



SEMECON OY

# Uusnivalan aurinkovoimahankkeen ilmastonselvitys



**Semecon Oy**  
Aku Rasmus  
Joni Heinonen  
Olli Malkamäki

**Envineer Oy**  
Birgitta Komppula  
Petri Kiuru

[etunimi.sukunimi@envineer.fi](mailto:etunimi.sukunimi@envineer.fi)

[www.envineer.fi](http://www.envineer.fi)

Y-tunnus: 2850396-1

Projektinnumero: 12812

Kansikuva: @ Mikko Pajukoski / Envineer Oy 26.5.2025



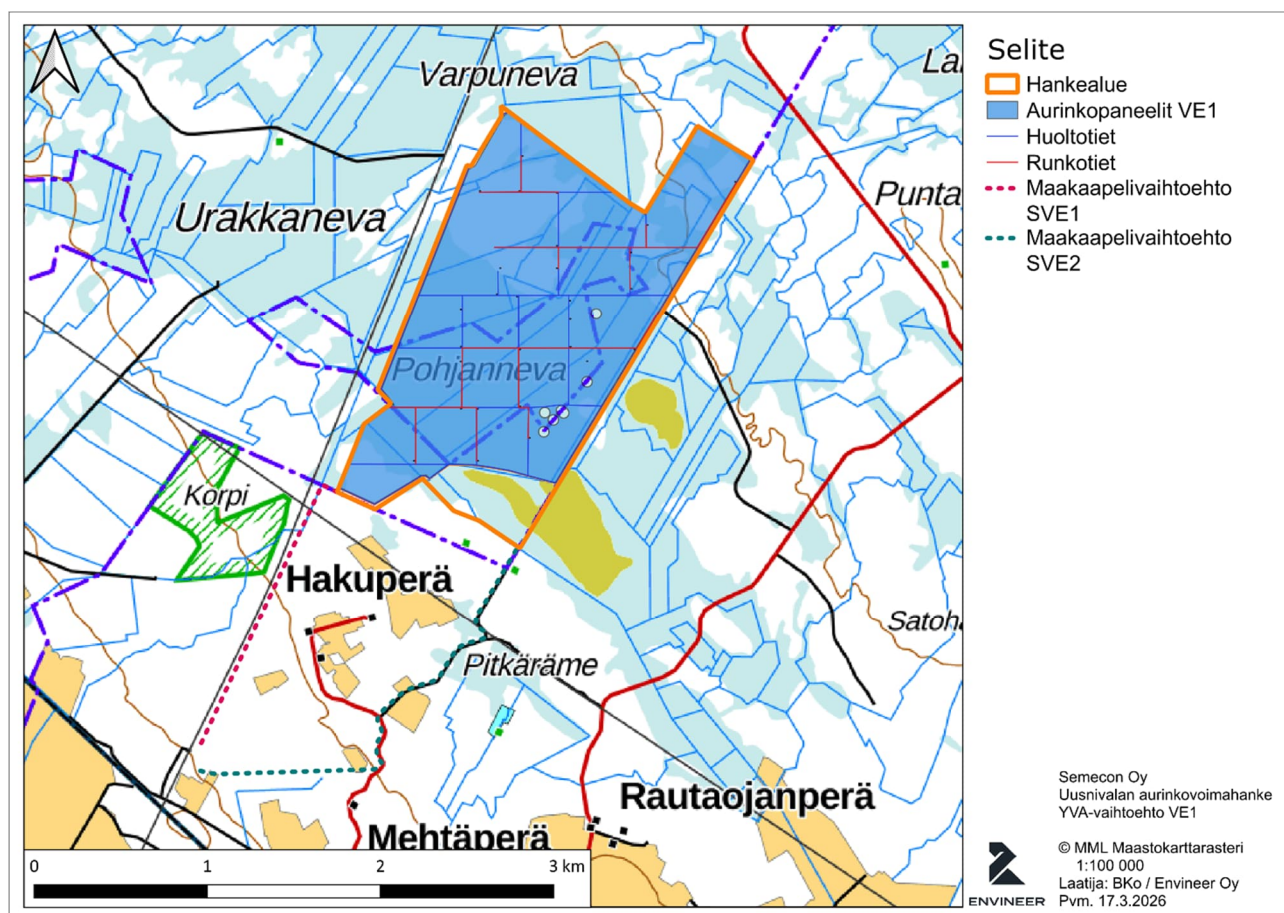
# Sisältö

1	Hanke ja työn tarkoitus .....	5
2	Ilmastotavoitteet .....	7
2.1	Nivalan kasvihuonekaasupäästöt .....	8
2.2	Ylivieskan kasvihuonekaasupäästöt .....	8
3	Ilmastovaikutusten arviointimenetelmät .....	9
3.1	Sähköntuotannon kasvihuonekaasupäästöjen laskenta .....	9
3.1.1	Nykyinen keskimääräinen sähköntuotanto .....	9
3.1.2	Aurinkovoimahankkeen sähköntuotanto .....	10
3.2	Päästövähennyspotentiaali .....	11
3.3	Hiilikartta-työkalu .....	11
3.4	Turvemaan hiilitaselaskenta .....	12
3.5	Hiilinielulaskenta .....	16
4	Ilmastovaikutukset .....	17
4.1	Aurinkovoimalan rakentamisen ja käytön ilmastovaikutukset .....	17
4.2	Maaperän hiilivarastot .....	17
4.3	Kasvillisuuden hiilivarastot ja -nielut .....	18
4.4	Sähkönsiirron hiilitasevaikutukset .....	18
4.5	Päästövähennyspotentiaali .....	19
5	Ilmastovaikutusten lieventämis- ja vahvistamistoimenpiteet .....	20
6	Ilmastonmuutokseen sopeutuminen .....	21
6.1	Muuttuva ilmasto .....	21
6.2	Ilmastonmuutokseen varautuminen .....	23
7	Yhteenveto ja johtopäätökset .....	24

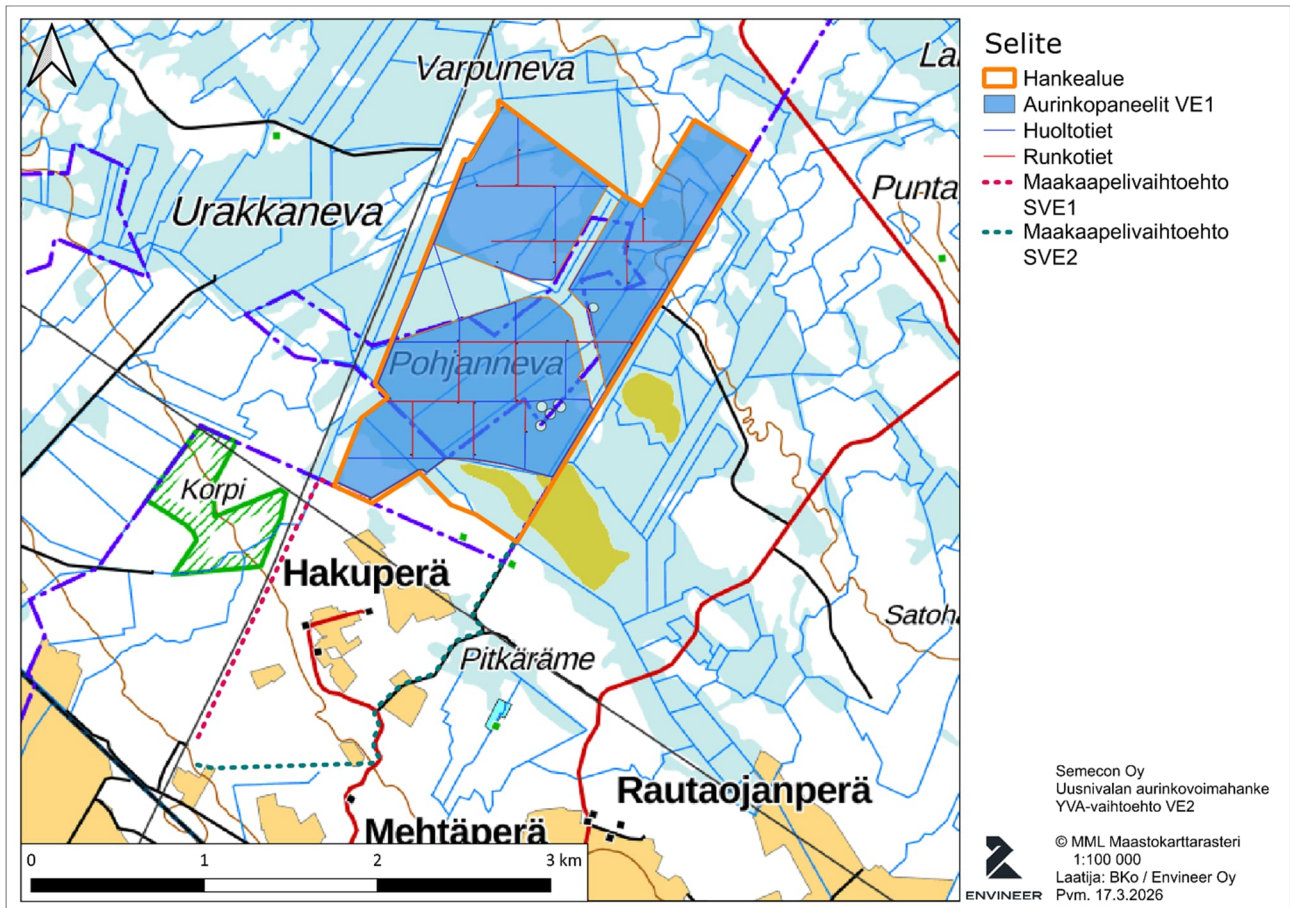
# 1 Hanke ja työn tarkoitus

Semecon Oy suunnittelee 230–273 MWp Uusnivalan aurinkovoimalan rakentamista Pohjannevan alueelle, joka kuuluu Ylivieskan ja Nivalan kaupungeille. Hankealue sijaitsee Nivalan keskustan pohjoispuolella noin 6 kilometrin etäisyydellä ja on kooltaan noin 293 ha. Vaihtoehdossa VE1 aurinkopaneelialue kattaa noin 258 ha ja vaihtoehdossa VE2 noin 222 ha. Hankkeen verkkoliityntä suoritetaan maakaapelilla hankealueen lounaispuolella noin 1,7 km etäisyydellä sijaitsevalle Uusnivalan sähköasemalle joko nykyisessä voimajohtokäytävässä (SVE1) tai pääosin teitä seurailleen (SVE2) (Kuva 1–1 ja Kuva 1–2).

Aurinkovoima-alue muodostuu aurinkopaneelien lisäksi niitä yhdistävistä maakaapeista, sisäisistä huoltoteistä, muuntamoista ja sisäisestä sähköasemasta. Aurinkopaneelialueet tullaan aitaamaan: tämänhetkisten suunnitelmien mukaan vaihtoehdossa VE1 aidataan koko hankealue ja vaihtoehdossa VE2 aidataan paneelialueet ja muuntamot.



Kuva 1–1. Suunniteltujen aurinkovoimahankeiden toimintojen sijoittuminen Uusnivalan alueelle YVA-vaihtoehdossa VE1.



Kuva 1–2. Suunniteltujen aurinkovoimahankkeen toimintojen sijoittuminen Uusnivalan alueelle YVA-vaihtoehdossa VE2.

Alustavan suunnitelman mukaan yhden aurinkopaneelin teho on 780 Wp ja aurinkopaneeleita tulee olemaan vaihtoehdossa VE1 yhteensä noin 350 000 kpl ja vaihtoehdossa VE2 yhteensä 294 952 kpl. Paneelikenttien alueelle tulee yhteensä 23–29 muuntamoita vaihtoehdosta riippuen. Sisäistä huoltotiestä rakennetaan vaihtoehdossa VE1 noin 19,1 km ja vaihtoehdossa VE2 noin 20,6 ha teiden leveyden ollessa 5 m ja aurinkopaneelien välisen aukon ollessa noin 10 m. Hankealueella ei ole nykyisiä teitä. Alueen sisäinen sähkönsiirto toteutetaan huoltoteiden vierellä kulkeviin ojaluiskiin sijoitettavilla maakaapeloinneilla. Ulkoisen sähkönsiirtovaihtoehdon SVE1 linjaus kulkee lähes koko matkan olemassa olevassa voimajohtokäytävässä ja vaihtoehdon SVE2 linjaus seurailee itäosaltaan nykyisiä metsäteitä ja kulkee eteläosassa metsäalueella.

Hankealue on pääosin ojitettua metsäistä turvemaata, mutta alueella on myös puuttomia ja metsäisiä kivennäismaa-alueita. Hankealueen muokattavasta maapinta-alasta on noin 82–84 % turvemaata ja 16–18 % on kivennäismaata hankealueen pohjoisosassa. Hankealueen kaakkoisosassa sijaitseva avosuo on rajattu aurinkovoimarakentamisen ulkopuolelle. Hankealue on kokonaisuudessaan maastonmuodoiltaan hyvin tasainen.

Tässä ilmastovaikutusten arvioinnissa tarkastellaan Uusnivalan aurinkovoimalan aurinkopaneelien valmistuksen ja aurinkovoimalan sähköntuotannon aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä sekä aurinkovoima-alueen rakentamisen vaikutusta alueen maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastojen ja -nielujen vähenemiseen. Lisäksi aurinkovoimalla tuotettavan

uusiutuvan sähkön ilmastovaikutuksia on verrattu nykyisten ja jatkossa puhtaammiksi muuttuvien sähköntuotantomuotojen ilmastovaikutuksiin aurinkovoimalan 30 vuoden elinkaaren aikana.

## 2 Ilmastotavoitteet

EU:n ilmastopoliitiikan tavoitteena on vähentää nettokasvihuonekaasupäästöjä vähintään 55 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 1990 tasosta. Lisäksi tavoitteena on saavuttaa EU-tason ilmastoneutraalius vuoteen 2050 mennessä. Yhtenä merkittävimmistä päästövähennyskeinoista on siirtyminen fossiilisista energiantuotantomuodoista uusiutuvaan energiaan. Suomi on sitoutunut vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä ilmastomuutoksen torjumiseksi. EU:n päästövähennystavoitteiden mukaan Suomen tulee kansallisesti vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 39 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasosta.

Vuoteen 2030 tähtäävän kansallisen energia- ja ilmastostrategian mukaisesti Suomi pyrkii vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä 80–95 prosentilla vuoteen 2050 mennessä. Energia- ja ilmastostrategian mukaisesti tavoitteena on lisätä uusiutuvan energian käyttöä niin, että sen osuus energian loppukulutuksesta nousee yli 50 prosenttiin 2020-luvulla. Tilastokeskuksen tilastojen mukaan tavoitteessa on onnistuttu ja uusiutuvalla energialla tuotetun sähkön osuus tuotannosta ylitti 50 % vuonna 2020. Vuonna 2024 osuus oli 56,5 % (Tilastokeskus 2026).

Suomen ilmastolain (423/2022) mukainen tavoite on olla hiilineutraali vuonna 2035, jonka jälkeen päästöjen tulisi olla pienemmät kuin nielujen. Suomi on asettanut seuraavat päästövähennystavoitteet verrattuna vuoden 1990 tasoon (Ympäristöministeriö 2025):

- 60 % vähennys vuoteen 2030 mennessä
- 80 % vähennys vuoteen 2040 mennessä
- 90 % vähennys vuoteen 2050 mennessä

Ilmastovelvoitteet koskevat myös maankäyttösektoria (LULUCF, land use, land use change and forest), jonka päästöjen vähentäminen sekä hiilinielujen säilyttäminen ja vahvistaminen ovat oleellinen osa Suomen ilmastovelvoitteita. LULUCF-asetuksessa on asetettu tavoitteeksi, ettei sektorilta saa aiheutua nettopäästöjä eli päästöjen ja nielujen tulee olla yhtä suuret. Suomessa metsät ovat olleet tärkein hiilinielu, mutta viime vuosina metsämaa on muuttunut päästölähteeksi. Syinä ovat puuston biomassan kasvun hidastuminen, hakkuiden lisääntyminen, maaperän päästöjen kasvu ja hiilivarastojen kasvun pysähtyminen, mikä johtuu ilmaston lämpenemisestä ja karikkeen vähenemisestä (LUKE 2025).

Pohjois-Pohjanmaan ilmastotiekartta 2021–2030 valmistui helmikuussa 2021. Ilmastotiekartan laatimisen vetovastuussa olivat Pohjois-Pohjanmaan liiton POPIImasto-hanke sekä CANEMURE-hanke. Ilmastotavoitteet ovat keskeinen osa maakunnan kehittämistä ja alueiden käytön suunnittelua. Ne edistävät luonnon monimuotoisuuden säilymistä ja tukevat aluetaloutta. Ilmastotavoitteiden asettelussa on keskitytty niihin toimenpiteisiin, joilla on mahdollisuus vaikuttaa maakuntatasolla. (Pohjois-Pohjanmaa 2021; Elinvoimakeskus 2026)

Pohjois-Pohjanmaan ilmastotyön kärkiteemat:

1. Älykäs bio- ja kiertotalous toimii ilmastotyön perustana.
2. Energian tuotanto ja käyttö on kestävä, tehokasta ja vähäpäästöistä.
3. Liikenne on vähäpäästöistä.
4. Maatalous kehittyy hiilensitojana.
5. Maankäyttö on ilmastoviisasta ja kiertotaloutta edistävää.
6. Metsät ja suot toimivat tehokkaina hiilinieluinä – turve hyödynnetään kestävästi.
7. Yhteistyö ja sektorirajat ylittävät toimintamallit luovat elinvoimaa ja liiketoimintamahdollisuuksia.
8. Sopeutuminen osana kaikkia kärkiteemoja.

Nivalan kaupungille ei ole laadittu omaa ilmastotiekarttaa eikä Nivala kuulu Hinku-kuntiin. Hinku-kunnat ovat yhdessä sitoutuneet tavoittelemaan 80 % päästövähennystä vuoteen 2030 mennessä vuoden 2007 tasosta (Hiilineutraalisuomi.fi).

## 2.1 NIVALAN KASVI HUONEKAASUPÄÄSTÖT

Nivalan kaupungin kasvihuonekaasupäästöt olivat vuoden 2024 ennakkotietojen perusteella 147,2 kt CO<sub>2</sub>-ekv. Vuoteen 2005 verrattuna kokonaispäästöt ovat pienentyneet -15 %. Eniten päästöjä aiheuttivat maatalous (68,5 %), tieliikenne (15,4 %) ja työkoneet (8,4 %) (Suomen ympäristökeskus 2026). Nivalassa on määrällisesti paljon viljelysmaata verrattuna muihin Pohjois-Pohjanmaan kuntiin.

Pohjois-Pohjanmaan maankäyttösektorin kasvihuonekaasutaseselvityksen perusteella Nivalan maaperän hiilivarastot olivat 15 877 kt CO<sub>2</sub> vuonna ja kasvillisuuden hiilivarastot 2 020 kt CO<sub>2</sub> vuonna 2021. Yhteenlasketut hiilivarastot olivat 17 897 kt CO<sub>2</sub>. Nivalan kaupungin maankäyttösektorin kasvihuonekaasutase oli positiivinen (236 kt CO<sub>2</sub>e) vuonna 2023 eli maankäyttösektori on kasvihuonekaasujen päästölähde. Vuoteen 2013 verrattuna Nivalan metsä- ja viljelysmaiden päästöt ovat kasvaneet. (FCG 2025)

## 2.2 YLIVIESKAN KASVI HUONEKAASUPÄÄSTÖT

Ylivieskan kaupungin kasvihuonekaasupäästöt olivat vuoden 2024 ennakkotietojen perusteella 90 kt CO<sub>2</sub>-ekv. Vuoteen 2005 verrattuna kokonaispäästöt ovat pienentyneet -40 %. Eniten päästöjä aiheuttivat maatalous (35,1 %), tieliikenne (32,3 %) ja työkoneet (7,3 %) (Suomen ympäristökeskus 2026).

Pohjois-Pohjanmaan maankäyttösektorin kasvihuonekaasutaseselvityksen perusteella Ylivieskan maaperän hiilivarastot olivat 23 008 kt CO<sub>2</sub> ja kasvillisuuden hiilivarastot 2 702 kt CO<sub>2</sub> vuonna 2021. Yhteenlasketut hiilivarastot olivat 25 710 kt CO<sub>2</sub>. Ylivieskan kaupungin maankäyttösektorin kasvihuonekaasutase oli positiivinen (194 kt CO<sub>2</sub>e) vuonna 2023 eli maankäyttösektori on kasvihuonekaasujen päästölähde. Vuoteen 2013 verrattuna erityisesti Ylivieskan metsämaiden päästöt ovat kasvaneet. (FCG 2025)

# 3 Ilmastovaikutusten arviointimenetelmät

## 3.1 SÄHKÖNTUOTANNON KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN LASKENTA

Hankkeen ilmastovaikutuksia voidaan arvioida vertailemalla hankkeen sähköntuotannon aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä vastaavan energiamäärän tuottamiseen nykyisillä ja tulevaisuudessa puhtaammiksi kehittyvillä sähköntuotantomuodoilla.

### 3.1.1 NYKYINEN KESKIMÄÄRÄINEN SÄHKÖNTUOTANTO

Tilastokeskus julkaisee päästökertoimia Suomen keskimääräisen sähköntuotannon kasvihuonekaasupäästöille. Vuonna 2024 Suomen sähköntuotannon keskimääräinen elinkaaripäästökerroin oli 37,5 kg CO<sub>2</sub> ekv/MWh, jota on käytetty päästölaskennassa nykytilannetta kuvaavana päästökertoimenä. Elinkaaripäästökerroin huomioi tuotetun energian koko elinkaaren aikana syntyneet kasvihuonekaasupäästöt. Sähköntuotannon päästöt ovat laskeneet merkittävästi viime vuosina uusiutuvan energian osuuden kasvun myötä ja esimerkiksi vuonna 2023 elinkaaripäästökerroin oli 48,5 kg CO<sub>2</sub> ekv/MWh ja vuonna 2022 78,5 kg CO<sub>2</sub> ekv/MWh. Päästöt tulevat edelleen laskemaan, mihin vaikuttavat mm. vähähiilisten teknologioiden kehitys sekä fossiilisten polttoaineiden käytön väheneminen.

Energiateollisuus on laatinut tulevaisuusskenaarioita Suomen sähköntuotannon päästökertoimien kehitykselle (Energiateollisuus ry 2020). Perusskenaario kuvaa nykyistä toimintaympäristöä. Vähähiilinen skenaario perustuu puhtaaseen energiaan, toimintavarmoihin sähköverkkoihin ja toimiviin energiemarkkinoihin. Tässä ilmastovaikutusten arvioinnissa on hyödynnetty vähähiilisen skenaarion mukaista kehityskulkua, jonka mukaan Suomen sähköntuotannon päästökerroin putoaisi vuoteen 2035 mennessä tasolle 10 kg CO<sub>2</sub> ekv/MWh ja vuoteen 2050 mennessä tasolle 1 kg CO<sub>2</sub> ekv/MWh (**Taulukko 3–1**). Päästöjen on todettu vähenevän vuoden 2020 vähähiilitiekartan arviota nopeamminkin. Puhtaan energian investointien ja hiilidioksidin talteenoton ansiosta tuotannon ennustetaan olevan hiilinegatiivista jo 2030-luvulla (Energiateollisuus ry 2025)

*Taulukko 3–1. Suomen sähköntuotannon päästökertoimien kehitys (Tilastokeskus 2026 (nykytila); Energiateollisuus ry 2020 (ennuste vuoteen 2050)).*

	Nykytila	Perusskenaario		Vähähiilinen skenaario	
	2024	2035	2050	2035	2050
Sähköntuotannon elinkaaripäästökerroin (kg CO <sub>2</sub> ekv/MWh)	37,5	14	1	10	1

### 3.1.2 AURINKOVOIMAHANKKEEN SÄHKÖNTUOTANTO

Uusnivalan aurinkovoimahankkeen alustava, teoreettinen vuosittainen sähköntuotanto on vaihtoehdossa VE1 noin 251 GWh/v ja vaihtoehdossa VE2 noin 212 GWh/v. Sähköntuotantolaskelmissa on huomioitu aurinkokennojen tehon heikentyminen, jolloin 30 vuoden aikana todellinen keskimääräinen sähköntuotanto on vaihtoehdossa VE1 noin 235 GWh/v ja vaihtoehdossa VE2 noin 198 GWh/v. Laskennassa käytettyjen Neostar 2N+78-aurinkokennojen suorituskyky heikkenee ensimmäisen vuoden aikana 1 % ja seuraavien tuotantovuosien aikana 0,35 %/v, jolloin 30 vuoden jälkeen tuotantoteho on noin 89 % (Neostar 2025). 30 vuoden elinkaaren aikana Uusnivalan aurinkovoimala tuottaa vaihtoehdon VE1 mukaisesti sähköä yhteensä noin 7,1 TWh teoreettisen maksimin ollessa 7,5 TWh ja vaihtoehdon VE2 mukaisesti noin 5,9 TWh teoreettisen maksimin ollessa 6,3 TWh.

Laskelmissa käytettiin aurinkopaneeleille 10,5 % kapasiteettikerrointa, joka sopii hyvin Keski-Suomen leveysasteilla sijaitsevalle aurinkovoimahankkeelle. Kapasiteettikerroin kertoo, kuinka tehokkaasti aurinkovoimala käyttää nimellistehoaan tietyn ajanjakson aikana eli kuvaa voimalan todellista tuotantokykyä suhteessa sen maksimikapasiteettiin.

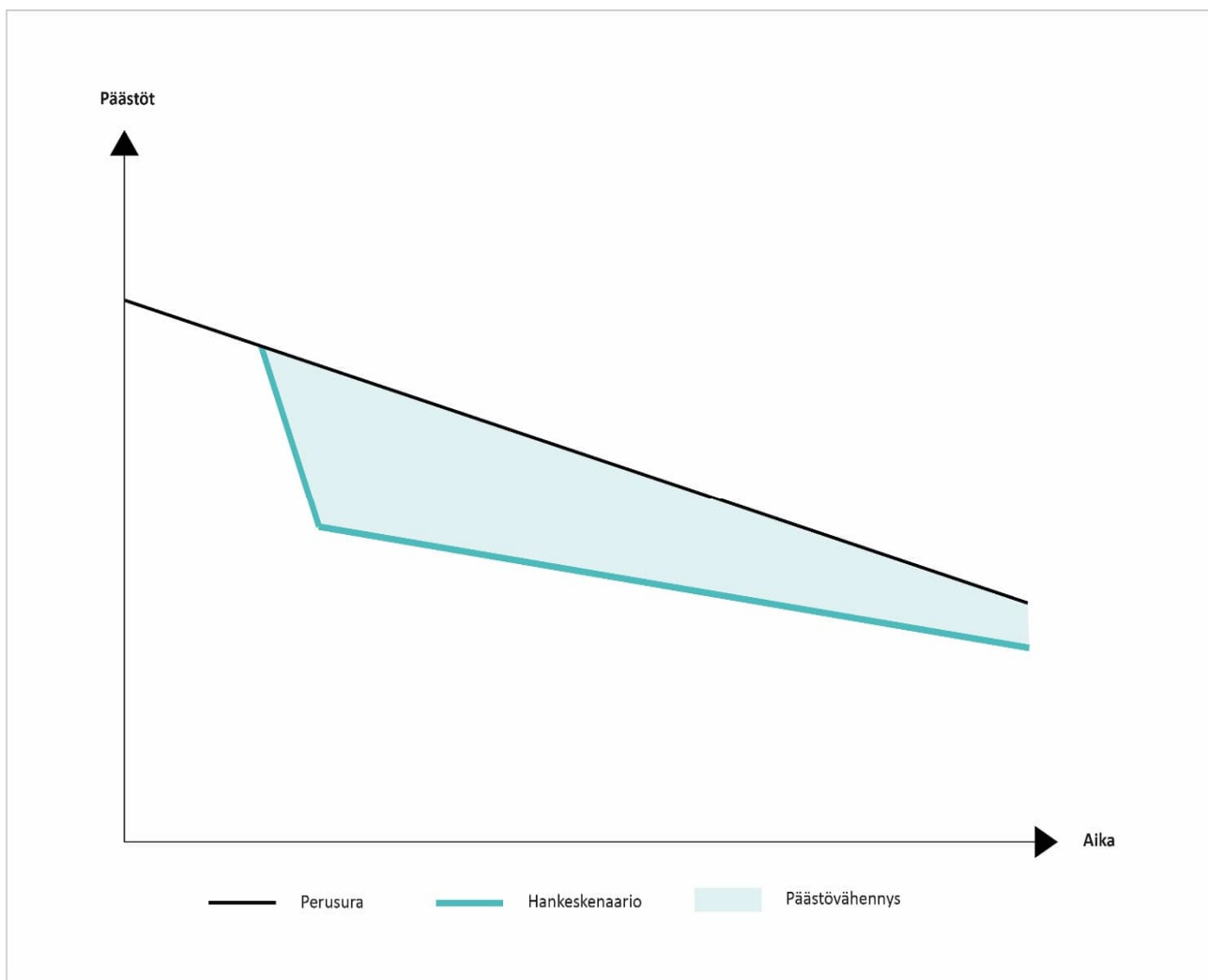
Aurinkovoimahankkeen elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt on arvioitu AIKO:n geneerisen ympäristöselosteen (EPD, Environmental Product Declaration) avulla, sillä Neostar 2N+78-mallille ei ole vielä laadittu omaa ympäristöselostetta (Aiko Solar Technology Co 2024). On kuitenkin huomioitava, että hankkeessa käytettävää paneelityyppiä ei ole vielä päätetty. Ympäristöseloste on laadittu kehdestä hautaan -periaatteella elinkaaren arvioidun keston ollessa 30 vuotta. Taulukossa on esitetty aurinkokennojen ilmastolämpenemispotentiaali (GWP=Global Warming Potential) (**Taulukko 3–2**). Ilmastovaikutusten arvioinnissa käytettiin aurinkokennojen raaka-aineet, valmistuksen ja kuljetukset sekä aurinkopaneelien tuotanto- ja purkuvaiheet huomioivaa päästökerrointa **21,5 g CO<sub>2</sub> ekv/kWh**. Päästökertoimessa ei ole huomioitu aurinkopaneelien käytöstä poiston jälkeisiä vaikutuksia eikä maankäytön muutoksesta aiheutuvia päästöjä (LULUC-sektori), jotka on laskettu tarkemmin tarkasteltavan alueen todellisen maankäytön perusteella. Päästölaskennassa huomioitiin arvioidun elinkaaren aikaisen sähköntuotannon ja paneelien yhteispinta-alan perusteella, että auringon säteilyteholla 1 000 kWh/m<sup>2</sup>/vuosi tuotetaan 30 vuoden aikana energiaa 6 273 kWh/m<sup>2</sup>.

*Taulukko 3–2. Aikon ympäristöselosteen elinkaariarvioinnin mukainen ilmastolämpenemispotentiaali (kg CO<sub>2</sub> ekv / m<sup>2</sup>). A1-A3 tuotantovaihe, A4-A5 rakentamisvaihe, B1-B7 käyttövaihe, C1-C4 purkuvaihe, D uudelleenkäyttö ja kierrätys.*

Parameter	Unit	A1-A3	A4	A5	B1 - B7	C1	C2	C3	C4	D
GWP-total	kg CO2 eq	1.26E+02	5.41E+00	1.53E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.09E-02	2.67E+00	1.13E-01	-5.40E+00
GWP-fossil	kg CO2 eq	1.26E+02	5.40E+00	5.03E-01	0.00E+00	0.00E+00	9.09E-02	2.66E+00	1.12E-01	-5.33E+00
GWP-biogenic	kg CO2 eq	-6.31E-01	8.87E-04	1.02E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.68E-05	4.36E-03	9.32E-05	-5.59E-02
GWP-LULUC	kg CO2 eq	1.01E-01	2.29E-03	3.85E-04	0.00E+00	0.00E+00	3.09E-05	9.81E-04	4.35E-05	-1.52E-02

## 3.2 PÄÄSTÖVÄHENNYSPOTENTIAALI

Ilmastovaikutuksia voidaan arvioida hankkeen päästövähennyspotentiaalin avulla. Sillä kuvataan, kuinka paljon toiminta voi vaikuttaa vähentävästi kasvihuonekaasupäästöihin. Päästövähennyspotentiaali on perusuran ja hankeskenaarioiden aiheuttamien kasvihuonekaasupäästöjen erotus. Perusuralla tarkoitetaan aurinkovoimahanketta vastaavan sähköntuotannon määrän tuottamista Suomen nykyisillä ja puhtaammaksi kehittyvillä sähköntuotantotavoilla. Hankeskenaariolla tarkoitetaan saman energiamäärän tuottamista aurinkovoimalla hankkeen elinkaaren aikana. Seuraavassa kuvaajassa on havainnollistettu uusiutuvan energian hankkeen aikaansaamaa päästövähennyspotentiaalia (**Kuva 3–1**).



Kuva 3–1. Havainnekuva päästövähennyspotentiaalista.

## 3.3 HIILIKARTTA-TYÖKALU

Luonnossa hiili on sitoutunut sekä kasvillisuuteen että maaperään, metsien ollessa Suomen tärkein hiilinielu. Kasvillisuuteen sitoutuneen hiilen määrä muuttuu ajan funktiona: puuston kasvu lisää hiilen määrää puissa ja hakkuut sekä muu poistuma vähentävät sitä.

Hankealueen maankäytön muutoksesta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt (hiilivaraston muutos) on laskettu Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) Hiilikartta-työkalun (<https://hiilikartta.avoin.org/>) avulla. Tässä selvityksessä Hiilikartta-työkalua on käytetty maakaapelina toteutettavan sähkönsiirtolinjan kasvillisuuden ja maaperän hiilivaraston sekä hankealueen kasvillisuuden hiilivaraston pienenemisen arvioinnissa. Vaikutukset hankealueen maaperän hiilivarastoihin on laskettu erikseen työpöytälaskentana, sillä aurinkovoimahanke sijoittuu suurelta osin turvemaapohjalle, jolloin tulee huomioida hiilidioksidipäästöjen lisäksi myös muut kasvihuonekaasupäästöt. Vaikutustarkastelut on tehty hankkeen 30 vuoden elinkaarelle vuosille 2026–2055.

Työkalulla voidaan arvioida maankäytön suunnitelmien aiheuttama muutos maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastoihin. Arviot esitetään hiilidioksiditonneina (t CO<sub>2</sub>). Työkalu ei huomioi muita kasvihuonekaasupäästöjä kuin hiilidioksidin. Hiilikartta-työkalu pitää sisällään maaperän ja kasvillisuuden hiiltä mallintavat tarkat paikkatietoaineistot (mm. monilähteisen valtakunnan metsien inventoinnin (MVMI) puuston biomassa, Luonnonvarakeskuksen kasvupaikkatyyppiaineisto), hiilimallit sekä niiden pohjalta toteutetun laskennan.

Työkalu laskee kasvillisuuden ja maaperän nykyisen hiilivaraston paikkatietoaineistojen perusteella. Nykytilan eli perusuran laskennassa oletetaan, että metsä säilyisi normaalissa metsätalouksikäytössä ja olisi siten sekä hiilivarasto (keskimääräinen puusto talousmetsissä) että hiilinielu (keskimääräinen hakkuusäästö metsämaalla).

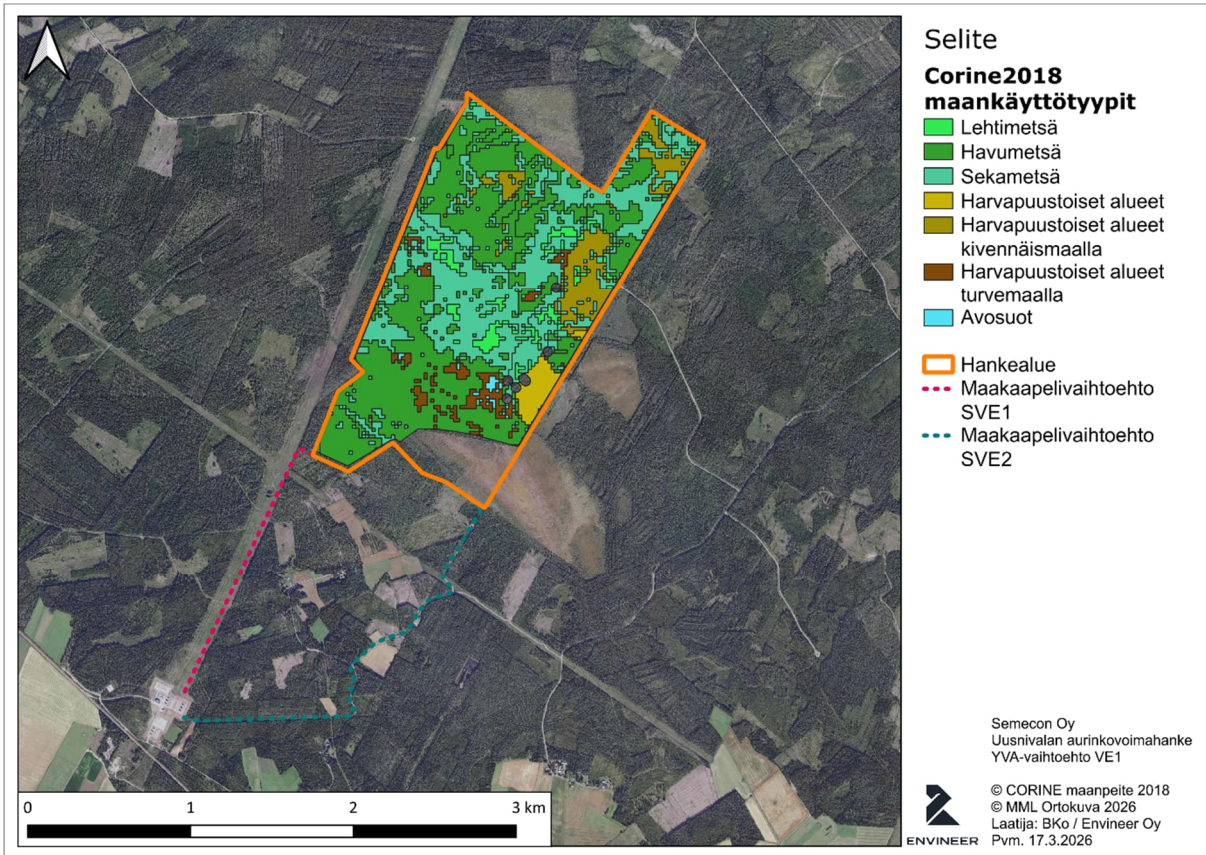
Muuttuvan maankäytön vaikutus hiilivarastoon perustuu kasvillisuuden ja maaperän nykyiseen hiilivarastoon, kasvupaikkatyyppiin perustuvaan arvioon kasvillisuuden hiilen sidonnasta ja päästöistä, muuttuvan maankäytön käyttötarkoituksiluokituksiin ja niihin liittyviin oletuksiin hiilivaraston säilymisestä.

### 3.4 TURVEMAAN HIILITASELASKENTA

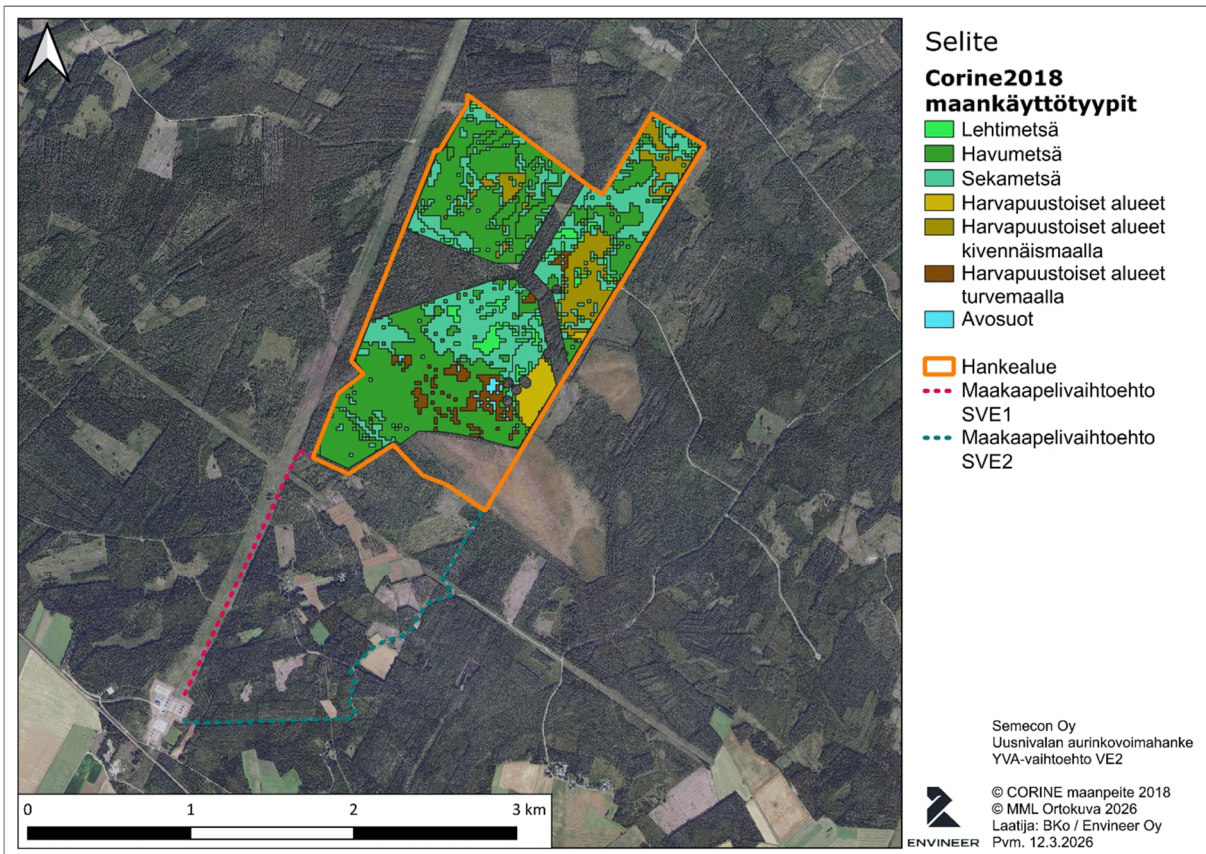
Hankealueesta valtaosa on metsäoijitettua turvemaata (82–84 %). Hankealueen pohjoisosassa on myös kivennäismaalla sijaitsevaa metsää ja hakkuuaukeita (16–18 %). Laskennassa on otettu huomioon turvemaalla tapahtuvat maankäytön muutokset ja niistä aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöjen (hiilidioksidi CO<sub>2</sub>, metaani CH<sub>4</sub> ja typpioksiduuli N<sub>2</sub>O) muutokset hankkeen elinkaaren aikana. Kivennäismaan osalta maaperän päästöjen oletetaan pysyvän ennallaan ja kivennäismaa on jätetty tarkastelun ulkopuolelle.

Maaperän kasvihuonekaasupäästöjen muutoksen laskennassa on käytetty hankealueesta saatavissa olevia paikkatietoaineistoja. Laskennassa hankealueen maankäyttötyypinä on ojitettu suometsä, jonka pinta-ala on määritetty GTK:n Soiden ja turvemaiden ravinteisuusaineistosta. Arvion mukaan ojitettua suometsää on vaihtoehdossa VE1 noin 215 ha ja vaihtoehdossa VE2 noin 180 ha.

Arvioinnin tukiaineistona on käytetty myös CORINE-maanpeiteaineistoa (**Kuva 3–2, Kuva 3–3 ja Taulukko 3–3**). CORINE2018-aineisto on tällä hetkellä vanhentunutta ja uusi CORINE2024-aineisto julkaistaan myöhemmin vuonna 2026.



Kuva 3–2. Maanpeiteaineiston mukaiset maanpeitetypit vaihtoehdossa VE1 (CORINE 2018).



Kuva 3–3. Maanpeiteaineiston mukaiset maanpeitetypit vaihtoehdossa VE2 (CORINE 2018).

Taulukko 3–3. Hankealueen maanpeitetyyppi (CORINE 2018).

Maanpeitetyyppi	VE1 (ha)	VE2 (ha)
Lehtimetsä kivennäismaalla	3,9	3,1
Lehtimetsä turvemaalla	7,6	5,4
Havumetsä kivennäismaalla	49	48
Havumetsä turvemaalla	69	59
Sekametsä kivennäismaalla	34	33
Sekametsä turvemaalla	56	37
Harvapuustoiset alueet	6,2	6,0
Harvapuustoiset alueet kivennäismaalla	20	20
Harvapuustoiset alueet turvemaalla	10	9,0
Avosuot	1,7	1,4
<b>Yhteensä</b>	<b>258</b>	<b>222</b>

Aurinkovoimahankkeesta aiheutuvat muutokset maaperän kasvihuonekaasutaseessa on arvioitu seuraavassa kuvatulla tavalla. Eri maankäyttötyyppien kasvihuonekaasujen päästökertoimina on käytetty seuraavan taulukon lukuja (**Taulukko 3–4**). Negatiivinen lukuarvo ilmaisee aineen kertymää maaperään ja positiivinen lukuarvo päästöä. Ruohikkoalueelle on käytetty lähdettä Korhonen ym. (2023) ja ojitetulle suometsälle lähdettä Lehtonen ym. (2021).

Taulukko 3–4. Laskennassa käytetyt eri maankäyttötyyppien päästökertoimet eri kasvihuonekaasuille.

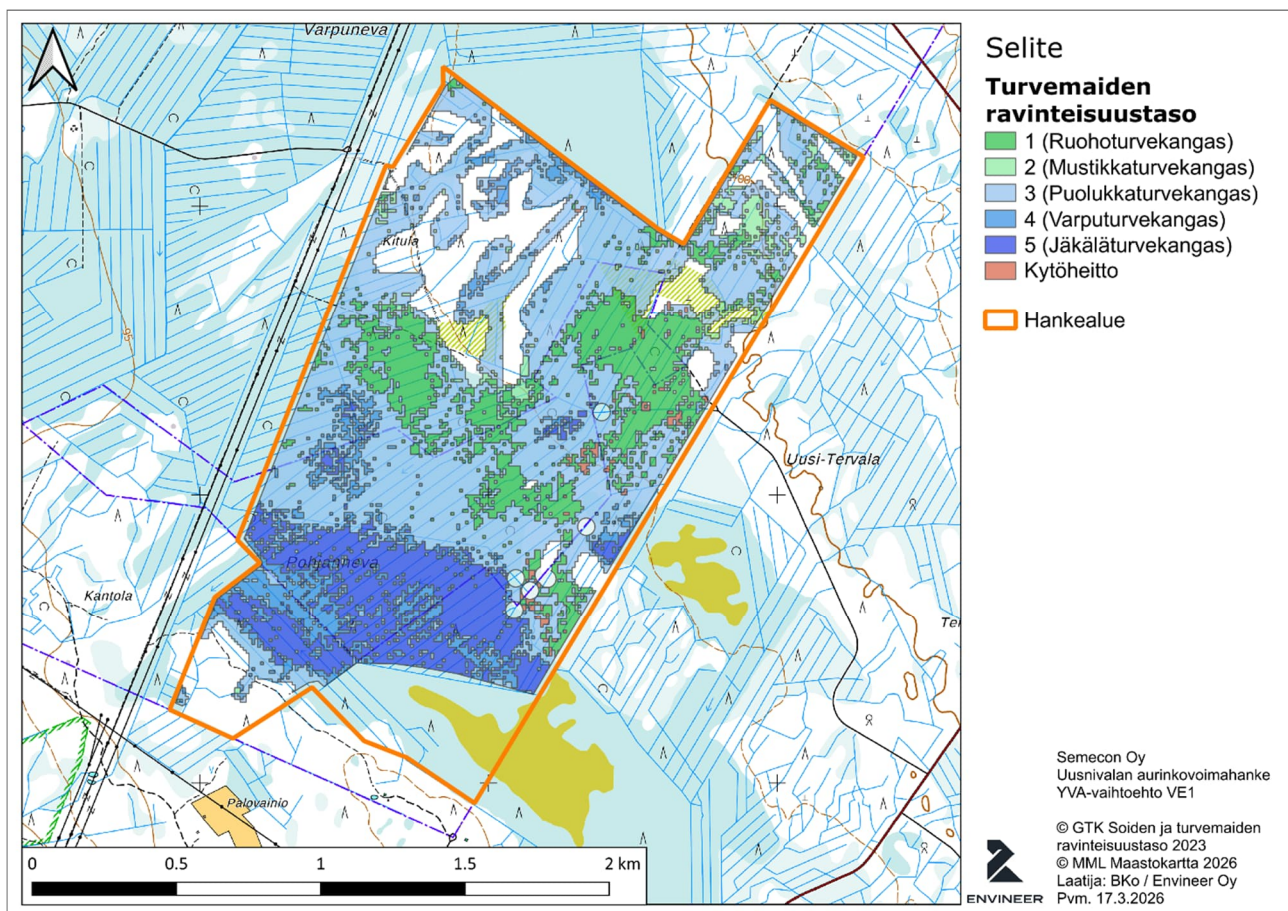
Päästökerroin (t CO <sub>2</sub> ekv/ha/v)	CO <sub>2</sub> -päästö	CH <sub>4</sub> -päästö	N <sub>2</sub> O-päästö	Yhteensä
Ruohikkoalue	12,84	0,00	2,70	15,54
Ojitettu suometsä, vähäravinteinen	-0,59	0,27	0,20	-0,12
Ojitettu suometsä, runsasravinteinen	5,06	0,27	0,82	6,15

Hankkeen aiheuttama päästökertoimen muutos lasketaan alueen hankeskenaarion maankäyttötyypin päästökertoimen ja perusuran maankäyttötyypin päästökertoimen erotuksena. Kasvihuonekaasupäästöjen muutos perusuraan verrattuna lasketaan maankäyttötyypin päästökerroinmuutoksen, pinta-alan ja 30 vuoden tarkasteluajan tulona.

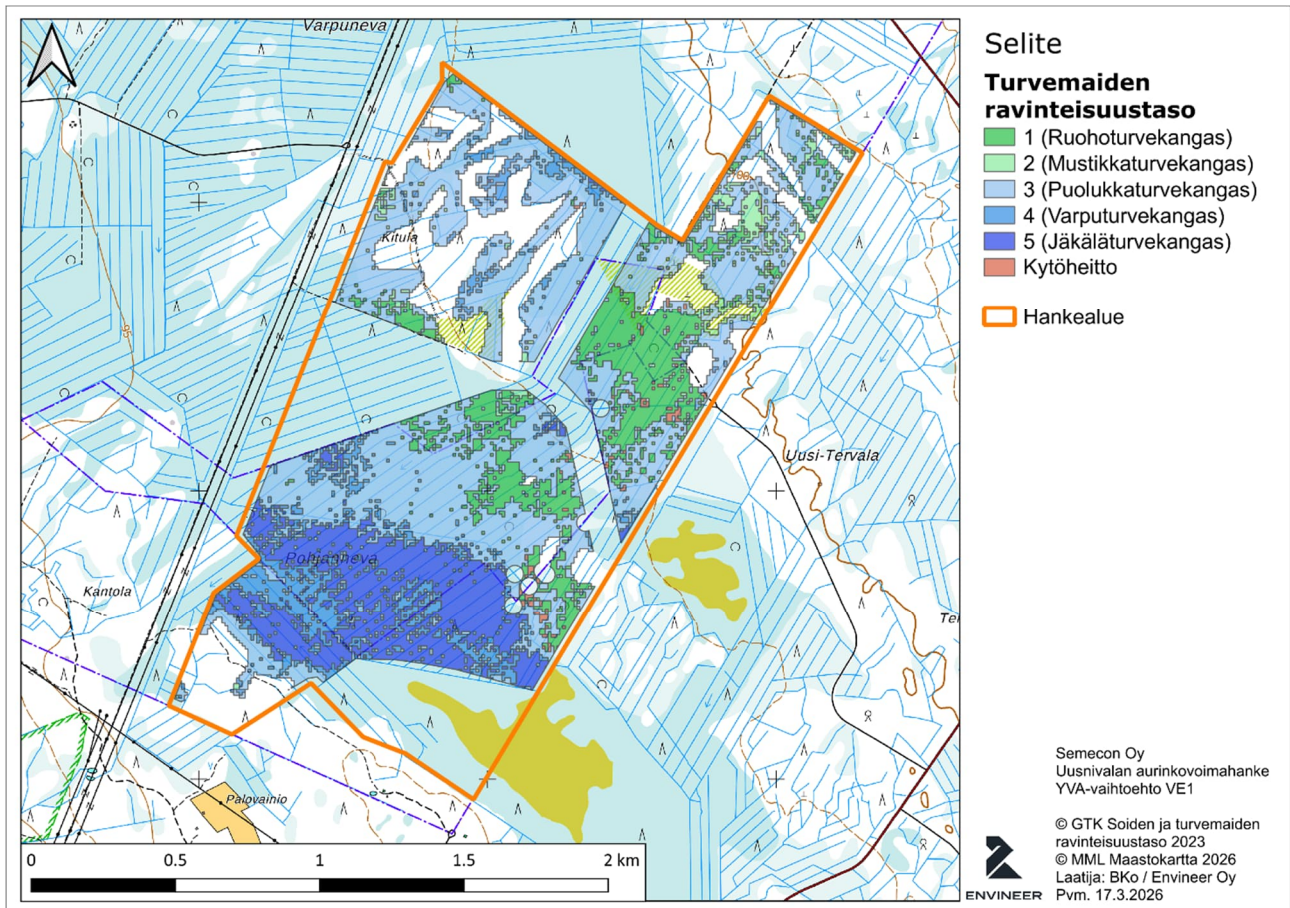
Hakattuun, ojitettuun suometsään sijoittuvan aurinkopaneelialueen oletetaan muodostuvan hankeskenaariossa ruohikkoalueeksi ja säilyvän ruohikkoalueena koko hankkeen elinkaaren ajan. Perusuravaihtoehdossa hankealueen oletetaan säilyvän ennallaan ojitettuna metsänä. GTK:n

Soiden ja turvemaiden ravinteisuustasoaineiston perusteella on arvioitu, että noin 19–21 % paneelialueen hakattavan turvemaametsän pinta-alasta on runsasravinteista (ruoho- tai mustikkaturvekangas) ja noin 79–81 % vähäravinteista (puolukka-, varpu- tai jäkäläturvekangas). Runsasravinteisilta turvemailta vapautuu hiilidioksidia tehokkaammin kuin karummilta soilta. Hankealueella esiintyy runsasravinteisia turvemaita lähinnä hankealueen keskiosissa. (Kuva 3–4 ja Kuva 3–5). Näiden perusteella maankäytön muutoksen aiheuttama päästökerroinmuutos ojitetusta suometsästä ruohikkoalueeksi on **+14,3 t CO<sub>2</sub> ekv/ha/v**.

Arvioinnissa oletetaan, että aurinkovoima-alueella pidetään pohjaveden pinta alhaalla ja paneelien alla oleva pintamaa on kuiva, mikä nopeuttaa turpeen hajoamista. Laskenta kuvaa siis suurimpia mahdollisia kasvihuonekaasupäästöjä. Jos alue vetettäisiin, olisivat kasvihuonekaasupäästöt merkittävästi esitettyjä pienemmät. Lisäksi aurinkopaneelialueen rinnastaminen ruohikkoalueeseen saattaa yliarvioida pitkän aikavälin päästöjä etenkin karummilla ojitetuilla turvemailta.



Kuva 3–4. Soiden ja turvemaiden ravinteisuustaso vaihtoehdossa VE1. Tyhjät alueet ovat kivennäismaata. Kytöheitto on suosta ojitamalla tehty turvepelto.



Kuva 3–5. Soiden ja turvemaiden ravinteisuustaso vaihtoehdossa VE2. Tyhjän alueet ovat kivennäismaata. Kytöheitto on suosta ojitamalla tehty turvepelto.

Turvemaalle rakennettavan tiestön ei oleteta vaikuttavan maaperän kasvihuonekaasutaseeseen, koska uusien teiden alta siirretyn turvemaan oletetaan vapauttavan perusuraa vastaavan määrän kasvihuonekaasuja. Turvemaa on ojitettua metsämaata, jolloin maankäytön muutos tiealueeksi ei lisää turvemaan kuivatusta merkittävästi. Pinta-alojen määrittämisessä on siis oletettu, että rakennettavat tiot vähentävät paneelialueiden nettopinta-alaa eli maankäytön muutosta ruohikkoalueeksi. Tällöin ojitetun suometsän pinta-ala on hiiliaselaskelmissa vaihtoehdossa VE1 noin 207 ha ja vaihtoehdossa VE2 noin 172 ha.

### 3.5 HIILINIELULASKENTA

Paneelialueiden turve- ja kivennäismaa-alueilta poistetaan metsää ja hiilinieluja vaihtoehdossa VE1 noin 225 ha alueelta ja vaihtoehdossa VE2 noin 190 ha alueelta. Sähkönsiirtoreiteiltä poistetaan metsäpinta-alaa vaihtoehdossa SVE1 noin 0,3 ha ja vaihtoehdossa SVE2 noin 2,3 ha alueilta. Päästölaskelmissa on metsäpinta-aloista vähennetty nykyiset hakkuuaukeat (noin 11–12 ha), jotka eivät ole mukana CORINE2018-aineistossa. Keskimääräisenä suomalaisen metsän vuosittaisena hiilensidontapotentiaalina on laskelmissa käytetty 4,7 t CO<sub>2</sub> ekv/ha/v.

# 4 Ilmastovaikutukset

## 4.1 AURINKOVOIMALAN RAKENTAMISEN JA KÄYTÖN ILMASTOVAIKUTUKSET

Aurinkovoimalan koko elinkaaren aikaiset ilmastovaikutukset on koottu taulukkoon (**Taulukko 4–1**). Suurin osa ilmastopäästöistä aiheutuu aurinkovoimalaan tarvittavista raaka-aineista, aurinkopaneeleiden valmistuksesta sekä niiden kuljetuksesta Kiinasta Eurooppaan. Aurinkovoimalan toiminnanaikaiset ilmastovaikutukset ovat vähäisiä ja käytetyssä ympäristöselosteessa voimalan sähköntuotannon päästöt on arvioitu olemattomiksi.

*Taulukko 4–1. Uusnivalan aurinkovoimalan rakentamisen ja toiminnan aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt (t CO<sub>2</sub> ekv. / 30 v.).*

Kasvihuonekaasupäästöt t CO <sub>2</sub> ekv. / 30 v	VE1	VE2
Aurinkopaneelit ja muut materiaalit	140 935	118 737
Aurinkovoimalan rakentaminen	7 784	6 558
Aurinkovoimalan toiminta	0	0
Aurinkovoimalan purku	3 223	2 716
Yhteensä	151 942	128 010

## 4.2 MAAPERÄN HIILIVARASTOT

Hiilitaselaskelmien mukaan Uusnivalan ojitetun suometsän maanmuokkaus ja maankäytön muuttuminen aurinkovoima-alueeksi aiheuttaa merkittävät maaperän kasvihuonekaasupäästöt hankkeen 30 vuoden elinkaaren aikana (**Taulukko 4–2**). Laskelmissa on huomioitu hiilidioksidipäästöjen lisäksi myös vapautuvat metaani- ja typpioksiduulipäästöt. Seuraavissa taulukoissa hiilitase on esitetty negatiivisena, koska hiiltä siirtyy maaperästä ja kasvillisuudesta ilmakehään.

*Taulukko 4–2. Uusnivalan hankealueen turvemaaperän aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt (t CO<sub>2</sub> ekv / 30 v.).*

t CO <sub>2</sub> ekv / 30 v	VE1	VE2
Maaperän hiilivaraston muutos	-89 100	-73 900

## 4.3 KASVILLISUUDEN HIILIVARASTOT JA -NIELUT

Hiilikartta-työkalulla toteutetun laskelman mukaan Uusnivalan alueen maankäytön muutos metsästä aurinkovoima-alueeksi pienentää huomattavasti kasvillisuuden hiilivarastoa hankkeen 30 vuoden elinkaaren aikana (**Taulukko 4-3**).

Taulukko 4-3. Uusnivalan alueen kasvillisuuteen sitoutuneen hiilivaraston muutos (t CO<sub>2</sub> ekv. / 30 v.).

t CO <sub>2</sub> ekv / 30 v	VE1	VE2
Kasvillisuuden hiilivaraston muutos	-35 791	-29 960

Mikäli aurinkovoimahanke ei toteutuisi, kasvaisi alueen hiilivarasto hiljalleen metsän kasvun myötä vuoteen 2055 mennessä VE1 mukaisella alueella 13 324 t CO<sub>2</sub> ekv ja VE2 mukaisella alueella 11 548 t CO<sub>2</sub> ekv 30 vuoden aikana.

Arvion mukaan hankealueen muuttuvan maankäytön ja puuston poiston myötä menetetään huomattava määrä hiilinieluja hankkeen 30 vuoden elinkaaren aikana (**Taulukko 4-4**).

Taulukko 4-4. Uusnivalan alueen puustoon ja muuhun kasvillisuuteen sitoutuneen hiilinielun menetys (t CO<sub>2</sub> ekv / 30 v.).

t CO <sub>2</sub> ekv / 30 v	VE1	VE2
Puuston hiilinielun menetys	-31 800	-26 800

## 4.4 SÄHKÖNSIIRRON HIILITASEVAIKUTUKSET

Uusnivalan sähkönsiirto toteutetaan maakaapelina, jonka linjaus kulkee joko olemassa olevassa voimalinjakäytävässä (SVE1) tai noudattelee pääasiassa olemassa olevia metsäteitä (SVE2). Hiilikartta-työkalulla toteutetun laskelman mukaan sähkönsiirron maankäytön muutos pienentää kasvillisuuden ja maaperän hiilivarastoa ao. taulukon mukaisesti (**Taulukko 4-5**).

Taulukko 4-5. Sähkönsiirtolinjan hiilivaraston muutos ja hiilinielun pieneneminen (t CO<sub>2</sub> ekv / 30 v.).

t CO <sub>2</sub> ekv / 30 v	SVE1	SVE2
Maaperän hiilivaraston muutos	-488	-489
Kasvillisuuden hiilivaraston muutos	-107	-350
Kasvillisuuden hiilinielun menetys	-44	-324
Yhteensä	-639	-1 163

## 4.5 PÄÄSTÖVÄHENNYSPOTENTIAALI

Hankeskenaarion eli Uusnivalan aurinkovoimahankkeen hiilijalanjälki ja maankäytön muutoksesta aiheutuvat hiilitasevaikutukset 30 vuoden elinkaaren aikana on esitetty yhteenvedona taulukossa (**Taulukko 4–6**).

Taulukko 4–6. Uusnivalan aurinkovoimahankkeen kasvihuonekaasupäästöt ilman sähkönsiirron vaikutuksia (t CO<sub>2</sub> ekv / 30 v.).

Kasvihuonekaasupäästöt t CO <sub>2</sub> ekv / 30 v	VE1	VE2
Aurinkovoimalan hiilijalanjälki	151 942	128 010
Aurinkovoimalan hiilitasevaikutukset	156 691	130 660
Yhteensä	308 633	258 670

Perusuran eli nykyisillä ja puhtaammiksi kehittyvillä sähköntuotantomuodoilla tuotetun, vaihtoehtojen VE1 ja VE2 mukaisen energiamäärän, kasvihuonekaasupäästöt on esitetty taulukossa (**Taulukko 4–7**). Perusuran ja hankeskenaarion elinkaaren aikaisten päästöjen erotus eli päästövähennyspotentiaali on negatiivinen ja hanke jää ilmaston kannalta kielteiseksi. Syynä on aurinkopaneelien suuri hiilijalanjälki ja se, että laajaa aurinkovoimahanketta suunnitellaan metsäiselle turvemaalle, jolloin hiilitasevaikutukset muodostuvat suuriksi. On kuitenkin huomioitava, että laskennassa on käytetty konservatiivisia arvioita mm. aurinkopaneelienten kuivatuksesta ja hiilitaselaskenta kuvaa hankeskenaarion pahinta mahdollista tilannetta.

Taulukko 4–7. Uusnivalan aurinkovoimahankkeen päästövähennyspotentiaali (t CO<sub>2</sub> ekv / 30 v.).

Kasvihuonekaasupäästöt t CO <sub>2</sub> ekv / 30 v	VE1	VE2
Perusura	83 395	70 259
Hankeskenaario	308 633	258 670
Yhteensä	-225 239	-188 411

# 5 Ilmastovaikutusten lieventämis- ja vahvistamistoimenpiteet

Aurinkovoimatuotanto on pääasiassa ilmastomyönteistä, koska se on energianlähteenä uusiutuvaa, puhdasta ja kotimaista. Aurinkovoimarakentamisella on kuitenkin myös kielteisiä ilmastovaikutuksia, sillä aurinkopaneelien hiilijalanjälki on tyypillisesti melko suuri ja kokonaisilmastovaikutukseen vaikuttaa merkittävästi se, minkä tyyppiselle ja kuinka suurelle maapohjalle aurinkovoimalaa suunnitellaan.

Suunnitteluvaiheessa on suositeltavaa miettiä voimalainfrastruktuurille sijoitusratkaisuja, joilla vältettäisiin metsäkatoa ja säilytettäisiin mahdollisimman paljon hiilivarastoja ja -nieluja esimerkiksi sijoittamalla toimintoja alueille, joiden puusto on jo poistettu tai joka on muuten ihmistoiminnan muokkaama. Poistettavan puuston pinta-alaa voidaan vähentää hyödyntämällä mahdollisimman paljon olemassa olevaa infrastruktuuria ja minimoimalla uusien tieyhteyksien sekä voimajohtokäytävien rakentamista. Voimalainfrastruktuurin sijoittaminen kivennäismaalle turvemaan sijaan vähentäisi merkittävästi maaperän kasvihuonekaasupäästöjä.

Aurinkopaneelit tuotetaan tällä hetkellä pääasiassa Kiinassa, jolloin niiden hiilijalanjälki muodostuu suureksi. Aurinkovoimalan rakennusvaiheessa kasvihuonekaasupäästöjä voidaan pyrkiä vähentämään rakennusvaiheen ratkaisulla ja materiaalivalinnoilla. Materiaalien ja komponenttien kuljetusmatkat kannattaa minimoida ja hyödyntää esimerkiksi läheisiä maa-ainestenottoalueita tai mahdollisuuksien mukaan itse hankealueen maa-aineksia. Työmaa-alueella ja kuljetuksissa käytettävien ajoneuvojen polttoaineissa voidaan siirtyä ilmastoystävällisempiin vaihtoehtoihin. Elinkaaren lopussa toiminnan loputtua voidaan ilmastovaikutuksia vähentää kierrättämällä materiaalit tehokkaasti sekä ennallistamalla tai metsittämällä rakennetut alueet. Aurinkovoimarakentamisessa menetettävät metsäalueet on myös mahdollista korvata suojelemalla samansuuruinen alue vastaavanlaista metsää toisaalla vapaaehtoista ekologista kompensatiota hyödyntäen.

Positiivisia ilmastovaikutuksia voidaan vahvistaa jo suunnitteluvaiheessa tehdyillä ratkaisulla. Tulevaisuudessa on mahdollista valita vähähiilisiä rakennusmateriaaleja, kuten esimerkiksi hiilivapaata terästä tai muita vähäpäästöisiä metalleja paalutukseen ja aurinkopaneelien telineisiin. Jatkossa terästeollisuuden päästövähennystoimet vaikuttavat metallien valmistuksen päästöihin, jolloin voidaan välillisesti vähentää materiaalien hankinnan päästöjä. Positiivista ilmastovaikutusta voidaan vahvistaa myös korvaamalla uusiutuvalla energialla fossiilisten polttoaineiden käyttöä sekä hyödyntämällä tuotettua puhdasta energiatuotantoa esimerkiksi vihreän siirtymän teollisissa inventoinneissa.

Uusnivalan hankkeessa sijoitetaan aurinkopaneelikentät ojitetulle suometsäalueelle, jolloin kasvihuonekaasupäästöt muodostuvat suuriksi. Aurinkopaneelialueen sijoittaminen kivennäismaalle ja puuttomille alueille olisi ilmastoystävällisempi ratkaisu. Aurinkopaneelialueen vettäminen vähentäisi turpeen hajotusta ja kasvihuonekaasupäästöjä, mutta voi vaikeuttaa paneelien huoltotoimenpiteitä. Sähkönsiirron vaihtoehto VE1 toteutetaan kivennäismaalle olemassa olevaan johtokäytävään ja vaihtoehto VE2 pääosin teiden vierelle ja kivennäismaalle, joten sähkönsiirron

suunnitteluratkaisut ovat ilmastomyönteisiä. Muita mahdollisia ilmastovaikutusten lieventämis- tai vahvistamiskeinoja ei hankkeessa ole vielä tarkkaan suunniteltu.

## 6 Ilmastonmuutokseen sopeutuminen

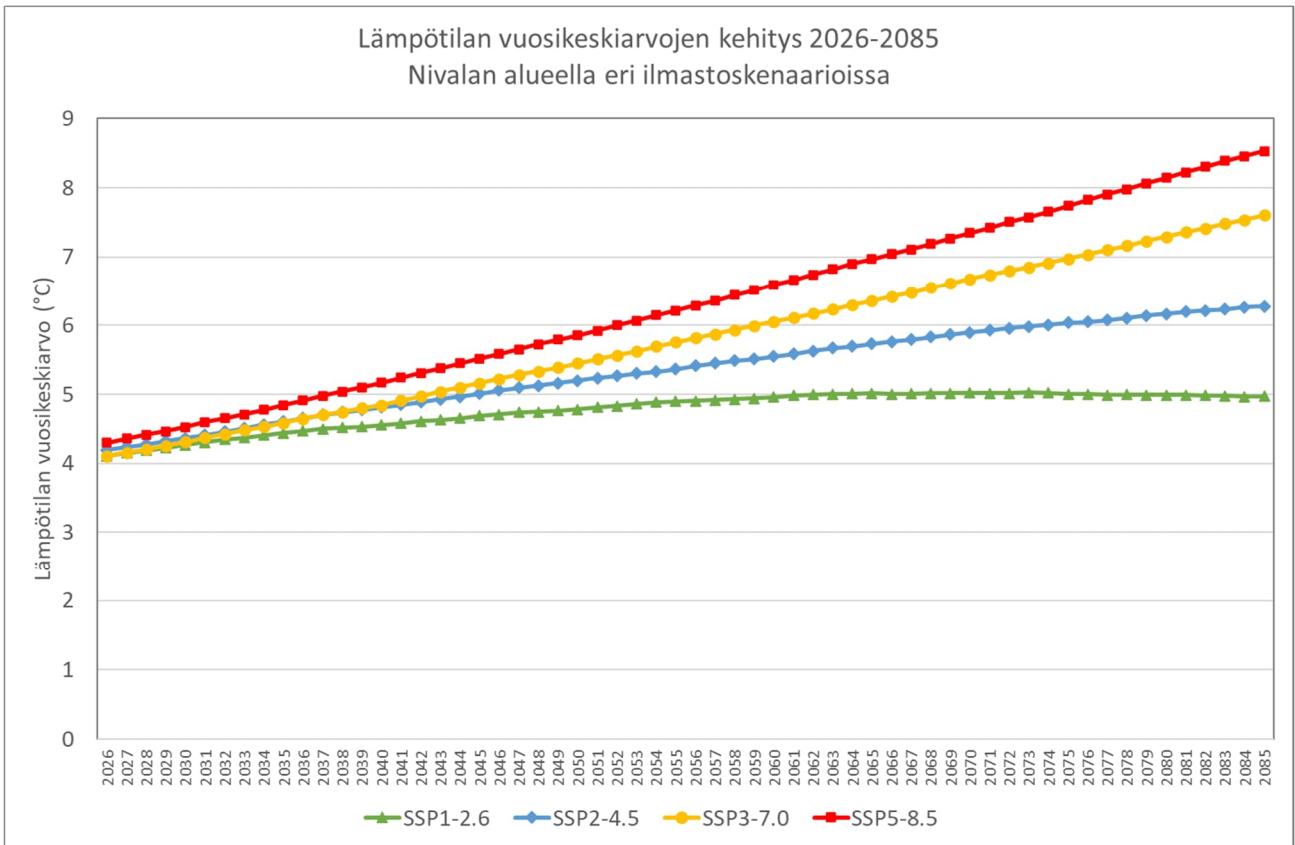
### 6.1 MUUTTUVA ILMASTO

Pohjois-Pohjanmaan alueella ilmaston arvioidaan lämpenevän kuluvaan vuosisadan aikana noin 1,4–5,1 astetta. Lämpenemisen määrä riippuu siitä, miten maailmanlaajuiset kasvihuonekaasupäästöt kehittyvät tulevina vuosina. Lämpötila kohoaa kaikkina kuukausina, mutta eniten talvikuukausina marraskuun ja helmikuun välillä. Vuotuisten sademäärien arvioidaan kasvavan alueella vuosisadan aikana 6–17 %. Keskimäärin vuodessa sataisi 620–690 mm. Sademäärät kasvavat lähes kaikkina kuukausina, mutta sadetta tulisi eniten marras-helmikuussa. (Ilmasto-opas 2022)

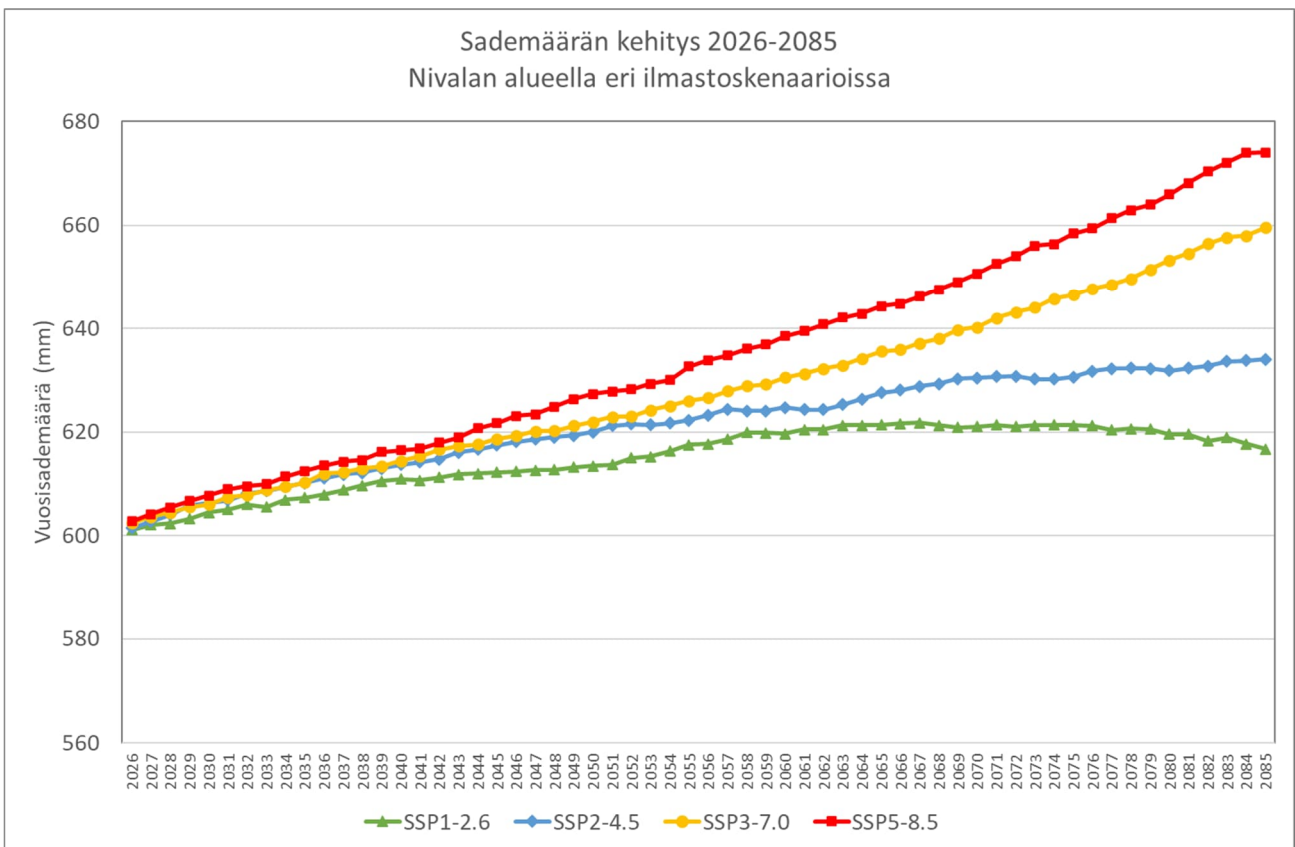
Ilmatieteen laitos on laskenut Suomen tulevan ilmaston keskilämpötilan ja sademäärän sekä niiden muutokset vuoteen 2085 saakka käyttäen eri ilmastoskenaarioita (Ilmatieteen laitos 2023). Ilmastonmuutoksen kehittymistä on kuvattu SSP-ilmastoskenaarioilla (Shared Socio-economic Pathways), joilla kuvataan maailmanlaajuisia sosioekonomista kehitystä ja erilaisia kasvihuonekaasupitoisuuksien kehityskulkuja vuoteen 2100 mennessä. SSP-skenaariot on nimetty järjestysnumeron 1–5 ja vuoden 2100 odotettavan ilmastovaikutuksen eli säteilypakotetason perusteella (2,6–8,5 W/m<sup>2</sup>). SSP5-8.5 skenaariota pidetään erittäin epätodennäköisenä, SSP3-7.0 epätodennäköisenä ja SSP2-4.5 skenaariota todennäköisenä. Koko Suomen kattavasta ennusteaineistosta on poimittu Uusnivalan hankealuetta lähinnä oleva 10 km ×10 km hilaruutu.

Lämpötilan vuosikeskiarvojen kehitys eri ilmastoskenaarioissa on havainnollistettu kuvassa (**Kuva 6–1**). Todennäköisimmän SSP2-4.5-skenaarion (sininen viiva) mukaisessa kehityskulussa vuosikeskiarvolämpötila kohoaa hankealueella vuosisadan loppuun mennessä 2,1 astetta nykyisestä tasosta. Keskilämpötilan kohotessa myös lämpötilan vuodensisäinen vaihtelu kasvaa. Lämpötilat kohoavat eniten talviaikaan jouluihelmikuussa.

Vuosisademäärien kehitys eri ilmastoskenaarioissa on havainnollistettu kuvassa (**Kuva 6–2**). Todennäköisimmän SSP2-4.5-skenaarion (sininen viiva) mukaisessa kehityskulussa vuosisademäärät kasvavat hankealueella vuosisadan loppuun mennessä noin 33 mm nykytasosta, mutta kasvu ei ole lineaarista. Sademäärien lisääntyessä myös sademäärien vuodensisäinen vaihtelu kasvaa erityisesti vuosisadan puolenvälin jälkeen. Vuosisadan lopulla sademäärät lisääntyvät talvikaudella marras-helmikuussa ja keväällä huhti-toukokuussa.



Kuva 6–1. Lämpötilan vuosikeskiarvojen kehitys Uusnivalan alueella eri ilmastokenaarioissa vuonna 2026–2085.



Kuva 6–2. Vuosisademäärän kehitys Uusnivalan alueella eri ilmastokenaarioissa vuonna 2026–2085.

Pohjois-Pohjanmaalla on Kalajoen alueella jo havaittu muutoksia sademäärissä. Kalajoen Pitkäsenkylän mittausaseman mukaan sademäärät ovat lisääntyneet kaikkina vuodenaikoina. Eniten ovat lisääntyneet talviaikaiset sateet, noin 11 mm vuosikymmenessä. Kevätsateet ovat lisääntyneet noin 5 mm ja syysateet noin 8 mm vuosikymmenessä. Rankkasadepäiviä esiintyy noin 0–6 päivää vuodessa, mutta rankkasadepäivien lukumäärissä ei ole vielä havaittavissa pitkän aikavälin muutoksia. Ilmastomallin ennusteiden mukaan Pohjois-Pohjanmaan rankkimmat sateet voimistuisivat ja yleistyisivät jo vuosisadan puoliväliin mennessä ja vielä enemmän vuosisadan loppuun mennessä. (Ilmatieteen laitos 2025).

Kalajoki on yksi Pohjois-Pohjanmaan tulvariskialueista jääpatoriskin vuoksi. Alavieskan ja Ylivieskan alueilla sijaitsee nykytilanteessa merkittävä turvariskialue, jossa asuu lähes 400 asukasta ja jossa on vaikeasti evakuoitavia kohteita, sillä tulva katkaisisi liikenneyhteyksiä. Ylivieskan ja Nivalan välillä lähempänä hankealuetta sijaitsee muu tulvariskialue. Hankealue sijaitsee lähimmillään noin 4 km etäisyydellä tästä tulvariskialueesta. Ilmastomuutoksen vaikutuksesta lumen väheneminen todennäköisesti pienentää kevättulvia, mutta Kalajoella syys- ja talvitulvat voivat lisääntyä. Hyydetulvien riski kasvaa vuoteen 2050 mennessä, kun jääkantta on entistä harvemmin ja suuria virtaamia on talvella entistä useammin. Lisäksi hulevesitulvien riski kasvaa rankkasateiden kasvaessa ilmastomuutoksen vaikutuksesta. Tulvadirektiivin mukaiset tulevaisuuden tulvat ulottuvat Kalajoen ympäristössä laajalle alueelle kattaen myös hankealueen (Suomen ilmastopaneeli 2021, Paikkatietoikkunan tulvariskialueet).

## 6.2 ILMASTONMUUTOKSEEN VARAUTUMINEN

Ilmastomuutos voi aiheuttaa aikaisempaa voimakkaampia sääilmiöitä, kuten rankkasateita, talvimyrskyjä ja pidempiä helle- ja kuivuusjaksoja, joihin myös aurinkovoiman tuotannossa tulee varautua. Hellejaksot ja kuivuus voivat lisätä maasto- ja metsäpaloriskiä, jolloin palo voi levitä myös aurinkovoima-alueelle ja aiheuttaa vaikeasti sammutettavia voimalapaloja ja onnettomuustilanteita. Maasto- ja metsäpalotilanteiden ennakointi ja mahdollisen palon tehokas rajaaminen vähentää merkittävästi onnettomuusriskiä. Jos alueelle suunnitellaan myöhemmin akkuvarastoa, on huomioitava akkupaloriski, joka voi syttyä ilman ulkopuolista palolähdettäkin. Ilmastomuutoksen myötä myös lisääntyvä sadanta ja valunta tulee huomioida aurinkovoima-alueen vesienhallintaa suunniteltaessa.

Leudontuvat talvet saattavat helpottaa aurinkovoiman tuotantoa esimerkiksi vähentämällä kertyvän lumen ja jään määrää. Toisaalta on mahdollista, että jäätävien olosuhteiden määrä lisääntyy, jos lämpötila vaihtelee nollan asteen molemmin puolin ja samaan aikaan sademäärät kasvavat. Jäätämiseen liittyvä epävarmuus on suuri ja riippuu siitä, miten paljon keskilämpötilat nousevat ja missä olomuodossa lisääntyvät talvisateet lopulta esiintyvät.

Myös aurinkovoimalan rakentamisessa tulee huomioida muuttuvan ilmaston aiheuttamat riskit. Ilmastomuutos voi vaikeuttaa rakentamistöitä lyhentämällä routa- ja lumipeitteistä aikaa, jolloin tulee optimoida rakentamisajankohta ja hyödyntää rakentamisajan liikennöinnissä olemassa olevaa tiestöä.

# 7 Yhteenveto ja johtopäätökset

Semecon Oy suunnittelee Uusnivalan 230–273 MWp aurinkovoimalaa Nivalan ja Ylivieskan kuntarajan läheisyyteen Pohjois-Pohjanmaalle. Aurinkovoimala rakennettaisiin pääosin metsäiselle, ojitetulle suoalueelle. Paneelialueen pinta-ala on vaihtoehdosta riippuen 222–258 ha. Alueelle on aurinkopaneelien lisäksi suunnitteilla myös muuntamot, sähköasema, huoltotiet sekä maakaapelointiverkosto sisäiseen sähkönsiirtoon. Aurinkovoimala liitetään maakaapelilla kahta vaihtoehtoista reittiä pitkin hankealueen lounaispuolella noin 1,7 km sijaitsevaan Uusnivalan sähköasemaan.

Ilmastovaikutusten arvioinnin perusteella suurimmat kasvihuonekaasupäästöt aiheutuvat elinkaaren alkuvaiheessa johtuen Kiinassa valmistettavien aurinkopaneelien suuresta hiilijalanjäljestä, turvemaan muokkausta seuraavista maaperäpäästöistä sekä puuston poistosta aiheutuvista kasvillisuuden hiilivaraston pienenemisestä ja hiilinielun menetyksestä 30 vuodeksi. Suomen keskimääräisen sähköntuotannon kasvihuonekaasupäästöt ovat pienentyneet merkittävästi viime vuosina. Verrattuna keskimääräisen sähköntuotannon päästöihin 30 vuoden aurinkovoimatuotannon aikana, Uusnivalan aurinkovoimalan kokonaiskasvihuonekaasupäästöt muodostuvat selvästi niitä suuremmiksi. Ilmaston kannalta pinta-alaltaan laaja aurinkovoimahanke jää ilmastonegatiiviseksi sijoituessaan metsäiselle turvemaalle, jonka maanmuokkauksesta ja maankäytön muutoksesta aiheutuvat suuret kasvihuonekaasupäästöt. Hankkeen sähkönsiirtolinjavaihtoehdot on suunniteltu pääosin olemassa olevan infrastruktuurin viereen kivennäismaalle ja ovat siten ilmastomyönteisiä ratkaisuja.

Uusnivalan aurinkovoimalan arvioitu sähköntuotanto on 30 vuoden aikana 7,1 TWh vaihtoehdossa VE1 ja 5,9 TWh vaihtoehdossa VE2, kun huomioidaan aurinkokennojen vuosittainen tehon heikentyminen. Aurinkovoimahankeen hiilijalanjälki eli ilmastovaikutus suhteessa tuotantoon on yhteensä 43,8 g CO<sub>2</sub> ekv / kWh vaihtoehdossa VE1 ja 43,5 g CO<sub>2</sub> ekv / kWh vaihtoehdossa VE2, joka on pinta-alaltaan vähän pienempi, kun huomioidaan sekä aurinkopaneelien päästöt (21,5 g CO<sub>2</sub> ekv / kWh) että hiilivaraston ja -nielun pieneneminen (22,0–22,2 g CO<sub>2</sub> ekv / kWh).

Nivalan kaupungin kasvihuonekaasupäästöt olivat 147 200 t CO<sub>2</sub> ekv ja Ylivieskan 90 000 t CO<sub>2</sub> ekv vuonna 2024. Uusnivalan aurinkovoimahankeen osuus on vuositasolla keskimäärin 5,9–7,0 % Nivalan ja 9,6–11,4 % Ylivieskan kasvihuonekaasupäästöistä. Nivalan hiilivarastot olivat vuoden 2021 selvityksen perusteella 17 897 kt CO<sub>2</sub> ja Ylivieskan 25 710 kt CO<sub>2</sub>. Uusnivalan hanke aiheuttaisi hiilivarastojen vähenemistä noin Nivalassa noin 0,6–0,7 % ja Ylivieskassa noin 0,4–0,5 % 30 vuoden aikana.

Aurinkovoimatuotanto on tuotantoaikana lähes päästötön ja uusiutuva energiantuotantomuoto, jolla voidaan hillitä ilmastonmuutoksen etenemistä, mutta voimaloiden rakentamisella on myös kielteisiä ilmastovaikutuksia. Tulevaisuudessa tulee huomioida ilmastonmuutoksen aiheuttamat myönteiset ja kielteiset vaikutukset aurinkovoimatuotantoon sekä mahdolliset ilmatoriskit, kuten metsäpalojen ja vesistötulvien ennustettu yleistymisen.

Aurinkovoimatuotannon kasvua ovat viime vuosina vauhdittaneet niin kansainväliset ilmastotavoitteet kuin tarve vähentää riippuvuutta fossiilisista polttoaineista ja tuontienergiasta.

Aurinkovoimatuotannon merkittävin myönteinen ympäristövaikutus on Suomen sähköntuotannon hiilidioksidipäästöjen väheneminen, joka edistää siirtymistä kohti kotimaista, vähäpäästöistä sähköntuotantoa. Uusnivalan aurinkovoimahanke tukee osaltaan kansallisia ja maakunnallisia ilmastotavoitteita sekä Suomen energiaomavaraisuutta.

## Lähteet

Aiko Solar Technology Co. (2024). Environmental Product Declaration. Mono-crystalline Double glass, N-type, solar photovoltaic modules. [https://aikosolar.com/wp-content/uploads/2025/01/2.-NEPD-6586-5846\\_Mono-crystalline-Double-glass-N-Type-solar-photovoltaic-modules.pdf](https://aikosolar.com/wp-content/uploads/2025/01/2.-NEPD-6586-5846_Mono-crystalline-Double-glass-N-Type-solar-photovoltaic-modules.pdf)

Elinvoimakeskus. (2026). Elinvoimakeskukset ilmastotoimijoina. Pohjois-Pohjanmaan ilmastotavoitteet. <https://elinvoimakeskus.fi/web/ely-keskukset-ilmastotoimijoina/pohjois-pohjanmaan-ilmastotavoitteet>

Energiateollisuus ry. (2020). Finnish Energy Low carbon roadmap. [https://energia.fi/wp-content/uploads/2023/08/Taustaraportti\\_-\\_Finnish\\_Energy\\_Low\\_carbon\\_roadmap.pdf](https://energia.fi/wp-content/uploads/2023/08/Taustaraportti_-_Finnish_Energy_Low_carbon_roadmap.pdf)

Energiateollisuus ry (2025). Ilmastotiekartta. <https://energia.fi/energiapolitiikka/ilmastotiekartta/>

Finnish Consulting Group (FCG). (2025). Pohjois-Pohjanmaan maankäyttösektorin kasvihuonekaasutaseet ja hiilivarastot. Loppuraportti. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus. <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/193215/PP%20maankayttosektorin%20khh-taseet%20%20ja%20hiilivarastot.pdf?sequence=1>

Hiilineutraalisuomi.fi. Hinku-kunnat, -maakunnat ja -yritykset. <https://hiilineutraalisuomi.syke.fi/hinku/verkoston-jasenet/#hinku-kunnat>

Ilmasto-opas. (2022). Ilmastonmuutos Suomessa. Pohjois-Pohjanmaan länsiosa – Perämeren vaikutuspiirissä. <https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/pohjois-pohjanmaan-lansiosa-perameren-vaikutuspiirissa>

Ilmatieteen laitos. (2023). Kuukauden keskilämpötilan ja sademäärän ja niiden muutoksen ennusteet vuosille 1975–2085 SSP-ilmastoskenaarioissa. Paikkatietoaineisto on ladattavissa Paituli-palvelusta. <https://paituli.csc.fi/download.html>

Ilmatieteen laitos. (2025). Sateisuuden havaittuja ja ennakoituja muutoksia Suomen maakunnissa. Raportteja 2025:2. <https://helda.helsinki.fi/items/1d1155b7-9662-47fc-98d1-b504d3c930ff>

Korhonen, Timo; Hirvonen, Petri; Rämetsä, Jussi; Karjalainen, Sirpa. (2021.) Turvetyöryhmän loppuraportti, Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2021:24 <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-856-1>

Lehtonen, A., Aro, L., Haakana, M., Haikarainen, S., Heikkinen, J., Huuskonen, S., Härkönen, K., Hökkä, H., Kekkonen, H., Koskela, T., Lehtonen, H., Luoranen, J., Mutanen, A., Nieminen, M., Ollila, P., Palosuo, T., Pohjanmies, T., Repo, A., Rikkinen, P., Rätty, M., Saarnio, S., Smolander, A., Soinne, H., Tolvanen, A., Tuomainen, T., Uotila, K., Viitala, E.-J., Virkajärvi, P., Wall, A. & Mäkipää, R. 2021. Maankäyttösektorin ilmastotoimenpiteet: Arvio päästövähennysmahdollisuuksista. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 7/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 121 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-275-9>

Luonnonvarakeskus (LUKE). (2025). Kasvihuonekaasuinventaarion ennakkotiedot 2023: Metsät ovat kääntyneet päästölähteeksi, koska puuston nielu ei enää riitä kattamaan metsien maaperän päästöjä. <https://www.luke.fi/fi/uutiset/kasvihuonekaasuinventaarion-ennakkotiedot-2023-metsat-ovat-kaantyneet-paastolahteeksi-koska-puuston-nielu-ei-ena-riita-kattamaan-metsien-maaperan-paastoja>

Neostar. (2025). Neostar 2N+78 Dual-Glass Module 760W-795W. <https://solarshop.bayware.lv/lv/documents/aiko-solar-photovoltaics-module-a780-grh78dw-a780-grh78dw-0/381/584.pdf>

Pohjois-Pohjanmaan liitto. (2021). Pohjois-Pohjanmaan ilmastotiekartta 2021–2030. Kohti hiilineutraalia Pohjois-Pohjanmaata. <https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/wp-content/uploads/2021/02/Pohjois-Pohjanmaan-ilmastotiekartta-2021-2030.pdf>

Suomen ilmastopaneeli. (2021). Ilmastonmuutoksen sopeutumisen ohjauskeinot, kustannukset ja alueelliset ulottuvuudet. Raportti 2/2021. <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/4ba59b96-039f-4245-9f06-01685c97bb47/content>

Suomen ympäristökeskus. (2026). SYKE – kuntien ja alueiden KHK-päästöt. Nivala. [https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/#fi\\_kunta535](https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/#fi_kunta535)

Tilastokeskus. (2026). Sähköntuotannon päästökertoimet ja uusiutuvan sähkön tuotannon osuus, 2000–2024. [https://pxdata.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_ehk/statfin\\_ehk\\_pxt\\_14qt.px](https://pxdata.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_ehk/statfin_ehk_pxt_14qt.px)

Ympäristöministeriö. (2025). Suomen kansallinen ilmastopolitiikka. <https://ym.fi/suomen-kansallinen-ilmastopolitiikka#:~:text=P%C3%A4%C3%A4st%C3%B6v%C3%A4hennystavoitteet%20ovat%2060%20%25%20vuoteen%202030%20menness%C3%A4%2C%2080,ett%C3%A4%20Suomen%20on%20oltava%20hiilineutraali%20viimeist%C3%A4%C3%A4n%20vuonna%202035.>

423/2022. Ilmastolaki. <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2022/423>



**ENVINEER**

[envineer.fi](http://envineer.fi)