

29.8.2025



Torpparinmäen aurinkopuistohanke

Aurinkopuistohankkeen ilmastovaikutusten arviointi

29.8.2025

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.....	8
3.	Inventaarioanalyysi.....	10
3.1.	Hankkeen lähtötiedot	10
3.2.	Tuotevaihe A1-A3.....	10
3.2.1.	Aurinkopaneelit.....	10
3.2.2.	Telineet.....	11
3.2.3.	Paalut.....	11
3.2.4.	Invertteri.....	11
3.2.5.	Kaapelit.....	11
3.3.	Rakennusvaihe A4-A5.....	11
3.3.1.	Materiaalien kuljetukset	11
3.3.2.	Maarakennustyöt.....	12
3.3.3.	Asennustyöt.....	12
3.4.	Käyttövaihe B1-B7	13
	Komponenttien vaihdot.....	13
3.5.	Purkuvaihe C1-C4.....	13
4.	Tulokset.....	14
4.1.	Aurinkopuiston elinkaaren hiilijalanjälki.....	14
4.2.	Aurinkopuiston tuottaman positiiviset ilmastovaikutukset.....	17
4.3.	Tulosten yhteenveto.....	19
	Lähteet.....	20

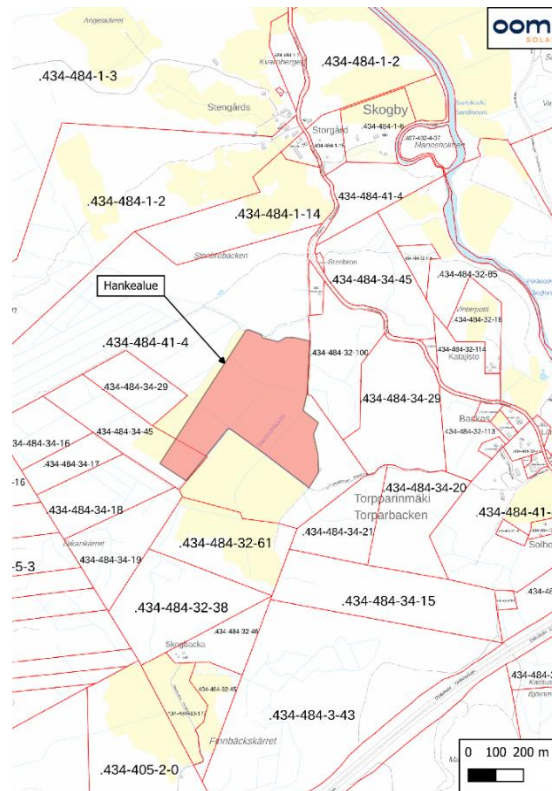
29.8.2025

1. Johdanto

Oomi Solar Oy suunnittelee Loviisaan, Torpparinmäelle aurinkoenergian tuotantoaluetta, joka koostuu yhdestä hankealueesta kahdella kiinteistöllä. Tässä raportissa tarkastellaan kiinteistöille 434-484-41-4 ja 434-484-34-45 suunnitellulle noin 13,01 MWp aurinkopuistohankkeen elinkaaren aikaisia ilmastovaikutuksia. Raportti on tehty hankkeen rakentamisluvan hakemista varten. Hankkeelle tehdyssä ilmastovaikutusten arvioinnissa arvioitiin aurinkopuiston elinkaaren aikana syntyviä ilmastovaikutuksia, jotka voidaan jakaa kolmeen luokkaan:

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

Materiaalien ja rakentamisen osalta tarkastellaan aurinkopuistossa käytettävien komponenttien valmistaminen, kuljetus, aurinkopuiston 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 aurinkopuiston elinkaaren aikana tuottamaa energiaa kahden eri skenaarioanalyysin perusteella.



Kuva 1. Hankealue

Ilmastovaikutusten arviointi perustuu hankkeen alustaviin suunnitelmiin sekä oletuksiin aurinkopuiston tehokapasiteetista sekä pinta-alasta. Hankealueen keskeiset tiedot on koottu alla olevaan taulukkoon 1. Hankealue on peltoaluetta. Myös hankealueen ympäristö on pääosin peltoaluetta sekä metsää. Ympäristössä olevat metsäalueet ovat pääsääntöisesti sekametsää. Alueelta ei poisteta puustoa. Hankealueen aurinkopaneelikentät koostuvat

29.8.2025

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	17,6	ha
Aurinkopuiston kapasiteetti	13,01	MWp
Aurinkopuiston arvioitu vuosittainen tuotanto	14,09	GWh
Aurinkopuiston arvioitu käyttöikä	35	v

29.8.2025

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 ilmastoa lämmittävä vaikutus on muunnettu vastaamaan hiilidioksidin vaikutusta, ja tulokset esitetään hiilidioksidiekvivalentteina CO₂e, mikä mahdollistaa eri vaiheissa ja eri lähteistä syntyvien kasvihuonekaasupäästöjen vertailun.

Torpparinmäen aurinkopuistohankkeelle 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 aurinkopaneeleiden ja inverttereiden, päästötietojen lähteinä on käytetty tuotteiden valmistajien tekemiä ympäristöselosteita (Environmental Product Declaration).

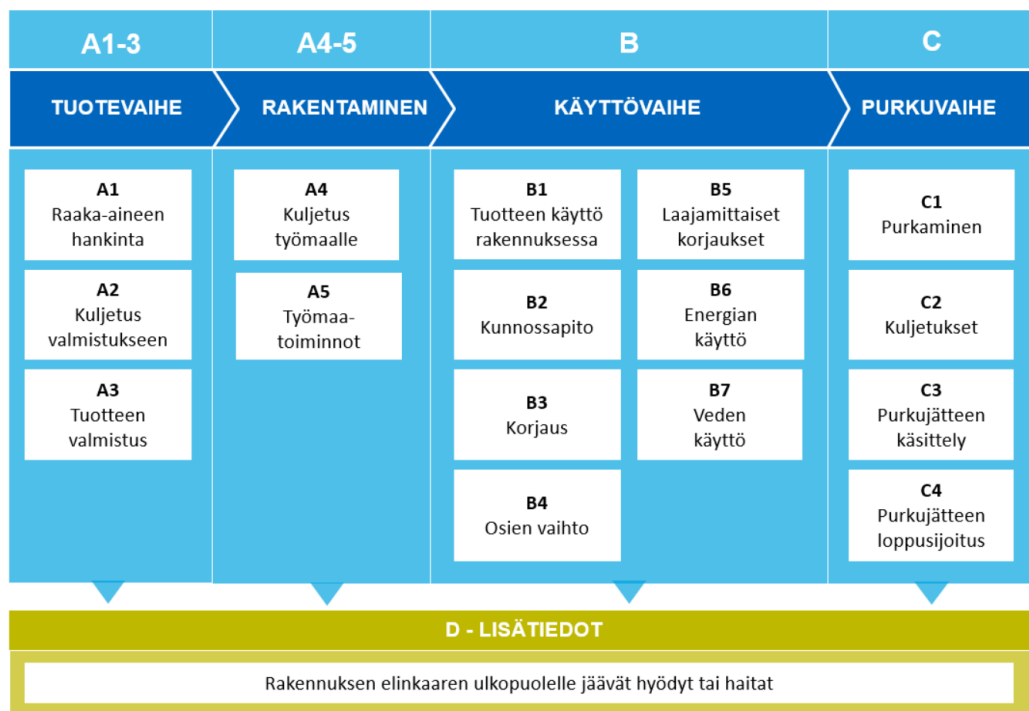
Hankealueen puuston hiilivarastojen ja hiilinielujen arvioimiseen on käytetty Luonnonvarakeskuksen Metsävara-aineistoa (Luonnonvarakeskus 2023).

Aurinkopuiston elinkaaren aikana tuottaman energian positiivisia ilmastovaikutuksia on arvioinnissa hyödynnetty Tilastokeskuksen ja Kansainvälisen energijärjestön (IEA) 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.

29.8.2025



Kuva 2. Rakennushankkeen elinkaaren vaiheet (Bionova Oy 2017)

2.4. Tarkastelun rajaus

Taulukossa 2 kuvataan hankkeen hiilitaselaskelmissa 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.

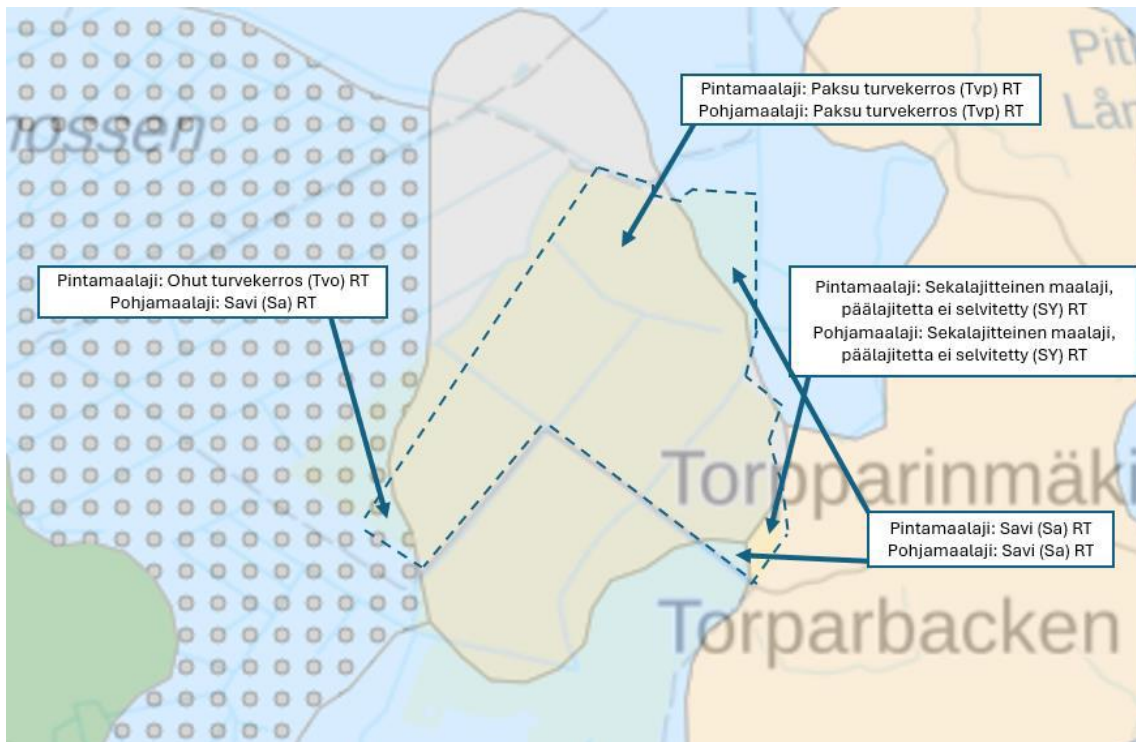
Taulukko 2. Hankkeen hiilitaselaskelmassa tarkasteltavat elinkaaren vaiheet.

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 - Työkoneiden ja työkalujen valmistus			- Työntekijöiden työmatkat - Sähköaseman rakentaminen - Työkoneiden kuljetukset - Pakkausmateriaalit		- Työntekijöiden työmatkat - Kunnossapito - Korjaukset	- Työntekijöiden työmatkat - Rakennusjätteen loppusijoitus ja käsittely

29.8.2025

2.5. Maaperän ja kasvillisuuden arviointi

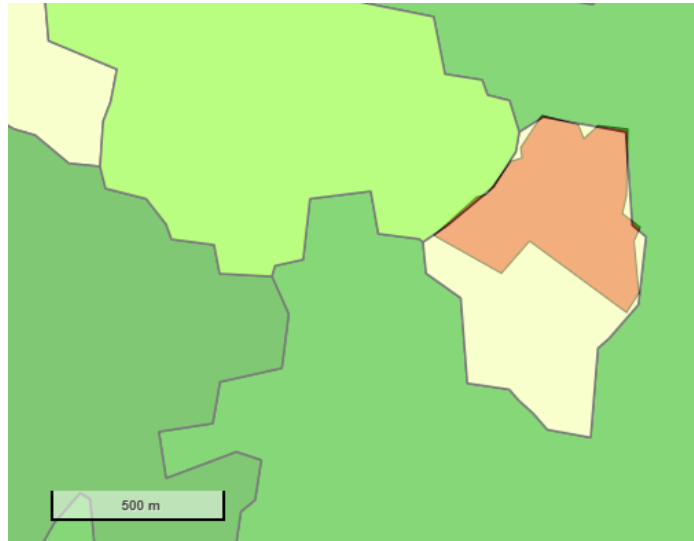
Geologian tutkimuskeskuksen Maankamara paikkatietopalvelun mukaan hankealueella on neljää eri pintamaalajia sekä kolme eri pohjamaalajia (mittakaava 1:200 000). Pääosin hankealueen pinta- ja pohjamaalajina on paksu turvekerros. Lounaispäädyssä pintamaalaji on ohut turvekerros ja pohjamaalaji savi. Kaakkoiskulmassa on kaksi pientä aluetta, joista toisen pinta- ja pohjamaalaji on savi, ja toisen pinta- ja pohjamaalaji on sekalajitteinen maalaji, jonka päälajitetta ei ole selvitetty. Koilliskulmassa on myös alue, jonka pinta- ja pohjamaalajina on savi.



Kuva 3. Hankealueen maaperän tiedot GTK:n Maankamara -aineiston pohjalta

Hankealueen maapeitietoja tarkasteltiin CORINE Land Cover 2018 -aineiston (CORINE) pohjalta. Hankealue on luokiteltu peltomaaksi. Hankealueen ympäristö on sekametsää sekä luoteiskulmassa lehtimetsää.

29.8.2025



Kuva 4. Hankealue CORINE Land Cover 2018 -aineiston perusteella

Aurinkopuiston 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 aurinkopuiston rakentamisen kannalta hyvät lähtökohdat, jolloin maarakennustöiden osalta työmäärät vähenevät merkittävästi verrattuna esimerkiksi alueisiin, joilla on puustoa ja maaperässä runsaasti kiviä.

Hiilitaselaskemassa on oletettu, että maankäytön muutosten vaikutukset peltoalueiden hiilinieluihin ja -varastoihin ovat hyvin vähäiset. Maanpinnan muokkaamista, jolloin maaperän hiiltä voi vapautua, on tarpeen tehdä vain rakentamisen aikana, joka on verrattain lyhyt ajanjakso verrattuna aurinkopuiston elinkaareen. Hankealueen peltoalueiden voidaan olettaa muuttuvan aurinkopuiston elinkaaren ajaksi niittymäisiksi alueiksi.

2.6. Tuotettu energia ja positiiviset ilmastovaikutukset

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

Aurinkopuiston on arvioitu tuottavan ensimmäisenä vuotena keskimäärin noin 14,09 GWh ja elinkaarensa aikana noin 461 GWh. Aurinkopuiston energiatuotannon on oletettu alkavan vuoden 2027 aikana.

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

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

- 1) Ensimmäisessä skenaariossa oletetaan, että aurinkopuiston tuottama energia tulee korvaamaan päästöintensiivisempiä ja kalliimpia energiantuotantomuotoja. Korvatus sähköä oletetaan olevan tuotettu pääosin turpeella, kivihiilellä ja maakaasulla. Skenaariossa on käytetty sähköntuotannon

29.8.2025

elinkaaripäästökertoimenä Kansainvälisen energiajärjestön (IEA) arvioiden pohjalta edellä mainittujen energiantuotantomuotojen elinkaaripäästökertoimien keskiarvoa 183 kg CO₂e/MWh.

- 2) Toisessa skenaariossa oletetaan, että aurinkopuiston tuottama energia korvaa päästöintensiivisten tuotantomuotojen lisäksi muitakin tuotantomuotoja. Skenaariossa on käytetty Tilastokeskuksen aineistojen pohjalta viimeisintä eli vuoden 2023 sähköntuotannon elinkaaripäästökerrointa, jonka arvo on 48,5 kg CO₂e/MWh.

29.8.2025

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	17,6	ha
Arvio hankealueen reunoilta raivattavasta metsäalueen pinta-alasta	0	ha
Aurinkopuiston kapasiteetti	13,01	MWp
Aurinkopuiston arvioitu vuosittainen tuotanto	13	GWh
Aurinkopuiston arvioitu käyttöikä	35	v
Aurinkopaneelit**	18 592	kpl
Aurinkopaneelitelineyksiköt*	480	kpl
Maahan lyötävät paalut**	7968	kpl
Keskusinvertterit	3	kpl
Kaapelimäärä***	128	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. Torpparinmäen aurinkopuiston paneelivalmistajaa ei ole vielä tiedossa, mutta käytettävä aurinkopaneeliteknologia tulee hyvin todennäköisesti perustumaan yksikidepiikennoihin.

Hiilitaselaskelmassa on käytetty LONGin valmistamaa kaksipuolista (bifacial) TOPCon yksikidepiikennä 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.

29.8.2025

3.2.2. Telineet

Hiilitaselaskelmassa on arvioitu telineiden valmistuksen ilmastopäästöjä CO₂data -päästötietokannan avulla. Aurinkopuistoissa 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

Aurinkopuiston 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 aurinkopuistojen kaapelimenekin pohjalta ja keskiarvointeja kaapelimäärät hankekohtaisesti. Hiilitaselaskelmassa on oletettu käytettävän 6 mm² ja 120 mm² matalajännitteisiä tasavirtakaapeleita (DC) sekä 185 mm² keskiarvointeja kaapelia (AC). Aurinkopuiston maadoitusjohtimena on oletettu käytettävän 16 mm² kuparikaapelia. Hankkeessa tarvittava kaapelimäärä on arviolta yhteensä noin 595 km, sisältäen niin tasavirta-, keskiarvointe- ja maadoituskaapelit.

Matalajännitteisten kaapeleiden päästökertoimena on käytetty CO₂data -päästötietokannan arvoa 6,34 kg CO₂e /kg ja keskiarvointeja kaapeleille 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

29.8.2025

satamaan, josta ne kuljetetaan merikuljetuksena Suomeen Kotkan satamaan. Kotkan satamasta komponentit kuljetetaan hankealueelle noin 80 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 Kotkan satamaan. Kotkan satamasta kaapelit kuljetetaan hankealueelle noin 40 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 Kotkan satamaan. Kotkan satamasta kaapelit kuljetetaan hankealueelle noin 40 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

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

- kentän taseus (minimaalinen tarve Torpparinmäen hankkeen osalta)
- pyöräkuormaajatyö
- maanajo hankealueelle
- huoltotiet.

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

3.3.3. Asennustyöt

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

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

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

29.8.2025

3.4. Käyttövaihe B1-B7

Komponenttien vaihdot

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

3.5. Purkuvaihe C1-C4

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

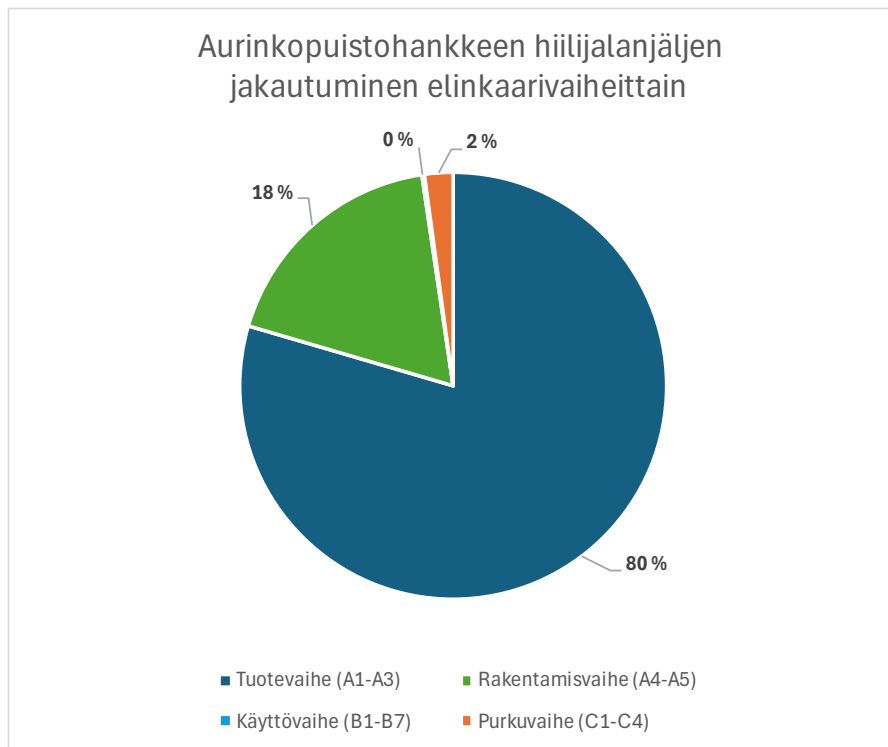
Aurinkopaneelien ja inverttereiden kierrätysvaiheen päästökertoimien lähteenä on käytetty paneelivalmistajan LONGin ja invertterivalmistajan Sungrown ympäristöselosteita.

29.8.2025

4. Tulokset

4.1. Aurinkopuiston elinkaaren hiilijalanjälki

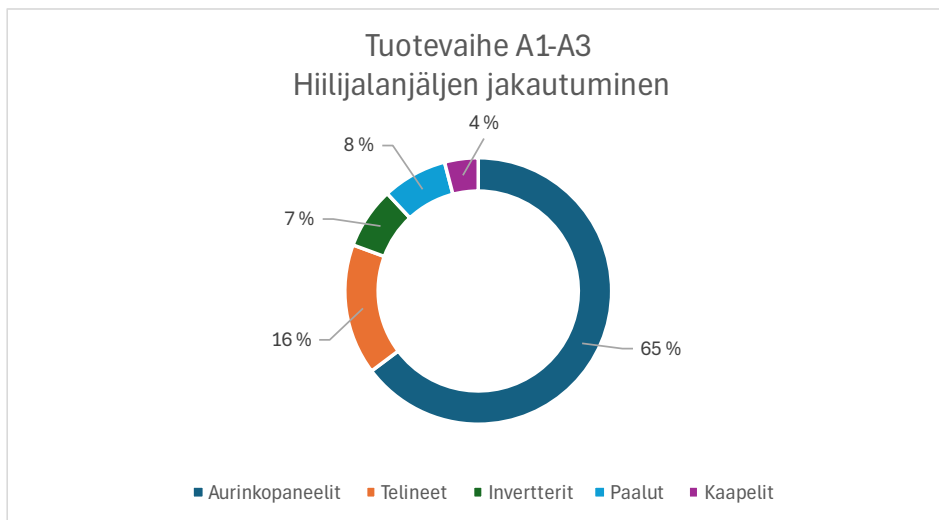
Aurinkopuiston laskennalliseksi hiilijalanjäljeksi saadaan noin **7775** tonnia CO₂e. Suurin osa, noin 80 %, aurinkopuiston elinkaaren aikana tuottamasta hiilijalanjäljestä syntyy tuotevaiheessa A1-A3. Toiseksi eniten hiilijalanjälkeä syntyy rakentamisvaiheessa A4-A5. Lähes kaikki päästöt Torpparinmäen hankkeen hiilijalanjäljestä syntyy tuotevaiheessa ja rakentamisvaiheessa. Käyttövaiheen päästöjä ei hankkeessa synny, kun alueella ei ole poistettavaa puustoa eli hiilinielua. Kuvassa 5 havainnollistetaan aurinkopuistohankkeen hiilijalanjäljen jakautumista elinkaarivaiheittain.



Kuva 5. Aurinkopuistohankkeen hiilijalanjäljen jakautuminen elinkaarivaiheittain

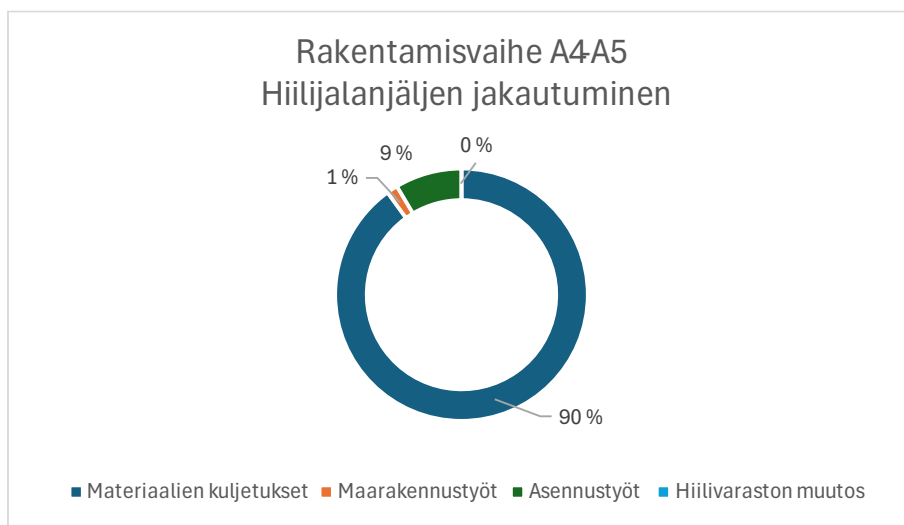
Tuotevaiheen A1-A3 hiilijalanjäljen jakautumista on havainnollistettu kuvassa 6. Suurin osa tuotevaiheen hiilijalanjäljestä syntyy aurinkopaneelien valmistuksesta (65 %) ja noin 7 % inverttereiden valmistuksesta. Teräksiset komponentit eli telineet ja paalut vastaavat noin 24 % tuotevaiheen hiilijalanjäljestä.

29.8.2025



Kuva 6. Hiilijalanjäljen jakautuminen tuotevaiheissa A1-A3

Rakentamisvaiheen hiilijalanjäljen jakautumista on havainnollistettu kuvassa 7. Rakentamisvaiheen aikana materiaalien kuljetus hankealueelle vastaa noin 90 % rakentamisvaiheen hiilijalanjäljestä. Maarakennus ja asennustyöt vastaavat noin 9 % vaiheen hiilijalanjäljestä ja hiilivaraston muutosta ei Torpparinmäen hankkeessa synny.



Kuva 7. Hiilijalanjäljen jakautuminen rakennusvaiheissa A4-A5

Aurinkopuiston käyttö- ja purkuvaihe vastaavat yhteensä vain noin 2 % hankkeen hiilijalanjäljestä. Purkuvaiheessa suurin hiilijalanjälki muodostuu aurinkopaneelien kierrättämisestä ja purkutöistä.

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

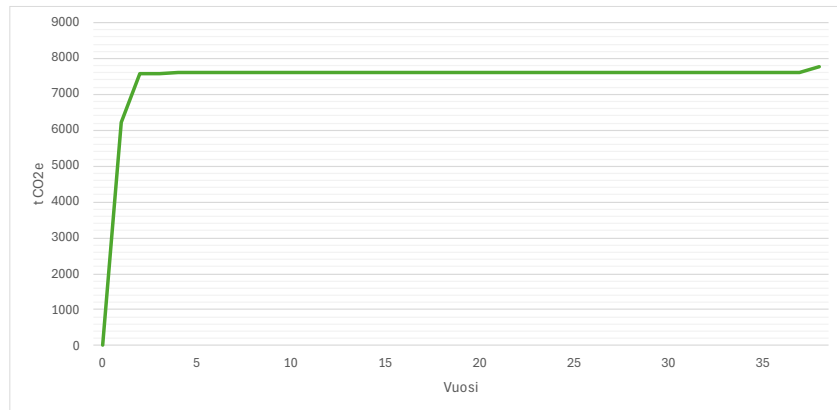
29.8.2025

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

Elinkaarivaihe	Päästöt (tonnia CO ₂ - ekv)	Ominaispäästöt (g CO ₂ e / kWh)	Kokonaisosuus
Tuotevaihe (A1-A3)	6231	13,5	80 %
Aurinkopaneelit	4034	8,8	52 %
Telineet	989	2,1	13 %
Invertterit	464	1,0	6 %
Paalut	491	1,1	6 %
Kaapelit	253	0,5	3 %
Rakentamisvaihe (A4-A5)	1362	3,0	18 %
Materiaalien kuljetukset sisältäen	1221	2,6	16 %
Aurinkopaneelit	653	1,4	8 %
Invertterit	11	0,0	0 %
Telineet	370	0,8	5 %
Paalut	184	0,4	2 %
Kaapelit	3	0,0	0 %
Maarakennustyöt	20	0,0	0 %
Asennustyöt sisältäen	120	0,3	2 %
Kaapeliojat	10	0,0	0 %
Materiaalien purku ja jako rakennusalueella	10	0,0	0 %
Perustuksien paalutus	76	0,2	1 %
Paneelien asennus	24	0,1	0 %
Työmaasähköt (aggregaatti)	0	0,0	0 %
Hiilivaraston muutos	0	0,0	0 %
Käyttövaihe (B1-B7)	17	0,0	0 %
Komponenttien vaihdot sisältäen	17	0,0	0 %
Aurinkopaneelit	7	0,0	0 %
Invertterit	11	0,0	0 %
Puuston hiilinielu	0	0,0	0 %
Purkuvaihe (C1-C4)	164	0,4	2 %
Purkutyöt	60	0,1	1 %
Kuljetus kierrätykseen	28	0,1	0 %
Aurinkopaneelien kierrätys	74	0,2	1 %
Inverttereiden kierrätys	2	0,0	0 %
Yhteensä	7775	16,9	100 %

Aurinkopuiston kumulatiiviset päästöt elinkaarensa aikana on esitetty alla olevassa kuvassa 8. Kuvaajassa on oletettu, että aurinkopuiston tuotevaihe A1-A3 on suoritettu kokonaisuudessaan vuonna 1 ja rakennusvaihe A4-A5 on suoritettu kokonaisuudessaan vuonna 2. Aurinkopuiston 35 vuoden käyttövaiheen päätteeksi voimala puretaan vuonna 38.

29.8.2025

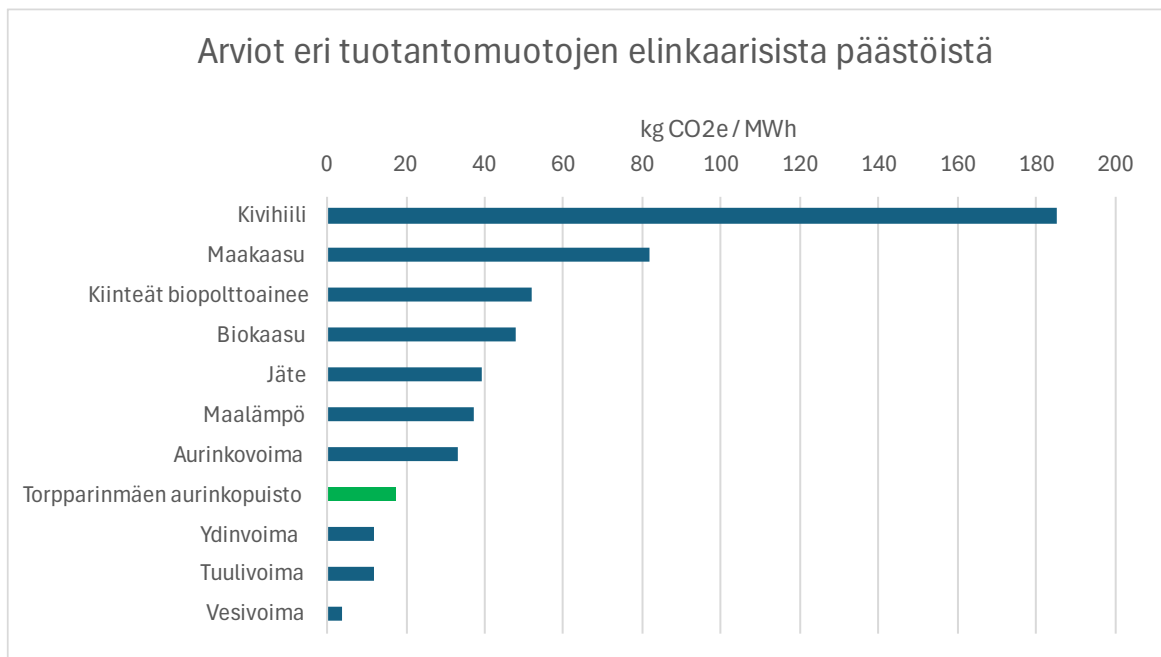


Kuva 8. Aurinkopuiston kumulatiiviset päästöt elinkaarensa aikana

4.2. Aurinkopuiston tuottaman positiiviset ilmastovaikutukset

Aurinkopuiston ominaispäästökertoimeksi saadaan jakamalla elinkaaren aikainen hiilijalanjälki aurinkopuiston 35 vuoden käyttövaiheen aikana tuottamalla kokonaisenergiamäärällä. Torpparinmäen aurinkopuistohankkeen elinkaari pohjaiseksi päästökertoimeksi saadaan noin **16,9 kg CO₂e/MWh**.

Kansainvälinen energiajärjestö (IEA) on arvioinut asiakirjassaan eri energiatuotantomuotojen elinkaari päästöjen keskiarvoja. Alla olevassa kuvassa 9 Torpparinmäen aurinkopuistohankkeen elinkaari päästöä verrataan IEA:n arvioimiin keskiarvoihin. (IEA 2021) Kuvasta voidaan havaita, että Torpparinmäen aurinkopuiston päästökerroin on pienempi kuin aurinkovoiman keskimäärin.



Kuva 9. Eri tuotantomuotojen elinkaari päästöt (IEA 2021)

Aurinkopuistohankkeen elinkaari pohjainen päästökerroin on myös selkeästi pienempi kuin vuonna 2023 Suomen sähköntuotannon elinkaari päästökertoimen arvo 48,5 kg CO₂e/MWh. Arvot eivät ole kuitenkaan täysin vertailukelpoiset, sillä sähköntuotannon CO₂-päästökertoimen laskennassa otetaan huomioon ainoastaan käytetyn

29.8.2025

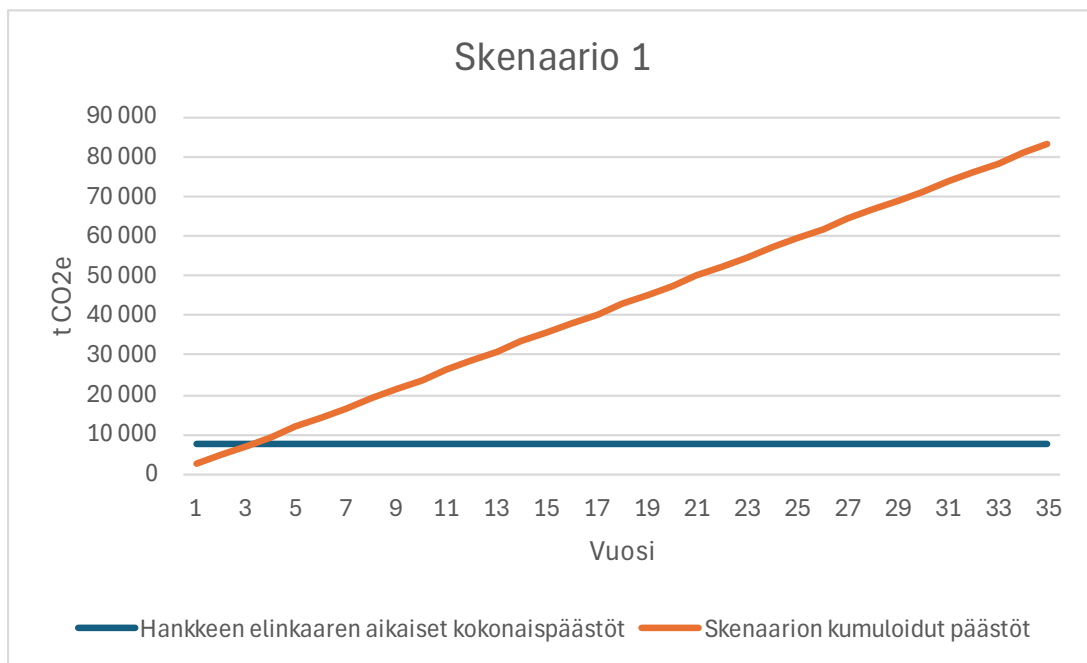
energiälähteen hiilisisällön eikä siinä huomioida energiantuotannon muita elinkaarenaikaisia päästölähteitä. (Tilastokeskus 2024)

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

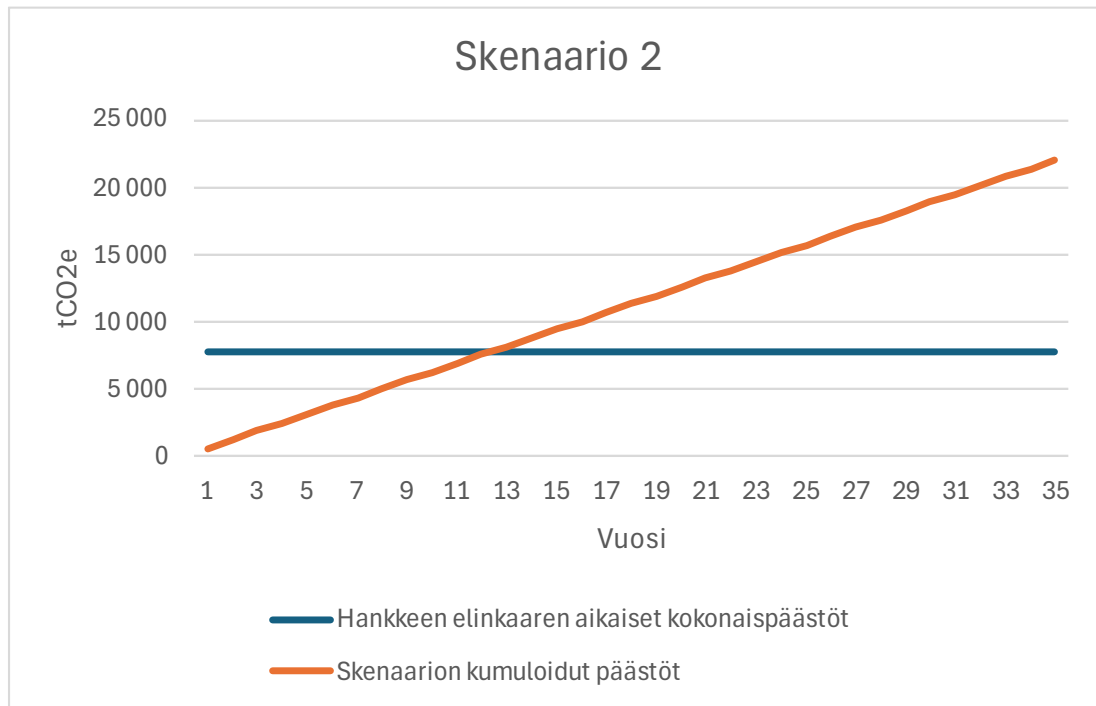
Taulukko 5. Skenaarioiden tulosten yhteenveto

	Skenaario 1	Skenaario 2
Aurinkopuiston elinkaaren aikaiset kokonaispäästöt (tCO₂e)	7 775	7 775
Kompensoidun sähkön määrän vaikutus (tCO₂e)	-76 596	-14 586
Aurinkopuisto kompensoi elinkaaren aikaiset kokonaispäästönsä (v)	4	12

Molemmissa skenaarioissa aurinkopuisto kompensoi elinkaaren aikaiset kokonaispäästönsä. Ensimmäisen skenaarion osalta kokonaispäästöt on kompensoitu 4. vuonna ja toisen skenaarion tapauksessa 12. vuonna. Alla olevissa kuvaajissa 10 ja 11 on havainnollistettu hankkeen elinkaaren aikaisten kokonaispäästöjen kompensoitumista. Kuvissa oleva sininen viiva kuvaa aurinkopuiston elinkaaren aikaista kokonaispäästöä ja oranssi viiva kuvaa kumulatiivisesti niitä päästöjä, jotka olisivat syntyneet skenaarioissa käytetyillä päästökertoimilla.

*Kuva 10. Skenaario 1- Hankkeen negatiivisten ilmastovaikutusten kompensointi*

29.8.2025

*Kuva 11. Skenaario 2 - Hankkeen negatiivisten ilmastovaikutusten kompensointi*

4.3. Tulosten yhteenveto

Tässä asiakirjassa tehdyt laskelmat liittyen Torpparinmäen aurinkopuistohankkeen 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. Aurinkopuiston 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 elinkaaripohjainen päästökerroin. Hanke on myös toteutuessaan mahdollistamassa Suomen sähköntuotannon päästökertoimen pienentämistä.

Arvioinnissa käytettyjen oletusten ja laskelmien perusteella aurinkopuiston elinkaaren aikaiset kokonaispäästöt ovat noin **7775 t CO₂e** ja aurinkopuiston elinkaaripohjaiseksi päästökertoimeksi saatiin **16,9 kg CO₂e/MWh**. Aurinkopuistohankkeen negatiiviset ilmastovaikutukset saadaan arvioinnissa tehtyjen laskelmien mukaan kompensoitua aurinkopuiston elinkaaren aikana ja näin ollen hankkeen kokonaisvaikutus ilmaston kannalta voidaan katsoa positiiviseksi.

Näin ollen voidaan katsoa, että Torpparinmäen aurinkopuiston 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.

29.8.2025

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 24.9.2024]
- CO2data.fi, 2024. Rakentamisen ja infrarakentamisen päästötietokannat. Saatavilla: [CO2data.fi](https://co2data.fi) [Luettu 11.10.2024]
- Hakola, L., 2023. Maa-asenteisen aurinkovoimalan elinkaariarviointi. Saatavilla: [Maa-asenteisen aurinkovoimalan elinkaariarviointi - Theseus](#) [Luettu 24.9.2024]
- 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 16.10.2024]
- 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 \(environdec.com\)](#) [Luettu 24.9.2024]
- Luonnonvarakeskus, 2023. Metsävarat. Saatavilla: [Metsävarat | Luonnonvarakeskus \(luke.fi\)](#) [Luettu 17.10.2024]
- 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, 2024. Sähköntuotannon päästökertoimet ja uusiutuvan sähkön tuotannon osuus, 2000-2023*. Saatavilla: [Sähköntuotannon päästökertoimet ja uusiutuvan sähkön tuotannon osuus muuttujina Vuosi ja Tiedot. PxWeb](#) [Luettu 17.10.2024]