


Metsäkulman aurinkovoimalan hiilitaselaskelma

Alight Tapio Oy

20.6.2024 WSP Finland Oy

Elektronisk signatur / Elektronisk signatur / Elektronisk signatur / Elektronisk signatur / Elektronisk signatur
<https://sign.visma.net/fi/document-check/580d3ac8-45ac-4525-9996-faaf002d4c35>

 visma sign

www.vismasign.com

Sisältö

1. Tausta
2. Hankkeen tiedot
3. Työn kuvaus
4. Laskennan rajaukset
5. Laskennan tulokset
6. Kierrätyksen vaikutukset
7. Päästökertoimen vertailu
8. Tulosten tarkastelu
9. Huomioita ja johtopäätöksiä

2



Lyhenteet ja sanastoa

CO ₂	Hiilidioksidi
CO ₂ e	Hiilidioksidiekvivalentti. Hiilijalanjälkiekvivalentti huomioi hiilidioksidipäästöjen lisäksi muut merkittävät kasvihuonekaasut. Hiilijalanjälki raportoidaan useimmiten hiilidioksidiekvivalentteina.
Elinkaariarviointi	Tuotteen tai palvelun koko elinkaaren, eli sen eri vaiheiden aikana syntyvien ympäristövaikutusten arviointi.
EPD	Environmental Product Declaration (ympäristöseloste), joka on kolmannen osapuolen verifioima dokumentti, jossa esitetään tuotteen ympäristövaikutukset koko sen elinkaaren ajalta.
Hiilijalanjälki	Hiilijalanjäljellä tarkoitetaan ihmisen toiminnan aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä. Useimmiten hiilijalanjälki raportoidaan hiilidioksidiekvivalentteina (CO ₂ e), mikä huomioi hiilidioksidipäästöjen lisäksi myös muut merkittävät kasvihuonekaasupäästöt, kuten metaanin (CH ₄) ja dityppioksidin (N ₂ O).
Päästökerroin	Päästökertoimella tarkoitetaan syntyvän päästön määrää suhteessa tuotetun tuotteen tai palvelun määrään. Päästökertoimen yksikkö riippuu tarkasteltavan kohteen rajauksesta, ja se voidaan ilmoittaa esimerkiksi g CO ₂ e/kWh.

1. Työn tausta

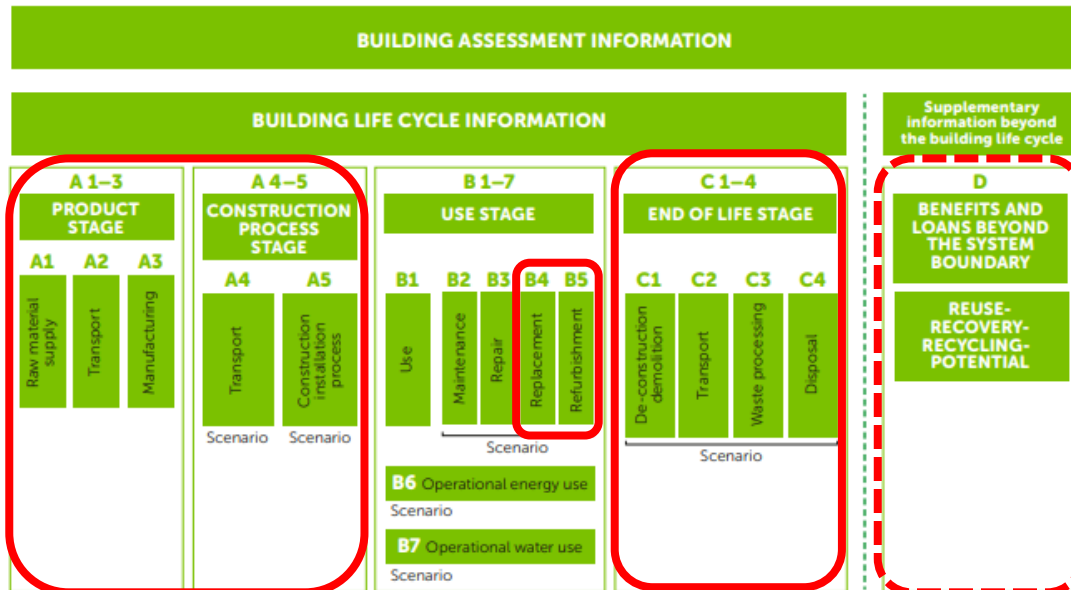
Työn tilaajana on Alight Tapio Oy.

Laskenta on tehty hankkeen suunnittelutarveratkaisun hakemussuunnitelman liitteeksi.

Laskennassa keskitytään aurinkovoimalan elinkaaren vaiheisiin A1-A5 (A1-A3 tuotevaihe (mm. käytettävien materiaalien valmistuksen päästöt ja kuljetukset), A4 liikkuminen (mm. materiaalien kuljettaminen työmaalle), A5 rakennusprosessi (mm. rakenteiden asentaminen)), vaiheisiin B4-B5 (korvaaminen ja kunnostaminen) sekä vaiheisiin C1-C4 (C1-C4 elinkaaren loppu: C2 jätteen kuljetus, C3 jätteen tuotanto, C4 jätteenloppusijoitus). Lisäksi lopussa tarkastellaan vaiheen D (elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset) vaikutusta aurinkovoimalan elinkaaren aikaisiin päästöihin.

Hiililaskenta on tehty pääosin One Click LCA -työkalulla infrahankkeen laskentamallilla.

Lähtötietoina käytetään tilaajan toimittamia tietoja, julkaistuja ympäristötuoteselosteita (EPD) ja päästökertoimia (co2data.fi ja One Click LCA).



2. Hankkeen tiedot

Aurinkovoimala-aluetta suunnitellaan Salon Metsäkulman alueelle ja tuotantoalueesta käytetään nimeä Metsäkulma. Alueelle suunniteltu sähköntuotantoalue koostuu useasta irrallisesta alueesta, jotka on nimetty numeroin 1-11 viereiseen karttaan. Aurinkovoima-alue sijoittuu kokonaisuudessaan peltoalueelle.

Metsäkulman rakennettavan alueen pinta-ala on noin 65,5 ha.

Aurinkovoimalan vuosituotanto on noin 45 GWh.

Voimalan käyttöiän oletetaan olevan 50 vuotta.

Aurinkopaneelien määrä 65 044 kpl.

Muuntamoiden määrä 8 kpl.

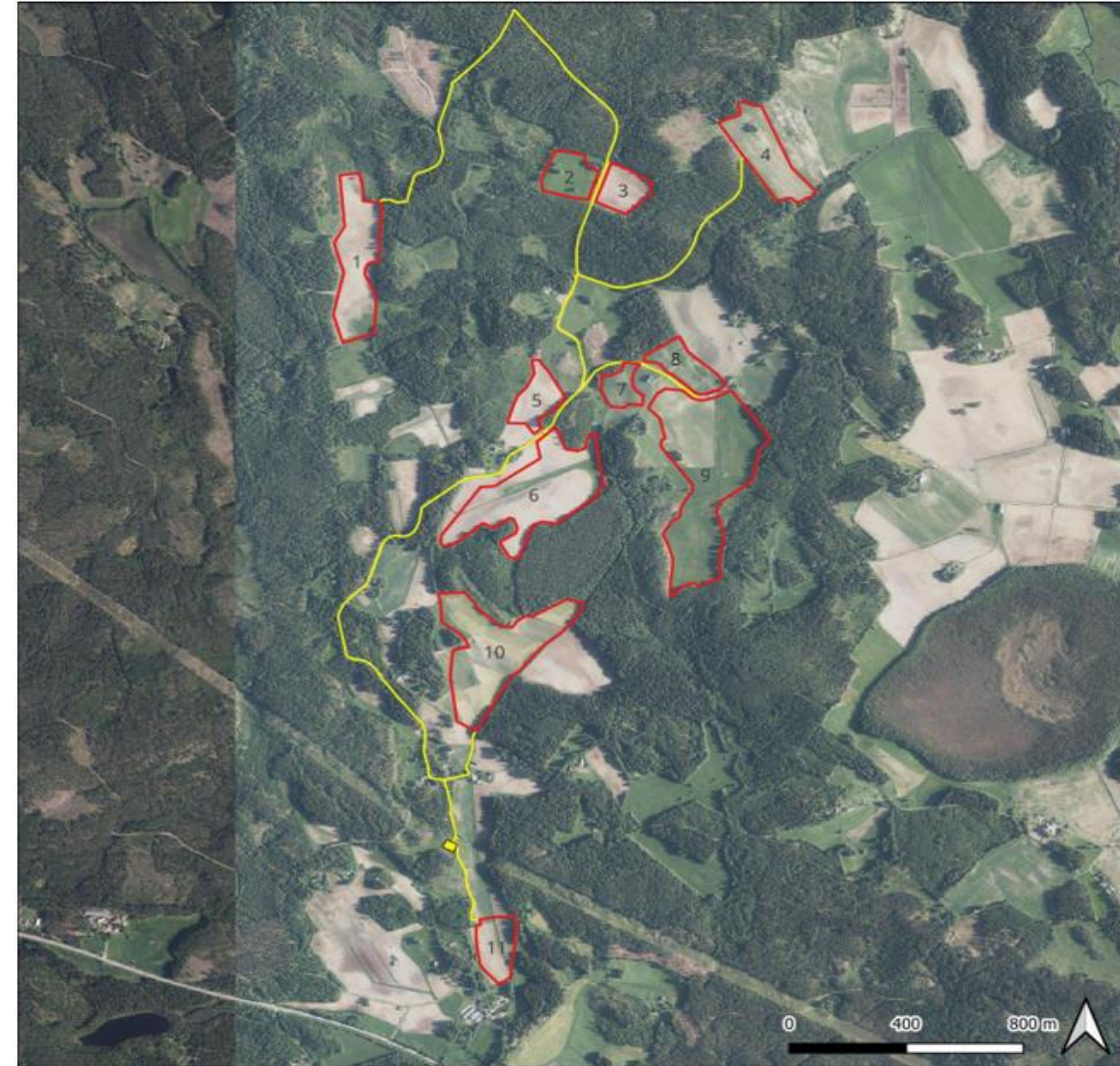
Invertterien määrä 110 kpl.

Hankealueen ulkoiset kaapelit ovat yhteensä 6542 m.

Hankealueen sisäiset kaapelit ovat yhteensä 583465 m.

Huoltotien pituus n. 12 km.

Tiedot perustuvat tämän hetkisiin suunnitelmiin ja Tilaajalta saatuihin lähtötietoihin.



Tulostettu 21/03/2024, ML
Ilmakuva © Maanmittauslaitos

 Metsäkulman aurinkovoima-alue
 Alustava maakaapelireitti

 Sähköasema

3. Työn kuvaus

Työn tarkoituksena on laskea suunnitellun aurinkosähkön tuotantoalueen hiilitaselaskelma. Hiilitaselaskelmassa lasketaan koko aurinkovoimalan elinkaaren aikana tuottamat hiilipäästöt.

Kokonaispäästöjä tarkastellaan lisäksi aurinkovoimalan käyttöiän aikana tuotettuun energiaan. Saatua päästökerrointa verrataan kivihiilen, ydinvoiman ja Suomen keskimääräisen sähköntuotantotavan päästökertoimiin. Lisäksi tarkastellaan vuotuista ja käyttöiän aikaista päästövähennystä verrattuna näihin sähköntuotantotapoihin.

Laskelmissa oletetaan aurinkopaneelien olevan kidepaneeleita, jotka on perustettu maanvaraisesti. Paneelien oletetaan olevan asennettu sinkityille terästelineille. Aurinkopaneelien oletetaan olevan huoltovapaita ja oletetaan että paneelit vaihdetaan kerran 50 vuoden laskentajakson aikana.

Muuntamot oletetaan laskelmissa olevan puistomuuntamoita EPD tietojen saatavuuden takia. Muuntamoiden alle oletetaan lisättävän 30 cm paksuinen sorakerros.

Huoltotiet oletetaan sorateiksi, joiden alla on suodatinkangas.

Kaapeleiden oletetaan olevan matala- ja keskijännitemaakaapeleita.

Laskennassa hankealueella ei oleteta tapahtuvan maanmuokkausta.



4. Laskennan rajaukset

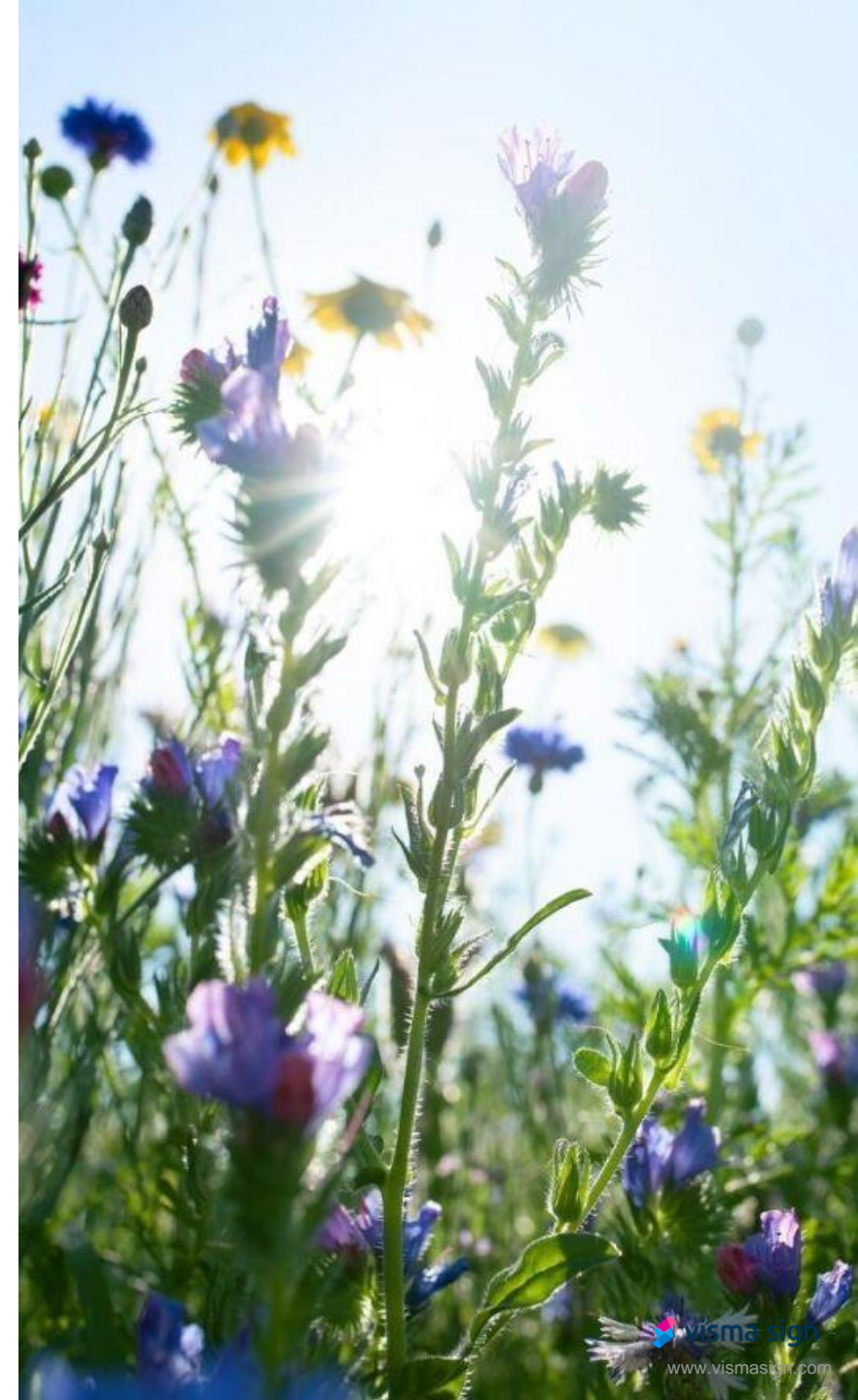
Laskennassa mukana:

- A1-A5 vaiheet
- B4-B5 vaiheet
- C1-C4 vaiheet
- Aurinkopaneelit
- Huoltotiet
- Huoltoteiden alle tuleva suodatinkangas
- Sähkökaapelit
- Invertterit
- Muuntamot
- Muuntamoiden alle tuleva sorapeti
- Aurinkopaneelien terästeline

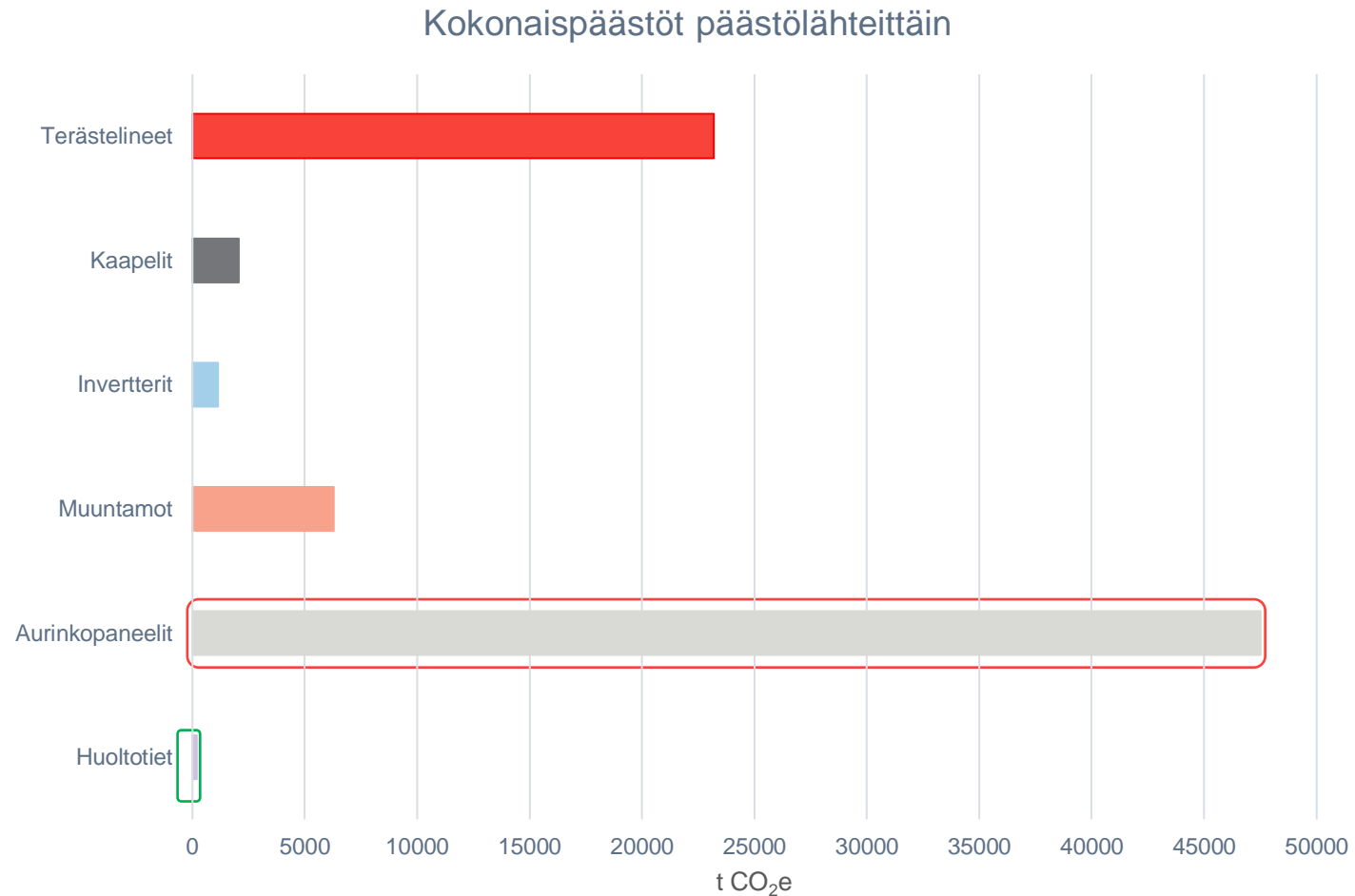
Rajattu pois (ei arvoja ohjelmassa tai ei tarkkoja määriä tiedossa):

- Työmaan päästöt
- Aurinkopaneelien perustukset
- Sähköasema
- Maankäytön muutos (alue rakennetaan peltoalueelle)

Lisäksi tulee huomioida, että laskennan lähtötiedot kuvaavat nykyistä suunnittelutilannetta ja tiedot voivat vielä muuttua. Kaikille laskettaville kohteille ei löydy täysin vastaavaa EPD tietoa OneClick LCA-ohjelmasta, joten näiden kohdalla on muunnettu parhaiten vastaavia kertoimia soveltumaan laskettavaan kohteeseen. Laskelmat sisältävät oletuksia ja epävarmuuksia.



5. Kokonaispäästöjen jakautuminen päästölähteisiin

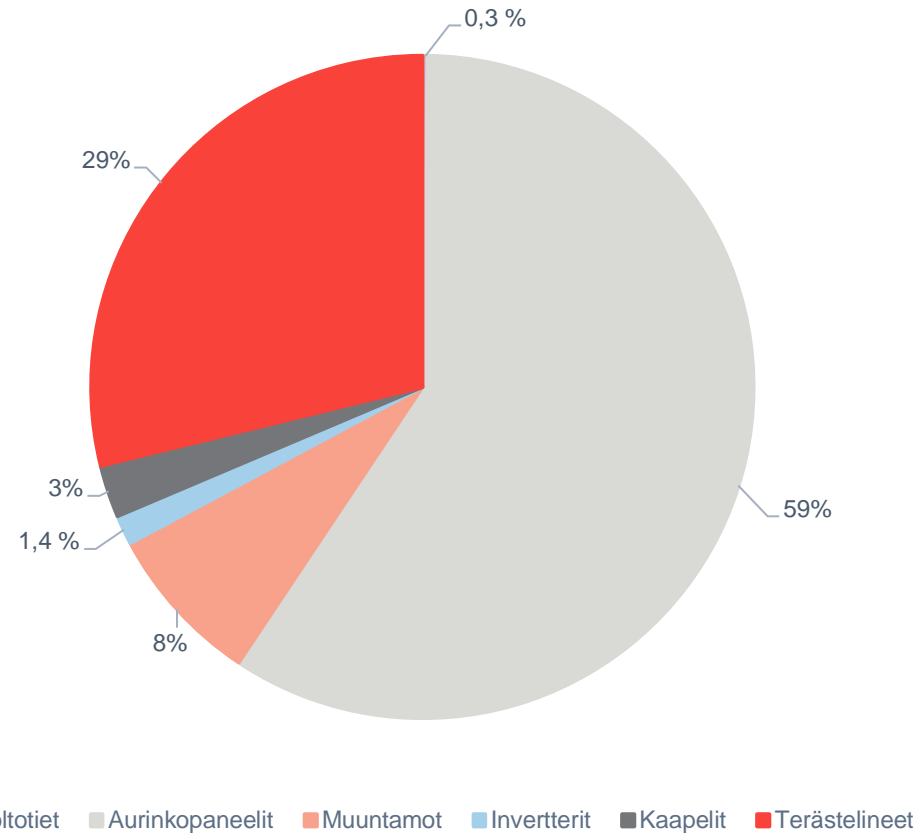


Suurin tulos

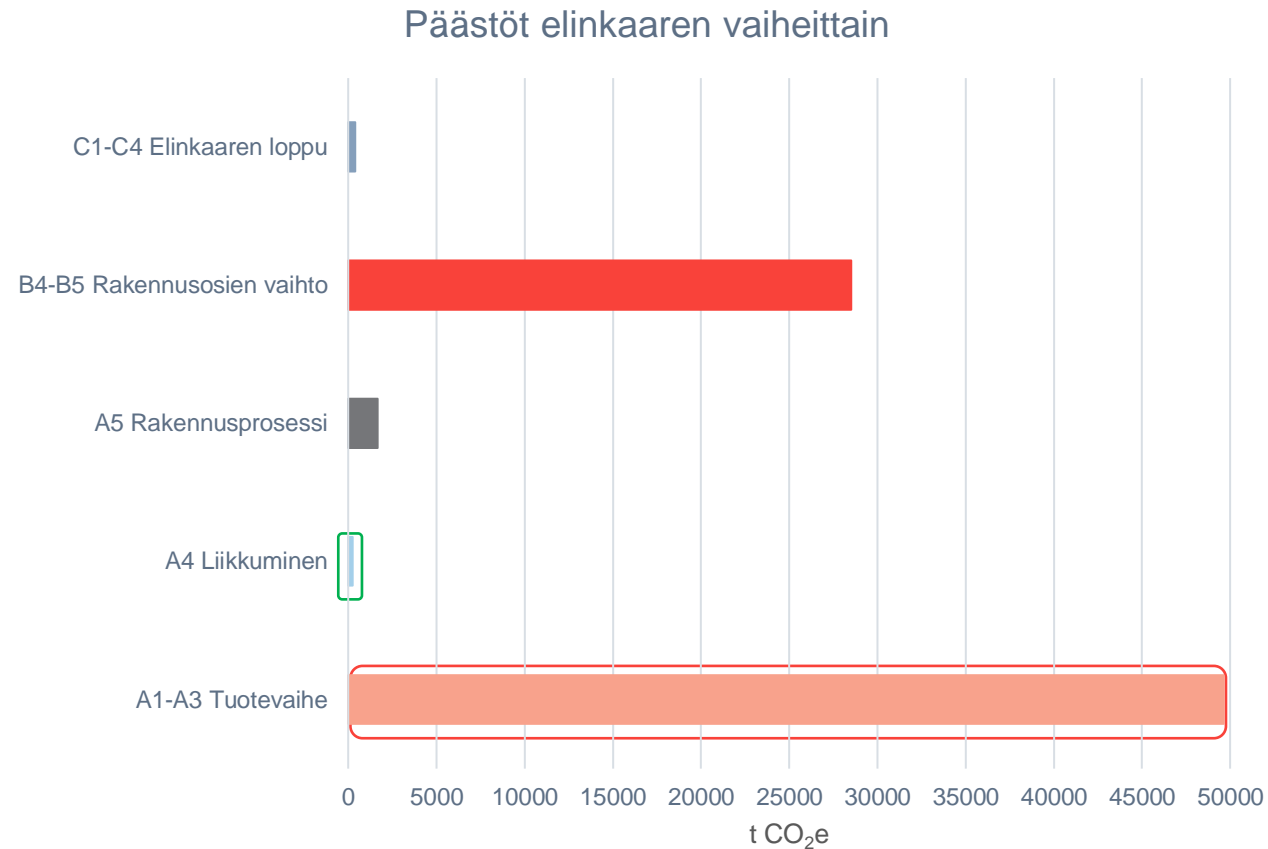
Pienin tulos

5. Hankealueen kokonaispäästöjen jakautuminen kohteittain

Lähteiden päästöjen osuudet kokonaispäästöistä



5. Elinkaaren vaiheiden A1-A5, B4-B5 ja C1-C4 päästöt



Kaavion vaiheiden päästöt eivät sisällä maankäytön muutoksen aiheuttamia päästöjä.

6. Kierrätyksen vaikutukset

Aurinkovoimalan hiilitaselaskelmassa on oletettu aurinkovoimalan käyttöiän päätyttyä materiaalien päätyvän loppusijoitukseen, eikä materiaalia ole päätenyt kiertoon. **Aurinkovoimalan hiilijalanjälkeä voidaan kuitenkin pienentää kierrättämällä materiaalia osana kiertotaloutta.**

Elinkaaren ulkopuolisilla vaikutuksilla (vaihe D) tarkoitetaan mm. kierrätettäviä materiaaleja ja uudelleenkäytettäviä rakennustuotteita, jotka voivat pienentää elinkaaren ympäristövaikutuksia.

Aurinkopaneelit sisältävät mm. lasia, alumiinia, kuparia, piitä ja vähäisiä määriä hopeaa. Piipohjaisten aurinkokennojen materiaalista suurin osa voidaan kierrättää, jota voidaan käyttää esimerkiksi uusien paneelien valmistuksessa. **Aurinkopaneeleilla on pitkä käyttöikä, jonka vuoksi aurinkopaneelien kierrättäminen tulee kokoajan ajankohtaisemmaksi.** Muiden sähkölaitteiden tavoin aurinkopaneelien kierrätys on pakollista. Nykyään aurinkopaneelien kierrätys otetaan lisäksi huomioon jo paneelien suunnittelussa ja valmistuksessa, mikä lisää paneelien materiaalien kierrätysastetta.

Aurinkopaneelit asennetaan sinkityille terästelineille. **Teräs on maailman kierrätetyin materiaali, sillä sitä voidaan kierrättää lähes loputtomiin eikä sen ominaisuudet heikkene kierrätyksessä.** Tällöin teräs voidaan esimerkiksi sulattaa ja käyttää raaka-aineena uusien teräsrakenteiden valmistuksessa.

Kaapelit sisältävät suurimmaksi osaksi metallia, kuten kuparia ja alumiinia. **Kuparin ja alumiinin kierrätys on kannattavaa, sillä sitä voidaan teräksen tapaan kierrättää lähes loputtomiin ilman että sen laatu tai ominaisuudet heikentyvät.**



6. Kierrätyksen ja uudelleenkäytön vaikutus kokonaispäästöihin

Mikäli elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset otetaan huomioon laskelmissa, voidaan tämän hetken kierrätys ja uudelleenkäytettävyyden mahdollisuuksilla vähentää aurinkovoimalan kokonaispäästöjä yhteensä noin **19 950 t CO₂e**.

Tällöin aurinkovoimalan kokonaispäästöt vähenevät noin 25 %.



7. Päästökertoimen vertailu

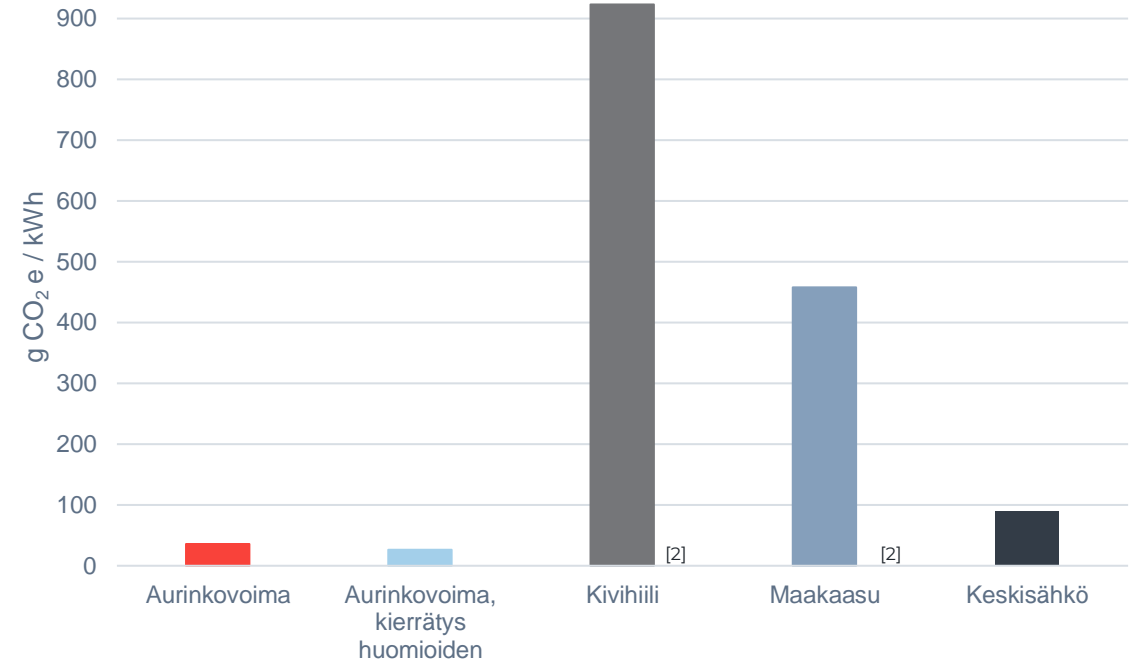
Hankkeen aurinkovoimalla tuotetun kWh:n päästökerroin on laskennan perusteella noin **36 g CO₂e** ja kierrätyksellä saatavalla vähennyksellä huomioiden noin **27 g CO₂e**.

Kivihiilellä tuotetun kWh:n päästökerroin on noin **923 g CO₂e** ja maakaasulla noin **458 g CO₂e**.

Vuonna 2022 Suomen keskimääräisen sähköntuotannon päästökerroin oli **89 g CO₂e**. (Energiavirasto)

Hankkeen aurinkovoimalla tuotetun sähkön kWh päästökerroin on noin 4 % kivihiilellä tuotetun ja noin 8 % maakaasulla tuotetun sähkön päästökertoimesta. Kierrätys huomioiden hankkeen aurinkovoimalla tuotetun sähkön kWh päästökerroin on noin 3 % kivihiilellä tuotetun ja noin 6 % maakaasulla tuotetun sähkön päästökertoimesta.

Vaihtoehtoiset energiantuotantotavat



[2] UNECE. Carbon Neutrality in the UNECE Region: Integrated Life-cycle Assessment of Electricity Sources. 2021. https://unece.org/sites/default/files/2022-04/LCA_3_FINAL%20March%202022.pdf

[3] Energiavirasto. Biomassojen ja biopolttoaineiden kestävyys. <https://energiavirasto.fi/biomassojen-ja-biopolttoaineiden-kestavyys>. Viitattu 26.2.2024.

8. Tulosten tarkastelu

Metsäkulman aurinkovoimalan elinkaaren aikaiset päästöt ovat yhteensä noin **80 410 t CO₂e**. Suurimmat päästöt aiheutuvat aurinkopaneeleista, ja niiden päästöt ovat **47 520 t CO₂e**. Aurinkopaneeleista tulee 59 % hankkeen päästöistä. Hankkeen pienimmät päästöt tulevat huoltoteistä, joiden päästöt ovat **210 t CO₂e** eli noin 0,3 % hankealueen päästöistä.

Elinkaaren eri vaiheita tarkastellessa, havaitaan että suurimmat päästöt aiheutuvat A1 – A3 rakentamisvaiheesta. Rakentamisvaiheen päästöt ovat yhteensä noin **49 630 t CO₂e**. Pienimmät päästöt puolestaan aiheutuvat vaiheessa A4 (kuljetukset) päästöjen ollessa yhteensä noin **250 t CO₂e**.

Hiililaskennan tulokset kuvaavat aurinkovoimalan tämän hetkisiä suunnitelmia ja tulokset ovat suuntaa antavia. Tuloksia voidaan tarkentaa suunnitelmien tarkentuessa.

8. Tulosten tarkastelu

Laskelmien perusteella saadaan Metsäkulman aurinkovoimalalla tuotetun kWh:n päästökertoimeksi **36 g CO₂e**. Kun aurinkovoimalan loppuvaiheen kierrätyksen päästövähennykset otetaan huomioon saadaan tuotetun kWh:n päästökertoimeksi **27 g CO₂e**.

Suomen sähköntuoton keskimääräistä päästökerrointa seuraaville 50 vuodelle ei ole määritetty ja parhaimmillaankin luku olisi tämän hetken paras arvaus. Jos seuraavan 50 vuoden aikana ei tapahtuisi muutosta sähkön tuotantotavoissa ja Suomen sähköntuotannon keskimääräisenä päästökertoimena pysyisi vuoden 2022 päästökerroin (89 g CO₂/kWh) olisi 45 GWh/a:n tuottamisen päästöt vuodessa noin **4 005 t CO₂e** ja 50 vuodessa noin **200 250 t CO₂e**. Jos tämän hankkeen tuottama sähkö korvaisi tuon määrän, olisi **vuodessa hankkeesta saatava päästövähennelmä yhteensä noin 2 385 t CO₂e ja 50 vuoden aikana päästövähennelmä on yhteensä noin 119 250 t CO₂e**. Päästövähennemän kokonaismäärä vastaa 852 394 567 km ajoa henkilöautolla* (noin 21 269 kertaa maapallon ympäri).

Jos huomioidaan hankkeen loppuvaiheen kierrätys, olisi hankkeesta saatava päästövähennelmä vuodessa yhteensä noin 2 790 t CO₂e ja 50 vuodessa noin 139 500 t CO₂e. Päästövähennemän kokonaismäärä vastaa 997 140 814 km ajoa henkilöautolla* (noin 24 881 kertaa maapallon ympäri).

Aurinkovoima edistää vihreää siirtymää ja vähentää tarvetta uusiutumattomalle energialle, ja toteutuessaan hanke tuottaa merkittävät päästövähennemät.

*<https://www.openco2.net/fi/co2-muunnin>

9. Huomioita ja johtopäätöksiä

Laskennan tulokset ovat tässä vaiheessa hanketta suoritettuina karkeita arvioita, mutta saatuja tuloksia on verrattu kirjallisuudesta löytyviin päästölaskelmiin ja vertailun perusteella saadut arvot ovat oikean suuntaisia.

Mahdollisia keinoja vähentää/vaikuttaa päästöihin:

- Vähähiilisten materiaalien käyttäminen (teräs, betoni)
- Uusiomateriaalien käyttäminen (esim. betonimurske huoltoteissä)
- Kuljetusmatkojen optimointi
- Materiaalien kierrätyksen optimointi



Työn laskentaan ja raportointiin osallistuivat :

Rosa Manninen, Julia Lehtimäki (WSP Finland Oy)



QA :Sanna Hodju (WSP Finland Oy)

www.vismasign.com

20.6.2024 WSP Finland Oy

Elektronisk signatur / Elektronisk signatur / Elektronisk signatur / Elektronisk signatur / Elektronisk signatur

<https://sign.visma.net/ii/document-check/580d3ac8-45ac-4525-9996-faaf002d4c35>

SIGNATURES**ALLEKIRJOITUKSET****UNDERSKRIFTER****SIGNATURER****UNDERSKRIFTER**

This documents contains 17 pages before this page

Dokumentet inneholder 17 sider før denne siden

Tämä asiakirja sisältää 17 sivua ennen tätä sivua

Dette dokument indeholder 17 sider før denne side

Detta dokument innehåller 17 sidor före denna sida

authority to sign

representative

custodial

asemavaltuus

nimenkirjoitusoikeus

huoltaja/edunvalvoja

ställningsfullmakt

firmateckningsrätt

förvaltare

autoritet til å signere

representant

foresatte/verge

myndighed til at underskrive

repræsentant

frihedsberøvende