



Ilmastovaikutusten arviointi, Krossin aurinkovoimalan asemakaavan muutos A2650

1 Hiilitaselaskenta

1.1 Systemirajaus

Aurinkovoimahankkeesta aiheutuu ilmastovaikutuksia koko sen elinkaaren ajalta, joita arvioidaan niin sanotulla hiilitaselaskennalla. Hiilitase muodostuu hankkeen elinkaaren aikana muodostuneiden päästöjen sekä sillä saavutettavien päästövähennysten erotuksena. Hiilitase voi olla joko positiivinen tai negatiivinen sen mukaan, aiheutuuko hankkeesta enemmän päästöjä vai voidaanko sillä välttää enemmän päästöjen muodostumista. Ilmastonlämpenemisvaikutus aiheutuu hankkeen eri elinkaaren vaiheissa syntyneistä kasvihuonekaasupäästöistä. Eri kasvihuonekaasujen ilmasto lämmittävä vaikutus on yhteismitallistettu hiilidioksidin ilmastonlämpenemisvaikutusta vastaavaksi, jolloin tulokset esitetään yksikössä CO₂-ekv.

Hankkeen päästöjä on tarkasteltu koko sen elinkaaren ajalta (ns. cradle-to-grave), hankkeen päästöiksi luokitellaan myös hiilivaraston ja -nielun poistuma. Myös hankkeella saavutettavaa päästövähennysvaikutusta on tarkasteltu koko sen elinkaaren ajalta. Päästövähennyksiä saavutetaan, kun hankkeen tuottamalla sähköllä korvataan vaihtoehtoista sähköntuotantoa.

Tässä selvityksessä ei ole arvioitu tarkasti juuri kyseisen hankkeen elinkaari-päästöjä. Tässä selvityksessä on kyse varhaisen vaiheen esiselvityksestä, jolloin tarkempaa laskentaa varten tarvittavia lähtötietoja ei ole vielä saatavissa.

1.2 Lähtötiedot

Kaarinan alueelle ollaan tekemässä esiselvitystä aurinkovoima-alueen perustamisesta. Suunnittelualueen pinta-ala on tällä hetkellä noin 68 hehtaaria, josta energiantuotannon alue on 22 hehtaaria, mutta aurinkopaneelien alustavassa layoutissa peittämä pinta-ala on alustavasti 4,36 hehtaaria. Aurinkovoimalalla tuotetun sähköenergian määrän arvioitiin vuositasolla olevan potentiaalisesti noin 6,3 GWh. Aurinkovoimalan eliniäksi oletettiin 30 vuotta, jonka aikana aurinkovoimalan sähköntuotantopotentiaalin arvioidaan olevan noin 189 GWh (European Comissions, 2022). Arvio sähköntuotannosta perustuu seuraaviin oletuksiin:

- Yhden paneelin pinta-ala: 2,4 m².
- Asennustiheys: 60 %
- Yhdelle hehtaarille sijoitettavien paneelien lukumäärä: 2 500 kpl/ha.
- Yhden aurinkopaneelin piikkiteho: 600 W_p.
- Asennuskulma: 38 astetta.

Aurinkovoimahankkeen päästöjen suuruus riippuu muun muassa käytettyjen paneelien tyypistä (yksi- vai monikidepaneeli) sekä asennustavasta. Tämän hankkeen elinkaarisia päästöjä arvioidaan olemassa oleviin aurinkoenergian elinkaariarviointeihin perustuen. Koska tämä selvitys on varhaisen vaiheen esiselvitys, arvioidaan aurinkovoimahankkeen päästöjä keskimääräisen maa-asenteisen aurinkovoimahankkeen päästökertoimeen perustuen. Hankkeen elinkaarisen päästökertoimen arvioitiin olevan 48 g CO₂-ekv/kWh (IPCC, 2018).





Aurinkovoimahankkeella voi olla vaikutusta alueen puuston ja maaperän hiilivarastoihin ja -nieluihin. Suunnittelualue sijaitsee pääosin vanhalla kaatopaikka-alueella, jossa puustoa ei juurikaan ole. Hiilivaraston ja -nielun menetystä on arvioitu hyödyntäen Suomen ympäristökeskuksen, Luonnonvarakeskuksen ja Avoin ry:n yhteistyönä laatimaa Hiilikartta-työkalua. Tällä hetkellä työkalu huomioi sekä kasvillisuuden hiilivarastot ja -nielut että maaperän hiilivarastot. Työkalussa ei ole vielä tällä hetkellä mukana maaperän hiilinieluja. (Suomen ympäristökeskus, 2025.)

Hankkeella saavutettavan päästövähennysvaikutuksen suuruus riippuu täysin tarkasteltavasta näkökulmasta eli siitä, mitä energiantuotantomuotoa tämän hankkeen tuottaman energian on oletettu korvaavan. Hankkeella tuotettua sähköä voidaan hyödyntää esimerkiksi suoraan kulutussähköinä, mutta sillä voidaan tuottaa myös esimerkiksi kaukolämpöä tai vetyä, josta voidaan jalostaa uusiutuvia liikennepolttoaineita. Laskennassa kuitenkin oletetaan, että uusiutuvan sähkön lisääntyminen ei tällä hetkellä kasvata sähkönkulutuksen osuutta lämmön- tai liikennepolttoaineiden tuotannossa, jolloin se korvaisi suoraan esimerkiksi fossiilista dieseliä liikennekäytössä. Uusiutuvan sähköntuotannon oletetaan vaikuttavan lämmön- ja liikennepolttoaineiden tuotannon päästöihin epäsuorasti pienentäen sähköntuotannon päästökerrointa. Rajauksen yksinkertaistamiseksi aurinkovoimalla tuotetun sähkön oletetaan siis korvaavan vaihtoehtoista sähköntuotantoa, eikä suoraan fossiilisten polttoaineiden käyttöä kaukolämmön tai liikennepolttoaineen tuotannossa. Aurinkovoiman päästövähennysvaikutuksen arvioinnille ei ole olemassa yhtenäistä menetelmää tai ohjeistusta, joten tässä selvityksessä tarkastellaan päästövähennysvaikutusta kolmesta näkökulmasta:

Näkökulma 1: Hankkeen elinkaaren aikana tuottama sähkö korvaa fossiilisten polttoaineiden (maakaasu, kivihiili, öljy) käyttöä sähköntuotannossa.

- Tässä näkökulmassa tarkastellaan päästövähennysvaikutusta Euroopan tasolla, sillä Suomi on osa Euroopan yhteisiä sähkömarkkinoita, joilla sähköä kaupataan Pohjoismaiden välillä sekä myös Pohjoismaista muualle Eurooppaan. Hankkeella tuotetun sähkön voidaan olettaa korvaavan Suomessa tuontisähkön tarvetta. Tämä mahdollistaa esimerkiksi sen, että muissa Pohjoismaissa tuotettua uusiutuvaa sähköä vapautuu enemmän Euroopan markkinoille syrjäyttämään ei-toivottujen polttoaineiden käyttöä. Syrjäytetyistä sähköntuotannon polttoaineista 56 % olisi maakaasua, 39 % kivihiiltä ja 5 % öljyä (European Council, 2024). Tätä jakaumaa ja näillä polttoaineilla tuotetun sähkön elinkaarisia päästökertoimia (IPCC, 2018 & JRC, 2017) hyödyntämällä saadaan tällä hankkeella korvatun sähkön päästökertoimeksi 610 g CO₂-ekv/kWh.

Näkökulma 2: Hankkeen elinkaaren aikana tuottama sähkö korvaa nykyhetken (2023) Suomen keskiarvoista sähköntuotantoa.

- Tässä näkökulmassa tarkastellaan päästövähennysvaikutusta yksittäisen kuluttajan nykyhetken näkökulmasta, jolloin hankkeella tuotetun sähkön voidaan olettaa korvaavan Suomen keskimääräistä sähköntuotantoa. Tilastokeskukselta saatavan uusimman tiedon mukaan Suomen sähköntuotannon elinkaarinen päästökerroin on vuonna 2023 ollut 49 g CO₂-ekv/kWh (Tilastokeskus, 2025). Hankkeella saavutettavaa päästövähennysvaikutusta on tässä näkökulmassa arvioitava nimenomaan Suomen keskimääräisen sähköntuotannon elinkaariseen päästökertoimeen perustuen, jotta päästökertoimen rajausta on yhteneväinen tässä selvityksessä arvioidun hankkeen elinkaarisen päästökertoimen kanssa. Tästä syystä päästövähennysvaikutusta ei voida arvioida esimerkiksi ajantasaisempaan Fingridin ilmoittamaan Suomen sähköntuotannon päästökertoimeen, sillä se sisältää vain sähköntuotannosta aiheutuvat suorat päästöt. Fingridin ilmoittama päästökerroin sisältää myös vain hiilidioksidin, eikä se huomioi muiden kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävää vaikutusta.





- Tässä näkökulmassa kuitenkin oletetaan, että uusiutuvalla energialla korvattaisi uusiutuvalla energialla tuotettua sähköä. On huomioitava, että hankkeen tuottama sähkö ei todellisuudessa korvaa suoraan Suomen keskimääräistä sähköntuotantoa. Todellisuudessa hankkeen tuottama sähkö lisää uusiutuvan energian määrää Suomen sähköntuotannossa, samalla korvaten päästöintensiivisempien polttoaineiden käyttöä.

Näkökulma 3: Hankkeen elinkaaren aikana tuottama sähkö korvaa tuotannon ajankohdalle ennustettavaa (2030–2060) Suomen keskiarvoista sähköntuotantoa.

- Tässä näkökulmassa tarkastellaan päästövähennysvaikutusta yksittäisen kuluttajan tulevaisuuden näkökulmasta, jolloin hankkeella tuotetun sähkön voidaan olettaa korvaavan Suomen keskimääräistä tulevaisuuden sähköntuotantoa. Vuosien 2030–2060 välisen sähköntuotannon keskimääräistä elinkaarista päästökerrointa arvioidaan Energiateollisuuden vuonna 2024 julkaisen ilmastotiekartan tietoihin perustuen. Ilmastotiekartan taustaselvitysraportissa on arvioitu eri tuotantomuodoilla tuotetun sähköenergian määriä vuosina 2035 ja 2050 (Energiateollisuus, 2023). Arvioidaan eri tuotantomuodoilla tuotetun sähköenergian määrän kehittyvän vuoteen 2035 ja vuoteen 2050 perusuraskenaarion mukaisesti. Arvioidaan sähköntuotannon elinkaarisia päästökertoimia vuosille 2035 ja 2050 kyseisten vuosien sähköntuotantojakaumiin sekä IPCC:n (IPCC, 2018) ja JRC:n (JRC, 2017) päästökertoimiin perustuen. Oletetaan sähköntuotannon päästökertoimen kehittyvän lineaarisesti vuosien 2035–2050 välillä, vuosien 2050–2060 välillä sähkön päästökertoimen oletetaan olevan vuoden 2050 tasolla. Vuosien 2030–2035 välillä tapahtuvaa sähkön päästökertoimen kehitystä arvioidaan nykyhetken päästökertoimeen perustuen. Tilastokeskuksen viimeisin julkaistava tieto sähköntuotannon elinkaarisesta päästökertoimesta on vuodelle 2023. Tilastokeskus on ilmoittanut sähköntuotannon elinkaarisesti päästökertoimeksi kyseiselle vuodelle 49 g CO₂-ekv/kWh (Tilastokeskus, 2025). Sähköntuotannon päästökertoimen oletetaan kehittyvän lineaarisesti vuosien 2023–2035 välillä. Näihin tietoihin perustuen saadaan johdettua keskimääräinen sähköntuotannon elinkaarinen päästökerroin vuosille 2030–2060, jonka arvioitiin olevan 18 g CO₂-ekv/kWh.
- Hankkeen arvioidaan tuottavan sähköä vuosien 2030–2060 välillä, joten arvioidaan tälle aikavälille keskimääräisen sähköntuotannon elinkaarinen päästökero. Hankkeella saavutettavaa päästövähennysvaikutusta on arvioitava nimenomaan elinkaariseen päästökertoimeen perustuen, jotta päästökertoimen rajausta on yhteneväinen tässä selvityksessä arvioidun hankkeen elinkaarisen päästökertoimen kanssa. Tästä syystä päästövähennysvaikutusta ei voida arvioida suoraan esimerkiksi Energiateollisuuden ilmoittamaan tulevaisuudelle arvioituun sähköntuotannon päästökertoimeen. Energiateollisuuden ilmoittamassa tulevaisuudelle arvioidussa sähköntuotannon päästökertoimessa on huomioitu vain sähköntuotannosta aiheutuvat suorat päästöt, eikä niissä ole huomioitu esimerkiksi tuotantolaitosten rakentamisesta tai polttoaineiden hankinnasta aiheutuvia päästöjä. Lisäksi Energiateollisuuden ilmoittamassa tulevaisuudelle arvioiduissa päästökertoimissa on mukana vain hiilidioksidista aiheutuvat päästöt, eikä kaikkien kasvihuonekaasujen vaikutusta ole huomioitu. Tällöin päästökertoimet eivät ole vertailukelpoisia tästä laskennasta saatavan päästökertoimen kanssa, joka sisältää tuulivoimahankkeen elinkaariset päästöt.
 - Tässä näkökulmassa kuitenkin oletetaan, että Suomessa useita uusiutuvan energian hankkeita olisi toteutunut. Käytännössä tämän hankkeen toteutuminen mahdollistaa tämän ennusteellisen päästökertoimen toteutumisen. Ilman hankkeen toteutumista tulevaisuuden sähköntuotannon alhaisempi päästökero ei realisoidu, jolloin tästä näkökulmasta arvioitu päästövähennysvaikutus on täysin hypoteettinen.





On keskeistä huomioida, että hankkeella saavutettavan päästövähennysvaikutuksen suuruudesta voidaan saada hyvinkin erilaisia tuloksia riippuen siitä, mistä näkökulmasta asiaa halutaan tarkastella.

1.3 Tulokset

Aurinkovoimahankkeen toteutumisen sekä toteutumatta jäämisen ilmastovaikutukset on esitetty seuraavassa taulukossa 1. Positiiviset arvot kuvaavat päästöjä eli kielteistä ilmastovaikutusta, negatiiviset arvot kuvaavat päästövähennystä eli myönteisiä ilmastovaikutuksia. Hiilitaseen negatiivinen arvo kertoo siitä, että hankkeella vältetään sen elinkaaren aikana enemmän päästöjä kuin niitä aiheutuu. Mitä suurempi negatiivinen arvo hiilitaseella on, sitä suurempi sen myönteinen ilmastovaikutus on.

Taulukko 1. Aurinkovoimahankkeen toteutumisen ilmastovaikutukset. Positiiviset arvot kuvaavat kielteistä ilmastovaikutusta eli päästöjä, negatiivisten arvojen kuvatessa myönteistä ilmastovaikutusta eli päästövähennyksiä.

Hanke toteutuu	
Aurinkovoimahankkeen elinkaaripäästöt, t CO ₂ -ekv	9 070
Hiilivarastojen ja -nielujen poistuma, t CO ₂ -ekv	810
Aurinkovoimahankkeen päästöt yhteensä, t CO ₂ -ekv	9 880
Päästövähennysvaikutus	
Päästövaikutus, jos hankkeen elinkaaren aikana tuottama sähkö olisi tuotettu fossiilisilla polttoaineilla (maakaasu, kivihiili, öljy), t CO ₂ -ekv	115 140
Päästövaikutus, jos hankkeen elinkaaren aikana tuottama sähkö olisi tuotettu nykyhetken (2023) Suomen keskimääräisellä sähköntuotannolla, t CO ₂ -ekv	9 160
Päästövaikutus, jos hankkeen elinkaaren aikana tuottama sähkö olisi tuotettu tulevaisuudelle (2030–2060) ennustettavalla Suomen keskimääräisellä sähköntuotannolla, t CO ₂ -ekv	3 390
Hiilitase	
Hankkeen vaikutus ilmastoon sen koko elinkaaren aikana, kun hankkeella tuotettu sähkö korvaisi fossiilisten polttoaineiden (maakaasu, kivihiili, öljy) käyttöä sähköntuotannossa, t CO ₂ -ekv*	-105 270
Hankkeen vaikutus ilmastoon sen koko elinkaaren aikana, kun hankkeella tuotettu sähkö korvaisi nykyhetken (2023) Suomen keskimääräistä sähköntuotantoa, t CO ₂ -ekv	720
Hankkeen vaikutus ilmastoon sen koko elinkaaren aikana, kun hankkeella tuotettu sähkö korvaisi tuotannon ajankohdalle (2030–2060) ennustettavaa Suomen keskimääräistä sähköntuotantoa, t CO ₂ -ekv	6 490

*Ei täsmää täysin päästöjen ja päästövähennysvaikutuksen erotukseen lukuarvojen pyöristyksestä johtuen.

Taulukon 1 tuloksista huomataan, että hankkeen toteuttamisella saavutetaan kokonaisuudessaan 105,3 kt CO₂-ekv myönteisen ilmastovaikutuksen, mikäli aurinkovoimalla tuotetun sähkön ajatellaan korvaavan fossiilisten polttoaineiden käyttöä sähköntuotannossa. Tässä skenaariossa aurinkovoimahankkeen myönteisen ilmastovaikutukset korvaisivat hankkeesta aiheutuneet päästöt noin kolmessa vuodessa. Mikäli aurinkovoimalla tuotetun sähkön ajatellaan korvaavan nykyhetken





tai tuotannon ajankohdalle ennustettavaa Suomen keskimääräistä sähköntuotantoa, olisivat hankkeesta aiheutuneet päästöt suuremmat kuin sillä saavutettavat päästövähennykset.

2 LÄHTEET

Energiateollisuus, 2023. Low Carbon Roadmap Finnish Energy. Saatavissa: https://energia.fi/wp-content/uploads/2024/06/Low_carbon_roadmap_2023_Team_FELCROM.pdf

European Council, 2024. How is EU electricity produced and sold? Saatavissa: <https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/how-is-eu-electricity-produced-and-sold/>

European Comissions, 2022. Photovoltaic geographical information system. Saatavissa: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/

IPCC, 2018. Annex III: Technology-specific Cost and Performance Parameters. Saatavissa: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf

JRC, 2017. Covenant of Mayors for Climate and Energy: Default emission factor for local emission inventories. Saatavissa: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC107518>

Suomen ympäristökeskus, 2025. Hiilikartta-työkalu. Saatavissa: <https://hiilikartta.avoin.org/>

Tilastokeskus, 2025. Energian hankinta ja kulutus. Sähköntuotannon päästökertoimet ja uusiutuvan sähkön tuotannon osuus, 2000–2023. Saatavissa: https://pxweb2.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_ehk/statfin_ehk_pxt_14qt.px/

