



Euroopan unionin
osarahoittama



HÄMEEN LIITTO
Regional Council of Häme



HAMK
Hämeen ammatti-
korkeakoulu



SYKLI



LIMOWA

Kokemuksia tuulimittausten suunnittelusta ja toteutuksesta katoilla

Kaupunkituulivoima – käyttöönoton edellytykset ja kannattavuus (SMARTCITYWIND)



Kokemuksia tuulimittausten suunnittelusta ja toteutuksesta katoilla

Sisältö

Kokemuksia tuulimittausten suunnittelusta ja toteutuksesta katoilla	2
Yleistä tuulimittauksista	3
Mittalaitteistojen valinta	4
Tuulimittausten toteutus Kanta-Hämeessä	5
Mittaustulokset	7
Kauppakeskus, kaupunkialue	7
Logistiikkakeskus, teollisuusalue	9
Varikkoalue, taajama	10
Huomioita mittaustuloksista	12
Johtopäätökset	13
Lähteet	14

Yleistä tuulimittauksista

Suomen sähkönkulutuksen ennustetaan kasvavan tulevina vuosina (Fingrid, 2025). Sähkönkulutuksen piikkien osuessa usein talviaikaan, jolloin aurinkosähkön tuotanto on heikkoa (Energiateollisuus n.d., Vassallo, 2024), tuulivoimasta on haettu ratkaisua täydentämään energiantuotantoa erityisesti talvi- ja yöaikaan. Nämä ovatkin otollisimmat ajat tuulivoimatuotannolle (Korpela, 2024).

Pientuulivoimaloilla tarkoitetaan tyypillisesti vaaka-akselillista tuulivoimalaa, jossa potkurin pyyhkäisyypinta-ala on alle 200 neliometriä ja jonka nimellisteho on alle 50 kW. Mastokorkeudet ovat tyypillisesti 5–30 metriä. Kaupunkituulivoima on uudempi käsite, mutta termillä tarkoitetaan kaupunkiympäristöön paremmin sopivia pienempiä ratkaisuja. Lähtökohtaisesti ne ovat pystyakselisia ja maksimissaan 1-10kW nimellistehoisista myllyistä. Myös mastokorkeudet ovat matalampia, enimmillään noin 5 metriä. Myös muunlaisia ratkaisuja on markkinoilla saatavilla. Nämä ratkaisut ovat tarkoitettuja yrityksille kuin kotitalouksille omaan energiankulutukseen (Laitala, 2024).

Kiinnostuksen lisääntyessä pientuulivoimaloita kohden, tuulisuusolosuhteet ovat myös nousseet kiinnostuksen kohteeksi. Tuuliatlas ja Ilmatieteenlaitoksen tiedoista on saatavilla tuulitietoja, mutta esimerkiksi Tuuliatlaksen alin tuulikerros on viidenkymmenen metrin korkeudella pintatasosta (meren tai maan pinnasta), ja ei näin ollen anna todellista kuvaa paikallisista tuulisuusolosuhteista. Lisäksi esimerkiksi kattojen muodot ja Ilmatieteenlaitoksen mittauspisteiden hajanaisuus haastavat luotettavien tietojen saantia. (Laitala, 2024, 20–23)

Hämeen Ammattikorkeakoulun, Suomen Ympäristö Opisto SYKLIn ja LIMOWA ry:n Kaupunkituulivoima – käyttöönoton edellytykset ja kannattavuus (SMARTCITYWIND) - yhteishankkeessa on selvitetty paikallisia tuulisuusolosuhteista niin Kanta-Hämeen kuin Uudenmaan alueella. Tavoitteenamme on selvittää kaupunkituulivoiman käyttöönoton edellytyksiä. Hämeen Ammattikorkeakoulun osuudessa olemme keskittyneet selvittämään tuulisuusolosuhteita erilaisissa sijainneissa ja kiinteistötyypeissä Kanta-Hämeen alueella. Hanke on Euroopan unionin osarahoittama.

Mittalaitteistojen valinta

Tuulisuusolosuhdemittauksissa käytettäväksi laitteiksi valikoituivat Vaisalan WXT530 sarjan sääasema ja langaton sääasema Cotech FT0203 tnro 51-3326, jossa myös näyttöpäätte (tnro 51-3324), joka huolehti säätietojen talletuksesta ja graafisesta esittämisestä, sekä vastaavanlainen Clas Ohlsonin langaton sääasema (tnro 36-9231). Verkkovirran varassa toimivalla Vaisalan sääasemalla voidaan mitata tuulen suunnan ja voimakkuuden lisäksi ilmanpainetta, lämpötilaa, kosteutta ja sademääriä. Laite käyttää WINDCAP-ultraäänituulimittaria horisontaalisen tuulen nopeuden ja suunnan määrittämiseen, joten sääasemassa ei ole liikkuvia osia. Vaisalan laitteesta saadaan siirrettyä mittaustietoa reaaliajassa siihen liitetyn, erillisen LoRaWan-verkossa toimivan lähettimen välityksellä HAMK:n hankekäyttöön toteutettuun pilvipalveluun.

Vaisalan ammattikäyttöön tarkoitettua laitteen rinnalle valikoitui huomattavasti edullisempi, kuluttajakäyttöön tarkoitettu langaton sääasema, jolla on mahdollista mitata tuuliosuhteiden lisäksi myös lämpötilaa, sademäärää, ilmanpainetta ja ilmankosteutta. Edullisemmat sääasemat käyttävät tuulen nopeuden mittaamiseen pyörivää tuulihyrrää ja tuuliviiriä tuulen suunnan määrittämiseen. Laitteiden ulkoanturit toimivat laitteissa olevan aurinkokennon ja paristojen avulla, ja vastaanotintyksiköt joko paristoilla tai verkkovirtaan liitetyllä jännitelähteellä. Ulkoanturi lähettää mittaustiedot vastaanottiin langattomasti, joten itse anturi voidaan sijoittaa melko vapaasti sopivaan paikkaan. Mittaustiedot tallentuvat paikallisesti vastaanottiin, josta ne on ladattava manuaalisesti.

Ennen mittauslaitteistojen asennusta pilottikohteisiin, mittarit testattiin, jotta saatiin varmuus niiden tuottamien mittaustulosten yhteensopivuudesta. Laitteiden rakenteelliset erovaisuudet havaittiin testausvaiheessa tuulensuuntien raportoinnin tarkkuudessa. Ammattikäyttöön soveltuva Vaisalan sääasema kykenee määrittämään tuulen suunnan asteen tarkkuudella, kun edullisemmat sääasemat antavat yleensä tuulen suunnan ainoastaan pää- ja väli-ilman suuntien tarkkuudella. Jotenka tuulitietojen analysoinnissa keskityttiin näihin vähäisemmän tarkkuuden ilman suuntiin.

Testausvaiheessa seurattiin myös laitteiden yleistä toimivuutta ja sääolosuhteiden kestoa. Vaisalan laite on suunniteltu toimimaan ääriolosuhteissa, ja testauskäytössä sääasema

suoriutui hyvin myös talviolosuhteissa ilman huoltotarvetta. Myös edullisemmat sääasemat suoriutuivat testausvaiheesta hyvin, antaen yhteneviä tuulitietoja Vaisalan sääaseman kanssa.

Tuulimittausten toteutus Kanta-Hämeessä

Hankkeen pilottikohteiksi valikoitui kolme kohdetta Kanta-Hämeen alueella niiden odotettujen tuuliolosuhteiden edustavuuden kautta. Vaisalan sääaseman sijainniksi valikoitui varikkoalue, joka muodostuu useista toisiinsa liittyneistä rakennuksista. Sääasema asennettiin korkeimman rakennuksen tasakatolle 2,5 metrin korkeudelle etelä-itä kulmaan. Mittauspiteen ollessa noin 12 metrin korkeudella maan pinnasta. Alueen pohjois- ja itäpuolella kasvaa metsää ja länsipuolella on jonkin verran puustoa, mikä tekee ympäristöstä tuulivirtausten kannalta vaihtelevan ja paikoin suojaisan. Rakennusten ja puuston yhteisvaikutus luo kompleksisen virtausympäristön, jossa tuulen suunnat ja nopeudet voivat muuttua lyhyilläkin mittausjaksoilla.

Kevyemmät sääasemat sijoitettiin kauppakeskuksen ja logistiikkarakennuksen katoille helpomman ja turvallisemman asennettavuuden vuoksi. Kauppakeskus sijaitsee keskusta-alueella, mikä on erityisen mielenkiintoinen sijainti tuuliolosuhteiden tutkimiseen. Sääasema asennettiin pääosin avonaiselle vesikatolle, josta lännen suunta on erityisen avoin, kun taas itä- ja pohjoispuolella sijaitsevat korkeammat kattorakenteet voivat aiheuttaa turbulenssia ja virtausten kanavoitumista. Kaupunkirakenne tuottaa näin tyypillisiä kaupunkituulen piirteitä, kuten pyörteisyyttä ja suunnittaista vaihtelua. Tuulimittari sijaitsi 2,5 metrin pituisen säädettävän mastotangon päässä siirrettävässä maatelineessä kattotasanteella. Tuulimittari oli noin 15 metrin korkeudella maan pinnasta.

Logistiikkakeskukseen sijoitettu sääasema asennettiin logistiikkakeskuksen kattotasanteen itäisivustalle noin 2,5 m korkeuteen käyttäen säädettävää mastoputkea. Keskuksen kaakkoispuolella on matalaa puustoa, mutta muuten alue on avoin joka suuntaan ja sijaitsee ympäristöään hieman korkeammalla. Tämä tekee paikasta selvästi esteettömämmän ja tuulikentältään tasaisemman verrattuna kahteen muuhun pilottikohteeseen, sillä vähäiset esteet ja kohonnut sijainti mahdollistavat häiriöttömämmät tuulimittaukset. Mittauspiste oli 17 metrin korkeudella maan pinnasta.

Ennen asennuksia paikkojen valintaa kiinteistöjen haltijoiden ja huollosta vastaavien kanssa keskusteltiin asennuspaikasta ja asennukset suunniteltiin yhdessä. Kaikissa asennuksissa kiinnitettiin huomiota työturvallisuuteen ja asennuspaikat valittiin niin, että asentaminen oli turvallista ja helppoa. Yhdessä asennuskohteessa käytettiin erillistä henkilönosturia, koska kattotasanteelle ei ollut muutoin turvallista pääsyä.

Suurimpana haasteena laitteiden asennusten osalta oli tarvittavan käyttöjännitteen saatavuus. Vaisalan laitteen osalta verkkovirran saatavuus ohjasi miettimään asennuspaikkaa ja se valikoituikin juuri sähkön saatavuuden mukaisesti. Muiden sääasemien osalta puolestaan ulkoanturin ja vastaanottimen etäisyys asettivat rajoitteita niiden sijoittelulle. Vaikka langattoman anturin etäisyys sai olla ohjeiden mukaan yli 100m, aiheuttivat kiinteistön rakenteet ja muut häiriötekijät rajoituksia muutoin pitkään kantamaan. Lisäksi vastaanottimen tuli sijaita sisätiloissa eli sekin oli huomioitava sijoittelussa ja verkkovirran saatavuudessa. Onneksi vastaanottimille löytyi sopiva paikka, jotta pilotointi saatettiin toteuttaa suunnitellusti.

Mittaukset alkoivat kesäkuussa 2025 ja ovat jatkuivat läpi syksyn ja talven. Laitteistojen osalta Vaisalan laite on pääsääntöisesti toiminut hyvin. Pian asennuksen jälkeen asennuskotelon tuli kuitenkin vesivuoto, joka rikkoi kotelossa olleen jännitelähteen. Pikaisen huoltokatkon jälkeen laite on toiminut hyvin. Kevyempien laitteiden haasteeksi on muodostunut sekä niiden pieni talletusmuisti että ulkoantureiden käyttöparistojen kesto. Laitteiden vastaanottimet on täytynyt käydä tyhjentämässä muutaman kuukauden välein, sillä muisti täytyi suunniteltua nopeammin, mikä on johtanut katkoksiin mittaustuloksissa.

Ulkoantureiden aurinkopaneelit toimivat virtalähteinä kesän ja alkusyksyn ajan hyvin, mutta sen jälkeen lähettimet ovat toimineet pääsääntöisesti paristojen varassa. Paristojen keston tarkkailu lisäsi huoltokäyntejä kohteissa. Muutoin kevyemmät laitteet ovat toimineet varsin hyvin myös talvisissa olosuhteissa. Toinen laitteista meni epäkuntoon alkuvuodesta 2026, kun vastaanottimen jännitinlähde lakkasi toimimasta. Ongelma huomattiin vasta hankkeen viimeisen huoltokäynnin yhteydessä.

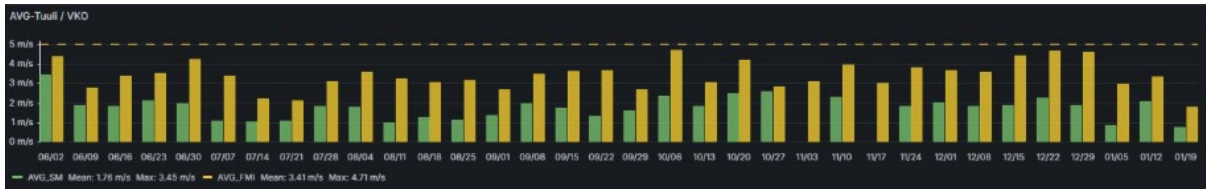
Mittaustulokset

Tuulimittauksissa saadut tiedot ovat noudattaneet yllättävän hyvin Hämeenlinnassa sijainneen Ilmatieteenlaitoksen sääaseman tuulitietoja. Paikalliset tuulivoimakkuudet ovat olleet odotetusti heikompia kuin Ilmatieteenlaitoksen antamat tiedot. Nämä tulokset korostavatkin paikallisten tuulimittausten tärkeyttä, kun pientuulivoimalan hankintaa harkitaan.

Kauppakeskus, kaupunkialue

Kauppakeskuksen vesikatolla sijaitsevan tuulimittarin koko mittausjakson tuulen keskinopeus oli 1,7 m/s. Hetkellisen maksimituulen ollessa 9,6 m/s. Verrattaessa Ilmatieteenlaitokselta saataviin tietoihin läheisimmältä mittausasemalta, joka sijaitsee noin 3 kilometrin päästä, suorittamissamme mittauksissa saadut tuulen nopeudet olivat matalampia.

Ilmatieteenlaitoksen mittausasemalla keskituuli samana ajanjaksona on ollut 3,4 m/s ja maksimituulien ollessa 11,2 m/s. Ilmatieteenlaitoksen tuulimittari on sijoitettu 40 m:n korkeuteen, joten se yliarvioi tuulen nopeutta lähellä maanpintaa. Tuuliprofiilit ovat kummassakin mittauspisteessä kuitenkin samansuuntaiset. (kuva 1 ja Kuva 2)

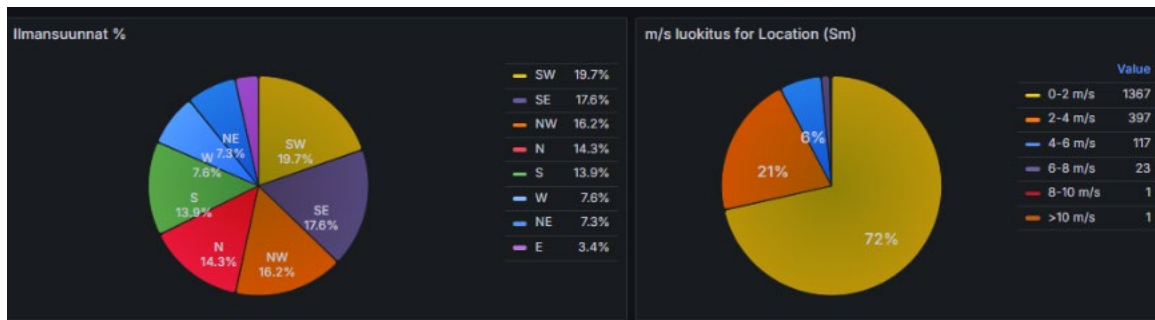


Kuva 1. Kauppakeskuksen tuulimittaus viikkotasolla.



Kuva 2. Kauppakeskuksen tuulimittaus päiväkohtaisesti.

Tuulen suunnat ovat jakautuneet varsin tasaisesti. Mittausjakson aikana tuulen suuntana olivat lounas 19,7 %, kaakko 14,2 %, luode 16,2 % ja pohjoinen 14,3 % (Kuva 3). Loput jakautuvat varsin tasaisesti eri ilman suunnille. Keskimäärin 72 % mittausjaksolla tuuli oli 0–2 m/s, 21 % 2–4 m/s ja 6 % 4–6 m/s. Ilmatieteenlaitoksen tuloksiin verrattuna myös tuulen suunnat ovat saman suuntaiset (Kuva 4). Tuulen suuntien eroavuudet mittauspisteiden välillä selittyy ympäröivistä kattorakenteista.



Kuva 3. Kauppakeskuksen tuulensuunnat mittausjaksolla.



Kuva 4. Kauppakeskuksen tuulennopeudet tuulensuunnittain mittausjaksolla.

Yleisesti voidaan sanoa, että 3,5 m/s on minimituuli, jolla useimmat pientuulivoimalat aloittavat toimintansa. Tällaisia vähintään 3,5 m/s tunteja kertyi koko mittausjakson aikana vain 385 tuntia 4299 tunnista eli 11,16 %. Näin ollen voidaan sanoa, että tuulusuolosuhteet eivät ole riittävät, jotta pientuulivoimala olisi kannattava investointi.

Tulokset selittyvät osittain tuulimittarin sijainnin takia. Sääasema sijaitsee kauppakeskuksen vesikatolla, joka on avonainen erityisesti lännestä. Itä- ja pohjoispuolella on korkeampia kattorakenteita, jotka aiheuttavat tuulipyörteitä. Lisäksi korkeammat kattorakenteet estävät

myös tuulen tietyistä suunnista. Koska rakennusten kattorakenteet vaikuttavat merkittävästi tuulen voimakkuuksiin on sopivien sijaintien merkitys pientuulivoimaloiden sijoitukselle erittäin tärkeitä.

Logistiikkakeskus, teollisuusalue

Samana ajanjaksona logistiikkarakennuksen katolla sijaitsevasta mittarista saatiin keskituulen osalta seuraavia tuloksia. Mittausjakson tuntikohtaisessa tarkastelussa keskituuli oli 2,6 m/s ja hetkellisen maksimituulen noustessa 11,3 m/s.



Kuva 5. Logistiikkakeskuksen tuulimittaus viikkotasolla.



Kuva 6. Logistiikkakeskuksen tuulimittaus päiväkohtaisesti.

Ilmatieteenlaitoksella vastaavat tulokset olivat keskimääräisen tuulien osalta 3,3 m/s ja maksimituulet 11,2 m/s. Kyseisellä alueella Ilmatieteenlaitoksen ja mittauksissa saadut tulokset ovat lähempänä toisiaan, vaikkakin tuulennopeudet olivat heikommat myös paikallisesti mittauspisteessä.

Tuulen suunnat jakautuivat tässäkin mittauspisteessä varsin tasaisesti. Tuulen suunnat olivat mittausjakson aikana lounaasta 26,4 %, etelästä 12,9 %, lännestä 11,8 % ja pohjoisesta 11,5 %. Verrattuna Ilmatieteenlaitoksen mittauspisteeseen jälleen koillisesta tuleva tuuli korostuu muiden suuntien noudattaessa samanlaista trendiä. Mittausjaksolla 2–4 m/s tuulia oli 47 %, 0–2 m/s 37 % ja 13 % 4–6 m/s.



Kuva 7. Logistiikkakeskuksen tuulensuunnat mittausjaksolla.

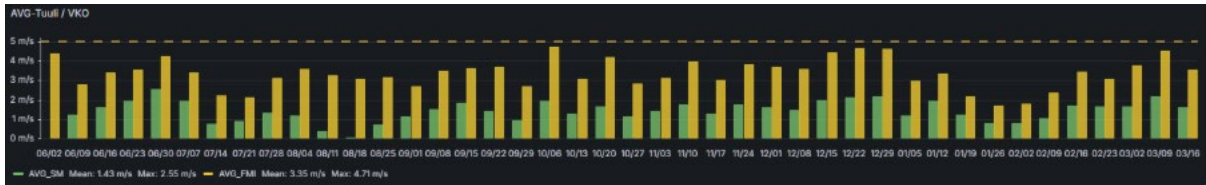


Kuva 8. Logistiikkakeskuksen tuulennopeudet tuulensuunnittain mittausjaksolla.

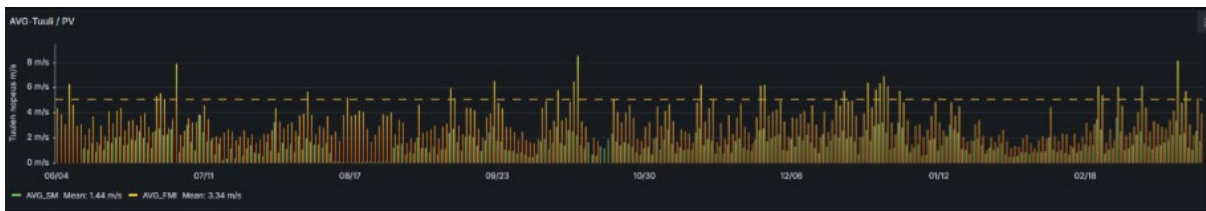
Pientuulivoimalle soveltuvia yli 3,5 m/s tunteja kertyi koko mittausjakson aikana 809 tuntia, joka selvästi enemmän kuin edellisessä mittauspisteessä. Yleisesti voidaan sanoa, että tuulisuusolosuhteet eivät ole riittävät tässäkin mittauskohdassa, jotta pientuulivoimalla olisi kannattava investointi.

Varikkoalue, taajama

Varikkoalueen huoltorakennuksen vesikatolla sijaitsevan tuulimittarin koko mittausjakson tuulen keskinopeus oli 1,4 m/s. Hetkellisen maksimituulen ollessa 6,2 m/s. Verrattaessa Ilmatieteenlaitokselta saataviin tietoihin läheisimmältä mittausasemalta, joka sijaitsi noin 30 kilometrin päässä, suorittamissamme mittauksissa saadut tuulen nopeudet olivat matalampia. Ilmatieteenlaitoksen mittausasemalla keskituuli samana ajanjaksona on ollut 3,3 m/s ja maksimituulten ollessa 11,2 m/s. Tuuliprofiilit ovat kummassakin mittauspisteessä kuitenkin samansuuntaiset.



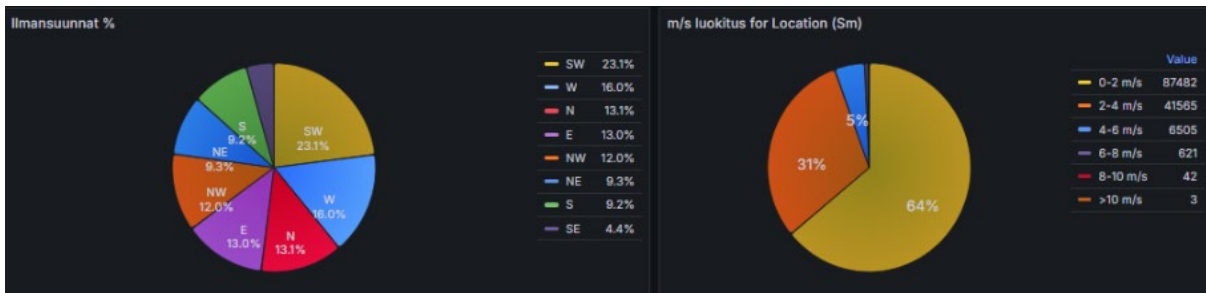
Kuva 9. Varikkoalueen tuulimittaus viikkotasolla.



Kuva 10. Varikkoalueen tuulimittaus päiväkohtaisesti.

Tuulen suunnat jakautuivat tässäkin mittauspisteessä varsin tasaisesti. Tuulen suunnat olivat mittausjakson aikana lounaasta 23,1 %, lännestä 16,0 %, pohjoisesta 13,1 %, idästä 13,0 % ja koillisesta 12,0 %. Verrattuna Ilmatieteenlaitoksen mittauspisteeseen jälleen koillisesta tuleva tuuli korostuu muiden suuntien noudattaessa samanlaista trendiä.

Mittausjaksolla mitattiin eniten 0–2 m/s 64 % tuulen nopeuksia, 2–4 m/s tuulia oli 31 %, ja 5 % 4–6 m/s.



Kuva 11. Varikkoalueen tuulensuunnat mittausjaksolla.



Kuva 12. Varikkoalueen tuulennopeudet tuulensuunnittain mittausjaksolla.

Pientuulivoimalle soveltuvia yli 3,5 m/s tunteja kertyi koko mittausjakson aikana ainoastaan 129 tuntia, joka oli selvästi vähemmän kuin edellisissä mittauspisteessä. Vastaavasti voidaan sanoa, että tuulisuusolosuhteet eivät ole riittävät tässäkään mittauskohdassa, jotta pientuulivoimala olisi kannattava investointi.

Huomioita mittauksista

Mittausjakson aikana tuulen suunnat olivat yleisesti ottaen linjassa Ilmatieteenlaitoksen (FMI) mittaamien tulosten kanssa tarkoittaen sitä, että tuulen yleissuunta noudatti FMI:n arvoja sekä tuulten nopeudet olivat maksimissaan FMI:n mittaamia arvoja.

Tuulen voimakkuuksissa tulee selvästi esille paikalliset olosuhteet. Avoimista ilman suunnista puhaltavat tuulet olivat lähempänä FMI:n mittausarvoja, muutoin tuulen nopeudet olivat merkittävästi pienempiä vaimentavan maaston vuoksi.

Yleisesti ottaen mittalaitteet olivat luotettavia ja mittauskäyttöön soveltuvia. Eroavuuksia nousi esille ylläpidollisista eroavuuksista mittalaitteiden online-ominaisuuksien kautta. Pilvipalveluun liitettävät laitteet mahdollistavat katkeamattomat mittausjaksot, koska mahdolliset ongelmat voidaan havaita ilman erillistä huoltokäyntiä ja tarvittaessa käynnistää huoltotoimenpiteitä tarpeen esiintyessä. Myös ylläpitoa helpottavia automatisointeja on mahdollista toteuttaa pilvipalveluihin toteutettavilla häiriöviesteillä.

Mittausten aikana kävi selväksi, että mittauspisteen sijoituksella on erittäin suuri vaikutus mittauksista. Mittauspiste tulee sijaita esteettömässä paikassa suhteessa ympärillä oleviin rakenteisiin tai maaston muotoihin sekä kasvillisuuteen. Matalalla sijaitseva

mittauspiste häiriintyy etäälläkin sijaitsevista kohteista. Hyvä mittauspiste sijaiseen korkeammalla kuin ympäristön epätasaisuudet, jotka heikentävät tuuliolosuhteita.

Johtopäätökset

Ilmatieteenlaitoksen (FMI) mittauspisteet ovat hyvä referenssi alueen keskimääräisistä tuuliolosuhteista, jota voi verrata oman mittauspisteen tuloksiin.

Mikään valituista mittauspisteistä ei antanut kannattavuusanalysissä positiivista lopputulosta. Kuitenkin Hämeenlinnan FMI:n tuuliolosuhteita tarkastellessa saadaan esille positiivisia indikaatioita hyvistä tuuliolosuhteista. Esimerkiksi mittausaikana 47 % ajasta tuulinopeudet olivat 2–4 m/s välillä ja 22 % ajasta 4–6 m/s sekä 10 % ajasta 6–8 m/s tai voimakkaampia tuulia.

Tämän perusteella voidaan päätellä, että lähes 50 % ajasta tuulen nopeudet mahdollistavat energian tuottamisen tuulivoimalla kaupunkiolosuhteissa ainakin Hämeenlinnan alueella.

Optimaalisissa olosuhteissa kaupunkituulet voivat mahdollistaa kannattavan investoinnin, kun tuotto-odotukset pidetään maltillisina ja tuulituotanto on hajautettu useaan eri pisteeseen aurinkopaneelien tapaan.

Tuuligeneraattoreiden käyttäminen yhdessä aurinkopaneelien kanssa mahdollistaa energian tuotantoa myös silloin kun auringon tuottamaa energiaa ei ole saatavilla. Samalla järjestelmät hyötyvät yhteisestä laitteistoinfrasta pienentäen huomattavasti investointikustannuksia.

Lisäämällä totutettuun automaattiraporttiin vuorokausijakauman ja aurinkotiedot tuntijakauman rinnalle, raportti mahdollistaisi vertailun tuulienergian ja aurinkoenergian välillä.

Mittaustulokset tulevat olemaan saatavilla hankeverkkosivujen kautta.

Lähteet

Energiateollisuus n.d. Sähköntuotanto ja -käyttö. Haettu 5.1.2026

<https://energia.fi/tilastot/sahkotilastot/sahkontuotanto-ja-kaytto/>

Fingrid 2025 Sähkön tuotannon ja kulutuksen kehitysnäkymät, Fingridin ennuste Q3/2025.

Saatavilla 5.1.2026 sahkou-tuotannon-ja-kulutuksen-kehitysnakymat-q3-2025-fingrid.pdf

Korpela, P. (29.10.2024). Sään vaihtelut vaikuttavat sähkölaskuihin – tuuli- ja aurinkovoima muokkaavat energiamarkkinoita [Puheenvuoro], Haettu 5.1.2026.

<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/puheenvuoro/6OJ9HERxGI6fAmSOlyzds0>

Laitala, Ari (2024), Kaupunkituulesta lisävirtaa kiinteistöille. Maankäyttölehti 1/2024, 20–23.

<https://maankaytto.fi/wp/index.php/2024/04/26/kaupunkituulesta-lisavirtaa-kiinteistoille/>

Vassallo, O. (2024). Miten yritykset voivat arvioida aurinkosähköjärjestelmän tuotantoa? *HAMK Unlimited Professional*, 8.5.2024. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2024050627007>