

Virolahden aurinkovoimahankkeen ilmastovaikutusten arviointi

Virolahden Aurinkovoima Oy



SISÄLLYSLUETTELO

| | |
|--|----|
| KÄSITTEET | 3 |
| 1 JOHDANTO | 4 |
| 2 SYSTEEMIRAJAUS..... | 4 |
| 3 LASKENTAMENETELMÄ | 5 |
| 4 LÄHTÖTIEDOT JA OLETUKSET | 7 |
| 4.1 Aurinkopaneelit | 7 |
| 4.2 Aurinkopaneelien asennusrakenteet | 7 |
| 4.3 Sähkönsiirto..... | 8 |
| 4.4 Tiet..... | 8 |
| 4.5 Energiavarasto | 9 |
| 4.6 Hiilivarastot ja -nielut..... | 9 |
| 4.7 Selvityn ulkopuolelle jätetyt päästökijät..... | 9 |
| 4.8 Hankkeen tiedot | 10 |
| 5 TULOKSET | 11 |
| 6 YHTEENVETO | 15 |
| 7 LÄHTEET | 16 |



KÄSITTEET

| Käsite | Selite |
|--|---|
| Elinkaariarviointi (LCA, Life Cycle Assessment) | Menetelmä, jolla voidaan analysoida ja arvioida tuotteen tai palvelun ympäristövaikutukset koko elinkaaren ajalta. |
| Hiilidioksidiekvivalentti | Hiilijalanjäljen yksikkö CO ₂ -ekv kuvaa eri kasvihuonekaasujen ilmastoja lämmittävää vaikutusta muunnettuna vastaamaan hiilidioksidin ilmastoja lämmittävää vaikutusta. |
| Hiilijalanjälki | Hankkeesta aiheutunut ilmastolämpenemisvaikutus (ts. päästöt). |
| Hiilivarasto | Metsään ja metsämaan maaperään sitoutunut hiili. |
| Hiilinielu | Metsään ja metsämaan maaperän hiilivaraston kasvu. |
| Kasvihuonekaasu | Ilmastolämpenemistä aiheuttavat kaasut, joita ovat mm. hiilidioksidi CO ₂ , metaani CH ₄ , ja dityppioksidi N ₂ O. |
| Ympäristötuoteseloste (EPD, Environmental Product Declaration) | Laatuvarmistettu elinkaariarviointiin ja kansainvälisiin standardeihin perustuva tuotteiden ympäristöselvitys. |



1 JOHDANTO

Fortum suunnittelee aurinkovoimahanketta Virolahden kunnan alueelle, noin kilometri Virolahden keskustasta länteen. Selvitysalue on kooltaan noin 170 hehtaaria, josta suurin osa on peltoa. Selvitysalueelta noin 73 hehtaaria on metsämaata.

Tämä ilmastovaikutusten arviointi on esiselvitys, jossa arvioidaan karkealla tasolla hankkeesta aiheutuvia positiivisia sekä negatiivisia ilmastovaikutuksia.

2 SYSTEEMIRAJAUS

Aurinkovoimahankkeesta aiheutuu ilmastovaikutuksia koko sen elinkaaren ajalta. Hankkeen vaikutusta ilmastolämpenemiseen kuvataan niin sanotulla hiilitaselaskennalla, jossa arvioidaan hankkeen aiheuttamat negatiiviset sekä positiiviset ilmastovaikutukset. Ilmastolämpenemisvaikutus aiheutuu hankkeen eri elinkaaren vaiheissa syntyneistä kasvihuonekaasupäästöistä. Eri kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävä vaikutus on yhteismitallistettu hiilidioksidin ilmastolämpenemisvaikutusta vastaavaksi, jolloin tulokset esitetään yksikössä CO₂-ekv.

Hankkeen negatiivisia ilmastovaikutuksia 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. Ilmastovaikutusten arvioinnissa on otettu huomioon päästöt niin aurinkopaneelien, asennusrakenteiden, sähkönsiirron kuin tiestön osalta. Lisäksi on arvioitu myös energiavaraston ilmastovaikutusta sekä hankkeen myötä menetettyä metsän ja metsämaan maaperän hiilivarastoa ja -nielua.

Hankkeen positiivisia ilmastovaikutuksia aiheutuu, kun aurinkovoimalla tuotetulla vähäpäästöisellä sähköllä korvataan ilmaston kannalta haitallisemmilla polttoaineilla tuotettua sähköä.

Toiminnallisena yksikkönä tässä tarkastelussa on ollut yhden aurinkovoimahankkeen koko elinkaaren aikaiset päästöt. Päästöarvio esitetään tuloksissa elinkaaren aikana aiheutuneina absoluuttisina kokonaispäästöinä (t CO₂-ekv) sekä elinkaaren aikana tuotettuun energiaan suhteutettuna päästöinä (g CO₂-ekv/kWh).



3 LASKENTAMENETELMÄ

Ilmastovaikutusten arviointi on toteutettu elinkaariarvioinnin periaatteisiin nojautuen (ISO 14040 ja ISO14044). Arvioinnissa keskityttiin tunnistamaan merkittävimmät päästötekijät, suunnittelutiedot saatiin Tilaaajalta. 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), Ecoinvent-elinkaariarvioinnin tietokannan (Ecoinvent v.3.9.1) sekä One Click LCA elinkaariarviointiohjelmiston tietoja.

Metsän ja metsämaan maaperän hiilivarasto ja -nielulaskennan taustalla on Bitcomp Oy:n kehittämä tekoälypohjainen kasvumalli. Mallin opetusaineistona hyödynnetään Suomen Metsäkeskuksen avoimesta metsävaratiedosta saatua laajaa metsikkökuvioiden kasvuennustedatata (Metsäkeskus, 2023). Mallilla voidaan ennustaa vuotuisia perusmetsikkötunnusten kehitystä, biomassaa ja puuston ja metsämaan maaperän hiilivarastoja. Malli laskee perusmetsämuuttujien (puuston pääpuulaji, keskipituus, keskiläpimitta, pohjapinta-ala, tilavuus) vuotuista kasvua ja hiilinielua metsikkökuviokohtaisesti. Laskennassa huomioidaan puustoon sitoutunut hiili (ja CO₂-ekv) biomassoista johdettuun vuotuisen kariketasoon perustuen (Repola et al., 2007). Metsämaan maaperään sitoutunutta hiiltä arvioidaan YASSO-malliin perustuen (Ilmatieteenlaitos, 2023; Euroopan geotieteiden liitto, 2023). Hiilivaraston ja -nielun arvioinnissa huomioidaan kasvillisuuden vaihteleva ikärakenne sekä puulajien vaihtelevuus.

Tällä tekoälypohjaisella mallilla arvioidaan metsän ja metsämaan maaperän hiilivarastoa ja -nielua koko hankealueella. Kun nämä tiedot suhteutetaan hankealueella sijaitsevan metsän pinta-alaan, saadaan hiilivaraston ja -nielun poistumille keskiarvoiset hehtaarikohtaiset kertoimet (t CO₂-ekv/ha). Näitä kertoimia hyödynnetään yhdessä hankealueelta todellisuudessa raivatun metsän pinta-alatiedon kanssa.

Hankkeen myönteisten ilmastovaikutusten suuruus riippuu tarkasteltavasta näkökulmasta eli siitä, mitä sähköntuotantoa tämän hankkeen tuottamalla energialla on oletettu korvattavan. Tässä selvityksessä tarkastellaan hankkeen myönteisiä ilmastovaikutuksia kahdesta eri näkökulmasta:

1. Ensimmäinen näkökulma tarkastelee ilmastovaikutuksia 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 korvautun sähköön päästökertoimeksi 425 g CO₂-ekv/kWh.

2. Toinen näkökulma tarkastelee ilmastovaikutuksia kansallisella tasolla. Aurinkovoimalla tuotetun energian voidaan olettaa Suomessa tuotettua keskiarvoista sähköä (Energiateollisuus, 2022). Nykyhetken kansallisen sähköntuotannon elinkaarisiksi päästökertoimeksi on arvioitu 98 g CO₂-ekv/kWh (Esisijaisesti: UNECE, 2022; Toissijaisesti: IPCC, 2018). Myönteisiä ilmastovaikutuksia on arvioitava elinkaariseen päästökertoimeen perustuen, jotta myönteisten ilmastovaikutusten sekä tämän hankkeen kielteisten ilmastovaikutusten rajaukset ovat yhteneväiset ja tulokset siten vertailukelpoisia keskenään. Tästä syystä myönteisiä ilmastovaikutuksia ei voida arvioida esimerkiksi 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 ilmastoalämmittävää vaikutusta.
 - Tässä näkökulmassa kuitenkin osittain oletetaan, että aurinkovoimalla korvattaisi uusiutuvalla energialla tuotettua sähköntuotantoa, joka aliarvioi hankkeesta saavutettavia myönteisiä ilmastovaikutuksia. Todellisuudessa jos aurinkovoiman määrä lisääntyy sähkömarkkinoilla, aiheuttaa se ei toivottujen polttoaineiden käytön vähenemistä joko Suomessa tai muualla Euroopan sähkömarkkinoilla.

Myönteisten ilmastovaikutusten arviointia aurinkovoimalan tuotannon ajankohdalle ennustettavaan Suomen keskiarvoiseen sähköntuotannon päästökertoimeen perustuen ei voida pitää relevanttina. Tässä oletetaan, että Suomessa useita uusiutuvan energian hankkeita olisi toteutunut. Käytännössä tämän hankkeen toteutuminen mahdollistaa tämän ennusteellisen päästökertoimen toteutumisen. Ilman hankkeen toteutumista tulevaisuuden sähköntuotannon alhaisempi päästökerroin ei realisoidu, jolloin tällä näkökulmassa arvioitaessa hankkeen myönteiset ilmastovaikutukset ovat täysin hypoteettiset.



4 LÄHTÖTIEDOT JA OLETUKSET

Virolahden kunnan alueelle ollaan tekemässä osayleiskaavaa aurinkovoima-alueen perustamisesta. Selvitysalue on kooltaan noin 170 hehtaaria ja aurinkovoimalalla tuotetun sähköenergian määrän arvioitiin vuositasolla olevan potentiaalisesti noin 103 GWh. Aurinkovoimalan eliniäksi oletettiin 30 vuotta, jonka aikana aurinkovoimalan sähköntuotantopotentiaalin arvioidaan olevan noin 3 100 GWh.

4.1 Aurinkopaneelit

Aurinkopaneelit voivat olla yksikide- tai monikidepaneeleja, tässä hankkeessa on suunniteltu hyödynnettävän yksikidepaneeleja. 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 generisiin One Click LCA elinkaariarviointiohjelmiston tietoihin perustuen. Aurinkopaneelien elinkaaren muita päästöjä on arvioitu REC Solar:in yksikiteisten aurinkopaneelien ympäristötuoteselosteisiin perustuen. Ympäristötuoteselosteissa tarkastellut aurinkopaneelit olivat teholtaan 375 W_p ja niissä on esitetty aurinkopaneelien ilmastonlämpenemisvaikutuksia elinkaarenvaiheittain. Näissä tietolähteissä päästötiedot olivat esitetty yksikössä (g CO₂-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 asennusrakenteisen 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 ilmastonlämpenemisvaikutusta.



4.3 Sähkönsiirto

Hankkeen sähkönsiirto koostuu inverttereistä, vaihto- ja tasavirtakaapeleista, muuntajista sekä maakaapeloinneista. 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 ilmastolämpenemisvaikutusta.

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 riittäväällä 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.

4.4 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.

4.5 Energiavarasto

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

4.6 Hiilivarastot ja -nielut

Hankkeen hiilivarastojen ja -nielujen poistuman osalta huomioidaan metsän ja metsäalueen maaperän hiilivarastojen ja -nielujen menetys paneelikentältä sekä uusien teiden pohjilta. Suurin osa hankealueesta on peltoa, jonne aurinkopaneelit ensisijaisesti rakennetaan. Tilaajan arvion mukaan puustoa kaadetaan hankealueelta noin 17 hehtaarin alueelta. Tässä selvityksessä oletetaan, että peltomaalle tehtävä aurinkopaneelien asennus ei aiheuta hiilivaraston ja -nielun menetystä. Hankealueella sijaitsevissa metsissä puustoa arvioitiin olevan keskiarvoisesti noin 151 m³/ha. Tällöin hankkeen myötä alueelta arvioidaan poistuvan metsää noin 2 560 m³.

4.7 Selvityn ulkopuolelle jätetyt päästötekijät

Tämän tarkastelun ulkopuolelle jätetään muun muassa seuraavat päästötekijät: puuston raivaus, paneelikentän tasointi, huoltorakennukset sekä turvallisuusvarusteet kuten hankealuetta ympäröivä aitaus sekä valvontakamerat. Tässä selvityksessä ei huomioida eri vaiheissa tapahtuvia energiahäviöitä.



4.8 Hankkeen tiedot

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

Taulukko 1. Tilaajalta saadut lähtötiedot.

| Kuvaus | Tieto |
|------------------------------------|--------------------|
| Aurinkopaneelien lukumäärä | 180 000 kpl |
| Yhden aurinkopaneelin nimellisteho | 605 W _p |
| Invertterien lukumäärä | 300 kpl* |
| Yhden invertterin teho | 350 kW |
| Muuntajien lukumäärä | 13 kpl |
| Yhden muuntajan nimellisteho | 7 MVA |
| Tasavirtakaapelien pituus | 525 km |
| Vaihtovirtakaapelien pituus | 84 km |
| Maakaapeloinnin pituus | 4 km |
| Uuden tien pituus | 7 km |
| Energiavaraston kapasiteetti | 20 MWh |

*Vaihdetaan kerran hankkeen elinkaaren aikana, jolloin tarvittavien invertterien kokonaismäärä on 600 kpl.



5 TULOKSET

Ilmastovaikutusten arvioinnin tulokset esitetään tässä kappaleessa. Tulokset esitetään päästötekijöihin jaoteltuna. Kukin tekijä sisältää sille sektorille kohdistuvat päästöt kappaleessa 4 esitettyjen rajausten mukaisesti. Taulukossa 2 esitetään arvio hankkeen kokonaispäästöistä ilman kierrätyshyvityksiä (t CO₂-ekv).

Taulukko 2. Hankkeen negatiiviset ilmastovaikutukset tekijöittäin sekä niiden suhteelliset osuudet.

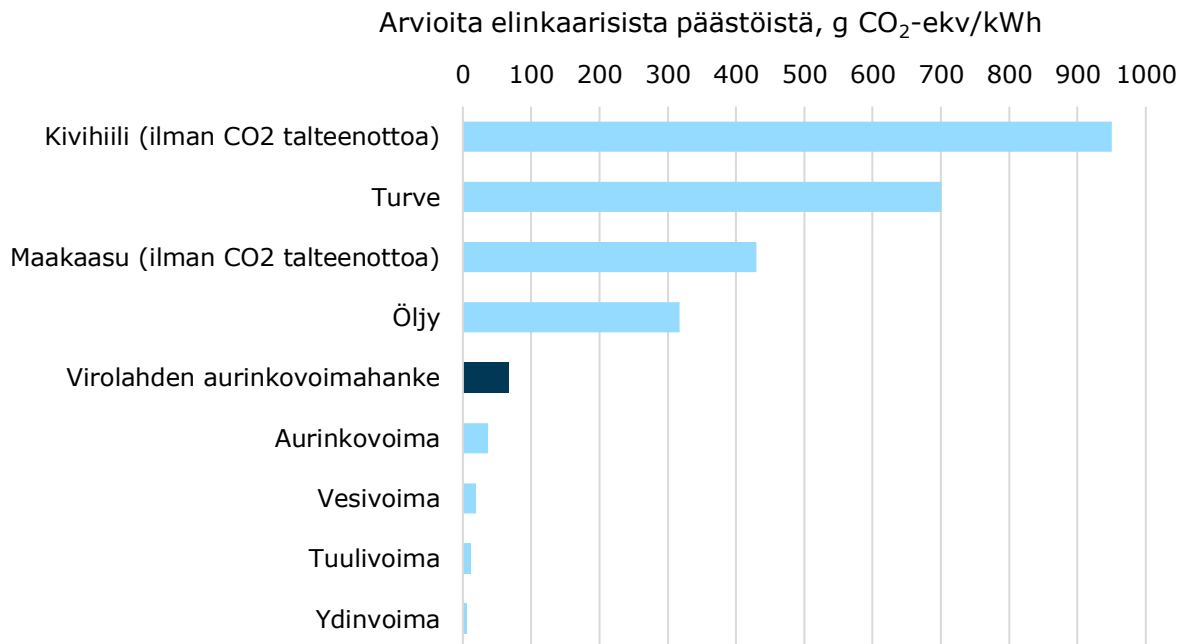
| Vaikutustekijä | Negatiivinen ilmastovaikutus, t CO ₂ -ekv | Osuus |
|--|--|-------|
| Aurinkopaneelit | 151 840 | 73 % |
| Asennusrakenteet | 30 190 | 15 % |
| Invertterit ja muuntajat | 10 490 | 5 % |
| Maanpäälliset kaapelit ja maakaapelointi | 1 040 | 1 % |
| Tiet | 470 | <1 % |
| Energiavarasto | 1 970 | 1 % |
| Hiilivaraston poistuma | 7 210 | 3 % |
| Hiilinielun poistuma | 4 010 | 2 % |
| Yhteensä* | 207 210 | |

**Ei täsmää täysin eri päästötekijöiden summaan johtuen lukuarvojen pyöristyksestä.*

Hankkeen toteutuessa siitä aiheutuva negatiivinen ilmastovaikutus olisi yhteensä noin 207 210 t CO₂-ekv sen koko elinkaaren ajalta. Kokonaispäästöjen lisäksi hankkeen päästöt arvioitiin myös elinkaaren aikana tuotettuun energiamäärään suhteutettuna. Virolahden aurinkovoimahankkeen elinkaarisen päästökertoimen arvioidaan olevan 66,8 g CO₂-ekv/kWh, huomioiden myös hiilivarastojen ja -nielujen menetys. Ilman hiilivarastojen ja -nielujen menetyksen huomioimista hankkeen elinkaarisen päästökertoimen arvioidaan oleva 63,2 g CO₂-ekv/kWh.

Vertailun vuoksi seuraavassa kuvassa 1 on esitetty elinkaarisia päästöarvioita myös muiden energianlähteiden sähköntuotannolle. Nämä päästökertoimet ovat suuntaa antavia ja kuvaavat yleisimpiä tuotantomenetelmiä. Näissä ei siis ole huomioitu eri tuotantomenetelmien keskiarvoa tai vaihtelua.





Kuva 1. Arvioita muilla energialähteillä tuotetun sähkön elinkaarisista ominaispäästöistä.

Kuvasta 1 huomataan, että Virolahden aurinkovoimahankkeen elinkaarinen ominaispäästö on hieman suurempi kuin vastaavan keskimääräisen maa-asennuksella toteutetun aurinkovoimahankkeen ominaispäästöt, jossa on hyödynnetty monikidepaneeleita. Monikidepaneeleiden valmistuksen päästöt ovat kuitenkin yleisesti keskimäärin jonkin verran alhaisemmat, kuin tässä laskennassa käytettyjen yksikidepaneelien valmistuksen päästöt. Lisäksi on huomattava, etteivät tämän selvityksen rajaukset ole täysin yhdenmukaiset kuvassa 1 esitettyyn keskimääräisen aurinkovoimahankkeeseen verrattuna, jolloin näiden ominaispäästöt eivät ole täysin verrattavissa.

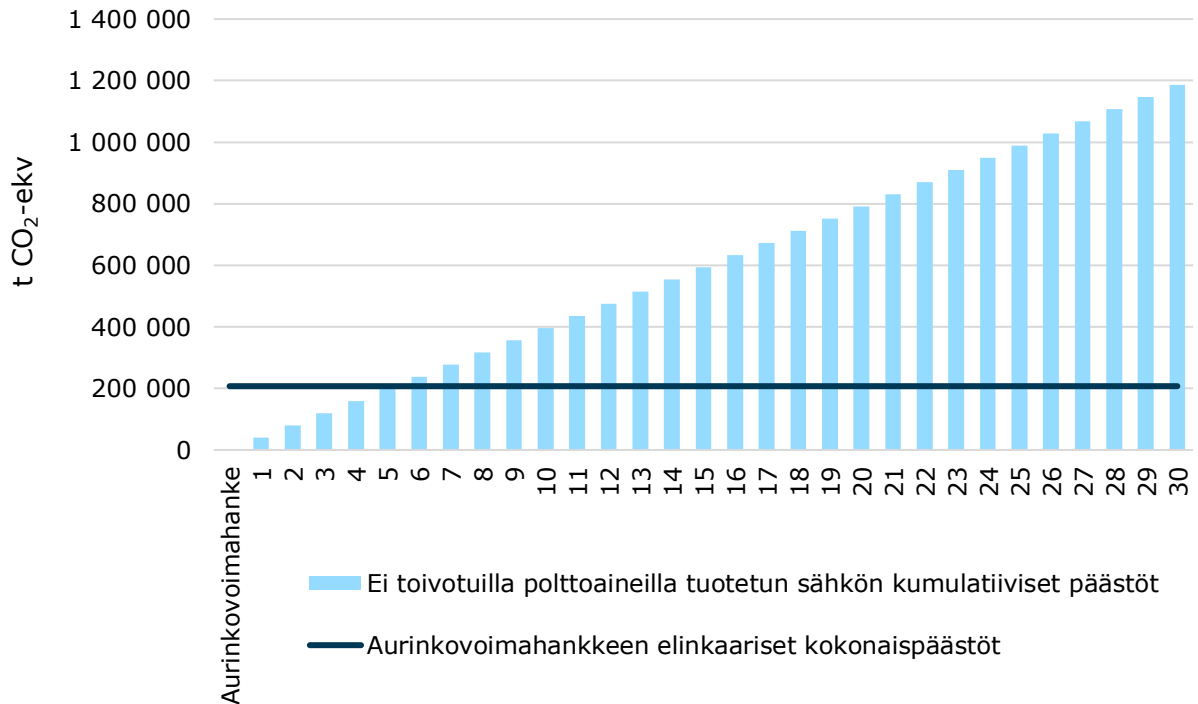
Positiivisia ilmastovaikutuksia aiheutuu, kun aurinkovoimalla saadaan syrjäytettyä päästöintensiivisempien polttoaineiden käyttöä sähköntuotannossa. Positiivisten ilmastovaikutusten suuruus riippuu tarkasteltavasta näkökulmasta, eli siitä mitä sähköntuotantoa hankkeen oletetaan korvaavan. Tässä tarkastelussa hankkeen positiivisia ilmastovaikutuksia tarkastellaan kahdesta näkökulmasta, jotka on esitetty kappaleessa 3.

Hankkeen arvioidaan tuottavan sähköä sen elinkaaren aikana noin 3 100 GWh. Hankealueen sisäisestä sähkönsiirrosta ja energian varastoinnista aiheutuvien häviöiden oletetaan olevan noin 10 %. Tällöin elinkaaren aikana verkkoon syötetyn energian arvioidaan olevan noin 2 790 GWh.

Näkökulma 1. Jos hankkeesta saatava verkkoon syötetty energiamäärä olisi tuotettu ei toivotuilla polttoaineilla (29 % hiiltä / 36 % ydinvoimaa / 35 % maakaasua), olisi sen tuotannosta aiheutuneet päästöt tällöin 1 185 750 t CO₂-ekv.

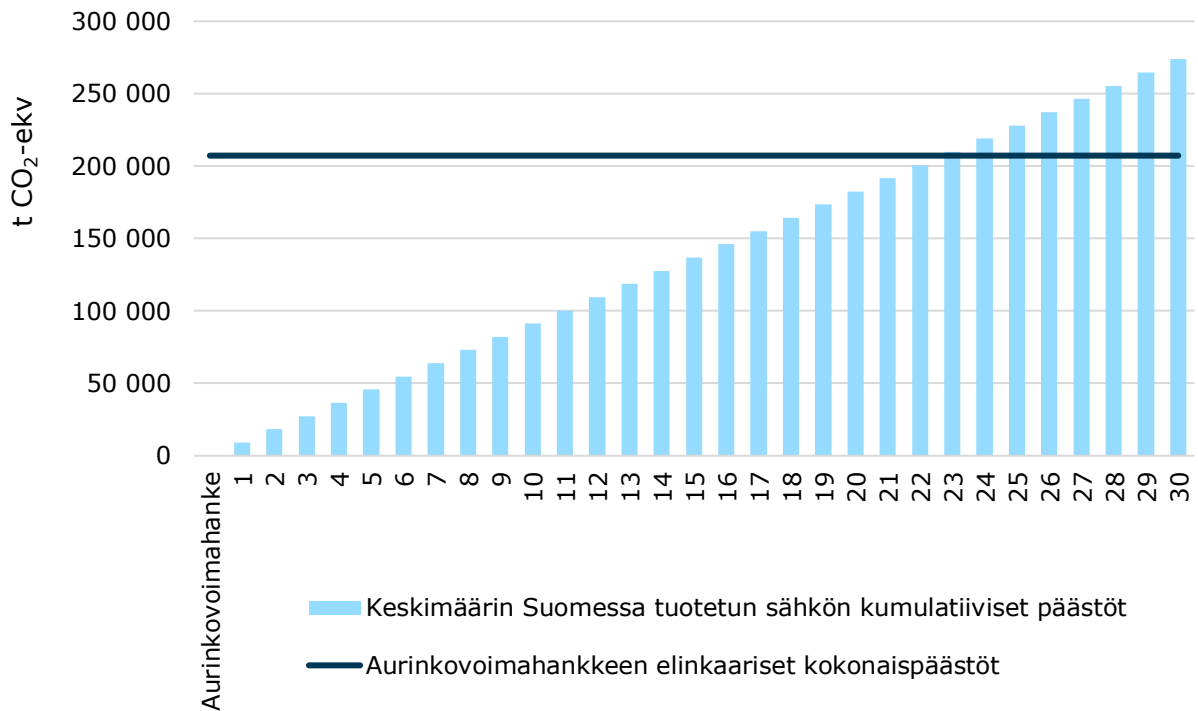


Hankkeesta aiheutuvien negatiivisten ilmastovaikutusten ollessa noin 207 210 t CO₂-ekv, olisi hankkeen kokonaisilmastovaikutus tällöin -978 540 t CO₂-ekv. Negatiivinen arvo kuvaa kokonaisuudessaan positiivista ilmastovaikutusta. Hankkeen aiheuttamien negatiivisten ilmastovaikutusten kompensoitumista tässä näkökulmassa on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Aurinkovoimahankkeen negatiivisten ilmastovaikutusten kompensoituminen, jos hankkeella tuotetun energian oletetaan korvaavan ei toivottujen polttoaineiden käyttöä Euroopan sähkömarkkinoilla.

Näkökulma 2. Jos hankkeesta saatava verkkoon syötetty energiamäärä olisi tuotettu Suomen sähkötuotannon keskimääräisellä polttoainejakaumalla, olisi sen tuotannosta aiheutuneet päästöt tällöin 272 710 t CO₂-ekv. Hankkeesta aiheutuvien negatiivisten ilmastovaikutusten ollessa noin 207 210 t CO₂-ekv, olisi hankkeen kokonaisilmastovaikutus tällöin noin -66 500 t CO₂-ekv. Negatiivinen arvo kuvaa kokonaisuudessaan positiivista ilmastovaikutusta. Hankkeen aiheuttamien negatiivisten ilmastovaikutusten kompensoitumista tässä näkökulmassa on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Aurinkovoimahanke negatiivisten ilmastovaikutusten kompensoituminen, jos hankkeella tuotetun energian oletetaan korvaavan keskimääräistä sähköntuotantoa Suomessa.

Kuvissa 2 ja 3 olevat viivat kuvaavat aurinkovoimahanke elinkaarisia kokonaispäästöjä, joiden on arvioitu olevan noin 207 210 t CO₂-ekv. Vastaavissa kuvissa olevat palkit kuvaavat kumulatiivisesti niitä päästöjä, joita olisi aiheutunut päästöintensiivisemmästä vaihtoehtoisesta sähköntuotannosta.

Jos hankkeen tuottaman sähkön oletetaan korvaavan ei toivottujen polttoaineiden käyttöä Euroopassa, kompensoituisivat hankkeesta aiheutuvat elinkaariset ilmastovaikutukset noin 6 vuodessa. Jos hankkeen tuottaman sähkön oletetaan korvaavan keskimääräistä nykyhetken sähköntuotantoa Suomessa, kompensoituisivat hankkeesta aiheutuvat elinkaariset ilmastovaikutukset noin 23 vuodessa.

6 YHTEENVETO

Tehdyt laskelmat kuvaavat hankkeen ilmastovaikutuksia yleisellä tasolla ja ovat suuntaa antavia arvioita. Suunnitteluarvoihin perustuvassa laskennassa joudutaan turvautumaan läpi laskennan useisiin oletuksiin, yleistykseen sekä keskimääräisiin päästökerrointietoihin. Tehtyihin oletuksiin sekä käytettyihin päästökerrointietoihin sisältyy siis epävarmuutta. Lisäksi määritetty energiantuotantopotentiaali on teoreettinen. Todellinen energiantuotanto voi vaihdella olosuhteista riippuen, joka vaikuttaa hankkeella tuotettua energiaa kohti arvioituun päästökertoimeen.

Näillä rajauksilla, laskentatiedoilla ja oletuksilla hankkeen elinkaaren aikainen negatiivinen ilmastovaikutus olisi 207 210 t CO₂-ekv. Keskimääräisen suomalaisen hiilijalanjälki on noin 10 t CO₂-ekv vuodessa. Virolahden aurinkovoimahankkeen negatiivinen ilmastovaikutus vastaa noin 20 720 suomalaisen vuosittaista hiilijalanjälkeä. Vaikka hankkeen elinkaaren aikana aiheutuu jonkin verran negatiivisia ilmastovaikutuksia, ovat hankkeella saavutettavat positiiviset ilmastovaikutukset kuitenkin näitä suuremmat. Hankkeen aiheuttama kokonaisilmastovaikutus arvioidaan positiiviseksi. Sen suuruus ja hankkeen negatiivisten ilmastovaikutusten kompensoitumisaika 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 päästöintensiivisemmällä 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.). Virolahden 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, CO₂ Emissions, Use of Materials, Products Environmental Footprint and Recycling.

Euroopan geotieteiden liitto, 2022. Calibrating the soil organic carbon model Yasso20 with multiple datasets. Saatavissa: <https://gmd.copernicus.org/articles/15/1735/2022/>

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/>

Ilmatieteenlaitos, 2023. Soil carbon model – Yasso. Saatavissa: <https://en.ilmatieteenlaitos.fi/yasso>

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

Metsäkeskus, 2023. Avoin metsä- ja luontotieto. Saatavissa: <https://www.metsakeskus.fi/fi/avoin-metsa-ja-luontotieto>

Repola et al., 2007. Biomass functions for Scots pine, Norway spruce and birch in Finland. Saatavissa: <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/535968/mwp053.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

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

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

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

