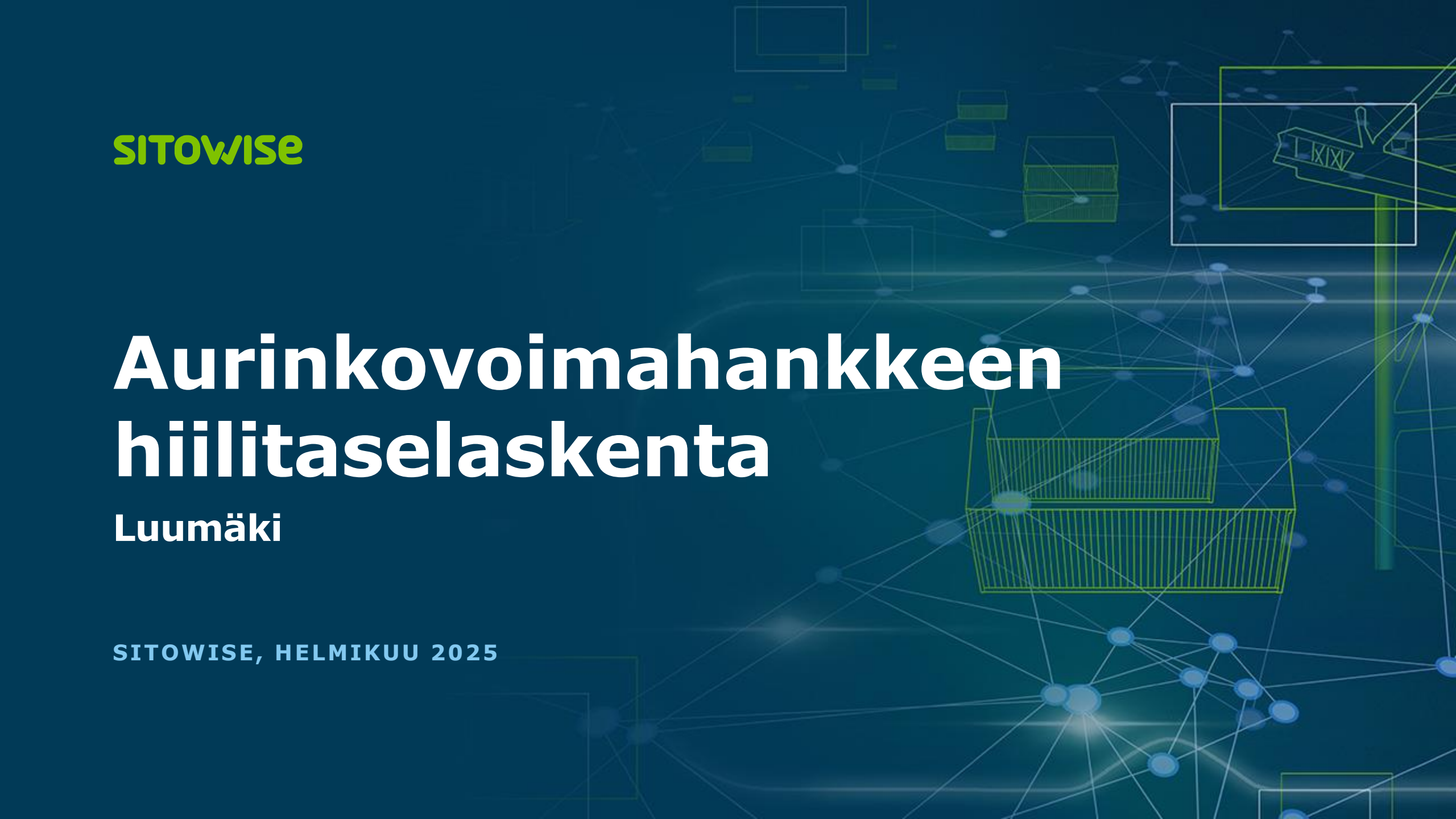




SITOWISE

Aurinkovoimahankkeen hiilitaselaskenta

Luumäki

SITOWISE, HELMIKUU 2025

Sisällysluettelo

Keskeiset käsitteet	3
Johdanto	4
Laskennan rajaukset	5
Lähtötiedot ja oletukset	6
Kohteen lähtötiedot	7
Laskennan tulokset	8-10
Johtopäätökset	11



Keskeiset käsitteet

Elinkaariarviointi (Life cycle assessment, LCA)	Menetelmä tuotteen tai palvelun koko elinkaaren aikaisten ympäristövaikutusten analysointiin ja arviointiin.
Hiilidioksidiekvivalentti (CO ₂ -ekv.)	Hiilijalanjäljen yksikkö. Eri kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävä vaikutus muunnettuna hiilidioksidin vastaavaksi vaikutukseksi ilmakehässä.
Hiilijalanjälki (päästö)	Hankkeen elinkaariset negatiiviset ilmastovaikutukset muunnettuna hiilidioksidiekvivalenteiksi.
Hiilikädenjälki (vältetty päästö)	Hankkeen aiheuttamat elinkaariset positiiviset ilmastohyödyt muunnettuna hiilidioksidiekvivalenteiksi.
Hiilinielu	Maaperän ja kasvillisuuden hiilivaraston vuosittainen kasvu.
Hiilivarasto	Kasvillisuuteen ja maaperään varastoitunut hiili.

Johdanto

Luumäelle on suunnitteilla aurinkovoimahanke, ja aluetta ollaan asemakaavoittamassa. Hankealueen koko on noin 75 hehtaaria. Aurinkovoimahankkeesta aiheutuu ilmastovaikutuksia koko aurinkovoimalan elinkaaren ajalta. Hankkeen ilmastovaikutuksia kuvataan niin kutsutulla hiilitaselaskennalla, jossa arvioidaan sekä hankkeesta aiheutuvat kielteiset että myönteiset ilmastovaikutukset. Tässä raportissa esitetään Luumäen aurinkovoimahankkeen tuotantoalueen hiilitaselaskelma.

Hiilitaseella tarkoitetaan tässä yhteydessä elinkaariarviointiin perustuvaa laskelmaa tuotantoalueen elinkaaren aikaisista ilmastovaikutuksista, jotka voidaan jakaa kolmeen luokkaan:

1) Materiaalit ja rakentaminen

- Materiaalien valmistus ja kuljetus, alueen rakentaminen ja käytöstä poisto

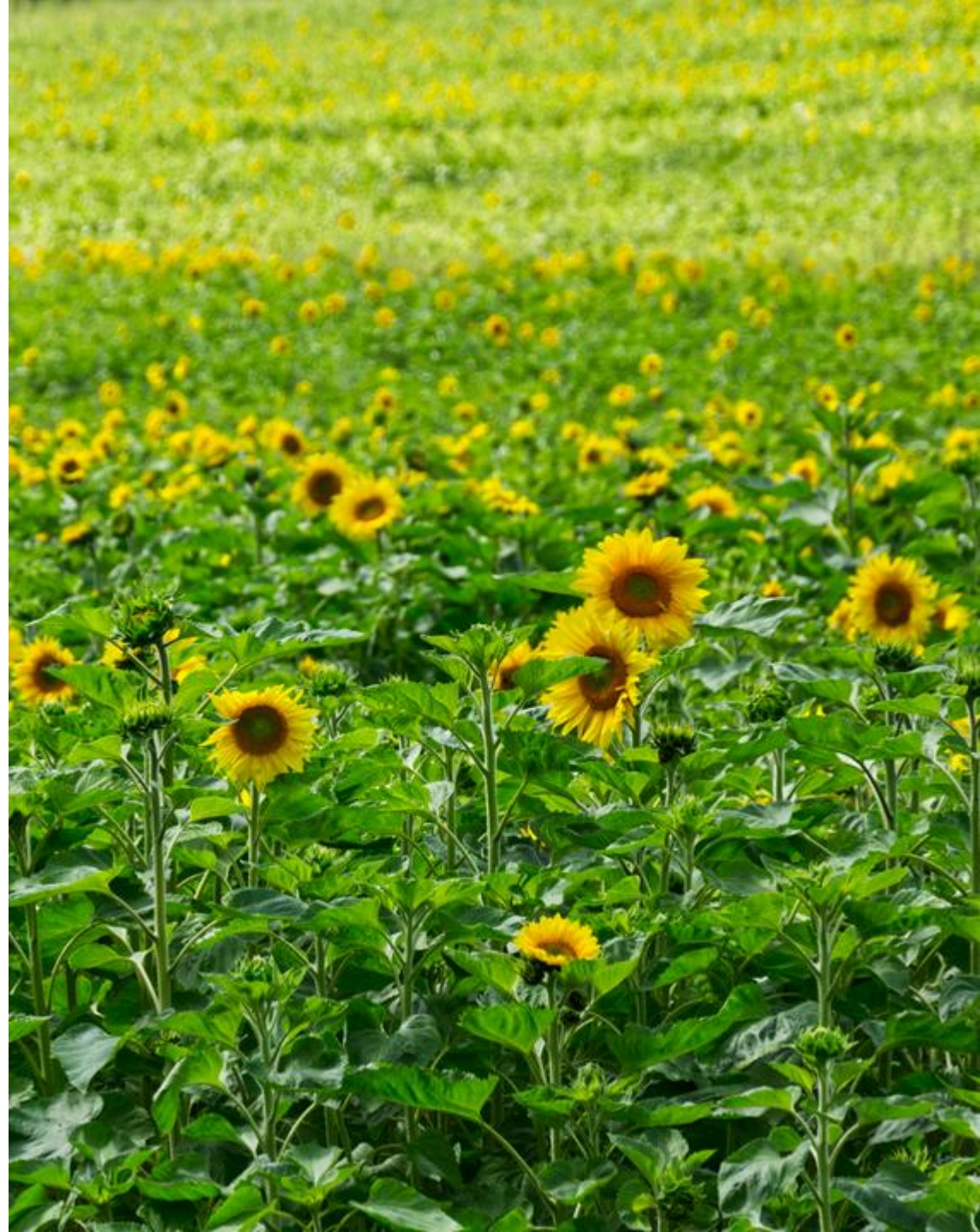
2) Maankäytön muutos

- Vaikutukset alueen puuston hiilinieluun ja -varastoon

3) Tuotantoalueen tuottama sähkö

- Aurinkosähkön ilmastovaikutukset päästöintensiivisemmän sähkön korvaajana

Luokat 1 ja 2 tuottavat negatiivisia ja luokka 3 positiivisia ilmastovaikutuksia.



Laskennan rajaukset

Laskentaan sisällytettävät päästötekijät

- Rakenteet (aurinkopaneelit, asennusrakenteet)
- Sähkönsiirto (sähkönsiirtoasemat, invertterit, muuntajat, tasa- ja vaihtovirtakaapelit, maadoituskaapelit, maakaapelointi)
- Uusien teiden rakennus
- Hankkeen myötä poistuvat hiilivarastot ja -nielut

Laskennan ulkopuolelle jäävät päästötekijät

- Tuotantoalueen ulkopuolinen sähkönsiirto

A1	Raaka-aineiden hankinta
A2	Kuljetus valmistukseen
A3	Valmistus
A4	Kuljetus aurinkopaneelikentälle
A5	Toiminnot aurinkopaneelikentällä
B1	Käyttö
B2	Kunnossapito
B3	Korjaus
B4	Osien vaihto
B5	Laajamittaiset korjaukset
B6	Energian käyttö
B7	Veden käyttö
C1	Purkaminen
C2	Purkuvaiheen kuljetukset
C3	Loppukäsittely
C4	Loppusijoitus

D Energia- tai materiaalihyvitykset

Lähtötiedot ja oletukset

- Laskennan tulokset kuvaavat parhaita mahdollisia arvioita päästövaikutuksista, mitä tässä hankevaiheessa pystytään tuottamaan. Toteutettu laskenta on suunnitteluvaiheen kartoitus, joka on toteutettu niillä lähtötiedoilla ja sillä tarkkuudella, mitä tarkastellusta hankkeesta on tällä hetkellä saatavilla.
- Laskennassa tunnistettiin merkittävimmät päästötekijät ja koottiin hankkeen suunnittelutiedot esimerkiksi alueelle suunnitellusta paneelien lukumäärästä. Suunnittelutiedot saatiin Tilaajan täyttämästä lähtötietolomakkeesta. Siltä osin kuin suunnittelutietoja ei ollut saatavissa, hyödynnettiin esimerkiksi vastaavien hankkeiden keskimääräisiä tietoja, julkaistuja tutkimuksia, Ihku-laskentapalvelua sekä asiantuntija-arvioita.
- Päästökerrointietojen osalta hyödynnettiin luotettavista, laajasti hyödynnetyistä lähteistä (mm. infrarakentamisen päästötietokanta, Ecoinvent-elinkaariarvioinnin tietokanta jne.) saatavia geneerisiä tietoja. Tarkempien päästökerrointietojen hyödyntäminen on suunnitteluvaiheen laskennassa haasteellista ja usein epätarkoituksenmukaista.
- Metsän hiilivaraston ja -nielujen menetystä on arvioitu Suomen Ympäristökeskuksen Hiilikartta-työkalun avulla, jolla voidaan arvioida maankäytön suunnitelmien aiheuttaman muutoksen maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastoon.
- Hankkeen tuottaman sähkön oletetaan korvaavan sähköntuotantoa Euroopan tasolla. Tämä siksi, että Suomi on osa Euroopan yhteisiä sähkömarkkinoita. Aurinkovoimalla tuotetun energian oletetaan korvaavan Suomessa tuotetun sähkön tarvetta, mikä puolestaan vapauttaa Pohjoismaissa tuotettua uusiutuvaa sähköä Euroopan markkinoille, jolloin fossiilisilla polttoaineilla tuotetun sähkön tuotantotarve pienenee. Aurinkoenergialla korvattavan sähköntuotannon polttoainejakaumaksi on oletettu: 29 % hiili / 36 % ydinvoima / 35 % maakaasu.

Kohteen lähtötiedot

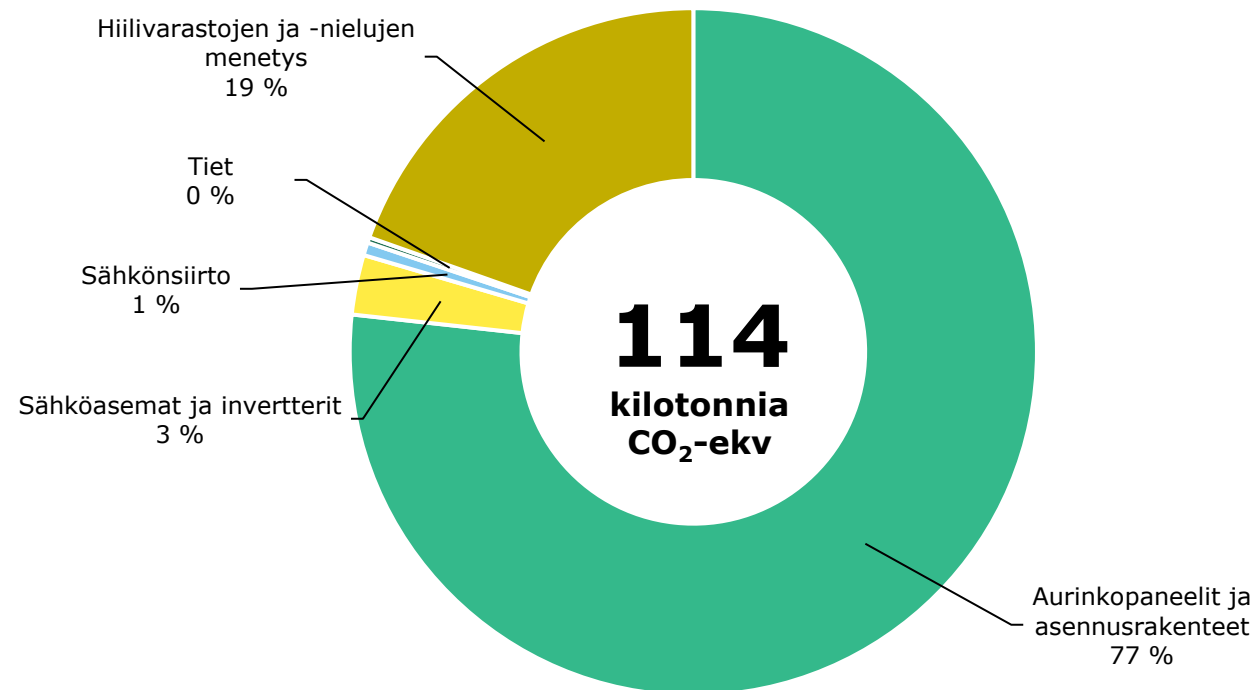
Tarkastellun aurinkopuiston oletetaan tuottavan energiaa 30 vuoden ajan. Alla olevaan taulukkoon 1 on koottu laskennan kannalta merkittävimpiä lähtötietoja.

Taulukko 1. Laskennan kannalta merkittävät lähtötiedot.

Luumäen aurinkovoimahanke	
Paneelialueen koko	58,8 ha
Hankkeen koko elinkaaren aikana sähköverkkoon tuottama energia (30 vuotta)	1 505 GWh
Yksikidepaneelien lukumäärä ja teho	82 200 kpl / 640 W _p
Invertterien lukumäärä ja teho	118 kpl / 350 kW
Tasavirtakaapelien (DC) ja vaihtovirtakaapeleiden (AC) pituus	939 690 m / 14 550 m
Uudet sorapäälysteiset tiet	5 500 m
Maakaapelikaivannon pituus ja kaapelikaivantoon asennettava maakaapelien määrä (tuotantoalueen sähkönsiirto)	3 100 m / 3 kpl
Korvatun sähköntuotannon päästökerroin	425 g CO ₂ -ekv/kWh

Laskennan tulokset

- Hankkeen elinkaaren aikaiset päästöt ovat **114 kilotonnia hiilidioksidiekvivalenttia**.
- Päästöt koostuvat pääosin aurinkopaneelien ja asennusrakenteiden valmistuksesta (77 prosenttia). Seuraavaksi eniten päästöjä aiheutuu hankkeen myötä menetettävistä hiilinieluista ja -varastoista (19 prosenttia).
- Käyttövaiheessa aurinkovoiman katsotaan olevan päästötöntä, lukuun ottamatta esim. satunnaisia huoltokäyntejä ja mahdollisia osien vaihtoja.
- Uusiutuvan energian tuotannolla **potentiaaliset vältetyt päästöt ovat hankkeen elinkaaren aikana noin 526 kt CO₂-ekv.**, kun oletetaan, että hankkeen tuottama sähkö korvaisi eurooppalaista sähköntuotantoa.
- Hankkeen yhden vuoden aikana vältetyt päästöt vastaavat 125 miljoonan kilometrin ajoa keskimääräisellä bensiinikäyttöisellä henkilöautolla.
- Laskennan tulokset päästötekijöittäin ja elinkaarenvaiheittain esitetään raportin sivulla 10 taulukoissa 2 ja 3.



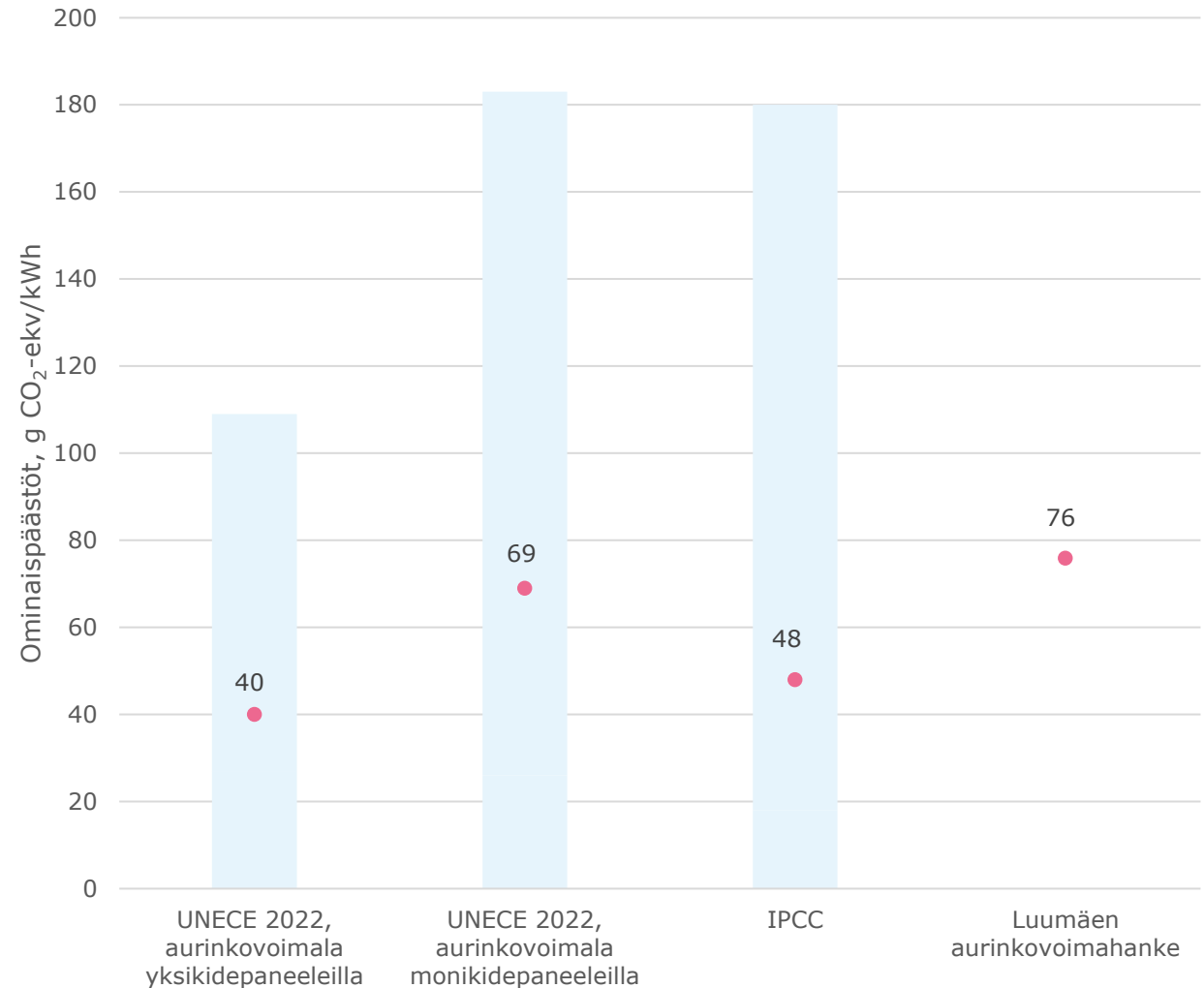
Kuva 1. Hankkeen elinkaaren aikana aiheutuvat päästöt.

Hankkeen ominaispäästöt

Oheisessa kuvassa on esitetty kansainvälisesti toteutettujen aurinkovoimahankkeiden ominaispäästöjen vaihteluvälejä, sekä Luumäen hankkeen ominaispäästö. Pisteet kuvaavat keskiarvoja.

Hankkeen ominaispäästöt:

Elinkaaren aikaiset päästöt tuotettua energiaa kohden ovat **75,9 g CO₂-ekv/kWh**.



Kuva 2. Tarkastellun hankkeen tuloksen vertailu vastaavien kansainvälisesti toteutettujen hankkeiden tuloksiin.

Laskennan tulokset

Taulukko 2. Hankkeen elinkaaren aikana aiheutuvat päästöt jaoteltuna päästötekijöittäin.

Päästötekijä	Yksikkö	
Aurinkopaneelit ja asennusrakenteet	t CO ₂ -ekv/elinaika	87 634
Sähköasemat ja invertterit	t CO ₂ -ekv/elinaika	3 208
Sähkönsiirto	t CO ₂ -ekv/elinaika	691
Tiet	t CO ₂ -ekv/elinaika	296
Hiilivarastojen menetys	t CO ₂ -ekv/elinaika	20 009
Hiilinielujen menetys	t CO ₂ -ekv/elinaika	2 364
Yhteensä	t CO₂-ekv/elinaika	114 201

Taulukko 3. Hankkeen elinkaaren aikana aiheutuvat päästöt jaoteltuna elinkaarenvaiheittain.

Elinkaaren vaihe	Yksikkö	
Valmistus (A1-A3)	t CO ₂ -ekv/elinaika	86 343
Kuljetus ja asennus (A4-A5)	t CO ₂ -ekv/elinaika	2 753
Käyttö (B)	t CO ₂ -ekv/elinaika	0
End of Life (C)	t CO ₂ -ekv/elinaika	2 733
Hiilivarastojen menetys	t CO ₂ -ekv/elinaika	20 009
Hiilinielujen menetys	t CO ₂ -ekv/elinaika	2 364
Yhteensä	t CO₂-ekv/elinaika	114 201

Johtopäätökset

- Suurin osa päästöistä syntyy tuotantovaiheessa, erityisesti aurinkopaneelimateriaalien ja asennusrakenteiden osalta. Myös hankkeen myötä menetetyt hiilinielut ja –varastot ovat merkittäviä päästöjen kannalta.
- Pitkä käyttöikä ja suuri sähköntuotanto vähentävät elinkaaren aikaisia suhteellisia päästöjä.
- Uusiutuvan energian tuotannolla vältetyt päästöt kuvaavat hankkeella potentiaalisesti saavutettavaa päästösäästöä. Jos hankkeella tuotettu sähkö tuotettaisiin vaihtoehtoisilla tuotantomuodoilla (hiili / ydinvoima / maakaasu), olisivat sähköntuotannosta aiheutuneet elinkaariset päästöt silloin noin 640 kt CO₂-ekv. Kyseinen päästö vältetään tämän aurinkovoimahankkeen myötä.
- Aurinkovoimahankkeesta itsestään aiheutuvat elinkaariset päästöt ovat noin 114 kt CO₂-ekv. Kun tämä vähennetään vaihtoehtoisen sähköntuotannon päästöistä, saadaan hankkeen elinkaariseksi päästösäästökseksi noin 526 kt CO₂-ekv.
- Hankkeen on arvioitu tuottavan sähköä 30 vuoden aikana. Vuodessa päästösäästöä saavutetaan noin 18 kt CO₂-ekv., joka vastaa noin 125 miljoonan kilometrin autoilun päästöjä (keskimääräinen bensiinikäyttöinen henkilöauto). Vertailutiedon laskennassa taustatietona on hyödynnetty OpenCO2net Oy:n tuottamaa tietoa (Lähde: <https://www.openco2.net/fi/co2-muuntimen-lahtotiedot>).

