

# eSAF-vaikutustenarviointi – Työn tulokset

Suomen vetyklusterin, Finnairin ja CLC:n tilaama selvitys  
eSAF-tuotannon vaikutuksista Suomessa

5. kesäkuuta 2026 | AFRY Management Consulting



# Sisältö

1. eSAF-tuotannon kansantalousvaikutukset Suomessa
2. Poliittikkatoimet eSAF-tuotannon käynnistämisen tukemiseksi

3  
13



# Kansantalousvaikutukset

# eSAF-tuotannon kansantaloudelliset vaikutukset Suomessa

Suomen Vetyklusteri on tiekartassaan asettanut kunnianhimoiset eSAF-tuotantotavoitteet osana Suomen tavoitetta nousta Euroopan johtavaksi korkean arvon vetytaloudeksi.

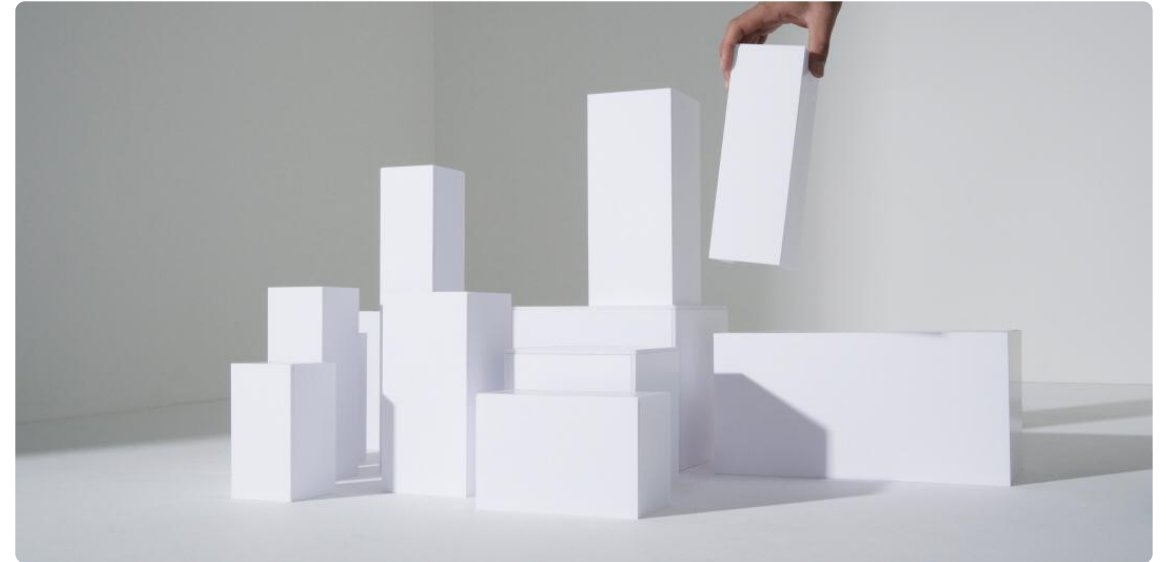
Tavoite vuonna 2030 on 60 000 tonnia eSAF-tuotantoa ja vuonna 2035 250 000 tonnia. Tavoitteet vastaavat yhtä toimivaa eSAF-laitosta vuonna 2030 ja 4-5 laitosta vuonna 2035<sup>1</sup>.

Toteutuessaan eSAF-laitoksilla olisi merkittävä kansantaloudellinen vaikutus Suomelle, sillä ReFuelEU Aviation -asetuksen eSAF-tavoitteet velvoittavat eSAF:n käyttöön koko Euroopan unionissa, ja Suomi voisi tuottaa merkittävän osan tarvittavasta eSAF:sta.

eSAF-laitosten kansantaloudellisten vaikutusten lisäksi AFRY arvioi myös eSAF-tuotannon edellyttämän hiilidioksidin talteenoton, laitosten tarvitsemien kantaverkkoliityntöjen sekä vastaavan uusiutuvan sähkön tuotannon kansantaloudellisia vaikutuksia.

Vaikutukset on arvioitu koko arvoketjulle, kattuen kotimaiset investointikustannukset sekä käytön aikaisen liiketoiminnan vuosina 2030 ja 2035.

Vaikutustenarviointi sisältää suoran ja epäsuoran kotimaisen arvonlisän, työllisyyden sekä verotulot (palkansaajien tuloverot, yhteisöjen tuloverot ja sähkövero).



## Liiketoiminnan jatkuvat vaikutukset

Arvoketjun jatkuvan liiketoiminnan vuosittaiset kansantaloudelliset vaikutukset

## Investointivaikutukset

Arvoketjun laitosten investointi- ja rakennuskustannusten kumulatiiviset kansantaloudelliset vaikutukset vuosien 2027-2035 välillä

## Suorat vaikutukset

Arvoketjun jatkuvan liiketoiminnan arvonlisä ja suora työllisyys arvoketjun laitoksissa  
Laitosten rakennusvaiheen työllisyys

## Epäsuorat vaikutukset

Arvoketjun laitosten kaikkien kotimaisten ostojen aiheuttama arvonlisä ja työllisyys muilla aloilla, sekä jatkuvan toiminnan aikana että rakennusvaiheessa

1. 2030 tavoite vastaa noin 10 % EU:n eSAF-kysynnästä. | Huom. Selvityksen tarkemmat oletukset löytyvät kansantaloudellisten vaikutusten ja politiikkatoimien osuukien viimeisiltä sivuilta.

# Jo yhden eSAF-laitoksen arvoketju voisi tuottaa 410 MEUR arvonlisän ja 510 henkilötyövuoden työllisyysvaikutuksen Suomessa vuosittain

## eSAF-tuotantoketjun liiketoiminnan jatkuvat kansantaloudelliset vaikutukset

**60 000 tonnia eSAF-tuotantokapasiteettia vuonna 2030<sup>1</sup>**



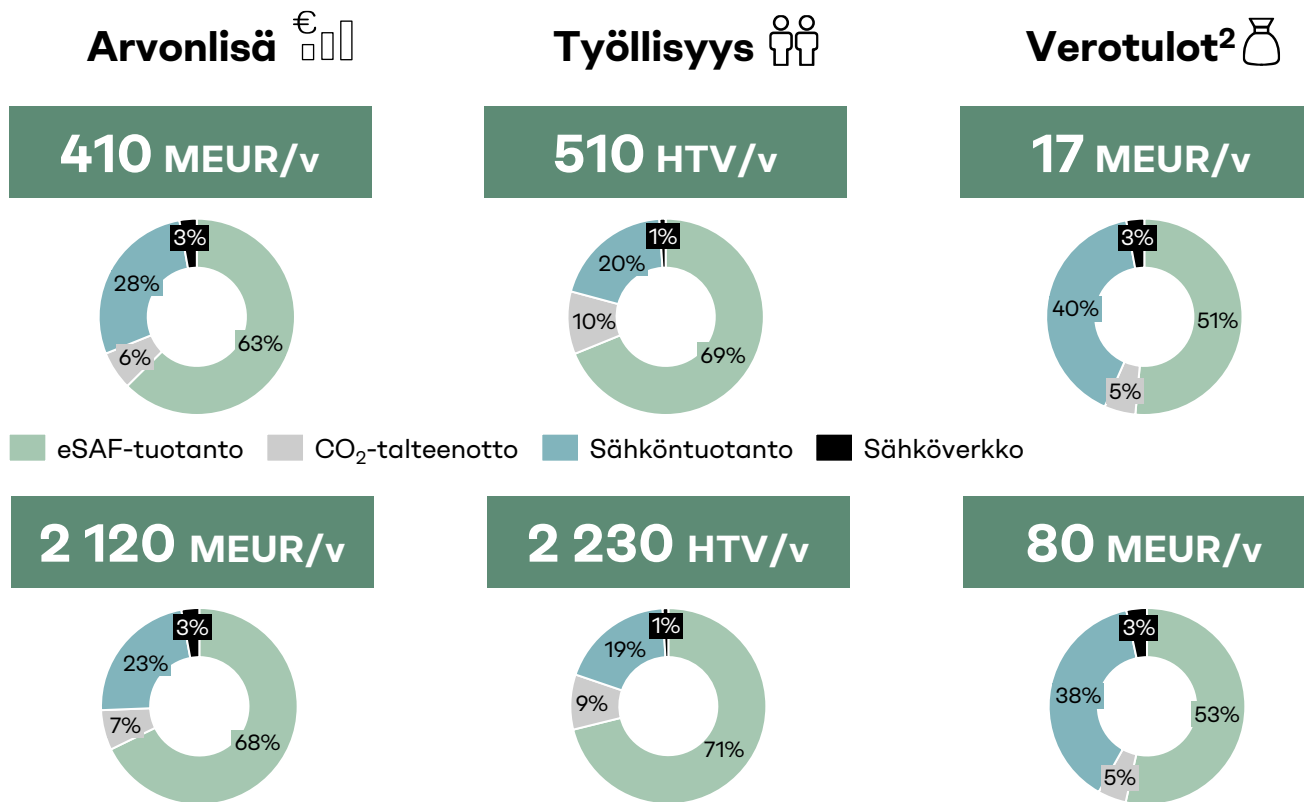
Yksi eSAF-laitos toiminnassa, elektrolyysikapasiteetti 254 MW  
Sähköntarve ~ 2,1 TWh  
Hiilidioksidin tarve ~ 280 kt

**250 000 tonnia eSAF-tuotantokapasiteettia vuonna 2035**



Neljä eSAF-laitosta, elektrolyysikapasiteetti yhteensä 1 059 MW  
Sähköntarve ~ 8,7 TWh  
Hiilidioksidin tarve ~ 1 116 kt

**Vaikutusten jakauma tuotantoketjussa**



1. eSAF-tuotantolaitosten oletetaan aloittavan noin 70 %:n käyttöasteella ja nousevan 100 %:iin kolmantena tuotantovuotena. | 2. Jatkuvan liiketoiminnan verotuloissa on oletettu, että eSAF-laitokset sekä hiilidioksidin talteenottolaitokset saavat puhtaasti siirtymän teollisten investointien verotuen.

# Lisäksi yhden eSAF-laitoksen arvoketjun rakennusvaihe voisi tuottaa noin 11 000 henkilötyövuoden työllisyysvaikutuksen

## eSAF-tuotantoketjun investointien kansantaloudelliset vaikutukset

### Investoinnit vuoden 2030 tuotantotavoitetta varten



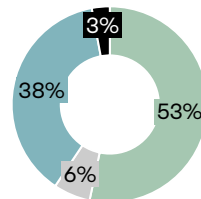
Yksi laitos rakennettu<sup>1</sup>

Arvoketjun kokonaisinvestointitarve vuonna 2030 on ~ 3 400 MEUR

Investointien vaikutukset ovat kumulatiivisesti vuosille 2027-2030

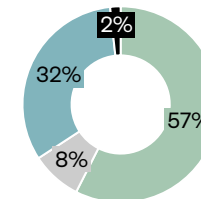
### Arvonlisä €

115 MEUR



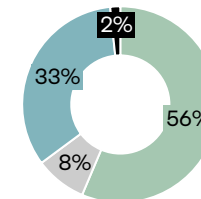
### Työllisyys

11 040 HTV



### Verotulot

200 MEUR



### Vaikutusten jakauma tuotantoketjussa

eSAF-tuotanto CO<sub>2</sub>-talteenotto Sähköntuotanto Sähköverkko

### Investoinnit vuoden 2035 tuotantotavoitetta varten

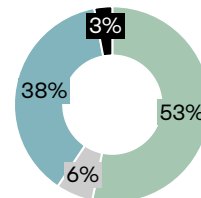


Neljä eSAF-laitosta rakennettu

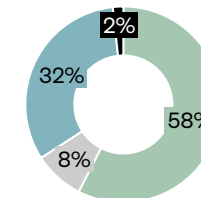
Arvoketjun kokonaisinvestointitarve vuonna 2035 on ~ 10 100 MEUR

Investointien vaikutukset ovat kumulatiivisesti vuosille 2027-2035

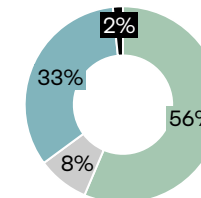
480 MEUR



45 980 HTV



830 MEUR



1. Investointien vaikutukset huomioivat myös hankkeen kehitysajan kustannukset, noin 2,5 % kokonaiskustannuksista.

# Kansantaloudelliset vaikutukset painottuvat eSAF-laitokseen sekä tarvittavaan korvaavaan sähköntuotantoon

Liiketoiminnan jatkuvat vuosittaiset vaikutukset vuonna 2030									Yhteensä	
Kotimainen arvonlisä	<b>255</b>	MEUR/v	<b>115</b>	MEUR/v	<b>27</b>	MEUR/v	<b>13</b>	MEUR/v	<b>410</b>	MEUR/v
Kotimainen työllisyys	<b>355</b>	HTV/v	<b>100</b>	HTV/v	<b>50</b>	HTV/v	<b>5</b>	HTV/v	<b>510</b>	HTV/v
Verotulot	<b>9.5</b>	MEUR/v	<b>6</b>	MEUR/v	<b>1</b>	MEUR/v	<b>0.5</b>	MEUR/v	<b>17</b>	MEUR/v

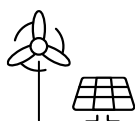
Suorien ja epäsuorien vaikutusten jakauma



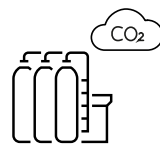
■ Suorat ■ Epäsuorat



eSAF-tuotanto



Sähköntuotanto

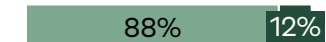
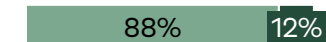


CO<sub>2</sub>-talteenotto



Sähköverkko

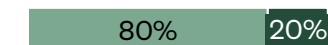
Investointien keskimääräiset vuosittaiset vaikutukset vuosien 2027-2030 välillä									Yhteensä	
Kotimainen arvonlisä	<b>15</b>	MEUR/v	<b>11</b>	MEUR/v	<b>2</b>	MEUR/v	<b>1</b>	MEUR/v	<b>29</b>	MEUR/v
Kotimainen työllisyys	<b>1585</b>	HTV/v	<b>900</b>	HTV/v	<b>230</b>	HTV/v	<b>45</b>	HTV/v	<b>2760</b>	HTV/v
Verotulot	<b>28</b>	MEUR/v	<b>17</b>	MEUR/v	<b>5</b>	MEUR/v	<b>1</b>	MEUR/v	<b>51</b>	MEUR/v



# eSAF-tuotannon ja CO<sub>2</sub>-talteenoton jatkuvan liiketoiminnan verotulot ovat puhtaasti siirtymän investointien verotuen vuoksi pienemmät

Liiketoiminnan jatkuvat vuosittaiset vaikutukset vuonna 2035									Yhteensä	
Kotimainen arvonlisä	<b>1440</b>	MEUR/v	<b>480</b>	MEUR/v	<b>140</b>	MEUR/v	<b>60</b>	MEUR/v	<b>2 120</b>	MEUR/v
Kotimainen työllisyys	<b>1590</b>	HTV/v	<b>420</b>	HTV/v	<b>200</b>	HTV/v	<b>20</b>	HTV/v	<b>2 230</b>	HTV/v
Verotulot	<b>43</b>	MEUR/v	<b>30</b>	MEUR/v	<b>4</b>	MEUR/v	<b>3</b>	MEUR/v	<b>80</b>	MEUR/v

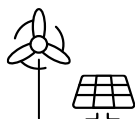
Suorien ja epäsuorien vaikutusten jakauma



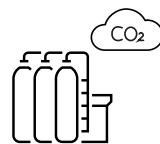
■ Suorat ■ Epäsuorat



eSAF-tuotanto



Sähkön tuotanto

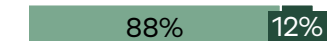
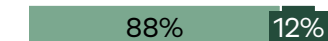


CO<sub>2</sub>-talteenotto



Sähköverkko

Investointien keskimääräiset vuosittaiset vaikutukset vuosien 2027-2035 välillä									Yhteensä	
Kotimainen arvonlisä	<b>28</b>	MEUR/v	<b>20</b>	MEUR/v	<b>3</b>	MEUR/v	<b>1</b>	MEUR/v	<b>52</b>	MEUR/v
Kotimainen työllisyys	<b>2 940</b>	HTV/v	<b>1 655</b>	HTV/v	<b>425</b>	HTV/v	<b>90</b>	HTV/v	<b>5 110</b>	HTV/v
Verotulot	<b>51</b>	MEUR/v	<b>30</b>	MEUR/v	<b>8</b>	MEUR/v	<b>1</b>	MEUR/v	<b>90</b>	MEUR/v



# Kansantaloudellisten vaikutusten arviointi perustuu Vetyklusterin tuotantotavoitteiden edellyttämään eSAF-tuotantokapasiteettiin

## Kansantaloudellisten vaikutusten arvioinnin lähtökohdat

- Arvioinnin lähtökohtana ovat Vetyklusterin asettamat eSAF-tuotantotavoitteet, jotka määrittävät tarvittavan sähköntuotantokapasiteetin sekä hiilidioksidin talteenoton määrän.
- eSAF-laitoksien kapasiteetti oletetaan Vetyklusterin tavoitteiden mukaisesti, mutta tuotanto käynnistyy vaiheittain siten, että ensimmäisenä vuonna laitoksen käyttöaste on 70 %, toisena vuonna 90 % ja kolmannelta vuodelta lähtien 100 %.
- Arviointi perustuu Tilastokeskuksen viimeisimpiin panos-tuotostaulukoihin sekä niistä johdettuihin arvonlisä-, työllisyys- ja palkansaajakorvauskertoihin.
- Vaikutukset on arvioitu eSAF-arvoketjun suorille ja epäsuorille kansantaloudellisille vaikutuksille.

## eSAF-tuotanto ja CO<sub>2</sub>-talteenotto

- Yhden eSAF-laitoksen kapasiteetiksi on oletettu 250–300 MW elektrolyysitehoa ja käyttöasteeksi 8 000 tuntia vuodessa. Laitoksen oletetaan tarvitsevan 3,7 tonnia hiilidioksidia jokaista tuotettua eSAF-tonnia kohden ja laitos tuottaa noin 75 % eSAF:ia ja 25 % naftaa.
- eSAF-laitosten rakennusajan oletetaan olevan n. 3 vuotta ja muiden arvoketjun laitosten n. 2 vuotta. Investointikustannuksissa on huomioitu hankkeen kehitysajan kustannukset, noin 2,5 % kokonaiskustannuksista, ennen rakennuksen aloittamista<sup>1</sup>.
- Hiilidioksidin talteenoton oletetaan aluksi tapahtuvan suuremmilta biokaasulaitoksilta rekkakuljetuksilla. Suomen biokaasukapasiteetti on riittämätön kaikelle hiilidioksiditarpeelle, vaikka kaikki suunnitellut hankkeet toteutuisivat, ja täten osan laitoksista oletetaan ottavan hiilidioksidia talteen esimerkiksi sellutehtailta.
- eSAF-hinnan on oletettu muodostuvan niin, että hankkeiden sisäinen korko (IRR) on noin 15 % ja sähkön hinnaksi on oletettu 60 EUR/MWh ilman veroa tai verkkopalvelumaksuja AFRYn BID3-mallinnuksen perusteella<sup>2</sup>. Sähkön hinnan oletetaan olevan ns. PPA-hinta (pitkäaikainen sähkönostosopimus), jonka sähköntuottajat tarvitsevat investointien toteuttamiseen tarvittavalle eSAF-laitosten käyttöasteelle. eSAF-laitoksen sähkökulutuksen oletetaan joustavan vain hyvin lyhyitä aikoja, sillä tuotannon säätely on haastavaa lämpötilavaatimuksien ja muiden olosuhteiden vuoksi<sup>3</sup>.

## Sähköntuotanto ja sähköverkko

- Työssä on oletettu, että sähköntuotanto Suomessa lisääntyy eSAF-laitosten ja hiilidioksidin talteenottolaitosten sähkönkulutuksen verran siten, että 85 % on tuulivoimaa ja 15 % aurinkovoimaa.
  - eSAF-laitosten ja CO<sub>2</sub>-talteenottolaitosten oletetaan käyttävän sähköä peruskuormana kaikesta tuotannosta Suomessa saavuttaakseen noin 8 000 tunnin käyntiasteen, eikä pelkästään tuuli- ja aurinkovoimaa. Uuden sähköntuotannon oletetaan lisääntyvän vastaamaan Suomen kasvavaa sähkönkulutusta, joka johtuu eSAF-tuotantoketjun investoinneista.
- Sähköverkkoliitännöistä on arvioitu vain eSAF-laitoksen liittyminen kantaverkkoon, sillä hiilidioksidin talteenottolaitosten sähkönkulutuksen oletetaan olevan pientä tai samassa verkkoliitännässä eSAF-laitoksen kanssa. Sähköntuotannon verkkoliitännät on jätetty tarkastelun ulkopuolelle hankkeiden suurien erojen vuoksi.

1. Kokonaisuudessaan eSAF-laitoksen kehittäminen ja rakentaminen alusta lähtien vie 7–10 vuotta. | 2. Sähkön kokonaiskustannuksessa on huomioitu nykyinen sähkövero sekä AFRYn arvio verkkopalvelumaksuista. Lisätietoa AFRYn sähkömarkkinamallinnuksesta on raportissa "Selvitys ydinenergian tuotannon edistämisen vaihtoehtoista, kustannuksista ja sähkömarkkinavaikutuksista" työ- ja elinkeinoministeriölle. | 3. Laitoksella oletetaan olevan muutaman tunnin vetyvarastokapasiteetti, mutta AFRYn näkemys on, että Suomen sähkömarkkinoilla on tehokkaampaa joustokapasiteettia kuin eSAF-laitos.

# Lähtökohdana ovat investointien ja liiketoiminnan suorat vaikutukset – epäsuorat vaikutukset perustuvat panos-tuotoskertoimiin

- Arvoketjun jokaisen osan investointikustannukset sekä jatkuvat tulot ja kustannukset on arvioitu AFRYn omien arvioiden ja julkisiin lähteisiin perustuvien yksikköhintojen pohjalta.
- Kustannukset jaetaan eri toimialoihin, ja kullekin määritetään työn ja materiaaliostojen osuudet sekä niiden kotimaisuusasteet.

	Suorat vaikutukset	Epäsuorat vaikutukset
<b>Jatkuva liiketoiminta</b>	<p>eSAF-tuotannon sekä arvoketjun muun liiketoiminnan suora arvonlisä<sup>1</sup></p> <p>Arvoketjun suora työllisyys eSAF-tuotantolaitoksessa, hiilidioksidin talteenottolaitoksessa sekä kantaverkkotoiminnassa</p> <p>Sähköntuotannon oletetaan ostavan ylläpitopalveluita, jotka ovat epäsuoraa työllisyyttä</p>	<p>Investointien kotimaisten ostojen arvonlisä ja niiden luoma työllisyys, kattaen sähköntuotannon ja kantaverkon huolto- ja ylläpitopalvelut sekä eSAF-tuotannon ja CO<sub>2</sub>-talteenoton ostot, pääasiassa kulutettu sähkö ja materiaalit sekä kotimaiset huolto- ja ylläpitopalvelut</p> <p>Lasketaan panos-tuotostaulukoista johdetuilla kertoimilla, joissa liitännäisen toimialan arvonlisäystä ja työllisyysvaikutusta verrataan toimialan tuotokseen<sup>2</sup></p> <p>Kertoimella arvioidaan ostojen luomaa epäsuoraa arvonlisää ja työllisyyttä kansantaloudessa</p>
<b>Investoinnit</b>	<p>Koko arvoketjun rakennusaikainen työllisyys sekä kotimaiset ostot toimialoittain</p> <p>Pääasialliset toimialat ovat rakentamis- ja sähkötöiden kotimaiset hankinnat sekä kotimainen asennus-, rakentamis-, sähkö- ja suunnittelutöiden työllisyys</p> <p>Arvoketjun tuotantolaitteiden, kuten elektrolyysiyksiköiden sekä tuuli- ja aurinkovoimaloiden oletetaan olevan suurilta osin ulkomaisia, mutta sähkötöiden tarvittavien komponenttien oletetaan olevan osittain kotimaista tuotantoa</p>	<p>Investointien kotimaisten ostojen arvonlisä sekä niiden aiheuttama työllisyys</p> <p>Vastaavien toimialojen kertoimia panos-tuotostaulukoista käytetään myös investointien epäsuorien vaikutuksien määrittämiseen</p>

1. Yksinkertaistettu arvio kunkin toiminnan tuloista ja niistä vähennetyistä välittömistä ostoista. | 2. Esimerkiksi rakentamistöiden kotimaiset ostot kerrotaan rakentamisen arvonlisäkertoimella, jotta voidaan arvioida, kuinka paljon epäsuoraa arvonlisää investoinnin kotimainen rakentaminen ja sen hankinnat luovat.

# CAPEX-osuudet sekä henkilöstökustannusten ja kotimaisten materiaalien osuus

Investointikustannusten jakautuminen	eSAF-tuotanto	Sähköntuotanto	CO <sub>2</sub> -talteenotto	Sähköverkko
<b>Laitteisto</b> (hankekohtainen laitteisto, kuten elektrolyysiyksikkö ja tuuliturbiinit)	42 %	59 %	40 %	-
<b>Asennus</b>	6 %	7 %	15 %	8 %
<b>Rakentaminen</b>	30 %	15 %	21 %	40 %
<b>Suunnittelu</b> (ml. projektisuunnittelu)	15 %	8 %	15 %	10 %
<b>Sähkökomponentit ja -työt</b>	7 %	11 %	9 %	42 %

**Kaiken rakennus- ja asennustyön sekä tuotannon aikaisen työllisyyden oletetaan olevan kotimaista**

eSAF-tuotannon ja CO<sub>2</sub>-talteenoton CAPEXin kotimaisuusaste on yhteensä n. 45 % ja nousee n. 60 %:iin herkkyystarkastelussa<sup>1</sup>

	Henkilöstökustannusten osuus kaikista kustannuksista				Kotimaisten materiaalien osuus		
	eSAF-tuotanto ja CO <sub>2</sub> -talteenotto	Sähköntuotanto	Sähköverkko		eSAF-tuotanto ja CO <sub>2</sub> -talteenotto	Sähköntuotanto	Sähköverkko
<b>Laitteisto</b>	-	-	-		3 %	5 %	-
<b>Asennus</b>	100 %	100 %	100 %		-	-	-
<b>Rakentaminen</b>	50 %	50 %	50 %		75 %	75 %	75 %
<b>Suunnittelu</b>	100 %	100 %	100 %		-	-	-
<b>Sähkökomponentit ja -työt</b>	40 %	40 %	40 %		35 %	35 %	35 %

1. Oletukset kotimaisuusasteesta perustuvat AFRYn analyysiin.

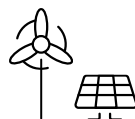
# Jos eSAF-tuotannon ja CO<sub>2</sub>-talteenoton laitteistojen kotimaista osuutta voidaan kasvattaa, voisi arvonnäkö lähes kaksinkertaistua

- Investointien korkeampaa kotimaisuusastetta tarkastellaan herkkyyštarkasteluna
- Herkkyyštarkastelussa eSAF-tuotannon ja CO<sub>2</sub>-talteenoton laitteistojen osuus korotetaan 33 %:iin ja kaikkien sähköjärjestelmien osuus 70 %:iin<sup>1</sup>
- Tällöin kotimainen arvonnäkö nousisi merkittävästi
- Tämä osoittaa, että kotimaiset panostukset teknologiakehitykseen ja -valmistukseen voisivat kasvattaa eSAF-arvoketjun kansantaloudellisia vaikutuksia merkittävästi

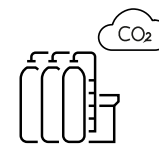
Jatkuvat vaikutukset vuonna 2035									Yhteensä	
Kotimainen arvonnäkö	1 440	MEUR/v	480	MEUR/v	140	MEUR/v	60	MEUR/v	2 120	MEUR/v
Kotimainen työllisyys	1 590	HTV/v	420	HTV/v	200	HTV/v	20	HTV/v	2 230	HTV/v
Verotulot	43	MEUR/v	30	MEUR/v	4	MEUR/v	3	MEUR/v	80	MEUR/v



eSAF-tuotanto



Sähköntuotanto

CO<sub>2</sub>-talteenotto

Sähköverkko

Investointien keskimääräiset vuosittaiset vaikutukset vuosien 2027-2035 välillä									Yhteensä	
Kotimainen arvonnäkö	58	MEUR/v	23	MEUR/v	7	MEUR/v	2	MEUR/v	90	MEUR/v
Kotimainen työllisyys	3 160	HTV/v	1 690	HTV/v	450	HTV/v	95	HTV/v	5 395	HTV/v
Verotulot	57	MEUR/v	32	MEUR/v	9	MEUR/v	2	MEUR/v	100	MEUR/v

1. Laitteistojen kotimaisuusaste nousee 3 %:sta 33 %:iin ja sähköjärjestelmien 35 %:sta 70 %:iin.

# Politiikkatoimet

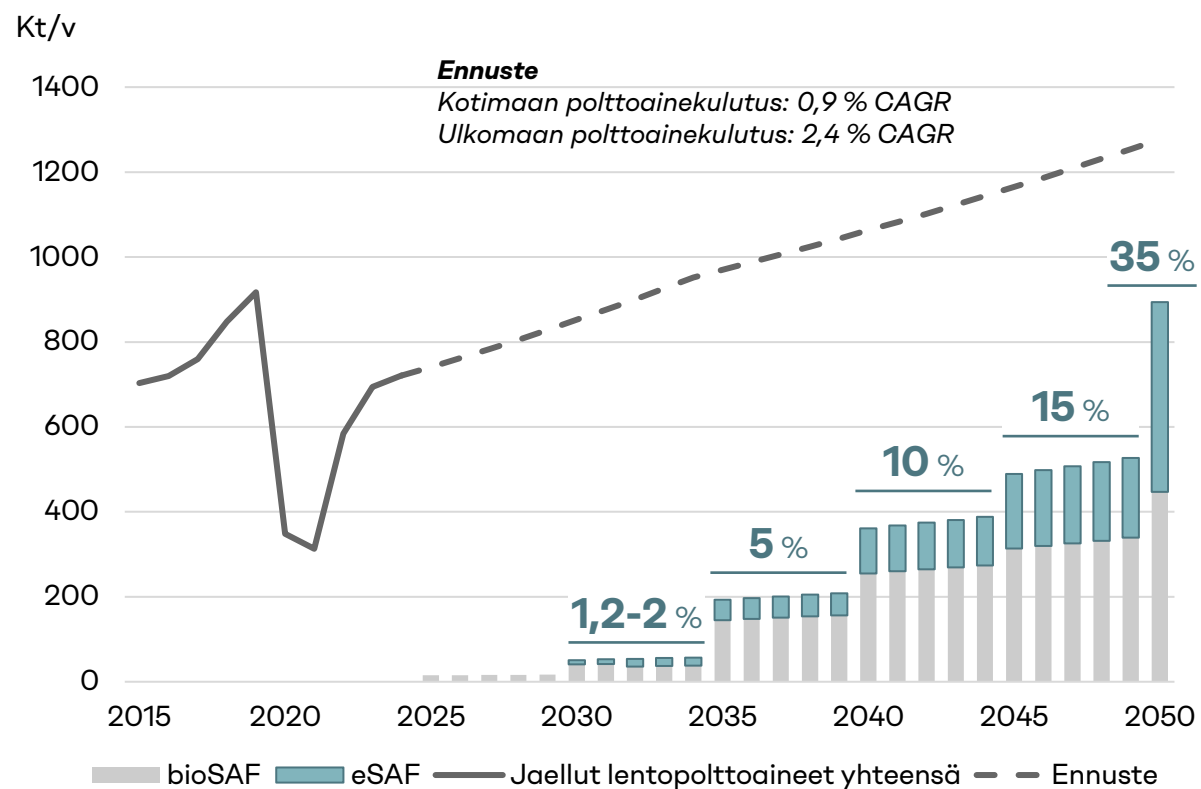


# eSAF-tuotannon käynnistyminen Suomessa vaatii kansallisia lisätoimia toimijoiden markkina- ja hankintariskin jakamiseksi

## Tarve eSAF-hankekehityksen tukemiseen

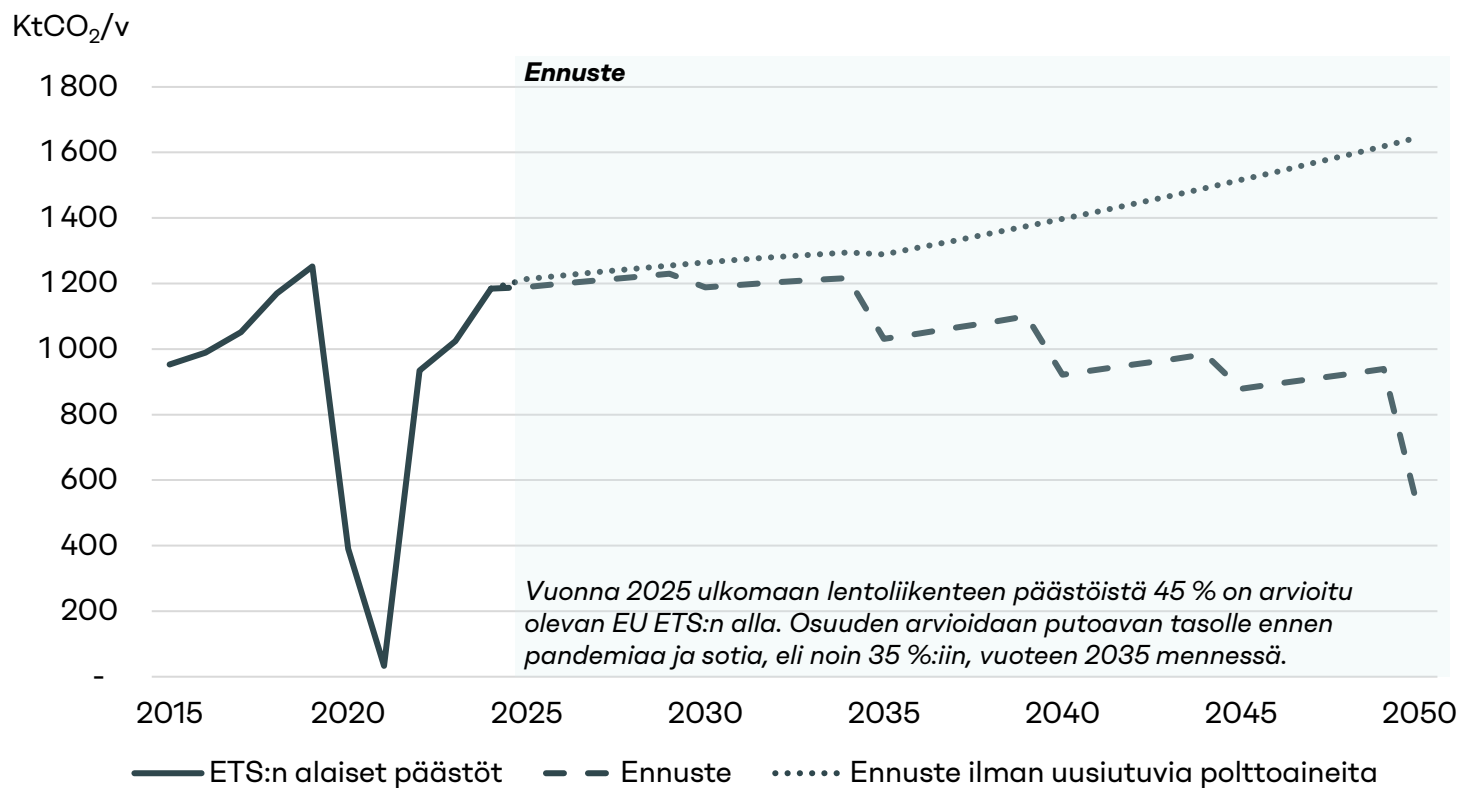
- **ReFuelEU Aviation** -asetus kasvattaa uusiutuvien lentopolttoaineiden kysyntää Suomessa ja EU:ssa vaiheittain vuoteen 2050 asti.
  - BioSAF on jo markkinoilla, mutta **eSAF on selvästi kalliimpaa, eikä sitä ole vielä saatavilla kaupallisessa mittakaavassa.**
- Suomi tarjoaa **houkuttelevan sijainnin e-polttoainelaitoshankkeille** vahvan sähköverkon ja prosessisyötteiden, kuten uusiutuvan sähkön ja biogeenisen hiilidioksidin, hyvän saatavuuden ansiosta.
- Kasvavasta kysynnästä ja toimintaympäristön houkuttelevuudesta huolimatta **eSAF-markkinan käynnistyminen on hidasta.**
  - Tuotantoinvestoinnit ovat **pääomavaltaisia** ja oppimiskäyrät pitkiä. eSAF-hankkeiden kehitystä hidastaa erityisesti **pitkäaikaisten, kannattavien ostosopimusten puute.**
  - Lisäksi eSAF vaatii fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna täysin **uuden, monisyisen ekosysteemin**, mikä hidastaa ja haastaa markkinan kehittymistä.
  - Jotta kotimainen tuotanto käynnistyisi riittävän ajoissa suhteessa velvoitteen kasvuun, on **markkina-, hinta- ja sääntelyriskejä jaettava toimijoiden kesken.**
- Pelkkä ReFuelEU-velvoite ja siihen liittyvä sakko eivät riitä investointipäätösten varmistamiseen, vaan **markkinan käynnistyminen edellyttää lisätoimia.**
  - **Kansallinen tuotanto- tai hankintatuki** voisi vauhdittaa ensimmäisten laitosten toteutumista ja tukea markkinan käynnistymistä.

## Arvio Suomessa jaelluista uusiutuvista lentopolttoaineista vuoteen 2050



# Uusiutuvien polttoaineiden käyttö vähentää EU:n päästökaupan alaisia päästöjä, joiden oletetaan saavuttavan huippunsa vuonna 2029

## Arvio EU:n päästökaupan alaisista lentoliikenteen päästöistä



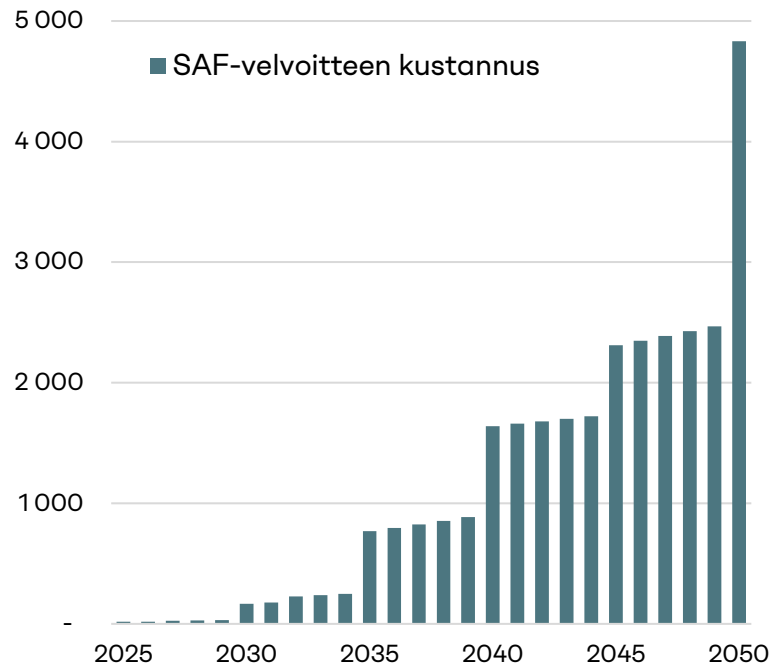
- Lentoliikenne on kuulunut EU:n päästökauppajärjestelmään (ETS) vuodesta 2012, ja vuodesta 2021 lähtien se on ollut osa avointa järjestelmää.
  - Vuodesta 2026 alkaen lentoliikenteessä **ei enää sovelleta päästöoikeuksien ilmaisjakoa.**
- Päästökaupan alaisten päästöjen osuus voi kasvaa, mikäli ETS laajennetaan kattamaan myös Euroopan talousalueen ulkopuoliset lennot. Samanaikaisesti **uusiutuvien polttoaineiden käytön** lisääntyminen vähentää päästöjä.
- Historiallisesti lentoliikenteen huutokauppatulot Suomeen ovat kasvaneet noin miljoonasta eurosta vuonna 2017 noin yhdeksään miljoonaan euroon vuonna 2024.
  - Vuoteen 2023 asti vain 15 % päästöoikeuksista huutokaupattiin, kun taas vuonna 2024 osuus nousi 25 %:iin.
  - Vuodesta 2026 alkaen **kaikki lentoliikenteen päästöoikeudet huutokaupataan.**
- **ETS:n uudelleentarkastelu vuonna 2026** voi laskea päästöoikeuksien hintoja, sillä markkinavakausvarannossa olevia päästöoikeuksia ei enää kuoletettaisi, mikä lisäisi saatavilla olevia päästöoikeuksia<sup>1</sup>. Jopa tällaiset pienet muutokset voivat vaikuttaa päästöoikeuksien hintoihin<sup>2</sup>.

1. Lisäksi monet EU-maat ovat vaatineet eri helpotus- ja hinnankausmekanismeja, joista voidaan käydä neuvotteluja tarkastelun aikana, mutta tarkempien tietojen puuttuessa niiden hintavaikutus on epäselvä.  
 2. Esimerkiksi vuoden 2026 alussa päästöoikeuksien hinnat laskivat muutamassa päivässä noin 8 % eri teollisuustahojen sekä EU-maiden johtajien kommenttien vuoksi.  
 Lähteet: Traficom - Lentoliikenteen päästökauppa; AFRYn analyysi

# Lentoliikenteen huutokauppatulojen kohdentamisella voitaisiin tukea ensimmäisiä ostosopimuksia ja käynnistää Suomen eSAF-markkinat

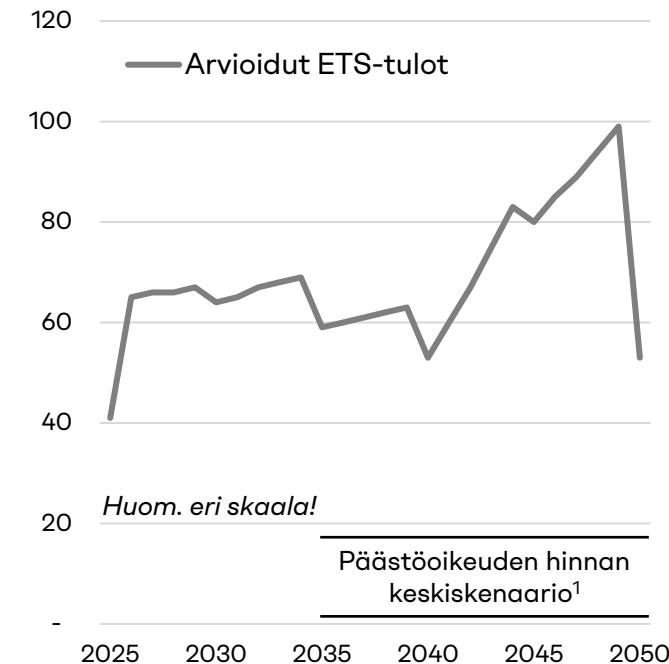
## SAF-velvoitteen kustannus lentoyhtiöille Suomessa

Miljoonaa euroa vuodessa



## Arvioidut ETS-huutokauppatulot Suomen valtiolle

Miljoonaa euroa vuodessa



Uusiutuvien lentopolttoaineiden käyttöönottoa voitaisiin tukea EU:n ETS-huutokauppatuloilla

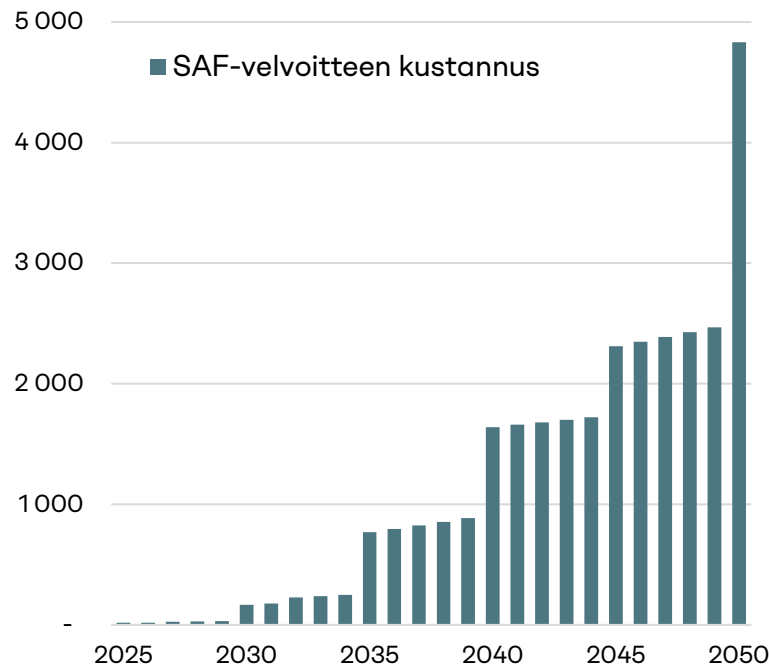
	2030-2034	2035-2039
Arvioidut huutokauppatulot Suomelle	<b>330</b> milj. EUR	<b>300</b> milj. EUR
Huutokauppatulojen kohdentaminen pelkästään eSAF-tueksi	<b>4 700</b> EUR/t eSAF	<b>1 210</b> EUR/t eSAF
40 % tuesta bioSAF:lle ja 60 % eSAF:lle huomioiden kustannusero ja velvoitetasot	<b>2 820</b> EUR/t eSAF	<b>725</b> EUR/t eSAF

1. Päästöoikeuden hinnan keskiskenaario perustuu Euroopan komission hintaskenaarioon, joka sisältää vain jo toteutetut politiikkatoimet (WEM - with existing measures)  
 Lähteet: Traficom; EU-komissio - Recommended parameters for reporting on GHG projections in 2025; AFRYn analyysi

# Päästöoikeuden hinnan jyrkempi nousu voi kasvattaa polttoainetukea – Tuleva uudelleentarkastelu voi kuitenkin johtaa hinnan laskuun

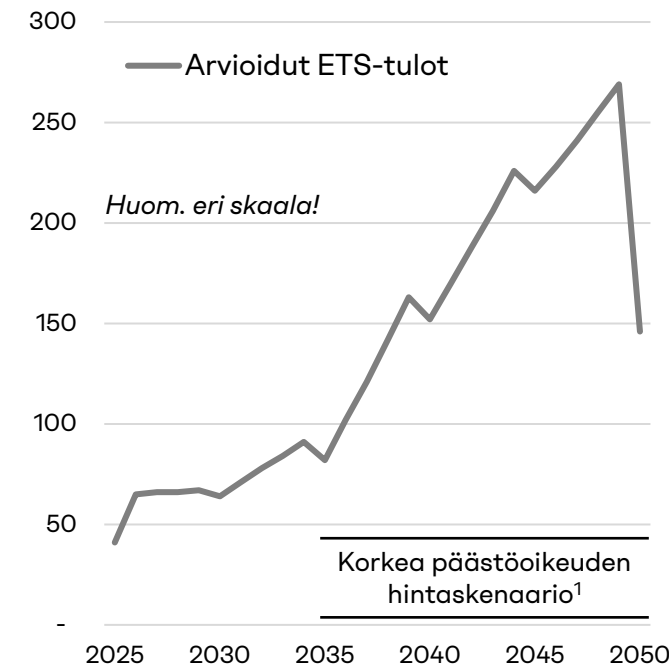
## SAF-velvoitteen kustannus lentoyhtiöille Suomessa

Miljoonaa euroa vuodessa



## Arvioidut ETS-huutokauppatulot Suomen valtiolle

Miljoonaa euroa vuodessa



Uusiutuvien lentopolttoaineiden käyttöönottoa voitaisiin tukea EU:n ETS-huutokauppatuloilla

	2030-2034	2035-2039
Arvioidut huutokauppatulot Suomelle	<b>390</b> milj. EUR	<b>610</b> milj. EUR
Huutokauppatulojen kohdentaminen pelkästään eSAF-tueksi	<b>5 330</b> EUR/t eSAF	<b>2 410</b> EUR/t eSAF
40 % tuesta bioSAF:lle ja 60 % eSAF:lle huomioiden kustannusero ja velvoitetasot	<b>3 200</b> EUR/t eSAF	<b>1 450</b> EUR/t eSAF

1. Päästöoikeuden korkea hintaskenaario perustuu Euroopan komission skenaarioon, joka sisältää myös suunnitellut lisätoimet, mikä tyypillisesti johtaa erilaiseen hintakehitykseen (WAM - with additional measures)  
Lähteet: Traficom; EU-komissio - Recommended parameters for reporting on GHG projections in 2025; AFRYn analyysi

# Arvioituja huutokauppa- ja verotuloja voitaisiin ohjata kansallisesti esimerkiksi eSAF:n hankintatueksi tai tuotannon tueksi

## Tukimekanismit

### Huutokauppatulojen suuntaaminen hankintatueksi

eSAF-tuki: **2 820** EUR/t eSAF

SAF-tiketti: **965** EUR/t SAF

eSAF:n hinta (EUR/t) ja tuettu osuus:

31%  9 045

2x tuki eSAF:lle:

21%  9 045

- Jos Suomi saisi huutokauppatuloja noin 57 % maksettujasta lentoliikenteen päästöoikeuksia vastaavan summan, eSAF:lle voitaisiin tarjota kohtuullista hankintatukea ensimmäisten viiden vuoden aikana.
  - Huutokauppatulot voitaisiin kohdentaa bio- ja eSAF:lle suhteessa polttoaineiden kustannus- ja hintaeroon sekä ReFuelEU Aviation -asetuksen velvoittamiin osuuksiin.
  - Tällöin eSAF:n osuus tuesta olisi noin 60 %, mikä vastaisi noin 2 820 EUR/t vuosina 2030–34 ja 725 EUR/t vuosina 2035–39.
- Toisena vaihtoehtona voisi olla tikettimuotoinen tuki uusiutuvien lentopolttoaineiden jakeluun. Tiketin arvo voitaisiin määrittää arvioitujen polttoainevolyymien perusteella siten, että eSAF saisi kaksinkertaisen tuen bioSAF:iin verrattuna. Tällöin tiketin keskimääräinen arvo olisi 965 EUR/t SAF vuosina 2030–34, jolloin eSAF:n tuki olisi noin 1 930 EUR/t.

### Verotulojen suuntaaminen operatiiviseksi tueksi

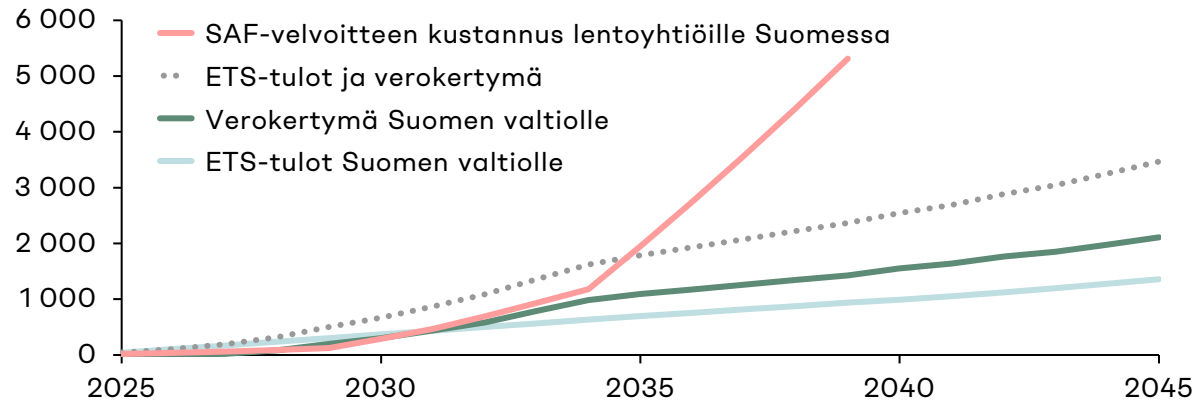
Bio- ja eSAF:n arvioitu hintaero 2030–50: **5 100 – 6 160** EUR/t

- Vaihtoehtoisesti eSAF-hankkeiden synnyttämiä verotuloja voitaisiin kohdentaa tuotannon tukemiseen bioSAF:n ja eSAF:n välisen hintaeron kuromiseksi umpeen.
  - Tuotantotuki voitaisiin kattaa Suomen markkinoilla syntyneillä verotuloilla ja huutokauppatulot kohdentaa bioSAF:n käytön tukemiseen.
- Tuotantotuki voitaisiin toteuttaa kansallisena jatkeena European Hydrogen Bank -huutokaupalle, kuten Itävallassa on tehty. EU hyväksyi maaliskuussa 2025 Itävallan tuotantotuen RFNBO-vedylle. Kyseessä on kiinteä tuki sertifioidulle tuotannolle, joka maksetaan valtion budjetista.
  - Tuki jaetaan osallistumalla EU:n Hydrogen Bank -huutokauppaan; mikäli EU-rahoitus ei riitä, Itävallalta kattaa premion kansallisesta budjetista. Tukimallia perusteltiin RFNBO-vedyn korkeilla tuotantokustannuksilla, joita ETS-maksut eivät riitä kompensoimaan.

# ETS-tuloilla ja eSAF-tuotannon verotuloilla voitaisiin kustannus- tehokkaasti tukea eSAF-markkinan käynnistymistä Suomessa

## Kumulatiiviset eSAF-arvoketjun verotulot ja lentoliikenteen arvioidut ETS-tulot ohjattuna bio- ja eSAF:n hankinnan rahoitukseen Suomessa

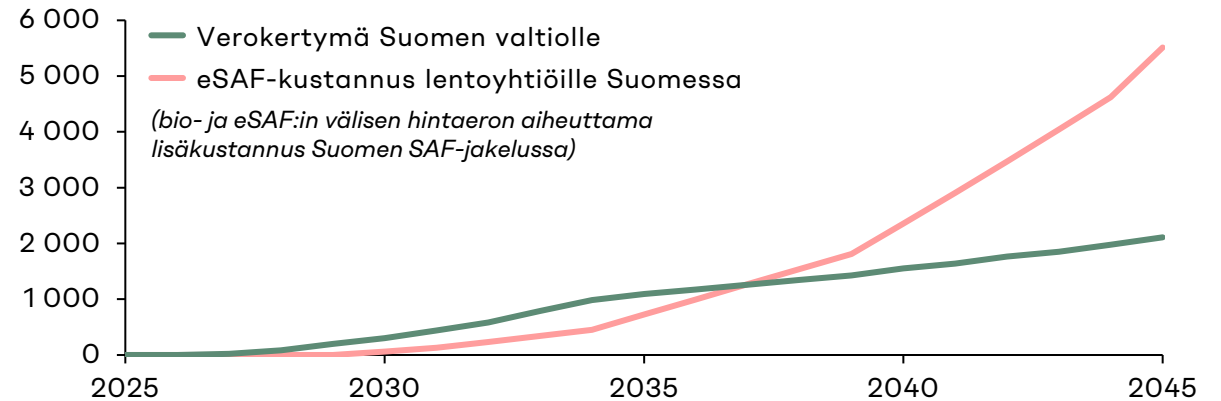
Miljoonaa euroa



- Lentoliikenteen arvioidujen huutokauppatulojen kohdentaminen uusiutuvien lentopolttoaineiden hankintatueksi on kustannustehokas toimi vuoteen 2030 asti.
  - Mikäli tukeen yhdistetään ETS-tulojen lisäksi myös eSAF-tuotannon verokertymä, ReFuelEU:n lentoyhtiöille aiheutuva kumulatiivinen kustannus Suomessa ylittää tulovirtojen summan vasta vuonna 2035.
- Verokertymä on arvioitu Vetyklusterin eSAF-tuotantotavoitteiden mukaan. Valtaosan tuotannosta oletetaan suuntautuvan vientiin muihin EU-maihin.

## Kumulatiiviset eSAF-arvoketjun verotulot ja eSAF-kustannus bioSAF:iin verrattuna Suomessa

Miljoonaa euroa



- eSAF-kustannus lentoyhtiöille kuvaa kustannuseroa bioSAF:iin verrattuna eli sitä, kuinka paljon SAF-jakelun kustannukset Suomessa kasvavat, kun osa jaeltavasta polttoaineesta korvautuu kalliimmalla eSAF:illa.
- Tuotantotuki Suomen tarvitsemalle eSAF-volyymille voisi olla kustannus-  
tehokas keino vauhdittaa eSAF-markkinan syntyä, sillä kustannus ylittää eSAF-tuotannon arvioidun verokertymän vasta vuonna 2037.
  - Verokertymä on arvioitu Vetyklusterin eSAF-tuotantotavoitteiden mukaan. Valtaosan tuotannosta oletetaan suuntautuvan vientiin.

Huom. Verokertymässä on huomioitu puhtaasti siirtymän teollisten investointien verotuki nykyiseen 150 MEUR maksimisummaan ja 10 vuoden keston asti.

Lähteet: AFRYn analyysi

# Taustaoletuksia politiikkatoimien analysoinnissa

	EU:n päästöoikeuden hintaskenaariot (ETS)			EU:n päästökaupan alaiset päästöt		Polttoainehinnat			
	EUR/tCO <sub>2</sub>	Keski	Korkea	ETS:n alaiset kansainväliset operaatiot		EUR/t	Fossiilinen	bioSAF	eSAF
— Polttoainekulutuksen kasvu: – Kotimaan lentoliikenteessä 2025–34: <b>1,5 % CAGR</b> 2035–50: <b>0,5 % CAGR</b> → 2025–2050: <b>0,9 %</b> – Ulkomaan lentoliikenteessä 2025–34: <b>3,0 % CAGR</b> 2035–50: <b>2,0 % CAGR</b> → 2025–2050: <b>2,4 %</b>	2025	95	95	2025	45 %	2025	635	1 910	
	2030	95	95	2030	40 %	2030	705	2 885	9 045
	2035	100	140	2035	35 %	2035	730	3 415	9 045
	2040	100	290	2040	35 %	2040	780	3 950	9 045
	2045	160	430	2045	35 %	2045	840	3 950	9 045
	2050	190	490	2050	35 %	2050	850	3 950	9 045
— Bio- ja eSAF-kulutus on arvioitu kokonaislentopolttoaineen kysynnän ja ReFuelEU Aviation -asetuksen tavoitteiden perusteella. Lentoyhtiöiden vapaaehtoista SAF-kulutusta ei ole huomioitu laskelmissa.	<b>Huutokauppatulot</b>			<b>Kotimaiset operaatiot</b>		<b>Polttoainehinnat koneeseen toimitettuna, AFRYn analyysi</b>			
	Euroopan komission mukaan noin 57 % yleisistä päästöoikeuksista huutokaupataan – lentoliikenne on nykyisin osana yleistä huutokauppaa.			Kotimaan operaatioihin toimitetuista lentopolttoaineista aiheutuvat päästöt kuuluvat kokonaisuudessaan päästökaupan piiriin.		Fossiilinen: Perustuu World Energy Outlook öljyn hintaennusteeseen BioSAF: AFRYn arvio hintakehityksestä; 2040 eteenpäin Biomass-to-Liquid -SAF asettaa hinnan eSAF: AFRYn arvio; projektit saavuttavat noin 15 % IRR <sup>1</sup>			
	<b>Kansainväliset operaatiot</b>			Nykytilanne arvioitu historian perusteella. Oletetaan, että kansainvälisten lentojen osuus kasvaa tasolle ennen sotaa ja pandemiaa.					

1. eSAF-hinnan on oletettu määräytyvän marginaalisen tuottajan kustannusten perusteella, jonka on tässä oletettu olevan suuren mittakaavan, ei-modulaarinen eSAF-laitos.

Lähteet: EU-komissio - Recommended parameters for reporting on GHG projections in 2025; Tilastokeskus - Liikenteen energiankulutus; Traficom - Lentoliikenteen päästökauppa; AFRYn analyysi

# Yhteystiedot

## HENNA POIKOLAINEN

**Director**  
**Head of Green Fuels and Chemicals**

Jaakonkatu 3,  
01620 Vantaa | Finland  
henna.poikolainen@AFRY.com  
+358 50 342 4580

## ESA SIPILÄ

**Senior Principal**

Jaakonkatu 3,  
01620 Vantaa | Finland  
esa.sipila@AFRY.com  
+358 50 412 0839

