



HYBE: Mallilaskelmista apua maaseutuyrityksille

**FT Kari Laasasenaho ja MMT, dos. Risto Lauhanen
SeAMK**

22.3.2021

SeAMK 

HYBE-hanke

Hajautetun energiantuotannon hybridiratkaisut Etelä-Pohjanmaan maaseudulla – HYBE

Hankeaika 1.1.2020-31.12.2021

Kokonaisbudjetti 130 040 €

Ohjelma/rahoittajat: Manner-Suomen maaseudun kehittämishjelma 2014 - 2020 ja MTK Säätiö, Töysän Säästöpankkisäätiö, Seinäjoen Energia ja EPV Energia Oy

Ohjelman toimenpide: 16.5 Energian säästöä ja ympäristön tilaa parantavat menetelmät

Ohjelman alatoimenpide: Tiedonhankintahanke, teollinen tutkimus (tuki 80 %)

Toteuttajina SeAMK ja Vaasan yliopiston Vebic



Hankkeen tavoitteet

Hankkeen tavoitteena on edistää vähähiilisen ja uusiutuvan energian käyttöä maaseutuyrityksissä

- Teemoina ovat mm. biokaasu- ja aurinkoenergiaratkaisut maatarajapinnassa laajemmin eri alojen näkökulmat huomioiden.

Hanke pyrkii osaltaan edistämään maaseudun energiantuotannon ja käytön huoltovarmuutta paikallisilla ratkaisumalleilla.

Lisäksi hanke etsii yhteiskunnan kritisoimalle energiaturpeelle kustannustehokkaita korvaavia vaihtoehtoja.

Hankkeen tärkeimpiä hyötyjä ovat olleet mm.

- Energiaturveyrittäjäkysely, jonka tuloksia on hyödynnetty kansallisessa oikeudenmukaisen siirtymän valmistelutyössä (mm. Kansallisen turvetyöryhmän kuultavana, esitys valtakunnallisessa Turvepäivässä, keskustelut työ- ja elinkeinoministeriön sekä etujärjestöjen kanssa)

Mallilaskelmat

Hankkeen 4. työpaketissa on etsitty 5-10 esimerkkiyritystä, jotka haluavat osallistua hankkeen pilotointiin. Mukaan lähteneille yrityksille laaditaan esimerkkilaskelma, siitä kuinka toimia, jos halutaan lähteä investoimaan uusiutuvaan hybridienergiantuotantoon.

Tavoitteena on laatia yrityksille polku, miten he voivat lisätä energiahuoltovarmuutta ja -omavaraisuutta sekä edistää vähähiilisyttä.

Seuraavat mallilaskelmat tehty:

- Kuortaneen urheiluopiston maalämpö
- Soinilaisen maatilan aurinkoenergialaskelma (tulossa myös biokaasu)
- Ylistarolaisen yrittäjän vertikaalisen tuulivoimatuotannon potentiaalilaskelma
- Jalasjärveläisen maatilan aurinkosähkölaskelma
- Kauhavalaisen perunatilan aurinkosähkölaskelma
- Lapualaisen broileritilan aurinkosähkölaskelma

Mallilaskelmissa on hyödynnetty erityisesti Vaasan yliopiston osaamista

TkT Suvi Karirinne: Aurinkoenergia

DI Ari Haapanen: Biokaasu

Esimerkkinä vertikaalinen tuulivoima

Vertikaalisen tuulivoiman laskelmia on nähty Suomessa harvemmin

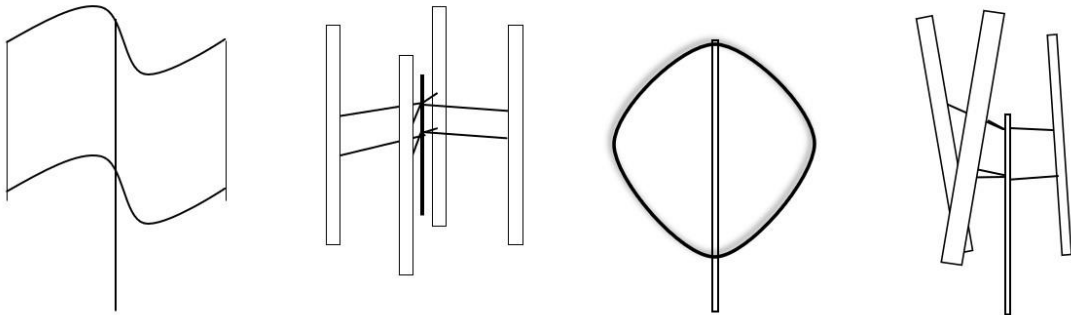
Kari Laasasenaho vastasi laskelmista lokakuussa 2020 ja ne on tarkoitus julkaista SeAMK Ruoka-yksikön kokoomateoksessa vuonna 2021

Tehty esimerkkilaskelma oli mielenkiintoinen laskuharjoitus myös hanketyöntekijöille

Vertikaalinen tuulivoima (Liu ym. 2019)

- Vertikaalisten tuulivoimaloiden (Vertical Axis Wind Turbine, VAWT) hyvänä ominaisuutena on se, että ne voidaan sijoittaa maanpinnalle ja ne toimivat kaikkiin ilmansuuntiin ilman säätöjä.
- Maisema- ja ympäristöhaitat jäävät pienemmiksi.
- Voimaloiden käyntiin lähtöön tarvittava tuulennopeus on yleensä alhainen eli n. 1,5-3,0 m/s.
- Kestävät myös kovia tuulennopeuksia

Vertikaalinen tuulivoima



Vertikaalisten tuulivoimaloiden yleisimmät tyypit vasemmalta oikealle: S-tyyppin Savonius voimala, suoralapainen voimala, troposkien-mallinen voimala ja Daerrieus tuulivoima (Liu ym. 2019 mukailten).



Rajoitteita

- Koska vertikaalisen tuulivoimalan pyyhkäisypinta-ala jää vaatimattomaksi, niiden maksimiteho jää yleensä huomattavasti 10 kW alhaisemmaksi.
- Vertikaaliset voimalat eivät pysty keräämään tuulen sisältämää energiaa kovin suurelta pinta-alalta (teho = ilmantiheys x ala x tuulen nopeus).
- Mikäli vertikaalisilla voimaloilla pitäisi kattaa suuri energiantarve, tarvitaan useampi voimala. Kaupalliset megawatti-luokan voimalat ovat harvinaisia ja niiden tekniikka on vasta kehittymässä (Liu ym. 2019).
- Siksi vertikaalisia tuulivoimaloita myydään Suomessa lähinnä sähköttömille ja sähköverkon ulottumattomissa oleville kohteille, joiden energiantarve on pieni.

Kohdekuvaus

Vanha sikala halutaan muuttaa juhla- ja kokouspalvelukäyttöön.

Mahdollisella vertikaalisella tuulivoimalla tuotettaisiin rakennuksen sähköntarve.

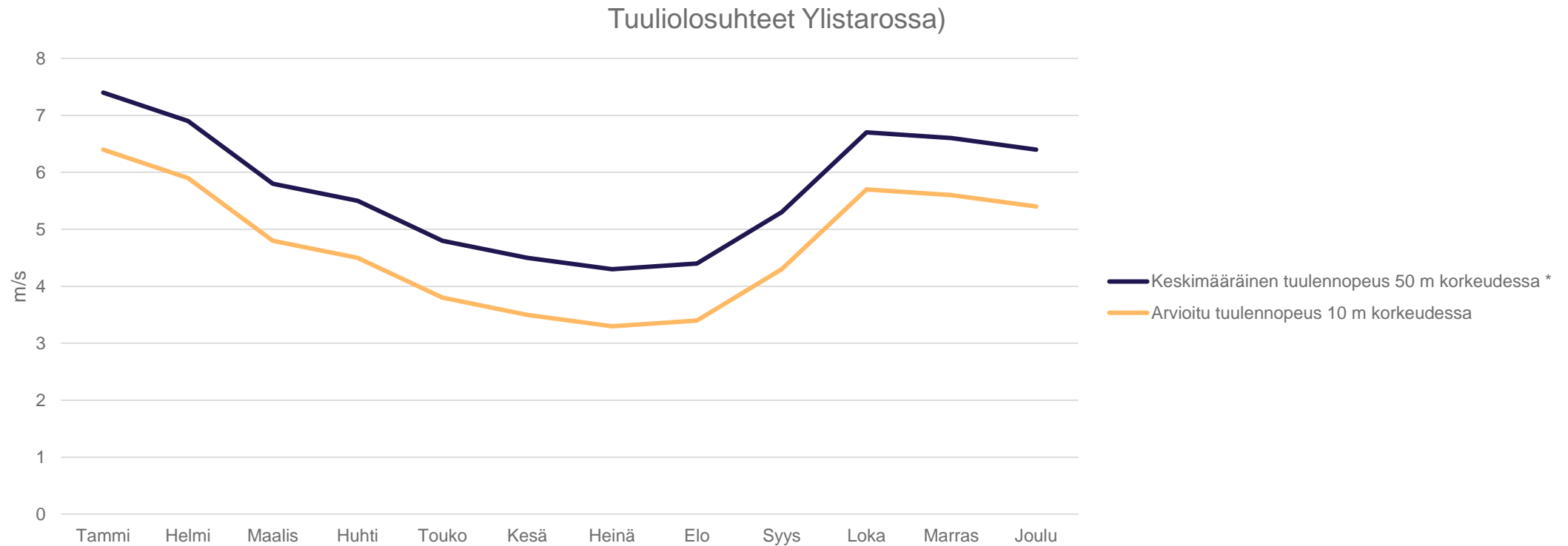
Alustava arvio tuulivoiman teholuokasta on 3-6 kW, joten tätä teholuokkaa käytettiin mallilaskelmien pohjana.

Mallilaskelmien tarkoitus oli antaa sähkönkulutukseen ja tuuliolosuhteisiin perustuvia suosituksia siitä, mikä voisi olla sopiva laiteteho ja mahdolliset laitettoimittajat.

Taustatiedot

- Vertikaalisen tuulivoiman mallilaskelmat pohjautuvat laitevalmistajien antamiin lähtötietoihin sekä arvioon tulevasta sähköenergiankulutuksesta kohteella (35 000 kWh vuodessa, valaistus + laitteet, lämmitys hakkeella).
- Tilaaja toivoi, että kohteella syntyvä ylijäämä sähkö varastoitaisiin rautasulfaattiakustoon, eikä sitä myytäisi valtakunnan verkkoon.
- Laskelmissa otettiin esimerkeiksi 3 voimalaa, joiden teho oli 3-10 kW. Tarkasteluun otetut mallit olivat Aelos 10 kW, Ropatec Maxi 6kW Residential Wind Turbine ja Maglet Wind Generator 3 kW sekä niiden tehokäyrät.

Taustatiedot



				Aelos-V 10 kW**		Ropatec Maxi 6kW Residential Wind Turbine***		Maglev Wind Generator 3 kW****	
Kk	Keskimääräinen tuulennopeus 50 m korkeudessa *	Arvioitu tuulennopeus 10 m korkeudessa	h	Laitemallin ilmoittama teho (W) annetussa tuulennopeudessa	Tuotettu tuulienergia , kWh	Laitemallin ilmoittama teho (W) annetussa tuulennopeudessa	Tuotettu tuulienergia , kWh	Laitemallin ilmoittama teho (W) annetussa tuulennopeudessa	Tuotettu tuulienergia , kWh
Tammi	7,4	6,4	744	1500	1116	500	372	600	446
Helmi	6,9	5,9	672	1200	806	450	302	490	329
Maalis	5,8	4,8	744	600	446	275	205	300	223
Huhti	5,5	4,5	720	500	360	250	180	250	180
Touko	4,8	3,8	744	250	186	100	74	200	149
Kesä	4,5	3,5	720	200	144	75	54	150	108
Heinä	4,3	3,3	744	150	112	50	37	125	93
Elo	4,4	3,4	744	175	130	60	45	150	112
Syys	5,3	4,3	720	400	288	200	144	225	162
Loka	6,7	5,7	744	1100	818	425	316	450	335
Marras	6,6	5,6	720	1000	720	400	288	425	306
Joulu	6,4	5,4	744	900	670	350	260	400	298
Ka.	5,7	4,7		665	483	261	190	314	228
Yht.			8760		5797		2278		2741
*Lähde: Tuuliatlas									
** Lähde: https://www.researchgate.net/figure/Power-curves-for-10-KW-vertical-Axis-Wind-Turbine-11_fig3_270584132									
*** Lähde: https://www.mwps.world/market/offered/1kw-150kw-wind-turbines/residential-wind-turbines-sale-ropatec-6kw/				Aelos-V 10 kW	Maglev Wind Generator 3 kW				
****Lähde: https://windwing.en.made-in-china.com/product/pShEYjKUXHkV/China-3kw-Vertical-Wind-Turbine-Generator-and-Wind-Power-Generator-Wind-Turbine-200W-10KW-.html									

Tulokset

- Arvioidun sähkönkulutuksen kattamiseksi (35 000 kWh) tarvittaisiin 6-15 voimalaa mallista riippuen.
- Laskelmat viittaavat siihen, että sähköntuotanto vertikaalisella tuulivoimalla on vähintään kymmenien tuhansien eurojen investointi ja voisi enimmillään maksaa jopa satoja tuhansia euroja.

Miten saavutetaan 35 000 kWh?

	Aelos-V 10 kW	Ropatec Maxi 6kW	Maglev Wind Generator 3 kW
Arvio tarvittavien tuulivoimaloiden määrästä	6	15	13
Arvio tuulivoimalan kappalehinnasta	Tarjoukset pyydettävä erikseen	Uutena arviolta 40 000 €	arvio 5000-10 000 €

Johtopäätökset

- Vertikaalinen tuulivoima on taloudellisesti kannattamatonta, mikäli saatavilla on verkkosähköä
- Jos rakennuksen energiantarve halutaan kattaa kokonaan, tarvittaisiin vastaavasti 6-15 voimalaa ja niille ylijäämäenergiaa varastoiva rautasulfaattiakusto.
- Laitevalmistajien tehokäyrät vaihtelevat yllättävän paljon esimerkiksi 3 kW:n ja 6 kW:n voimaloissa.
- Vertikaalisten tuulivoimaloiden hinta on tällä hetkellä varsin korkea tuotettua kWh kohden.
- Yhden valmistajan ilmoittaman myyntihinnan perusteella sähköhinnassa päästään verkkosähkön keskimääräiseen hintaa (0,13 €/kWh) vasta, kun kulut jaetaan 150 vuodelle. Lisäksi lähtöhinta ei sisällä akustosta syntyviä kustannuksia.

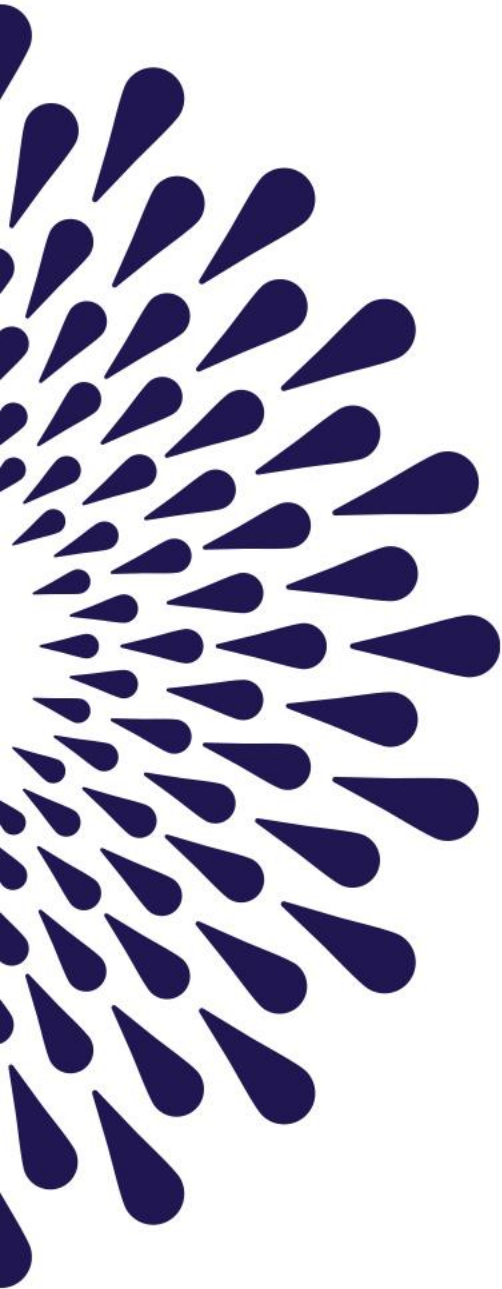
Kiitos!

Lähteet:

Liu, J., Lin, H. & J. Zhang 2019. Review on the technical perspectives and commercial viability of vertical axis wind turbines. Ocean Engineering 182: 608–626.

Ragheb, M. 2015 Vertical axis wind turbines. Saatavilla: <http://50.63.38.179/NPRE%20475%20Wind%20Power%20Systems/Vertical%20Axis%20Wind%20Turbines.pdf>

Valmistajien nettisivut



SeAMK 
SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

