



**Euroopan unionin
osarahoittama**



**POHJOIS-
POHJANMAA**
COUNCIL OF OULU REGION



**Haapaveden-Siikalatvan
seutukunnan
kehittämiskeskus**

OAMK
OULUN AMMATTIKORKEAKOULU

Haapaveden-Siikalatvan seutukunnan ekoenergia – toimintamalli maaseudun hybridiin uusiutuvaan energiaan (EKOENERGIA)

TUULIVOIMAAN LIITTYVIÄ NÄKÖKULMIA

Janne Palojärvi, Tiina Mattila, Joonas Rukajärvi, Karoliina Mäki (Oulun ammattikorkeakoulu)



SISÄLTÖ

Yleistä tuulivoimasta

Tuulivoimatekniikka

Tuulivoimakehittäminen

Suunnittelu

Pientuulivoima

Tuulivoiman ympäristövaikutukset ja elinkaari

Huomioita sosioekonomisista vaikutuksista

Tuulivoima seutukunnan alueella

Yhteenveto

An aerial photograph of a rural farmstead. In the foreground, a long green barn has a large array of solar panels installed on its roof. To the left of the barn, three large green silos stand on a concrete pad. The farm is surrounded by lush green cornfields and other agricultural fields. In the background, a white wind turbine is visible on a hill. The sky is overcast with grey clouds. The text 'Yleistä tuulivoimasta' is overlaid in the center of the image.

Yleistä tuulivoimasta

Miten tuulivoimaa tuotetaan?

Tuulivoima on tuulen liike-energian muuntamista sähköksi. Tässä prosessissa tuuli pyörittää turbiinin akselia lapojen välityksellä ja akseli pyörittää edelleen generaattoria, jolloin saadaan sähköä.

Toisin sanoen tuulen liike-energia siis muutetaan akselin pyörimisenergiaksi eli mekaaniseksi energiaksi, jolloin syntyy sähköä. Pyörimisenergia sovitetaan vaihteiston avulla generaattorille sopivaksi.



Tuulivoiman sijoittumisesta

Tuulivoiman tuotantoon hyvin soveltuvia alueita ovat mm. rannikot, merialueet ja tunturit, mutta tapauskohtaisesti myös erilaiset sisämaan kohteet.

Nykyiset suuremmat tornikorkeudet mahdollistavat tuulivoiman rakentamisen myös metsäiseen sisämaahan.



Tuulivoima meillä ja maailmalla

Suurimmat tuulivoiman tuottajamaat ovat Kiina, USA ja Saksa. Kiinassa asennettu kapasiteetti on jo yli 500 GW, kun taas esimerkiksi Suomessa se on noin 9 GW.

Tyypillisimmissä tuulipuistoissa Suomessa on 6–20 maalle asennettua tuulivoimalaa, joiden keskikoko on 4–6 MW, ja ne ovat keskittyneet Pohjanlahden rannikon tuntumaan, mutta tuulivoimaloita on silti laajasti ympäri maata.



Tuulivoiman hyödyistä

Suomen tuulivoimalat tuottivat vuonna 2023 sähköä yhteensä 14,4 TWh, joka vastasi noin 18 % Suomen sähkönkulutuksesta, mutta tuotantomäärät ovat kasvaneet selvästi ja jatkavat kasvuaan tulevaisuudessa. Kotimaassa tuotettu uusiutuva energia, kuten tuulivoima, vähentää energian tuontiriippuvuutta ja edistää ilmastotavoitteita.



An aerial photograph of a rural farmstead. In the foreground, a long green barn has a large array of solar panels installed on its roof. To the left of the barn, three large green silos stand on a concrete pad. The farm is surrounded by lush green cornfields and other agricultural fields. In the background, a white wind turbine is visible on a hill. The sky is overcast with grey clouds. The text 'Tuulivoimatekniikka' is overlaid in white in the center of the image.

Tuulivoimatekniikka

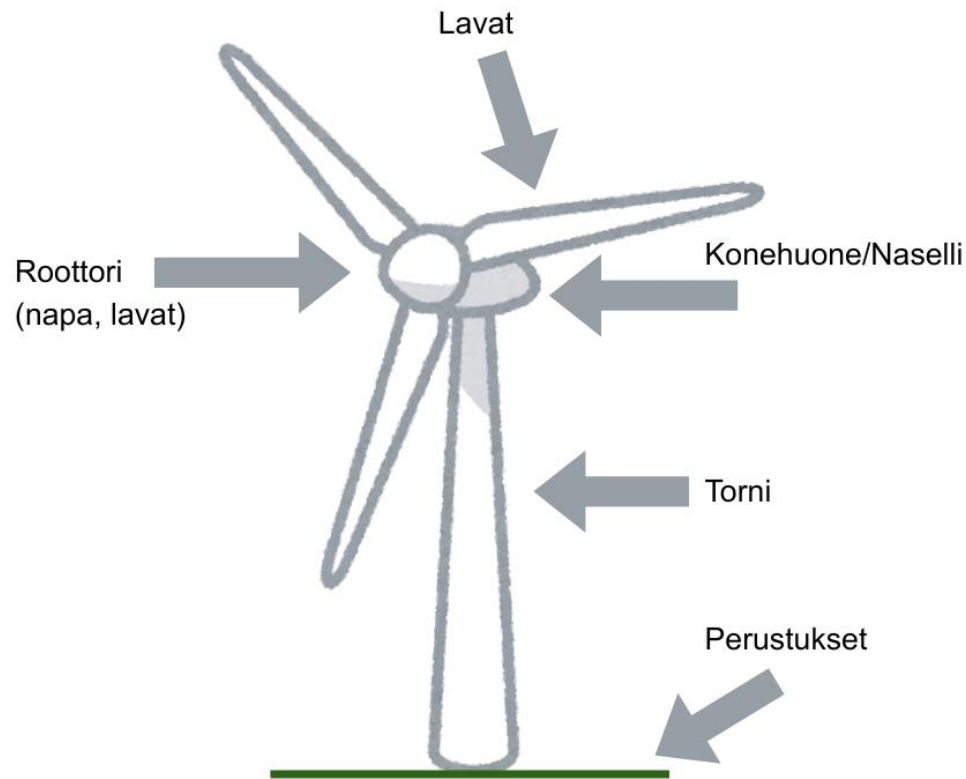
Millaisista osista tuulivoimala koostuu?

Tuulivoimalaitokseen kuuluu kokonaisuudessaan perustukset, torni, muuntaja, lavat ja konehuone, jossa sijaitsevat generaattori ja vaihteisto

Suomessa tuulivoimaloiden valmistajia ovat mm. Vestas Finland Oy ja Nordex Finland Oy.

Tuulivoimalan tyypillinen käyttöikä on 20–30 vuotta. Elinkaaren aikana osia joudutaan mahdollisesti vaihtamaan ja huoltamaan.

Tuulivoimalan pääkomponentit



Kuva: Karoliina Mäki

Huomioita nykyisestä tuulivoimatekniikasta

Rakenteeltaan nykyaikaiset tuulivoimalat ovat yleensä kolmilapaisia, vaakakselisia ja roottorit kääntyvät tornissa tuulen mukaisesti. Lapojen välityksellä pyöritetään generaattoriin kytkettyä akselia, jolloin saadaan sähköä, joka johdetaan muuntajan kautta edelleen sähköverkkoon.

Teollisen kokoluokan voimalaitosten tornien korkeus vaihtelee 50–180m välillä ja koko on kasvanut viime vuosina huomattavasti. Nykyisin voimaloiden napakorkeus on vaihtelee 140–175 m välillä. Tornit ovat yleensä putkimaisia terästoreja, jotka on kiinnitetty betoni- tai teräspäristykseen.

Tuulivoimaloiden tehot ovat myös kasvaneet, sillä jo asennetut maatuulivoimalat ovat olleet keskimäärin kokoluokkaa 1–3 MW, mutta tällä hetkellä asennettavia tai suunnitteilla olevia tuulivoimaloita on jo keskimäärin kokoluokassa 4–6 MW.

Tuulivoimaloiden sijoittamisessa huomioitava niiden etäisyys toisiinsa

Tuulipuistoissa on useita tuulivoimaloita, jotka on kytketty kokonaisuutena sähköverkkoon. Tuulivoimaloiden etäisyys toisistaan määräytyy mm. turbiinin koon, voimaloiden lukumäärän ja voimaloiden sijoituskuvioiden perusteella.

Etäisyyksien on oltava kuitenkin vähintään noin viisi kertaa roottorin halkaisijan verran, eli yleensä etäisyydet ovat satoja metrejä, tyypillisesti välillä 500–1000 m.



Voimalat toimivat tietyllä tuulennopeusalueella

Toiminta-alue tuulivoimaloilla on noin 3–25 m/s tuulennopeus. Tämä tarkoittaa sitä, että tuulivoimala toimii vain tietyllä tuulennopeusalueella. Alle 3 m/s tuuli on liian heikko, eikä voimala tuota sähköä. Yli 25 m/s tuuli on liian voimakas, ja liian kovalla tuulella laitos sammuttaa itsensä laitevaurioiden ehkäisemiseksi. Laitokset rakennetaan automaattisiksi.



An aerial photograph of a rural farmstead. In the foreground, a large green barn has a roof covered in solar panels. To the left of the barn are three large green silos. In the middle ground, there is a farm complex with various buildings, a large blue tarp-covered area, and a pond. A dirt road winds through the fields. In the background, a white wind turbine stands on a hill. The landscape is a mix of green fields and golden-brown harvested crops under a cloudy sky.

Tuulivoimakehittäminen

Tuulivoimakehittäminen Suomessa

Vuonna 2025 Suomessa tuulivoimaloita oli yhteensä 2002 kappaletta, tuulivoimakapasiteettia oli yhteensä 9500 MW. Uusia tuulivoimaloita valmistui vuoden 2025 aikana 1023 MW. Suunniteltua tuulivoimaa oli lähes 70 000 MW huomioiden maa- ja merituulivoimahankkeet. Suomen tuulivoimatilannetta ja sen kehitystä voi seurata Suomen uusiutuvat ry:n ylläpitämistä tilastoista ja kartasta.



Tuuliolosuhteet määrittävät sijoittumista

Tuuliolosuhteet ovat yksi merkittävin tekijä pohdittaessa tuulivoiman sijoittumista. Suomen tuuliolosuhteita voi seurata Ilmatieteen laitoksen ylläpitämästä Tuuliatlas-karttaliittymästä. Tuuliatlas on kaavoituksen, aluesuunnittelun ja voimalarakentamisen suunnittelun tueksi tuotettu ja tarkoitettu työväline. Sen avulla voidaan kartoittaa tietoa tuuliolosuhteista eri korkeuksilta eri puolilla maata.



Tuulivoima on yksi taloudellisimmista tavoista tuottaa sähköä

Tuulivoima on on yksi taloudellisimmista tavoista tuottaa uusiutuvaa sähköenergiaa Suomessa. Tuulivoimaa tuotetaan vielä jonkin verran valtion tukemana, uusimpia voimaloita on kuitenkin rakennettu kokonaan ilman valtion tukea. Toisin sanoen hankkeet ovat markkinoiden kannalta kannattavia ilman tukea. Valtio maksaa yhä tuotantotukea (syöttötariffi) aiemmin järjestelmään hyväksytyille voimaloille. Uusien voimaloiden osalta tuulivoiman syöttötariffijärjestelmä sulkeutui 2017.

Tuulivoima toimii siis hyvin pitkälti markkinaehtoisesti eli sitä rakennetaan ja tuotetaan ilman valtion tukea. Tuulivoiman kannattavuus perustuu muun muassa sähkön markkinahintaan, pitkäaikaisiin PPA-sopimuksiin sekä teknologian kustannustehokkuuteen.

Näkökulmia Suomen tuulivoiman kehittämiseen

Tuulivoiman tuotanto on sääriippuvaista. Suomessa talvikuukaudet ovat verraten tuulisempia kuin kesäkuukaudet. Aurinkovoiman tuotanto puolestaan painottuu erityisesti kesäkuukausiin.

Aurinko- ja tuulivoima täydentävät toisiaan. Tästä huolimatta sähköntuotannossa tarvitaan myös muuta tuotantoa, nk. säätövoimaa, tasaamaan tuotannon ja kulutuksen eroja.

Suomessa tuulivoiman keskittyminen erityisesti Pohjanmaalle ja Pohjois-Suomeen lisäävät tarvetta siirtokapasiteetin kasvattamiseen sähkönkulutuksen painottuessa enemmän eteläiseen Suomeen. Fingridillä on suunnitteilla ja rakenteilla runsaasti uutta siirtokapasiteettia.

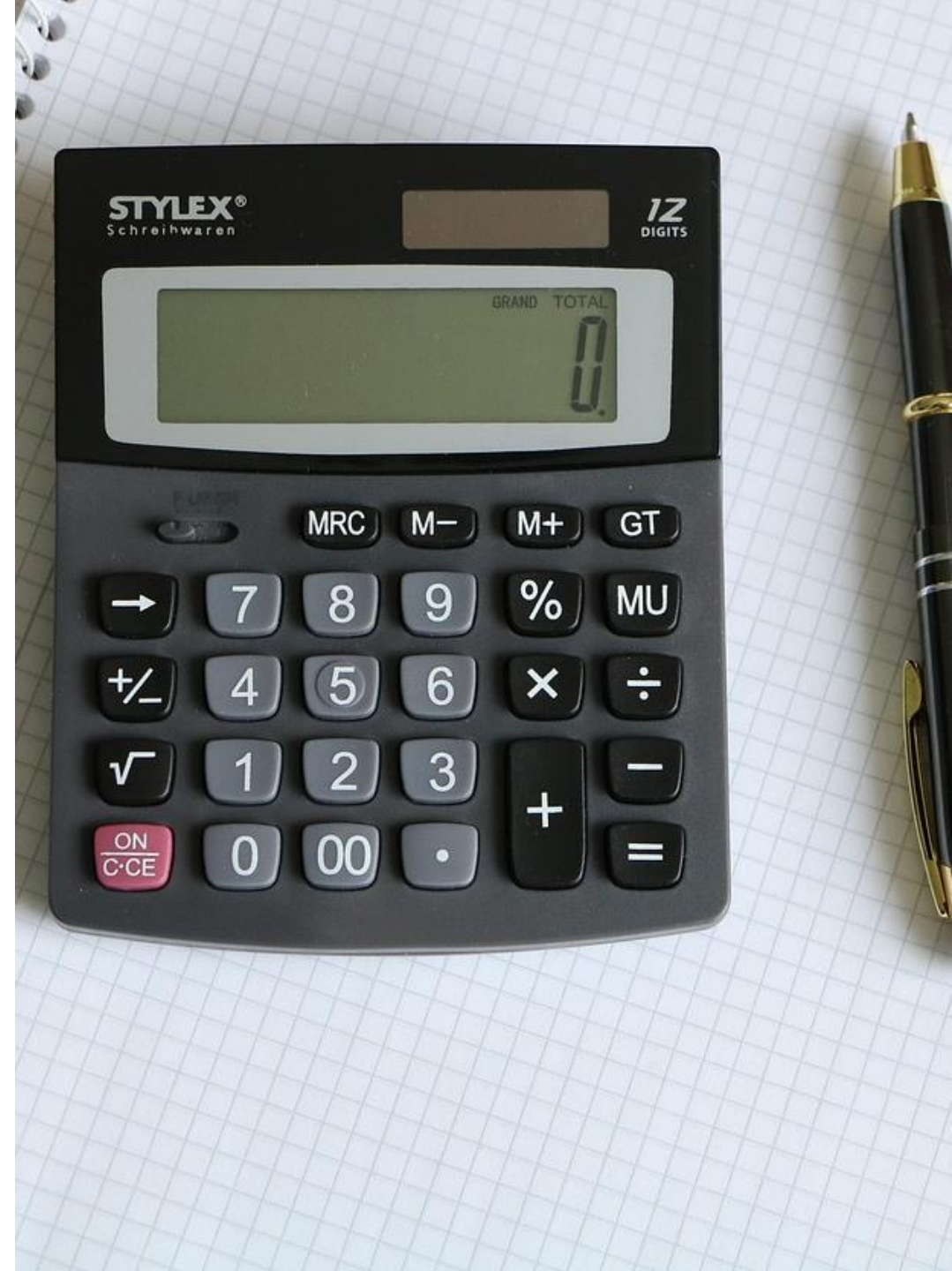
Merituulivoiman mahdollisuuksia tarkastellaan tällä hetkellä ahkerasti. 2026 tammikuussa Suomen aluevesille suunniteltuja hankkeita oli yli 12 800 MW.

An aerial photograph of a farm complex. In the foreground, a large green barn with a grey roof is covered in solar panels. To the left of the barn, three large green silos stand on a concrete pad. Behind the barn, a large pond is surrounded by trees. In the middle ground, there are several farm buildings, including a red brick house, and a large area covered with blue tarps. To the right, a large green cornfield is visible. In the background, a white wind turbine stands on a hill. The landscape is a mix of green fields and brown harvested fields under a cloudy sky.

Suunnittelu

Tuulivoiman suunnittelussa sijainti on olennaista

Tuulivoiman suunnittelussa sijainti on tärkeää monestakin syystä. Sijainnin kannalta olennaista ovat ympäristöarvot ja maankäyttö, tuuliolosuhteet sekä sähköverkon läheisyys. Kuten teollisen mittaluokan aurinkoenergian tuotannossakin, myös tuulivoiman sijoittumista koskevassa tarkastelussa olennaista on myös alueen infra (sähkön jakeluverkko ja tiestö), joilla on vaikutusta rakennuskustannuksiin.



Huomioita verkkoon liittymisestä

Kantaverkkoon liitettävät tuulivoima-alueet ovat tyypillisesti teholtaan yli 15 MW. Tätä pienemmän tehon liittäminen kantaverkkoon ei ole yleensä kustannustehokasta. Kantaverkkoon liittymisessä on huomioitava siihen liittyvät kustannukset. Jos hanke jää pienemmäksi, investointikustannukset sähköverkkoliitynnästä nousevat liian suuriksi suhteessa hankkeen tuottoon. Pienemmät voimalakokonaisuudet kytketään jakeluverkkoon, ja niiden kaavoitukselliset ja tekniset vaatimukset ovat kevyemmät.



Huomioita suunnittelua koskien

Tuulivoimaa koskevan suunnittelun edetessä tulee huomioida muun muassa kaavoitukseen, ympäristövaikutuksiin ja erilaisiin lupiin liittyviä seikkoja. Yleispiirteisessä kaavoituksessa osoitetaan tuulivoiman hyödyntämiseen soveltuvia alueita ja toteuttaminen tapahtuu yksityiskohtaisen kaavan ja/tai luparatkaisujen perusteella, riippuen sijainnista ja koosta.

Tarpeen mukaan toteuttaminen voi edellyttää myös YVA:n tekemistä, jolloin kaavaa voidaan laajentaa täyttämään myös YVA-lain vaatimukset. Pienemmissäkin hankkeissa ympäristövaikutukset on kuitenkin aina selvitettävä, vaikkei varsinaista YVA-menettelyä vaadittaisikaan.

Kaavoitus on olennaista tuulivoiman suunnittelussa

Maankäyttö- ja rakennuslain kaava- ja lupajärjestelmä asettaa reunaehdot tuulivoimarakentamiselle, kuten muullekin rakentamiselle. Tuulivoima edellyttää hankkeesta ja sijainnista riippuen tuulivoimaosayleiskaavaa, asemakaavaa tai suunnittelutarveratkaisua. Rakennus- tai toimenpideluvalla voidaan toteuttaa vain pieniä, kotitalousmittaluokan tuulivoimaloita. Maankäyttö- ja rakennuslakia koskevan muutoksen (134/2011) myötä yleiskaavaa on ollut mahdollista käyttää aikaisempaa useammin suunnittelun tukena. Nykyisin tuulivoimahankkeiden kaavoitus tehdään pääosin tuulivoimarakentamiseen tarkoitetuilla osayleiskaavoilla. Pienemmissä hankkeissa voidaan kuitenkin hyödyntää myös suunnittelutarveratkaisua. Asemakaavaa käytetään lähinnä silloin, kun hanke sijoittuu alueelle, jossa on jo olemassa oleva asemakaava.

Tuulivoimarakentamiseen tarvittavia lupia

Hankekohtaisesti rakentaminen voi edellyttää ympäristölupaa, vesilain mukaista lupaa sekä ilmailulain mukaista lentoestelupaa.

Lisäksi hankkeet voivat edellyttää lausuntoa Puolustusvoimilta ja/tai Rajavartiolaitokselta.

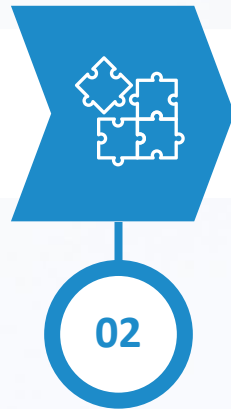


Tuulivoimahankkeen eteneminen 1



Esiselvitys

Esiselvitysten tekeminen ja potentiaalisten alueiden etsiminen



Vuokrasopimukset

Vuokrasopimusten laatiminen, neuvottelu kunnan ja maanomistajien kanssa



Lausunnot

Lausunto
Puolustusvoimilta



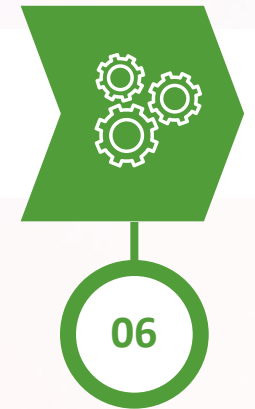
Neuvottelut verkosta

Alustavat neuvottelut sähköverkon haltijan kanssa verkkoon liittymisestä



Tuulimittaukset

Tuulimittausten aloittaminen



YVA-selvitykset

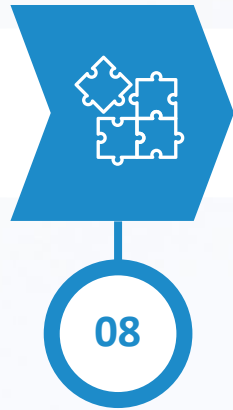
YVA-selvitysten aloittaminen tarvittaessa, yhteysviranomaiselta päätös tarvitaanko YVA-menettelyä

Tuulivoimahankkeen eteneminen 2



Kaavoitus

Alueen kaavoitus tuulivoimalle, yleensä yhdessä YVA:n kanssa



Neuvottelut sähköverkon haltijan kanssa

Lopulliset neuvottelut sähköverkon haltijan kanssa



Luvat

Tarvittavien muiden lupien hakeminen



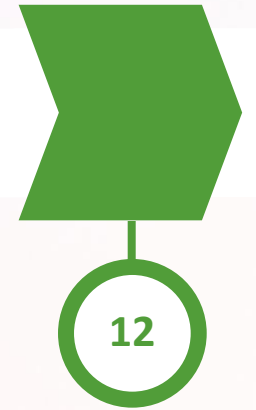
Verkko-liityntäsopimus

Verkkoon liittymistä koskevan sopimuksen laatiminen



Maanrakennustyöt

Maanrakennustöiden aloitus



Voimaloiden hankinta

Voimaloiden hankinta ja rakentamisen aloittaminen

Hybridiratkaisut ovat osa tulevaisuuden kehittämistä

Hybridiratkaisut ovat herättäneet runsaasti kiinnostusta, sillä tuuli- ja aurinkoenergian tuotanto on sääriippuvaista. Hybridiratkaisuilla, eli aurinko- ja tuulivoiman sekä akustojen yhdistämisellä, pyritään tasaamaan tuotannon epätasaisuutta.

Tuuli- ja aurinkovoima tukevat hyvin toisiaan – tyypillisesti talvisin tuulee enemmän kuin kesäisin ja kesäisin puolestaan paistaa enemmän aurinko kuin talvisin. Akustoilla saadaan tasattua epätasaista tuotantoa, kun ylituotannon aikaan voidaan ladata akkuja ja purkaa niitä kulutushuippujen tai vähäisen tuotannon aikaan.

Hybridiratkaisut voisivat tulevaisuudessa mahdollistaa sääriippuvaisen tuotannon pääsyn paremmin eri sähkömarkkina-alustoille, kuten säätö- ja reservimarkkinoille.

An aerial photograph of a dairy farm. In the foreground, a long green barn is covered with solar panels. To the left of the barn are three large green silos. A paved road curves around a pond to the left of the barn. In the background, there is a farmstead with various buildings, a large pile of manure covered in a blue tarp, and a wind turbine on a hill to the right. The landscape is a mix of green fields and golden-brown harvested fields under a cloudy sky.

Pientuulivoima

Pientuulivoimalla kohti energiaomavaraisuutta

Pientuulivoima tarjoaa mahdollisuuden nostaa energiaomavaraisuutta. Pientuulivoimassa on kyse tuulivoiman tuotannosta, joka on teollista mittaluokkaa pienempää. Pientuulivoimaa voidaan hyödyntää esimerkiksi kesämökin, kiinteistön tai pienteollisuuden energian tarpeisiin. Pientuulivoima on kokoluokaltaan muutamasta sadasta watista noin 50–100 kW.

Pientuulivoimaloita on monentyypisiä, esimerkiksi vaaka- tai pysty akselisiä torneja tai katon harjalle asennettavia järjestelmiä. Tekniikka ja voimalatyypit vaikuttavat ominaisuuksiin ja tuottopotentiaaliin.

Pientuulivoimalaa voidaan käyttää myös osana sähköverkkoa siten, että se kattaa ensisijaisesti omaa kulutusta ja mahdollinen ylijäämämyynti ohjataan verkkoon. Tällöin järjestelmään tarvitaan invertteri, joka muuntaa voimalan tuottaman tasavirran vaihtovirraksi ja varmistaa, että sähkö täyttää verkon laatuvaatimukset.

Huomioita pientuulivoiman tuotannosta

Pientuulivoimalan tuotantoon vaikuttavat potkurin muun muassa pyyhkäisyypinta-ala, ilman tiheys sekä voimalan tekniset ominaisuudet. Kaikkein merkittävin vaikutus on kuitenkin tuuliolosuhteilla (nopeus, suunta, pyörteisyys). Tuulivoimala toimii parhaiten paikassa, jossa vallitsevassa tuulensuunnassa on paljon avointa vapaata tilaa, ja paras tuotto saadaan, kun voimalaan pääsee tulemaan vapaasti joka suunnalta.


Voimalan tulee olla tarpeeksi korkealla, jotta turbulenttinen vyöhyke jäisi sen alapuolelle. Voimalan tuotto paranee keskimääräisen tuulennopeuden kasvaessa. On tärkeää huomioida myös, missä tuulennopeudessa voimalan tuotto käynnistyy ja missä se täytyy lopettaa – yleensä tuotantoa noin 3–20 m/s välillä.

Tärkeitä huomioita ennen investoinnin tekemistä

Tuulisuuden selvittäminen on tärkeää investointia pohdittaessa, tätä voidaan selvittää esimerkiksi tuulimittarin avulla. Rakentamiskustannuksiin vaikuttaa sijainti, jonka osalta on huomioitava myös turvallisuus esimerkiksi perustusten, kiinnitysratkaisujen ja rakenteiden kestävyuden osalta.

Pientuulivoiman osalta lupakäytännöt vaihtelevat kunnittain, joten luvitukseen liittyvissä asioissa tulee ensimmäisenä ottaa yhteys kunnan rakennustarkastajaan. Yleensä rakentamislupa tarvitaan, kun masto on vähintään 30 metriä korkea.

Sähkötöiden osalta tarvitaan asianmukaiset asennusluvut ja verkkoon liityttäessä ja sinne sähköä siirrettäessä tarvitaan asianmukaiset sopimukset. Lentoesteluvan tarve on syytä tarkistaa Traficomilta, luvalle on kolme maksimikorkeutta (10 m, 30 m tai 60 m) riippuen sijainnista. Puolustusvoimilta tarvitaan harvoin lupaa pientuulivoimalan rakentamiseen, mutta tämä on syytä varmistaa.

An aerial photograph of a rural farmstead. In the foreground, a large green barn is covered with solar panels. To the left, there are several silos and a paved area. In the background, a wind turbine stands on a hill. The surrounding landscape consists of green fields and trees under a cloudy sky.

Tuulivoiman ympäristövaikutukset ja elinkaari

Tuulivoimaloiden ympäristövaikutukset ovat moninaisia

Tuulivoimaloiden ympäristövaikutukset liittyvät ääneen, maisemallisiin muutoksiin, lautojen aiheuttamaan välkkeeseen sekä mahdollisiin eliöitä koskeviin haittavaikutuksiin. Maa-asenteisella tuulivoimalla voi olla vaikutuksia linnustoon, merituulivoimalla puolestaan kaloihin. Näiden vaikutusten lisäksi tuulivoima voi aiheuttaa häiriöitä tutkayhteyksissä sekä tv- ja radioverkoissa. Lisäksi tuulivoimalla on erilaisia rakennusaikaisia vaikutuksia.

Kokonaisuutena tuulivoiman haitat ovat hallittavissa, ja tuulivoiman ympäristöhyödyt ovat paljon haittoja suuremmat. Tuulivoimassa ei käytetä polttoaineita, jolloin ei myöskään synny suoraa ilmasto- tai pienhiukkaspäästöjä. Suomessa tuuli- ja aurinkovoiman kokonaisluontovaikutukset ovat selvästi pienemmät kuin useimmilla muilla energiantuotantomuodoilla, erityisesti fossiilisilla polttoaineilla ja bioenergialla. Tuulivoima vähentää ilmastonmuutosta, joka on yksi luonnon monimuotoisuuden heikkenemisen suurimpia ajureita.

Mitä tapahtuu elinkaaren päättyessä?

Tuulivoimaloiden tekninen käyttöikä on noin 20–30 vuotta. Voimalan omistaja vastaa voimalan purkamisesta käyttöiän päättyessä. Maanvuokraussopimusta tehdessä on syytä sopia purkamiseen liittyvistä asioista, kuten vakuudesta tai purkamisrahastosta purkukustannusten kattamiseen liittyen.

Tuulivoimapuistojen alueita on periaatteessa mahdollista hyödyntää edelleen energiantuotantoon elinkaaren päättyessä. Toinen vaihtoehto on ennallistaa tuulivoiman käytössä ollut alue.

Kuva: Karoliina Mäki



Tuulivoimaloiden kierrättäminen

Mikäli käytöstä poistuneita, toimivia tuulivoimaloita ei myydä eteenpäin uudelleen käytettäväksi, voidaan voimalat kierrättää. Tuulivoimalat sisältävät useita kierrätettäviä ja arvokkaita materiaaleja.

Eryteisesti tuulivoimaloiden sisältämien metallikomponenttien kierrätettävyys on korkea, lähes 100 %. Kierrätettävyyden kannalta ongelmallisimpia ovat voimaloiden lavat, joiden lasikuitu- ja epoksimateriaalien uusiokäyttö on hankalaa. Näiden kierrättämiseen ja uusiokäyttöön on panostettu viime vuosina runsaasti ja tähän odotetaan selkeää parannusta tulevaisuudessa. Kierrättämisen kehittyminen voi avata myös uudenlaisia liiketoimintamahdollisuuksia jatkossa.

Perustukset jätetään maahan ja maisemoidaan, tai tapauskohtaisesti puretaan. Tuulivoimalan purkamisen yhteydessä on huomioitava mahdollinen purkamisluvan tarve.

An aerial photograph of a rural farmstead. In the foreground, a large green barn is covered with solar panels. To the left, a small pond is surrounded by trees. In the background, a white wind turbine stands on a hill. The landscape is a mix of green fields and golden-brown harvested crops under a cloudy sky.

Huomioita
sosioekonomisista
vaikutuksista

Tuulivoiman taloudelliset vaikutukset

Tuulivoimahankkeet tuovat alueille merkittäviä investointeja. Hankkeilla on positiivisia vaikutuksia työllisyyteen rakentamisen, infrastruktuurin kehittämisen sekä logistiikan myötä. Paikallisille yrityksille tuulivoimarakentaminen tarjoaa hyötyjä muun muassa maanrakennuksen, kuljetuksen ja majoituksen osalta. Tuulivoiman rakennusvaihe työllistää eniten – huolto ja ylläpito luovat pysyviä työpaikkoja. Maanomistajille tuulivoima tarjoaa pitkäaikaista vuokratuloa.

Isommassa kuvassa lisääntynyt tuulivoimatuotanto laskee sähkön marginaalikustannuksia, koska tuuli on polttoaineeton tuotantomuoto. Tämä voi pitkällä aikavälillä vakauttaa tai laskea sähkön hintaa kuluttajille ja teollisuudelle.

Tuulivoiman vaikutukset paikallisyhteisöissä

Tuulivoiman alueellisina hyötyinä voidaan nähdä kuntien saaman kiinteistöverotulon, joka voi olla merkittävä monille pienille kunnille. Tuulivoimakehittämisen ja -rakentamisen myötä parantunut tieinfrastruktuuri ja alueen energiaomavaraisuus voivat tukea alueen kehitystä ja elinvoimaa.



Tuulivoiman sosiaalinen hyväksyttävyys

Tuulivoimaa koskeva sosiaalinen hyväksyttävyys vaihtelee. Keskeiset huolenaiheet liittyvät esimerkiksi ympäristövaikutuksiin, kuten maiseman muutokseen tai melu- ja välkevaikutuksiin. Toisinaan myös mahdollinen tuulivoimasta aiheutuva kiinteistöjen arvonalasku herättää huolta. Tuulivoiman hyväksyttävyyteen vaikuttaa keskeisesti osallistaminen ja avoimuus kehittämis- ja suunnitteluvaiheessa. Avoin vuorovaikutus ja mahdollisuus vaikuttaa suunnitteluun lisäävät sosiaalista kestävyyttä.

Toisinaan tuulivoiman taloudelliset hyödyt (vuokratulot, verot, työpaikat) voivat kohdistua eri ryhmille kuin haitat (melu, maisemamuutos) – tämä voi aiheuttaa kokemuksia epäoikeudenmukaisuudesta. Paikallisten omistusmallien (esim. energiayhteisöt) on todettu parantavan hyväksyntää.

Ympäristöön liittyvät sosioekonomiset tekijät

Vaikka ympäristövaikutukset eivät ole puhtaasti sosioekonomisia, niillä on vaikutusta ihmisten kokemuksiin ja taloudellisiin päätöksiin. Ympäristöön kohdistuvilla haitoilla voi olla välillisiä vaikutuksia myös elinkeinoihin (esim. metsästyks, matkailu) ja edelleen talouteen. Maiseman muutoksella voi olla vaikutuksia ihmisten identiteettiin ja virkistysarvoihin.

Tuulivoima tukee kansallisten ilmastotavoitteiden saavuttamista, sillä se lisää energiaomavaraisuutta ja vähentää päästöjä. Tällä on pitkän aikavälin vaikutuksia talouteen päästöoikeuksien ja energiamarkkinoiden kautta. Tuulivoima vähentää riippuvuutta tuontienergiasta ja fossiilisista polttoaineista. Edullinen päästötön sähkö houkuttelee vihreää teollisuutta ja investointeja. Pohjoismaissa erityisesti vetytalous ja datakeskukset hyötyvät halvan tuulisähkön saatavuudesta.

An aerial photograph of a rural farmstead. In the foreground, a large green barn is covered with solar panels. To the left, there are several silos and a paved area. In the background, there are various farm buildings, a pond, and a large wind turbine on a hill. The landscape is a mix of green fields and golden-brown harvested crops under a cloudy sky.

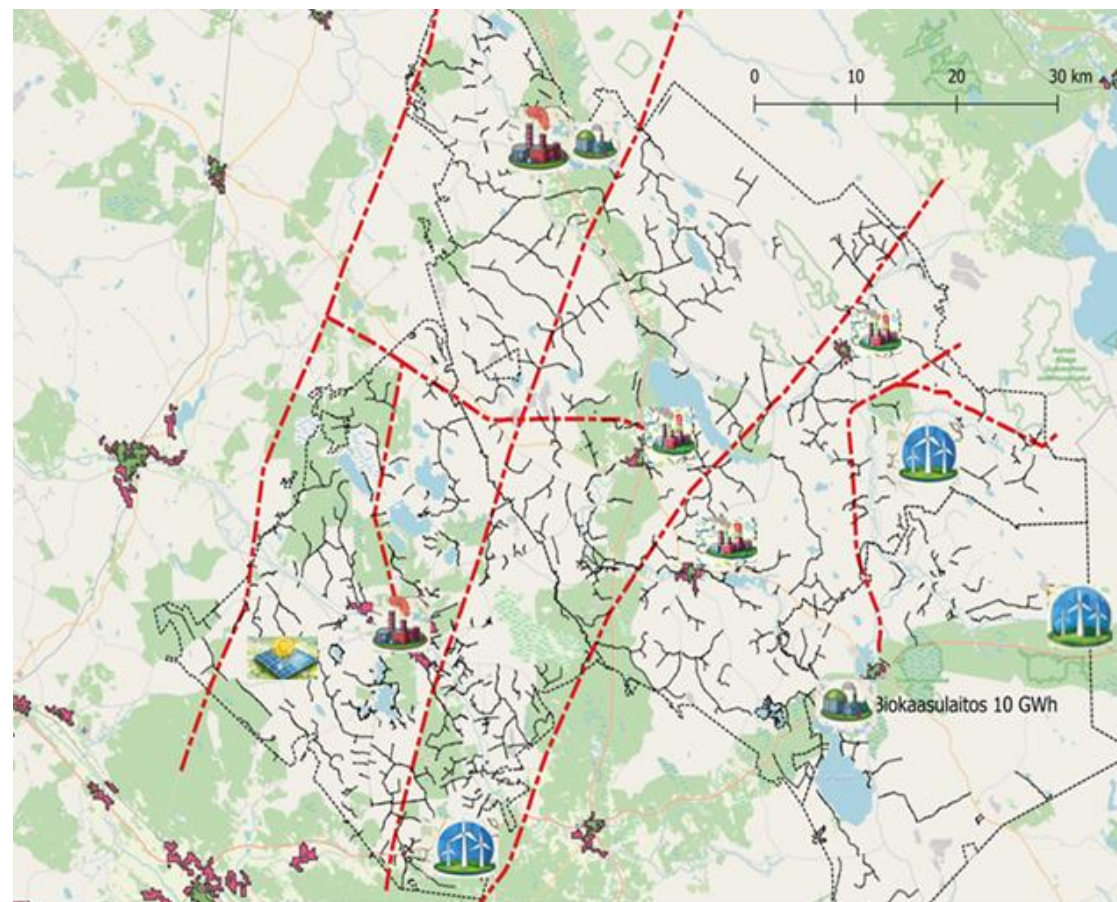
Tuulivoima seutukunnan alueella

Huomioita seutukunnan alueen tuulivoimahankkeista

Haapaveden-Siikalatvan seutukunnan alueella on useita suuria tuulivoimahankkeita. Kuvassa olemassa olevaa tuotantoa.

Haapaveden–Siikalatvan seutukunta on nopeasti kehittyvä tuulivoima-alue, jossa hankkeet ovat suuria, teknisesti vaativia ja kytkeytyvät laajoihin sähköverkon kehitystarpeisiin.

Samalla luonto- ja linnustovaikutusten hallinta on alueella keskeinen suunnittelukysymys, etenkin kanalintu- ja muuttoreittialueilla.



Kuva: Joonas Rukajärvi

Tuotannossa ja suunnitteilla oleva tuulivoima Pyhännällä

Pyhännän ja Kajaanin raja-alueilla sijaitsee Piiparinmäen tuulipuisto, joka kattaa 41 tuulivoimalaa, joista 32 sijaitsee Pyhännän kunnan puolella. Tuulivoimaloiden nimellisteho on 211 MW, kokonaiskorkeus 230 m. Lisätietoa tuulipuistosta <https://www.ox2.com/fi/suomi/hankkeet/piiparinmaki/>

Pyhännällä on suunnitteilla Pilpankankaan tuulivoimahanke, joka kattaa enintään 30 voimalaa (vaihtoehdot 30, 24 ja 14 voimalaa). Voimaloiden korkeus on enintään 300 m ja yksikköteho 6–10 MW. Hankealueen laajuus on noin 3 900 ha. Lisätietoja hankkeesta <https://myrsky.fi/hankkeet/pyhanta-pilpankangas/>

Tuotannossa ja suunnitteilla oleva tuulivoima Siikalatvalla

Siikalatvalla toiminnassa on Kokkonevan tuulipuisto, joka kattaa yhdeksän tuulivoimalaa. Puiston kokonaisteho on 43,2 MW. Lisätietoa tuulipuistosta <https://www.aboenergy.com/fi/hankekehitys-ja-rakentaminen/hankkeet/kokkoneva.html>

Siikalatvalla on suunnitteilla Neittävänvaaran tuulivoimapuisto, joka kattaa 24 voimalaa Siikalatvan alueelle (osa 42 voimalan kokonaisuutta yhdessä Vaalan Honkalankankaan kanssa). Tuulivoimaloiden yksikköteho noin 7,5–10 MW ja kokonaiskapasiteetti arviolta 180–240 MW. Neittävänvaaran hankealueen laajuus on noin 6100 ha (kokonaispinta-ala 9600 ha). Lisätietoa hankkeesta <https://www.valorem-energie.com/fi/neittavanvaaran-tuulivoimahanke/>

Tuotannossa ja suunnitteilla oleva tuulivoima Haapavedellä

Haapavedellä on tuotannossa Keson tuulipuisto, joka koostuu seitsemästä voimalasta. Puiston kokonaisteho on 42 MW. Lisätietoa tuulipuistosta <https://puhuri.fi/tuulipuistot/keso-haapavesi/> Haapaveden ja Kärämäen rajalla sijaitsee tuotannossa oleva Hankilan tuulipuisto, joka koostuu kahdeksasta voimalasta. Kokonaisteho puistolla on 45 MW. Lisätietoa tuulipuistosta <https://puhuri.fi/tuulipuistot/hankila-haapavesi/>

Haapavedellä on suunnitteilla Sikokankaan tuulivoimahanke, joka kattaa 25–38 tuulivoimalaa. Tuulivoimaloiden yksikköteho on jopa 10 MW, kokonaiskorkeus enintään 350 m, kokonaisteho 250–380 MW. Hankealueen pinta-ala on noin 4300 ha. Sähkönsiirtoa suunnitellaan Pihtinevan, Uusnivalan tai Lumijärven sähköasemille. Lisätietoa hankkeesta <https://www.fortum.com/fi/tietoa-meista/energiantuotanto/tuulivoima/tuulipuistot/sikokangas>

Lisäksi Haapavedelle suunnitellaan Puutionsaarelle hybridipuistoa, jossa tuulivoiman kapasiteetti olisi peräti 350MW ja aurinkovoiman kapasiteetti 100MW. Lisätietoa [Tuulipuisto Puutionsaari | VSB Uusiutuva Energia Suomi](#)

An aerial photograph of a farm complex. In the foreground, a large green barn is covered with solar panels. To the left of the barn are three large green silos. In the middle ground, there is a pond, a smaller farm building, and a large pile of material covered in a blue tarp. In the background, a white wind turbine stands on a hill. The surrounding landscape consists of green fields and trees under a cloudy sky.

Yhteenveto

TUULIVOIMAN ETUJA	TUULIVOIMAN HAASTEITA
Uusiutuvaa energiaa, joka korvaa fossiilisten polttoaineiden käyttöä sähkön tuotannossa	Suuret alkuinvestoinnit
Maalla sijaitseva tuulivoimala yksi kaikkein edullisimmista tavoista tuottaa sähköä	Epätasainen tuotanto ja tarve säätövoimalle
Ympäristövaikutusten minimointi tuulivoimalaitosten sopivalla sijoittamisella	Turbiinit tuottavat sähköä rajoitetusti tietyllä tuulennopeusalueella
Nopea rakentaminen, hyvä skaalautuvuus ja alhaiset käyttökustannukset	Tuulivoiman elinkaari- ja ilmastovaikutukset rakentamisen, kuljettamisen, huollon ja purkamisen osalta
Vakiintunut ja luotettava tekniikka	Ympäristö- ja luontovaikutukset
Soveltuvuus hajautettuun tuotantoon	Kierrätyksen haasteet
Tukee vihreää siirtymää, energiaomavaraisuutta ja huoltovarmuutta	Materiaali-intensiivisyys
Hyödyt kunnille ja maanomistajille, vaikutukset työllisyyteen	Riippuvuus sähkön markkinahinnasta

Lähteitä

Ilmatieteen laitos. (n.d.). *Tuuliatlas*.
<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/tuuliatlas>

Motiva. (n.d.). *Pientuulivoima Suomessa*.
<https://www.motiva.fi/tietopankki/pientuulivoima-suomessa/>

Motiva. (n.d.). *Tuulivoima Suomessa*.
<https://www.motiva.fi/tietopankki/tuulivoima-suomessa/>

Suomen Uusiutuvat. (n.d.). *Tuulivoima*.
<https://suomenuusiutuvat.fi/tuulivoima/>

Kuvalähteet: Pixabay, Karoliina Mäki, Joonas Rukajärvi