

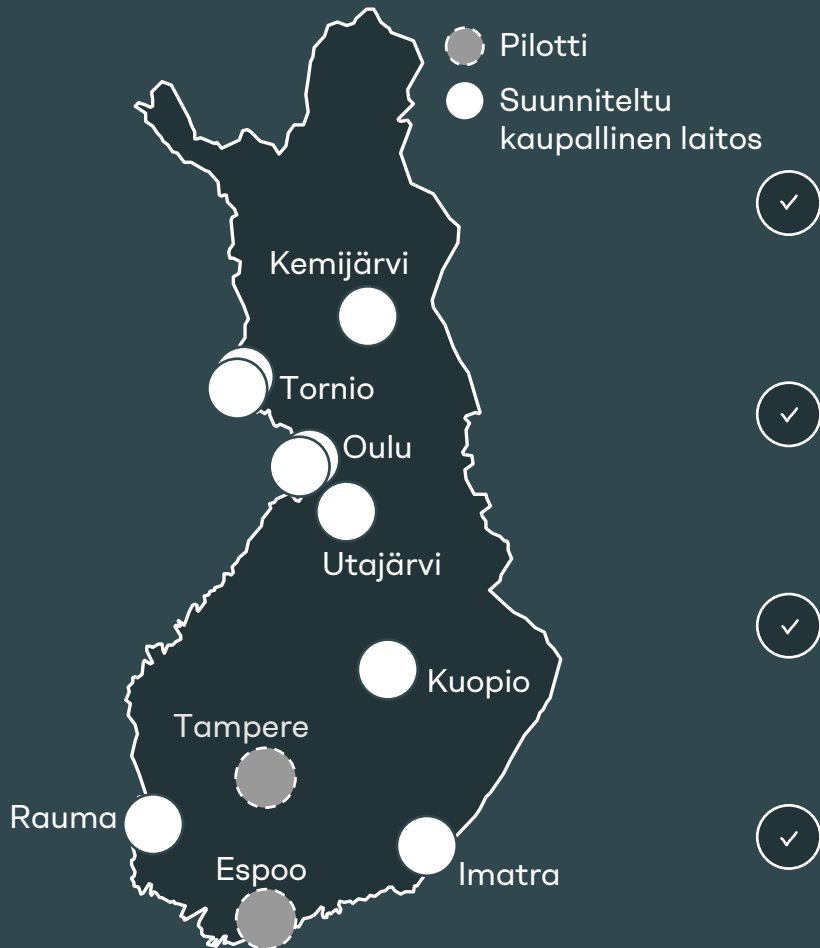
eSAF:n mahdollisuudet Suomessa

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

5. kesäkuuta 2026 | AFRY Management Consulting



eSAF-tuotannon kasvattaminen voi luoda Suomeen uuden vientiteollisuuden, työpaikkoja ja taloudellista arvoa



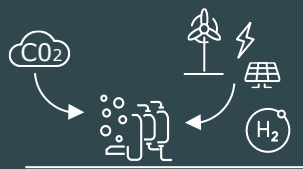
eSAF perustuu **EU:n luomaan kysyntään** ja tarjoaa Suomelle mahdollisuuden **kasvattaa vetytaloutta**, vahvistaa **energiaomavaraisuutta** sekä hyödyntää puhtaiden polttoaineiden markkinoiden **arvopotentiaalia**.

Suomella on **ainutlaatuiset edellytykset** eSAF-tuotantoon laajenevan sähköntuotannon, vähäpäästöisen ja luotettavan sähköverkon sekä biogeenisen hiilidioksidin saatavuuden ansiosta.

Jotta kilpailuetu voidaan muuttaa konkreettiseksi taloudelliseksi arvoksi, Suomen tulisi **edetä eSAF-kehityksessä varhaisessa vaiheessa**. Tämä edellyttää kohdennettua kansallista tukea.

Vetyklusteri on asettanut **kotimaisen eSAF-tuotannon tavoitteeksi** 250 000 tonnia vuodessa vuoteen 2035 mennessä, mikä tukee **vientivetoista kasvua** "book-and-claim"-järjestelmän avulla.

Uusiutuvasta sähköstä ja hiilidioksidista tuotettu eSAF on keskeinen ratkaisu ilmailun päästöjen vähentämiseksi



Tässä selvityksessä eSAF viittaa suoraan käytettävään kestävään lentopolttoaineeseen (SAF), joka tuotetaan uusiutuvasta sähköstä ja biogeenisestä hiilidioksidista ja joka voi korvata fossiiliset lentopolttoaineet.



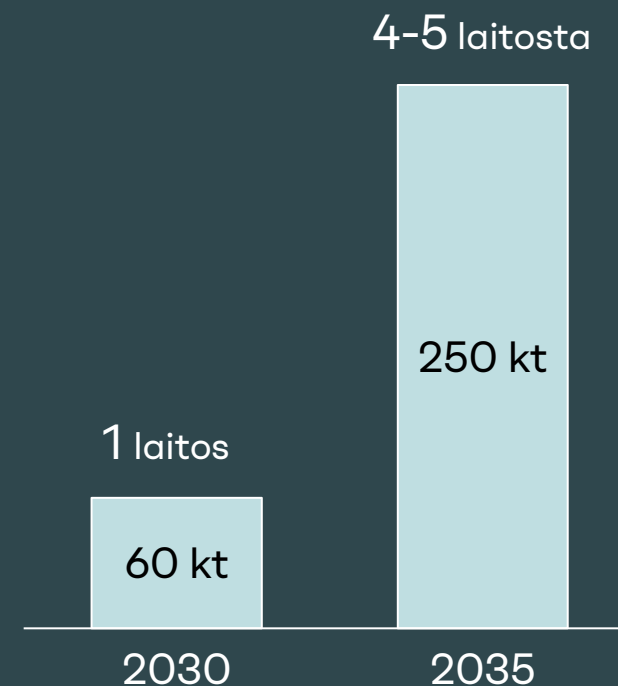
2030

Lentoliikenne tarvitsee nestemäisiä polttoaineita, koska sen sähköistäminen ja päästöjen vähentäminen ovat haastavia. Siirtymää vauhdittaa ReFuelEU-asetus, joka kasvattaa eSAF:n kysyntää vuodesta 2030 alkaen.



Nykyinen SAF-tuotanto pohjautuu jäteöljyihin ja -rasvoihin, joiden saatavuus on rajallista. Pitkällä aikavälillä lentoliikenteen päästöjen vähentäminen edellyttää eSAF:n käyttöönottoa, jotta globaali liikkuvuus voidaan turvata.

eSAF-tuotantotavoitteet
Suomen vetyklusterin tiekartassa



Raaka-aineiden hyvä saatavuus tekee Suomesta kilpailukykyisen sijainnin eSAF-tuotannolle

Kotimaisen **biogeenisen hiilidioksidin** vakaa, luotettava ja laaja saatavuus

Vahva tekninen osaaminen ja kyky kehittää **uusia ratkaisuja** vihreän vedyn arvoketjussa

Merkittävä määrä **e-polttoainehankkeita** Suomessa ja Pohjoismaissa

eSAF-tuotanto ei ole sidottu kotimaiseen kysyntään, vaan sitä voidaan suunnata **Euroopan vientimarkkinoille**

Vahva sähköverkko ja kilpailukykyinen **uusiutuva sähkö**

Sujuvat lupamenettelyt

eSAF-tuotannon kasvattaminen ja teknologiakehityksen tukeminen voivat vahvistaa Suomen asemaa puhtaiden polttoaineiden ja energiaratkaisujen edelläkävijänä

Kotimainen tuotanto vähentää riippuvuutta fossiilisten polttoaineiden tuonnista ja vahvistaa Suomen energiaomavaraisuutta



eSAF-tuotanto luo arvoa koko arvoketjuun ja edistää teollista kasvua sekä työllisyyttä

250 kt eSAF-tuotannon vuotuiset vaikutukset Suomessa

eSAF moninkertaistaa uusiutuvan sähköntuotannon ja hiilidioksidin talteenoton arvon:



Työllisyys



2 230 HTV¹/v

Verotulot



80 MEUR/v

Investointien aikaiset vaikutukset, 2027-2035

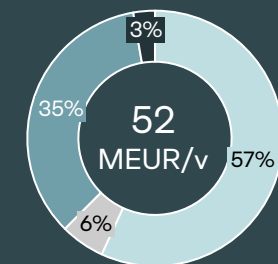
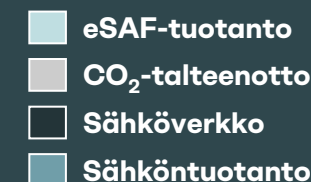
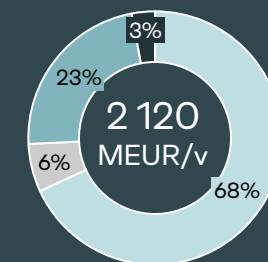
Kokonaisinvestoinnit:



5 110 HTV¹/v

90 MEUR/v

Arvonlisä



1. HTV - henkilötyövuosi

Kotimaisen eSAF-teknologiakehityksen vahvistaminen voi kasvattaa arvonlisää ja luoda vientimahdollisuuksia

Investointivaiheen arvonlisä riippuu pitkälti siitä, kuinka suuri osa arvoketjun teknologioista ja materiaaleista on kotimaista alkuperää.

Ensimmäisissä eSAF-investoinneissa kotimaisuusasteeksi arvioidaan noin 45 %. Arvio perustuu pääosin suunnitteluun, maarakentamiseen, sähkökomponentteihin ja asennustöihin, kun taas erikoislaitteet ovat pääosin tuontituotteita.

Jos eSAF-tuotannon ja hiilidioksidin talteenoton erikoislaitteiden kotimaisuusaste nousisi yli 30 %:iin, arvonlisä voisi lähes kaksinkertaistua ja investointien kokonaiskotimaisuusaste nousta noin 60 %:iin.

Suomi tarvitsee nopeutetun tutkimus-, kehitys- ja innovaatio-ohjelman, jotta kotimaisia teknologioita kehitetään ja ne kasvattavat markkinaosuuttaan sekä kotimaassa että vientimarkkinoilla vuoteen 2035 mennessä.

Yhden eSAF-investoinnin vaikutus

Arvonlisä € 

29 MEUR/v



Korkeampi kotimaisuusaste

48 MEUR/v

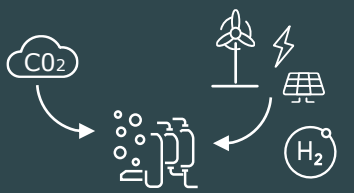
Työllisyys 

2 760 HTV/v



2 920 HTV/v

eSAF-potentiaalin hyödyntäminen edellyttää rinnakkaista kehitystä koko arvoketjussa



eSAF-tuotanto



Polttoaineen sekoitus



Polttoaineen jakelu



Lainsäädäntö

Projektien keskinäinen riippuvuus

- Hankeriskiä lisää uusien arvo- ja toimitusketjujen samanaikainen kehittäminen, koska esimerkiksi hiilidioksidin talteenotto ja hyödyntäminen ovat vielä kehittymässä.

Korkeat tuotantokustannukset

- Pääomavaltaiset investoinnit, joilla on pitkä oppimiskäyrä.

Polttoaineen sekoitus

- SAF:n sekoittamiseen fossiilisiin polttoaineisiin liittyvät käytännöt ja ratkaisut vaativat Suomessa vielä kehittämistä.
- Pääsy Helsinki-Vantaan polttoainejakeluun tapahtuu tällä hetkellä ainoastaan Kilpilahden öljyterminaalin kautta.

'Book-and-claim' -järjestelmä

- Pienet tuotantomäärät eivät mahdollista kannattavaa vientiä, joten book-and-claim -järjestelmän kehittäminen on keskeistä eSAF:n niin sanotun virtuaalisen viennin mahdollistamiseksi.

Säätely

- ReFuelEU-asetuksen kehitysvaiheesta huolimatta siihen liittyy epävarmuutta tulevan tarkastelun vuoksi.
- Säätelyn uudelleentarkastelu voi vaikuttaa investointipäätöksiin ja lisätä arvoketjun riskejä.

Sääntelyn epävarmuus vaikuttaa investointiympäristöön ja korostaa ennakoitavan toimintaympäristön tarvetta

2021-2023



ReFuelEU-asetus

- Euroopan komissio julkaisi ReFuelEU Aviation -asetuksen heinäkuussa 2021 osana laajempaa Fit for 55 -lainsäädäntöpakettia.
- Euroopan unionin neuvosto hyväksyi asetuksen lopullisesti lokakuussa 2023.

2026



Hankekehitys

- Pilottihankkeita on jo käynnissä, mutta kaupallisen mittakaavan hankkeilla on haasteita pitkäaikaisten ostosopimusten varmistamisessa.
- Yksikään Euroopassa suunnitelluista noin 40 hankkeesta ei ole vielä saavuttanut investointipäätöstä.

2027



Komission raportti ReFuelEU:sta

- Euroopan komissio tarkastelee ReFuelEU -asetusta vuonna 2027 ja arvioi sen toteuttamiskelpoisuutta sekä tarjontaan, kustannuksiin ja investointeihin liittyviä haasteita.

Raportin odotetaan vaikuttavan investointipäätöksiin



2030-2031



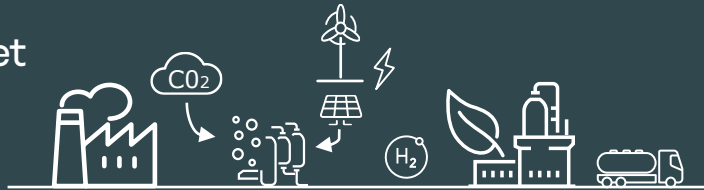
Ensimmäiset kaupalliset laitokset

- Kaupallisen mittakaavan eSAF-laitoksen rakentaminen kestää keskimäärin 3-4 vuotta.
- Sääntelyyn liittyvä epävarmuus voi hidastaa eSAF-tuotannon laajenemista ennen vuotta 2030.

Tarvitaan kohdennettua kansallista kehitystukea

eSAF-tuotannon käynnistäminen edellyttää tukea koko arvoketjussa teknologiakehityksestä markkinoihin

Tuotantotuet



Ostosopimukset



Nykyiset toimet

- + Verotuet suurille puhtaan siirtymän investoinneille
- EU Energiatuet (investointituki, Business Finland)
- EU:n innovaatorahasto (investointituki)
- EU:n vetypankki (tuki uusiutuvalle vedylle, euroa kilogrammalta)

- EU:n päästökauppajärjestelmän (ETS) päästöoikeudet
- ReFuelEU Aviation -asetus ja jakeluvuorituksen seuraamukset
- Early Mover Coalition ja kaksisuuntainen tukihuutokauppa
- Sustainable Aviation Buyers Alliance (SAF-ostajien yhteenliittymä)
- Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö (ICAO)

Mahdolliset, UUDET toimet

- + eSAF-tuotannon verotulojen ohjaaminen tukien rahoittamiseen osana Euroopan vetypankin huutokauppojen kansallista laajennusta
- + Valtion lainatakaukset uusien teknologioiden toimittajille
- + **Ei-rahallinen tuki lupamenettelyjen sujuvoittamiseen sekä julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyöhön**

- + **Päästökaupan huutokauppatulojen kohdentaminen ostosopimusten tukemiseen, esim. hintatakuujärjestelmien kautta**
- EU:n päästökauppajärjestelmän vahvistaminen
- Uusiutuvien lentopolttoaineiden book-and-claim -järjestelmä
- EU:n laajuiset ja kansalliset hintatakuujärjestelmät

Pohjoismaat ovat yksi Euroopan kilpailukykyisimmistä alueista eSAF-tuotannolle, mutta toteutuminen vaatii tukea

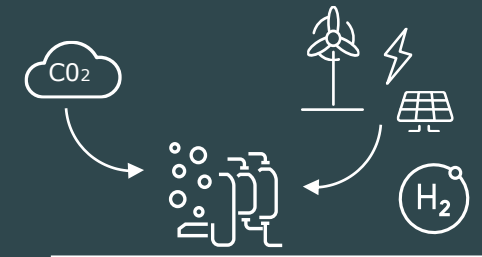
Suomi ja Pohjoismaat ovat yksi Euroopan kilpailukykyisimmistä sijainneista eSAF-tuotannolle.



Eurooppalaiset lentoyhtiöt toimivat globaaleilla markkinoilla ja tarvitsevat **markkinamekanismeja, jotka mahdollistavat eSAF:n kannattavat pitkäaikaiset ostosopimukset.**



Suomalaisten ja pohjoismaisten eSAF-teknologioiden osuus on tällä hetkellä pieni, minkä vuoksi investointien taloudelliset hyödyt eivät täysimääräisesti kohdistu kotimaahan.



Suomen tulisi **edistää keskeisiä politiikkatoimia yhdessä Pohjoismaiden kanssa** eSAF:n taloudellisen potentiaalın hyödyntämiseksi ja alueen houkuttelevuuden säilyttämiseksi.

Investointi- ja tuotantotuet ovat kriittisiä uusien teknologioiden ensimmäisen aallon riskien vähentämiseksi. Samalla **loppukäyttäjille tarvitaan tukimekanismeja**, kuten hintatakuujärjestelmiä ja book-and-claim -järjestelmä, **eSAF:n korkeiden kustannusten hillitsemiseksi.**

Jos suomalaisiin ja pohjoismaisiin eSAF-teknologioihin kohdistuvilla TKI-panostuksilla saavutettaisiin noin kolmannes markkinaosuudesta, yksittäisten laitosten arvonlisä voisi jopa kaksinkertaistua samalla syntyä uusia epäsuoria työpaikkoja ja verotuloja.

Liitteet: Kansantaloudelliset vaikutukset

2030 – yksi eSAF-laitos rakennettu ja tuotannossa

Liiketoiminnan jatkuvat vuosittaiset vaikutukset vuonna 2030

Yhteensä

Kotimainen arvonlisä	255	MEUR/v	115	MEUR/v	27	MEUR/v	13	MEUR/v	410	MEUR/v
Kotimainen työllisyys	355	HTV/v	100	HTV/v	50	HTV/v	5	HTV/v	510	HTV/v
Verotulot	9,5	MEUR/v	6	MEUR/v	1	MEUR/v	0,5	MEUR/v	17	MEUR/v



eSAF-tuotanto



Sähköntuotanto



Hiilidioksidin talteenotto



Sähköverkko

Investointien keskimääräiset vuosittaiset vaikutukset vuosina 2027-2030

Yhteensä

Kotimainen arvonlisä	15	MEUR/v	11	MEUR/v	2	MEUR/v	1	MEUR/v	29	MEUR/v
Kotimainen työllisyys	1585	HTV/v	900	HTV/v	230	HTV/v	45	HTV/v	2760	HTV/v
Verotulot	28	MEUR/v	17	MEUR/v	5	MEUR/v	1	MEUR/v	51	MEUR/v

2035 – neljä eSAF-laitosta rakennettu ja tuotannossa

Liiketoiminnan jatkuvat vuosittaiset vaikutukset vuonna 2035

Yhteensä

Kotimainen arvonlisä	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



Hiilidioksidin talteenotto



Sähköverkko

Investointien keskimääräiset vuosittaiset vaikutukset vuosina 2027-2035

Yhteensä

Kotimainen arvonlisä	28	MEUR/v	20	MEUR/v	3	MEUR/v	1	MEUR/v	52	MEUR/v
Kotimainen työllisyys	2 940	HTV/v	1 655	HTV/v	425	HTV/v	90	HTV/v	5 110	HTV/v
Verotulot	51	MEUR/v	30	MEUR/v	8	MEUR/v	1	MEUR/v	90	MEUR/v

Taustaoletuksia

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

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

Sähköntuotanto sisältää sekä maatuulivoiman että aurinkovoiman.

	Henkilöstökustannusten osuus kaikista kustannuksista			Kotimaisten materiaalien osuus		
	eSAF-tuotanto ja CO ₂ -talteenotto	Sähköntuotanto	Sähköverkko	eSAF-tuotanto ja CO ₂ -talteenotto	Sähköntuotanto	Sähköverkko
Laitteisto	-	-	-	3 %	5 %	-
Asennus	100 %	100 %	100 %	-	-	-
Rakennustyöt	50 %	50 %	50 %	75 %	75 %	75 %
Suunnittelu (ml. hankekehitys)	100 %	100 %	100 %	-	-	-
Sähkökomponentit ja -työt	40 %	40 %	40 %	35 %	35 %	35 %

Peruskenaariossa eSAF-tuotannon ja hiilidioksidin talteenoton investointien kotimaisuusaste on yhteensä noin 45 %.

Jos eSAF-tuotannon ja hiilidioksidin talteenoton laitehankintojen kotimaisuus nostetaan 33 %:iin ja sähkökomponenttien kotimaisuus 70 %:iin, kokonaiskotimaisuusaste kasvaisi noin 60 %:iin.

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

