

Vastaanottaja

Fortum Renewables Oy

Asiakirjatyyppi

Hiilitaselaskenta

Päivämäärä

22.4.2025

Pennalan aurinkovoimahankkeen elinkaaren hiilitaselaskelma

Ramboll Finland Oy



Pennalan aurinkovoimahankkeen elinkaaren hiilitaselaskelma

Ramboll Finland Oy

Projekti **Pennalan aurinkovoiman osayleiskaava**
Projekti nro **1510086092-002**
Vastaanottaja **Fortum Renewables**
Asiakirjatyyppi **Hiilitaselaskelma**
Päivämäärä **07.03.2025**
Laatija **Annika Grönvall**
Tarkastaja **Pia Kautonen**
Kuvaus **Elinkaaren hiilitaselaskelma**

Ramboll
Kansikatu 5B
33100 TAMPERE

P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
<https://www.ramboll.com/fi-fi/>

Sisältö

1.	Johdanto	2
2.	Laskelman lähtökohdat ja arviointimenetelmät	2
3.	Hankkeen liittyminen ilmastotavoitteisiin	4
4.	Aurinkovoiman elinkaaren vaiheet ja ilmastovaikutukset	5
4.1	A1-A3: Tuotevaihe	5
4.2	A4-A5: Rakentamisvaihe	6
4.3	B: Käyttövaihe	7
4.4	C1-C4: Elinkaaren loppuvaihe	7
4.5	D: Potentiaaliset hyödyt ja haitat	7
5.	Johtopäätökset ja epävarmuustekijät	8
6.	Lähteet	10

1. Johdanto

Fortum Renewables Oy suunnittelee Orimattilaan aurinkoenergian tuotantoa kaava-alueelle. Kaavoituksen tavoitteena on mahdollistaa aurinkovoimalan rakentaminen enintään noin 270 hehtaarin (ha) suuruiselle alueelle. Suunnittelualueen kokonaispinta-ala on noin 650 ha. Aurinkovoimalan teho olisi noin 220 megawattia (MWp), ja arvioitu vuosituotanto noin 280 gigawattituntia (GWh).

Aurinkopaneelit sijoittuvat pääosin peltomaille sekä joiltakin osin metsäisille alueille. Suunnittelualueelle sijoittuva luonnonympäristö on pääosin ihmisen voimakkaasti käsittelemää talousmetsää. Alueelle rakennetaan lisäksi tarvittava huoltotiestö ja sisäinen sähkönsiirto sekä maakaapelilla toteutettava liityntä sähköasemalle.

Tämän raportin tarkoituksena on arvioida aurinkovoimahankkeen hiilitasetta koko sen elinkaaren ajalta niiden tietojen pohjalta, jotka ovat tässä suunnitteluvaiheessa käytettävissä. Hiilitaseselvityksellä pyritään tunnistamaan ja laskennallisesti arvioimaan hankkeen eri vaiheisiin liittyvät hiilidioksidipäästöt sekä syntyvät ilmastohyödyt. Selvityksen tuloksena saadaan kokonaiskuva hankkeen ilmastovaikutuksista.

Arvioinnin epävarmuustekijät liittyvät laskennassa käytettyihin oletuksiin ja päästökertoimiin. Todellisuudessa päästökertoimet tai hankkeen rakennusvaiheen sekä tuotantovaiheen jälkeiset toimintatavat saattavat erota paljonkin käytetyistä arvoista ja oletamuksista. Laskennassa saadut arviot ovat suuntaa antavia, sillä lopulliset toimintatavat ja päästökertoimet varmistuvat vasta hankkeen myöhemmissä vaiheissa.

2. Laskelman lähtökohdat ja arviointimenetelmät

Aurinkovoima on uusiutuva energiatuotantomuoto, jonka tuotantovaiheessa ei synny suoria kasvihuonekaasupäästöjä. Tarkasteltaessa koko aurinkovoiman elinkaarta, päästöjä kuitenkin syntyy tuotantovaiheen ulkopuolisissa elinkaaren vaiheissa.

Aurinkovoiman elinkaaren ilmastovaikutukset koostuvat pääosin tuotantoketjun eri vaiheiden aiheuttamista kasvihuonekaasupäästöistä sekä maankäytön muutoksista. Merkittävimmät päästöt syntyvät aurinkopaneelien valmistuksessa, erityisesti raaka-aineiden louhinnassa, paneelien tuotannossa ja kuljetuksissa. Mikäli aurinkopaneelien tuotantoalueelta poistetaan puustoa, kasvillisuutta ja/tai maa-aineksia, hiilivaraston ja -nielun osuudet vähenevät.

Aurinkovoimasta muodostuu myös merkittävä myönteinen vaikutus. Aurinkovoimalla tuotetun päästöttömän energian voidaan olettaa korvaavan fossiilisilla polttoaineilla tuotettua energiantuotantomuotoja. Tätä vaikutusta kutsutaan päästövähennyspotentialiksi. Vaikutus pienenee sitä mukaan, kun tuotantorakenteesta poistuu fossiilisilla polttoaineilla tuotetut energiantuotantomuodot. Lopulta vaikutusta ei synny, kun tuotantorakenteessa ei enää ole korvattavia energiantuotantomuotoja. Aurinkovoimalan käyttöiän aikana tuotettu päästötön sähkö edesauttaa alueellisten ja valtakunnallisten ilmastotavoitteiden saavuttamista sekä vastaa kasvavaan sähkön kysyntään.

Pennalan aurinkovoimalan hiilitaselaskelmassa sovelletaan elinkaariarviointi eli LCA (life cycle assessment) -laskentaa. LCA laskennan tarkoituksena on huomioida tuotteen tai prosessin koko

elinkaaren aikaiset ympäristövaikutukset. LCA-laskennan toteuttamisen tueksi on laadittu kansainvälisen standardointijärjestön ISO:n 14040-sarjan standardit. Elinkaarilaskennan yhtenä tarkastelun kohteena ovat muodostuvat ilmastovaikutukset, joihin myös tässä raportissa keskitytään. Vaikutus esitetään tavallisesti hiilidioksidiekvivalentteina (CO₂e), joka kuvaa vaikutusta ilmaston lämpenemiseen (global warming potential, GWP).

Tehty selvitys perustuu tämän hetken suunnittelun tietoihin, saatavilla oleviin yleisiin päästökertoimiin ja laskennassa tehtyihin oletuksiin (kuvattu kappaleessa 4). Tehty laskenta rajattiin aurinkopaneelimoduulien sekä aurinkopaneelien telineiden ympärille. Lisäksi huomioitiin hankealueen uusien ja parannettavien teiden rakentaminen, puuston poistuma aurinkovoimaloiden tuotantoalueilta ja tuotannosta muodostuvat positiiviset ilmastovaikutukset. Sähkön siirtoon liittyvät ratkaisut sekä maaperän muutokset on rajattu tämän selvityksen ulkopuolelle.

Laskennan lähtötietoina käytettiin Fortumin toimittamia hankekohtaisia tietoja sekä elinkaaren aikaisia päästökertoimia, jotka ovat saatavilla avoimista tietokannoista (Suomen ympäristökeskus 2025a). Käytetyt lähtötiedot ja päästökertoimet esitetään seuraavissa taulukoissa (Taulukko 2-1, Taulukko 2-2).

Taulukko 2-1. Hankkeen lähtötiedot.

Muuttuja	Arvo
Aurinkovoimalan teho	220 MWp
Paneelin yksikköteho	600–700 MWp
Arvioitu vuosituotanto	280 GWh
Tuotantoalueen pinta-ala	270 ha
Huoltotiet	Uudet huoltotiet: 12,8 km Parannettavat huoltotiet: 2,1 km
Paneelimoduulit	1134x2382 mm 25 kg/moduuli 412 898 kpl
Käyttöikä	30 vuotta
Poistuvan puuston pinta-ala	91,2 ha
Puuston keskitilavuus Päijät-Hämeessä	168,8 m ³ /ha
Puuston hiilinieluvaikutus	4,7 tCO ₂ /ha/vuosi
Yksi kuutio puuta varastoi	0,75 tCO ₂

Taulukko 2-2. Päästökertoimet CO₂data (Suomen ympäristökeskus 2025a) palvelusta.

Toiminto	Päästökerroin
Aurinkovoimaloiden valmistamisen päästökerroin	10,79 kgCO ₂ e/kg
Telineiden valmistuksen päästökerroin:	
teräs	4,6 kgCO ₂ e/kg
alumiini	3,1 kgCO ₂ e/kg
betoni	0,3 kgCO ₂ e/kg

Laivakuljetus	44,9 gCO ₂ e/tkm
Maantiekuljetus: päästökerroin täysi	49,59 gCO ₂ e/tkm
päästökerroin 80 % täysi	57,71 gCO ₂ e/tkm
päästökerroin tyhjä	1244,53 gCO ₂ e/km
Huoltotien rakentamisen päästökerroin	66,66 tCO ₂ e/km
Aurinkovoimaloiden jätteenkäsittely	0,5 kgCO ₂ e/kg
Aurinkovoimaloiden kierrätyksestä saatavat hyödyt uudelleenkäyttö ja kierrätys	-0,51 kgCO ₂ e/kg
Aurinkovoimaloiden kierrätyksestä saatavat hyödyt poltto	-0,02 kgCO ₂ e/kg
Telineiden jätteenkäsittely:	
alumiini	0,002 kgCO ₂ e/kg
teräs	0,002 kgCO ₂ e/kg
betoni	0,006 kgCO ₂ e/kg
Telineiden kierrätyksestä saatavat hyödyt uudelleenkäyttö ja kierrätys:	
alumiini	-3,5 kgCO ₂ e/kg
teräs	-1,3 kgCO ₂ e/kg
betoni	-0,022 kgCO ₂ e/kg

3. Hankkeen liittyminen ilmastotavoitteisiin

Suomen tavoitteena on olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä ja ensimmäinen fossiilivapaa hyvinvointiyhteiskunta. Keskeisenä keinona tavoitteen saavuttamiseksi 1.7.2022 astui voimaan uudistettu ilmastolaki (423/2022), joka sisältää uudet päästövähennystavoitteet vuosille 2030, 2040 ja 2050. Lain tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 60 prosenttia vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 1990 tasoon. Lisäksi tavoitteena on vähentää päästöjä 80 prosenttia vuoteen 2040 mennessä ja 90 prosenttia vuoteen 2050 mennessä. Suomen ilmastolain mukainen suunnittelujärjestelmä sisältää pitkän aikavälin ilmastosuunnitelman, keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman ja sopeutumissuunnitelman, sekä erillisen energia- ja ilmastostrategian.

Päijät-Hämeen maakunnassa syntyvät päästöt vuoden 2023 ennakkotiedon mukaan olivat 940 000 t CO₂e, josta noin 34 % syntyi liikenteestä. Orimattilan kaupungin osalta vuoden 2023 ennakkotiedon päästöt olivat noin 116 400 t CO₂e, josta suurimmat päästölähteet olivat maatalous (34 %) ja liikenne (28 %). Alueelliset päästötiedot eivät sisällä päästöhyvityksiä, päästökauppaan kuuluvien teollisuuslaitosten polttoaineiden käyttöä, teollisuuden sähkönkulutusta, teollisuuden jätteiden käsittelyn päästöjä eikä kuorma-, paketti- ja linja-autojen läpiajoliikennettä. (Suomen ympäristökeskus 2025b)

Päijät-Hämeen energiantuotanto on viime vuosina kehittynyt kohti kestävämpiä ratkaisuja, sillä useampia aurinko- ja tuulivoimahankkeita suunnitellaan maakunnan alueelle. Alueella on edelleen potentiaalia lisätä uusiutuvan energian osuutta. Tällä hetkellä maakunnassa ei ole merkittävää tuulivoimatuotantoa. (Päijät-Hämeen liitto 2025) Lahden Kymijärvi II -voimalaitos on maailman ensimmäinen kaasutukseen perustuva voimalaitos, joka käyttää polttoaineenaan kierrätettyä

jätettä, tuottaen sähköä ja kaukolämpöä (Lahti Energia Oy 2025). Maakunnan tavoitteena on saavuttaa 80 % päästövähennys vuoteen 2030 mennessä vuoden 2007 tasosta (Suomen ympäristökeskus 2025b). Tavoitteen saavuttaminen vaatii merkittäviä päästövähennyksiä ja uusiutuvan energian käytön lisäämistä.

Maailmanlaajuiset ilmastotavoitteet, kuten Pariisin ilmastosopimus, edellyttävät nopeaa siirtymistä kohti päästötöntä energiantuotantoa. Aurinkovoima on keskeinen uusiutuvan energian muoto, joka edistää merkittävästi ilmastotavoitteiden saavuttamista. Se tuottaa sähköä ilman suoria kasvihuonekaasupäästöjä, mikä tekee siitä tehokkaan keinon torjua ilmastomuutosta. Korvaamalla fossiilisia polttoaineita aurinkosähköllä voidaan vähentää energiantuotannon hiilidioksidipäästöjä huomattavasti.

Lisäksi aurinkosähkön kustannukset ovat laskeneet nopeasti viime vuosina, mikä tekee siitä kilpailukykyisen vaihtoehdon fossiilisille polttoaineille. Edullinen ja ympäristöystävällinen sähkö voi vauhdittaa muun muassa teollisuuden ja liikenteen sähköistämistä, jotka ovat olennaisia ilmastopäästöjen vähentämisessä. Samalla aurinkovoima myös vahvistaa energiaomavaraisuutta.

4. Aurinkovoiman elinkaaren vaiheet ja ilmastovaikutukset

Aurinkovoimasta syntyvät päästöt muodostuvat sen koko elinkaaren ajalta. Hiilijalanjälkeen vaikuttavat erityisesti materiaalien valmistus, kuljetukset, rakentaminen, käyttö sekä elinkaaren lopussa tapahtuva purku ja kierrätys. Elinkaaren vaiheet on jaettu elinkaarilaskennan mukaisten vaiheiden A-D (Taulukko 4-1) alle. Seuraavaksi esitellään kustakin vaiheesta muodostuvat ilmastovaikutukset ja laskennassa tehdyt oletukset.

Taulukko 4-1. Elinkaarilaskennan vaiheet

Elinkaaren vaihe	Toiminnot
A1-A3: Tuotevaihe	Raaka-aineen hankinta, kuljetus valmistukseen ja tuotteen valmistus
A4-A5: Rakentamisvaihe	Kuljetus työmaalle, työmaatoiminnot
B: Käyttövaihe	Tuotantovaiheen aikainen kunnossapito ja korjaukset ja osien vaihdot
C1-C4: Elinkaaren loppuvaihe	Purkaminen, kuljetus jatkokäsittelyyn, purkujätteen käsittely, purkujätteen loppusijoitus
D: Potentiaaliset hyödyt ja haitat	Elinkaaren ulkopuolelle jäävät hyödyt tai haitat

4.1 A1-A3: Tuotevaihe

Elinkaaren ensimmäisessä vaiheessa valmistetaan aurinkovoimatuotantoon tarvittavat komponentit. Tuotevaiheessa päästöjä syntyy tarvittavien raaka-aineiden hankinnasta, niiden kuljetuksesta sekä itse komponentin valmistuksesta.

Tuotevaiheessa laskettiin päästöt, jotka muodostuvat aurinkopaneelimoduulien sekä paneelitelineiden valmistuksesta. Päästökertoimena käytettiin CO2data -palvelun päästötietokannan päästökertoimia (Taulukko 2-2). Asennettavien yksikidepaneelimoduulien

määrä on arviolta 412 898. Syntyvät päästöt arvioitiin paneelien painon sekä valmistusvaiheen päästökertoimen avulla.

Paneelitelineille ei löytynyt päästökerrointa julkisista päästötietokannoista, joten paneelitelineiden päästöt laskettiin telineiden pääasiallisten materiaalien (teräs, alumiini ja betoni) päästökertoimien avulla, jotka saatiin CO2data -palvelun rakentamisen ja infrarakentamisen-tietokannoista (Taulukko 2-2). Aurinkovoima-alueelle tarvittavien paneelitelineiden oletettiin koostuvan teräksestä (85 %), alumiinista (5 %) ja betonista (1 %). Telineiden painon oletettiin olevan noin 30 kg/kW (kilowatti). Syntyvät päästöt arvioitiin materiaalien päästökerrointen sekä paneelitelineiden painon avulla.

Tuotevaiheessa muodostuvat aurinkopaneelien ja paneelitelineiden päästöt laskettiin olevan noin 140 850 t CO₂e.

Paneelimuodulien sekä paneelitelineiden lisäksi aurinkovoiman tuotantoalueelle tarvitaan muitakin tarvittavia komponentteja kuten tuotetun sähkönsiirtoon liittyvät maakaapelit, muuntajat ja alueelle rakennettava sähköasema. Näiden komponenttien osalta muodostuvia ilmastovaikutuksia ei otettu huomioon laskennassa, sillä tarkemmat sähkönsiirron suunnitelmat ja tarvittavat määrät selviävät suunnittelun edetessä.

4.2 A4-A5: Rakentamisvaihe

Rakentamisvaiheessa muodostuvat päästöt syntyvät maankäytön muutoksista, tarvittavien komponenttien kuljettamisesta hankealueelle, sekä itse tuotantoalueen rakentamisesta.

Puuston poistuma määritettiin paikkatietoon pohjautuvan Metsäkeskuksen metsävaratiedon kehitysluokkien mukaan. Yhteensä tuotantoalueelta poistetaan noin 91 hehtaaria eri ikäistä puustoa. Puuston tilavuus arvioitiin poistettavan pinta-alan sekä Päijät-Hämeessä sijaitsevan keskimääräisen puuston tilavuuden mukaan (Luonnonvarakeskus 2023). Yhden kuutiometrin puuta oletetaan varastoivan 0,75 tonnia hiilidioksidia. Hehtaari suomalaista metsää sitoo keskimäärin noin 4,7 tonnia hiilidioksidia vuodessa (Stora Enso 2025). Pennalan aurinkovoimahankkeen rakentamisesta muodostuva hiilivaraston poistuma on 11 546 tCO₂. Suunnitellun käyttövaiheen aikana 30 vuoden hiilinielun menetys on yhteensä 12 859 tCO₂.

Puuston lisäksi maankäytön muutokset kohdistuvat maaperään. Aurinkovoimaloiden paneelit voidaan asentaa erilaisten perustusten avulla maahan, jolloin maaperää voidaan tarvittaessa joutua muokkaamaan. Lisäksi maaperää muokataan sähkönsiirtoratkaisujen osalta.

Pohjois-Pohjanmaalle tuotetun aurinkovoimaselvityksen (Ramboll 2025) mukaan tuotantoalueen huoltotien rakentamisen osalta päästöjä muodostuu noin 67 tCO₂e kilometrin matkalta. Parannettavien teiden osalta muodostuvien päästöjen oletettiin olevan noin puolet uuden tien valmistuksen päästöistä. Pennalan aurinkovoimahankkeen osalta uusien ja parannettavien huoltoteiden osalta päästöjä arvioitiin muodostuvan noin 924 tCO₂e.

Aurinkopaneelien ja telineiden kuljetuksista muodostuvat päästöt arvioitiin tarvittavien kuljetusmäärien ja päästötietokannan päästökertoimien mukaan. Paneelien oletettiin toimitettavan laivarahdilla, jonka pituudeksi arvioitiin 10 000 km. Laivamatkan lisäksi paneelien kuljetuksen tuotantoalueelle arvioitiin olevan noin 150 km. Paneelitelineiden oletettiin valmistettavan Suomessa, niiden osalta kuljetusmatkan pituudeksi arvioitiin olevan paneelien tavoin myös 150 km. Yhteen puoliperävaunuyhdistelmäkuljetukseen oletettiin mahtuvan noin 600

paneelia. Telinekuljetusten osalta telineitä oletettiin kuljetettavan yhdessä lastissa noin 15 tonnin edestä. Paneelien ja telineiden osalta kuljetuksia tarvittaisiin yhteensä noin 1168 kuormallista. Rahtilaivan kuljetuksesta muodostui merkittävä osuus kuljetuksen päästöistä niiden ollen 4 635 tCO₂e. Telineiden ja aurinkopaneelien maantiekuljetuksesta muodostuvien päästöjen määrä arvioitiin olevan 357 tCO₂e.

Paneelimoduulien sekä paneelitelineiden lisäksi aurinkovoiman tuotantoalueelle tulee kuljetuksia myös sähkönsiirron toteutukseen liittyvistä komponenteista kuten maakaapeleista, muuntajista ja alueelle rakennettavasta sähköasemasta. Lisäksi rakentamisesta muodostuu päästöjä, kun työkoneita käytetään tuotantoalueen rakentamisessa.

4.3 B: Käyttövaihe

Aurinkovoiman käyttövaiheessa syntyvät päästöt muodostuvat tarvittavista huoltokäynneistä ja tarvittavien osien vaihdosta. Muodostuvat päästöt ovat pieniä verrattuna aurinkovoiman koko elinkaaren aikaisiin päästöihin.

Tuotantovaiheessa muodostuva positiivinen ilmastovaikutus käsitellään kappaleessa 4.5, sillä hyöty on elinkaarilaskennan osalta elinkaaren ulkopuolelle jäävä hyöty.

4.4 C1-C4: Elinkaaren loppuvaihe

Tuotantovaiheen päätyttyä aurinkopaneelit ja telineet puretaan tuotantoalueelta. Päästöjä muodostuu purkamistyössä käytetyn työkoneiden käytöstä, komponenttien kuljetuksesta jatkokäsittelyyn, purkujätteen käsittelystä sekä mahdollisesta jätteen loppusijoituksesta. Aurinkopaneelien kierrätysaste on noin 90–95 %. Telineiden osalta alumiinin ja teräksen kierrätysasteet ovat jopa 95 % ja betonin noin 80 %.

Komponenttien kuljetuksesta jätteenkäsittelyyn muodostuu pieni osa elinkaaren loppuvaiheen päästöistä. Päästöjen oletettiin olevan noin puolet rakennusvaiheen kuljetuksen päästöistä (ei sis. laivakuljetusta).

Paneelien ja telineiden jätteenkäsittelystä muodostuvien päästöjen suuruus selvitettiin paneelien ja telineiden arvioidun massan sekä jätteenkäsittelystä muodostuvien päästökerrointen mukaan (Taulukko 2-2). Telineiden ja paneelien kuljetuksesta jätteenkäsittelyyn ja jätteenkäsittelystä muodostuvat päästöt ovat noin 5 178 tCO₂e, josta merkittävin osuus muodostuu aurinkopaneelien jätteenkäsittelystä.

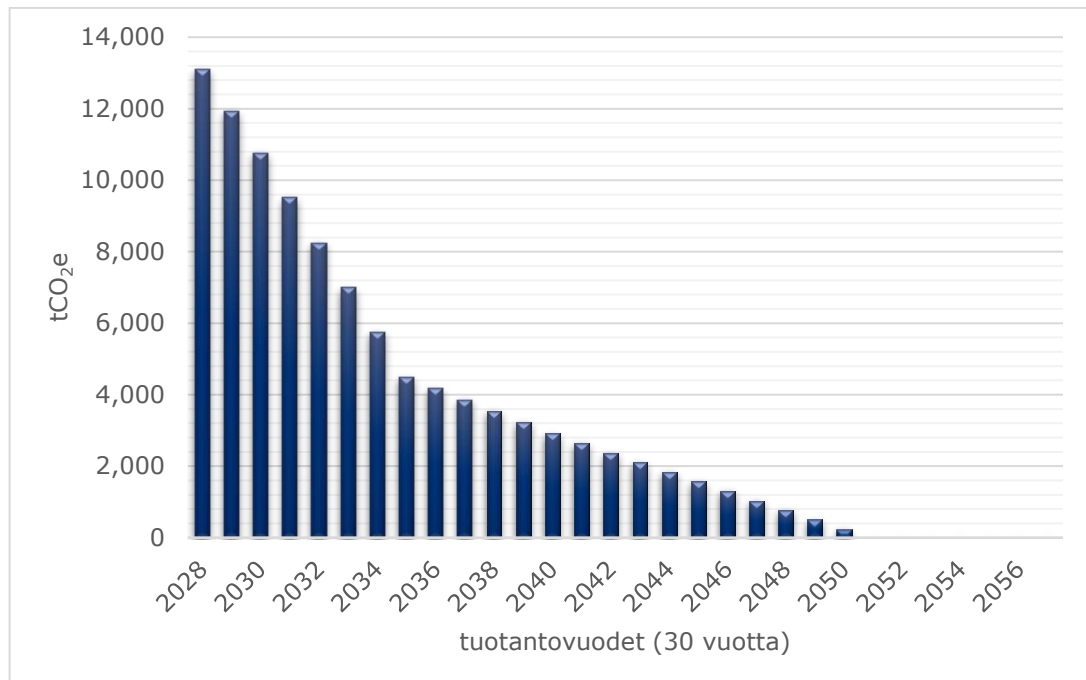
4.5 D: Potentiaaliset hyödyt ja haitat

Kierrätyksestä, uudelleenkäytöstä ja poltosta muodostuvat hyödyt on huomioitu elinkaaren ulkopuolisina hyötyinä. Näistä vaiheista muodostuvien päästöjen suuruus selvitettiin paneelien ja telineiden arvioidun kierrätetyn massan sekä toiminnoista muodostuvien päästökerrointen mukaan (Taulukko 2-2). Toiminnoista syntyvien hyötyjen suuruudeksi arvioitiin 14 038 tCO₂e.

Aurinkovoiman tuotantovaiheessa muodostuu myönteinen ilmastovaikutus eli päästövähennyspotentiaali. Hankkeessa tuotetulla sähköllä voidaan korvata ilmastolle ja ympäristölle haitallisempia sähköntuotantomuotoja. Vuosittainen päästövähennyspotentiaali laskettiin jokaiselle aurinkovoiman tuotantovuodelle sähköntuotannon määrän ja sähköntuotannon ennustetun päästökertoimen avulla. Suomen sähköntuotannon päästökertoimen oletettiin muuttuvan energia-alan vähähiilisyystiekartan (AFRY 2020) skenaarion mukaan, jolloin

päästövähennyspotentiaalia kertyisi Pennalan aurinkovoiman osalta kertyy koko tuotantoajalta noin 102 827 tCO₂e. Seuraavassa taulukossa on esitetty päästövähennyspotentiaali eri tuotantovuosille. Sähköntuotannon vuosittainen päästökerroin ei ota huomioon liikenteen sähköistymistä.

Taulukko 4-2. Aurinkovoimahankkeen päästövähennyspotentiaali.



5. Johtopäätökset ja epävarmuustekijät

Aurinkovoimahankkeen elinkaaren aikaiset päästöt sekä tuotannosta ja kierrätyksestä muodostuvat hyödyt esitetään yhteenvetotaulukossa (Taulukko 5-1), jossa negatiiviset arvot kuvaavat päästövähennemää. Huomattavasti eniten päästöjä muodostuu tuotevaiheessa aurinkopaneelien valmistuksesta. Toinen merkittävä vaikutus muodostuu hyödyistä päästövähennyspotentiaalina, joka arvioitiin tulevan sähköntuotantorakenteen päästökertoimen vuosittaisen ennusteen (AFRY 2020) mukaan.

Taulukko 5-1. Yhteenvetotaulukko aurinkovoimahankkeen eri elinkaaren vaiheissa syntyvistä päästöistä 30 vuoden aikana.

Elinkaaren vaihe	Päästöt (tCO ₂ e)
A1-A3: Tuotevaihe	140 850
A4-A5: Rakentamisvaihe	
Paneelien laivakuljetus	4 635
Komponenttien maantiekuljetus	357
Huoltoteiden rakentaminen	924
Hiilivaraston ja -nielun poistuma	24 406
B: Käyttövaihe	0
C1-C4: Elinkaaren loppuvaihe	5 357
D: Potentiaaliset hyödyt ja haitat	

Kierrätyksestä muodostuvat hyödyt	-14 038
Päästövähennyspotentiaali	-102 827
A-D: yhteensä	59 664

Aurinkovoimahankkeesta aiheutuvat vuotuiset päästöt ovat hyvin vähäisiä, sillä ne jäävät alle kahden prosentin maakunnan ja kaupungin kokonaispäästöistä (Taulukko 5-2).

Taulukko 5-2. Hankkeen ilmastopäästöjen vuosittainen osuus maakunnan ja kaupungin päästötasoista.

Osuus alueellisesta päästötasosta	
Hankkeen päästöt vuosittain (tuotantoaika 30 vuotta)	1 989 t CO ₂ e
Osuus Päijät-Hämeen vuosittaisista päästöistä	0,2 %
Osuus Orimattilan vuosittaisista päästöistä	1,7 %

Jos tarkastellaan laskelman muodostuvia päästöjä pelkästään Suomen tasolla, eli ei huomioida paneelien tuotevaiheen sekä tarvittavan laivarahdin päästöjä, muodostuu aurinkovoimasta positiivinen noin 56 350 t CO₂e suuruinen positiivinen hyöty. Ilmastomuutos on globaali ongelma, jonka torjuminen on valtioiden yhteinen tehtävä. Muodostuvat päästöt ja ilmastohyödyt paikallistasolla ovat epäsuoria ja kohdistuvat ympäristöön maailmanlaajuisella tasolla. Hankkeen potentiaaliset hyödyt (vaihe D) eivät laskennan mukaan kata kaikkia hankkeen elinkaaren aikana muodostuvia päästöjä. On kuitenkin hyvä huomioida, että toinen merkittävä positiivinen hyöty muodostuu aurinkovoiman edistäessä sekä kansainvälisiä, valtakunnallisia että alueellisia ilmastotavoitteita. Tätä positiivista vaikutusta ei voida numeerisesti mitata.

Arvioinnin epävarmuustekijät liittyvät laskennassa käytettyihin oletuksiin ja päästökertoimiin. Todellisuudessa päästökertoimet tai hankkeen rakennusvaiheen sekä tuotantovaiheen jälkeiset toimintatavat saattavat erota paljonkin käytetyistä arvoista ja olettamuksista. Laskennassa saadut arvot ovat suuntaa antavia, sillä lopulliset toimintatavat ja päästökertoimet varmistuvat vasta hankkeen myöhemmissä vaiheissa.

Päästövähennyspotentiaalin laskenta perustuu ennusteeseen Suomen sähköntuotannon päästökertoimen muutoksesta. Jos sähköä tuotetaan pidempään hiilidioksidipäästöjä aiheuttavilla energiantuotantomuodoilla, arvioitu päästövähennyspotentiaali on suurempi. Vastaavasti, mikäli sähköntuotantorakenne puhdistuu haitallisimmista tuotantomuodoista nopeammin kuin ennakoitu, päästövähennyspotentiaali on pienempi.

Hiilivarastojen ja -nielujen vaikutusten arvioinnissa epävarmuudet pohjautuvat esimerkiksi poistettavan puuston määrään sekä maakunnan keskimääräiseen puuston tilavuuteen metsämaalla. Todellisuudessa poistettavan puuston määrä voi vaihdella arvioidusta määrästä, kun metsää joudutaankin hakkaamaan joissakin kohtaa keskimääräistä arviota enemmän tai vähemmän.

Epävarmuuksia liittyy myös tarkastelualueen ulkopuolelle jätettyihin osioihin liittyen. Sähkötekniset ratkaisut sekä muokattavan maaperän määrä tarkentuvat vasta suunnitteluvaiheen edetessä. Laskennasta pois jätetyt osiot todennäköisesti kasvattavat elinkaaren aikaisia päästöjä.

6. Lähteet

AFRY, 2020. Finnish Energy – Low carbon roadmap. Saatavilla: https://energia.fi/wp-content/uploads/2023/08/Taustaraportti_-_Finnish_Energy_Low_carbon_roadmap.pdf.

Lahti Energia Oy 2025. Energiantuotanto. Saatavilla: <https://www.lahtienergia.fi/meista/energia/energiantuotanto/>.

Luonnonvarakeskus, 2023. Tilastotietokanta. Puuston keskitilavuus metsämaalla (m³/ha) Saatavilla: https://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__04%20Metsa__06%20Metsavarat/?tablelist=true&rxid=f8ed5f38-9607-4c55-91c9-791d660b234e.

Päijät-Hämeen liitto 2025. Tuulivoimaselvitys. Saatavilla: <https://paijat-hame.fi/alueidenkaytto-ja-liikenne/tuulivoimaselvitys/>.

Ramboll Finland Oy, 2025. Energiamurros ja maankäytön ilmastovaikutusten arviointi Pohjois-Pohjanmaalla EMMI-hanke TP2. Pohjois-Pohjanmaan energia- ja ilmastovaihehemaakuntakaavan tuulivoimatuotannon ja sähkönsiirron ilmastovaikutukset sekä aurinkovoimatuotannon yleistarkastelu. Pohjois-Pohjanmaan liitto. Saatavilla: <https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/wp-content/uploads/2024/02/EMMI-TP2-selvitys-022024.pdf>.

Stora Enso, 2025. Hyvin hoidettu metsä in ilmastoteko. Saatavilla: <https://www.storaensometsa.fi/hyvin-hoidettu-metsa-on-ilmastoteko/>.

Suomen ympäristökeskus, 2025a. CO2data -päästötietokanta. Saatavilla: <https://co2data.fi/>.

Suomen ympäristökeskus 2025b. SYKE - Kuntien ja alueiden KHK-päästöt. Saatavilla: <https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/>.