

## LIITE 1.11 VAIKUTUKSET ILMASTOON JA ILMANLAATUUN

*Takakangas-Pihlajaharjun tuulivoimaosayleiskaava  
Ympäristövaikutusten arviointiselostus*

### SISÄLLYS

<b>1</b>	<b>LÄHTÖTIEDOT JA ARVIOINTIMENETELMÄT .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>NYKYTILAN KUVAUS .....</b>	<b>2</b>
	2.1 Ilmastonmuutos .....	2
	<i>Lämpötila kohoaa .....</i>	<i>2</i>
	<i>Sademäärät kasvavat .....</i>	<i>2</i>
	<i>Myrskytuulissa tapahtuu muutoksia .....</i>	<i>2</i>
	<i>Lumipeite ja routa vähenevät .....</i>	<i>3</i>
	<i>Pilvisyys lisääntyy ja auringonpaiste vähenee .....</i>	<i>3</i>
	2.2 Ilmastotavoitteet .....	3
	<i>Energiantuotanto ja energiatehokkuus .....</i>	<i>3</i>
	<i>Maa- ja metsätalous .....</i>	<i>4</i>
	<i>Hiilinielut ja kompensointi .....</i>	<i>4</i>
	2.3 Päästöt ja energiantuotanto .....	4
<b>3</b>	<b>VAIKUTUSTEN TUNNISTAMINEN .....</b>	<b>5</b>
	3.1 Vaikutusten ajoittuminen .....	5
	3.2 Rakennusvaihe .....	5
	3.1.2 Päästöt .....	5
	3.2.2 Hiilinielujen supistuminen .....	5
	3.3 Tuotantovaihe .....	6
	3.4 Toiminnan jälkeen .....	6
	3.1.4 Purkaminen tai voimaloiden uusiminen .....	6
	3.2.4 Purkujätteen kierrätys .....	6
<b>4</b>	<b>HANKKEEN HIILITASELASKENTA .....</b>	<b>6</b>
	4.1 Laskentamenetelmä .....	6
	4.2 Hiilitaselaskennan tulokset .....	7
<b>5</b>	<b>VAIKUTUKSET ILMASTOON .....</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>ILMASTONMUUTOKSEN VAIKUTUKSET HANKKEESEEN .....</b>	<b>10</b>
<b>7</b>	<b>VAIKUTUKSET ILMANLAATUUN .....</b>	<b>11</b>
<b>8</b>	<b>HAITALLISTEN VAIKUTUSTEN VÄHENTÄMINEN .....</b>	<b>11</b>
<b>9</b>	<b>ARVIOINNIN EPÄVARMUUSTEKIJÄT .....</b>	<b>11</b>
<b>10</b>	<b>YHTEENVETO .....</b>	<b>11</b>
	<b>LÄHTEET .....</b>	<b>12</b>

## 1 Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Ilmastovaikutusten arvioinnissa tarkastellaan hankealueen paikallisia ja alueellisia ilmastotavoitteita ja peilataan hankkeen vaikutuksia tavoitteiden saavuttamiseen. Tuulivoimahankkeen ilmastovaikutuksia on arvioitu vertaamalla tuulivoimahankkeen hiilidioksidiekvivalentteja päästöjä muun muassa Suomen sähkönhankinnan keskimääräisiin hiilidioksidipäästöihin vuosina 2018-2021 sekä Parkanon kaupungin vuosipäästöihin vuonna 2020.

Arvioinnin tueksi hankkeesta on tehty hiilikädenjälkilaskelma, joka on YVA-selostuksen liitteenä.

Vaikutusten arviointi on tehty asiantuntija-arviona ja siitä ovat vastanneet Sitowisen ilmastoasiantuntijat. Vaikutuskohteena on maailmanlaajuinen ilmasto ja arvioinnissa on hyödynnetty laskennallisia päästövähennys- ja energiantuotantotavoitteita.

## 2 Nykytilan kuvaus

### 2.1 Ilmastonmuutos

Köppenin ilmastoluokituksessa Suomi kuuluu lumi- ja metsäilmaston kostea- ja kylmätalviseen tyyppiin. Tarkemmassa tarkastelussa Suomen ilmasto voidaan jakaa viiteen pääluokkaan. Näistä yksi on eteläboreaalinen ilmastovyöhyke, jolle hankealue sijoittuu. Sen metsät ovat pohjoisempia havumetsävyöhykkeen alavyöhykkeitä monimuotoisempia. Metsät ovat myös pohjoisempaa tiheämpiä, korkeampia ja nopeakasvuisempia ([ilmatieteenlaitos.fi/suomen-ilmastovyohykkeet](http://ilmatieteenlaitos.fi/suomen-ilmastovyohykkeet)).

Ilmasto-oppaan mukaan ([ilmasto-opas.fi](http://ilmasto-opas.fi), 2021) Ilmasto on lämmennyt Suomessa 1880-luvulta noin kaksi astetta. Suomen lämpötila nousee tulevaisuudessa enemmän ja nopeammin kuin maapallolla keskimäärin. Myös sademäärien arvioidaan kasvavan. Talvella muutokset ovat suurempia kuin kesällä. Arvioidut muutokset voidaan tiivistää seuraavasti:

#### *Lämpötila kohoaa*

- Etenkin talvilämpötilat kohoavat.
- Lämpeneminen on nopeinta Pohjois-Suomessa.
- Hyvin alhaiset lämpötilat näyttävät harvinaistuvan.
- Hellejaksot yleistyvät ja pidentyvät.
- Kaikkein korkeimmat lämpötilat todennäköisesti kohoavat.
- Kasvukausi pidentyy ja muuttuu lämpimämmäksi.

#### *Sademäärät kasvavat*

- Etenkin talvipuolella vuotta sateet lisääntyvät ja tulevat yhä useammin vetenä.
- Kesällä rankkasateet voimistunevat enemmän kuin keskimääräiset sateet.
- Talvella ja keväällä pisimmät sateettomat jaksot lyhenevät jonkin verran.

#### *Myrskytuulissa tapahtuu muutoksia*

- Keskimääräisissä tuulennopeuksissa ei juurikaan ole odotettavissa muutoksia, joskin eri mallien tulokset poikkeavat toisistaan paljon.
- Myrskytuulten arvioidaan voimistuvan etenkin Suomen merialueilla, mutta myös rannikoilla ja mahdollisesti sisämaassakin. RCP4.5 mukaan myrskytuulien voimistuminen on todennäköistä maan etelä- ja länsirannikolla, sillä Suomenlahden, Itämeren ja Selkämeren myrskytuulien on arvioitu voimistuvan. RCP8.5 mukaan myrskytuulten voimistuminen on mahdollista kaikilla merialueilla sekä myös maan etelä ja keskiosassa aina eteläisimpään Lappiin saakka.

- Ilmastonmuutosarvioita tukee myös uusi tutkimustulos Euroopan manneralueiden myrskyistä. Niin sanotut katastrofiset myrskyt ovat todistettusti jo nyt voimistuneet tilastollisesti merkittävästi vuoden 1990 jälkeen alueella, joka kattaa Länsi-, Keski- ja Pohjois-Euroopan.

#### *Lumipeite ja routa vähenevät*

- Lumipeiteaika lyhenee.
- Lumen vesiarvo ja paksuus vähenevät.
- Routaa on nykyistä vähemmän.
- Lauhojen ja sateisten talvien aikana maaperä on usein märkä ja sen kantavuus on huono.

#### *Pilvisyys lisääntyy ja auringonpaiste vähenee*

- Talvista tulee entistäkin pilvisempiä, ja aurinko paistaa harvemmin.
- Kesällä pilvisyys säilyy suurin piirtein entisellään tai hiukan vähenee.

## 2.2 Ilmastotavoitteet

Suomi on sitoutunut lukuisiin ilmastotavoitteisiin. Suomi hyväksyi 2016 Pariisin ilmastosopimuksen, jonka tavoitteena on pitää maapallon keskilämpötilan nousu selvästi alle kahden asteen.

Suomen uusi ilmastolaki (423/2022) astui voimaan heinäkuussa 2022. Sen tavoitteena on, että Suomi on hiilineutraali vuonna 2035 ja hiilinegatiivinen pian sen jälkeen. Tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä vähintään 80 prosenttia vuoteen 2050 mennessä verrattuna vuoteen 1990. Uuteen ilmastolakiin on kirjattu Suomen ilmastopaneelin suosituksiin perustuvat päästövähennystavoitteet vuosille 2030 ja 2040 ja 2050. Päästövähennystavoitteet ovat -60 % vuoteen 2030 mennessä, -80 % vuoteen 2040 mennessä ja -90 % pyrkien kuitenkin -95 % vuoteen 2050 mennessä verrattuna vuoden 1990 tasoon.

Uudistuksen myötä ilmastolaki laajeni kattamaan myös maankäyttösektorin sekä hiilinielujen vahvistamisen. Suomen ilmastopaneelin (2021) linjauksen mukaan maankäyttösektorin nettohiilinielun tulee olla vähintään 21 miljoonaa tonnia CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia, jotta hiilineutraalius toteutuu. Vuoteen 2030 tähtäävän kansallisen energia- ja ilmastostrategian mukaisesti tavoitteena on lisätä uusiutuvan energian käyttöä niin, että sen osuus energian loppukulutuksesta nousee yli 50 prosenttiin 2020-luvulla.

Pirkanmaan liitto on vuonna 2020 julkaissut yhteistyössä muun muassa Pirkanmaan ELY-keskuksen kanssa julkaisun Hiilineutraali Pirkanmaa 2030 -tiekartta. Pirkanmaan tavoite on hiilineutraaliuus vuonna 2030. Pirkanmaan maakunta ja Parkanon kaupunki ovat myös sitoutuneet HINKU-tavoitteisiin eli vähentämään päästöjään 80% vuoden 2007 tasosta ja sitomaan loput 20% hiilinieluihin. Parkanon kaupunki on liittynyt HINKU-foorumin jäseneksi vuonna 2019.

Tässä tuulivoimahankkeen YVAssa vaikutusten arviointia peilataan erityisesti tiekartan seuraaviin osiin: energiantuotanto ja energiatehokkuus, maa- ja metsätalous sekä hiilinielut ja kompensointi.

Näihin liittyen tiekartassa luetellaan toimenpiteitä. Seuraavassa on tuulivoimahankkeen kannalta keskeisiä poimintoja tiekartan toteuttamisen toimenpiteistä, joihin tuulivoimahankkeella voi olla vaikutuksia:

#### *Energiantuotanto ja energiatehokkuus*

- Puhtaan energian investointien ja käyttöosuuden lisääminen (tuulivoima, aurinkoenergia, ympäristö ja geoterminen lämpö, vesivoima ja ydinenergia)

- Tuulivoiman luvitukseen ja neuvontaan liittyvien palvelujen lisääminen ja tunnetuksi tekeminen

#### Maa- ja metsätalous

- Metsäkadon ehkäiseminen esimerkiksi maankäytön suunnittelun ja kaavoituksen avulla.

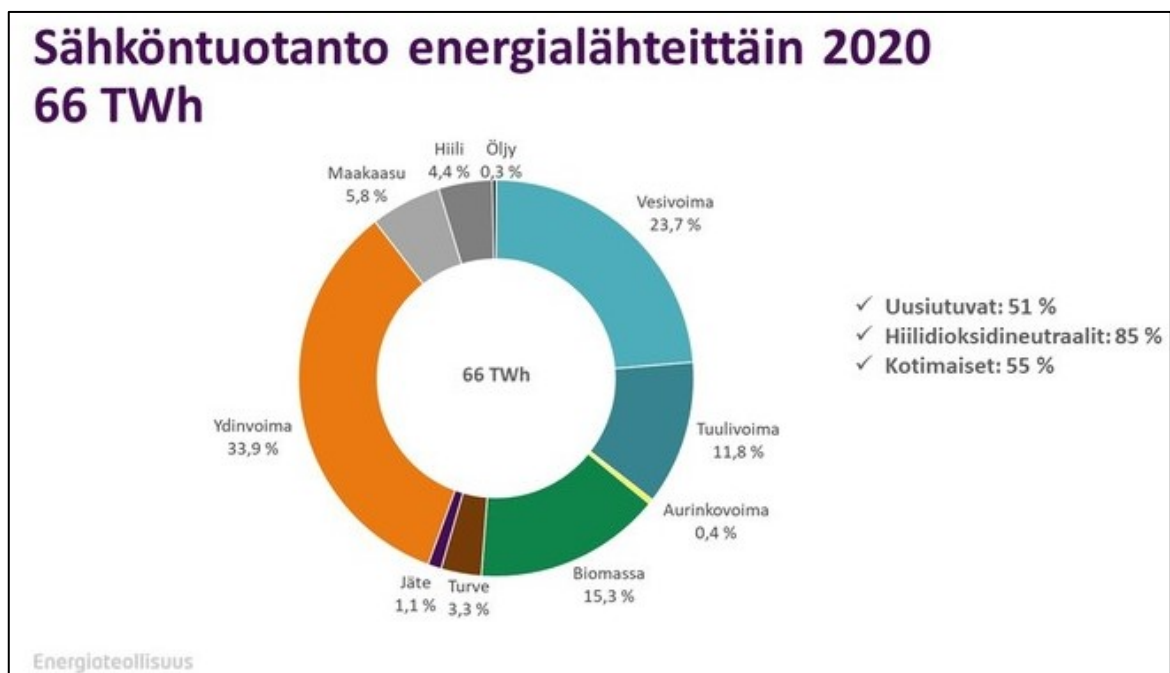
#### Hiilinielut ja kompensointi

- Pitämällä maankäyttöluokituksen muutokset metsäkäytöstä muihin luokkiin mahdollisimman vähäisenä (estää metsäkatoa).

Pirkanmaan energiajärjestelmäselvityksen (2021) mukaan Pirkanmaalla tuotettiin sähköä vuonna 2019 noin 1136 GWh, mikä on lähes 20 % Pirkanmaalla käytetystä sähköstä. Ostosähkön osuus sähkön käytöstä Pirkanmaalla oli siten noin 80 %. Kauko- ja aluelämmön vuonna 2019 tuotetusta ja kulutetusta energiasta noin 45 % perustui uusiutuviin lähteisiin ja noin 55 % uusiutumattomiin, mikä vastaa koko Suomen keskiarvoa.

Takakangas-Pihlajajarjun tuulivoimahankkeen toteuttamisen tavoitteena on osaltaan lisätä Suomen tuulivoimakapasiteettia sekä lisätä tuulivoimalla tuotetun energian määrää ja vastata siten kansallisiin ja maakunnallisiin ilmastopoliittisiin tavoitteisiin.

## 2.3 Päästöt ja energiantuotanto



Kuva 2.1. Sähköntuotanto energialähteittäin Suomessa vuonna 2020.

Tuulivoima on kasvattanut osuuttaan Suomen sähköntuotannossa huomattavasti. Vuonna 2020 tuulivoiman osuus Suomen sähköntuotannosta oli 11,8 % (Energiateollisuus 2021). Tuulivoima ei tuotantovaiheessa aiheuta juurikaan päästöjä, ja sen osuuden kasvattaminen nähdään yhtenä ilmastomuutoksen hillintäkeinona sekä merkittävänä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiskeinona.

Pirkanmaan kasvihuonekaasupäästöt (pl. LULUCF-sektori) olivat vuonna 2019 yhteensä 2 911 000 tonnia CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia (Tilastokeskus 2021). Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) HINKU-laskennan mukaan Pirkanmaan kasvihuonekaasupäästöt kokonaisuudessaan ovat vähentyneet 18 % vuosien 2005–2019 välisenä aikana.

Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) HINKU-laskennan mukaan Parkanon kaupungin hiilidioksidipäästöt vuonna 2020 olivat 74 300 t CO<sub>2</sub>-ekv, mikä on noin -22 % pudotus vuoden 2010 kokonaispäästöistä (<https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/>).

### 3 Vaikutusten tunnistaminen

Hankkeen myönteisinä ilmastovaikutuksina on tunnistettu tuotetun sähkön alhaiset hiilidioksidipäästöt. Hankkeen aiheuttamiksi päästöiksi on tunnistettu voimaloiden valmistamisen, kuljettamisen, pystyttämisen, huoltamisen ja purkamisen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt.

Tuulivoimaloiden kohdille rakennetaan kentät, joiden kohdalta metsä kaadetaan. Näiden kohdilta menetetään metsää ja niihin sitoutunutta hiiltä.

#### 3.1 Vaikutusten ajoittuminen

Tuulivoima ei tuotantovaiheessa aiheuta päästöjä muutoin, kuin vähäisen huoltotoimenpiteiden edellyttämän liikennöinnin ja käytettävien materiaalien osalta. Suurimmat ilmastovaikutukset syntyvät rakentamis- ja purkamisvaiheessa. Voidaan myös olettaa, että tuulivoimalla tuotettava energiamäärä tuotettaisiin muussa tapauksessa fossiililla polttoaineilla. Tuulivoiman vaikutusta ilmastoon on tarkasteltava koko elinkaaren osalta.

#### 3.2 Rakennusvaihe

##### 3.1.2 Päästöt

Tuulivoimaloiden, perustusten sekä tarvittavien teiden ja sähkönsiirron rakentamisessa käytettävillä materiaaleilla on merkitystä hankkeen ilmastovaikutusten kannalta. Etenkin teräksen ja kiviaineksen määrät voivat olla merkittäviä. Kaivosteollisuus käyttää edelleen yleisimpänä energianlähteenään fossiilisia polttoaineita. Raaka-aineiden luhinnalla ja rikastuksella on lukuisia ympäristövaikutuksia. Raaka-aineiden kohdemaan lainsäädäntö vaikuttaa suurelta osin hankkeen rakennusvaiheessa muodostuviin päästövaikutuksiin. Tuulivoimalan perustuksissa käytettävä betoni on yksi suurimmista rakentamisen aikaisista päästölähteistä sementin valmistuksessa syntyvien hiilidioksidipäästöjen vuoksi. (Triventus 2012, Martinez 2009).

Rakentamisaikana syntyy kuljetuksien, kasaamisen ja huollon osalta liikennepäästöjä. Kuljetusten polttoainevalinnoilla ja kuljetusketjujen optimoinnilla voidaan vaikuttaa omalta osaltaan päästömääriin.

On kuitenkin huomattava, että myös muissa teollisissa energiantuotantomuodoissa muodostuu vastaavia päästöjä rakennusmateriaaleista ja kuljetuksista.

##### 3.2.2 Hiilinielujen supistuminen

Hankealueen sekä voimajohtoalueiden puuston poiston myötä aiheutuva hiilinielujen alueellinen kutistuminen vaikuttaa ilmastoon. Hiilinielujen supistumisen merkittävyys riippuu pitkälti kaava-aluekaava-alueen maankäytöstä sekä siitä, voidaanko kaava-aluekaava-alueella supistuvien hiilinielujen vaikutusta kompensoida toisaalla esimerkiksi lisäämällä hiilinielujen määrää.

### 3.3 Tuotantovaihe

Tuotantovaiheessa tuulivoima itsessään ei aiheuta päästöjä. Voimaloiden toiminta on pitkälle automatisoitua, joten lukuun ottamatta vuosittain tehtäviä huoltokäyntejä, ei liikennöintiä alueella synny.

Sääolosuhteista riippuvainen tuulivoima vaatii rinnalleen säätövoimaa, jolla taataan tarvittava sähköntuotanto kaikkina aikoina. Säätövoiman tarve riippuu sekä kulutuksen, että tuotannon vaihteluista. Tämänhetkisessä tilanteessa tuulivoimaa on kuitenkin mahdollista rakentaa vielä huomattavasti enemmän ilman, että tarvitaan lisää säätövoimaa.

### 3.4 Toiminnan jälkeen

#### 3.1.4 Purkaminen tai voimaloiden uusiminen

Hankealueen jälkikäytöllä on ilmastovaikutusten kannalta eri suuruisia vaikutuksia sen mukaan, miten alue palautetaan ennalleen tai miten olemassa olevia rakenteita voidaan hyödyntää jatkokäytössä. Keskimääräinen tuulivoimahankkeen toiminta-aika on noin 25 vuotta. Kun toiminta-aika on lopussa, tuulivoimalat puretaan tai vanhat voimalat korvataan uusituilla tuulivoimaloilla. Vanhoihin voimaloihin voidaan uusia koneistot, jolloin toiminta-aika voidaan parhaimmillaan kaksinkertaistaa. Mikäli hankealue metsitetään tai sen annetaan kasvittua luonnostaan voimaloiden purkamisen jälkeen, syntyy alueelle hiilinieluja.

#### 3.2.4 Purkujätteen kierrätys

Käytöstä poistetut tuulivoimalat puretaan osiin ja myydään edelleen uusiokäyttöön tai romutettavaksi. Yli 80 prosenttia tuulivoimalassa käytetyistä raaka-aineista voidaan kierrättää. Merkittävimmän haasteen kierrätysnäkökulmasta aiheuttavat lasikuitua sisältävät komposiittirakenteiset lavat. Lapajätteen määrä tulee tulevaisuudessa kasvamaan voimaloiden ikääntyessä. Lapojen kierrätystä ja uusiokäyttöä kehitetäänkin jatkuvasti. Hiljattain lapojen uusiokäyttöä on kokeiltu mm. sementin ja rakennusaineiden valmistuksessa sekä maanrakentamisessa. On arvioitava tapauskohtaisesti, poistetaanko tuulivoimalat alueelta perustuksineen vai jätetäänkö perustukset paikoilleen ja maisemoidaan asianmukaisella tavalla. Myös kaapelien paikalleen jättäminen tai purkaminen on arvioitava tapauskohtaisesti.

## 4 Hankkeen hiilitaselaskenta

Hankkeesta on tehty erillinen hiilijalanjälki- ja hiilikädenjälkilaskenta, joka on YVA-selostuksen liitteinä.

### 4.1 Laskentamenetelmä

Hankkeen vaikutusta ilmastonmuutokseen arvioitiin hankkeen johdosta ja sen eri vaiheissa syntyvien kasvihuonekaasupäästöjen perusteella. Kasvihuonekaasupäästöt esitetään yhteismitallistetuna hiilidioksidiekvivalenttina (CO<sub>2</sub>-ekv.), joka kuvaa ilmastoa lämmittävää kokonaisvaikutusta (global warming potential, GWP).

Ilmastovaikutusten arvioinnissa huomioitiin hankkeen elinkaaren aikana syntyvät päästöt: rakentamisen aiheuttamat päästöt ja vaikutukset hiilinieluihin ja -varastoihin sekä käytön aikaiset ja elinkaaren lopussa tapahtuvat vaikutukset.

Tuulivoima-alueen kielteiset ilmastovaikutukset aiheutuvat voimaloiden rakentamisesta ja käytön aikaisista päästöistä sekä elinkaaren lopun toiminnoista. Lisäksi tuulivoima-alueella toteuttaminen

vaikuttaa alueen kasvillisuuden nykyisiin ja tuleviin hiilinieluihin ja -varastoihin, kun metsäisillä alueilla puusto poistetaan.

Rakentamisvaiheessa päästöjä aiheutuu materiaalien valmistuksesta, kuljetuksista ja työmaatoiminnoista. Tuulivoima-alueella tuotetaan vähäpäästöistä energiaa, jolloin vältetään päästöintensiivisemmän sähköntuotantotavan aiheuttamia päästöjä. Näihin vältettyihin vaikutuksiin viitataan raportissa myönteisinä päästövaikutuksina.

Vaikutukset hankkeen aiheuttamiin hiilivaraston- ja nielun muutokseen arvioitiin määrittelemällä hankkeessa poistuvan puuston ja sen hiilensitomispotentiaalin (hiilinielun) määrä.

## 4.2 Hiilitaselaskennan tulokset

Hankkeen hiilidioksidipäästöjä voidaan verrata Suomen sähkönkulutuksen keskiarvoisiin hiilidioksidipäästöihin tai korvautuvien energiamuotojen hiilidioksidipäästöihin.

Alla esitetty hiilitaselaskenta ja sen tulokset ovat Etha Wind Oy:n tuottamia (2022). Hiilitaselaskennan raportti on YVA-selostuksen liitteenä.

### **Suomen sähkönkulutuksen keskiarvoiset päästöt**

Hanke (VE1) tuottaa elinkaaren (35 vuotta) aikana sähköä 12 600 GWh. Tuotannon toteuttaminen tuulivoimalla aiheuttaa hiilidioksidipäästöjä 93 298 t CO<sub>2</sub>-ekv. Jos sama määrä sähköä tuotetaan Suomessa vuosina 2018-2021 kulutetun sähkön keskiarvoisen päästökertoimen 96 g CO<sub>2</sub>/kWh (Fingrid 2022) mukaisesti, sähköntuotanto aiheuttaa hiilidioksidipäästöjä 1 209 600 t CO<sub>2</sub>-ekv. Tuulivoimatuotannon hiilidioksidipäästöjen säästö on keskiarvoiseen kulutettuun sähköön nähden edellisten lukujen erotus eli 1 116 302 t CO<sub>2</sub>-ekv.

Parkanon kaupungin kokonaiskasviuonekaasupäästöt vuonna 2020 olivat 74 300 t CO<sub>2</sub>-ekv (SYKE 2022). Jos vuotuisten päästöjen määrä säilyy samalla tasolla, päästöjen määrä seuraavan 35 vuoden aikana on 2 600 500 t CO<sub>2</sub>-ekv. Takakangas-Pihlajaharjun tuulivoimahankkeen tuottama päästöjen vähenemä on noin 43 prosenttia kaupungin kokonaispäästöistä 35 vuoden aikana jos tuotantoa verrataan Suomen sähkönkulutuksen keskiarvoisen hiilijalanjälkeen.

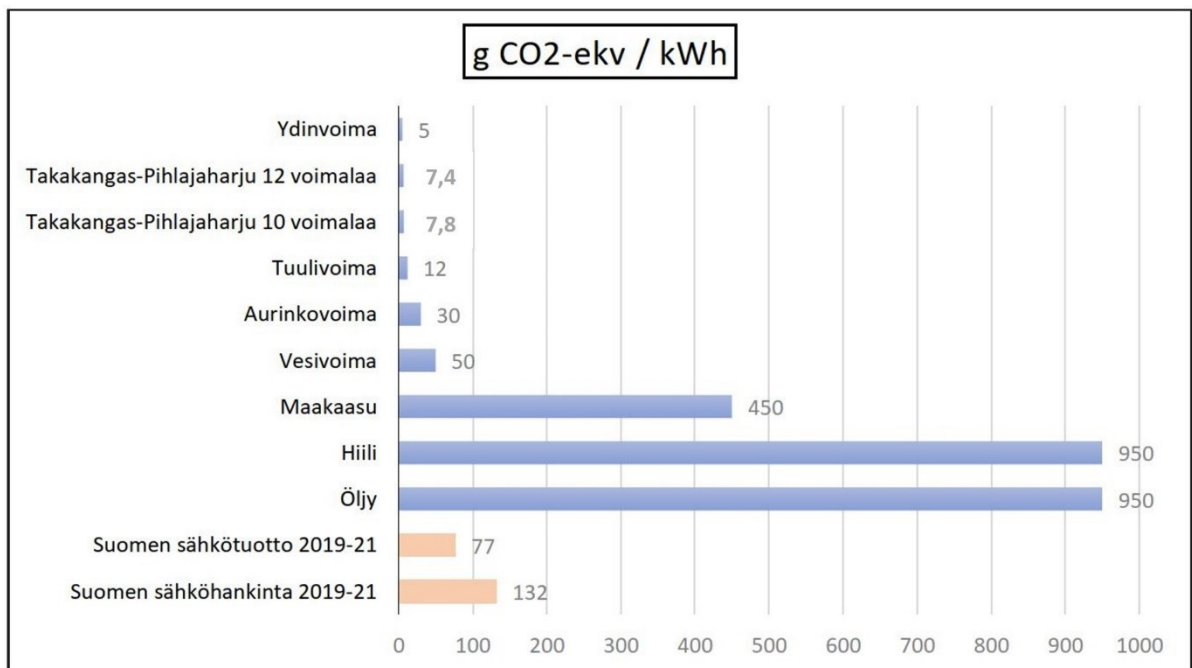
Seuraavassa taulukoissa on esitetty tuulivoimahankkeen päästöjen jakaumat (Taulukko 4.1), hankkeen arvioitu tuotanto sekä päästöt / tuotanto (Taulukko 4.2) sekä kuvassa (Kuva 4.1) eri sähköntuotantomuotojen ominaispäästöjen vertailu.

Taulukko 4.1 Tuotantoalueen vaihtoehtojen VE1 ja VE2 päästöjen jakauma (Etha Wind Oy).

Vaihe	12 WTG	10 WTG
<b>Rakentaminen (t CO2e)</b>	55 643 (92 016 ilman kierrätysshyvitystä)	46 369 (76 680 ilman kierrätysshyvitystä)
<b>Käyttövaihe (t CO2e)</b>	4 576	3 813
<b>Käytöstä poisto (t CO2e)</b>	610	508
<b>Puuston hiilivaraston ja -nielun (35v) menetys (t CO2e)</b>	22 189	21 185
<b>Maaperän ja karikkeen hiilivaraston menetys (t CO2e)</b>	10 261	9 818
<b>Yhteensä (t CO2e)</b>	93 298 (129 671 ilman kierrätysshyvitystä)	81 693 (112 004 ilman kierrätysshyvitystä)

Taulukko 4.2. Hankkeen arvioitu tuotanto sekä päästöt / tuotanto (Etha Wind Oy)..

	12 WTG	10 WTG
<b>Arvioitu tuotanto (MWh, 35 vuoden aikana)</b>	12 600 000	10 500 000
<b>g CO2e / kWh</b>	7,4 (10,3 ilman kierrätysvaikutusta)	7,8 (10,7 ilman kierrätysvaikutusta)



Kuva 4.1. Eri sähköntuotantomuotojen ominaispäästöjen vertailu (UNECE 2021, Fingrid 2022).



Tuulivoimapuiston hiilijalanjäljeksi lasketaan 7,4 g CO<sub>2</sub>-ekv/kWh tuotettua energiaa kohden.

Näin ollen hankkeen energiantuotannon hiilikädenjälki on  $96 \text{ g} - 7,4 \text{ g} = 88,6 \text{ g CO}_2\text{-ekv/kWh}$  Suomen keskimääräiseen energiankulutukseen nähden.

Hankkeen vuosituotannon ollessa 360 000 MWh, myönteiset ilmastovaikutukset Suomen keskiarvoisen sähkönkulutuksen tuottamiin ilmastovaikutuksiin nähden ylittävät yhteenlasketut kielteiset elinkaariset päästövaikutukset noin 2,9 käyttövuoden jälkeen.

$93\,298\,000 \text{ kg CO}_2\text{-ekv.} / (360\,000\,000 \text{ kWh} \times 0,0886 \text{ kg CO}_2\text{-ekv/kWh}) = 2,9$

#### **Korvautuvien energiamuotojen päästöt**

Hankkeen tuottama sähkö korvaa pääasiassa öljyllä, turpeella, kivihieillä, ydinvoimalla ja maakaasulla tuotettua sähköä. Näiden osuuksien ja niiden päästöjen (UNECE 2021) arvioidaan olevan:

Öljy, turve ja hiili 35 % osuus 950 g CO<sub>2</sub>-ekv/kWh

Ydinvoima 35 % osuus 6 g CO<sub>2</sub>-ekv/kWh

Maakaasu 30 % osuus 450 g CO<sub>2</sub>-ekv/kWh

Tuloksena on painotettu keskiarvo 470 g CO<sub>2</sub>-ekv/kWh.

Näin ollen hankkeen energiantuotannon hiilikädenjälki on  $470 \text{ g} - 7,4 \text{ g} = 462,6 \text{ g CO}_2\text{-ekv/kWh}$  korvautuviin energiamuotoihin nähden.

Myönteiset ilmastovaikutukset korvautuviin energiantuotantomuotoihin nähden ylittävät yhteenlasketut kielteiset elinkaariset päästövaikutukset (93 298 t CO<sub>2</sub>-ekv.) noin seitsemän käyttökuukauden jälkeen.

$93\,298\,000 \text{ kg CO}_2\text{-ekv.} / (360\,000\,000 \text{ kWh} \times 0,4626 \text{ kg CO}_2\text{-ekv/kWh}) \times 12 \text{ kk} = 6,7 \text{ kk}$

Jos hankkeen tuottama sähkö (12 600 GWh) tuotettaisiin pelkästään korvautuvilla energiantuotantomuodoilla, olisi energiantuotannon päästömäärä 5 829 000 t CO<sub>2</sub>-ekv.

$12\,600\,000\,000 \text{ kWh} \times 0,4626 \text{ kg CO}_2\text{-ekv/kWh} = 5\,829\,000 \text{ t CO}_2\text{-ekv.}$

Kun määrästä vähennetään hankkeen hiilidioksidipäästöt (93 298 t CO<sub>2</sub>-ekv.), saadaan laskettua hankkeen hiilidioksidipäästöjen säästö korvautuviin energiamuotoihin nähden. Säästö on 5 736 000 t CO<sub>2</sub>-ekv. ja määrä on 2,2 kertainen laskettujen Parkanon kaupungin kokonaiskasvihuonekaasupäästöihin (2 600 500 t CO<sub>2</sub>-ekv.) nähden.

Tämän laskentatavan perusteella Takakangas-Pihlajaharjun tuulivoimahankkeen tuottama päästöjen vähenemä tekisi Parkanon kaupungista yhteensä 3 135 500 t CO<sub>2</sub>-ekv. hiilinegatiivisen seuraavan 35 vuoden aikana.

$5\,736\,000 \text{ t CO}_2\text{-ekv.} - 2\,600\,500 \text{ t CO}_2\text{-ekv.} = 3\,135\,500 \text{ t CO}_2\text{-ekv.}$

## **5 Vaikutukset ilmastoon**

Tuulivoiman koko elinkaaren ajalle laskettu hiilidioksidiekvivalentti on tehdyn hiilitaselaskelman mukaa noin 7,4 – 7,8 g/kWh. Hankeen tuottaman sähkön hiilidioksidipäästöt koko elinkaaren ajalta ovat pienemmät kuin muissa sähköntuotantomuodoissa ydinvoimaa lukuunottamatta.

Hankkeen rakentamisen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt saadaan takaisin päästövähentymisenä korvattaviin energiantuotantomuotoihin verrattuna noin seitsemän kuukauden kuluttua tuotannon käynnistämisestä. Tämän jälkeen hanke tuottaa päästötöntä sähköä yli 34 vuoden ajan.

Tuulivoimatuotanto ei aiheuta myöskään rikkidioksidin tai typen oksidien päästöjä toisin kuin vaikka fossiilisten polttoaineiden kuten kivihillen ja maakaasun käyttö.

Hankkeella on myönteisiä vaikutuksia ilmastoon ja ilmastomuutoksen hillintään. Takakangas-Pihlajaharjun tuulivoimahanke edistää kansainvälisten, kansallisten, maakunnallisten, alueellisten ja paikallisten ilmastotavoitteiden toteuttamista, ja se on yhtenä osana edesauttamassa paikallisen, päästöttömän, uusiutuvan energian osuuden kasvattamista sekä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä. Ilmaston muutoksen hillinnällä on moninaisia positiivisia kerrannaisvaikutuksia mm. luonnon monimuotoisuuden säilymiseen.

Taulukko 5.1. Tuulivoimahankkeen vaikutukset.

	VE 1 (12 voimalaa)	VE 2 (10 voimalaa)
<b>Vaikutusten merkittävyys alueen herkkyyden ja muutoksen suuruuden perusteella</b>	<b>Myönteinen vaikutus</b> Hanke on maakunnallisten, alueellisten sekä paikallisten ilmastotavoitteiden mukainen ja toteutuessaan edistäisi tavoitteiden saavuttamista. Vaihtoehdon VE 1 myönteiset vaikutukset ovat suuremman voimalamäärän vuoksi voimakkaammat, kuin vaihtoehdon VE 2.	<b>Myönteinen vaikutus</b> Hanke on maakunnallisten, alueellisten sekä paikallisten ilmastotavoitteiden mukainen ja toteutuessaan edistäisi tavoitteiden saavuttamista.

Vaihtoehdossa VE 0, jossa hanketta ei toteuteta, joudutaan vastaava sähkömäärä tuottamaan muualla toteutettavalla tuulivoimahankkeella tai muita energiantuotantomuotoja käyttäen. Vastaavan sähkömäärän tuottaminen muilla energiantuotantomuodoilla tuottaa edellä kuvatun määrän hiilidioksidipäästöjä. Mikäli vastaava energiamäärä tuodaan ulkomailta, voivat tuotannon ja energiansiirron ympäristövaikutukset muodostua suuremmiksi kuin kotimaassa. Toisaalla kotimaassa toteutettavassa tuulivoimahankkeessa tuotettuna sähköntuotannon ilmastovaikutuksilla ei ole merkittävää eroa. Vaihtoehdossa VE 0 alueen hiilinielujen kehittyminen hankealueella ja sähkönsiirtoreitillä riippuu lähinnä alueella harjoitettavasta metsätaloudesta. Vaihtoehdo VE 0 ei toteuta aina kansainvälisestä paikalliselle tasolle asti asetettuja tavoitteita uusiutuvan energiantuotannon lisäämisestä.

## 6 Ilmastomuutoksen vaikutukset hankkeeseen

Ilmastomuutoksen vaikutuksista on laadittu skenaarioita. Yleinen oletus on, että sateet ja tuulisuus, etenkin myrskyt, lisääntyvät. Tuulisuuden lisääntymisellä on myönteisiä vaikutuksia tuulivoiman tuotantoon, vaikka kovien tuulien osuus (yli 25 m/s) voi lisääntyä. Keski-Suomen tuulennopeuksiin on kuitenkin odotettavissa hyvin vähän muutoksia. On arvioitu, että keskittuulennopeus nousisi alueella vain 1 m/s. Tuulivoiman tuottaminen edellyttää 3,5–25 m/s tuulennopeuden (Vattenfall 2021). Myrskyjen esiintyvyyden kasvaessa tuulennopeus ylittää entistä useammin tuulivoimalle optimaalisen tason, jolloin turbiinit sammutetaan automaattisesti. Tästä voi aiheutua tulevaisuudessa nykyistä enemmän käyttökatkoja tuulivoimalle.

Ilmastomuutos myös lisää helteiden ja kuivien kausien määrää. Tähän muutokseen liittyy lisääntyvä metsäpalojen riski. Tuulivoimaloissa on voiteluöljyä, joka voi syttyä palamaan. Tällisen

tulipalon riski on hyvin pieni. Hankealueen maasto ei ole erityisen herkkää kuivumiselle, eikä hanke lisää merkittävästi tällaisen riskin toteutumista.

Ilmastomuutoksella ei ole haitallisia vaikutuksia hankkeeseen.

## 7 Vaikutukset ilmanlaatuun

Rakentamisaikaiset kuljetukset aiheuttavat pölyämistä sorapintaisilla teillä, jos soratie on kuiva. Kaikki hankealueelle johtavat tiet ovat kestopäällysteisiä, joten näiden varrella hankkeen kuljetukset eivät aiheuta pölyämistä. Suurin osa hankkeen rakentamisen kuljetuksista tapahtuvat hankealueen sisällä, koska maa-ainesten ottoalue on hankealueella. Siten kuljetusten aiheuttama pölyäminen rajoittaa lähes kokonaan hankealueelle, eikä se aiheuta haittoja lähialueen ihmisille. Jos liikenne aiheuttaisi pölyämistä, sitä voisi lieventää sorateiden kastelulla ja suolauksella sekä kestopäällystettyjen teiden harjauksella ja pesulla.

Hankealueella murskataan louhe murskeeksi. Murskaus aiheuttaa pölyämistä, jota rajoitetaan kastelemalla murskattava kiviaines. Tyypillisesti murskauspöly voi levitä voimakkaana 300 metrin etäisyydelle murskauspaikasta, jos pölyntorjuntaan ei kiinnitetä erityistä huomiota. Murskauspaikka sijaitsee metsän keskellä, jolloin metsä suojaa pölyn leviämiseltä. Lisäksi murskauspaikka on kaukana asutuksesta, joten pölyäminen ei aiheuta haittaa asutukselle.

Alueen ilmanlaatu säilyy hyvänä, mutta tien lähialueella on toisinaan esteettisiä pölyhaittoja, jotka poistuvat sateen myötä. Tuulivoimaloiden, tiestön ja sähkönsiirron rakentamisen ilmanlaatu- ja pölyvaikutukset jäävät rakentamiskohteiden läheisyyteen. Vaihtoehdossa VE 0 ei vaikutuksia ilmanlaatuun synny. Muissa tarkastelluissa vaihtoehdoissa ilmanlaatuvaikutukset ovat vähäiset kielteiset. Rakentamisen aikainen pölyäminen ei heikennä ilman laatua hankealueen ulkopuolella. Käytön aikana hankkeella ei ole heikentävää vaikutusta ilmanlaatuun.

## 8 Haitallisten vaikutusten vähentäminen

Rakennusaikaisia ilmastovaikutuksia voidaan lieventää tekemällä raaka-ainevalinnat ilmastotietoisesti. Lisäksi kuljetusketjujen ja kuljetuksissa käytettävien polttoaineiden valinnoilla voidaan vaikuttaa rakentamisen aikaisiin päästöihin.

Hankkeesta aiheutuva puuston poiston ja sitä myötä hiilinielujen supistumisen negatiivisia vaikutuksia voidaan kompensoida lisäämällä hiilinieluja toisaalla. Hiilinieluja voidaan palauttaa myös kaava-aluekaava-alueelle ja sähkönsiirtoreiteille hankkeen toiminnan päätyttyä.

Rakentamisen aikaista hiekkateiden pölyämistä ja kiviaineksen murskauksen pölyämistä voidaan tarvittaessa vähentää teiden kastelulla.

## 9 Arvioinnin epävarmuustekijät

Ilmastomuutoksen vaikutuksista on tehty skenaarioita, mutta mitään varmuutta tulevista muutoksista ei ole. Tässä arvioinnissa tehdyt laskelmat perustuvat tämänhetkisen tiedon valossa tehtyihin skenaarioihin ja oletuksiin.

## 10 Yhteenveto

Hankkeen rakentamisen aiheuttamat hiilidioksidiekvivalentit päästöt kompensoituvat vähäpäästöisellä tuulivoimalla noin puolen tuotantovuoden aikana, kun tuotettu sähkö korvaa öljyllä, turpeella, kivihieillä, ydinvoimalla ja maakaasulla tuotettua sähköä.

Jos hankkeen sähköntuotantoa verrataan Suomen vuosien 2018-2021 keskimääräisen sähkönkulutuksen päästöihin, vuotuinen hiilidioksidiekvivalentti päästövähennys on noin 43 prosenttia Parkanon kaupungin vuotuisista kokonaiskasvihuonekaasupäästöistä. Jos hankkeen sähköntuotantoa verrataan korvautuvien energiamuotojen päästöihin, tulee Parkanon kaupungista 3 135 500 t CO<sub>2</sub>-ekv. hiilinegatiivinen seuraavan 35 vuoden aikana.

Hankkeella on myönteisiä vaikutuksia ilmastoon ja ilmastonmuutoksen hillintään. Ilmastonmuutoksella ei ole haitallisia vaikutuksia hankkeeseen. Ilmastonmuutoksen aiheuttamalla tuulisuuden lisääntymisellä on myönteisiä vaikutuksia hankkeeseen.

Rakentamisen aikainen pölyäminen ei heikennä ilman laatua hankealueen ulkopuolella. Käytön aikana hankkeella ei ole heikentävää vaikutusta ilmanlaatuun.

#### **Yhteenveto hankkeen vaikutuksista ilmastoon ja ilmanlaatuun:**

- Hiilitaselaskelman mukaan hankkeen rakentamisen hiilidioksidiekvivalentit päätöt kompensoituvat noin puolen vuoden tuulivoimatuotannolla.
- Jos hankkeen sähköntuotantoa verrataan Suomen vuosien 2018–2021 keskimääräisen sähkönkulutuksen päästöihin, vuotuinen hiilidioksidiekvivalentti päästövähennys on noin 43 prosenttia Parkanon kaupungin vuotuisista kokonaiskasvihuonekaasupäästöistä.
- Hankkeella on myönteisiä vaikutuksia ilmastoon ja ilmastonmuutoksen hillintään.
- Ilmastonmuutoksella ei ole haitallisia vaikutuksia hankkeeseen. Ilmastonmuutoksen aiheuttamalla tuulisuuden lisääntymisellä on myönteisiä vaikutuksia tuulivoimahankkeelle.
- Rakentamisen aikainen pölyäminen ei heikennä ilman laatua hankealueen ulkopuolella. Hankkeella ei ole tuulivoimaloiden toiminnan aikana heikentävää vaikutusta ilmanlaatuun.

## Lähteet

Ilmasto-opas 2021. Keski-Suomi – Päijänteen vaikutuspiirissä. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/2183da58-ff91-437f-8f10-aca9ee9f97ec/keski-suomi-paijanteen-vaikutuspiirissa.html>

Energiateollisuus 2021. Sähköntuotanto. <https://energia.fi/energiasta/energiantuotanto/sahkontuotanto>

Tilastokeskus 2021. Kasvihuonekaasupäästöt maakunnittain. PxWeb. Tilastokeskuksen maskuttomat tilastotietokannat. Luettu 29.4.2021. [https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_ymp\\_khki/statfin\\_khki\\_pxt\\_122d.px/table/tableViewLayout1/](https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_ymp_khki/statfin_khki_pxt_122d.px/table/tableViewLayout1/)

Armstrong, A., R. Burton, S. Lee, S. Mobbs, N. Ostle, V. Smith, S. Waldron ja J. Whittaker 2016. Ground-level climate at a peatland wind farm in Scotland is affected by wind turbine operation. Environmental Research Letters 11.

Keski-Suomen liitto 2021. Ilmastotyö. Ilmastostrategia 2020 ja ilmasto-ohjelma 2030. <https://keski-suomi.fi/elinvoima-ja-kehittaminen/ilmastotyo/>.

Lago, C., Prades, A., Lechón, Y., Oltra, C., Pullen, A., Auer, H. 2009. Wind Energy - The facts. Part V, Environmental issues. 105 s. <http://www.wind-energy-the-facts.org/images/chapter5.pdf>

Martínez, E. m.fl. 2009. Life cycle assessment of a multi-megawatt wind turbine.

Suomen tuulivoimayhdistys 2020. <https://tuulivoimayhdistys.fi/>

Triventus Oy 2012. Västervikin tuulivoimapuiston YVA-selostus.

Yrjänäinen, H. 2011. Sähkön hiilijalanjälki Suomessa, Diplomityö. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Tampereen teknillinen yliopisto.

Vattenfall 2021. Tuotantomuodot – Tuulivoima. <https://www.vattenfall.fi/sahkosopimukset/tuotantomuodot/tuulivoima/>