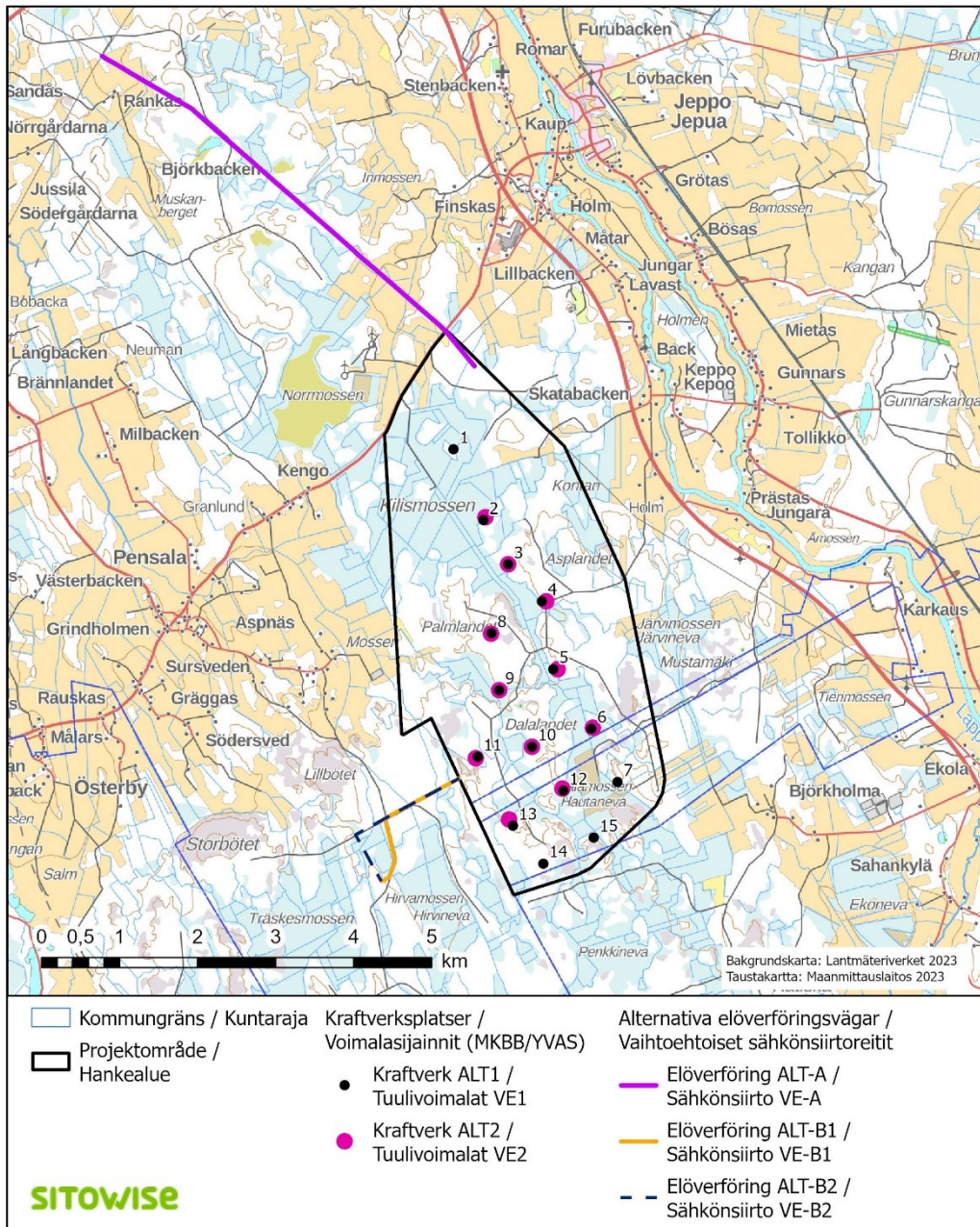


Dalalandetin tuulivoimahankkeen hiilitaselaskelma



Päiväys	23.11.2023
Tekijä	Matti Koutonen, ins. (AMK)
Tarkastaja	Timo Huhtinen, DI
Tilaaja	Prokon Wind Energy Finland Oy

Sisälllys

	KÄSITTEET	2
1	SYSTEEMIRAJAUS	3
2	LASKENTAMENETELMÄ	4
3	LÄHTÖTIEDOT JA OLETUKSET	6
	3.1 Tuulivoimalat	6
	3.2 Sähkön siirto	7
	3.3 Tiet	7
	3.4 Hiilivarastot ja -nielut	7
4	HANKKEEN TIEDOT	9
5	TULOKSET	10
	5.1 Kielteiset ilmastovaikutukset	10
	5.2 Myönteiset ilmastovaikutukset	11
6	LÄHTEET	12

KÄSITTEET

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

1 SYSTEEMIRAJAUS

Tuulivoimahankkeella on ilmastovaikutuksia koko sen elinkaaren ajalta. Ilmastovaikutuksia kuvataan niin sanotulla hiilitaselaskennalla, jossa arvioidaan hankkeen aiheuttamat kielteiset sekä myönteiset ilmastovaikutukset. Ilmastonlämpenemisvaikutus aiheutuu hankkeen eri elinkaaren vaiheissa syntyneistä kasvihuonekaasupäästöistä. Eri kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävä vaikutus on yhteismittallistettu hiilidioksidin ilmastonlämpenemisvaikutusta vastaavaksi, jolloin tulokset esitetään yksikössä CO₂-ekv.

Hankkeen kielteisiä ilmastovaikutuksia on tarkasteltu koko sen elinkaaren ajalta (ns. cradle-to-grave) huomioiden materiaalien sekä komponenttien valmistus ja kuljetukset, asennus ja rakentaminen, käyttö ja kunnossapito, purkaminen sekä materiaalien ja komponenttien kierrätys. Ilmastovaikutusten tarkastelussa on otettu huomioon päästöt niin tuulivoimaloiden, sähkönsiirron kuin tiestönkin osalta. Lisäksi tarkastelussa on myös huomioitu hankkeen myötä menetetyt puuston ja maaperän hiilivarastot ja -nielut.

Hankkeen myönteisiä ilmastovaikutuksia aiheutuu, kun tuulivoimalla tuotetulla vähäpäästöisellä sähköllä korvataan ilmaston kannalta haitallisemmilla energialähteillä tuotettua sähköä. Sähköntuotannon lisääminen mahdollistaa myös ilmaston kannalta haitallisiin energialähteisiin nojautuvien energiasektoreiden sähköistämisen. Tällaisia ilmaston kannalta myönteisiä vihreän siirtymän mahdollisuuksia on esimerkiksi liikennesektorilla.

Vähäpäästöisen energian kotimaisen tuotannon kasvu houkuttelee Suomeen kansainvälisiä vihreän energian teollisuusinvestointeja. Uusien vihreää energiaa käyttävien teollisuusyksiköiden käyttöönotto Suomessa mahdollistaa vanhojen päästöintensiivisiin energialähteisiin nojaavien teollisuusyksiköiden käytöstä poiston muissa maissa. Teollisuuden globaali vihreä siirtymä edellyttää sähkön kokonaiskulutuksen kasvua maissa, joissa sähköä voidaan tuottaa pienin ilmastovaikutuksin. Vastaavasti sähkön kokonaiskulutuksen tulisi laskea maissa, joissa ilmaston kannalta haitallisia teollisuusyksiköitä suljetaan.

Hanke lisää Suomen energiaomavaraisuutta ja vähentää sähköntuonnin tarvetta. Tuontisähkön tuotanto koostuu uusiutuvan energian ja uusiutumattoman energian yhdistelmästä. Sähkön pienempi tuontitarve tarkoittaa sitä, että uusiutuva energia, joka olisi tuotu Suomeen, voidaan käyttää muissa maissa ja näiden maiden uusiutumattomat energialähteet voidaan vaiheittain poistaa käytöstä. Vihreän energian runsaampi kapasiteetti edistää vihreän energian teollisuusinvestointeja myös muissa vähäpäästöistä energiaa tuottavissa maissa. Tämä mahdollistaa vanhojen päästöintensiivisiin energialähteisiin nojaavien teollisuusyksiköiden käytöstä poiston kolmansissa maissa. Suomen sähköntuonnin tarpeen vähenneminen mahdollistaa myös ilmaston kannalta haitallisiin energialähteisiin nojautuvien energiasektoreiden, kuten liikenteen, sähköistämisen sähkön viejämaissa sekä kolmansissa maissa.

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

2 LASKENTAMENETELMÄ

Ilmastovaikutusten arviointi on toteutettu elinkaariarvioinnin periaattein (ISO 14040 ja ISO14044). Arvioinnissa keskityttiin tunnistamaan merkittävimmät päästökijät ja hyödynnettiin ensisijaisesti Prokon Wind Energy Finland Oy:n toimittamia suunnitteluvaiheen tietoja. Siltä osin kuin tarkkoja määrätietoja ei ollut saatavissa, hyödynnettiin julkaistuja tutkimuksia sekä asiantuntija-arvioita.

Päästölaskennan osalta pyrittiin hyödyntämään ensisijaisesti eri elinkaariarvioinneissa (LCA, life cycle assessment) sekä ympäristötuoteselosteissa (EPD, environmental product declaration) esitettyjä päästötietoja vastaaville tuotteille. Näiden lisäksi laskennassa on myös hyödynnetty kattavasti infrarakentamisen päästötietokannan (CO2data.fi) sekä Ecoinvent-elinkaariarvioinnin tietokannan (Ecoinvent v.3.9.1) tietoja.

Metsän ja metsämaan maaperän hiilivarasto- ja hiilinielulaskennan taustalla on Bitcomp Oy:n kehittämä tekoälypohjainen kasvumalli. Mallin opetusaineistona hyödynnetään Suomen Metsäkeskuksen avoimesta metsävaratiedosta saatua laajaa metsikkökuvioiden kasvuennustedatata (Metsäkeskus, 2023). Mallilla voidaan ennustaa vuotuisia perusmetsikkötunnusten kehitystä, biomassaa ja puuston ja metsämaan maaperän hiilivarastoja. Laskentamallille annetaan syötteenä lähtötilanteen metsikkötunnukset, simuloinnin alkua ja loppupäivä sekä toteutettavat metsänhoitotoimenpiteet. Lisäksi kasvuun ja maaperän hiilimäärän kehitykseen vaikuttaa keskimääräinen säätila. Tässä tapauksessa laskenta on toteutettu tästä ajankohdasta 35 vuodelle eteenpäin huomioiden suositusten mukaiset metsänhoitotoimenpiteet.

Malli laskee perusmetsämuuttujien (puuston pääpuulaji, keskipituus, keskiläpimitta, pohjapinta-ala, tilavuus) vuotuista kasvua ja hiilinielua metsikkökuviokohtaisesti. Laskennassa huomioidaan puustoon sitoutunut hiili (ja CO₂-ekv.) biomassoista johdettuun vuotuiseseen kariketasoon perustuen (Repola et al. ,2007). Metsämaan maaperään sitoutunutta hiiltä arvioidaan YASSO-malliin perustuen (Ilmatieteenlaitos, 2023; Euroopan geotieteiden liitto, 2023). Lisäksi malli arvioi hakatusta puusta valmistettuihin pitkäaikaisiin puutuotteisiin sitoutunutta hiiltä, jolloin kaikki hakattu puu ei ole kokonaisuudessaan pois hiilivarastosta. Hiilivaraston ja -nielun arvioinnissa huomioidaan kasvillisuuden vaihteleva ikärakenne sekä puulajien vaihtelevuus.

Metsän ja metsämaan maaperän hiilivarastoa ja -nielua arvioidaan koko hankealueella. Kun nämä tiedot suhteutetaan hankealueen pinta-alaan, saadaan hiilivaraston ja -nielun poistumille hehtaariohaiset kertoimet (t CO₂-ekv./ha). Näitä kertoimia hyödynnetään yhdessä hankealueelta todellisuudessa raivatun alueen pinta-ala tiedon kanssa. Tuulivoimahankkeen tieltä pysyvästi sekä väliaikaisesti poistuvan puuston pinta-alaa on arvioitu olemassa oleviin selvityksiin sekä asiantuntija-arvioihin perustuen. Tässä päästölaskennassa on huomioitu pysyvä sekä tilapäinen puuston ja maaperän poistuma tuulivoimaloiden perustus- ja kokoamisalueelta, nosturin kokoamisalueelta, sähköasema-alueelta, sähkönsiirron rakenteiden alueelta sekä uuden ja levennettävän tiestön paikalta. Sähkönsiirtolinjojen osalta laskennassa oletetaan vain puuston poistuma, maaperän pysyessä edelleen hiilivarastona ja -nieluna. Muiden rakenteiden oletetaan vaikuttavan sekä puustoon että maaperään.

Käytön aikaisia myönteisiä ilmastovaikutuksia on arvioitu usealla eri menetelmällä sen mukaan, mitä energiantuotantomuotoa tuulivoimalla tuotetulla sähköllä on

ajateltu syrjäytettävän. Kuvaukset tuulivoimalla syrjäytetyn energiantuotannon vaihtoehtoista on esitetty seuraavassa taulukossa 1.

Taulukko 1. Kuvaukset tuulivoimalla syrjäytetyn sähköntuotannon vaihtoehtoista.

Vaihtoehto	Kuvaus vaihtoehdosta
Tuulivoimahankkeen vaikutus Euroopan päästöihin, huomioiden syrjäytettävän sähköntuotannon päästöt kiinteällä keskimääräisellä ei-toivottujen polttoaineiden päästökertoimella.	Oletetaan tuulivoimalla tuotetun sähkön syrjäyttävän Euroopassa fossiilisten polttoaineiden käyttöä. Jos fossiilisten polttoaineiden käyttöä ei voida korvata Suomessa, on hankkeen sähköntuotannon katsottu vähentävän tuontisähkön tarvetta. Tällöin pohjoismaista uusiutuvaa sähköä voidaan käyttää muissa maissa ei-toivottujen energiantuotantomuotojen korvaajana. Syrjäytettyjen energiantuotantomuotojen osuuksina käytettiin seuraavia (European Council, 2023): • Hiili 29 % • Ydinvoima 36 % • Maakaasu 35 % Tätä jakaumaa ja näillä polttoaineilla tuotetun energian elinkaarisia päästökertoimia (UNECE, 2022) hyödyntämällä saadaan tällä hankkeella korvatus sähkön päästökertoimeksi 425 g CO₂-ekv./kWh.
Tuulivoimahankkeen vaikutus kansallisiin päästöihin, huomioiden syrjäytettävän sähköntuotannon päästöt kiinteällä nykyhetken (2023) kansallisella päästökertoimella.	Oletetaan tuulivoimalla tuotetun sähkön korvaavan kansallisesti tuotettua keskiarvoista sähköä (Energiateollisuus, 2022). Nykyhetken kansallisen sähköntuotannon elinkaariseksi päästökertoimeksi on arvioitu 98 g CO₂-ekv/kWh (Ensisijaisesti: UNECE, 2022; Toissijaisesti: IPCC, 2018). Tässä kuitenkin osittain oletetaan, että tuulivoimalla korvattaisi tuulivoimalla tuotettua sähköntuotantoa, joka aliarvioi hankkeesta saavutettavia positiivisia ilmastovaikutuksia.
Tuulivoimahankkeen vaikutus kansallisiin päästöihin, huomioiden syrjäytettävän sähköntuotannon päästöt tuotannon ajankohdalle ennustettavalla kansallisella päästökertoimella.	Oletetaan tuulivoimalla tuotetun sähkön korvaavan kansallisesti tuotetun keskiarvoisen tulevaisuuden sähkön käyttöä (TEM, 2019). Sähköntuotannon tuotantotavan ja päästöjen kehitystä on arvioitu vuoteen 2050 asti, joten arvioidaan keskiarvoista sähköntuotannon päästöä vuosien 2030–2050 välillä. Tuotannon ajankohdalle ennustettavaksi sähköntuotannon elinkaariseksi päästökertoimeksi on arvioitu 46 g CO₂-ekv./kWh (Ensisijaisesti: UNECE, 2022; Toissijaisesti: IPCC, 2018). Tässä kuitenkin oletetaan, että Suomessa useita tuulivoimahankkeita olisi toteutunut. Käytännössä tämän hankkeen toteutuminen mahdollistaa tämän ennusteellisen päästökertoimen toteutuminen. Ilman hankkeen toteutumista tulevaisuuden sähköntuotannon alhaisempi päästökerroin ei realisoitu, jolloin tällä menetelmällä laskettaessa positiiviset ilmastovaikutukset ovat täysin hypoteettiset.

3 LÄHTÖTIEDOT JA OLETUKSET

Toteutuessaan tuulivoimahanke tuottaa sähköä valtakunnan verkkoon. Tässä selvityksessä on arvioitu ilmastovaikutuksia taulukossa 2 esitetyille hankevaihtoehtoille.

Taulukko 2. Kuvaukset hankevaihtoehtoista.

Vaihtoehto	Kuvaus vaihtoehdosta
VE0	Hanketta ei toteuteta.
VE1	Hanke toteutetaan 15:ta tuulivoimalalla.
VE2	Hanke toteutetaan 11:ta tuulivoimalalla.

Tämän lisäksi tässä selvityksessä on arvioitu ilmastovaikutuksia taulukossa 3 esitetyille seuraavia sähkönsiirron vaihtoehtoille.

Taulukko 3. Kuvaukset sähkönsiirron vaihtoehtoista.

Vaihtoehto	Kuvaus vaihtoehdosta
VE-A	Sähkö siirretään ilmajohdolla hankealueen luoteispuolelle Herrforsin sähkönsiirtoverkkoon Sandåsenin sähköasemalle noin 6 kilometriä pitkällä 110 kV:n voimajohdolla
VE-B1	Sähkö siirretään noin kaksi kilometriä pitkällä maakaapelilla hankealueelta lounaaseen liittyen Storbötetin tuulivoimahankkeen sähköasemaan.
VE-B2	Sähkö siirretään noin 2,2 kilometriä pitkällä maakaapelilla hankealueelta lounaaseen liittyen Storbötetin tuulivoimahankkeen sähköasemaan.

3.1 Tuulivoimalat

Tuulivoimalan pääkomponentteja ovat perustukset, torni, konehuone, roottori sekä lavat. Tuulivoimaloiden päästöjen osalta huomioidaan koko elinkaaren aikaiset päästöt, sisältäen seuraavat päästötekijät: komponentteihin tarvittavien materiaalien valmistus ja kuljetus, komponenttien valmistus ja kuljetus asennuspaikalle, asennus, käyttö ja kunnossapito, purkaminen, komponenttien kuljetus jatkokäsittelyyn ja jatkokäsittely.

Tuulivoimaloiden elinkaarisia päästöjä on arvioitu Vestaksen ja Nordexin tuulivoimaloiden elinkaariarviointeihin perustuen. Elinkaariarvioinneissa tarkastellut tuulivoimalat olivat teholtaan 2–6,2 MW ja niissä on esitetty tuulivoimaloiden ilmastonlämpenemisvaikutuksia elinkaarenvaiheittain. Tässä yhteydessä huomattiin tuulivoimaloiden ilmastonlämpenemisvaikutuksen olevan tuotettua energiaa kohti melko vakio, riippumatta tuulivoimalan tehosta. Tähän perustuen näiden ympäristötuoteselosteiden keskiarvoisia ilmastonlämpenemisvaikutuksia (g CO₂-ekv./kWh) on voitu hyödyntää tässä laskennassa, vaikka tuulivoimalat eivät teholtaan olisikaan täysin vastaavat.

3.2 Sähkönsiirto

Sähkönsiirto tapahtuu joko maakaapeleilla tai ilmajohtoilla. Sähkönsiirron päästöjen osalta huomioidaan koko elinkaaren aikaiset päästöt.

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

Ilmajohtojen osalta huomioidaan sähkönsiirtorakenteiden komponenttien valmistus ja kuljetus asennuspaikalle, käyttö ja kunnossapito, kuljetus jatkokäsittelyyn sekä jatkokäsittely. Suurjänniteverkon pylvästyypiksi on oletettu teräspylvä. Suurjänniteverkon päästöjä on arvioitu Statnett -kantaverkkoyhtiön elinkaariarvointiin perustuen.

Maakaapeleiden ja ilmajohtojen lisäksi laskennassa huomioidaan myös sähköasemien valmistus ja rakennus.

3.3 Tiet

Tiestön osalta laskennassa on huomioitu uusien sorapäälysteisten teiden sekä olemassa olevien teiden parantamisen ympäristövaikutukset. Tiestön päästöjen osalta huomioidaan päästöt keskeisimpien materiaalien valmistuksesta (suodatinkangas, murske) ja niiden kuljetuksesta sekä työkalujen (kaivinkone, tärvi, tiehöylä) käytöstä (polttoaineiden valmistus ja poltto). Materiaalien kulutukset ja työsuoritteet perustuvat asiantuntija-arvioihin, päästötietolähteenä on hyödynnetty infrarakentamisen päästötietokannan tietoja.

3.4 Hiilivarastot ja -nielut

Hankkeen hiilivarastojen ja -nielujen poistuman osalta huomioidaan metsän ja metsäalueen maaperän hiilivarastojen ja -nielujen menetys seuraavien pysyvien rakenteiden tieltä: tuulivoimaloiden perustukset, sähköasemat, uudet tiet sekä levennetyt olemassa olevat tiet. Hankealueella sekä sen ulkopuolella sijaitsevien sähkönsiirtorakenteiden osalta arvioidaan, että niiden rakentaminen poistaa alueelta puuston hiilivaraston sekä -nielun. Oletetaan, että sähkönsiirtorakenteiden alle jäävän maaperän hiilivarasto sekä -nielu säilyvät ennallaan. Todellisuudessa tämän alueen hiilensidonta voi aiemmasta hieman hidastua, sillä ympäröivien puiden hakkuun myötä alueen maaperään ei enää kerry aiempaan tapaan hiiltä sitovaa kariketta. Tuulivoimahankkeiden hiilivarastojen ja -nielujen poistumaa on arvioitu olettaen, että kaikki rakenteet pystytetään metsäiselle alueelle.

Tilapäisesti hiilivarastoja -ja nieluja menetetään tuulivoimaloiden sekä nosturin kokoamisalueelta. Hiilivarastojen ja -nielujen poistumaa on arvioitu olettaen, että kaikki rakenteet pystytetään metsäiselle alueelle. Rakentamisen tieltä raivatun alueen pinta-alaa on arvioitu seuraavan taulukon 4 tietoihin perustuen.

Taulukko 4. Rakentamisen tieltä raivatun alueen pinta-alat.

Pysyvä muutos	
Tuulivoimaloiden perustus	0,07 ha/tuulivoimala
Maakaapelit	Oletetaan pääosin rakennettavan tien viereen, jolloin uutta aluetta ei tarvitse raivata.
Ilmajohtoaukean (110 kV) raivausleveys	36 metriä
Sähköasema	1 ha/asema
Uusien teiden raivausleveys	8 metriä (6 metriä leveä tie sekä pengerrykset)
Tilapäinen muutos	
Tuulivoimaloiden kokoamisalue	0,42 ha/tuulivoimala
Nosturin kokoamisalue	0,12 ha/tuulivoimala

Huomioitavaa on, että esimerkiksi tuulivoimaloiden nostamiseen on mahdollista hyödyntää rakennettua tiestöä, jolloin tuulivoimaloiden ja nosturin kokoamisalueen tilapäinen muutos voi jäädä arvioitua pienemmäksi. Pysyvän muutoksen oletetaan poistavan alueen hiilivaraston sekä hiilinielun seuraaviksi 35 vuodeksi. Hankkeen elinkaaren jälkeen aluetta alettaisiin uudestaan metsittää, jolloin hiilinielu palautuisi ajan kuluessa. tarkkaa tutkimustietoa siitä, milloin taimikko muuttuu hiilinieluksi, ei ole vielä saatavilla. On kuitenkin arvioitu, että taimikko alkaisi sitoa hiiltä noin 10–20 vuoden iässä. Tähän perustuen voidaan arvioida, että hankkeella olisi sen päättymisen jälkeen vielä seuraavat 20 vuotta negatiivisia vaikutuksia alueen hiilinieluihin. Tätä hankkeen jälkeistä negatiivista vaikutusta ei kuitenkaan voida suoraan arvioida, sillä tällä pitkällä aikavälillä alueen metsiin saateen toteuttaa hakkuita jo metsänhoidollisina toimenpiteinä. Koska tässä tarkastelussa rajauksena on hankkeen elinkaari, ei hankkeen elinkaaren jälkeisiä vaikutuksia ole tarkasteltu tämän tarkemmin. Myös nämä mahdolliset vaikutukset on kuitenkin hyvä tiedostaa.

Tilapäisen muutoksen oletetaan poistavan kokonaan sekä metsän että maaperän hiilivaraston hakatulta alueelta. Myös alueen hiilinielu poistuu hetkellisesti, mutta metsityksen jälkeen sen oletetaan palautuvan hakkuuta edeltäneelle tasolle noin 20 vuoden kuluttua.

4 HANKKEEN TIEDOT

Prokon Wind Energy Finland Oy suunnittelee tuulivoimahanketta Dalalandetiin, josta 1500 ha alue sijaitsee Uudenkaarlepyyn kunnassa ja 100 alue Kauhavan kunnassa. Tarkempia tietoja hankkeen eri vaihtoehtoista on esitetty seuraavassa taulukossa 5.

Taulukko 5. Lähtötiedot eri hankevaihtoehtoissa.

	VE1	VE2
Hankealueen pinta-ala	1 600 ha	1 600 ha
Voimaloiden lukumäärä	15 kpl	11 kpl
Voimalan teho	10 MW	10 MW
Arvioitu elinkaarinen sähköntuotanto	13 150 GWh	9 650 GWh
Maakaapelointi hankealueella	15 400 m	9 300 m
Sähkönsiirtoasemat hankealueella	1	1
Uudet sorapäälysteiset huoltotiet	9 000 m	7 000 m
Parannetut sorapäälysteiset huoltotiet	7 600 m	6 700 m
Raivattu alue, pysyvä	9,3 ha	7,4 ha
Raivattu alue, palautuva	8,1 ha	5,9 ha
Poistuva puusto	2 160 m ³	1 660 m ³

Tarkempia tietoja hankkeen eri sähkönsiirtovaihtoehtoista on esitetty seuraavassa taulukossa 6.

Taulukko 6. Lähtötiedot eri sähkönsiirron vaihtoehtoissa.

	VE-A	VE-B1	VE-B2
110 kV ilmajohdon pituus	6 300 m		
Maakaapelin pituus		2 200 m	2 000 m
Raivattu alue, pysyvä	22,7 ha		

5 TULOKSET

5.1 Kielteiset ilmastovaikutukset

Ilmastovaikutusten arvioinnin tulokset esitetään tässä kappaleessa. Tulokset esitetään päästötekijöihin jaoteltuna. Kukin päästötekijä sisältää sille sektorille kohdistuvat koko elinkaaren aikaiset päästöt. Taulukossa 7 esitetään arvio hankkeen elinkaaren aikaisista absoluuttisista kokonaispäästöistä ilman kierrätysshyötyksiä (t CO₂-ekv.).

Taulukko 7. Kielteiset ilmastovaikutukset eri hankevaihtoehtoissa (t CO₂-ekv./elinkaari).

	VE1	VE2
Tuulivoimalat, t CO ₂ -ekv.	72 652	53 278
Hankealueen sisäinen sähkönsiirto, t CO ₂ -ekv.	2 588	2 073
Huoltotiet, t CO ₂ -ekv.	2 497	1 953
Hiilivaraston poistuma, t CO ₂ -ekv.	15 670	12 021
Hiilinielun poistuma, t CO ₂ -ekv.	292	229
Kokonaispäästö, t CO₂-ekv.	93 699	69 553

Lisäksi tässä selvityksessä tarkasteltiin hankealueen ulkopuolista sähkönsiirtoa kolmella eri sähkönsiirron vaihtoehdolle. Hankealueen ulkopuolisen sähkönsiirron päästöjä on arvioitu vastaavasti, kuin muutakin sähkönsiirtoa. Arvio hankealueen ulkopuolisen sähkönsiirron absoluuttisista päästöistä on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8. Kielteiset ilmastovaikutukset eri sähkönsiirron vaihtoehtoissa (t CO₂-ekv./elinkaari).

	VE-A	VE-B1	VE-B2
Hankealueen ulkopuolinen sähkönsiirto, t CO ₂ -ekv.	484	482	530
Hiilivaraston poistuma, t CO ₂ -ekv.	2 595		
Hiilinielun poistuma, t CO ₂ -ekv.	554		
Kokonaispäästö, t CO₂-ekv.	3 633	482	530

Kokonaispäästöjen lisäksi hankkeen päästöjä arvioitiin myös elinkaaren aikana tuotettuun energiamäärään suhteutettuna (g CO₂-ekv./kWh). Tuulivoimahankkeen päästöt tuotettua energiamäärä kohti eri vaihtoehtoissa on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Hankkeen päästöt elinkaaren aikana tuotettuun energiamäärään suhteutettuna eri hankevaihtoehtoissa (g CO₂-ekv./kWh).

	VE1 + VEA	VE2 + VEA
Kokonaispäästö, g CO₂-ekv./kWh	7,4	7,6

5.2 Myönteiset ilmastovaikutukset

Dalalandetin tuotantoalue edistää Suomen ilmastotavoitteiden saavuttamista. Uusiutumattoman energian käytön väheneminen ja uusiutuvan energian tuotannon lisääminen vaikuttaa myönteisesti globaaliin ilmastomuutoksen hillintään ja globaaleiden ilmastotavoitteiden saavuttamiseen, kuten kohdassa 1 on esitetty.

Tässä tarkastelussa myönteisiä ilmastovaikutuksia on arvioitu kolmesta eri näkökulmasta, jotka on kuvattu taulukossa 1. Myönteisiä ilmastovaikutuksia arvioidaan koko hankkeen elinkaarelle (35 vuotta) ja eri hankevaihtoehdoille. Nämä on esitetty seuraavassa taulukossa 10.

Taulukko 10. Myönteiset ilmastovaikutukset eri hankevaihtoehtoissa (t CO₂-ekv./elinkaari).

	VE1 + VEA	VE2 + VEA
Hankkeen kokonaispäästö, t CO ₂ -ekv.		
Sähköntuotannon päästö korvatulla sähköntuotannolla, t CO ₂ -ekv.		
Korvattu sähköntuotanto: Ei toivotuilla polttoaineilla tuotettu sähkö (425 g CO₂-ekv./kWh)	5 592 724 t CO ₂ -ekv.	4 101 331 t CO ₂ -ekv.
Korvattu sähköntuotanto: Nykyhetken kansallinen sähköntuotanto (98 g CO₂-ekv./kWh)	1 290 279 t CO ₂ -ekv.	946 205 t CO ₂ -ekv.
Korvattu sähköntuotanto: Tulevaisuudelle ennustettu kansallinen sähköntuotanto (46 g CO₂-ekv./kWh)	604 839 t CO ₂ -ekv.	443 548 t CO ₂ -ekv.
Hankkeen kokonaisilmastovaikutus, t CO ₂ -ekv.		
Syrjäytetty sähköntuotanto: Ei toivotuilla polttoaineilla tuotettu sähkö	5 495 392 t CO ₂ -ekv.	4 028 144 t CO ₂ -ekv.
Syrjäytetty sähköntuotanto: Nykyhetken kansallinen sähköntuotanto	1 290 279 t CO ₂ -ekv.	873 018 t CO ₂ -ekv.
Syrjäytetty sähköntuotanto: Tulevaisuudelle ennustettu kansallinen sähköntuotanto	507 506 t CO ₂ -ekv.	370 362 t CO ₂ -ekv.

6 LÄHTEET

Energiateollisuus, 2022. Sähkön hankinta energialähteittäin 2007–2021. Saatavissa: https://energia.fi/uutishuone/materiaalipankki/sahkon_hankinta_energia-lahteittain_2007-2021.html#material-view

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

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

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

IPCC, 2018. Annex III: Technology specific Cost and Performance Parameters. Saatavissa: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf

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

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

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

Suomen ympäristökeskus, 2023a. Hinku-verkosto. Saatavissa: <https://www.hiilineutraalisuomi.fi/hinku/>

Suomen ympäristökeskus, 2023b. Kuntien ja alueisen khk-päästöt. Saatavissa: <https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/>

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

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

Tilastokeskus, 2023. Kasvihuonekaasupäästöt Suomessa, 1990–2022*. Saatavissa: https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__khki/statfin_khki_pxt_138v.px/

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