

FCG.

Finnish
Consulting
Group

Hiilitaselaskenta, Vähä-Sorrilan aurinkovoimala

Solmar Consulting Oy

FCG

21.10.2024

P52773

Sisälllys

| | |
|---|----|
| Vähä-Sorrilan aurinkovoimalan hiilitaselaskenta | 3 |
| 1 Johdanto | 3 |
| 2 Selvitysalue | 3 |
| 3 Työn menetelmät | 5 |
| 3.1 Arvioinnin kuvaus | 6 |
| 3.2 Elinkaaripäästöt | 7 |
| 4 Hiilitaselaskelma | 9 |
| 5 Yhteenveto | 9 |
| 6 Vaikutusten lieventäminen | 10 |
| 7 Lähteet..... | 11 |

*FCG Finnish Consulting Group Oy ("FCG") on laatinut tämän raportin FCG:n asiakkaan ("Asiakas") toimeksianton ja ohjeiden mukaisesti. Tämä raportti on laadittu FCG:n ja Asiakkaan välisen sopimuksen ehtojen mukaisesti. **FCG ei ole vastuussa tästä raportista tai sen käytöstä suhteessa mihinkään muuhun tahoon kuin Asiakkaaseen.***

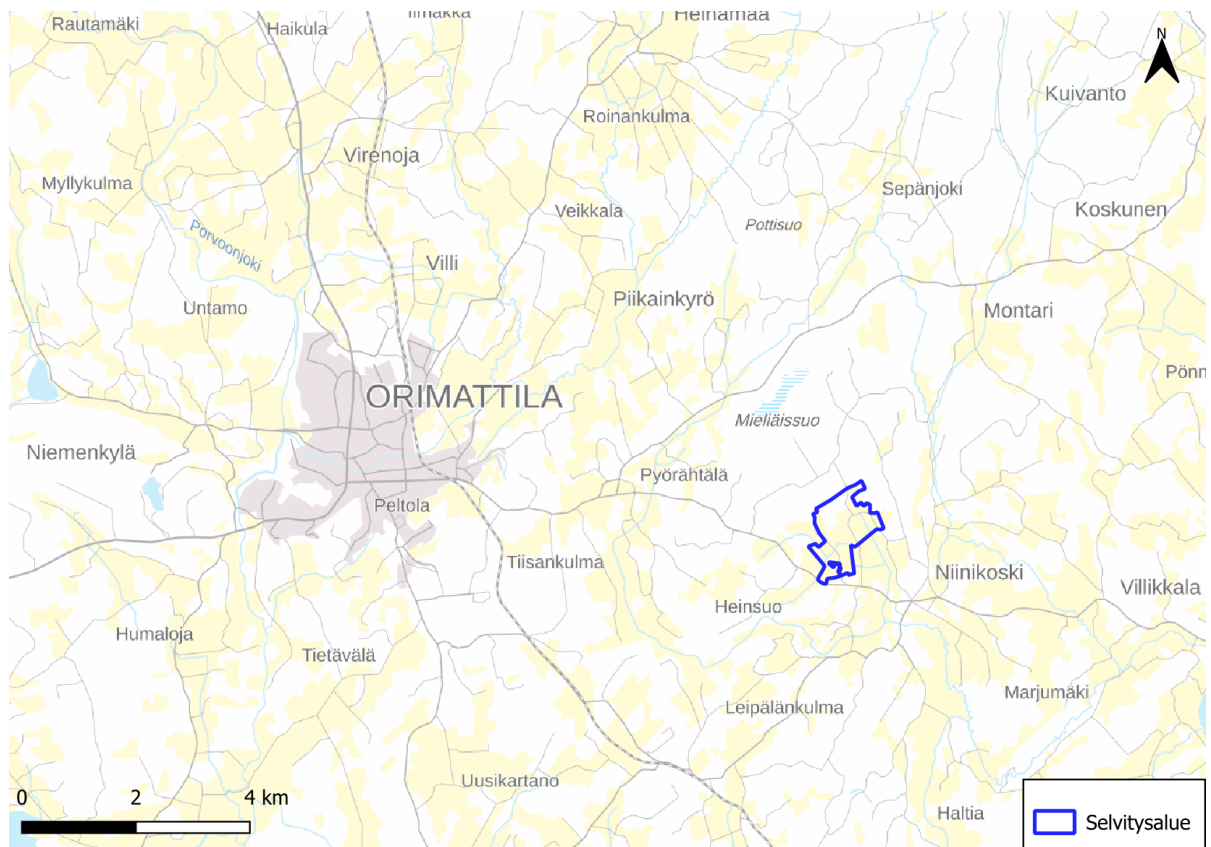
Tämä raportti voi perustua kokonaan tai osaksi kolmansien osapuolten FCG:lle antamiin tietoihin tai julkisiin lähteisiin ja näin ollen tietoihin, joihin FCG:llä ei ole ollut vaikutusmahdollisuuksia. FCG toteaa nimenomaisesti, ettei sillä ole vastuuta sille annettujen virheellisten tai puutteellisten tietojen perusteella.

Kaikki oikeudet (mukaan lukien tekijänoikeudet) tähän raporttiin kuuluvat FCG:lle, tai Asiakkaalle, mikäli niin on sovittu FCG:n ja Asiakkaan välillä. Tätä raporttia tai sen osaa ei saa muokata tai käyttää uudelleen toiseen tarkoitukseen ilman FCG:n kirjallista lupaa.

Vähä-Sorrilan aurinkovoimalan hiilitaselaskenta

1 Johdanto

Hiilitaselaskelma laadittiin osaksi Orimattilan Vähä-Sorrilan aurinkovoimalan suunnittelutarveratkaisun (STR) aineistoa. Tarkasteltavan selvitysalueen sijainti Orimattilan kaupungissa on esitetty kuvassa Kuva 1. Selvitysalueen pinta-ala on noin 115 ha, ja se muodostuu seitsemästä kiinteistöstä. Selvitysalueelle kuuluvat kiinteistöt on kuvattu kuvassa 2. Aurinkovoimalan tuotetun sähköenergian määrä vuositasolla on arviolta 81 GWh. Tämän hiilitaselaskennan on laatinut ympäristötekniikan insinööri Inka Uutela.

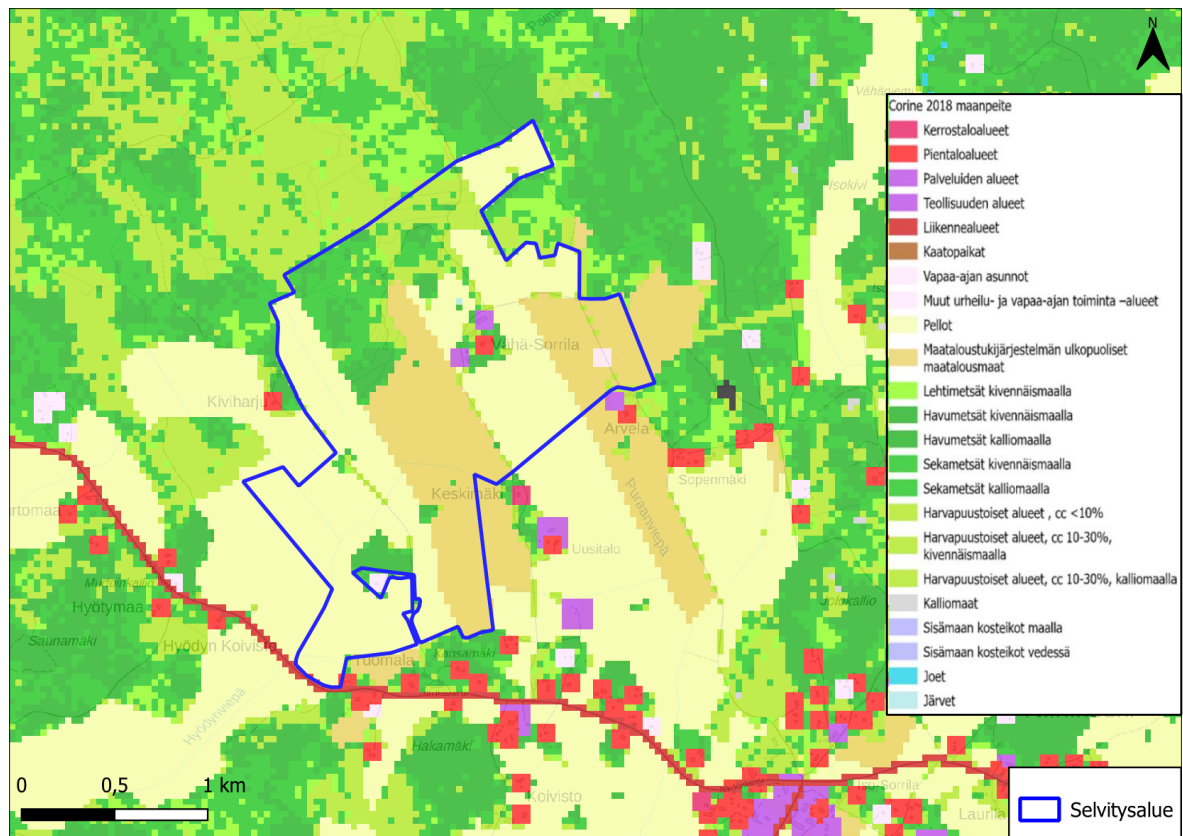


Kuva 1. Aurinkoenergiakohteen sijainti Ypäjän kunnan eteläosassa.

Aurinkovoimalalla tuotettu sähkö ei aiheuta kasvihuonekaasu- tai muita savukaasupäästöjä. Hankkeella on positiivisia vaikutuksia ilmanlaatuun ja ilmastoon, koska sähkön tuotannolla vältetään muusta energiantuotannosta syntyviä päästöjä (0-vaihtoehto). Toisaalta aurinkovoimalan rakentaminen vaikuttaa alueen hiilinieluihin sekä aiheuttaa muita päästöjä.

2 Selvitysalue

Selvitysalue sijaitsee lähes kokonaisuudessaan peltomaalla. Hankealueen pohjoisosissa on metsäisiä alueita ja etelämpänä on muutama pienempi metsälaikku. (Kuva 2) Maanpeite on hankealueella pääosin peltoa ja maataloustukijärjestelmän ulkopuolista maatalousmaata Corine 2018-luokituksen mukaan (kuva 3). Alueen metsäkuviot ovat pääasiassa nuorta ja



Kuva 3. Corine Land Cover 2018 -aineiston mukainen maanpeiteluokitus selvitysalueen ympärillä. Aineisto on osittain vanhentunutta mutta muutokset on huomioitu analyysissä.

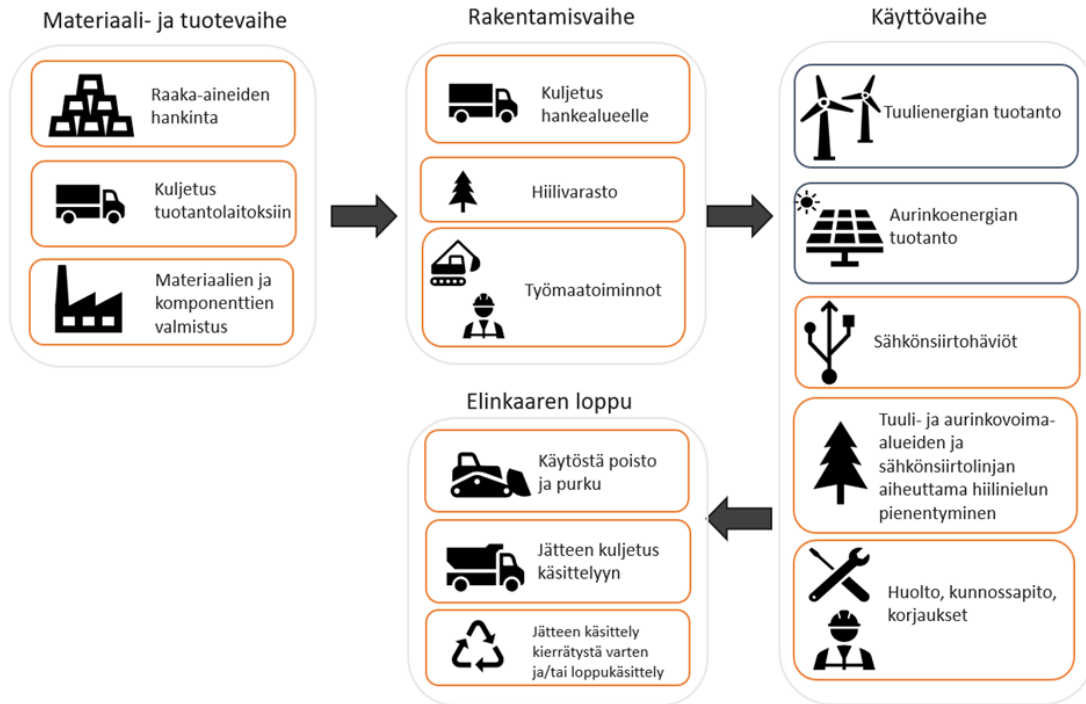
3 Työn menetelmät

Selvitys perustuu avoimiin paikkatietoaineistoihin Suomen alueelta sekä hankevastaavan toimittamiin aluerajauksiin. Selvitys ei sisällä selvitysalueella tehtyjä kartoituksia eikä katselmuksia. Paikkatietoaineistot ovat mahdollisimman ajantasaisia, mutta esitettyjä tuloksia arvioitaessa on huomioitava laajojen aineistojen paikallinen tarkkuus sekä mahdolliset viiveet tietojen päivityksissä. Tarkemmat selvitysalueella tehtävät kartoitukset saattavat tuoda esille tekijöitä, jotka eivät ilmene tässä alustavassa selvityksessä.

Selvityksessä hyödynnetään seuraavia paikkatietoaineistoja ja tietolähteitä:

- SYKE:n avoimen tiedon palvelu, CORINE maanpeite 2018.
- LUKE, Valtakunnan metsien inventointi (VMI) 12/13

Tuuli- ja aurinkovoimalan elinkaari koostuu ilmastonäkökulmasta kuvan 4. neljästä vaiheesta.



Kuva 4. Tuuli- ja aurinkovoimahankkeen elinkaaren kuvaus

Tuuli- ja aurinkovoiman kielteiset ilmastovaikutukset painottuvat hankkeen alkuvaiheeseen ja myönteiset vaikutukset käyttövaiheeseen. Molemmat sähköntuotantomuodot vaativat merkittäviä määriä energiaintensiivisesti tuotettuja materiaaleja, joten suuri osa elinkaaren päästöistä syntyy materiaali- ja tuotevaiheessa. Rakentamisvaiheessa päästöjä syntyy tarvittavien osien ja materiaalien kuljetuksista hankealueelle, työmaatoimintojen energiankäytöstä sekä maankäytön muutoksen vaikutuksesta alueen hiilivarastoihin ja -nieluihin. Voimaloiden käyttövaiheen suoria ja välillisiä päästölähteitä ovat tarkastusten, kunnossapidon ja korjausten tarvitsemat työkalut, kulkuneuvot, kuljetukset ja materiaalit. Elinkaaren loppuvaiheessa syntyy päästöjä voimaloiden purkamisesta ja purkumateriaalien käsittelystä sekä kuljetuksista.

Se, kuinka paljon tuotettu aurinkovoima vaikuttaa sähkön tuotannon päästöihin ja niiden vähenemiseen riippuu siitä, mitä sähköntuotantoa ja muuta energiantuotantoa aurinkovoimalla korvataan hankkeen toiminta-aikana. Tässä arvioinnissa on oletettu, että voimalat korvaavat kotimaisen sähköntuotannon päästökertoimen (v. 2023) mukaisia päästöjä. Mikäli päästöjä verrattaisiin pelkästään fossiilisten sähköntuotantomuotojen päästöjen kehitykseen, olisivat Vähä-Sorjalan potentiaalisten aurinkovoimaloiden tuottaman sähkön korvaamat päästömäärät suuremmat.

3.1 Arvioinnin kuvaus

Aurinkovoiman osalta ei ole tässä vaiheessa tietoa paneelimäärästä tai muista tarvittavista osista, joten arviointi on tehty suuntaa antavaksi aikaisemmin toteutettujen aurinkovoimaloiden hiililaselaskelmien pohjalta. Lähtökohtaisesti paneelit täyttävät koko hankealueen. Paneelien määräksi on oletettu $0,175 \text{ kpl/m}^2$.

Aurinkovoimalan laskennan osalta on tehty taulukon 1 mukaisia oletuksia. Materiaali- ja tuotevaiheen osalta on huomioitu aurinkopaneelien, asennustelineiden ja niiden perustusten sekä invertterien päästöt. Perustamistavaksi on oletettu teräksinen lyöntipaalu. Sen sijaan muuntamoiden, kaapelien ja mahdollisen aidan määriä ei ole voitu luotettavasti arvioida, ja niiden päästöt on jätetty tämän laskennan ulkopuolelle.

Taulukko 1. Alueelle tehdyn hiilitaselaskennan kuvaus ja tehdyt oletukset

| Elinkaarivaihe | Laskennan kuvaus ja tehdyt oletukset |
|----------------------------------|---|
| Materiaali- ja tuotevaihe | <p>Paneeli-, asennusteline- ja invertterimäärät on arvioitu konsultin aiemmin tekemien aurinkovoimalan ilmastovaikutusten arviointien pohjalta.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paneelit: 201 250 kpl • Asennustelineet: 8 050 kpl • Asennustelineiden paalut 16 100 kpl • Invertterit: 29 kpl <p>Paneelien ja invertterien valmistuksen päästöjen arvioinnissa on käytetty vertailukohtana valmistajien julkaisemia EPD (Environment Product Declaration)-raportteja. Paneelien on oletettu olevan kiinalaisvalmisteisia yksikidepiikennopaneeleja.</p> <p>Asennustelineiden massa- ja materiaaliosuudet on arvioitu telinevalmistaja Schletterin (2022) perustelinemallien avulla.</p> |
| Rakentaminen | <p>Perustamistavan (mahd. paalutus) tai muun rakentamisen päästöjä ei voitu luotettavasti arvioida, joten rakentamisen päästöt on rajattu tämän laskennan ulkopuolelle.</p> <p>Paneelit kuljetaan meriteitse Kiinasta Loviisaan ja sieltä maanteitse Orimattilaan.</p> <p>Hiilivarastovaikutukset arvioidaan poistuvan puuston osalta käyttäen paikkatietoa sekä Luonnonvarakeskuksen metsätietoja puuston keskimääräisestä tilavuudesta ja keskikasvusta Päijät-Hämeen alueella.</p> |
| Käyttö | <p>Käyttövaiheessa aurinkovoimaloiden oletetaan korvaavan keskimääräistä kotimaista sähköntuotantoa. Aurinkovoimaloiden toiminta-ajaksi oletetaan 40 vuotta.</p> |
| Elinkaaren loppu | <p>Aurinkovoimalan purkuvaiheen ja siitä syntyvien jätteiden käsittelyn ilmasto- ja päästöt ovat rajattu arvioinnin ulkopuolelle vähäisen merkittävyyden takia. Paneelivalmistajien EPD-raporttien mukaan purku- ja jätteiden käsittelyvaiheiden päästöjen suuruus koko hiilijalanjäljestä on muutaman prosentin luokkaa.</p> |

3.2 Elinkaaripäästöt

Suuntaa antavasta laskelmasta nähdään, että aurinkopaneelien materiaali- ja tuotevaihe aiheuttaa selvästi suurimman osan päästöistä. Alueella poistettavaa puustoa on Corine Land Cover-aineiston mukaan noin 25 ha. Mitä enemmän alueella on poistettavaa puustoa ja

muuta kasvillisuutta, siitä suuremmat ovat vaikutukset hiilivarastoihin ja pidemmällä aikavälillä hiilinieluihin. Aurinkovoima-alueen päästöt ovat kuvattu elinkaarivaiheittain taulukossa 2.

Taulukko 2. Aurinkovoimala-alueen laskennan tulokset

| Elinkaarivaihe | Vaikutustyyppi | Tulokset (tCO ₂ e) |
|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Materiaali- ja tuotevaihe | Aurinkopaneelit | 25 200 |
| | Asennustelineet | 3 000 |
| | Asennustelineiden perustukset | 1 700 |
| | Invertterit | 8 700 |
| Rakentaminen | Kuljetukset | 1 240 |
| | Hiilivarasto | 3 110 |
| | Hiilinielu | 144 (tCO ₂ e/v) |
| Yhteensä | | 43 000 |

0-vaihtoehdossa hanketta ei toteuteta, jolloin materiaaleihin, rakentamiseen, käytön aikaan ja käytöstä poistamiseen liittyviä ilmastovaikutuksia ei muodostu. Samalla 0-vaihtoehdossa menetetään elinkaaren aikainen sähköntuotanto, joka korvataan muulla sähköntuotannolla. Päästökertoimet esitetään seuraavassa taulukossa:

Taulukko 3. Aurinkovoimalan tuottaman sähköön korvaamisesta aiheutuvat päästöt. (Päästökertoimet Tilastokeskus 2024)

| | Päästökerroin (g CO ₂ ekv/kWh) |
|---------------------------|---|
| Maakaasu | 198 |
| Kevyt polttoöljy, rikitön | 263 |
| Palaturve | 381 |

Vaikutukset hiilinieluun arvioidaan laskemalla hankkeessa poistuvan puuston ja sen hiilensitomispotentiaalin määrä. Hiilinielut (tonnia CO₂ekv/ha/vuosi) arvioidaan tieteellisiin julkaisuihin perustuvien arvojen ja Corine 2018 -maanpeiteluokkien avulla. Vaikutusten arvioinnissa ei ole otettu huomioon puiden ja kasvillisuuden vaihtelevaa ikärakennetta eikä esimerkiksi puulajien vaihtelevuutta. Nämä seikat vaikuttavat hiilinielun suuruuteen jossain määrin, mutta arvion suuruusluokan arvioidaan olevan kuitenkin oikean suuntainen. Aurinkovoimalan rakentamisen yhteydessä raivataan usein puustoa ja kasvillisuutta, sekä poistetaan metsämaata. Metsäalueiden osuus pinta-alasta on kuitenkin pieni. Metsät varastoivat noin 20-

40 % enemmän hiilidioksidia kuin hoidetut pellot (nieluvaikutus metsissä tyypillisesti 1-7 tonnia CO₂ekv/ha/vuosi). Hiilidioksidia sitoo eniten puiden kasvu. Siksi hoidetut, etenkin nuoret, metsät ovat luonnontilaisia metsiä tehokkaampia hiilinieluja. Luonnonniityt, varvikot ja nummet ovat luonnollisia hiilinieluja (nieluvaikutus 3-6 tonnia CO₂ekv/ha/vuosi). Peltomaat voivat olla huonosti hoidettuna turvemailla myös päästölähteitä. Nykyisillä viljelymenetelmillä ja satotasolla ollaan kuitenkin kivennäismailla lähellä hiilineutraalia. Poistuvan puuston seurauksena, hankealueen hiilinielut pienenevät.

4 Hiilitaselaskelma

Alla olevaan taulukkoon 4 on koottu aurinkovoimalan arvioidut ja lasketut keskeiset elinkaari-päästöt (40 vuotta).

Taulukko 4. Aurinkovoimalan hiilitase (40 vuotta).

| | Aurinkovoimala (40 vuotta) | 0-vaihtoehto (40 vuotta) |
|---|--|---|
| Aurinkovoimalan sähköntuotanto (81 GWh/vuosi) | 3 240 GWh | - |
| Aurinkovoimalan elinkaari-päästöt | 43 000 tonnia CO ₂ ekv | - |
| Hiilinieluvaikutukset | 5 760 tonnia CO ₂ ekv | - |
| Eri polttoaineilla tuotetun energian päästöt oletetun käyttöiän (40 vuotta) aikana. | - | Maakaasu: 641 520 tonnia CO ₂ ekv Kevyt polttoöljy: 852 120 tonnia CO ₂ ekv Palaturvetonnia: 1 234 440 tonnia CO ₂ ekv |
| Yhteensä | 48 760 tonnia CO₂ekv | 641 520 – 1 234 440 tonnia CO₂ekv |

0-vaihtoehdossa aurinkovoimalahanketta ei toteuteta, jolloin aurinkovoimalan materiaaleihin, rakentamiseen, käytön aikaan ja käytöstä poistamiseen liittyviä ilmastovaikutuksia ei muodostu. Toisaalta 0-vaihtoehdossa kuitenkin menetetään elinkaaren aikainen sähköntuotanto. Jos se korvataan ilmaston kannalta haitallisemmilla polttoaineilla tuotetulla sähköllä koko aurinkovoimalan suunnitellun käyttö- ja tuotantovaiheen (40 vuotta) aikana, päästöt polttoaineesta riippuen ovat 641 520 – 1 234 440 tonnia CO₂ekv, mikä on huomattavasti enemmän kuin edellä olevassa taulukossa esitetyt aurinkovoimalalle arvioidut elinkaari-päästöt (48 760 tonnia CO₂ekv) saatavilla olevien päästökertoimien poikkeavuuksista huolimatta. Hiilinieluvaikutuksen osuus kokonaispäästöistä on noin 13 %.

5 Yhteenveto

Hankkeen toteuttamisella on myönteisiä vaikutuksia ilmastoon, sillä hanke toteutuessaan mahdollistaa vähäpäästöisemmän sähköntuotannon nollavaihtoehtoon, eli haitallisemmilla

polttoaineilla toteutettuun sähköntuotantoon verrattuna. Ilmastopäästöjen kannalta hankkeen elinkaaren vaiheista merkittävimpiä ovat aurinkovoimalan vaatiman infran, materiaalien ja tuotteiden valmistus, alueen ja sen vaatiman sähkönsiirron rakentaminen sekä voimalan purkaminen ja siinä syntyvien jätteiden käsittely.

Varsinaisesta energian tuotannosta käyttövaiheen aikana aiheutuvat kasvihuonekaasu- ja muut ilmanpäästöt sen sijaan ovat vähäiset. Mikäli sähköllä korvataan fossiilisella polttoaineella tapahtuvan sähkötuotannon päästöt Suomessa, korvautuvat hankkeen päästöt ja hiilinielujen menetykset noin 3-6 vuoden kuluessa.

Energiateollisuuden tilastojen mukaan Suomessa koko sähkötuotannon päästökerroin on ollut maaliskuussa 2023 noin 60 g CO₂ekv/kWh. Eli tämän hetken Suomen sähkötuotannon keskiarvoisella päästökertoimella hankkeen päästöt ja hiilinielujen menetykset korvautuvat noin 7 vuoden kuluessa.

6 Vaikutusten lieventäminen

Kasvihuonekaasupäästöihin voidaan vaikuttaa hankkeen tapauksessa rakentamisessa, huollossa ja purkamisessa käytettävillä polttoaineilla ja esimerkiksi logistiikan huolellisella suunnittelulla. Materiaalien tehokkaalla käytöllä ehkäistään turhaa materiaalituotantoa ja logistiikkaa. Mikäli mahdollista, merkittävimmät vaikutusten lieventämiset saadaan käyttämällä vähähiilisiä materiaaleja. Ennen niiden käyttöä on varmistuttava materiaalien turvallisuudesta ja käytettävyydestä. Vaikka aurinkovoimalan toteutus itsessään auttaa kokonaisvaikutusten lieventämisessä, on tulevaisuudessa kiinnitettävä huomiota entistä enemmän myös rakentamisessa, sekä voimalan materiaalien tuottamisessa syntyviin päästöihin.

7 Lähteet

Energiateollisuus, 2023. Sähköntuotanto energialähteittäin. https://energia.fi/fi-les/1414/Sahkontuotannon_kk_polttoaineet_maaliskuu.pdf

Koffi B., Cerutti A.K., Duerr M., Iancu A., Kona A., Janssens-Maenhout G., Covenant of Mayors for Climate and Energy: Default emission factors for local emission inventories – Version 2017, EUR 28718 EN. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017

Metsäkeskus, 2024. Avoin metsä- ja luontotieto. Metsävarakuviot. <https://www.metsakeskus.fi/fi/avoin-metsa-ja-luontotieto/aineistot-paikkatieto-ohjelmille/paikkatietoaineistot>

Schlömer S., T. Bruckner, L. Fulton, E. Hertwich, A. McKinnon, D. Perczyk, J. Roy, R. Schaeffer, R. Sims, P. Smith, and R. Wisser, 2014: Annex III: Technology-specific cost and performance parameters. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

SYKE, 2018. Suomen Corine 2018. [https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Uutiset/Suomen_Corine_2018_maanpeiteaineistot__s\(48854\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Uutiset/Suomen_Corine_2018_maanpeiteaineistot__s(48854))