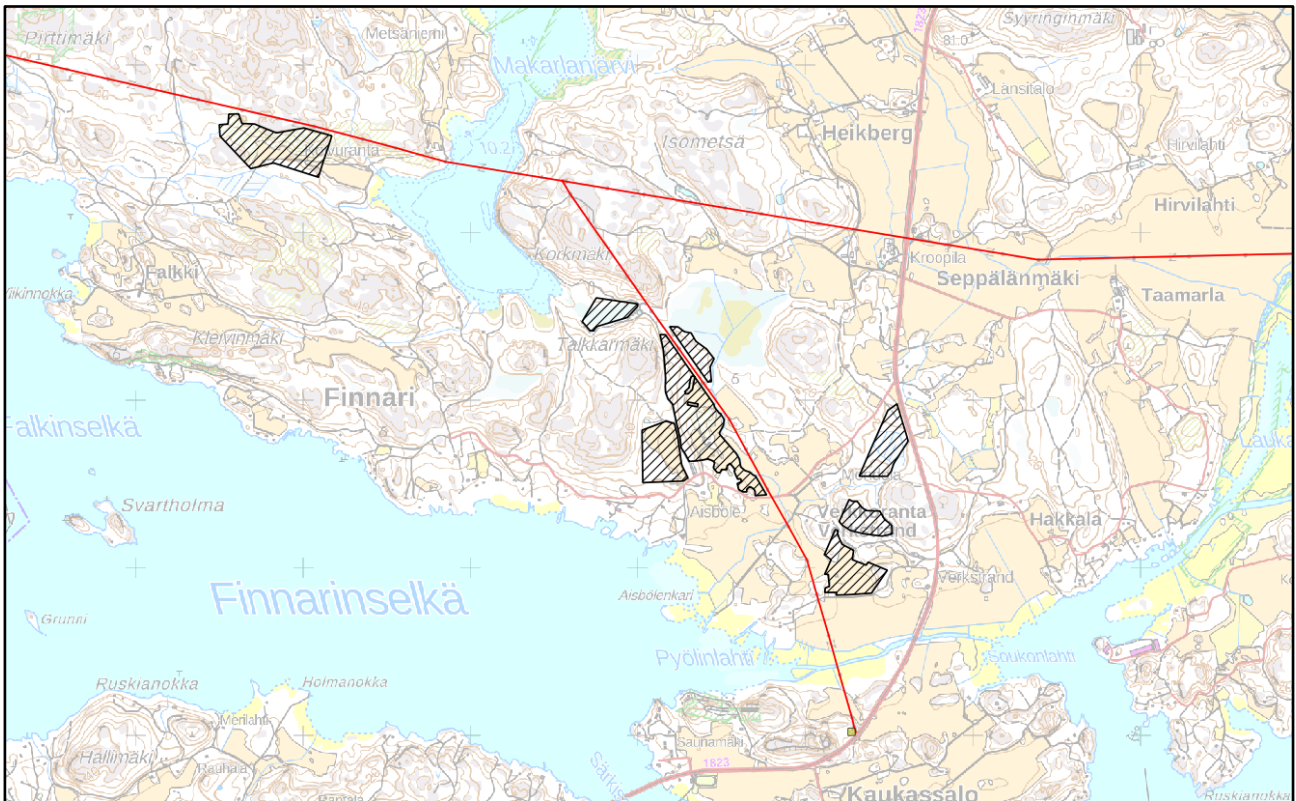


Hiilitaseselvitys

Särkisalon aurinkovoimala

Helios Nordic Energy Finland Oy

8.7.2025



Selvityksen laatija:

Roope Rauta
Ferratus Oy
Y-tunnus: 3533330-7
+358 40 9328022
roope@ferratus.fi

Sisällysluettelo

1. Johdanto	3
1.1. Työn tausta	3
1.2. Hiilitaseselvityksen osa-alueet	3
1.3. Hankkeen kuvaus	3
2. Selvityksen metodit ja käytetyt tietolähteet	4
2.1. Aurinkovoimalan hiilijalanjälki	4
2.2. Voimalan elinkaaren vaiheet	5
2.3. Tietolähteet	6
3. Laskelman rajausta ja osa-alueet	7
3.1. Laskelman rajausta	7
3.2. Kasvillisuuden muutokset	8
3.3. Maaperän vaikutukset	9
4. Tulokset	10
4.1. Aurinkovoimalan elinkaaren hiilijalanjälki	10
4.2. Voimalan komponenttien päästöt	12
4.3. Kierrätyksen hyödyt	13
4.4. Metsien hakkuiden hiilitase	14
4.5. Maaperän muutosten hiilitase	14
4.6. Päästöjen suhteutus tuotettuun energiaan	14
4.7. Tulosten yhteenveto	14
4.8. Johtopäätökset	16

1. Johdanto

1.1. Työn tausta

Tämän hiilitaseselvityksen tilaajana toimii **Helios Nordic Energy Finland Oy**, ja selvitys on laadittu Särkisalon aurinkovoimahankkeen suunnittelun tueksi. Selvityksen tavoitteena on arvioida hankkeen aiheuttamia ilmastovaikutuksia eri elinkaaren vaiheissa sekä tuottaa tietoa päätöksenteon ja luvituksen tueksi.

1.2. Hiilitaseselvityksen osa-alueet

Hiilitaseselvityksessä tarkastellaan hankkeen vaikutusta ilmaston lämpenemiseen näkökulmista. Ensinnäkin selvityksessä arvioidaan aurinkovoimalan rakenteiden ja teknisten komponenttien aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt niiden koko elinkaaren ajalta, hyödyntäen elinkaariarvioinnin periaatteita ja päästökertoimiin perustuvia laskentamenetelmiä. Tähän sisältyy muun muassa rakenteiden valmistuksen, uusimisten kuljetusten ja purkamisen aikaiset päästöt.

Toiseksi selvityksessä tarkastellaan voimalan rakentamisen yhteydessä tehtävien maankäytön muutosten vaikutuksia alueen hiilitaseeseen. Tämä kattaa kasvillisuuden poistamisesta ja maaperän muokkauksesta aiheutuvat muutokset hiilivarastoissa ja -nieluissa hankkeen elinkaaren ajalta.

Voimalan päästöjen suuruusluokkaa vertaillaan muihin energian tuotantomuotoihin suhteuttamalla voimalan tuottama sähkö elinkaaripäästöihin.

Selvityksen pohjana on käytetty hankkeen tämänhetkisiä alustavia suunnitelmia ja arvioita voimalan rakenteesta, koosta ja toiminnasta. Koska hanke on suunnitteluvaiheessa, tulokset perustuvat osin oletuksiin ja tyypillisiin rakenneratkaisuihin.

1.3. Hankkeen kuvaus

Tarkasteltava aurinkovoimalahanke sijoittuu Varsinais-Suomeen, Salon kaupungin alueelle. Tarkempi sijainti on entisen Särkisalon kunnan alueella, joka sijaitsee noin 30 kilometrin päässä Salon keskustaaajamasta lounaaseen. Hanke rakentuu kahdeksalle erilliselle aidattavalle maa-alueelle, jotka sijoittuvat maantieteellisesti lähelle toisiaan ja muodostavat yhdessä yhtenäisen teknisen kokonaisuuden maakaapeleilla yhdistettynä.

Kaikkien projektin alueiden tuottama sähkö ohjataan samaan verkkoliityntäpisteeseen, joka sijaitsee sähköasemalla. Voimalan sähköntuotanto siirretään liityntäpisteeseen maakaapeliyhteydellä. Tämä johtoreitti kuuluu kokonaisuudessaan tämän hiilitaseselvityksen piiriin ja on siten huomioitu laskennassa rakenteineen. Sähköasema itsessään ei kuulu aurinkovoimalaprojektiin, eikä siten myöskään sisälly hiilitaseselvityksen rajaukseen.

Kokonaisuudessaan hankkeen maankäytön rajattu pinta-ala on noin 64 hehtaaria, ja se tullaan ottamaan täysimääräisesti aurinkovoimalan käyttöön. Alueelle rakennetaan aurinkopaneelientukirakenteineen sekä tarvittavat tekniset ratkaisut sähkön tuotantoon ja siirtoon. Aurinkovoimalan alustava valmistumisvuosi on 2026.

Taulukko 1. Hankkeen perustiedot.

Hankealueen pinta-ala	64 hehtaaria
Sähkön tuotannon aloitusvuosi	2026
Voimalan DC-teho	50 MWp
Keskimääräinen vuotuinen sähkön tuotanto	45 GWh
Voimalan elinkaaren pituus	40 vuotta
Verkkoliittymän tyyppi	Maakaapeli
Verkkoliittymäjohtojen alustava pituus	5,2 kilometriä

2. Selvityksen metodit ja käytetyt tietolähteet

2.1. Aurinkovoimalan hiilijalanjälki

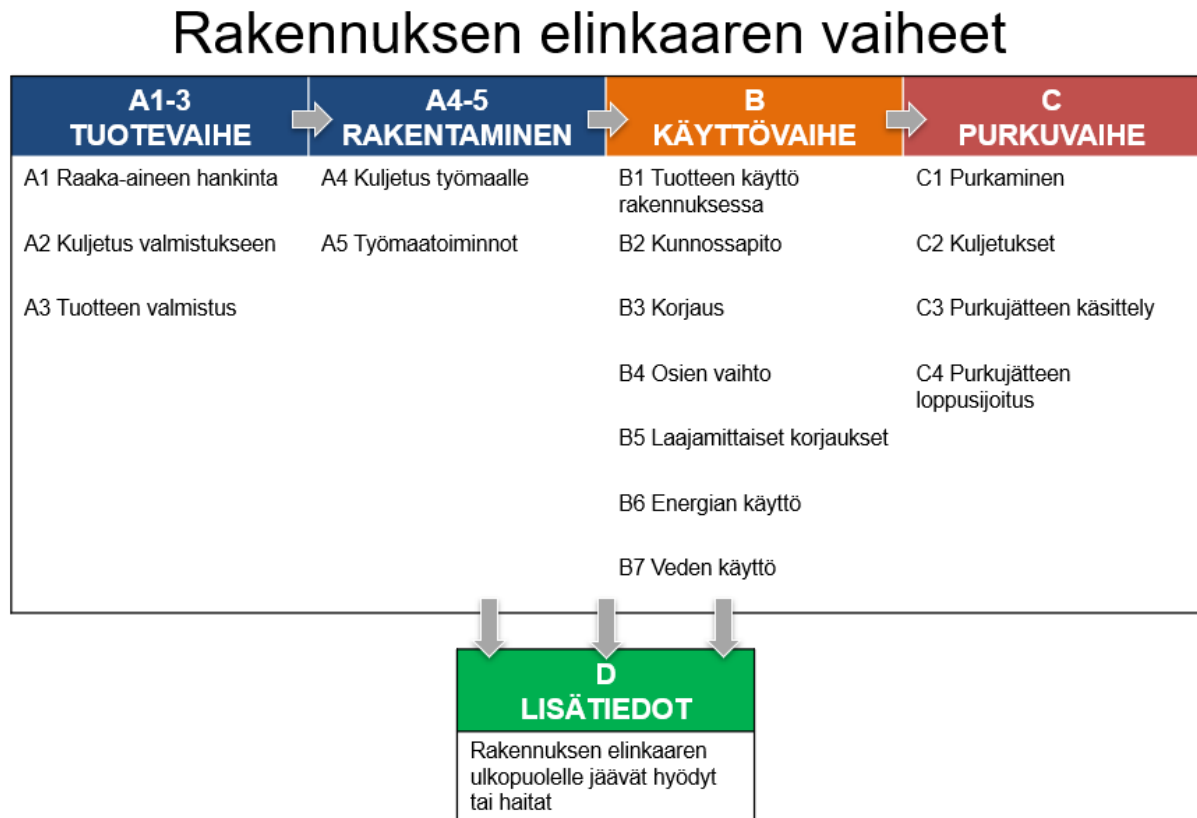
Hankkeen elinkaaren hiilijalanjälki on arvioitu hyödyntäen Ympäristöministeriön ohjeistamaa rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmää. Menetelmä pohjautuu Euroopan komission Level(s)-viitekehikseen ja siihen liittyviin eurooppalaisiin standardeihin [Ympäristöministeriö].

Hiilijalanjälkilaskenta on toteutettu elinkaariarvioinnin (LCA) periaattein. Laskennan lähtökohtana on suoritettu aurinkovoimalan materiaalien ja komponenttien määrälaskenta, jonka perusteella on arvioitu eri elinkaarivaiheiden kuten valmistuksen, kuljetuksen, käytön ja purkamisen aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt. Laskenta on rajattu koskemaan hankkeen alustavien suunnitelmien mukaisia keskeisiä rakenteita ja teknisiä järjestelmiä. Käytetyt päästökertoimet pohjautuvat julkisesti saatavilla oleviin tietokantoihin.

Hiilijalanjäljen lisäksi on tarkasteltu aurinkovoimalan hiilikädenjälkeä, eli sen tuottamia myönteisiä ilmastovaikutuksia elinkaaren aikana tai sen jälkeen. Hiilikädenjäljellä tarkoitetaan tuotteen tai palvelun mahdollistamaa kasvihuonekaasupäästöjen vähenemää muualla järjestelmässä esimerkiksi silloin, kun kierrätetty materiaali korvaa neitseellisen raaka-aineen käyttöä.

Tässä tarkastelussa hiilikädenjälkeä syntyy erityisesti aurinkovoimalan aurinkopaneelien rakenteista sekä voimalan metalli- ja betonirakenteiden kierrätyksestä. Kun nämä materiaalit uusiokäytetään käyttönsä päätyttyä, ne vähentävät tarvetta valmistaa vastaavia materiaaleja uusista raaka-aineista, mikä tuo mukanaan ilmastohyötyjä.

2.2. Voimalan elinkaaren vaiheet



Kuva 1. Rakennuksen elinkaaren vaiheet.

Kuvassa 1 on esitetty rakennuksen elinkaaren vaiheet Ympäristöministeriön rakennusten vähähiilisuuden arviointimenetelmän mukaisesti. Elinkaarimalli jakautuu neljään päävaiheeseen:

- Tuote- ja rakennusvaihe (A)
- Käyttövaihe (B)
- Purkuvaihe (C)
- Lisätiedot (D), joka kattaa elinkaaren ulkopuoliset hyödyt ja haitat.

Tuotevaihe (A1–A3) kattaa aurinkovoimalan komponenttien raaka-aineiden hankinnan, materiaalien ja osien kuljetuksen sekä itse tuotteiden valmistuksen. Tässä vaiheessa syntyvät päästöt on arvioitu hyödyntämällä päästötietokantojen ja valmistajakohtaisten ympäristöselosteiden (EPD) ominaiskertoimia eri materiaaleille ja komponenteille.

Rakentamisvaihe (A4–A5) sisältää aurinkovoimalan komponenttien ja materiaalien kuljetukset työmaalle sekä työmaan aikaiset rakentamistoiminnot. Päästöt on laskettu päästötietokantojen mukaisilla kuljetuskohtaisilla päästökertoimilla. Työmaan päästövaikutukset on arvioitu erityisesti maatoiden osalta hyödyntämällä tyypillisiä tietokanta-arvoja.

Käyttövaihe (B) kattaa aurinkovoimalan toiminta-aikana syntyvät päästöt, jotka aiheutuvat erityisesti teknisten osien huolloista, vaihdoista sekä komponenttien kuljetuksista hankealueelle ja poistettavien osien kuljettamisesta pois. Käyttövaiheen keskeisimmät päästölähteet liittyvät inverttereihin ja aurinkopaneelisiin, joiden elinkaaret ovat lyhyempiä kuin koko voimalan suunniteltu 40 vuoden käyttöaika. Inverttereistä oletetaan elinkaaren aikana uusittavan lähes

kaikki. Aurinkopaneeleista arvioidaan vaihdettavan noin neljännes, osana normaalia käyttöä ja kulumista.

Purkuvaihe (C) sisältää aurinkovoimalan elinkaaren lopussa syntyvät päästöt, jotka aiheutuvat rakenteiden ja komponenttien purkamisesta, materiaalien kuljettamisesta sekä purkujätteiden käsittelystä ja loppusijoituksesta. Päästöarviot on laadittu hyödyntäen päästötietokantojen ja ympäristöselosteiden (EPD) mukaisia ominaiskertoimia eri materiaaleille ja komponenteille sekä niiden kuljetuksille.

Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset (D) kattavat ne ilmastovaikutukset, jotka jäävät varsinaisen rakennus- ja käyttöelinkaaren ulkopuolelle. Tässä selvityksessä tarkastellaan vaiheessa D kolmea kokonaisuutta:

1. Kaadettavan metsän poistuvan hiilinielun ja -varaston aiheuttamia ilmastovaikutuksia.
2. Maaperän ominaisuuksien muutoksista aiheutuvia päästöhyötyjä ja -haittoja.
3. Aurinkovoimalan materiaalien kierrätyksestä saatavat ilmastohyödyt hiilikädenjälkenä.

2.3. Tietolähteet

Hiilitaseselvityksen pohjatiedot perustuvat sekä hankekohtaisiin että julkisesti saatavilla oleviin lähteisiin. Voimalan tekniset perustiedot, kuten pinta-ala, arvioitu teho ja sähköntuotannon määrät, on saatu suoraan hankkeen toteuttajalta tätä selvitystä varten.

Muu laskennassa käytetty aineisto pohjautuu ensisijaisesti julkisiin lähteisiin. Suurin osa aurinkovoimalan rakennemateriaalien, komponenttien ja teknisten osien päästötiedoista on haettu Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämästä rakentamisen päästötietokannasta, joka tarjoaa standardoituja päästökertoimia tyypillisille rakennustuotteille ja -materiaaleille [[CO2data](#)]. Aurinkopaneelit ovat merkittävin yksittäinen komponentti, ja niiden laskennassa on käytetty rakentamisen päästötietokannan arvoa.

Muiden sähköteknisten komponenttien, kuten inverttereiden, muuntajien ja akkujen osalta laskennassa on hyödynnetty valmistajien ympäristöselosteita (EPD) aina silloin, kun niitä on ollut saatavilla. Mikäli tarkkaa EPD-tietoa juuri kyseiselle komponentille ei ole ollut, on käytetty teknisesti vastaavan tuotteen ympäristöselostetta.

Hankealueen puuston poistamisen vaikutus hiilitaseeseen on arvioitu hyödyntäen Metsäkeskuksen paikkatietoaineistoa, jonka perusteella on arvioitu muun muassa olemassa olevan puuston määrä, puuston keskikasvu hehtaaria kohden sekä pääpuulajien osuudet kohdistettuna juuri hankealueelle paikkatietojen avulla. Nämä arviot perustuvat useisiin valtakunnallisiin metsäaineistoihin ja tilastollisiin malleihin sekä fyysisiin mittauksiin. [[Metsäkeskus](#)].

Maaperän muutoksista aiheutuvat päästövaikutukset on arvioitu hyödyntämällä Suomen ympäristökeskuksen Hiilikartta-aineistoa, joka tarjoaa paikkatietopohjaista tietoa maaperän hiilivarannoista sekä niiden muutoksille alttiista ominaisuuksista eri maankäyttötyypeillä. [[Hiilikartta](#)].

Aurinkovoimalan elinkaaripäästöjen vertailuarvot suhteessa muihin energian tuotantomuotoihin perustuvat IEA:n raporttiin energiamuotojen päästöistä [[IEA](#)]. Suomen sähköntuotannon päästökertoimet perustuvat tilastokeskuksen julkaisuihin [[Tilastokeskus](#)].

Taulukko 2. Selvityksen eri osien pääasialliset tietolähteet.

Voimalan perustiedot	Helios Nordic Energy Finland
Materiaalit, toiminnot ja osa komponenteista	CO2data (Syke)
Sähkökomponentit (pl. aurinkopaneelit)	Tuotevalmistajien EPD:t
Puuston määrä ja kasvu	Metsäkeskuksen paikkatietoaineisto
Maaperän hiilitase	Hiilikartta (Syke)
Sähköntuotannon globaalit päästökertoimet	IEA
Suomen sähköntuotannon päästökertoimet	Tilastokeskus

3. Laskelman rajausta ja osa-alueet

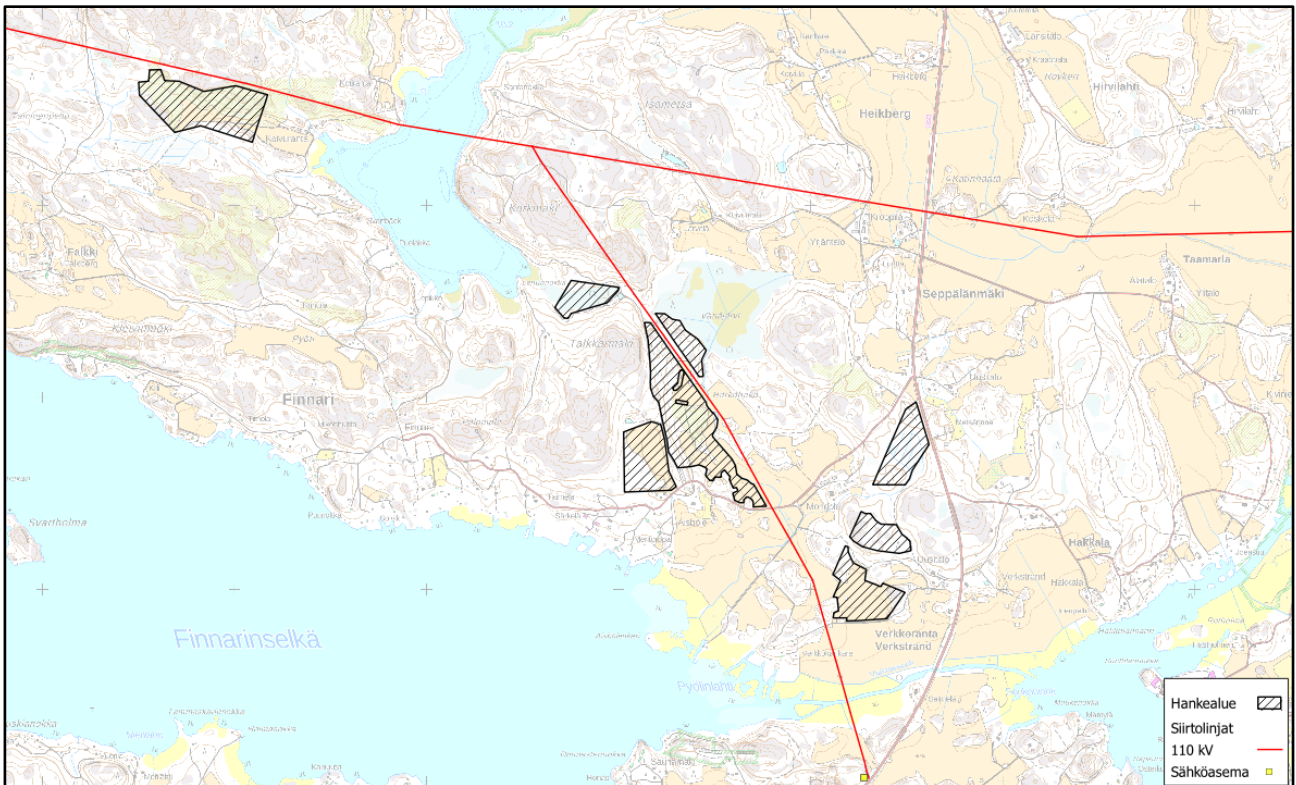
3.1. Laskelman rajausta

Aurinkovoimalan hiilijalanjälkilaskennan rajausta kattaa kaikki aidattavat alueet, joille voimala rakennetaan. Mukaan on sisällytetty kaikki pysyvät rakenteet, kuten aurinkopaneelien perustukset ja muut maarakenteet.

Verkkoliittymän osalta laskelmaan sisältyvät kaikki hanketta varten rakennettavat maakaapeliyhteydet, jotka yhdistävät aurinkovoimalan eri osa-alueet sähköasemaan. Itse sähköasema ei kuitenkaan kuulu osaksi aurinkovoimalaprojektia, eikä se siten sisälly tämän selvityksen rajaukseen.

Laskenta perustuu aurinkovoimalan suunniteltuun 40 vuoden käyttöikään, joka kattaa rakentamis-, käyttö- ja purkuvaiheen.

Voimalan alueellinen sijainti sekä olemassa olevan sähköverkon voimajohdot ja sähköasemat on esitetty kuvassa 2. Voimalan maakaapelireittejä ei ole vielä lyöty lukkoon, ja alustavat arviot kaapelireiteistä on jätetty kuvasta pois mahdollisten väärinymmärrysten välttämiseksi.



Kuva 2. Hankealueen rajausta ja nykyinen sähköverkko.

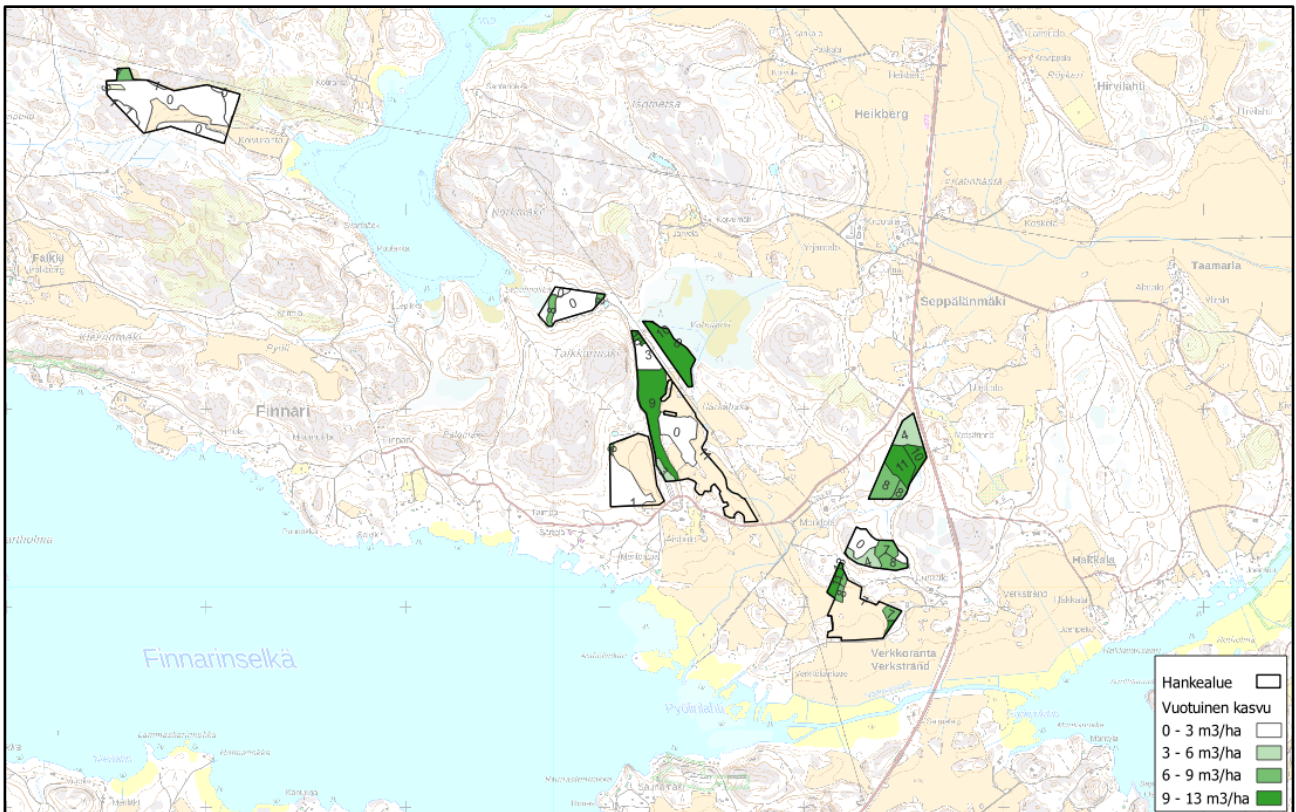
3.2. Kasvillisuuden muutokset

Tarpeettomien puuhakkuiden välttämiseksi hankealuetta valittaessa on pyritty suosimaan puuttomia tai aiemmin avohakattuja alueita, kuten peltoja ja jo käsiteltyjä metsäalueita. Taloudellisten ja teknisten reunaehtojen vuoksi osa voimala-alueista sijoittuu kuitenkin metsäisille alueille, joilta puusto joudutaan poistamaan aurinkovoimalan rakenteiden ja infrastruktuurin rakentamisen tieltä.

Hankealueella sijaitseva puusto kaadetaan ennen voimalan rakentamisen aloittamista. Kaadettavan puuston hiilinielun ja hiilivaraston vähenemisestä aiheutuvat vaikutukset on huomioitu hiilitaseselvityksessä itse voimalan elinkaaren ulkopuolisessa vaiheessa D.

Puuston määrä ja hakkuiden myötä menetetty vuosikasvu on arvioitu hyödyntämällä Metsäkeskuksen paikkatietoaineistoa, joka sisältää muun muassa tiedot olemassa olevan puuston määrästä ja vuotuisesta kasvusta kuutiometreinä sekä alueen pääpuulajeista.

Aurinkovoimalan 40 vuoden elinkaaren aikainen menetetty hiilinielu on laskettu kertomalla vuotuinen hiilinielu elinkaaren pituudella. Kuvassa 3 on esitetty hankealueen puuston vuosikasvu kuutioina hehtaaria kohti puustoisilla alueilla.



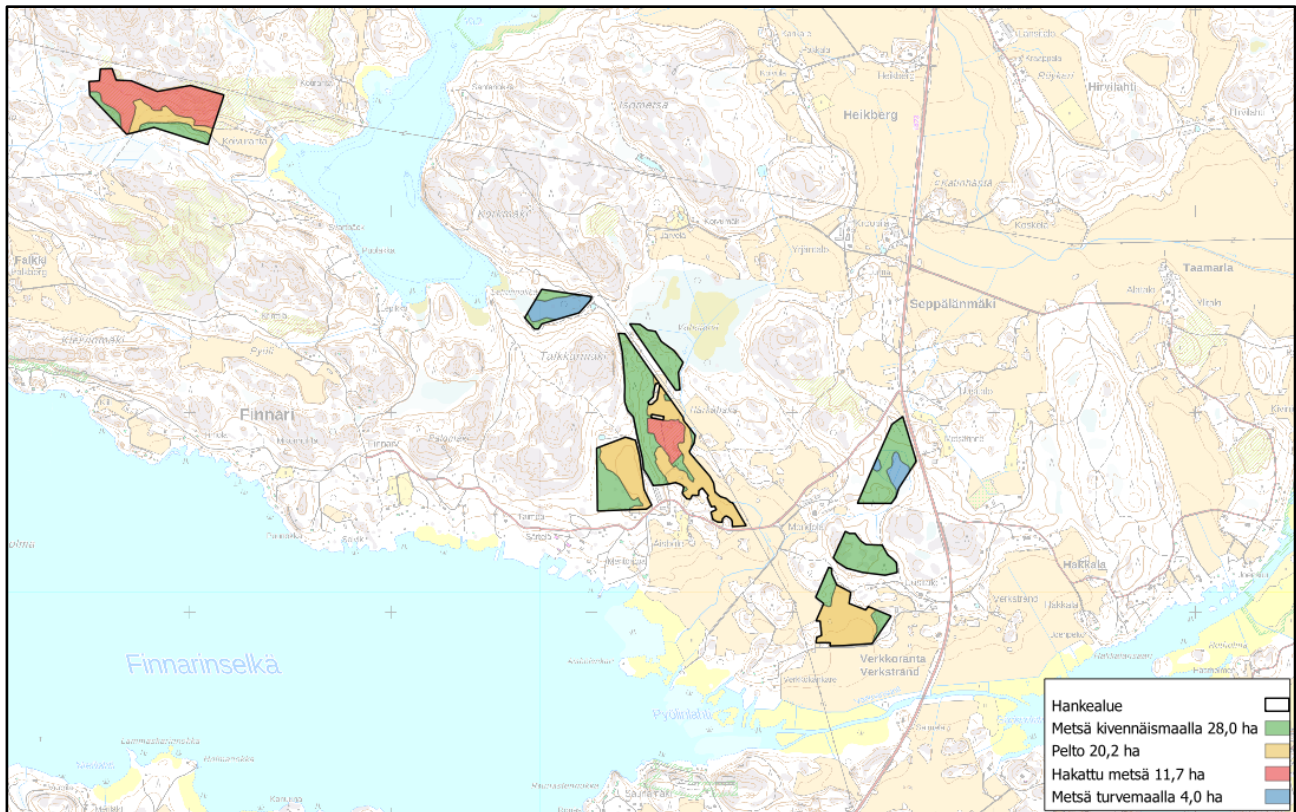
Kuva 3. Hankealueen puuston vuotuinen kasvu.

3.3. Maaperän vaikutukset

Hankealueen maaperä koostuu useista eri maaperätyypeistä, joiden vaikutus alueen hiilitaseeseen vaihtelee merkittävästi. Maaperän muutoksista aiheutuvat ilmastovaikutukset on otettu huomioon hiilitaseselvityksessä elinkaaren ulkopuolisessa vaiheessa D, samoin kuin puuston poistamisesta aiheutuvat vaikutukset.

Aurinkovoimalan rakentamisen vaikutuksia maaperän hiilitaseeseen on arvioitu hyödyntämällä Hiilikartta-työkalua. Työkalu perustuu maanpeite- ja maaperäaineistoihin sekä tutkimuspohjaisiin keskimääräisiin hiilivarastoarvioihin.

Hankealueen erilaiset maaperätyypit on esitetty kartalla kuvassa 4 pinta-aloineen.



Kuva 4. Hankealueen maaperätyypit.

4. Tulokset

4.1. Aurinkovoimalan elinkaaren hiilijalanjälki

Särkisalon aurinkovoimalan elinkaaren hiilijalanjälki on yhteensä noin **48 926 t CO₂e**. Tämä luku ei vielä pidä sisällään maakäytön muutosten vaikutusta, sillä ne arvioidaan seuraavissa osioissa elinkaaren ulkopuolisessa vaiheessa (D).

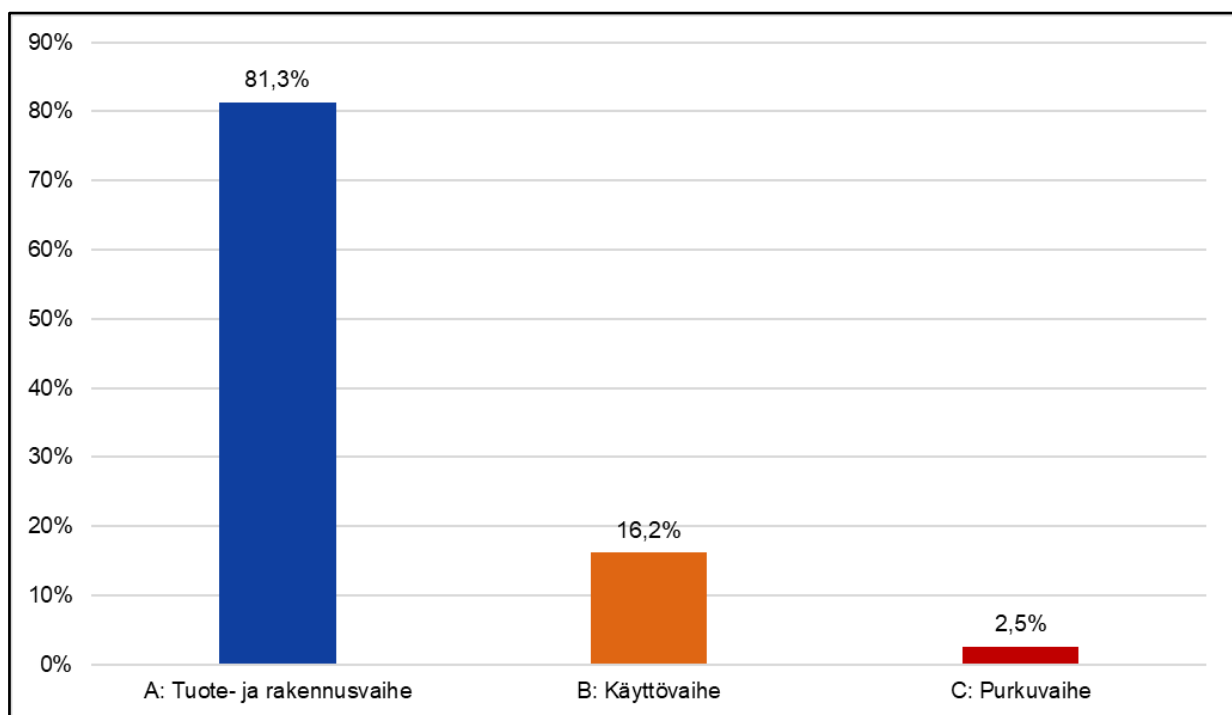
Aurinkovoimalan elinkaaripäästöt vastaavat tuotettuun sähköön suhteutettuna noin **27 g CO₂e/kWh**. Taulukossa 3 on vertailun vuoksi esitetty muiden sähköntuotantomuotojen elinkaaripäästöt (ilman polttoaineen käytön päästöjä, jotka tulevat vielä tämän päälle polttoaineperusteisissa tuotantomuodoissa).

Tarkasteltavan aurinkovoimalan päästöt ovat pienemmät kuin aurinkovoiman globaali keskiarvo, joka on noin 33 g CO₂e/kWh. Tämä johtuu osittain voimalan keskimääräistä pidemmästä elinkaaresta ja osittain suuren mittakaavan tuomista skaalaeduista, erityisesti sähkökomponenttien osalta. Ainoastaan ydinvoima ja tuulivoima yltyvät tätä aurinkovoimalaa matalampiin elinkaaripäästöihin.

Taulukko 3. Keskimääräisiä sähköntuotantomuotojen päästökertoimia. [IEA].

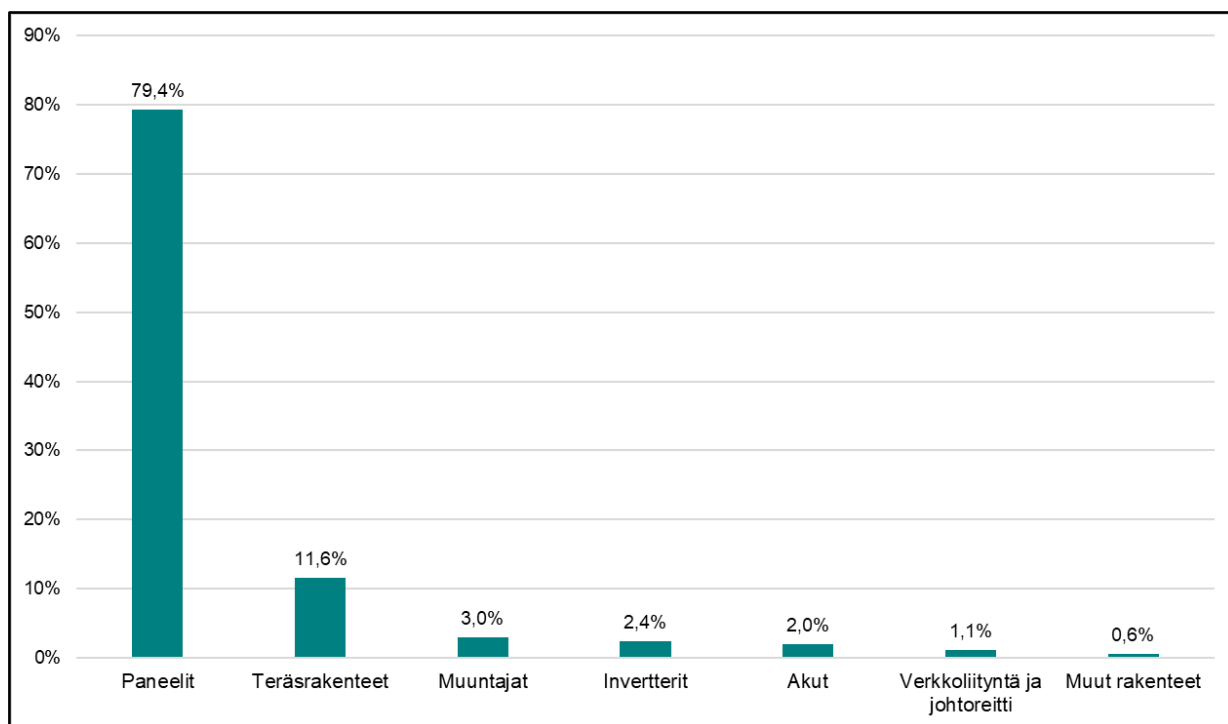
Sähköntuotantomuoto	Päästökerroin (g CO ₂ e/kWh)
Kivihiili	185
Maakaasu	82
Biokaasu	48
Jäte	39
Aurinkovoima	33
Särkisalon aurinkovoimala	27
Ydinvoima	12
Tuulivoima	12

Voimalan päästöt jakautuvat elinkaaren vaiheisiin A-C kuvan 5 mukaisesti.

**Kuva 5.** Aurinkovoimalan hiilijalanjäljen jakautuminen elinkaarivaiheittain.

Valtaosa päästöistä syntyy tuote- ja rakennusvaiheessa voimalan komponenttien valmistuksesta, mutta käyttövaiheen päästöt ovat myös merkittävät johtuen huomattavista uusimistarpeista. Purkuvaiheen päästöt ovat kokonaisuuteen nähden vähäiset. Kuljetusten ja työmaan aiheuttamat päästöt pysyvät kaikissa elinkaaren vaiheissa vähäisinä, kattaen vain noin 0,4 % kokonaispäästöistä.

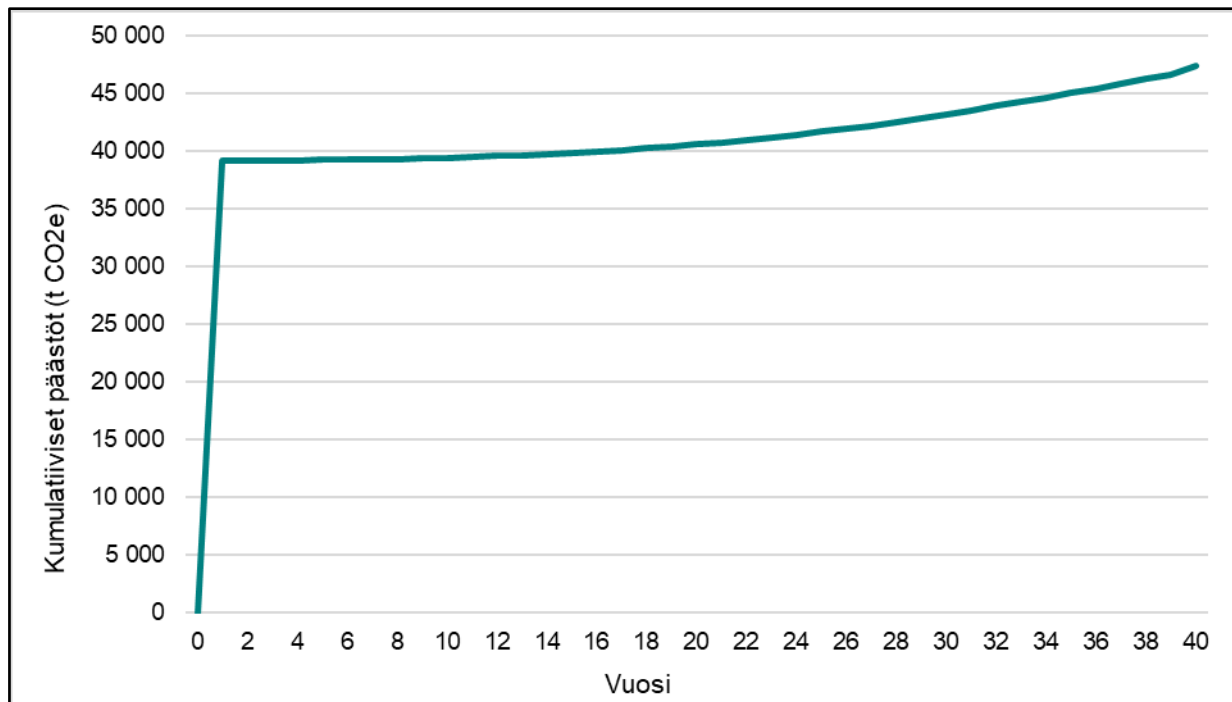
4.2. Voimalan komponenttien päästöt



Kuva 6. Aurinkovoimalan komponenttien päästöjakauma.

Kuvassa 6 on esitetty aurinkovoimalan materiaali-päästöjen jakauma eri komponenttien kesken. Jakauma kattaa kaikki elinkaarivaiheet sekä kuljetukset. Selvästi suurimman osuuden muodostavat aurinkopaneelit, joiden osuus on lähes 80 % kokonaismateriaali-päästöistä.

Toiseksi suurimman osuuden materiaali-päästöistä muodostavat teräsrakenteet, joiden osuus on noin 12 %. Sähkökomponenttien osuus on yhteensä noin 8,5 %. Muut rakenteet, kuten voimalan huoltotiet, muuntamoalueen maanpäälliset rakenteet sekä betoniperustukset, muodostavat yhteensä alle 1 % materiaali-päästöistä.



Kuva 7. Aurinkovoimalan kumulatiiviset päästöt.

Kuvassa 7 on esitetty aurinkovoimalan kumulatiiviset päästöt koko elinkaaren ajalta. Rakennusvaiheen oletetaan tapahtuvan kokonaisuudessaan vuonna 0. Tällöin syntyvät päästöt sisältävät komponenttien valmistuksen, kuljetukset sekä työmaatoiminnot, kuten asennustyöt ja perustustyöt.

Vuodesta 1 alkaen alkaa käyttövaihe, jonka kestoksi on oletettu 40 vuotta. Käytön aikaiset päästöt syntyvät aurinkovoimalan osien uusimisista sekä näihin liittyvistä kuljetuksista. Koska komponenttien käyttöikä vaihtelee, uusimistarpeet lisääntyvät erityisesti elinkaaren loppuvaiheessa. Tämä kehitys näkyy kumulatiivisen päästökäyrän jyrkkemisenä loppuvuosina.

Aurinkovoimalan elinkaari päättyy purkuvaiheeseen, joka suoritetaan kokonaisuudessaan käyttöiän päätyttyä, eli 41. vuonna. Tällöin voimala poistetaan käytöstä energiantuotantolaitoksena ja sen rakenteet puretaan.

4.3. Kierrätyksen hyödyt

Aurinkovoimalan rakenteet ovat kierrätettävissä, ja kierrätyksestä saatavat päästövähennykset on huomioitu hiilikädenjäljen kautta. Arvioinnissa on hyödynnetty Ympäristöministeriön CO₂data-tietokannan keskimääräisiä arvoja niille komponenteille, joiden päästövaikutuksia on voitu tarkastella tietokannan avulla. Tietojen rajallisuuden vuoksi hiilikädenjälkeä ei ole arvioitu sähköteknisille komponenteille, lukuun ottamatta aurinkopaneeleita.

Aurinkovoimalan rakenteista muodostuva hiilikädenjälki on yhteensä noin **4 158 t CO₂e**, mikä vastaa noin 8 % koko voimalan elinkaaren hiilijalanjäljestä.

4.4. Metsien hakkuiden hiilitase

Metsien hakkuista aiheutuva ilmastovaikutus muodostuu sekä hiilivaraston poistumisesta että vuosittaisen hiilinielun menetyksestä. Hakkuissa poistuva hiilivarasto on arviolta 2 412 t CO₂, ja vuotuinen menetetty hiilinielu 20 tonnia CO₂. Yhteisvaikutus koko aurinkovoimalan 31 vuoden elinkaaren aikana on **3 209 t CO₂**.

Tämä metsän poistumaan perustuva päästövaikutus vastaa noin 7 % aurinkovoimalan rakenteisiin ja komponentteihin liittyvistä elinkaaripäästöistä.

4.5. Maaperän muutosten hiilitase

Hiilikartan mukaan hankealueen maankäytön muutoksista johtuva katoava hiilinielu on **12 294 t CO₂e**. Tämä vastaa noin 25 % aurinkovoimalan rakenteisiin ja komponentteihin liittyvistä elinkaaripäästöistä.

4.6. Päästöjen suhteutus tuotettuun energiaan

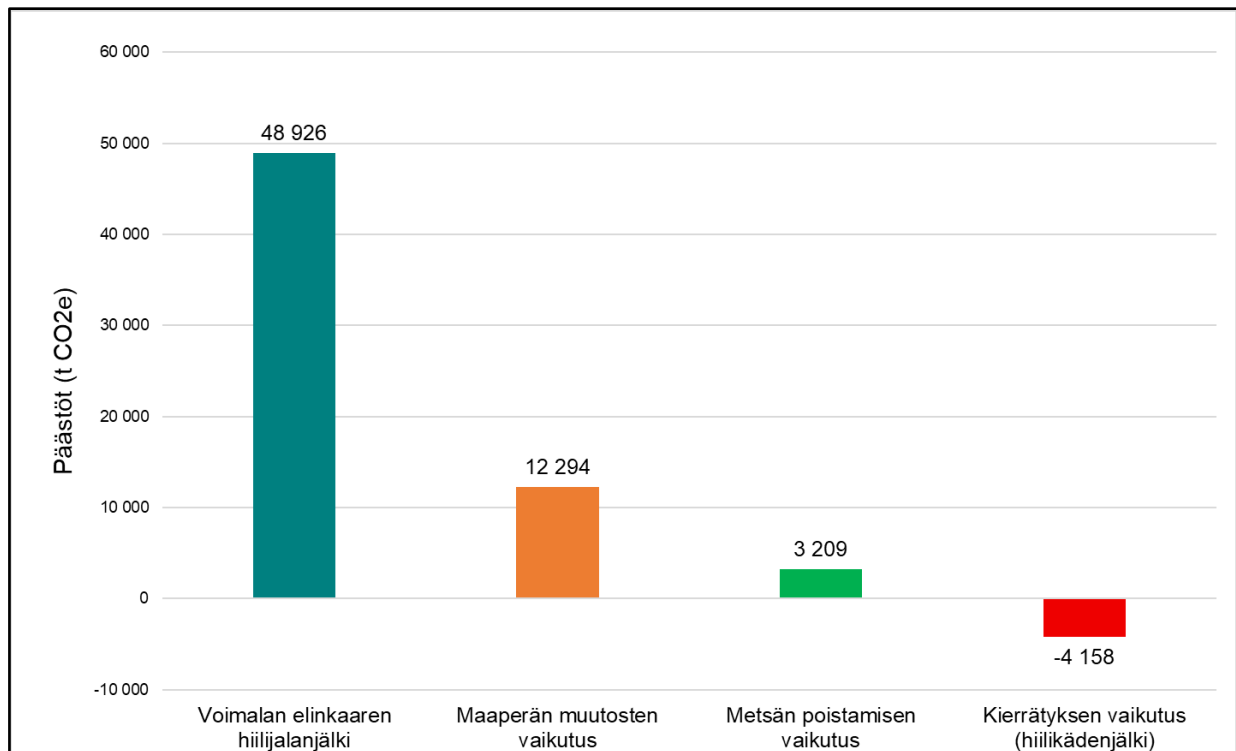
Aurinkovoimalan ilmastovaikutuksia voidaan tarkastella suhteuttamalla sen elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt elinkaaren aikana tuotettuun sähkömäärään. Tämä mahdollistaa vertailun eri energiantuotantomuotojen välillä.

Voimalan arvioitu sähkön vuosituotanto on noin **45 GWh**, mikä vastaa elinkaaren aikana yhteensä noin **1 829 GWh** tuotettua sähköä. Elinkaaren aikaiset kokonaispäästöt ovat arviolta **48 926 t CO₂e**, mikä vastaa **26,7 g CO₂e/kWh**. Mikäli tästä vähennetään kierrätyksestä saatava hiilikädenjälki **4 158 t CO₂e**, ovat kokonaispäästöt suhteutettuna tuotettuun sähköön **24,5 g CO₂e/kWh**.

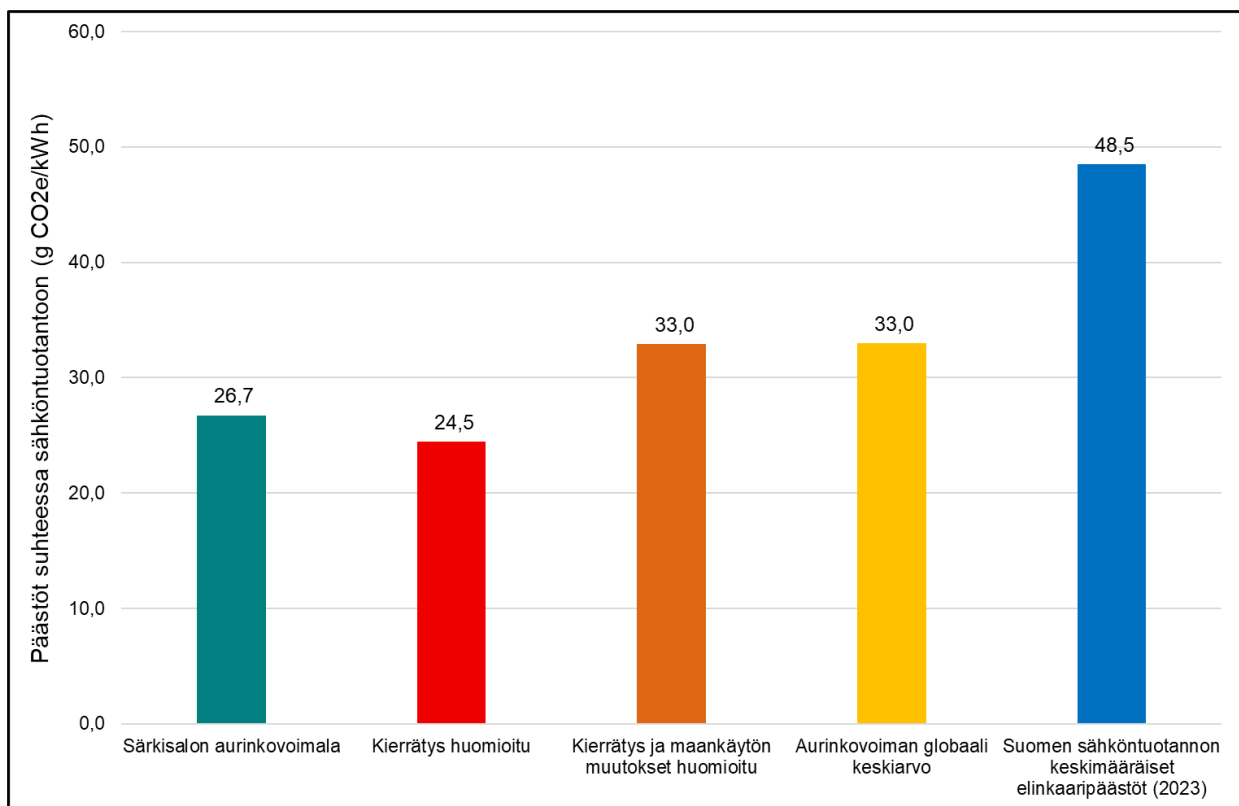
Kun päästöihin lisätään maankäytön muutoksista ja metsänhakkuiden aiheuttamat vaikutukset, nousevat kokonaispäästöt arvoon **60 271 t CO₂e**, jolloin sähkön tuotannon ominaispäästöksi muodostuu **33 g CO₂e/kWh**.

4.7. Tulosten yhteenveto

Särkisalon aurinkovoimalan hiilitaseselvityksen eri osioiden lopputulokset on koottu kuvaan 8 ja tulokset on suhteutettu voimalan tuottamaan sähköön ja verrattu globaaliin aurinkovoiman päästökertoimeen [IEA] ja Suomen sähköntuotannon elinkaaripäästökertoimeen [Tilastokeskus] kuvassa 9.



Kuva 8. Hiilitaseselvityksen eri osioiden tulokset.



Kuva 9. Hiilitaseselvityksen tulokset suhteessa tuotettuun sähköön.

4.8. Johtopäätökset

Tässä raportissa on arvioitu Särkisalön alueelle suunnitellun aurinkovoimalan ilmastovaikutuksia elinkaariperusteisella hiilitaseselvityksellä. Tulosten perusteella aurinkovoimalan elinkaaren aikainen hiilijalanjälki on noin **48 926 t CO₂e**. Tämän lisäksi maaperän muutokset (**12 294 t CO₂e**) ja metsän poistaminen (**3 209 t CO₂**) lisäävät kokonaispäästöjä merkittävästi.

Toisaalta voimalan käytön jälkeen kierrätettävien rakenteiden ansiosta syntyy noin **4 158 t CO₂e** hiilikädenjälki, joka pienentää nettopäästöjä. Kuitenkin kokonaisuutena päästövaikutukset ylittävät selvästi kierrätyksestä syntyvät hyödyt, ja voimalan hiilitase jää negatiiviseksi.

Kun päästöjä suhteutetaan koko käyttöiän aikaiseen sähköntuotantoon (**1 829 GWh**), saadaan ilman maankäyttömuutoksia ja kierrätystä päästöintensiteetiksi **26,8 g CO₂e/kWh**. Kun kierrätyshyödyt otetaan huomioon, laskee päästöintensiteetti arvoon **24,5 g CO₂e/kWh**. Maaperän muutosten ja puuston poistamisen vaikutukset nostavat päästöintensiteetin arvoon **33,0 g CO₂e/kWh**.

Nämä arvot jäävät selvästi alle vuoden 2023 Suomen sähköntuotannon keskimääräisten elinkaaripäästöjen (48,5 g CO₂e/kWh). Ne alittavat tai maaperän muutosten tapauksessa ovat yhtä suuret kuin aurinkosähkön globaali keskiarvo (33,0 g CO₂e/kWh). Tämä osoittaa, että Särkisalön aurinkovoimalan ilmastovaikutukset ovat kilpailukykyisellä tasolla sekä kansallisesti että kansainvälisesti, erityisesti kun kierrätyksen ilmastohyödyt otetaan huomioon. On myös huomionarvoista, että verrokkiluvuissa ei ole huomioitu maankäytön muutoksia tai puuston hakkuista lainkaan.

Aurinkovoimalan rakentaminen tukee siirtymää vähäpäästöiseen yhteiskuntaan paitsi suoraan myös epäsuorien vaikutustensa kautta. Sen tuottama uusiutuva sähkö vähentää riippuvuutta fossiilisiin polttoaineisiin perustuvasta energiantuotannosta, ja sillä voidaan korvata päästöintensitiivistä sähköä sähköverkossa. Tämä parantaa koko sähköjärjestelmän keskimääräistä päästöprofiilia, erityisesti tilanteissa, joissa sähköä tuotetaan marginaalisesti päästöintensitiivisesti fossiilisilla polttoaineilla tai turpeella.

Lisäksi uusiutuvan sähkön tarjonnan kasvu mahdollistaa puhtaaseen sähköön perustuvien ratkaisujen käyttöönoton muualla yhteiskunnassa. Esimerkiksi rakentamisessa, teollisuudessa ja liikenteessä siirtyminen sähköisiin ja vähäpäästöisiin prosesseihin edellyttää luotettavaa ja päästötöntä sähkön saatavuutta. Aurinkovoimalat voivat näin edesauttaa laajemman sähköistymisen ja vihreän siirtymän toteutumista. Tällaisia epäsuoria ilmastohyötyjä ei sisällytetä suoraan voimalan omaan hiilitaseeseen, mutta ne ovat keskeisiä sen yhteiskunnallisen ilmastovaikutuksen arvioinnissa.

Vaikka aurinkovoimalan oma hiilitase jää tässä tarkastelussa negatiiviseksi, sen rakentaminen voidaan nähdä investointina puhtaaseen energiainfrastruktuuriin, joka mahdollistaa laaja-alaisia päästövähennyksiä pitkällä aikavälillä. Aurinkovoimalan toteuttamista voidaan pitää osana laajempaa strategiaa, jonka tavoitteena on päästöttömän energiantuotannon lisääminen ja yhteiskunnan rakenteellinen siirtymä kohti ilmastoneutraaliutta.