Ilmastovaikutusten arviointi, Marttilan aurinkovoimahanke, Santinkulma

Marttilan Aurinkovoima Oy

SISÄLLYSLUETTELO

KÄSITTEET 3
1 JOHDANTO 4
2 SYSTEEMIRAJAUS 4
3 LASKENTAMENETELMÄ 5
4 LÄHTÖTIEDOT JA OLETUKSET 8
4.1 Aurinkopaneelit 8
4.2 Aurinkopaneelien asennusrakenteet 8
4.3 Aurinkopaneelien auringonseurantalaitteet 8
4.4 Sähkönsiirto 9
4.5 Tiet 10
4.6 Turvavarusteet 10
4.7 Energiavarasto 10
4.8 Hiilivarastot ja -nielut 10
4.9 Hankkeen tiedot 11
5 TULOKSET 12
6 YHTEENVETO 17
7 LÄHTEET 18

KÄSITTEET

Käsite	Selite
Elinkaariarviointi (LCA, Life Cycle Assessment)	Menetelmä, jolla voidaan analysoida ja arvioida tuotteen tai palvelun ympäristövaikutukset koko sen elinkaaren ajalta.
Hiilidioksidiekvivalentti	Päästöjen yksikkö CO_2-ekv kuvaa eri kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävää vaikutusta muunnettuna vastaamaan hiilidioksidin ilmastoa lämmittävää vaikutusta.
Hiilitase	Hankkeen elinkaaren aikana aiheutuneiden päästöjen sekä sen myötä saavutettavien päästövähennysten erotus.
Hiilivarasto	Metsään, maaperän kasvillisuuteen sekä maaperään sitoutunut hiili hankkeen aloitushetkellä.
Hiilinielu	Kuvaa sitä, kuinka paljon metsän, maaperän kasvillisuuden sekä maaperän hiilivarasto olisi hankkeen elinkaaren aikana kasvanut, mikäli hanke olisi jäänyt toteuttamatta.
Ilmastovaikutus	Ilmaan vapautuneiden kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävää vaikutus.
Kasvihuonekaasu	Ilmastonlämpenemistä aiheuttava kaasu. Kasvihuonekaasuja ovat mm. hiilidioksidi CO_2, metaani CH_4, ja dityppioksidi N_2O.
Päästö (ts. hiilijalanjälki)	Ilmaan vapautuneiden kasvihuonekaasujen yhteisvaikutus.
Päästövähennys	Kuvaa päästöjä, jotka olisivat aiheutuneet hankkeen toteutumisen myötä vältetystä vaihtoehtoisesta energiantuotannosta.
Ympäristötuoteseloste (EPD, Environmental Product Declaration)	Laatuvarmistettu elinkaariarviointiin ja kansainvälisiin standardeihin perustuva tuotteiden ympäristöselvitys.

1 JOHDANTO

Marttilan Aurinkovoima Oy suunnittelee aurinkovoimahanketta Marttilan kunnan alueelle, noin kolme kilometriä Marttilan kuntakeskuksesta pohjoiseen. Hankealue, eli se osa jolle paneelit, muuntajat, maakaapelit ja sähköasema sijoitetaan, on pääosin tasaista peltoaukeaa.

Tämä ilmastovaikutusten arviointi on esiselvitys, jossa arvioidaan alustavalla tasolla hankkeen vaikutusta ilmastoon.

2 SYSTEEMIRAJAUS

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 negatiivinen tai positiivinen sen mukaan, aiheutuuko hankkeesta enemmän päästöjä vai voidaanko sillä välttää enemmän päästöjen muodostumista.

Hankkeen päästöjä on tarkasteltu koko sen elinkaaren ajalta (ns. cradle-to-grave) huomioiden materiaalien sekä komponenttien valmistus ja kuljetukset, asennus ja rakentaminen, käyttö ja kunnossapito, purkaminen sekä materiaalien ja komponenttien loppukäyttö. Hiilitaselaskennassa on otettu huomioon päästöt niin aurinkopaneelien, asennusrakenteiden, auringonseurantalaitteiden, hankealueen sähkönsiirron, hankealueen tiestön, turvavarusteiden kuin energiavaraston osalta. Lisäksi hankkeen päästöiksi luokitellaan myös hiilivaraston ja -nielun poistuma.

Myös hankkeella saavutettavaa päästövähennysvaikutusta on tarkasteltu koko sen elinkaaren ajalta. Päästövähennyksiä aiheutuu, kun aurinkovoimalla tuotetulla sähköllä korvataan esimerkiksi päästöintensiivisempien polttoaineiden käyttöä energiantuotannossa.

Toiminnallisena yksikkönä tässä tarkastelussa on yhden aurinkovoimahankkeen koko elinkaaren aikaiset päästöt. Päästöarvio esitetään tuloksissa elinkaaren aikana aiheutuneena absoluuttisena kokonaispäästönä (t CO_2-ekv) sekä elinkaaren aikana tuotettuun energiaan suhteutettuna päästönä (g CO_2-ekv/kWh).

3 LASKENTAMENETELMÄ

Hiilitaselaskenta on toteutettu elinkaariarvioinnin periaatteisiin nojautuen (ISO 14040 ja ISO14044). Arvioinnissa keskityttiin tunnistamaan merkittävimmät päästötekijät, suunnittelutiedot saatiin Tilaajalta. Siltä osin kuin suunnittelutietoja ei ollut saatavissa, hyödynnettiin julkaistuja tutkimuksia sekä asiantuntija-arvioita.

Päästölaskennan osalta pyrittiin hyödyntämään ensisijaisesti eri elinkaariarvioinneissa (LCA, Life Cycle Assessment) sekä ympäristötuoteselosteissa (EPD, Environmental Product Declaration) esitettyjä päästötietoja vastaaville tuotteille. Näiden lisäksi laskennassa on myös hyödynnetty muun muassa infrarakentamisen päästötietokannan (CO2data.fi), Ihku-laskentapalvelun, Ecoinvent-elinkaariarvioinnin tietokannan (Ecoinvent v.3.9.1) sekä One Click LCA elinkaariarviointiohjelmiston tietoja.

Hiilivaraston ja -nielun menetystä on arvioitu hyödyntäen Suomen ympäristökeskuksen, Luonnonvarakeskuksen ja Avoin ry:n yhteistyönä laatimaa Hiilikartta-työkalua, joka huomioi sekä kasvillisuuden että maaperän hiilivarastot ja -nielut. Hiilikartan tiedot kasvillisuuden hiilivarastosta on koostettu eri lähteistä. Maatalousmaan osalta tiedot perustuvat YASSO laskentoihin, ELY-keskuskohtaisiin satotietoihin 2012–2021 ja kuntakohtaiseen viljelypinta-alaan vuonna 2021. Maatalousmaan rajaus perustuu Maanmittauslaitoksen, Ruokaviraston ja Syken tuottamaan aineistoon. Hiilikartan tiedot maaperän hiilivarastosta on myös koostettu useasta eri aineistosta. Turvemaiden ulkopuolelle jäävän maatalousmaan osalta hiilivarasto on määritetty Suomen ympäristökeskuksen, Maanmittauslaitoksen ja Ruokaviraston aineistoihin perustuvaan maatalousmaa-aineistoon ja siihen liitettyihin oletusarvoihin perustuen. (Syke, 2024)

Hankkeella saavutettavan päästövähennysvaikutuksen suuruus riippuu täysin tarkasteltavasta näkökulmasta eli siitä, mitä energiantuotantomuotoa tämän hankkeen tuottaman energian on oletettu korvaavan. Aurinkovoimahankkeiden päästövähennysvaikutuksen arvioinnille ei ole olemassa yhtenäistä menetelmää tai ohjeistusta, joten tässä selvityksessä tarkastellaan päästövähennysvaikutusta kolmesta näkökulmasta:

1. Ensimmäinen näkökulma tarkastelee päästövähennysvaikutusta Euroopan tasolla, sillä Suomi on osa Euroopan yhteisiä sähkömarkkinoita, joilla sähköä kaupataan Pohjoismaiden välillä sekä myös Pohjoismaista muualle Eurooppaan. Aurinkovoimalla tuotetun energian 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 29 % olisi hiiltä, 36 % ydinvoimaa ja 35 % maakaasua (European Council, 2023). Tätä jakaumaa ja näillä polttoaineilla tuotetun energian elinkaarisia päästökertoimia (UNECE, 2022) hyödyntämällä saadaan tällä hankkeella korvatun sähkön päästökertoimeksi 425 g CO_2-ekv/kWh.
2. Toinen näkökulma tarkastelee päästövähennysvaikutusta yksittäisen kuluttajan näkökulmasta, jolloin aurinkovoimalla tuotetun energian voidaan

olettaa korvaavan Suomen keskimääräistä sähköntuotantoa. Tilastokeskukselta saatavan uusimman tiedon mukaan Suomen sähköntuotannon elinkaarinen päästökerroin on vuonna 2022 ollut 79 g CO_2-ekv/kWh (Tilastokeskus, 2024). Hankkeella saavutettavaa päästövähennysvaikutusta on arvioitava nimenomaan Suomen keskimääräisen sähköntuotannon elinkaariseen päästökertoimeen perustuen, jotta päästökertoimen rajaus on yhteneväinen tässä selvityksessä arvioidun aurinkovoimahankkeen elinkaarisen päästökertoimen kanssa. Tästä syystä päästövähennysvaikutusta ei voida arvioida esimerkiksi ajantasaisempaan Fingridin ilmoittamaan Suomen sähköntuotannon päästökertoimeen, sillä se sisältää vain sähköntuotannosta aiheutuneet suorat päästöt. Fingridin ilmoittama päästökerroin sisältää myös vain hiilidioksidin, eikä se huomioi muiden kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävää vaikutusta.

- Tässä näkökulmassa kuitenkin oletetaan, että aurinkovoimalla korvattaisi uusiutuvalla energialla tuotettua sähköä. On huomioitava, että hankkeen tuottama aurinkovoima ei todellisuudessa korvaa suoraan eri polttoaineilla tuotettua Suomen keskimääräistä sähköntuotantoa. Todellisuudessa hankkeen tuottama energia lisää aurinkovoimalla tuotetun energian määrää Suomen sähköntuotannossa, samalla korvaten päästöintensiivisempien polttoaineiden käyttöä. Mikäli halutaan tarkastella hankkeen vaikutusta Suomen keskimääräisen sähköntuotannon elinkaariseen päästökertoimeen, täytyisi Suomen sähköntuotantojakaumassa huomioida aurinkovoiman kohdalla tämän hankkeen vuotuinen sähköntuotanto ja poistaa vastaava sähköntuotanto ei toivotuista polttoaineista. Koska yhden aurinkovoimahankkeen sähköntuotanto ei ole Suomen sähköntuotannosta merkittävä, ei yksittäisellä hankkeella saada suurta vaikutusta kansalliseen päästökertoimeen. Mikäli hankkeen tuottaman aurinkovoiman oletetaan korvaavan sähköntuotantojakaumassa päästöintensiivisimmän polttoaineen eli kivihiilen käyttöä, olisi kansallisen sähköntuotannon elinkaarinen päästökerroin tällöin karkeasti arvioiden noin 78 g CO_2-ekv/kWh. Tarkasteltavan aurinkovoimahankkeen päästövähennysvaikutus Suomen keskimääräisen sähköntuotannon elinkaariseen päästökertoimeen olisi tällöin noin 1 g CO_2-ekv/kWh.

3. Kolmas näkökulma tarkastelee päästövähennysvaikutusta yksittäisen kuluttajan tulevaisuuden näkökulmasta, jolloin aurinkovoimalla tuotetun energian voidaan olettaa korvaavan tulevaisuuden keskimääräistä sähköntuotantoa. Oletetaan aurinkovoimalla tuotetun sähkön korvaavan kansallisesti tuotetun keskiarvoisen tulevaisuuden sähkön käyttöä (TEM, 2019). Sähköntuotantotavan ja päästöjen kehitystä on arvioitu vuoteen 2050 asti, joten arvioidaan keskiarvoista sähköntuotannon päästöä vuosien 2030–2050 välillä. Tuotannon ajankohdalle ennustettavaksi sähköntuotannon elinkaariseksi päästökertoimeksi on arvioitu 37 g CO_2-ekv/kWh (Ensisijaisesti: UNECE, 2022; Toissijaisesti: IPCC, 2018). Hankkeella saavutettavaa päästövähennysvaikutusta on tässä näkökulmassa arvioitava tulevaisuudelle arvioituun sähköntuotannon

polttoainejakaumaan perustuen. Tällöin voidaan määrittää tulevaisuuden sähköntuotannolle elinkaarinen päästökerroin, jotta päästökertoimen rajaus 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 ilmoittamissa 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 aurinkovoimahankkeen elinkaariset päästöt.

- Tässä näkökulmassa kuitenkin oletetaan, että Suomessa useita uusiutuvan energian hankkeita olisi toteutunut. Käytännössä tämän hankkeen toteutuminen mahdollistaa tämän ennusteellisen päästökertoimen toteutuminen. Ilman hankkeen toteutumista tulevaisuuden sähköntuotannon alhaisempi päästökerroin ei realisoidu, jolloin tällä menetelmällä laskettaessa päästövähennysvaikutus on täysin hypoteettinen.

On keskeistä huomioida, että hankkeella saavutettavan päästövähennysvaikutuksen suuruudesta voidaan saada hyvinkin erilaisia tuloksia riippuen siitä, mistä näkökulmasta asiaa halutaan tarkastella. Hankkeella saavutettavan päästövähennysvaikutuksen suuruuden arviointiin liittyy useita erilaisia näkemyksiä, eikä siihen ole tällä hetkellä olemassa yhtenäistä arviointimenetelmää. Päästövähennysvaikutuksen suuruuteen on siten suhtauduttava suuntaa antavana arviona.

4 LÄHTÖTIEDOT JA OLETUKSET

Hankealue on kooltaan noin 103 hehtaaria ja aurinkovoimalalla tuotetun sähköenergian määrän arvioitiin vuositasolla olevan potentiaalisesti noin 74 GWh. Aurinkovoimalan oletettiin tuottavan sähköä 35 vuoden ajan, jonka aikana aurinkovoimalan sähköntuotantopotentiaalin arvioidaan olevan noin 2 580 GWh.

4.1 Aurinkopaneelit

Aurinkopaneelit voivat olla yksikide- tai monikidepaneeleja, tässä hankkeessa on suunniteltu hyödynnettävän monikidepaneeleja. Aurinkopaneelien päästöjen osalta huomioidaan koko elinkaaren aikaiset päästöt sisältäen seuraavat päästötekijät: aurinkopaneelien valmistus ja kuljetus asennuspaikalle, kiinnitys asennusrakenteisiin, käyttö ja kunnossapito, purkaminen asennusrakenteista, paneelien kuljetus jatkokäsittelyyn ja jatkokäsittely. Paneelien jatkokäsittelynä on kierrätys, jolloin materiaalit saadaan pääasiassa uudelleenkäyttöön.

Aurinkopaneelien valmistuksen päästöjä on arvioitu geneerisiin One Click LCA elinkaariarviointiohjelmiston tietoihin perustuen. Aurinkopaneelien elinkaaren muita päästöjä on arvioitu REC Solar:in monikiteisten aurinkopaneelien ympäristötuoteselosteisiin perustuen. Ympäristötuoteselosteissa tarkastellut aurinkopaneelit olivat teholtaan 410 W_p ja niissä on esitetty aurinkopaneeleiden kasvihuonekaasupäästöjä elinkaarenvaiheittain. Näissä tietolähteissä päästötiedot olivat esitetty yksikössä (g CO_2-ekv/W_p), jolloin päästöt voidaan suhteuttaa myös tässä hankkeessa käytettäville 605 W_p paneeleille.

4.2 Aurinkopaneelien asennusrakenteet

Aurinkopaneelit sijoitetaan avoimelle maalle ja asennuksen on oletettu tapahtuvan paalutettuna asennuksena. Asennusrakenteiden päästöjen osalta huomioidaan asennusrakenteiden keskeisimpien materiaalien valmistus (sinkitty teräs, ruostumaton teräs, alumiini) ja kuljetus asennuspaikalle, asennus, jatkokäsittelyyn kuljetus sekä jatkokäsittely. Arviot asennusrakenteiden materiaalien kulutuksesta sekä asennuksen polttoaineenkulutuksesta perustuvat julkaistuun elinkaariarviointiin (Jungbluth et al., 2012), päästötietolähteenä on hyödynnetty Ecoinvent-elinkaariarvioinnin tietokannan tietoja. Materiaalien kulutustietoja hyödynnetään myös arvioitaessa asennusrakenteiden jatkokäsittelyyn kuljetuksen sekä jatkokäsittelyn päästöjä.

4.3 Aurinkopaneelien auringonseurantalaitteet

Aurinkopaneelien auringonseurantalaitteiden päästöjen osalta huomioidaan auringonseurantalaitteiden keskeisimpien materiaalien valmistus (sinkitys teräs, ruostumaton teräs, alumiini) ja kuljetus asennuspaikalle, asennus, jatkokäsittelyyn kuljetus sekä jatkokäsittely. Arviot auringonseurantalaitteiden materiaalien kulutuksesta perustuvat julkaistuun elinkaariarviointiin (Miller et al.,

2019), päästötietolähteenä on hyödynnetty Ecoinvent-elinkaariarvioinnin tietokannan tietoja. Materiaalien kulutustietoja hyödynnetään myös arvioitaessa asennusrakenteiden jatkokäsittelyyn kuljetuksen sekä jatkokäsittelyn päästöjä.

4.4 Sähkönsiirto

Hankkeen sähkönsiirto koostuu inverttereistä, vaihto- ja tasavirtakaapeleista, muuntajista, maakaapeloinneista sekä hankealueen sisäisestä sähköasemasta. Näiden osalta huomioidaan päästöt komponenttien valmistuksesta ja kuljetuksesta asennuspaikalle, jatkokäsittelyyn kuljetuksesta sekä jatkokäsittelystä. Invertterit vaihdetaan kerran elinkaaren aikana.

Inverttereiden osalta niiden valmistuksen ja kuljetuksen päästöjä arvioidaan Ecoinvent-elinkaariarvioinnin tietokannan massaperusteisiin tietoihin perustuen. Ecoinvent-elinkaariarvioinnin tietokannassa päästöjä on esitetty eri tehoisille inverttereille. Näiden tietojen pohjalta invertterin valmistuksen ja kuljetuksen päästöille on laadittu lineaarinen sovite, jonka perusteella arvioidaan eri tehoisten inverttereiden päästöjä. Inverttereiden massaa on arvioitu keskeisimpien materiaalien (alumiini, kupari, teräs) kulutustietoihin perustuen. Materiaalien kulutustiedot perustuvan julkaistuun elinkaariarviointiin (Jungbluth et al., 2012). Massatietoja hyödynnetään myös arvioitaessa inverttereiden jatkokäsittelyyn kuljetuksen sekä jatkokäsittelyn päästöjä.

Vaihto- ja tasavirtakaapeleiden valmistuksen sekä jatkokäsittelyn päästöjä on arvioitu Ecoinvent-elinkaariarvioinnin tietokantaan perustuen. Kaapelien kuljetusten päästöjen arvioinnissa on hyödynnetty infrarakentamisen päästötietokannan tietoja.

Muuntajien osalta niiden valmistuksen, kuljetuksen ja jatkokäsittelyn päästöjä arvioidaan julkaistuun selvitykseen perustuen (Serres, 2022). Selvityksessä on esitetty päästöjä eri tehoisille muuntajille. Näiden tietojen pohjalta on laadittu lineaarinen sovite, jonka perusteella voidaan arvioida eri tehoisten muuntajien päästöjä.

Maakaapeleiden valmistuksen, asennuspaikalle kuljetuksen, käytön ja kunnossapidon, jatkokäsittelyyn kuljetuksen sekä jatkokäsittelyn päästöjä on arvioitu keskijännitekaapeleiden ympäristötuoteselosteiden tietoihin perustuen. Keskijännitekaapelien ympäristötuoteselosteissa ei ole otettu riittävällä tarkkuudella huomioon kaapelien asennusta ja purkamista, joten sitä on arvioitu erikseen. Maakaapelien asennuksen osalta huomioidaan päästöt keskeisimpien materiaalien valmistuksesta (suojaputket, suodatinkangas, murske) ja niiden kuljetuksesta sekä kaivuuseen, tiivistykseen ja täyttöön tarvittavien työkoneiden käytöstä (polttoaineiden valmistus ja poltto). Materiaalien kulutukset ja työsuoritteet perustuvat asiantuntija-arvioihin, päästötietolähteenä on hyödynnetty infrarakentamisen päästötietokannan tietoja.

4.5 Tiet

Tiestön osalta hankealueelle suunnitellaan uusien sorapäällysteisten teiden rakentamista. Tiestön päästöjen osalta huomioidaan päästöt keskeisimpien materiaalien valmistuksesta (suodatinkangas, murske) ja niiden kuljetuksesta sekä työkoneiden (kaivinkone, täry, tiehöylä) käytöstä (polttoaineiden valmistus ja poltto). Materiaalien kulutukset ja työsuoritteet perustuvat asiantuntija-arvioihin, päästötietolähteenä on hyödynnetty infrarakentamisen päästötietokannan tietoja.

4.6 Turvavarusteet

Turvavarusteiden osalta huomioidaan aitauksen valmistuksesta, asennuksesta, purkamisesta sekä jatkokäsittelyyn kuljetuksesta aiheutuneet päästöt. Materiaalien oletetaan menevän käytön jälkeen uusiokäyttöön. Päästötietolähteenä on hyödynnetty Ihku-laskentapalvelun päästötietoja.

4.7 Energiavarasto

Energiavaraston osalta huomioidaan akkujen valmistus ja loppukäyttö. Energiavaraston häviöitä ja kuljetuksia ei ole huomioitu. Energiavaraston valmistuksen ja loppukäytön päästöjä on arvioitu kirjallisuuslähteeseen perustuen (Emilsson et al., 2019).

4.8 Hiilivarastot ja -nielut

Hankkeen hiilivarastojen ja -nielujen poistuman osalta huomioidaan poistuma hankealueen maaperästä. Metsän hiilivaraston ja -nielun poistumaa ei tapahdu, sillä hankealue sijoittuu kokonaisuudessaan peltomaalle. Maaperän hiilivaraston ja -nielun poistumaa on arvioitu Hiilikartta-työkalulla (Syke, 2024). Hiilikartassa voidaan asettaa suunnittelualueen käyttötarkoitukseksi aurinkovoimala, jolloin työkalu arvioi alueen kasvipeitteettömän uuden maankäytön osuudeksi 50 % ja kasvipeitteisen uuden maankäytön osuudeksi 50 %. Hiilinielujen poistuma on arvioitu vuoteen 2065 asti.

4.9 Hankkeen tiedot

Hiilitaselaskenta perustuu ensisijaisesti Tilaajalta saatuihin tietoihin, jotka on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Tilaajalta saadut lähtötiedot.

Kuvaus	Tieto
Aurinkopaneelien lukumäärä	131 352 kpl
Yhden aurinkopaneelin nimellisteho	605 W_p
Auringonseurantalaitteiden lukumäärä	208 kpl
Invertterien lukumäärä	182 kpl*
Yhden invertterin teho	330 kW
Muuntajien lukumäärä	10 kpl
Yhden muuntajan nimellisteho	6,4 MVA
Tasavirtakaapelien pituus	397,3 km
Vaihtovirtakaapelien pituus	63,6 km
Maakaapeloinnin pituus	2,1 km
Uuden tien pituus	3,2 km
Aitauksen pituus	6,6 km
Energiavaraston kapasiteetti	120 MWh

**Vaihdetaan kerran hankkeen elinkaaren aikana, jolloin tarvittavien invertterien kokonaismäärä on 364 kpl.*

5 TULOKSET

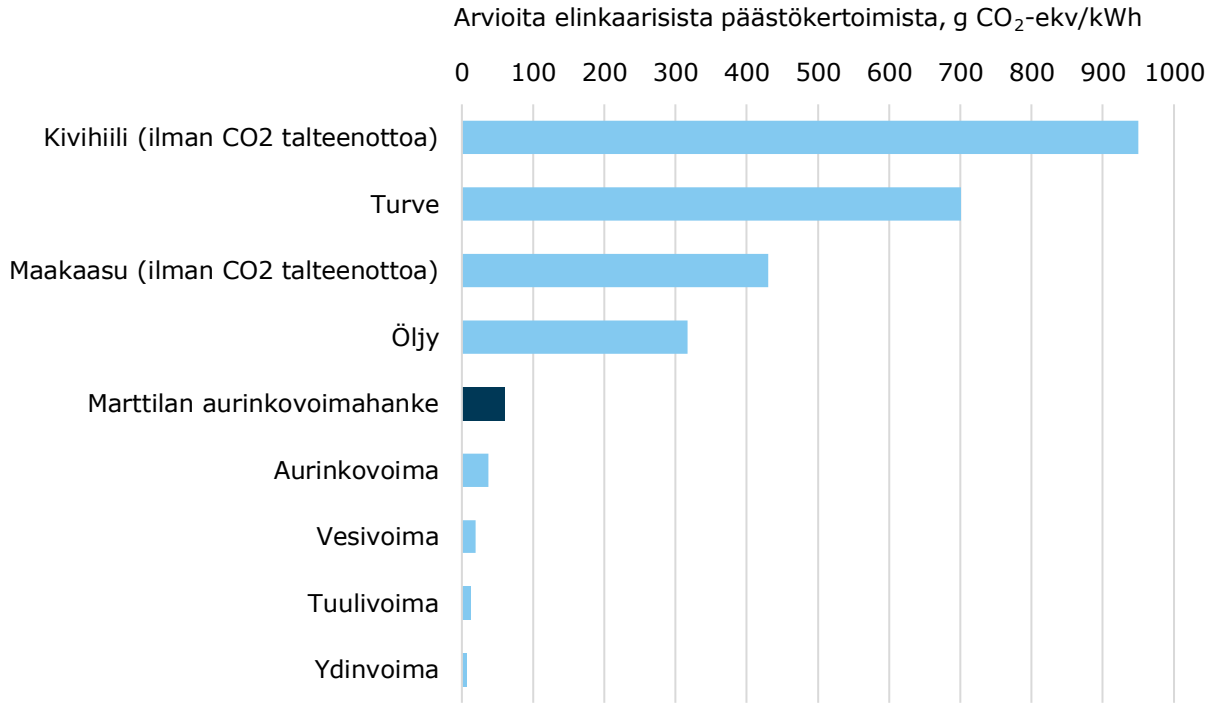
Hiilitaselaskennan tulokset esitetään tässä kappaleessa. Hankkeen aiheuttamat päästöt esitetään päästötekijöihin jaoteltuna. Kukin tekijä sisältää sille sektorille kohdistuvat päästöt kappaleessa 4 esitettyjen rajausten mukaisesti. Taulukossa 2 esitetään arvio hankkeen kokonaispäästöistä ilman kierrätyshyvityksiä (t CO_2-ekv).

Taulukko 2. Hankkeesta aiheutuvat päästöt eri päästötekijöihin jaoteltuna sekä niiden suhteelliset osuudet.

Päästötekijä	Päästö, t CO_2-ekv	Osuus
Aurinkopaneelit	58 770	36 %
Asennusrakenteet	22 060	13 %
Auringonseurantalaitteet	10 980	7 %
Sähköasema, invertterit ja muuntajat	7 410	5 %
Maanpäälliset kaapelit ja maakaapelointi	2 320	1 %
Tiet	180	< 1 %
Turvavarusteet	60	< 1 %
Energiavarasto	11 820	7 %
Hiilivaraston poistuma	50 010	30 %
Hiilinielun poistuma	640	< 1 %
Yhteensä	**164 250**	

Hankkeen toteutuessa siitä aiheutuvat kokonaispäästöt olisivat yhteensä noin 164 250 t CO_2-ekv koko elinkaaren ajalta. Kokonaispäästöjen lisäksi hankkeen päästöjä arvioitiin myös elinkaaren aikana tuotettuun energiamäärään suhteutettuna. Marttilan aurinkovoimahankkeen elinkaarisen päästökertoimen arvioidaan olevan 59,3 g CO_2-ekv/kWh, huomioiden myös hiilivarastojen ja -nielujen menetys. Ilman hiilivarastojen ja -nielujen menetyksen huomioimista hankkeen elinkaarisen päästökertoimen arvioidaan olevan 39,7 g CO_2-ekv/kWh.

Vertailun vuoksi seuraavassa kuvassa 1 on esitetty elinkaarisia päästökertoimia myös muiden energianlähteiden sähköntuotannolle. Nämä päästökertoimet ovat suuntaa antavia ja kuvaavat yleisimpiä tuotantomenetelmiä. Näissä ei siis ole huomioitu eri tuotantomenetelmien keskiarvoa tai vaihtelua. Kuvassa 1 esitetty Marttilan aurinkovoimahankkeen elinkaarinen päästökerroin huomioi myös hiilivarastojen ja -nielujen poistuman vaikutuksen.

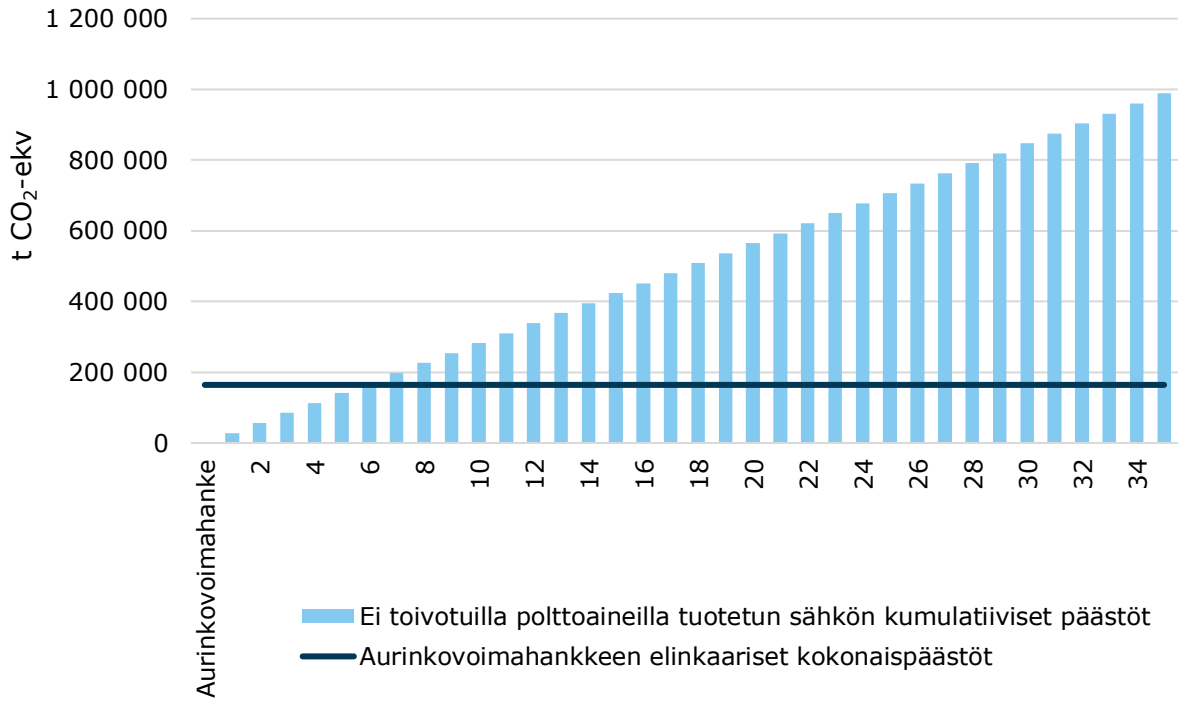


Kuva 1. Arvioita muilla energianlähteillä tuotetun sähkön elinkaarisista päästökertoimista.

Hankkeella saavutetaan päästövähennysvaikutusta, kun aurinkovoimalla tuotetulla sähköllä korvataan esimerkiksi päästöintensiivisempien polttoaineiden käyttöä energiantuotannossa. Tässä tarkastelussa hankkeen päästövähennysvaikutusta tarkastellaan kahdesta eri näkökulmasta, jotka on esitetty kappaleessa 3.

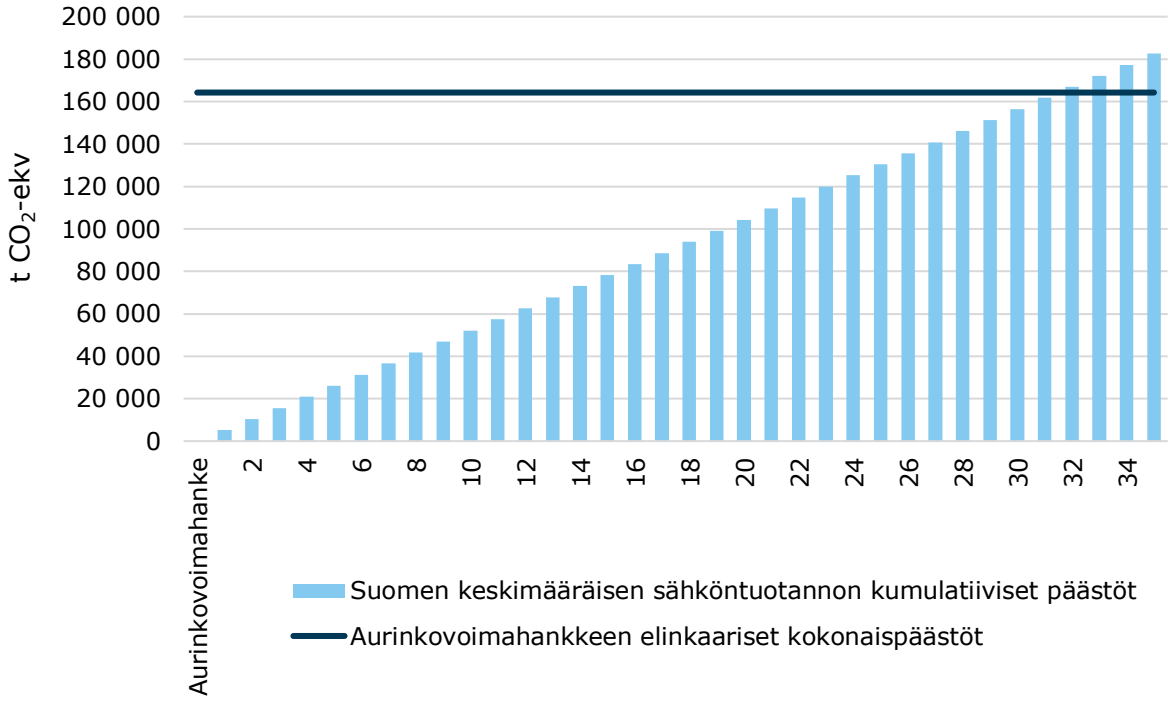
Aurinkovoimahankkeen arvioidaan tuottavan sähköä sen elinkaaren aikana noin 2 580 GWh. Hankealueen sisäisestä sähkönsiirrosta ja energian varastoinnista aiheutuvien häviöiden oletetaan olevan noin 10 %. Tällöin elinkaaren aikana verkkoon syötetyn energian arvioidaan olevan noin 2 330 GWh.

Näkökulma 1. Jos aurinkovoimahankkeen tuottamalla energialla korvattaisiin ei toivottujen polttoaineiden käyttöä (29 % hiiltä / 36 % ydinvoimaa / 35 % maakaasua), saavutettaisi silloin noin 988 380 t CO_2-ekv päästövähennysvaikutus. Aurinkovoimahankkeen elinkaaristen päästöjen ollessa noin 164 250 t CO_2-ekv, olisi hiilitase tällöin -824 130 t CO_2-ekv. Hiilitaseen negatiivinen arvo kuvaa sitä, että hankkeella vältetään sen elinkaaren aikana enemmän päästöjä kuin niitä tuotetaan. Hankkeen aiheuttamien päästöjen kompensoitumisaika tässä näkökulmassa on esitetty kuvassa 2.



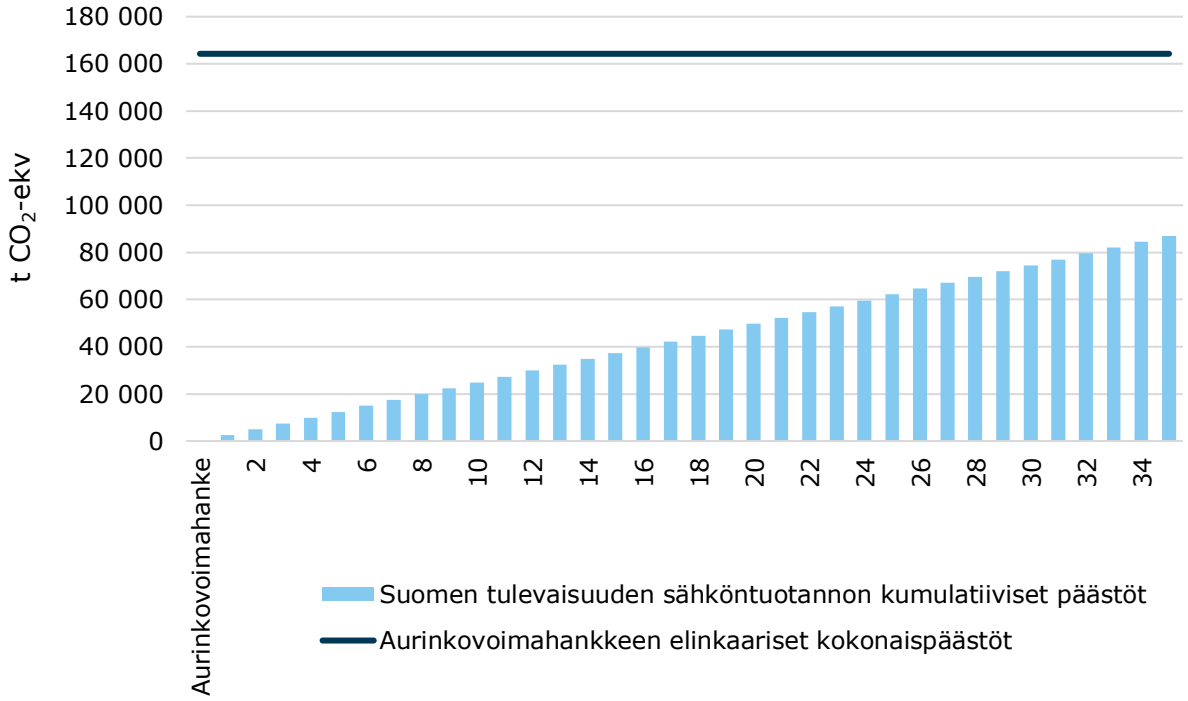
Kuva 2. Aurinkovoimahankkeen elinkaaren aikana muodostuvien päästöjen kompensoitumisaika, jos aurinkovoimalla tuotetun energian oletetaan korvaavan ei toivottujen polttoaineiden käyttöä Euroopan sähkömarkkinoilla.

Näkökulma 2. Jos aurinkovoimahankkeen tuottamalla energialla korvattaisiin Suomen keskimääräistä sähköntuotantoa, saavutettaisiin silloin noin 182 560 t CO_2-ekv päästövähennysvaikutus. Hankkeesta aiheutuvien päästöjen ollessa noin 164 250 t CO_2-ekv, olisi hankkeen hiilitase noin -18 310 t CO_2-ekv. Hiilitaseen negatiivinen arvo kuvaa sitä, että hankkeella vältetään sen elinkaaren aikana enemmän päästöjä kuin niitä tuotetaan. Hankkeen aiheuttamien päästöjen kompensoitumisaika tässä näkökulmassa on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Aurinkovoimahankkeen elinkaaren aikana muodostuvien päästöjen kompensoitumisaika, jos aurinkovoimalla tuotetun energian oletetaan korvaavan Suomen nykyhetken keskimääräistä sähköntuotantoa.

Näkökulma 3. Jos aurinkovoimahankkeen tuottamalla energialla korvattaisiin Suomen keskimääräistä tulevaisuuden sähköntuotantoa, saavutettaisiin silloin noin 87 020 t CO_2-ekv päästövähennysvaikutus. Hankkeesta aiheutuvien päästöjen ollessa noin 164 250 t CO_2-ekv, olisi hankkeen hiilitase noin 77 230 t CO_2-ekv. Hiilitaseen positiivinen arvo kuvaa sitä, että hankkeella tuotetaan sen elinkaaren aikana enemmän päästöjä kuin niitä vältetään. Hankkeen aiheuttamien päästöjen kompensoitumisaika tässä näkökulmassa on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Aurinkovoimahankkeen elinkaaren aikana muodostuvien päästöjen kompensoitumisaika, jos aurinkovoimalla tuotetun energian oletetaan korvaavan Suomen keskimääräistä tulevaisuuden sähköntuotantoa.

Jos aurinkovoimahankkeen tuottaman sähkön oletetaan korvaavan ei toivottujen polttoaineiden käyttöä, kompensoituisivat hankkeesta aiheutuvat elinkaariset päästöt noin kuudessa vuodessa. Jos aurinkovoimahankkeen tuottaman sähkön oletetaan korvaavan Suomen nykyhetken keskimääräistä sähköntuotantoa, kompensoituisivat hankkeesta aiheutuvat elinkaariset päästöt noin 32 vuodessa. Jos aurinkovoimahankkeen tuottaman sähkön oletetaan korvaavan Suomen keskimääräistä tulevaisuuden sähköntuotantoa, eivät hankkeesta aiheutuvat elinkaariset päästöt kompensoituisi ollenkaan.

6 YHTEENVETO

Tehdyt laskelmat kuvaavat hankkeesta aiheutuvia päästöjä ja sillä saavutettavia päästövähennyksiä yleisellä tasolla ja ovat suuntaa antavia arvioita. Suunnitteluarvoihin perustuvassa laskennassa joudutaan turvautumaan läpi laskennan useisiin oletuksiin, yleistyksiin sekä keskimääräisiin päästökerrointietoihin. Tehtyihin oletuksiin sekä käytettyihin päästökerrointietoihin sisältyy siis epävarmuutta. Lisäksi määritetty energiantuotantopotentiaali on teoreettinen. Todellinen energiantuotanto voi vaihdella olosuhteitten mukaan, joka vaikuttaa hankkeella tuotettua energiaa kohti arvioituun päästökertoimeen.

Näillä rajauksilla, laskentatiedoilla ja oletuksilla hankkeen elinkaaren aikainen päästö olisi noin 164 250 t CO_2-ekv. Keskimääräisen suomalaisen aiheuttaa vuosittain noin 10 t CO_2-ekv päästön. Marttilan aurinkovoimahankkeen elinkaaren aikaiset päästöt vastaavat noin 16 430 suomalaisen vuosittaisia päästöjä. Vaikka hankkeen elinkaaren aikana aiheutuu päästöjä, voidaan hankkeella saavutettavien päästövähennysten kuitenkin katsoa olevan aiheutuneita päästöjä suuremmat. Hankkeen hiilitaseen arvioidaan olevan negatiivinen, jolloin hankkeen vaikutus ilmastoon olisi positiivinen. Positiivisen ilmastovaikutuksen suuruus riippuu kuitenkin voimakkaasti tarkasteltavasta näkökulmasta, eli mitä sähköntuotantoa hankkeella tuotetun energian oletetaan korvaavan.

Hankkeen toteutumatta jäämisen myötä voitaisiin välttää aurinkovoimahankkeen elinkaariset päästöt sekä säilytettäisi alueen hiilivarasto ja -nielu. Tällöin kuitenkin sähkö täytyisi tuottaa ei halutuilla polttoaineilla ja Suomen sähköntuotannon rakenne ja energiaomavaraisuus jäisi kehittymättä. Vuoteen 2030 tähtäävän kansallisen energia- ja ilmastostrategian mukaisesti Suomen tavoitteena on lisätä uusiutuvan energian käyttöä niin, että sen osuus energian loppukulutuksesta nousee yli 50 prosenttiin 2020-luvulla. Vuonna 2022 uusiutuvien energianlähteiden osuus energian loppukulutuksesta Suomessa on hieman yli 40 prosenttia. (TEM, 2023.). Marttilan aurinkovoimahankkeen toteutuminen edistää kansallisen energia- ja ilmastostrategian tavoitteen toteutumista.

7 LÄHTEET

Emilsson et al., 2019. Lithium-Ion Vehicle Battery Production. Status 2019 on Energy Use, CO_2 Emissions, Use of Materials, Products Environmental Footprint and Recycling.

European Council, 2023. Infographic – How is EU electricity produced and sold? Saatavissa: https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/how-is-eu-electricityproduced-and-sold/

Jungbluth et al., 2012. Life Cycle Inventories of Photovoltaics.

Miller et al., 2019. Parametric modelling of life cycle greenhouse gas emissions from photovoltaic power.

Serres Hugo, 2022. Life Cycle Assessment of typical projects of the distribution power network.

Syke, 2024. Hiilikartta-työkalu. Saatavissa: https://www.syke.fi/hiilikartta

TEM, 2019. Sähköntuotannon skenaariolaskelmat vuoteen 2050. Saatavissa: https://tem.fi/documents/1410877/2132100/S%C3%A4hk%C3%B6ntuotannon+skenaariolaskelmat+vuoteen+2050+%E2%80%93+selvitys+22.2.2019/8d83651e-9f66-07e5-4755-a2cb70585262/S%C3%A4hk%C3%B6ntuotannon+skenaariolaskelmat+vuoteen+2050+%E2%80%93+selvitys+22.2.2019.pdf

TEM, 2023. Uusiutuva energia Suomessa. Saatavissa: https://tem.fi/uusiutuva-energia

Tilastokeskus, 2024. 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/

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