ja toimintatuet		Käyttö	Tuotanto, Käyttö	Tuotanto, Käyttö		
Markkinatakuut (CfD)		Käyttö	**Tuotanto, Käyttö**	**Tuotanto, Käyttö**		
Sääntely			**Jakelu, Käyttö**	**Jakelu, Käyttö**	**Jakelu, Käyttö**	Tuotanto, Jakelu, Käyttö

Yleisimmät kannustimien kohdennukset

1) Hankkeen mallinnusvaiheessa käytetty aikaikkuna

SWECO

KANNUSTINMEKANISMIEN VERTAILU

Kaksoishuutokauppaan perustuvan markkinatakuun arvioidaan olevan tehokas keino vihreän siirtymän edistämiseen

Kannustimien vaikuttavuusarvioinnin tuloksena mallinnettavaksi kannustimeksi valittiin kaksisuuntainen markkinatakuumekanismi, joka tukee tehokkaasti sekä vähäpäästöisen polttoaineen tuottajaa että loppukäyttäjää

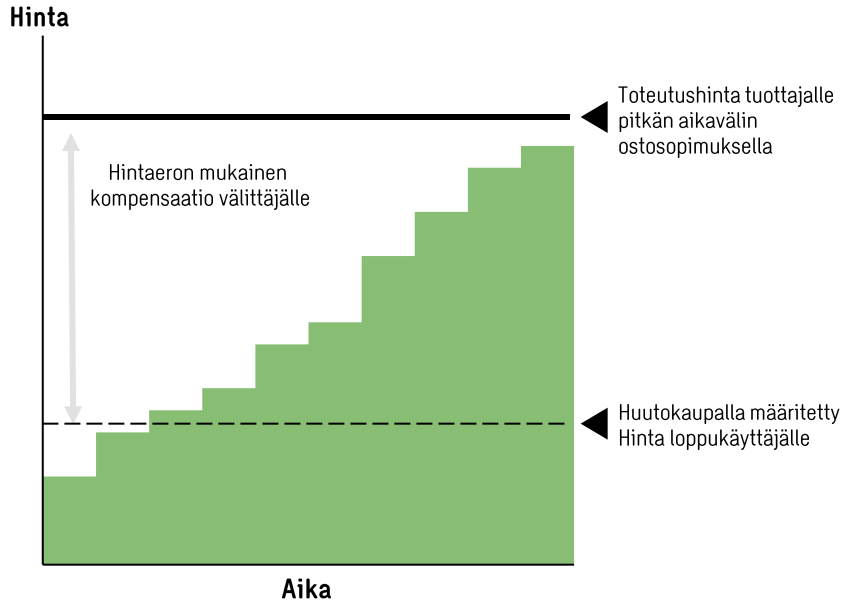
Toimintaperiaate

- **Kaksoishuutokauppaan perustuvassa CfD-mekanismissa tuottajan ja loppukäyttäjän välissä toimii välittäj**ä, joka järjestää huutokaupan tuottajien välillä toteutushinnasta ja sitoutuu ostamaan polttoainetta toteutushinnalla ylimenokauden ajan. Samalla tuottaja sitoutuu tuottamaan ostetun polttoaineen.
- **Välittäjä huutokauppaa ostamansa polttoaineen loppukäyttäjien kesken**, päätyen tyypillisesti alempaan hintaan kuin tuottajan toteutushinta. Tarjouskilpailun voittanut loppukäyttäjä sitoutuu ostamaan polttoainetta esimerkiksi vuoden ajan.
- Tavoitteena on, että kuluttajien maksama hinta polttoaineesta lähenee tuotantokustannuksia siten, että hinnanero kapenee ylimenokauden loppua kohden esimerkiksi maksuhalukkuutta lisäävän regulaation, kuten EU:n päästökaupan kiristymisen, myötä.
- **Hinnanero rahoitetaan julkisista varoista, tässä tapauksessa esimerkiksi kansallisista päästökauppatuloista**, ja maksetaan välittäjälle toteuman mukaisesti.

Vahvuutena mallissa on kustannustehokkuus ja sekä kysyntää että saatavuutta lisäävä vaikutus. Välittäjän mukanaolo vähentää tuotannon ja kysynnän haasteita tavoittaa toisiaan.

Heikkoutena kannustimen toteutettavuutta voi hidastaa se, ettei vastaavaa mallia soveltavaa H2Global Mechanism –kannustinaloitetta ole vielä hyväksytty EU:n tuki- ja kilpailunäkökulmasta.

Mallia on pilotoitu onnistuneesti vetytalouden hankkeissa, ja se on herättänyt laajaa kiinnostusta myös Komissiossa.



SWECO

KANNUSTINMEKANISMIEN VERTAILU

Päästövähennysperusteinen hinnaneron hyvitys on tehokas keino edistää vähäpäästöisten polttoaineiden käyttöä

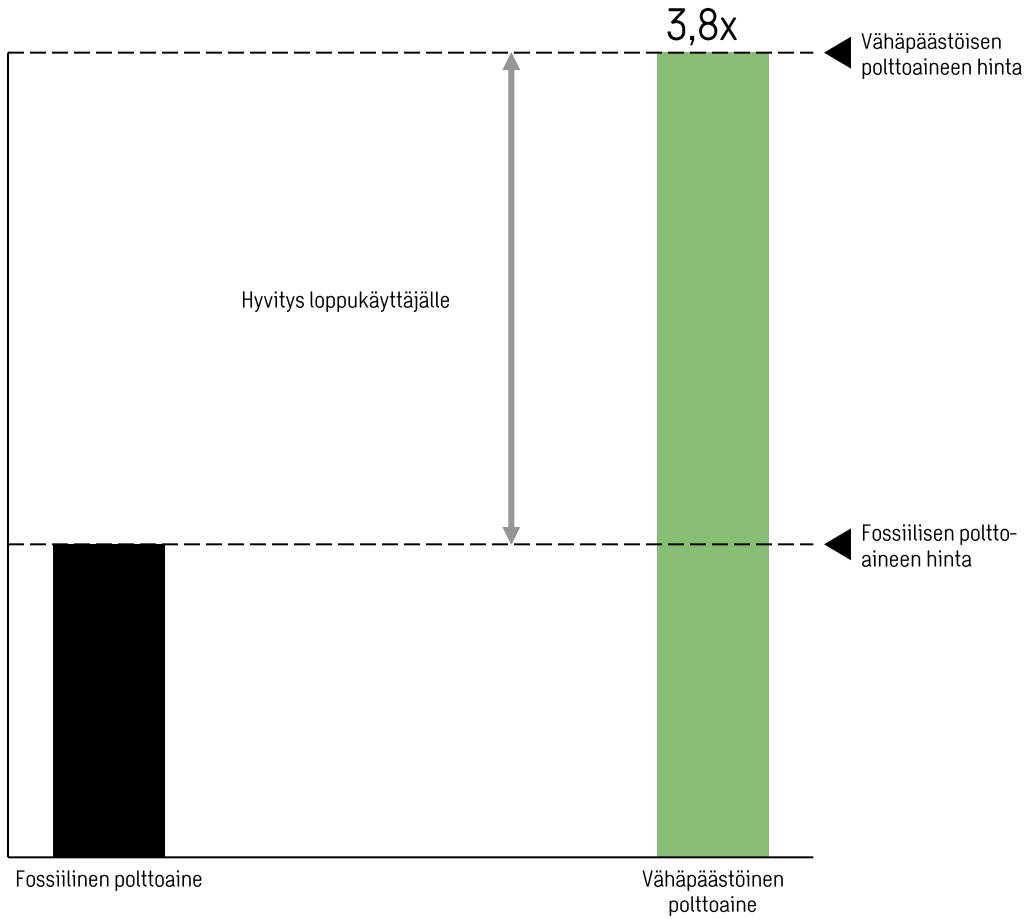
Toimintaperiaate

- **Päästövähennysperusteinen hinnaneron hyvitys on kannustin,** jolla loppukäyttäjälle hyvitetään fossiilisen polttoaineen ja vähäpäästöisen polttoaineen hinnanero perustuen vähäpäästöisen polttoaineen käytöllä saavutettavaan KHK-intensiteetin vähenemään
- **Hyvitys toimii markkinatakuun kaltaisesti, jota on onnistuneesti käytetty vähäpäästöisten polttoaineiden käytön edistämiseen**. Esimerkiksi Tanskassa on hyväksytty samankaltaiseen malliin perustuva valtiontukijärjestelmä kestävien lentopolttoaineiden (SAF) käyttöön[2]. Tanskassa tuen taso määritellään kilpailutetun tarjouskilpailun kautta, ja maksetaan kuukausittain suorina avustuksina.
- **Kannustin rahoitetaan julkisista varoista, tässä tapauksessa esimerkiksi kansallisista päästökauppatuloista**, ja maksetaan loppukäyttäjälle toteuman mukaisesti.

Vahvuutena mallissa on kustannustehokkuus ja sekä kysyntää että välillisesti saatavuutta lisäävä vaikutus.

Heikkoutena kannustin ei yksinään poista tuottajan riskiä ja vaikutus saatavuuden lisäämiseen on epävarma.

Mallin toteutettavuus on kustannustehokkuuden ja todennetun vaikuttavuuden vuoksi arviolta hyvä.



1) ICCT 2017: A comparison of contracts for difference versus traditional financing schemes to support ultralow-carbon fuel production in California: https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/06/CfD-Cost-Benefit-Report_ICCT_Working-Paper_vF_23012017.pdf
2) Euroopan komissio 2025: Commission approves €36 million Danish State aid scheme to boost use of sustainable aviation fuel: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_25_1928

SWECO

Metodologia

METODOLOGIA

Kannustin tuottaa useita taloudellisia hyötyjä investointien ja päästövähennysten kautta

Kannustin parantaa edellytyksiä tuottaa vähäpäästöisiä polttoaineita, joihin siirtymällä saavutetaan meriliikenteen päästövähennykset



Kannustin vakauttaa kysynnän ja käynnistää investoinnit vähäpäästöisten polttoaineiden tuotannolle, mikä tuottaa vero- ja työllisyysvaikutuksia

Kannustin varmistaa kysynnän ja saatavuuden kohtaamisen

Vähäpäästöisten polttoaineiden käyttö meriliikenteessä alentaa KHK-intensiteettiä ja saavutetaan **päästövähennyksiä ja niiden generoimia taloudellisia hyötyjä**

Kannustimen edistämä vähäpäästöisten polttoaineiden tuotanto ja käyttö generoi mallinnuksessa useita eri hyötyjä

INVESTOINNIT POLTTOAINELAITOKSIIN

- **Yhteisö- ja tuloverot**
- **Työllisyysvaikutus**

PÄÄSTÖVÄHENNYKSET

- **FuelEU Maritime –järjestelmän kustannukset***
- **Päästökaupan kustannukset***
- **Päästöpoolin markkina-arvo**
- **Päästövähennykset (%)**

*Mallinnus pohjautuu tällä hetkellä voimassa olevaan lainsäädäntöön – todennäköisesti voimaan astuvat IMO:n tavoitteet ovat kunnianhimoisempia

SWECO

Skenaariot ja tulokset

MALLINNETTAVAT KANNUSTINSKENAARIOT

Kannustimen vaikutusten arvioimiseksi laadittiin kaksi skenaariota sen suuruudesta

Kannustimen hyötyjen todentamiseksi vaikutuksia mallinnettiin markkinatakuumekanismilla pohjautuen voimassa oleviin velvoitteisiin – samat hyödyt voidaan kuitenkin saavuttaa myös muunlaisilla kannustimilla

1 Päästökustannuksia vastaavan kannustimen kohdennus meriliikenteen päästövähennyksiin

Ensimmäisessä skenaariossa kohdennettiin suomalaisen meriliikenteen palauttamia päästöoikeuksia vastaava summa meriliikenteen vähäpäästöisten polttoaineiden markkinatakuuseen

- **Konventionaalisten ja vähäpäästöisten polttoaineiden hinnaneroa katettiin kannustimella maksimimäärälle e-polttoaineita summalla, joka vastaa meriliikenteen palautettavien päästöoikeuksien summaa**
- Polttoaineiden kokonaiskulutuksen (MWh) sekä EUA-hintojen oletettiin pysyvän samana mallinnetun siirtymäajan 2027-2036 ajan
- Kannustimen suuruudeksi oletettiin meriliikenteen palautettavien päästöoikeuksien summa vuoden 2024 päästömäärän perusteella. Palautettavien päästöoikeuksien määrä väheni saavutettujen päästövähennysten mukaisesti.
- Meriliikenteen oletettiin muodostavan FuelEU Maritimen sallima pooli, jossa päästövähennysvajeen ja –ylijäämän siirto ja myynti on mahdollista toimijoiden ja raportointivuosien välillä, mikä parantaa meriliikenteen resilienssiä.

2 Kannustin FuelEU Maritime –vähimmäisvelvoitteiden täyttämiseksi

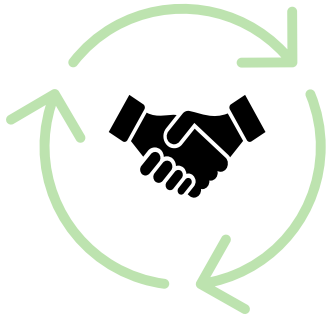
Toisessa skenaariossa selvitettiin, kuinka suuri kannustin tulisi vähintään kohdentaa meriliikenteeseen FuelEU Maritime –velvoitteiden täyttämiseksi

- **Hinnanero katettiin e-polttoainemäärälle, jolla saavutetaan FuelEU Maritimen KHK-intensiteetin vähennysvelvoite** 2027-2036, joka on yhteensä -6,5% siirtymäajalle 2027-2036.
- Polttoaineiden kokonaiskulutuksen (MWh) sekä EUA-hintojen oletettiin pysyvän samana mallinnetun siirtymäajan 2027-2036 ajan
- Meriliikenteen oletettiin muodostavan FuelEU Maritimen sallima pooli, jossa päästövähennysvajeen ja –ylijäämän siirto on mahdollista toimijoiden ja raportointivuosien välillä.

SKENAARIO 1

Kannustin mahdollistaa päästövähennykset etuajassa ja parantaa edellytyksiä merkittäville vihreän siirtymän investoinneille

Kannustin
~130 MEUR[1]
vuodessa



Kannustin takaa tuotantohankkeiden käynnistämisen ja kannattavuudelle kriittisen kysynnän kestävien polttoaineiden tuotannolle. Markkinan epävarmuus on suurimpia syitä hankkeiden viivästymiseen, joten **kannustimen voidaan arvioida edistävän vetytaloutta merkittävästi.**

Tuotannon ja loppukäyttäjän välissä toimiva välittäjä takaa kilpailukykyiset sopimusehdot sekä tuottajalle että loppukäyttäjälle ja varmistaa kysynnän ja tarjonnan kohtaamisen.

Kannustin vähentää kaupankäynnille ja huoltovarmuudelle kohdistuvia haittavaikutuksia sekä vähentää riskiä suomalaisten alusten siirtymisestä muiden maiden lippujen alle kustannusten vuoksi.

KHK-intensiteetille FuelEU Maritimen asettamat vähennysvelvoitteet saavutetaan etuajassa, mikä mahdollistaa myös merkittävän markkinapotentiaalin päästöpoolissa.

Kannustin luo edellytykset
1300 MEUR
laitosinvestoinneille

Vuosittaisia työpaikkoja
350
koko arvoketjun tarkasteltuna

390 MW
e-polttoaineiden tuotantoa

9 MEUR
verotulot vuosittain

-7,9%
keskimääräiset päästövähennykset

70 MEUR
potentiaali päästöpoolissa 2027-2036

1) Skenaariossa 1 kannustimen suuruudeksi on oletettu meriliikenteen palautettavia päästöoikeuksia vastaava summa ja mallinnettavaksi siirtymäajaksi 2027-2036.

SWECO

SKENAARIO 2

Kannustin hidastaa merenkulun lisäkustannusten nousua sekä varmistaa päästövelvoitteiden täyttymisen ja kilpailukyvyn

Kannustin
~104 MEUR[1]
vuodessa

Kannustin takaa tuotantohankkeiden käynnistämisen ja kannattavuuden kannalta kriittisen kysynnän vähäpäästöisten polttoaineiden tuotannolle. Markkinan kehittymättömyys on suurimpia syitä hankkeiden viivästymiseen, joten **kannustimen voidaan arvioida edistävän vetytaloutta merkittävästi.**

Tuotannon ja loppukäyttäjän välissä toimiva välittäjä takaa kilpailukykyiset sopimusehdot sekä tuottajalle että loppukäyttäjälle ja varmistaa kysynnän ja tarjonnan kohtaamisen.

Kannustin vähentää meriliikenteeseen, logistiikkaan ja huoltovarmuudelle aiheutuvia haittavaikutuksia sekä vähentää riskiä suomalaisten alusten siirtymisestä muiden maiden lippujen alle kustannusten vuoksi.

FuelEU Maritimen velvoittamien päästövähennysten täyttyminen varmistetaan

Kannustin luo edellytykset
1100 MEUR
laitosinvestoinneille

310 MW
e-polttoaineiden tuotantoa

-6,5%
keskimääräiset päästövähennykset

Vuosittaisia työpaikkoja
270
Koko arvoketjun aikana

8 MEUR
verotulot vuosittain

1) Skenaariossa 2 kannustimen suuruus on määritetty päästövähennyksiin vaadittavien e-polttoaineiden määrän ja oletetun kustannustason perusteella ja mallinnettavaksi siirtymäajaksi valittiin 2027-2036

SWECO

Yhteenveto ja johtopäätökset

Suomelle välttämättömät hankkeet eivät käynnisty ilman vakaata kysyntää, jolle kannustin luo edellytykset

1 Kannustin edistää vähäpäästöisten polttoaineiden tuotantoa kysynnän vahvistumisen kautta

- Suomen vetyhankkeista vain muutamat pienen kokoluokan laitokset ovat saaneet investointipäätöksen – **suurin osa odottaa kysynnän vahvistumista ja kykyä sitoutua riittäviin toimitussopimuksiin**, joka on yleinen ehto laitosinvestointien rahoitukselle
- Kysyntää luovan kannustimen voidaan edellä mainituista syistä arvioida edistävän vetytalouden kehittymistä Suomessa merkittävästi.
- **Kannustin luo edellytykset jopa 390 MW e-polttoaineiden tuotannon käynnistymiselle**, mikä olisi merkittävä edistysaskel vetytaloudelle ja monille muille vihreän siirtymän hankkeille Suomessa

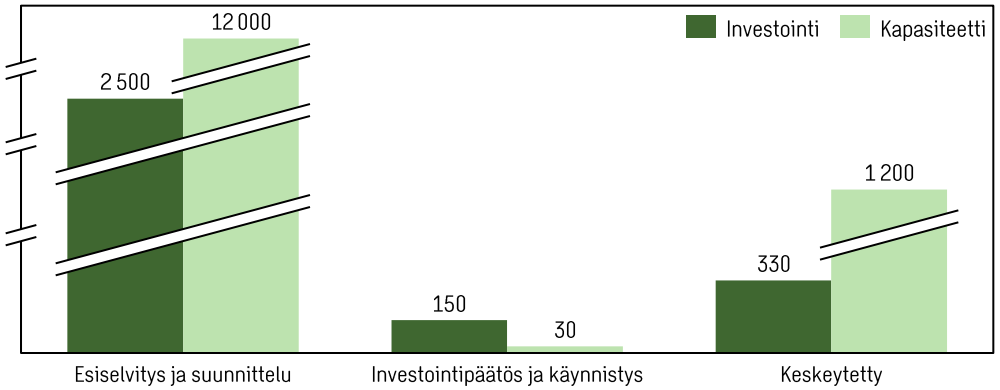
2 Päästöjen vähentämiseksi luotu kannustin maksaisi Suomelle jopa 60% vähemmän kuin skenaario, jossa kannustinta ei ole ja jossa päästövähennyksiä ei saavuteta

- **Meriliikenteeseen kohdistuvat päästökustannukset heijastuvat suoraan suomalaisten yritysten ja viennin logistiikkakustannuksiin**, jotka voivat muodostaa jopa 60% toimitusketjun kustannuksista
- Suomi on riippuvainen merikuljetuksista ja erityisen haavoittuvainen meriliikenteen päästökustannuksille verrattuna muihin Euroopan maihin johtuen syrjäisestä sijainnistamme ja haastavista talviolosuhteista

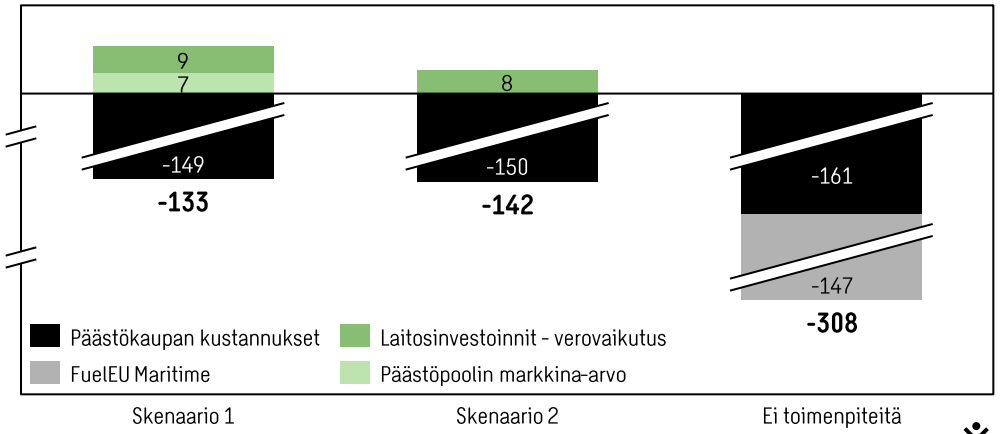
3 Kannustimella voidaan ehkäistä suomalaisen meriliikenteen siirtymistä muiden maiden lippujen alle, mikä olisi riski huoltovarmuudelle ja kilpailukyvylle

- Suomen lipun alla toimivilla aluksilla on velvoitteita osallistua huoltovarmuustehtäviin – lippujen laaja siirtyminen muihin maihin olisi turvallisuusriski yhteiskunnalle samalle, kun Suomen riippuvuus ulkomaisista markkinoista ja poliittisista päätöksistä kasvaisi
- Moni Suomen lähivaltioista tarjoaa jo nyt varustamoiden kannalta edullisemman toimintaympäristön. Ilman päästövähennyksiä edistävää kannustinta todennäköisyys siirroille kasvaa merkittävästi

Suomen vetyinvestointien arvo (MEUR) ja kapasiteetti (MW)[1]



Päästöjen kustannukset Suomelle eri skenaarioissa (MEUR/a)



1) Elinkeinoelämän keskusliitto 2025: Suomen vihreät investoinnit (https://ek.fi/tutkittua-tietoa/vihreat-investoinnit/)

SWECO

Päästö- ja talousvaikutusten lisäksi kannustin kiihdyttää vihreää siirtymää laajasti myös muilla sektoreilla

Taloudellinen toimeliaisuus lisääntyy koko ekosysteemissä	• Kannustin toimii kiihdyttimenä koko vetytalouden ja muiden vihreän siirtymän hankkeiden ympärille rakentuvalle ekosysteemille, edistäen laajasti osaamista ja taloudellista toimeliaisuutta
Vetytalous tukee koko kotimaista energiajärjestelmää	• Tuotantolaitokset luovat kulutusjoustokapasiteettia, jonka rooli energiajärjestelmän vakauden turvaamisessa korostuu vihreässä siirtymässä. Lisäksi vety toimii energiavarastona, parantaen mahdollisuuksia sektori-integraatioon kestävän energiantuotannon kanssa. • Vety ja sen johdannaiset polttoaineina ovat oleellinen osa tulevaisuuden energiajärjestelmää
Päästövähennykset saavutetaan kilpailukykyä rasittamatta	• Kannustimen avulla meriliikenteen päästövähennykset saavutetaan ilman, että niiden tai päästövelvoitteiden laiminlyönnin kustannukset rasittavat kotimaista kilpailukykyä
Kotimainen polttoaineiden tuotanto turvaa huoltovarmuutta	• Suomi on tällä hetkellä riippuvainen ulkomaisista fossiilisista polttoaineista, ja kotimaisen polttoaineen tuotannon edistäminen on tärkeä huoltovarmuustekijä erityisesti nykyisessä geopoliittisessa tilanteessa ja ilmastotavoitteiden saavuttamisessa
Liiketoiminnan ja vientipotentiaalin uudet mahdollisuudet	• Suomen asema vetytalouden mahdollisuuksissa on uniikki – uusiutuvan sähkön ja biogeenisen hiilidioksidin hyvä saatavuus ovat kilpailuetuja, jotka on realisoitava viipymättä • Liiketoiminta- ja vientipotentiaali suomalaisille yrityksille ja niiden taloudelliset vaikutukset ovat valtavia
Kannustin tukee ilmastotavoitteita myös muilla sektoreilla	• Vähäpäästöisten polttoaineiden tuotanto tukee ilmastotavoitteita myös muilla sektoreilla, esimerkiksi edistämällä hiilidioksidin talteenoton hankkeita

Liitteet

Kannustimen määrittely perustuu FuelEU Maritime- ja EU ETS –järjestelmiin

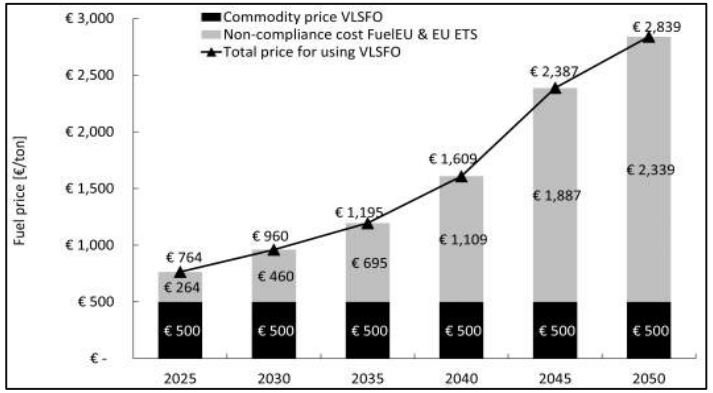
FuelEU Maritime

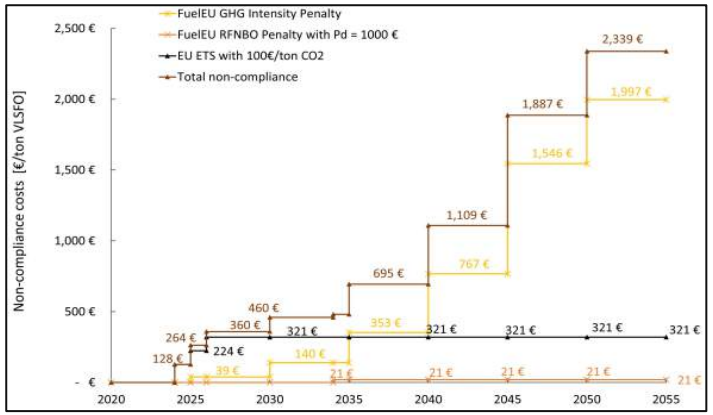
- **Vuosittain kiristyvät päästövähennysvelvoitteet** (2025: -2%, 2030: -6% ja 2035: -14,5%), joita verrataan asetuksen mukaisesti vuoden 2020 KHK-intensiteetin tasoon (91,13).
- **RFNBO-kannustin vuoteen 2033 asti**, joka oikeuttaa laskemaan RFNBO-polttoaineiden päästövähennykset kaksinkertaisena. Kannustimen päättyessä RFNBO-polttoaineiden markkinahintojen odotetaan puolittuvan.
- **KHK-intensiteetin vähennysvelvoitteen laiminlyönnistä** seuraa sakko – **non-compliance energy penalty** – jonka suuruus on 2400€/tVLSFOekv. vuonna 2025 ja joka kasvaa 10% vuosittain
- Ei toimenpiteitä –skenaariossa fossiilisten polttoaineiden kulutuksen oletetaan säilyvän nykytasolla
- **Ylimääräisiin päästövähennyksiin on sovellettu FuelEU Maritimen mukaista ”päästövähennyspoolia”,** joka sallii päästövähennysten siirron toimijoiden ja raportointivuosien välillä. Markkina päästövähennyksille ei ole vielä kehittynyt, mutta päästövähennyksen markkinahinnaksi on arvioitu eri lähteissä 250-400 €/tCO2.

EU ETS

- Päästöoikeuden hinnaksi on oletettu 100€/EUA. Skenaariossa 1 kannustimen suuruudeksi oletettiin päästökaupan kustannuksia vastaava määrä vuoden 2024 päästömäärän perusteella, johon huomioitiin +14% muita kuin Suomen Varustamoiden jäseniä.

VLSFO:n käyttöön liittyvät sääntörikkomuskustannukset FuelEU Maritime- ja EU ETS –järjestelmissä[1]





Polttoaineiden hintojen kehittyminen ja reunaehdot e-polttoaineiden kulutukselle

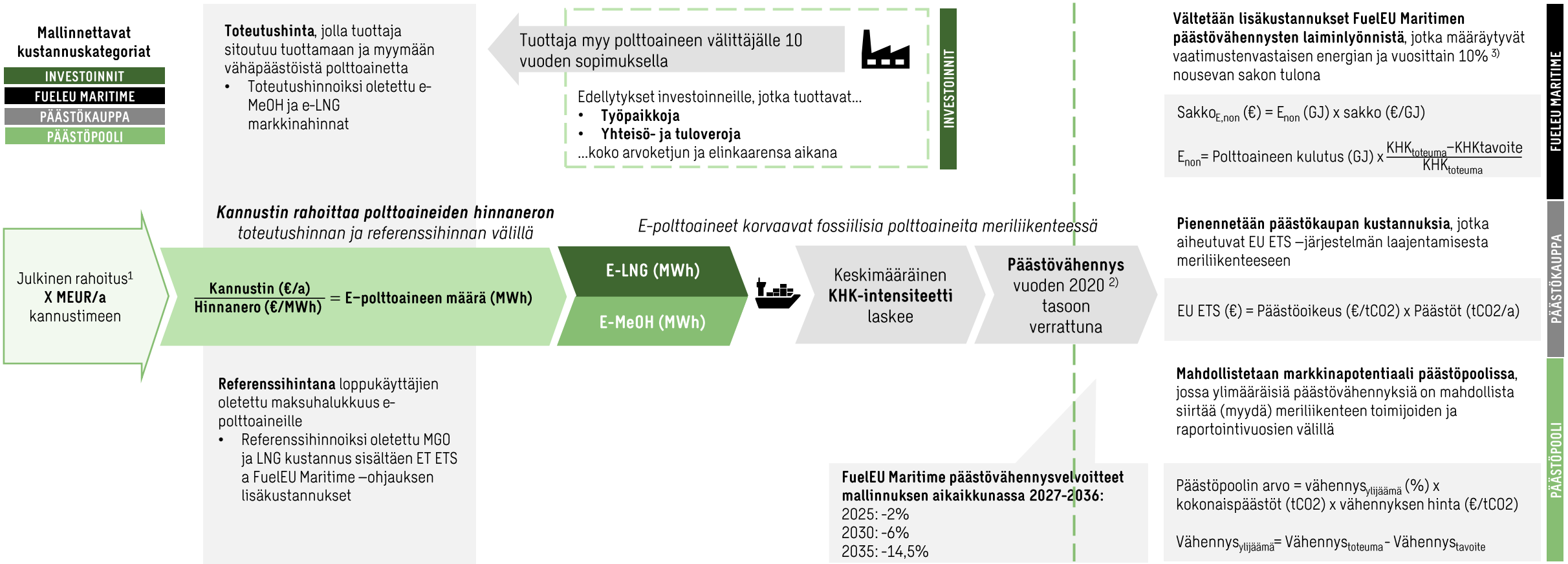
Polttoaine €/MWh	MGO	LNG	e-MeOH	e-LNG
	94-108 ↑	73-87 ↑	379-235 ↓	240-177 ↓

Kulutus (MWh)	$e\text{-}LNG_{min}$	$e\text{-}LNG_{max}$	$e\text{-}MeOH_{min}$	$e\text{-}MeOH_{max}$
	150 000	LNG:n kulutus	150 000	MGO:n kulutus

1) Methanol Institute: Economic Value of Methanol for Shipping under FuelEU: https://www.methanol.org/wp-content/uploads/2024/09/ECONOMIC-VALUE-OF-METHANOL-FOR-SHIPPING-PAPER_final.pdf

SWECO

Mallinnuksen periaatteet ja keskeiset oletukset



1) Kannustimen kokonaismääräksi Skenaariossa 1 on oletettu meriliikenteen päästökaupan kustannuksia vastaava summa
2) Verrattuna vuoden 2020 KHK-intensiteettiin 90,13
3) E_{non}-sakon lähtötaso vuonna 2025 on 2400€/tVLSFO$_{ekv}$

SWECO

SKENAARIO 1: HERKKYYSTARKASTELU

Sääntelyn ohella e-polttoaineiden hintakehitys vaikuttaa ratkaisevasti niiden kilpailukykyyn meriliikenteessä

E-polttoaineiden hintakehitys vaikuttaa ratkaisevasti niiden kilpailukykyyn sekä päästövähennyspotentiaaliin. Päästövähennyspotentiaali on suhteellisesti herkempi e-metanolin hinnanmuutoksille, sillä se on hinnan- ja KHK-intensiteetin ero fossiiliseen verrokkiin (MGO) on suurempi. Hintojen odotetaan laskevan jo vuonna 2033, jolloin oikeus RFNBO-polttoaineiden päästövähennysten laskemiseen kaksinkertaisena päättyy.

E-LNG on erityisesti siirtymäajan alussa kustannustehokkaampi keino vähentää meriliikenteen päästöjä. E-LNG:n pienempi hinnanero fossiiliseen polttoaineeseen nähden mahdollistaa suuremman e-polttoaineiden rahoitusmäärän. Pitkällä aikavälillä E-metanolin kysynnän odotetaan kuitenkin ohittavan e-LNG:n, sillä se on ominaisuuksiltaan meriliikenteelle käyttökelpoisempi polttoaine.

Päästövähennys e-polttoaineiden hinnan funktiona

E-metanolin hinta

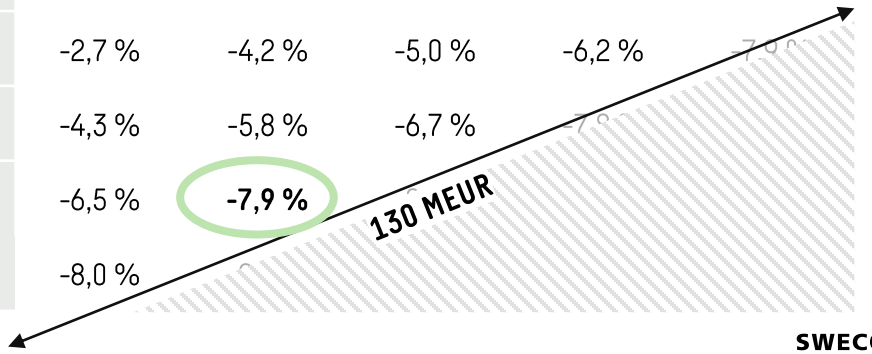
E-LNG:n hinta	%		-50 %	-35 %	-10 %	0 %	+25 %
		€/MWh	150	250	340	**380**	470
	-50 %	95	-17,6 %	-15,5 %	-12,8 %	-12,2 %	-11,2 %
	-35 %	160	-15,0 %	-12,7 %	-11,0 %	-10,6 %	-10,0 %
	-10 %	210	-14,2 %	-9,8 %	-9,0 %	-8,7 %	-7,9 %
	0 %	**240**	-13,9 %	-10,0 %	-8,2 %	**-7,9 %**	-7,2 %
	+25 %	300	-13,1 %	-9,5 %	-6,7 %	-6,5 %	-6,0 %

Herkkyystarkastelussa vakioitiin kannustimeen suuruudeksi 130 MEUR/a

Päästövähennys e-polttoaineiden kulutuksen funktiona

E-metanolin kulutus

E-LNG:n kulutus	MWh	0	150 000	240 000	360 000	480 000
	0	-1,0 %	-2,4 %	-3,3 %	-4,5 %	-6,2 %
	200 000	-2,7 %	-4,2 %	-5,0 %	-6,2 %	
	390 000	-4,3 %	-5,8 %	-6,7 %		
	640 000	-6,5 %	**-7,9 %**			
	780 000	-8,0 %				



SWECO

Päästövähennysten kustannukset ovat vihreän siirtymän alussa erityisen herkkiä e-LNG:n hinnalle

Päästökustannusten suurempi herkkyys e-LNG:n hintakehitykselle on voimakkainta käyttövoimasiirtymän alussa, jolloin e-LNG:n osuus e-polttoaineista on suurempi

Meriliikenteen näkökulmasta paremman käyttökelpoisuutensa vuoksi e-metanolin osuuden odotetaan kuitenkin ylittävän e-LNG:n osuuden energiankulutuksesta ja vaikuttavan enemmän päästövähennysten kustannuksiin pitkällä aikavälillä.

Päästövähennysten kustannus (MEUR/a) e-polttoaineiden hinnan funktiona

E-LNG:n hinta	%		E-metanolin hinta -50 %	-35 %	-10 %	0 %	+25 %
		€/MWh	150	250	340	**380**	470
	-50 %	95	-32	-42	-52	-56	-66
	-35 %	160	-52	-62	-72	-76	-86
	-10 %	210	-72	-82	-92	-96	-106
	0 %	**240**	-80	-90	-100	**-104**	-114
	+25 %	300	-100	-110	-120	-124	-134

Herkkyystarkastelussa vakioitiin e-polttoaineiden kulutuksiksi 150 000 MWh (e-MeOH) ja 470 000 MWh (e-LNG)

SWECO