

8.1.2026



Tjusterby Gård aurinkovoimahanke

Aurinkovoimalahankkeen ilmastovaikutusten arviointi

8.1.2026

Sisällysluettelo

1.	Johdanto	3
2.	Hiilitaselaskelmassa käytetyt oletukset, metodit ja lähtötiedot.....	5
2.1.	Aurinkovoimalan elinkaaren hiilijalanjälki	5
2.2.	Lähtötiedot	5
2.3.	Elinkaaren vaiheet.....	5
2.4.	Tarkastelun rajaus.....	6
2.5.	Maaperän ja kasvillisuuden arviointi.....	7
2.6.	Tuotettu energia ja positiiviset ilmastovaikutukset.....	10
3.	Inventaarioanalyysi	11
3.1.	Hankkeen lähtötiedot.....	11
3.2.	Tuotevaihe A1-A3	11
3.2.1.	Aurinkopaneelit	11
3.2.2.	Telineet.....	12
3.2.3.	Paalut.....	12
3.2.4.	Invertteri.....	12
3.2.5.	Kaapelit.....	12
3.3.	Rakennusvaihe A4-A5	12
3.3.1.	Materiaalien kuljetukset	12
3.3.2.	Maarakennustyöt.....	13
3.3.3.	Asennustyöt.....	13
3.4.	Käyttövaihe B1-B7.....	14
3.4.1.	Komponenttien vaihdot.....	14
3.4.2.	Puuston hiilinielu	14
3.5.	Purkuvaihe C1-C4	14
4.	Tulokset.....	15
4.1.	Aurinkovoimalan elinkaaren hiilijalanjälki	15
4.2.	Aurinkovoimalan tuottaman positiiviset ilmastovaikutukset.....	18
4.3.	Tulosten yhteenveto	21
	Lähteet.....	22

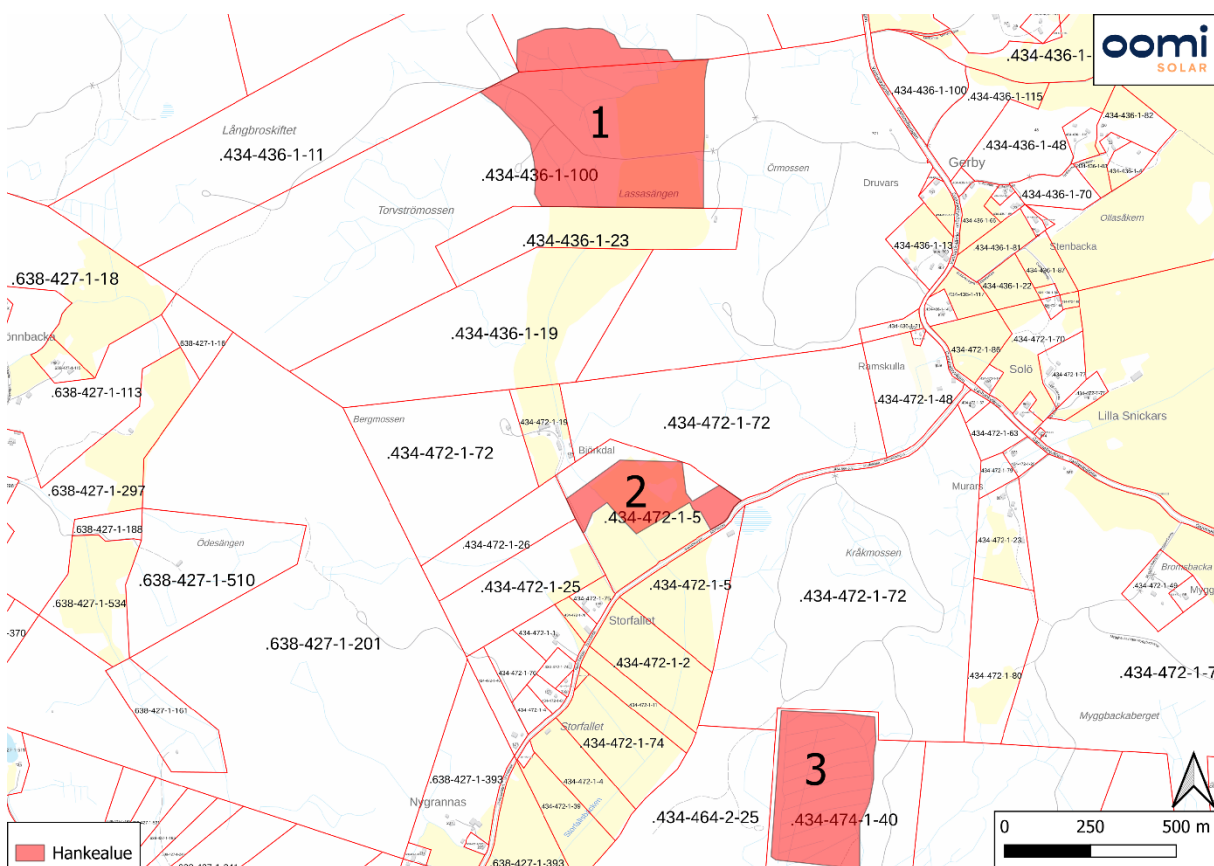
8.1.2026

1. Johdanto

Oomi Solar Oy suunnittelee Loviisan kaupunkiin, noin 16 kilometrin etäisyydellä keskustasta länteen, aurinkoenergian tuotantoaluetta, joka koostuu kolmesta hankealueesta neljällä eri kiinteistöllä. Tässä raportissa tarkastellaan kiinteistöille 434-436-1-42, 434-436-1-100, 434-472-1-5 ja 434-474-1-40 suunnitellulle noin 36,7 MWp aurinkovoimalahankkeen elinkaaren aikaisia ilmastovaikutuksia. Raportti on tehty hankkeen sijoittamisluvan hakemista varten. Hankkeelle tehdyssä ilmastovaikutusten arvioinnissa arvioitiin aurinkovoimalan elinkaaren aikana syntyviä ilmastovaikutuksia, jotka voidaan jakaa kolmeen luokkaan:

- 1) Materiaalit ja rakentaminen
- 2) Maankäytön muutos
- 3) Aurinkovoimalan tuottama energia

Materiaalien ja rakentamisen osalta tarkastellaan aurinkovoimalassa käytettävien komponenttien valmistaminen, kuljetus, aurinkovoimalan rakentaminen ja käytöstä poisto. Maankäytön muutoksessa huomioidaan hankkeen vaikutukset hankealueen puuston hiilivarastoon sekä hiilinieluun. Nämä kaksi luokkaa tuottavat vaikutukseltaan negatiivisia ilmastovaikutuksia. Positiivisten ilmastovaikutusten osalta arvioidaan aurinkovoimalan elinkaaren aikana tuottamaa energiaa kahden eri skenaarioanalyysin perusteella.



Kuva 1. Hankealueet

Ilmastovaikutusten arviointi perustuu hankkeen alustaviin suunnitelmiin sekä oletuksiin aurinkovoimalan tehokapasiteetista sekä pinta-alasta. Hankealueen keskeiset tiedot on koottu alla olevaan taulukkoon 1. Hankealue on

8.1.2026

pääosin peltoaluetta sekä talousmetsää. Myös hankealueiden ympäristö on pääosin peltoaluetta sekä talousmetsää. Ympäristössä olevat metsäalueet ovat pääsääntöisesti havu- ja sekametsää. Hankealueen aurinkopaneelikentät koostuvat telineyksiköistä, joihin aurinkopaneelit kiinnitetään 30 asteen kulmassa maanpintaan nähden sekä keskusinvertteriyksiköistä. Paneelikentille rakennetaan lisäksi tarvittavat huoltotiet.

Taulukko 1. Hankkeen keskeiset tiedot

Tiedot	Määrä	Yksikkö
Hankealueen kokonaispinta-ala	43	ha
Aurinkovoimalan kapasiteetti	36,7	MWp
Aurinkovoimalan arvioitu vuosittainen tuotanto	36	GWh
Aurinkovoimalan arvioitu käyttöikä	40	v

8.1.2026

2. Hiilitaselaskelmassa käytetyt oletukset, metodit ja lähtötiedot

2.1. Aurinkovoimalan elinkaaren hiilijalanjälki

Aurinkovoimahankkeella on ilmastovaikutuksia koko sen elinkaaren ajan. Näitä vaikutuksia kuvataan hiilitaselaskennalla, jossa arvioidaan hankkeen aiheuttamat negatiiviset ja positiiviset ilmastovaikutukset. Ilmastonlämpenemisvaikutus syntyy hankkeen eri elinkaaren vaiheissa tuotetuista kasvihuonekaasupäästöistä. Eri kasvihuonekaasujen ilmastoja lämmittävä vaikutus on muunnettu vastaamaan hiilidioksidin vaikutusta, ja tulokset esitetään hiilidioksidiekvivalentteina CO_{2e}, mikä mahdollistaa eri vaiheissa ja eri lähteistä syntyvien kasvihuonekaasupäästöjen vertailun.

Tjusterbyn aurinkovoimahankkeelle tehdyssä hiilitaselaskelmassa noudatetaan elinkaariarvioinnin ja hiilijalanjäljen laskennan standardien (ISO 14040 & ISO 14044) periaatteita.

2.2. Lähtötiedot

Elinkaariarvioinnin inventaarioanalyysi on toteutettu laskemalla aurinkovoimalan materiaalien ja komponenttien määrät. Tämä laskenta kattaa materiaalien ja komponenttien valmistuksesta, kuljetuksesta, käytöstä ja purkamisesta aiheutuvat päästöt.

Raportin inventaariolaskelman päästötietokantana on käytetty Suomen ympäristökeskuksen tuottamaa CO₂data-päästötietokantaa (CO₂data.fi, 2024). Päästötietokantaa on käytetty myös hankkeen kuljetusten sekä infratöiden päästökertoimien lähteenä. Aurinkovoimalan elektroniikkakomponenttien, kuten esimerkiksi aurinkopaneelien ja inverttereiden, päästötietojen lähteenä on käytetty tuotteiden valmistajien tekemiä ympäristöselosteita (Environmental Product Declaration).

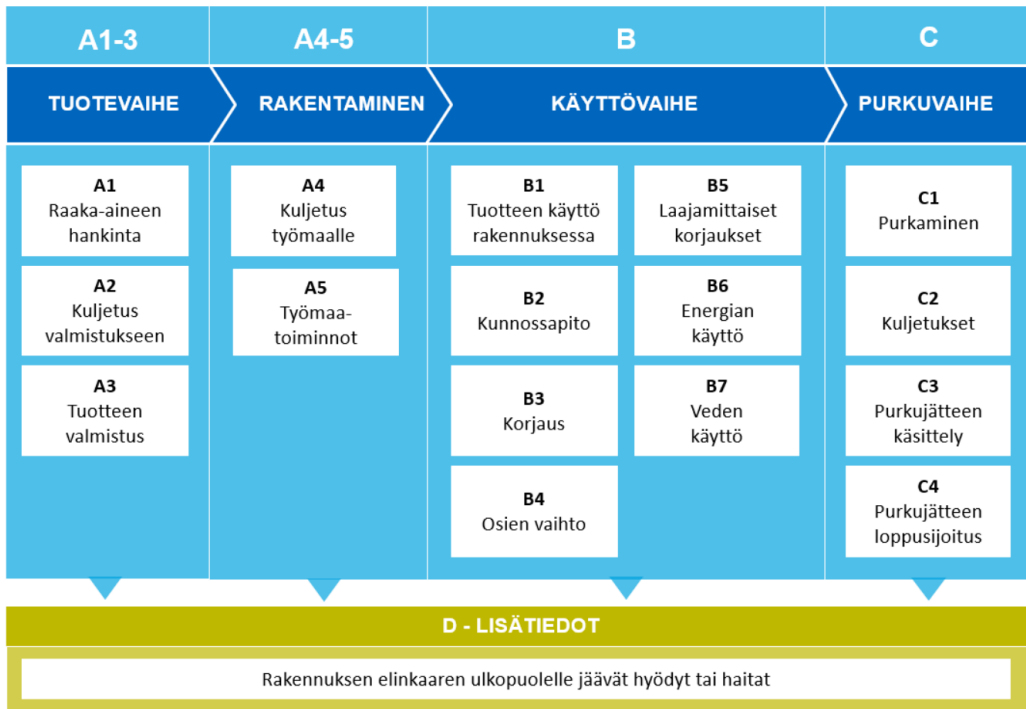
Hankealueen puuston hiilivarastojen ja hiilinielujen arvioimiseen on käytetty Luonnonvarakeskuksen Metsävara-aineistoa (Luonnonvarakeskus 2023).

Aurinkovoimalan elinkaaren aikana tuottaman energian positiivisia ilmastovaikutuksia on arvioinnissa hyödynnetty Tilastokeskuksen ja CO₂data -päästötietokannan tuottamia aineistoja sähköntuotannon päästökertoimista.

2.3. Elinkaaren vaiheet

Tuotevaiheen A1-A3 kuvaavat materiaalien valmistuksesta syntyvät päästöt raaka-aineen hankinnasta tuotteen valmistukseen saakka. Rakennusvaiheessa A4-A5 kuvaavat rakentamisen aikaisia päästöjä materiaalien kuljettamisesta työmaalle aina tuotantovaiheen saavuttaneeseen aurinkovoimalaan. Käyttövaiheen B1-B7 kuvaavat aurinkovoimalan operointivaiheen aikaisia päästöjä ja purkuvaiheen C1-C4 kuvaavat purkamisesta, kierrättämisestä ja ennallistamisesta syntyviä päästöjä. Elinkaarivaiheet ovat kuvattuna alla olevassa kuvassa 2.

8.1.2026



Kuva 2. Rakennushankkeen elinkaaren vaiheet (Bionova Oy 2017)

2.4. Tarkastelun rajaus

Taulukossa 2 kuvataan hankkeen hiiliaselaskelmissa tarkasteltavia elinkaaren vaiheita. Tarkasteltavien päästölähteiden ulkopuolella ovat muun muassa sähköaseman komponentit ja rakentaminen, työntekijöiden kulkemat työmatkat, työkoneiden kuljetukset sekä työkoneiden ja työkalujen valmistukset. Näiden arvioiminen on haastavaa, sillä arvioiminen sisältää useita muuttujia ja tietoja ei ole tarpeeksi saatavilla.

Taulukko 2. Hankkeen hiiliaselaskelmassa tarkasteltavat elinkaaren vaiheet.

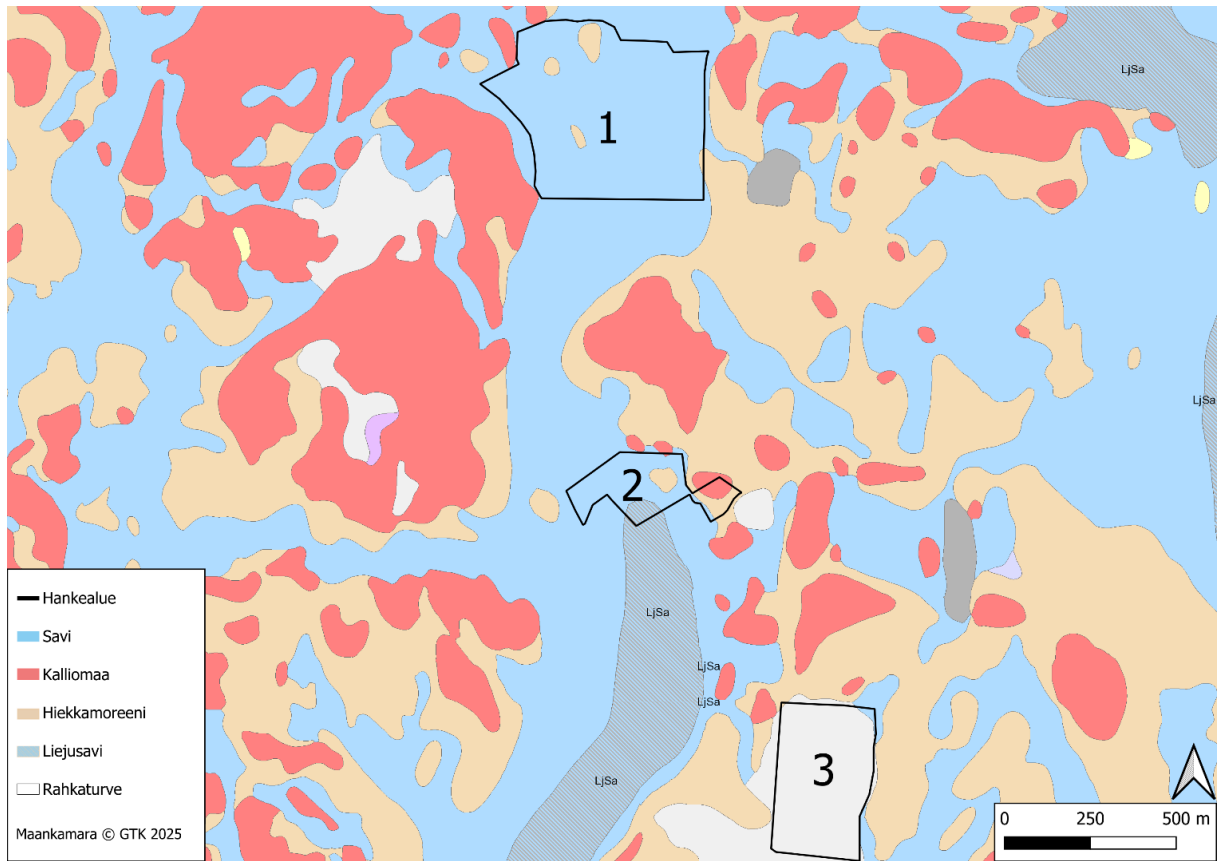
Vaihe	Tuotevaihe			Rakentaminen		Käyttövaihe	Purkuvaihe
Vaiheen tunniste	A1	A2	A3	A4	A5	B1-B7	C1-C4
Arviointi	X	X	X	X	X	X	X
Arvioitavat päästölähteet	- Aurinkopaneelit - Telineet - Perustukset - Invertterit - Kaapelit			- Työkoneiden käyttämä energia - Rakennusvaiheen kuljetukset - Maatyöt - Hakkuutyöt		- Osien vaihto - Metsän hiilinielun menetys	- Purkutyöt - Paneelien ja invertterien loppukäsittely ja loppusijoitus - Kuljetukset
Arvioinnin ulkopuolella	- Muuntajat - Sähköaseman komponentit - Akustot			- Työntekijöiden työmatkat - Sähköaseman		- Työntekijöiden työmatkat - Kunnossapito - Korjaukset	- Työntekijöiden työmatkat - Rakennusjätteen loppusijoitus ja käsittely

8.1.2026

	- Työkoneiden ja työkalujen valmistus	rakentaminen - Työkoneiden kuljetukset - Pakkausmateriaalit		
--	---------------------------------------	---	--	--

2.5. Maaperän ja kasvillisuuden arviointi

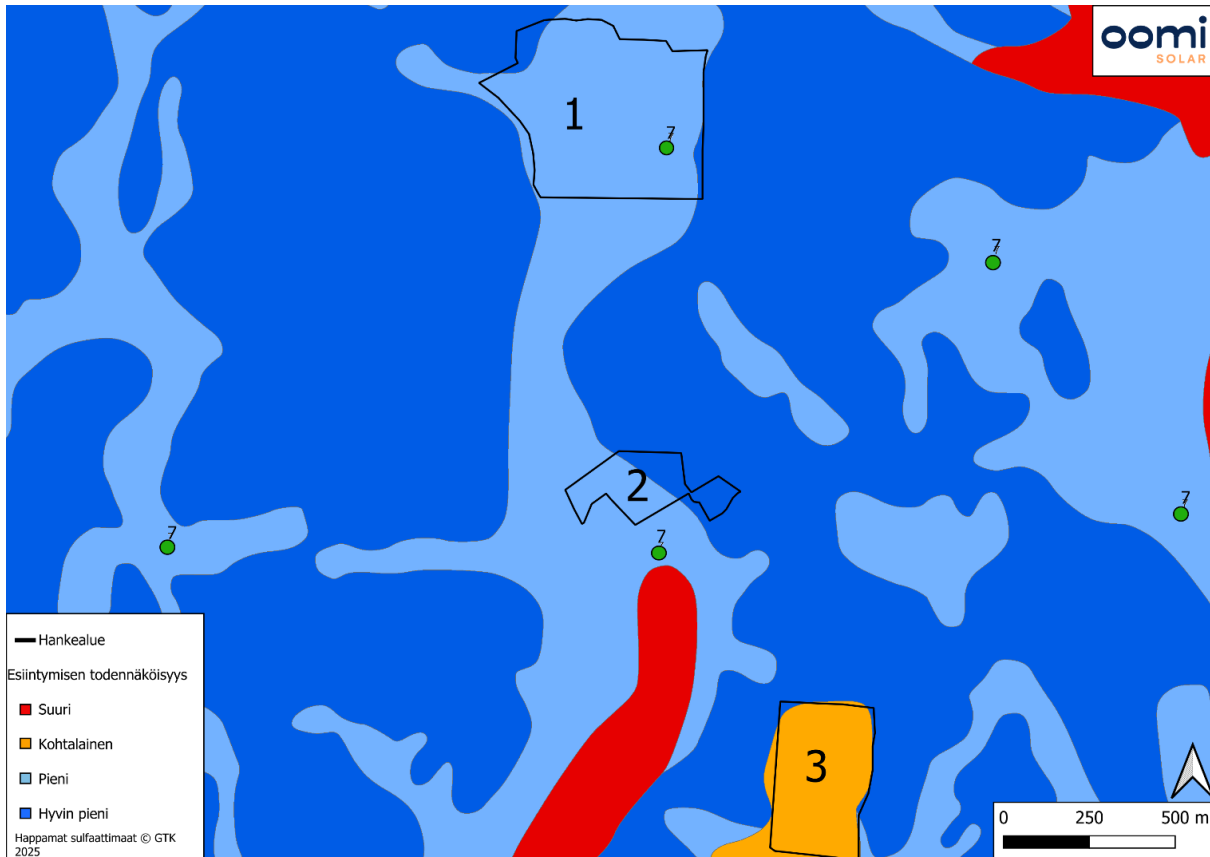
Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) Maankamara paikkatietopalvelun mukaan hankealueen pinta- ja pohjamaalajina on pääosin savi (sinisellä). Hankealueen 2. osassa on pieniä alueita, joissa pinta- ja pohjamaalaji on hiekkamoreeni (beigellä). Hankealueen 3. osa on lähes kokonaan rahkaturvetta (valkoisella). GTK:n pohjatutkimuskartan mukaan hankealueen läheisyydessä ei sijaitse pohjatutkimustietoja.



Kuva 3. Maaperä hankealueella

8.1.2026

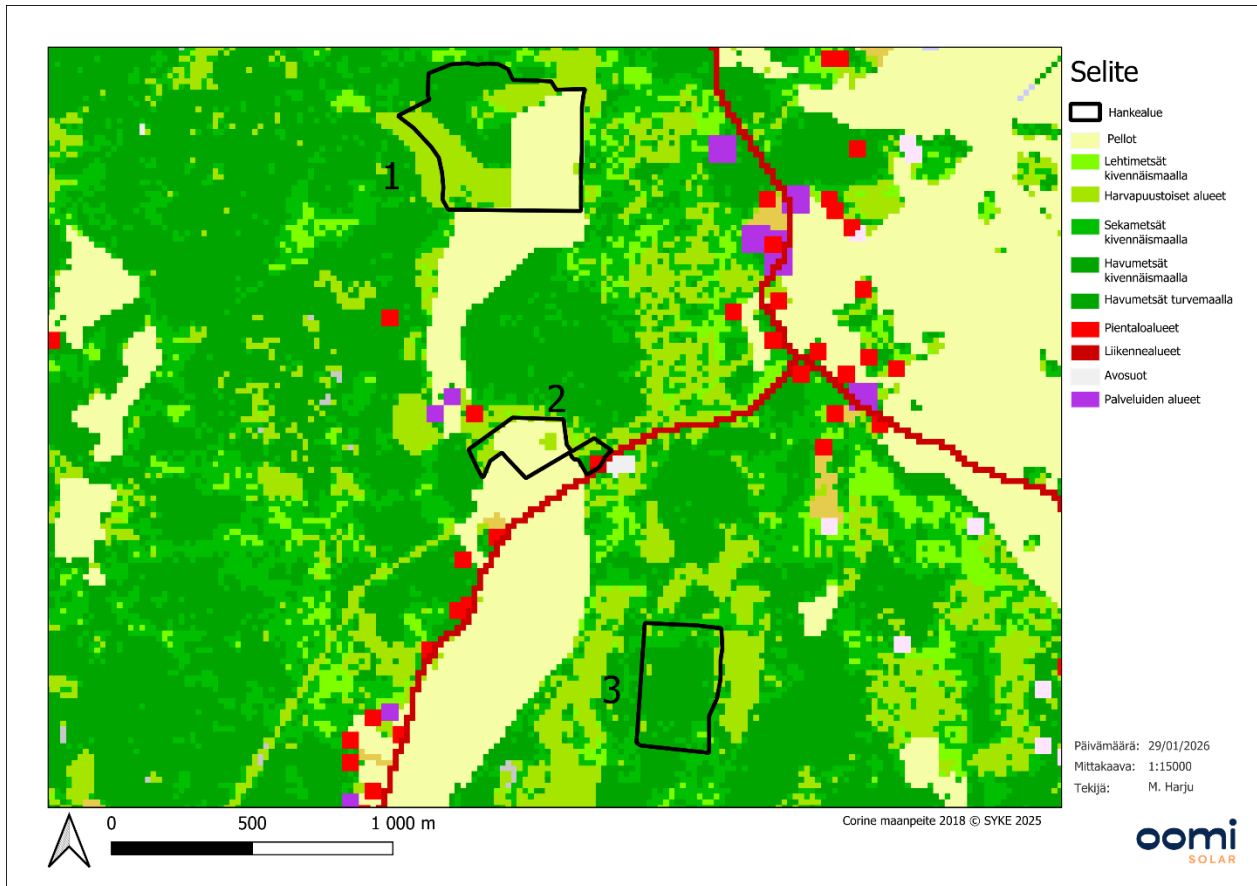
GTK:n happamat sulfaattimaat paikkatietopalvelun perusteella hankealue sijaitsee pääosin esiintymistodennäköisyydeltään pienen tai hyvin pienen todennäköisyyden alueella. Kolmas alue sijoittuu kohtalaisen esiintymisen alueelle. (Kuva 4.)



Kuva 4. Hankealueen maaperän tiedot GTK:n Maankamara -aineiston pohjalta

Hankealueen maapeitetietoja tarkasteltiin CORINE Land Cover 2018 -aineiston (CORINE) pohjalta. Hankkeen osat alueet ovat pääosin luokiteltu peltomaaksi, harvapuustoiseksi alueeksi, havumetsäksi ja sekametsäksi. Hankealueen ulkopuolinen ympäristö on pääosin peltomaata sekä sekametsää. (Kuva 5.)

8.1.2026



Kuva 5. Hankealue CORINE Land Cover 2018 -aineiston perusteella

Aurinkovoimalan rakentaminen havu- ja sekametsäalueelle edellyttää puuston poistoa sekä maanmuokkausta ja alueen valmistelua.

Aurinkovoimalan rakentaminen peltomaalla vaatii vain vähän maanmuokkaamista, sillä peltoalueiden maapeitettä on muokattu useaan otteeseen viljelykäytön aikana. Tämän takia peltoalueet ovat yleisesti tasaisia, puuttomia ja suurimmat kivet ovat peltoalueilta nostettu pois. Nämä tarjoavat aurinkovoimalan rakentamisen kannalta hyvät lähtökohdat, jolloin maarakennustöiden osalta työmäärät vähenevät merkittävästi verrattuna esimerkiksi alueisiin, joilla on puustoa ja maaperässä runsaasti kiviä.

Hiilitaselaskelmassa on arvioitu hankealueen maankäytön muutoksen vaikutuksia sen hiilinieluihin ja -varastoihin. Metsäalueilla hiilivarastot koostuvat sekä puustosta että maaperästä, ja näiden muutokset voidaan huomioida tarkasti laskelmassa. Rakentamisen aikana tehtävä maanpinnan muokkaus on ajallisesti rajallinen vaihe, ja aurinkovoimalan elinkaaren aikana alueen odotetaan kehittyvän matalakasvuisiksi, niittymäisiksi alueiksi, joissa kasvillisuus sitoo hiiltä ja ylläpitää monimuotoisuutta.

Hiilitaselaskelmassa arvioidaan hankealueelta poistettavan puuston hiilivarastoja sekä puuston poistosta aiheutuvaa hiilinielun vähenemistä.

8.1.2026

2.6. Tuotettu energia ja positiiviset ilmastovaikutukset

Aurinkovoimalan energiantuotantoa on arvioitu PVsyst -ohjelmiston avulla. PVsyst on yleisesti aurinkovoima-alalla käytetty ohjelmisto, jolla voidaan suunnitella ja simuloida tarkasti aurinkovoimalajen tuotantoa voimalan elinkaaren aikana.

Aurinkovoimalan on arvioitu tuottavan ensimmäisenä vuotena keskimäärin noin 37 GWh ja elinkaarensa aikana noin 1370 GWh. Aurinkovoimalan energiatuotannon on oletettu alkavan vuoden 2028 aikana.

Aurinkovoiman positiiviset ilmastovaikutukset toteutuvat, kun aurinkovoimalla korvataan päästöintensiivisempien polttoaineiden käyttöä energiantuotannossa. Aurinkovoimalahankkeen positiivisten ilmastovaikutusten arvioinnissa haasteita aiheuttavat niin käynnissä oleva energiantuotantorakenteen muutos kuin sähkön päästökertoimien arvioiminen tulevaisuudessa. Muuttuva energiantuotantorakenne vaikeuttaa korvattavan sähköntuotannon arvioimista.

Aurinkovoimalahankkeen positiivisia ilmastovaikutuksia arvioidaan kahden skenaarion kautta, joissa tehdään oletuksia sähköntuotannon päästökertoimista voimalan elinkaaren aikana:

1. Ensimmäisessä skenaariossa oletetaan, että aurinkovoimalan tuottama energia korvaa päästöintensiivisten tuotantomuotojen lisäksi muitakin tuotantomuotoja. Skenaariossa on käytetty Tilastokeskuksen aineistojen pohjalta viimeisintä eli vuoden 2024 sähköntuotannon elinkaari- ja päästökertoimien arviointia, jonka arvo on 37,5 kg CO₂e/MWh.
2. Toisessa skenaariossa käytetään kansallisen CO₂data -päästötietokannan energiaskenaariota, jossa vuosien väliset arvot lasketaan lineaarisesti.

8.1.2026

3. Inventaarioanalyysi

3.1. Hankkeen lähtötiedot

Inventaarioanalyysissä kerätään tarvittavia tietoja yksikköprosesseista, jotka kuvaavat prosessin tai tuotteen koko elinkaaren. Alla olevaan taulukkoon 3 on listattuna hankkeen hiilitaselaskelman arvioinnin kannalta olennaiset tiedot.

Taulukko 3. Hankkeen hiilitaselaskelman kannalta olennaiset tiedot.

Tiedot	Määrä	Yksikkö
Hankealueen kokonaispinta-ala	43	ha
Arvio hankealueelta raivattavasta metsäalueen pinta-alasta	30	ha
Aurinkovoimalan kapasiteetti	36,7	MWp
Aurinkovoimalan arvioitu vuosittainen tuotanto	36	GWh
Aurinkovoimalan arvioitu käyttöikä	40	v
Aurinkopaneelit**	50 232	kpl
Aurinkopaneelitelineyksiköt*	897	kpl
Maahan lyötävät paalut**	17 000	kpl
Keskusinvertterit	8	kpl
Kaapelimäärä***	350	km

*Telineyksikkö käsittää kaksi aurinkopaneeliriviä, jossa yhdellä rivillä on 28 kpl aurinkopaneeleja ns. portrait-asennuksella

** Tämänhetkinen arvio, todellinen lukumäärä riippuu valittavasta aurinkopaneelistä ja telineestä.

***Sisältää tasavirta-, keskijännite- ja maadoituskaapelit.

3.2. Tuotevaihe A1-A3

3.2.1. Aurinkopaneelit

Aurinkopaneelien raaka-aineiden hankinnan ja kuljetuksen sekä valmistuksen ilmastopäästöt on arvioitu aurinkopaneelivalmistajien ympäristöselosteiden pohjalta. Tjusterbyn aurinkovoimalan paneelivalmistajaa ei ole vielä tiedossa, mutta käytettävä aurinkopaneeliteknologia tulee hyvin todennäköisesti perustumaan yksikidepiikennoihin.

Hiilitaselaskelmassa on käytetty LONGin valmistamaa kaksipuolista (bifacial) TOPCon yksikidepiikkenno LR7-72HGD aurinkopaneelia, jonka piikkiteho on 620 wattia. (LONGi Green Energy Technology Co., Ltd. 2024) Todennäköisesti hankkeessa käytettävän paneelin piikkiteho on kuitenkin noin 700 wattia tai korkeampi. Aurinkopaneelin valmistajasta riippuen paneelin päästökerroin voi vaihdella jonkin verran, joten tuloksissa on hieman epävarmuutta.

LONGin ympäristöselosteen pohjalta paneelien tuotevaiheen A1-A3 päästökertoimenä on käytetty 0,35 kg CO₂e /Wp.

8.1.2026

3.2.2. Telineet

Hiilitaselaskelmassa on arvioitu telineiden valmistuksen ilmastopäästöjä CO₂data -päästötietokannan avulla. Aurinkovoimalaissa käytettävät telineet valmistetaan pääosin sinkitetystä teräksestä. Suomen olosuhteisiin soveltuvien telineiden valmistajia on esimerkiksi Suomessa, Euroopassa ja Kiinassa. Tässä hiilitaselaskelmassa oletetaan, että käytettävät telineet ovat Kiinassa valmistettuja kaksijalkaisia telineitä, joissa on aurinkopaneeleita kahdessa rivissä ns. portrait-asennuksella.

Aurinkopaneelitelineiden päästökertoimena on käytetty CO₂data -päästötietokannan kevytrakenteisen sinkityn teräsprofiilin arvoa 2,8 kg CO₂e /kg. Yhden telineyksikön painoksi on telinevalmistajan toimittamien tietojen perusteella arvioitu noin 1030 kg.

3.2.3. Paalut

Aurinkovoimalan paaluina on oletettu käytettävän maahan lyötäviä noin 2,5 metriä pitkiä teräsmaaluja. Paalut voivat olla tyypiltään putkipaaluja tai C-profiilipaaluja. Laskelmissa on oletettu käytettävän putkipaaluja. Yhtä telineyksikköä kohti paaluja asennetaan 24 kpl.

Paalujen päästökertoimena on käytetty CO₂data -päästötietokannan kevytrakenteisen sinkityn teräsprofiilin arvoa,

3.2.4. Invertteri

Hankkeessa on oletettu käytettävän keskusinvertterejä. Hankkeessa käytettävät keskusinvertterit ovat todennäköisesti Saksassa valmistettuja, mutta puutteellisten tietojen ja ympäristöselosteiden puuttuessa laskennassa on käytetty kiinalaisen Sungrown valmistaman SG4400UD -keskusinvertterin ympäristöselostetta. Sungrownin valmistaman keskusinvertterin teho on 4400 kVA, mikä vastaa teholtaan suunnilleen samaa kuin saksalaisen valmistajan vastaava keskusinvertteri. (Sungrow Power Supply Co., Ltd. 2024)

Sungrown SG4400UD -keskusinvertterin ympäristöselosteen pohjalta yhden keskusinvertterin tuotevaiheen A1-A3 päästökertoimena on käytetty 51 500 kg CO₂e / 1 kpl invertteri.

3.2.5. Kaapelit

Hankkeen käytettävät tasavirtakaapelimäärät on arvioitu hankekehittäjän aikaisempien teollisen mittakaavan aurinkovoimalajen kaapelimenekin pohjalta ja keskijännitekaapelimäärät hankekohtaisesti. Hiilitaselaskelmassa on oletettu käytettävän 6 mm² ja 120 mm² matalajännitteisiä tasavirtakaapeleita (DC) sekä 185 mm² keskijännitekaapelia (AC). Aurinkovoimalan maadoitusjohtimena on oletettu käytettävän 16 mm² kuparikaapelia. Hankkeessa tarvittava kaapelimäärä on arviolta yhteensä noin 595 km, sisältäen niin tasavirta-, keskijännite- ja maadoituskaapelit.

Matalajännitteisten kaapeleiden päästökertoimena on käytetty CO₂data -päästötietokannan arvoa 6,34 kg CO₂e /kg ja keskijännitekaapeleille vastaavasti saman päästötietokannan arvoa 6,5 kg CO₂e /kg. Maadoituskaapelin osalta päästökertoimena on käytetty päästötietokannan arvoa kuparilangalle 5 kg CO₂e /kg.

3.3. Rakennusvaihe A4-A5

3.3.1. Materiaalien kuljetukset

Aurinkopaneelien, aurinkopaneelitelineiden, paalujen ja keskusinvertterien osalta hiilitaselaskelmassa oletetaan, että komponentit kuljetetaan Kiinassa komponentit valmistavalta tehtaalta tiekuljetuksena noin 400 km päähän

8.1.2026

satamaan, josta ne kuljetetaan merikuljetuksena Suomeen Vuosaaren satamaan. Vuosaaren satamasta komponentit kuljetetaan hankealueelle noin 70 km tiekuljetuksena.

Tasavirtakaapeleiden osalta oletetaan, että kaapelit valmistetaan Saksassa ja komponentit kuljetetaan kaapelit valmistavalta tehtaalta tiekuljetuksena noin 500 km päähän satamaan, josta ne kuljetetaan merikuljetuksena Suomeen Vuosaaren satamaan. Vuosaaren satamasta kaapelit kuljetetaan hankealueelle noin 70 km tiekuljetuksena.

Tasavirtakaapeleiden osalta oletetaan, että kaapelit valmistetaan Saksassa ja komponentit kuljetetaan kaapelit valmistavalta tehtaalta tiekuljetuksena noin 500 km päähän satamaan, josta ne kuljetetaan merikuljetuksena Suomeen Vuosaaren satamaan. Vuosaaren satamasta kaapelit kuljetetaan hankealueelle noin 70 km tiekuljetuksena.

Keskijännitekaapeleiden osalta oletetaan, että kaapelit valmistetaan Suomessa. Kaapelit kuljetetaan kaapelit valmistavalta tehtaalta hankealueella noin 200 km tiekuljetuksena hankealueelle.

Maadoituskaapeleiden osalta oletetaan, että kaapelit valmistetaan Suomessa. Kaapelit kuljetetaan kaapelit valmistavalta tehtaalta hankealueella noin 200 km tiekuljetuksena hankealueelle.

Tiekuljetusten päästökertoimina on käytetty CO2data -päästötietokannan arvoja puoliperävaunuyhdistelmälle ja merikuljetusten osalta päästökertoimina käytetty CO2data -päästötietokannan konttialuksen arvoja.

3.3.2. Maarakennustyöt

Hiiliaselaskelmassa on arvioitu eri työvaiheiden vaatimat työtunnit hankekehittäjän aikaisemmin rakentamien teollisen kokoluokan aurinkovoimapuistojen pohjalta. Työvaiheina maarakennustöihin on arvioituna muun muassa:

- kentän tasaus
- pyöräkuormaajatyö
- maanajo hankealueelle
- huoltotiet
- puiden kaato
- puiden keruu.

Työvaiheissa käytettävien työkoneiden (mm. kaivinkone, pyöräkuormaaja, traktorikaivuri) päästökertoimina on käytetty CO2data -päästötietokannan arvoja.

3.3.3. Asennustyöt

Hiiliaselaskelmassa on arvioitu eri työvaiheiden vaatimat työtunnit hankekehittäjän aikaisemmin rakentamien teollisen kokoluokan aurinkovoimapuistojen pohjalta. Hiiliaselaskelmassa oletetaan, että sähkökäyttöisten työkalujen akut ladataan aggregaattia käyttämällä. Työvaiheina asennustöihin on arvioituna muun muassa:

- kaapeliojien kaivuu ja maadoituksen asennus
- materiaalien purku ja jako rakennusalueella
- perustuksien paalutus
- paneelien asennus.

Työvaiheissa käytettävien työkoneiden (mm. kaivinkone, pyöräkuormaaja, paalutuskone, aggregaatti) päästökertoimina on käytetty CO2data -päästötietokannan arvoja.

8.1.2026

3.4. Käyttövaihe B1-B7

3.4.1. Komponenttien vaihdot

Hiilitaselaskelmassa on oletettu, että aurinkovoimalan elinkaaren aikana noin 1 % puuston aurinkopaneeleista tullaan vaihtamaan. Keskusinverttereiden keskimääräinen käyttöikä on noin 25 vuotta. Hiilitaselaskelmassa on oletettu, että 50 % aurinkovoimalan keskusinverttereistä vaihdetaan puuston elinkaarena aikana.

3.4.2. Puuston hiilinielu

Hankkeessa menetettyä puuston hiilinielua arvioidaan hiilitaselaskelmassa Metsäkeskuksen Metsävaratiedot -paikkatietoaineistojen pohjalta. Hiilitaselaskelmassa arvioidaan hiilinielun kokoa poistuvan puuston hiilensitomispotentiaalin määrään. Aurinkovoimalan elinkaaren aikana menetettyä puuston hiilinielua arvioidaan hankkeen oletetun 40 vuoden ajalta. Vastaavasti oletetaan, että yksi kuutiometri puuta sitoo hiilidioksidiekvivalenttia noin 1000 kg.

3.5. Purkuvaihe C1-C4

Purkuvaiheessa aurinkovoimala puretaan hankealueelta ja aurinkovoimalan komponentit toimitetaan kierrätykseen tiekuljetuksin. Hiilitaselaskelmassa oletetaan, että aurinkovoimalan purkutyöt vastaavat työtunneiltaan noin puolet aurinkovoimalan asennustöiden tuntimäärästä. Hiilitaselaskelmassa myös oletetaan, että komponenteille tarvittavat kierrätyspisteet löytyvät Suomesta noin 200 km etäisyydeltä aurinkovoimalan elinkaaren lopussa.

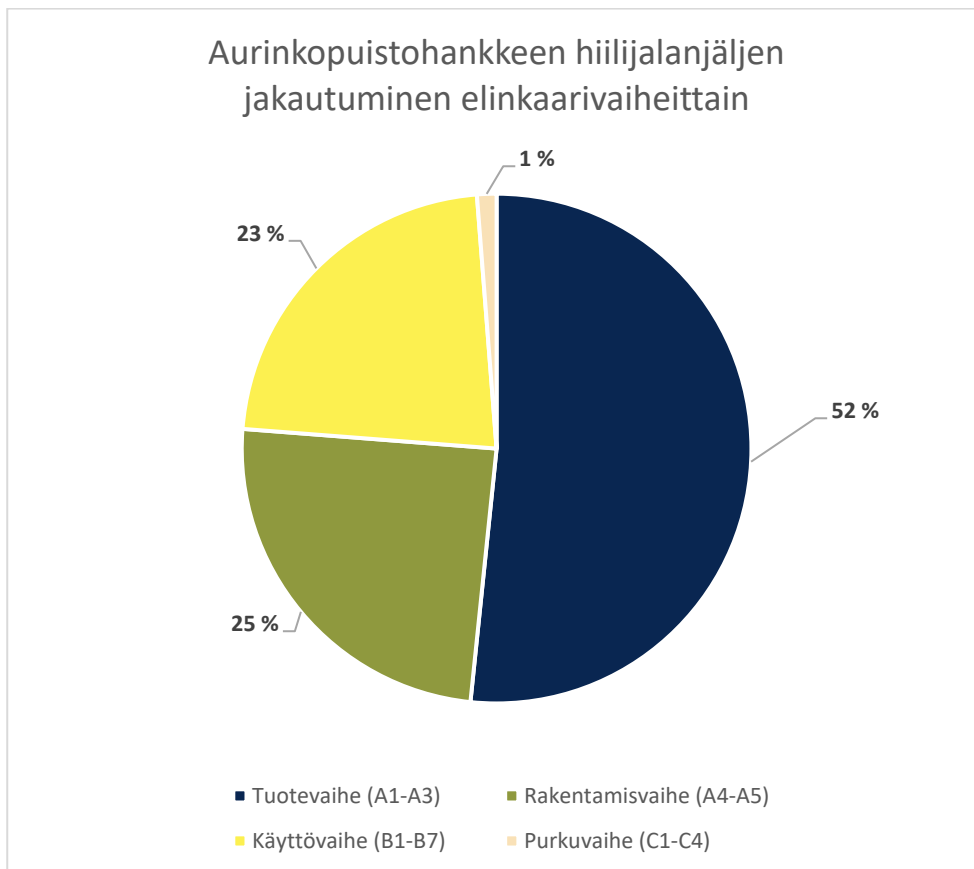
Aurinkopaneelien ja inverttereiden kierrätysvaiheen päästökertoimien lähteenä on käytetty paneelivalmistajan LONGin ja invertterivalmistajan Sungrown ympäristöselosteita.

8.1.2026

4. Tulokset

4.1. Aurinkovoimalan elinkaaren hiilijalanjälki

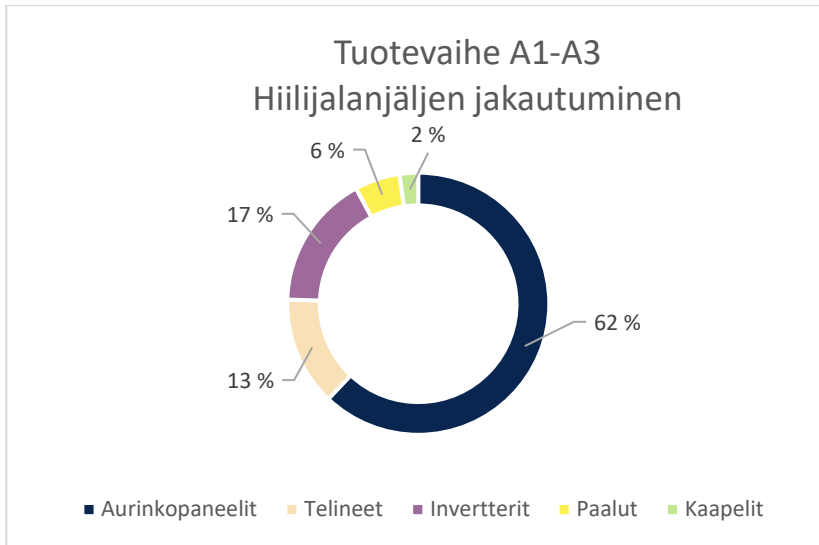
Aurinkovoimalan laskennalliseksi hiilijalanjäljeksi saadaan noin **34 892** tonnia CO₂e. Suurin osa, noin 52 %, aurinkovoimalan elinkaaren aikana tuottamasta hiilijalanjäljestä syntyy tuotevaiheessa A1-A3. Toiseksi eniten hiilijalanjälkeä syntyy rakentamisvaiheessa A4-A5 (25 %). Suurin osa päästöistä Tjusterbyn hankkeen hiilijalanjäljestä syntyy tuotevaiheessa ja rakentamisvaiheessa. Käyttövaiheen päästöt ovat noin 23 % hiilijalanjäljestä. Kuvassa 6 havainnollistetaan aurinkovoimalahankkeen hiilijalanjäljen jakautumista elinkaarivaiheittain.



Kuva 6. Aurinkovoimalahankkeen hiilijalanjäljen jakautuminen elinkaarivaiheittain

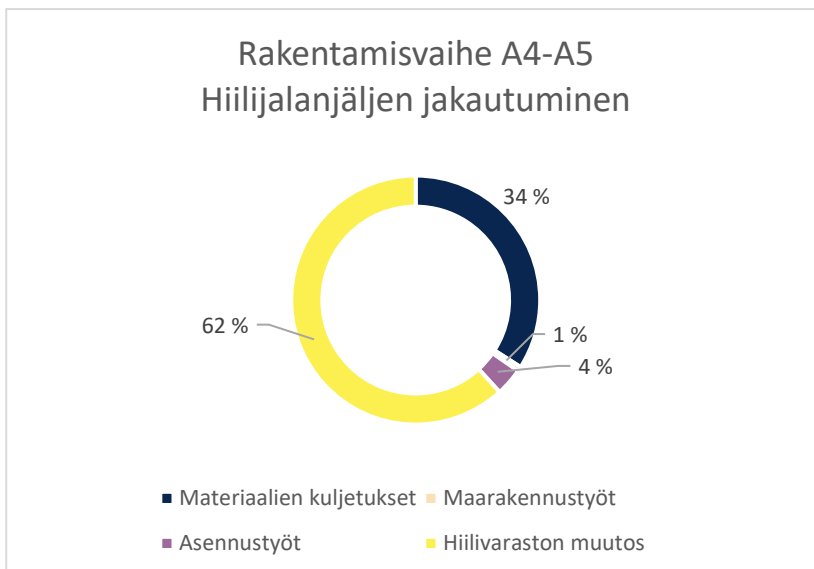
Tuotevaiheen A1-A3 hiilijalanjäljen jakautumista on havainnollistettu kuvassa 7. Suurin osa tuotevaiheen hiilijalanjäljestä syntyy aurinkopaneelien valmistuksesta (62 %) ja noin 17 % inverttereiden valmistuksesta. Tarkeiset komponentit eli telineet ja paalut vastaavat noin 19 % tuotevaiheen hiilijalanjäljestä. Kaapeleiden osuus on vain noin 2 %.

8.1.2026



Kuva 7. Hiilijalanjäljen jakautuminen tuotevaiheessa A1-A3

Rakentamisvaiheen hiilijalanjäljen jakautumista on havainnollistettu kuvassa 8. Rakentamisvaiheen aikana hiilivaraston muutos kaadetun puuston osalta vastaa noin 62 % rakentamisvaiheen hiilijalanjäljestä. Materiaalien kuljetukset vastaavat noin 34 % hiilijalanjäljestä. Maarakennus- ja asennustyöt vastaavat vain noin 5 % vaiheen hiilijalanjäljestä.



Kuva 8. Hiilijalanjäljen jakautuminen rakennusvaiheessa A4-A5

Aurinkovoimalan käyttö- ja purkuvaihe vastaavat yhteensä noin 24 % hankkeen hiilijalanjäljestä. Käyttövaiheen aikana suurimman hiilijalanjäljen aiheuttaa poistetun puuston menetetty hiilinielu. Purkuvaiheessa hiilijalanjälki muodostuu aurinkopaneelien kierrättämisestä ja purkutöistä.

Taulukossa 4 on koottu yhteen aurinkovoimalahankkeen ilmastovaikutusten kannalta arvioidut kokonaispäästöt elinkaarivaiheittain sekä niiden suhteelliset osuudet.

8.1.2026

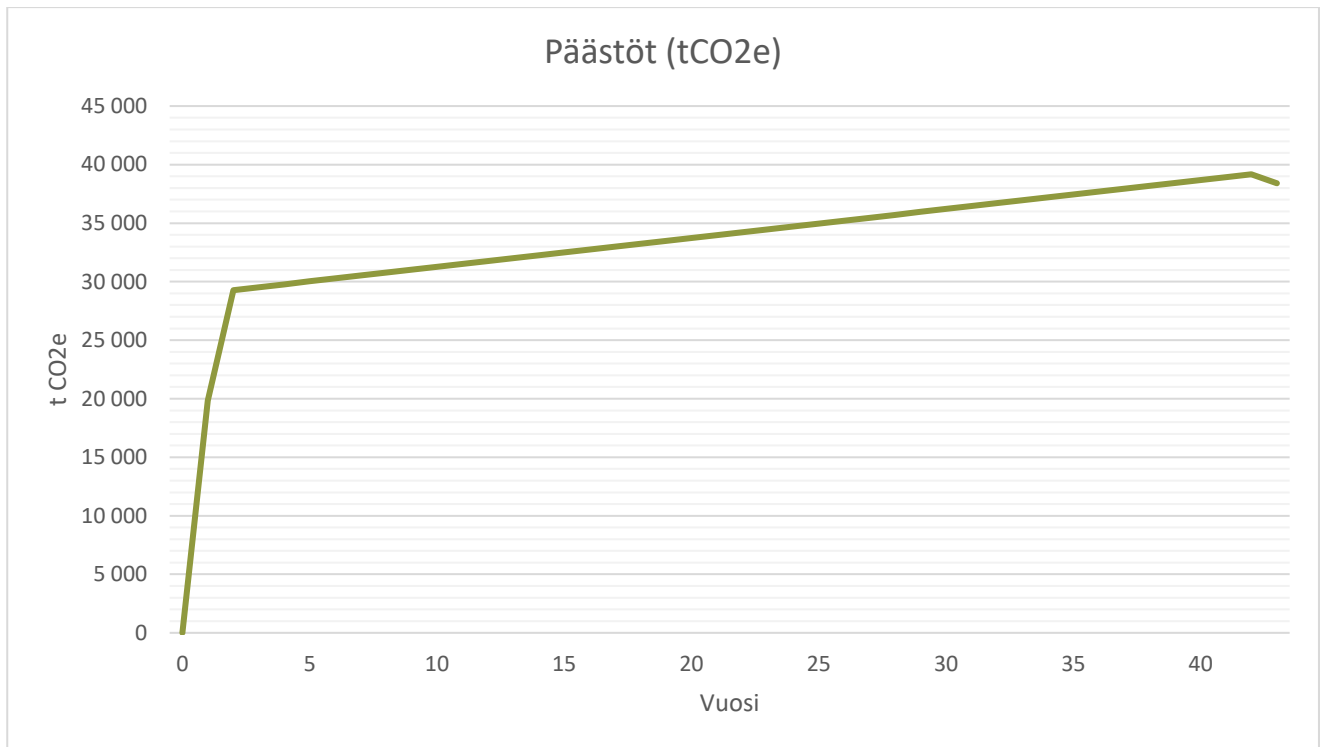
Taulukko 4. Hankkeen ilmastovaikutusten arvioinnin kannalta keskeisten elinkaarivaiheiden hiilijalanjäljen koko ja niiden suhteelliset osuudet

Elinkaarivaihe	Päästöt (tonnia CO ₂ -ekv)	Kokonaisosuus
Tuotevaihe (A1-A3)	19835	52 %
Aurinkopaneelit	12307	32 %
Telineet	2671	7 %
Invertterit	3296	9 %
Paalut	1105	3 %
Kaapelit	455	1 %
Rakentamisvaihe (A4-A5)	9447	25 %
Materiaalien kuljetukset sisältäen	3216	8 %
Aurinkopaneelit	1764	5 %
Invertterit	29	0 %
Telineet	1000	3 %
Paalut	414	1 %
Kaapelit	9	0 %
Maarakennustyöt	56	0 %
Asennustyöt sisältäen	339	1 %
Kaapeliojat	27	0 %
Materiaalien purku ja jako rakennusalueella	29	0 %
Perustuksien paalutus	214	1 %
Paneelien asennus	68	0 %
Työmaasähköt (aggregaatti)	1	0 %
Hiilivaraston muutos	5835	15 %
Käyttövaihe (B1-B7)	8655	23 %
Komponenttien vaihdot sisältäen	47	0 %
Aurinkopaneelit	18	0 %
Invertterit	29	0 %
Puuston hiilinielu	8608	22 %
Purkuvaihe (C1-C4)	475	1 %
Purkutyöt	171	0 %
Kuljetus kierrätykseen	73	0 %
Aurinkopaneelien kierrätys	225	1 %
Inverttereiden kierrätys	6	0 %
Yhteensä	38411	100 %

Aurinkovoimalan kumulatiiviset päästöt elinkaarensa aikana on esitetty alla olevassa kuvassa 9. Kuvaajassa on oletettu, että aurinkovoimalan tuotevaihe A1-A3 on suoritettu kokonaisuudessaan vuonna 1 ja rakennusvaihe A4-A5

8.1.2026

on suoritettu kokonaisuudessaan vuonna 2. Aurinkovoimalan 40 vuoden käyttövaiheen päätteeksi voimala puretaan vuonna 43.



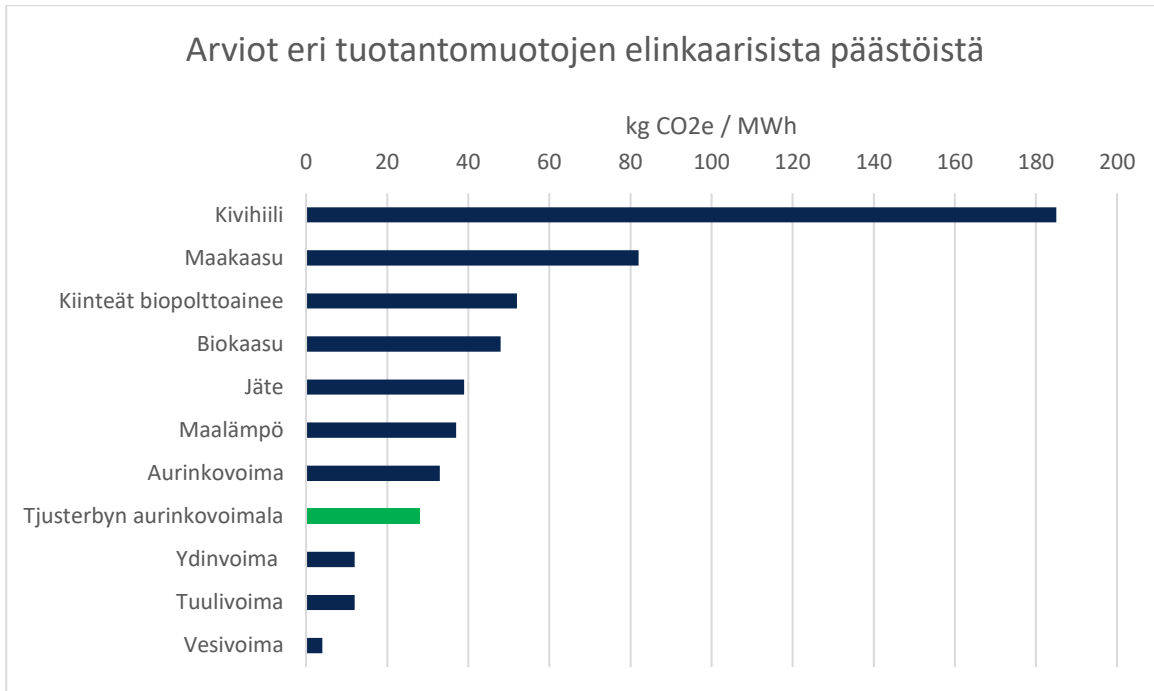
Kuva 9. Aurinkovoimalan kumulatiiviset päästöt elinkaarensa aikana

4.2. Aurinkovoimalan tuottaman positiiviset ilmastovaikutukset

Aurinkovoimalan ominaispäästökertoimeksi saadaan jakamalla elinkaaren aikainen hiilijalanjälki aurinkovoimalan 40 vuoden käyttövaiheen aikana tuottamalla kokonaisenergiamäärällä. Tjusterbyn aurinkovoimalahankkeen elinkaaripohjaiseksi päästökertoimeksi saadaan noin **28 kg CO₂e/MWh**.

Kansainvälinen energiajärjestö (IEA) on arvioinut asiakirjassaan eri energiatuotantomuotojen elinkaaripäästöjen keskiarvoja. Alla olevassa kuvassa 10 Tjusterbyn aurinkovoimalahankkeen elinkaaripäästöä verrataan IEA:n arvioimiin keskiarvoihin. (IEA 2021) Kuvasta voidaan havaita, että Tjusterbyn aurinkovoimalan päästökerroin on noin 15 % pienempi kuin aurinkovoiman keskimääräinen päästökerroin.

8.1.2026



Kuva 10. Eri tuotantomuotojen elinkaari päästöt (IEA 2021)

Aurinkovoimalahankkeen elinkaari pohjainen päästökerroin on myös pienempi kuin vuonna 2024 Suomen sähköntuotannon päästökertoimen arvo 29,5 kg CO₂/MWh. Arvot eivät ole kuitenkaan täysin vertailukelpoiset, sillä sähköntuotannon CO₂-päästökertoimen laskennassa otetaan huomioon ainoastaan käytetyn energialähteen hiilisisällön eikä siinä huomioida energiantuotannon muita elinkaarenaikaisia päästölähteitä. (Tilastokeskus 2026)

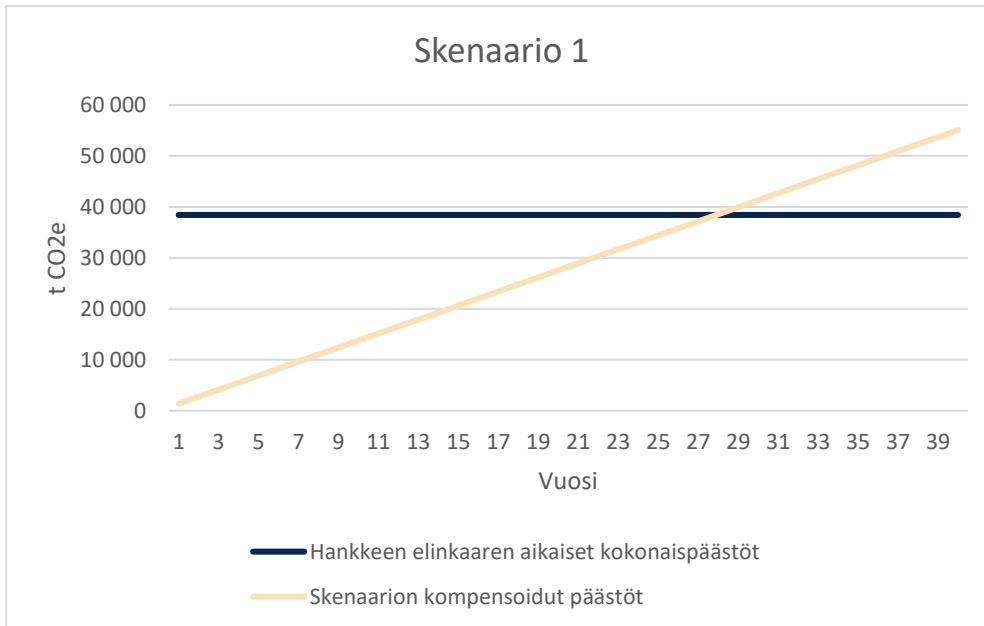
Aurinkovoimalan positiivisia ilmastovaikutuksia arvioitiin kahden eri skenaarion kautta. Ensimmäisessä skenaariossa oletettiin, että aurinkovoiman tuottama sähkö korvaa pääasiassa päästöintensiivisempiä energiantuotantomuotoja. Toisessa skenaariossa oletettiin, että aurinkovoimalan tuottama energia korvaa päästöintensiivisten tuotantomuotojen lisäksi muitakin tuotantomuotoja. Alla olevassa taulukossa 5 on koottu näiden kahden eri skenaarioiden tulokset.

Taulukko 5. Skenaarioiden tulosten yhteenveto

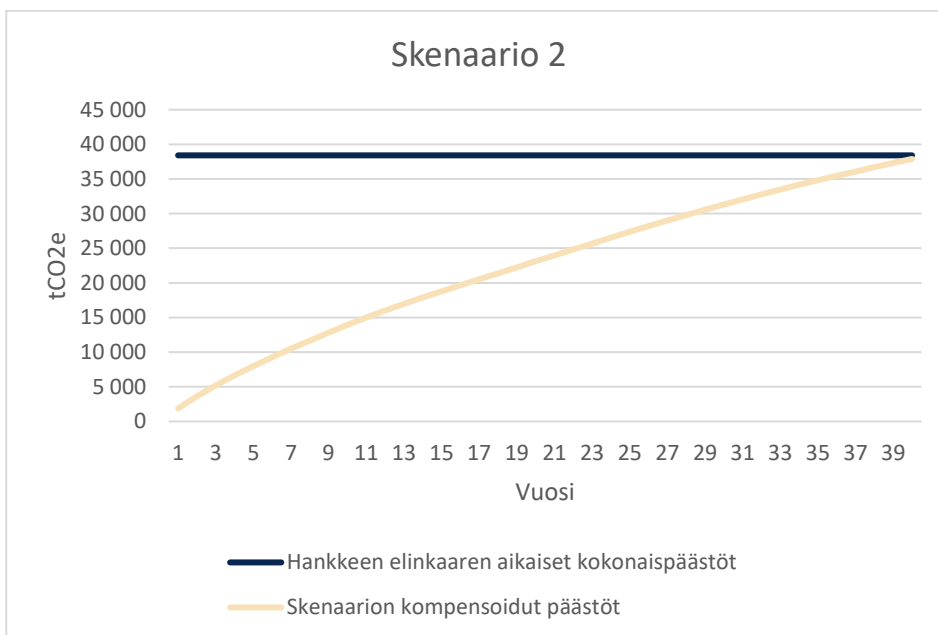
	Skenaario 1	Skenaario 2
Aurinkovoimalan elinkaaren aikaiset kokonaispäästöt (tCO₂e)	38 411	38 411
Kompensoidun sähkön määrän vaikutus (tCO₂e)	-12 972	+ 2 567
Aurinkovoimala elinkaaren kokonaispäästönsä (v) kompensoi aikaiset	30	-

8.1.2026

Ensimmäisessä skenaarioissa aurinkovoimala kompensoi elinkaaren aikaiset kokonaispäästönsä. Ensimmäisen skenaarion osalta kokonaispäästöt on kompensoitu 30. vuonna. Toisessa skenaariossa, CO2data -päästötietokannan energiaskenaariossa, aurinkovoimala ei kompensoi elinkaaren aikaisia kokonaispäästöjänsä täysin, vaan kompensoitavaa jää noin 2567 tonnia CO2-ekvivalenttia. Alla olevissa kuvaajissa 11 ja 12 on havainnollistettu hankkeen elinkaaren aikaisten kokonaispäästöjen kompensoitumista. Kuvissa oleva sininen viiva kuvaa aurinkovoimalan elinkaaren aikaisia kokonaispäästöjä ja keltainen viiva kuvaa kumulatiivisesti niitä päästöjä, jotka olisivat syntyneet skenaarioissa käytetyillä päästökertoimilla.



Kuva 11. Skenaario 1- Hankkeen negatiivisten ilmastovaikutusten kompensointi



Kuva 12. Skenaario 2 - Hankkeen negatiivisten ilmastovaikutusten kompensointi

8.1.2026

4.3. Tulosten yhteenveto

Tässä asiakirjassa tehdyt laskelmat liittyen Tjusterbyn aurinkovoimalahankkeen ilmastovaikutuksista ovat viitteellisiä arvioita. Ilmastovaikutusten arvioinnissa on käytettyihin päästökertoimiin sekä erilaisiin oletuksiin ja yleistyksiin liittyy epävarmuutta. Ilmastovaikutusten arviointia täydennetään jatkosuunnitteluvaiheessa, kun käytettävien komponenttien tyypit ja määrät varmistuvat. Aurinkovoimalan käyttövaiheelle ajoittuvan sähköntuotannon päästökertoimen arvioiminen on myös hyvin haastavaa.

Vaikka Suomi pyrkii saavuttamaan sähköntuotannon osalta hiilineutraaliustavoitteen vuonna 2035, on Suomi kytköksissä Euroopan yhteisiin sähkömarkkina-alueisiin, joissa sähköä kaupataan Pohjoismaiden sisällä ja Pohjoismaiden ulkopuolelle. Näin ollen on mahdollista, että hankkeen tuottama sähkö voi korvata myös muualla Euroopassa tuotantoa, jonka päästökertoimet voivat olla merkittävästi suurempia kuin hankkeen elinkaari pohjainen päästökertoimen. Hanke on myös toteutuessaan mahdollistamassa Suomen sähköntuotannon päästökertoimen pienentämistä.

Arvioinnissa käytettyjen oletusten ja laskelmien perusteella aurinkovoimalan elinkaaren aikaiset kokonaispäästöt ovat noin **38 411 t CO_{2e}** ja aurinkovoimalan elinkaari pohjaiseksi päästökertoimeksi saatiin **28 kg CO_{2e}/MWh**. Aurinkovoimalahankkeen negatiiviset ilmastovaikutukset saadaan skenaariossa 1 arvioinnissa tehtyjen laskelmien mukaan kompensoitua aurinkovoimalan elinkaaren aikana ja näin ollen hankkeen kokonaisvaikutus ilmaston kannalta voidaan katsoa positiiviseksi. Skenaariossa 2 arvioidaan, ettei aurinkovoimalan elinkaaren aikana syntyneitä päästöjä saada kompensoitua pelkästään aurinkovoimalan tuottamalla puhtaalla sähköllä. Hankkeen ilmastovaikutuksia voidaan lieventää skenaario 2:n tapauksessa ekologisella kompensaatiolla.

Näin ollen voidaan katsoa, että Tjusterbyn aurinkovoimalan toteuttaminen tukee Suomen valtion asettaman hiilineutraaliustavoitteen saavuttamista. Suomen tavoitteena on olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä ja ensimmäinen fossiilivapaa hyvinvointiyhteiskunta. Tämä edellyttää nopeutettuja päästövähennyksiä kaikilla sektoreilla sekä hiilinielujen vahvistamista. Suomen sähkön- ja lämmöntuotannon tulee olla lähes päästötöntä 2030-luvun loppuun mennessä, ja aurinkovoiman osuuden kasvattaminen on yksi keino tavoitteeseen pääsemiseksi.

8.1.2026

Lähteet

- Bionova Oy, 2017. Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa. Saatavilla: https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Tiekartta-rakennuksen-elinkaaren-hiilijalanjaljen-huomioonottamiseksi-rakentamisen-ohjauksessa-4B3172BC_4F20_43AB_AA62_A09DA890AE6D-129197.pdf/1f3642e1-5d58-8265-40c1-337deeab782d/Tiekartta-rakennuksen-elinkaaren-hiilijalanjaljen-huomioonottamiseksi-rakentamisen-ohjauksessa-4B3172BC_4F20_43AB_AA62_A09DA890AE6D-129197.pdf?t=1603260760602 [Luettu 24.9.2025]
- CO2data.fi, 2025. Rakentamisen ja infrarakentamisen päästötietokannat. Saatavilla: [CO2data.fi](https://co2data.fi) [Luettu 11.12.2025]
- Hakola, L., 2023. Maa-asenteisen aurinkovoimalan elinkaariarviointi. Saatavilla: [Maa-asenteisen aurinkovoimalan elinkaariarviointi - Theseus](#) [Luettu 24.11.2025]
- IEA, 2021. Life Cycle Upstream Emission Factors (Pilot Edition), IEA, Paris. Saatavilla: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/life-cycle-upstream-emission-factors-pilot-edition> [Luettu 16.11.2024]
- LONGi Green Energy Technology Co., Ltd., 2024. Environmental Product Declaration. LONGi MONOCRYSTALLINE TOPCon PV MODULE LR5-72HGD AND LR7-72HGD. Registration number: EPD-IES-0016504:001. Registration date: August 15, 2024. Saatavilla: [EPD-IES-0016504:001 - LONGi MONOCRYSTALLINE TOPCon PV MODULE LR5-72HGD AND LR7-72HGD \(envirodec.com\)](https://envirodec.com/EPD-IES-0016504:001-LONGi-MONOCRYSTALLINE-TOPCon-PV-MODULE-LR5-72HGD-AND-LR7-72HGD) [Luettu 24.9.2024]
- Luonnonvarakeskus, 2025. Metsävarat. Saatavilla: [Metsävarat | Luonnonvarakeskus \(luke.fi\)](https://luke.fi/metsa-varat) [Luettu 17.12.2025]
- Sungrow Power Supply Co., Ltd., 2024. Environmental Product Declaration. Central Power Inverters: SG1100UD, SG2200UD, SG3300UD, SG4400UD. Registration number: EPDITALY0459. Registration date: May 12, 2024. Saatavilla: [Central Power Inverters: SG1100UD, SG2200UD, SG3300UD, SG4400UD - EPD Italy](#) [Luettu 24.9.2024]
- Tilastokeskus, 2025. Sähköntuotannon päästökertoimet ja uusiutuvan sähkön tuotannon osuus, 2000-2024. Saatavilla: [Sähköntuotannon päästökertoimet ja uusiutuvan sähkön tuotannon osuus muuttujina Vuosi ja Tiedot. PxWeb](#) [Luettu 17.12.2025]