

Kouvola Takamaan aurinkovoimalan hiilitaselaskelma

Ilmatar Solar Development Oy

13.10.2023 WSP Finland Oy, päivitetty 28.8.2024



Sisältö

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



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).
Hiilivarasto	Hiilen määrä, joka on sitoutuneena esimerkiksi puuhun tai muuhun biomassaan, eikä siis ole vapaana ilmakehässä.
Hiilinielu	Prosessi, toiminta tai mekanismi, joka poistaa kasvihuonekaasua, kasvihuonekaasun ensiastetta tai aerosolia ilmakehästä.
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

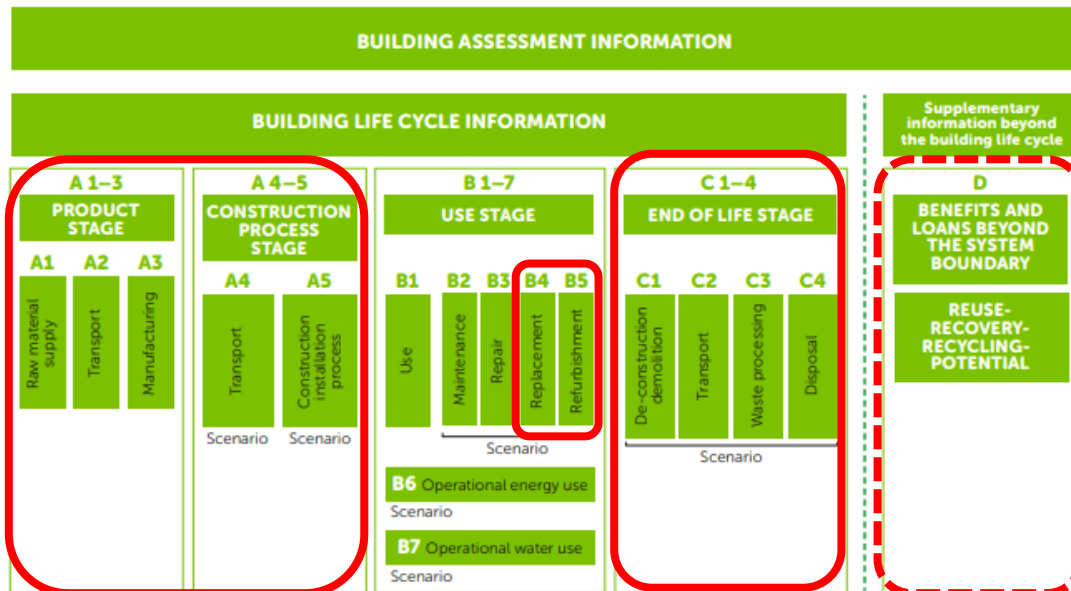
Työn tilaajana on Ilmatar Solar Development Oy.

Laskenta on tehty hankkeen suunnittelutarveratkaisuhakemuksen 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: C1 purkaminen, C2 jätteiden 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. Maankäytön muutoksista aiheutuneet hiilipäästöt on laskettu metsiin sitoutuneen hiilen mukaan.

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



2. Hankkeen tiedot

Hankealueen pinta-ala 159,42 ha.

Aurinkovoimalan maksimiteho 156 MWp.

Aurinkovoimalan vuosituotanto noin 158 GWh.

Voimalan käyttöiän oletetaan olevan 40 vuotta.
Aurinkopaneeleita ei vaihdeta voimalan käyttöiän aikana.

Aurinkopaneelien määrä 216 944 kpl.

Muuntamoiden määrä 14 kpl.

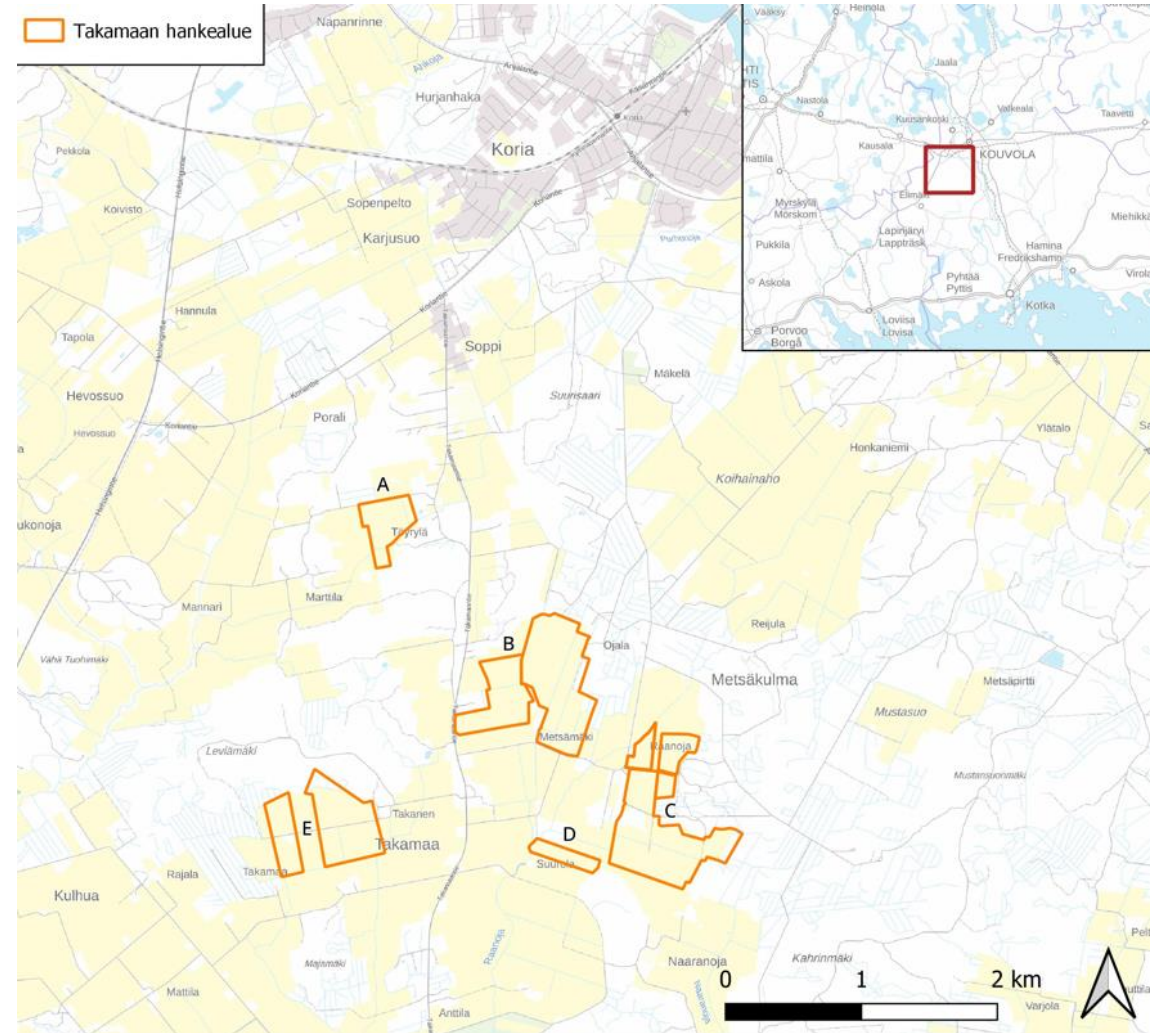
Invertterien määrä 280 kpl.

SVE1 vaihtoehdossa sähkönsiirtokaapelin pituus on 7,8 km ja SVE2 vaihtoehdossa sähkönsiirtokaapelin pituus on 8,9 km. Raportissa on tarkasteltu molempia vaihtoehtoja ja niiden eroja sivulla 16. tulosten tarkastelu.

Hankealueen sisäisten kaapelien pituus noin 388 km.

Huoltotien pituus 1,8 km.

Tiedot perustuvat tämän hetkisiin suunnitelmiin ja Tilaajalta saatuihin lähtötietoihin.



Tulostettu 07/08/2024, ML.

Pohjakartta @ Maanmittauslaitos

3. Työn kuvaus

Työn tarkoituksena on laskea suunnitellun aurinkosähkön tuotantoalueen hiiliaselaskelma. Hiiliaselaskelmassa lasketaan koko aurinkovoimalan elinkaaren aikana tuottamat hiilipäästöt. Laskelmissa huomioidaan hankealueella sijaitsevien metsien kaataminen, joka huomioidaan hiiliaselaskennassa alueelta poistuvana hiilivarastona sekä aurinkovoimalan elinkaaren ajalta menetettävänä hiilinieluna.

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

Laskelmissa oletetaan aurinkopaneelien olevan kidepaneeleita, jotka on perustettu maanvaraisesti. Paneelien oletetaan olevan asennettu sinkityille terästelineille. Aurinkopaneelien oletetaan olevan huoltovapaita.

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, muuten kuin puuston kaatamisen osalta.



4. Laskennan rajaukset

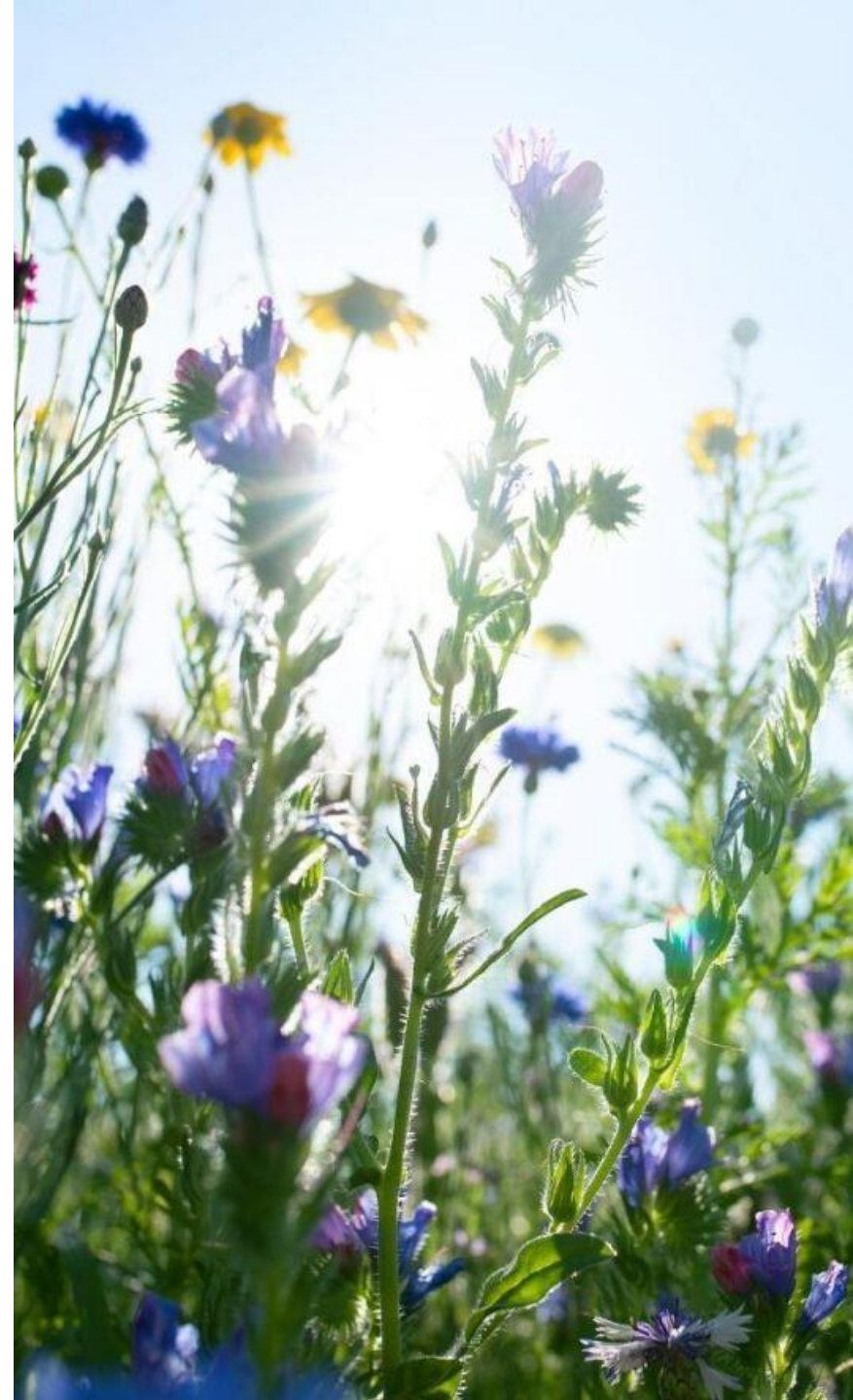
Laskennassa mukana:

- A1-A5 vaiheet
- B4-B5 vaiheet
- C1-C4 vaiheet
- Aurinkopaneelit
- Huoltotiet
- Huoltoteiden alle tuleva suodatinkangas
- Sähkökaapelit
- Invertterit
- Muuntamot
- Muuntamoiden alle tuleva sorapeti
- Metsien kaataminen (hiilivarasto ja hiilinielu)
- Aurinkopaneelien terästeline

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

- Työmaan päästöt
- Aurinkopaneelien perustukset
- Sähköasema

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



5. Maankäytön muutos

Aurinkovoimalan hankealue sijoittuu osittain metsäalueelle ja laskelmassa oletetaan, että alueella sijaitsevat metsät kaadetaan rakentamisen tieltä. Hiilitaselaskennassa metsän kaataminen alueelta otetaan huomioon poistuvana hiilivarastona sekä aurinkovoimalan elinkaaren ajalta menetettävänä hiilinieluna.

Hiilivaraston arvioinnissa oletetaan hiiltä vapautuvan ilmakehään se määrä, mitä metsään on varastoitunut sen kasvuaikana. Laskelmassa ei huomioida kaadettavan puuston mahdollista hyötykäyttöä. Hiilinielun arvioinnissa oletetaan hiiltä sitoutuvan se määrä, mitä aurinkovoimalan elinkaaren aikana kasvavaan puustoon sitoutuisi. Tämän arvioinnissa käytetään lähtötietoina maakuntakohtaisia keskimääräisiä puuston kasvukertoimia. Laskelmassa oletetaan puuston kasvavan vuosittain kasvukertoimen mukaan.

Hiilinielun ja -varaston muutoksen keskeiset lähtötiedot on esitetty viereisessä taulukossa. Metsiä koskevat tiedot on saatu Luonnonvarakeskuksen metsätilastollisesta vuosikirjasta. Puuston sitoma hiilidioksidi on laskettu puulajien keskimääräisellä kuiva-tuoretiheydellä.



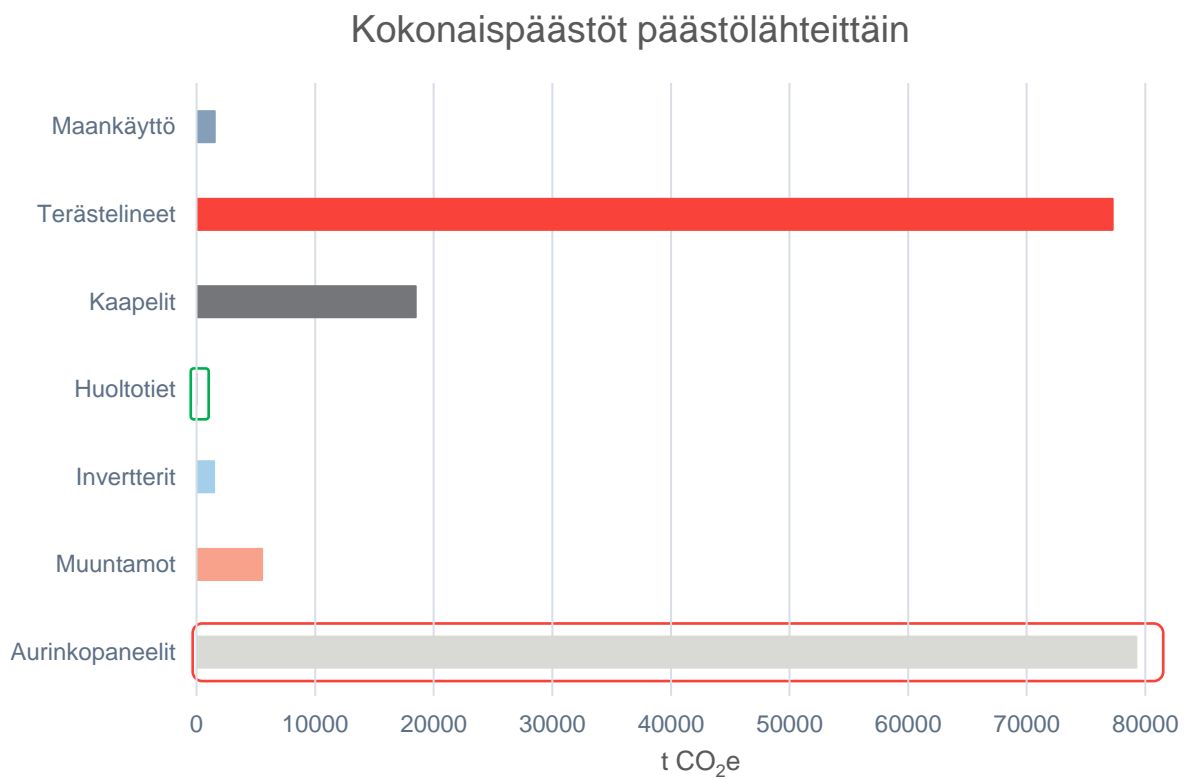
Tulostettu 28/08/2024, ML
Lähteet: Metsät (Metsävarakuvio): Metsähallitus
Pohjakartta © Maanmittauslaitos

Kouvolan Takamaan hankealue..

Maankäytön muutoksen lähtötiedot.

Muuttuja	Arvot
Hankealueen pinta-ala (ha)	159,42
Kaadettavan puuston pinta-ala (ha)	8,08
Puuston keskitilavuus alueella (m ³ /ha) ^[1]	157
Puuston keskikasvu (m ³ /ha/a) ^[1]	1,85
Puuston kuiva-tuoretiheys (kg/m ³) ^[1]	451
Hiilen osuus puun kuiva-aineksesta	50 %
Hiilen osuus hiilidioksidista	27 %
Puuston sitoma hiilidioksidi (tCO ₂ /m ³)	0,824

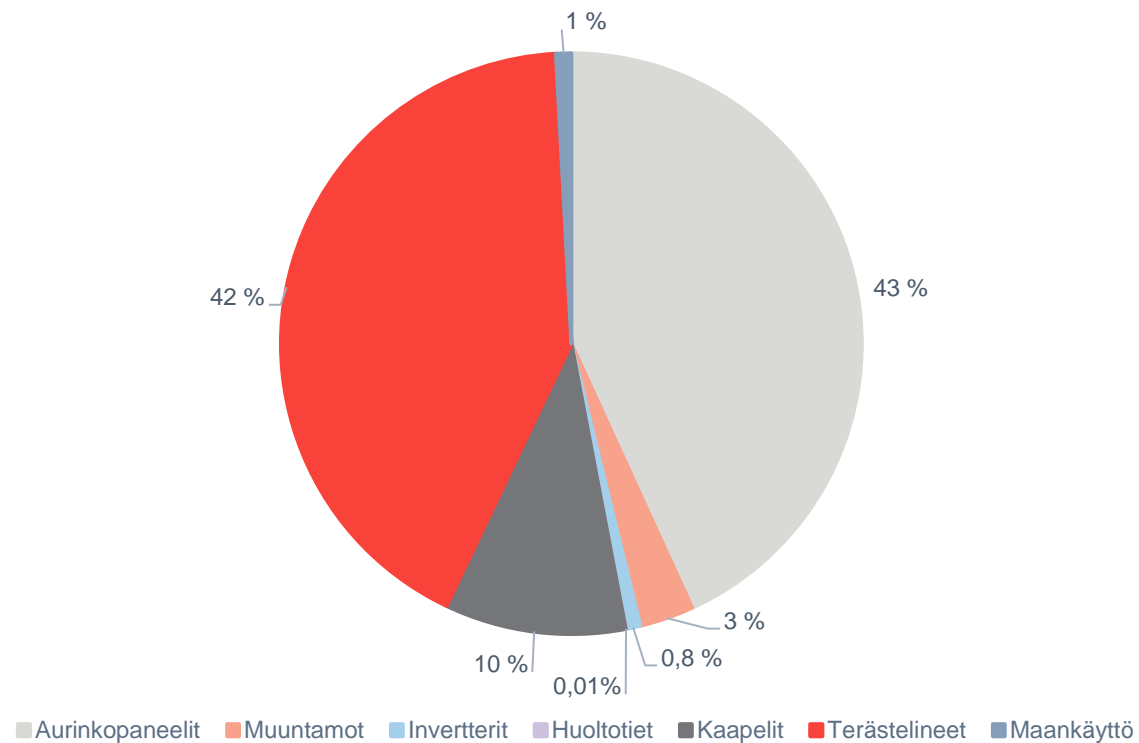
6. Kokonaispäästöjen jakautuminen päästölähteisiin



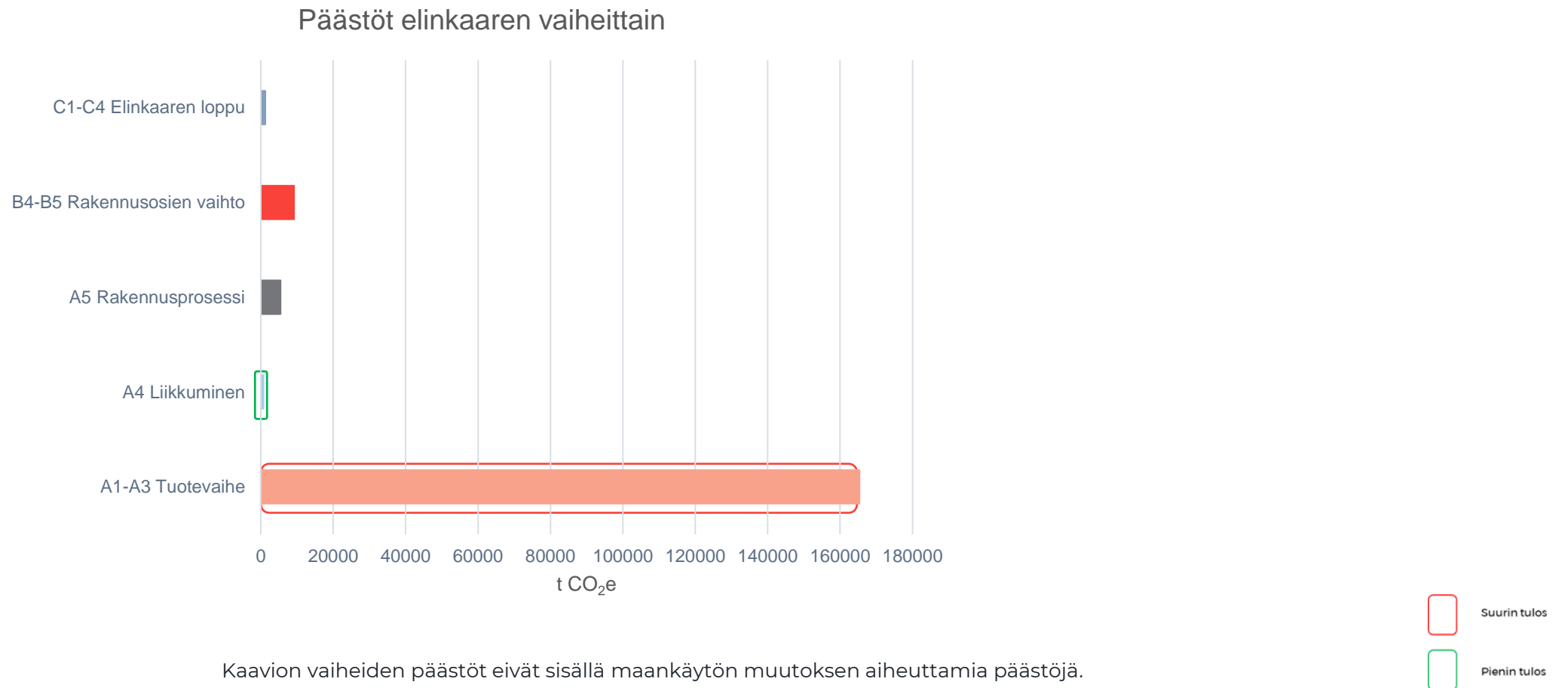
Suurin tulos
Pienin tulos

6. Kokonaispäästöjen jakautuminen kohteittain

Lähteiden päästöjen osuudet kokonaispäästöistä



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



7. Kierrätyksen vaikutukset

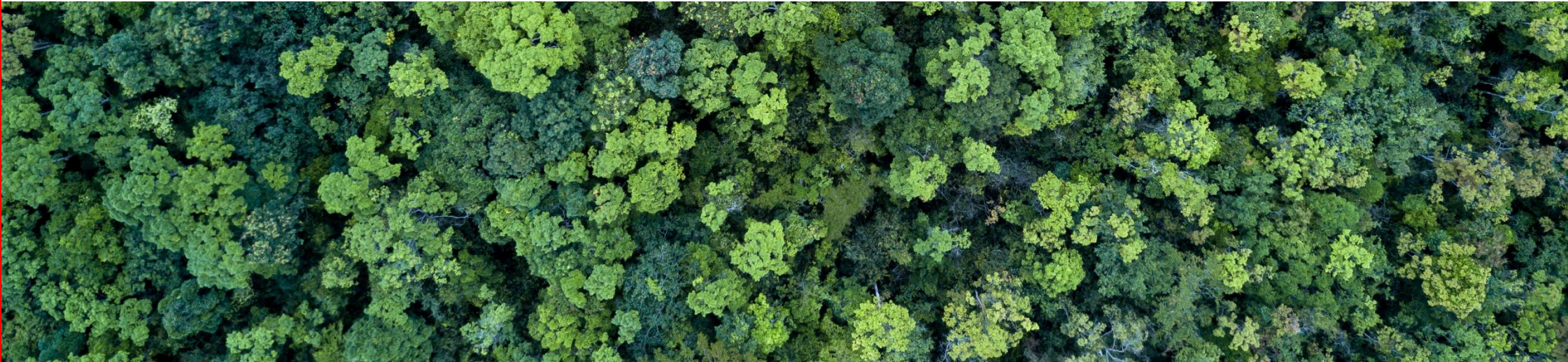
Aurinkovoimalan hiilitaselaskelmassa on oletettu aurinkovoimalan käyttöiän päätyttyä materiaalien päätyvän loppusijoitukseen, eikä materiaalia ole päätynyt kiertoon. **Aurinkovoimalan hiilijalanjälkeä voidaan kuitenkin pienentää kierrättämällä materiaalia osana kiertotaloutta.**

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 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.** Tällä hetkellä aurinkopaneelien kierrätys on kuitenkin hieman haasteellista, mutta kehitteillä on jatkuvasti uusia tutkimuksia ja innovaatioita. Nykyään aurinkopaneelien kierrätys otetaan lisäksi huomioon jo paneelien suunnittelussa ja valmistuksessa, mikä lisää paneelien materiaalien kierrätysastetta.

Aurinkopaneelit asennetaan sinkityille terästelaineille. **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.**



7. Kierrätyksen ja uudelleenkäytön vaikutus kokonaispäästöihin

Mikäli elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset otetaan huomioon laskelmissa, voidaan tämän hetken kierrätys ja uudelleenkäytettävyyden mahdollisuuksilla vähentää aurinkovoimalan kokonaispäästöjä noin **54 250 t CO₂e**.

Tällöin aurinkovoimalan kokonaispäästöt vähenevät noin 29 %.



8. Päästökertoimen vertailu

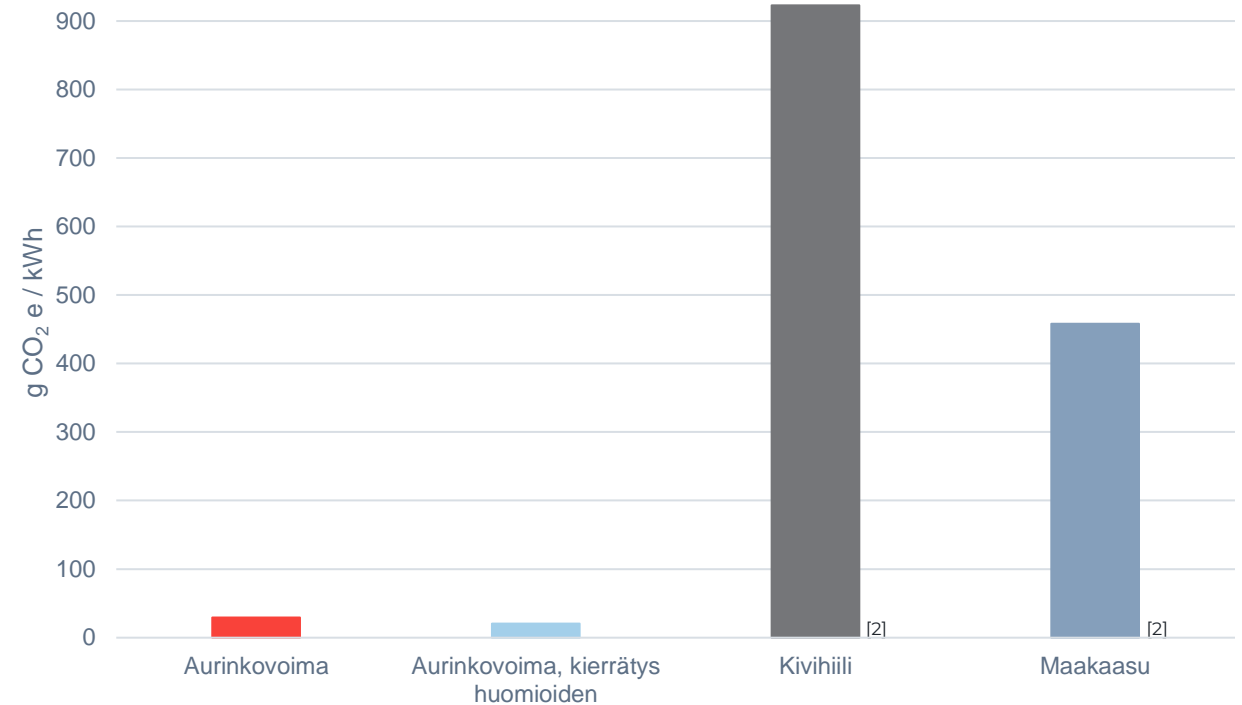
Hankkeen aurinkovoimalla tuotetun kWh:n päästökerroin on laskennan perusteella noin **29 g CO₂e** ja kierrätyksellä saatavalla vähennyksellä huomioiden noin **20 g CO₂e**.

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 3 % kivihiilellä tuotetun ja noin 6 % maakaasulla tuotetun sähkön päästökertoimesta. Kierrätys huomioiden hankkeen aurinkovoimalla tuotetun sähkön kWh päästökerroin on noin 2 % kivihiilellä tuotetun ja noin 4 % 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

9. Tulosten tarkastelu

Takamaan aurinkovoimalan VE2 -vaihtoehdossa elinkaaren vaiheiden A1-A5, B4-B5 ja C1-C4 aikaiset päästöt ovat yhteensä noin **182 512 t CO₂e**. VE1 -vaihtoehdossa päästöt ovat hieman pienemmät, ja tässä vaihtoehdossa nämä päästöt ovat yhteensä **181 956 t CO₂e**.

Elinkaaren eri vaiheita tarkastellessa havaitaan, että suurimmat päästöt aiheutuvat A1 – A3 rakentamisvaiheesta. Rakentamisvaiheen päästöt ovat yhteensä noin **165 341 t CO₂e VE2-vaihtoehdossa. VE1-vaihtoehdossa** päästöt puolestaan ovat **165 294 t CO₂e**. Pienimmät päästöt puolestaan aiheutuvat vaiheessa A4 (kuljetukset) päästöjen ollessa yhteensä noin **740 t CO₂e molemmissa vaihtoehdoissa**. Elinkaaren eri vaiheiden päästöissä ei ole huomioitu maankäytön muutoksesta aiheutuneita päästöjä.

Sekä VE1- että VE2-vaihtoehdoissa hankkeen suurimmat päästöt aiheutuvat aurinkopaneeleista, ja niiden päästöt ovat **79 251 t CO₂**. Aurinkopaneeleista tulee 43 % hankkeen päästöistä. Hankkeen pienimmät päästöt tulevat huoltoteistä, joiden päästöt ovat **18 t CO₂e** eli noin 0,01 % hankealueen päästöistä.

Hankkeen kokonaispäästöt ovat VE2-vaihtoehdossa yhteensä **183 654 t CO₂e** ja VE1-vaihtoehdossa yhteensä **183 468 t CO₂e**. Kokonaispäästöihin on laskettu mukaan maankäytön päästöt, joihin kuuluvat alueelta poistuva hiilivarasto (metsän kaataminen) sekä aurinkovoimalan elinkaaren ajalta menetettävä hiilinielu. Maankäytön kokonaispäästöt ovat yhteensä koko hankealueella noin **1 549 t CO₂e**, hiilivaraston poistumisen päästöjen ollessa noin **1 053 t CO₂e** ja hiilinielun poistumisen päästöjen ollessa noin **496 t CO₂e**. Maankäytön muutoksen osuus kokonaispäästöistä on noin **1 %**.

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

9. Tulosten tarkastelu

Laskelmien perusteella saadaan hankkeen aurinkovoimalalla tuotetun kWh:n päästökertoimeksi **29 g CO₂e**. Kun aurinkovoimalan loppuvaiheen kierrätyksen päästövähennykset otetaan huomioon saadaan tuotetun kWh:n päästökertoimeksi **20 g CO₂e**.

Sähköntuoton keskimääräistä päästökerrointa seuraaville 40 vuodelle ei ole määritetty ja parhaimmillaankin luku olisi tämän hetken paras arvaus. Jos seuraavan 40 vuoden aikana ei tapahtuisi muutosta sähkön tuotantotavoissa ja Suomen sähköntuotannon keskimääräisenä päästökertoimena pysyisi vuoden 2022 päästökerroin (89 g CO₂/kWh) olisi 158 GWh/a:n tuottamisen päästöt vuodessa noin **14 060 t CO₂e** ja 40 vuodessa noin **562 480 t CO₂e**. Jos tämän hankkeen tuottama sähkö korvaisi tuon määrän, olisi **vuodessa hankkeesta saatava päästövähennemä noin 9 470 t CO₂e ja 40 vuoden aikana noin 378 920 t CO₂e**. Kokonaismäärä vastaa 2 708 506 075 km ajoa henkilöautolla* (noin 67 586 kertaa maapallon ympäri).

Jos huomioidaan hankkeen loppuvaiheen kierrätys olisi hankkeesta saatava päästövähennemä vuodessa noin 10 830 t CO₂e ja 40 vuodessa noin 433 170 t CO₂e. Kokonaismäärä vastaa 3 096 283 059 km ajoa henkilöautolla* (noin 77 260 kertaa maapallon ympäri).

Hankealueelta kaadetaan metsää, joka vähentää alueen hiilivarastoa ja hiilinielua. Aurinkovoima kuitenkin edistää vihreää siirtymää ja vähentää tarvetta uusiutumattomalle energialle, koska toteutuessaan hanke tuottaa merkittävät päästövähennykset.

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

10. 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 hankkeen päästöihin:

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

