

Jyrki Kataja • Petri Kapuinen • Titta Kotilainen  
Janne Keränen • Ville Korpelainen



# Energianhallinta maatiloilla ja puutarhoilla 2020-luvulla

Toimintasuositukset

# **Energianhallinta maatiloilla ja puutarhoilla 2020-luvulla**

JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULUN RAPORTTEJA 36

JYRKI KATAJA  
PETRI KAPUINEN  
TITTA KOTILAINEN  
JANNE KERÄNEN  
VILLE KORPELAINEN

## Energianhallinta maatiloilla ja puutarhoilla 2020-luvulla

TOIMINTASUOSITUKSET



# JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULUN RAPORTEJA -SARJA

Jyrki Kataja | Petri Kapuinen | Titta Kotilainen  
Janne Keränen | Ville Korpelainen

## ENERGIANHALLINTA MAATILOILLA JA PUUTARHOILLA 2020-LUVULLA Toimintasuositukset

Kannen kuva • Pexels  
Ulkoasu • Jamk / Pekka Salminen  
Taitto • Punamusta Oy • 2022

ISBN 978-951-830-658-3 (PDF)  
ISSN 1795-3766

### JAKELU

Jyväskylän ammattikorkeakoulun kirjasto  
PL 207, 40101 Jyväskylä  
Rajakatu 35, 40200 Jyväskylä  
Puh. 040 552 6541  
Sähköposti: [julkaisut@jamk.fi](mailto:julkaisut@jamk.fi)  
[www.jamk.fi/julkaisut](http://www.jamk.fi/julkaisut)



Tämä teos on lisensoitu Creative Commons  
Nimeä-EiMuutoksia 4.0 Kansainvälinen -lisenssillä

# SISÄLLYS

|  |    |
|--|----|
| TIIVISTELMÄ.....                                     | 6  |
| ABSTRACT.....  | 7  |
| JOHDANTO.....  | 8  |
| AINEISTO.....  | 10 |
| TULOKSET, NIIDEN VAIKUTTAVUUS JA JOHTOPÄÄTÖKSET..... | 11 |
| TULEVAISUUDEN HAASTEET .....                         | 12 |
| TOIMINTASUOSITUKSET.....                             | 13 |
| LUE LISÄÄ HANKKEEN LOPPURAPORTISTA .....             | 14 |
| KIRJOITTAJAT.....                                    | 16 |

# TIIVISTELMÄ

**Jyrki Kataja, Petri Kapuinen, Titta Kotilainen,  
Janne Keränen & Ville Korpelainen**  
**Energianhallinta maataloilla ja puutarhoilla 2020-luvulla**  
**Toimintasuositukset**  
**Jyväskylän ammattikorkeakoulun raportteja, 36**

Sekä maatalojen että puutarhojen riippuvuus ostoenergiasta on lisääntynyt systemaattisesti viime vuosikymmeninä. Maatalojen yksikkökokojen kasvun sekä digitalisaation ja automaation nopean kehittymisen seurauksena kehitys jatkuu saman suuntaisena, jolloin sähköenergian merkitys tulee korostumaan entisestään.

Maatalojen ja puutarhojen tulee olla kyky vastata 2020-luvun sähkömarkkinoiden muuttuviin haasteisiin toiminnallisesti ja taloudellisesti järkevillä tavoilla. Tällöin yritystasolla on tunnettava sähkön kokonaiskulutuksen lisäksi yksittäisten laitteiden ja koneiden käytöstä syntyvä sähkökuorma ja sen vaihtelut vähintäänkin voimassa olevan sähkösopimuksen mukaisen energiankulutuksen mittaustavan tarkkuudella. Tämä mahdollistaa maataloille ja puutarhoille sähkömarkkinoiden kulutus- ja tuotantojoustojen suunnitelmallisen hyödyntämisen sekä oman hajautetun sähköntuotannon ja -varastoinnin mitoittamisen optimoinnin.

Energiantuotannon ja -käytön tulevaisuus maataloilla hankkeen (eTU) tutkimusaineisto kerättiin kolmelta kotieläintilalta sekä yhdeltä opetusmaatilalta. Lisäksi yksittäisten tuottoprosessien ja niiden vaiheiden osalta tehtiin mittausarjoja kontrolloiduissa testausympäristöissä. Hankkeen toteutusaikana nousi esiin tarve riippumattomalla ja kumuloituvalla tiedolla hajautetusta energiantuotannosta, -varastoinnista ja -kulutuksesta energiatehokkuuden ja -omavaraisuuden parantamiseksi hyödyntäen AgriHubin viestinnällisiä palveluita ja joukkoistettua tiedonkeruuta.

Avainsanat: energiankulutus, sähkökuorma, energiaomavaraisuus, maatala, puutarha, kulutusjousto, tuotantojousto

# ABSTRACT

**Jyrki Kataja, Petri Kapuinen, Titta Kotilainen,  
Janne Keränen & Ville Korpelainen**

**Energy management in farms and timber farms in the 2020s**

**Recommendations for action**

**Reports of JAMK University of Applied Sciences, 36**

The dependence of farms and gardens on purchasing energy has increased systematically in recent decades. This development will continue because of the increase farm sizes and the rapid development of digitalization, which is why the importance of electric energy will become more pronounced.

The ability of farms and gardens to respond to the changing challenges of the 2020s electricity market in operationally and economically sound ways is since, in addition to total electricity consumption at the farm level, the electrical load generated using individual appliances and machinery and its fluctuations with sufficient accuracy. This enables farms and gardens to utilize methodically the consumption and production flexibility of the electricity market and optimize the dimensioning from their own distributed electricity generation and storing.

The data of study were collected as field measurements from three livestock farms as well as one teaching farm. In addition, measurement kits were carried out for individual yield processes and their phases in controlled testing environments. During the project's implementation accentuated the need for independent and cumulative information on decentralized energy generation, storage, and consumption to improve energy efficiency and self-sufficiency, utilizing communicative services on AgriHub.

Keywords: energy consumption, electric load, energy self-sufficiency, farm, garden, abrasion elasticity, production elasticity

## JOHDANTO

Miten erilaiset sähkön- ja lämmöntuotannon järjestelmät mahdollistavat taloudellisesti järkevän tavan tuottaa energiaa maaseutualueilla?

Tämä on hankkeen ”Energiantuotannon ja -käytön tulevaisuus maatiloilla (eTU)” raportti toimintasuosituksista. Hanke toteutettiin Jyväskylän ammattikorkeakoulun, Luonnonvarakeskuksen, VTT:n ja Peimarin koulutuskuntayhtymä yhteistyönä vuosina 2018–2021. Hankkeen rahoittajana toimi maa- ja metsätalousministeriö ja se kuului Maatalouden ympäristövaikutusten tutki-

musohjelmaan (MATO) (<https://mmm.fi/mato>).

Maatalouslaskenta 2020 mukaan maa- ja puutarhatalouden energiankulutus oli 10,72 TWh. Kokonaisenergiankulutus oli kasvanut aikaisempien kolmen tilastointikerran keskiarvoon verrattuna 1,7 %, mutta sähköenergiankulutuksessa oli ollut 15,1 %:n ja moottoripolttoaineen 36,1 %:n kokonaismäärän kasvu. Maatilojen määrä oli 2010-luvun aikana vähentynyt 23 %:lla. Aktiivisten maatilojen määrän väheneminen yhdessä tilastoidun sähköenergian ja moottoripolttoaineiden kulutuksen kasvun kanssa kuvaa energiiriippuvuuden kasvua.

Miten maatiloilla ja puutarhoilla voidaan ohjata sähkö- ja lämpökuormaa jakeluverkoja hyödyntäen?

Energiasektorilla on käynnissä suuri rakenteellinen murros, jossa uusiutuvan ja hajautetun energiantuotannon kasvun seurauksena varsinkin sähköenergian tuotantokapasiteetti vaihtelee merkittävästi säätilanteen mukaan. Siksi energiantuotantoa ja -käyttöä ohjaavien järjestelmien tutkiminen ja kehittäminen siten, että maatiloilla ja puutarhoilla voidaan parantaa energiaomavaraisuusastetta uusiutuviin energialähteisiin pohjautuen sekä tunnistaa energian tuotantoa ja kulutusta tasapainottavia toimialaan liittyviä mahdollisuuksia oli ja on edelleen erittäin ajankohtainen. Yksittäisten maatilojen ja puutarhojen näkökulmasta myös aurinkosähkövoimaloiden nopea lisääntyminen tekee asiasta tärkeän nyt ja lähitulevaisuudessa.

Energiaresurssien tulee olla tasapainossa, jotta energiajärjestelmät toimisivat suunnitellulla tavalla. Sähköverkossa tämä tasapaino on koko ajan välttämätön ja uusi sähkömarkkinalainsäädäntö tulee mahdollistamaan



Energiaresurssit muodostuvat kuormista, tuotannoista ja varastoista

uudentyyppisiä kulutus- ja tuotantojous-toelementtejä sisältäviä sähkösopimuksia kuluttajille, jolloin oman sähkönkulutukseen ja sen huippukuormiin liittyvä tieto korostuu.



Kuvio 1. Energiaresurssit

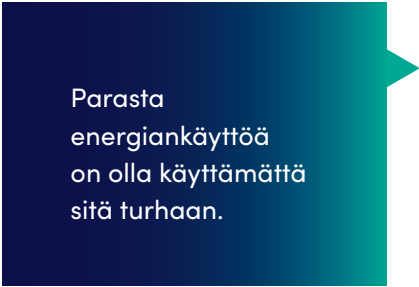
**Aggregointi** tarkoittaa pienien säätöön kykenevien sähkön tuotanto-, kulutus- ja varastointikohteiden yhdistämistä suuremmiksi kokonaisuuksiksi sähkömarkkina-paikoille tarjottavaksi.

**Itsenäinen aggregaattori** on toimija, joka yhdistää säätöön kykeneviä sähkön tuotanto-, kulutus- ja varastointikohteita ohi perinteisten sähkön toimitusketjujen.

**Alykäs mirkoverkko** on hajautettua sähkön tuotantoa ja kuormaa sisältävä itsenäinen osa yleistä sähköverkkoa, joka pystyy toimimaan saarekkeena ja tulevaisuudessa tarvittaessa irtaantumaan ja liittymään yleiseen sähköverkkoon automaattisesti.

## AINEISTO

Tutkimusaineisto kerättiin kenttämittauksina kolmelta kotieläintilalta sekä yhdeltä opetusmaatilalta. Lisäksi yksittäisten tuottoprosessien ja niiden vaiheiden osalta tehtiin mittaussarjoja kontrolloiduissa testausympäristöissä sekä hyödynnettiin aikaisempien tutkimushankkeiden tietoaaineistoja.



Parasta energiankäyttöä on olla käyttämättä sitä turhaan.

## TULOKSET, NIIDEN VAIKUTTAVUUS JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Energiaomavaraisuudella tarkoitetaan tilannetta, jossa maatila tai puutarha tuottaa yhtä paljon energiaa kuin se kuluttaa. Tätä energiantuotannon ja -kulutuksen välistä riippuvuutta voidaan tarkastella joko jatkuvana tasapainona tai sitten viikon, kuukauden tai vuoden mittaisiin jaksoihin

jaoteltuina taselaskelmina. Jatkuvaan tuotannon ja kulutukseen tasapainotilanteeseen perustuvaa energiaomavaraisuutta on vaikea saavuttaa, mutta tasetarkasteluna peltojen ja metsien biomassassa mahdollistaa energiaomavaraisuuden saavuttamisen, jos vain biomassapohjaisia energiantuotantolaitoksia on alueella riittävästi.

Maatilojen ja puutarhojen energianhallinnan kehittymisen ensimmäinen peruslähtökohta on energiantehokkuuden parantaminen. Tavoitteena on tunnistaa tuotannossa tarvittavien erilaisten teknologisten vaihtoehtojen todelliset energian kulutukset. Tutkimuksen tuloksissa käsitellään esimerkiksi valaistuksen uusimista loisteputkista led-valaistukseen sekä aperehuruokinnan sekoitusvaiheen muutosta traktorikäyttöisestä sekoituksesta sähkömoottori-

käyttöiseksi. Toisena tavoitteena on energiankäytön optimointi, jolloin tunnistetaan energiankäytön muutosten vaikutus lopputuotteen ominaisuuksiin ja tuotantokustannuksiin (mahdollisuus optimoida energialähteittäin). Energiapanoksen tuotantovasteen merkitystä tutkittiin kasvihuoneen

valotuksen rytmittämisen näkökulmasta. Rytmittämisen syklit voivat pohjautua auringon säteilyennusteisiin tai sähkön lyhytaikaisiin energiakustannusennusteisiin.

Aurinkosähköjärjestelmien tuotto vaihtelee sekä vuodenajan että hetkellisen säätilan mukaan. Maatilojen ja puutarhojen aurinkosähköntuotanto tarvitsee tuotannon ja kulutuksen tasapainottamiseen sekä akkuihin perustuvia energiavarastoja että energiayhteisötyyppisiä yhteenliittymiä sähköenergiakustannusten hallitsemiseksi.

Energiaomavaraisuus on mahdollista, mutta siihen liittyy aina tehottomuuden riski.

Hajautetut energiayhteisöt mahdollistavat maatilojen ja puutarhojen yhteistyön.

## TULEVAISUUDEN HAASTEET

Maatilojen ja puutarhojen energianhallintaa voitaisiin kehittää seuraavasti:

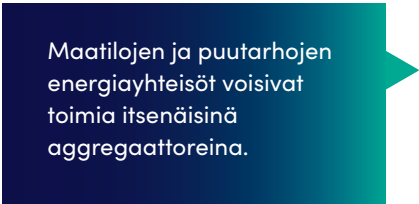
- Selkiyttämällä maatilojen ja puutarhojen ymmärrystä oman kokonaisenergiakulutuksen laitekohtaisesta muodostumisesta.
- Tuottamalla uutta tietoa säädettävistä / ohjattavista energian kulutus-, tuotanto- ja varastointikohteista ja niiden merkityksestä maanviljelijöiden ja puutarhayrittäjien päätöksenteon pohjaksi.
- Tuottamalla tietoa maatilojen ja puutarhojen edellytyksistä ja rajoitteista, jos ne toimisivat osana verkostomallista hajautetun energian tuotantoa.
- Julkaisemalla päivittyvää tietoaineistoa ja mittaustuloksia. energiaresursseihin liittyvistä uusista teknologisista ratkaisuista ja niiden käyttömahdollisuuksista maataloilla ja puutarhoissa.
  - Tuotannosta syntyvän kuorman tasaaminen
  - Myytävän energian optimointi
  - Energianvarastointi ja sen uudet teknologiset ratkaisut.

Päivittyvä, virtuaalinen hajautetun sähköntuotannon ja -varastoinnin tietoaineisto maatilojen ja puutarhojen käyttöön.

## TOIMINTASUOSITUKSET

Tulosten perusteella esitetään seuraavat suositukset mautilojen ja puutarhojen energianhallinnan kehittämiseksi:

- Hajautettujen ja paikallisten energiayhteisöjen toimintaedellytyksiä olisi kehitettävä ja varmistettava mautilojen ja puutarhojen mahdollisuudet pilottitoiminnan käynnistämiseen ja kehittämiseen.
- Mautilojen ja puutarhojen osallistumismahdollisuuksien turvaaminen sekä itsenäiseen aggregaattoritoimintaan että älykkäiden mikroverkkojen pilotoimiseksi.
- Tulisi käynnistää mautilojen ja puutarhojen energianhallinnan tutkimus- ja kehittämisohjelma, joka mahdollistaisi riippumattoman tiedon tuottamisen hajautetusta energiantuotannosta, -varastoinnista ja -kulutuksesta energiatehokkuuden ja -omavaraisuuden parantamiseksi hyödyntäen AgriHubin viestinnällisiä palveluita.
- Puutarhojen valotuksen ohjattavuuden edistäminen auringon säteilyintensiteetin ja valotuksen tuotantovasteen perusteella tarjoaa säästöpotentiaalia yhdistettynä uusiin valotusteknologioihin.



Mautilojen ja puutarhojen energiayhteisöt voisivat toimia itsenäisinä aggregaattoreina.

## LUE LISÄÄ HANKKEEN LOPPURAPORTISTA

Kataja, J, Kapuinen, P, Kotilainen t; Keränen, J, Korpelainen, V. 2022 Energiantuotannon ja -käytön tulevaisuus maataloilla (eTU): loppuraportti. Jyväskylän ammattikorkeakoulun raportteja 37.

Hankkeen webinaaritallenteet, esittelyvideot, seminaariesitelmien materiaalia ja tietokortteja löydät täältä <https://ravinnejaenergia.fi>

# Kirjoittajat

# KIRJOITTAJAT

**Jyrki Kataja**

Asiantuntija

Jyväskylän ammattikorkeakoulu

**Petri Kapuinen**

Tutkija

Luonnonvarakeskus

**Titta Kotilainen**

Erikoistutkija

Luonnonvarakeskus

**Janne Keränen**

Erikoistutkija

VTT

**Ville Korpelainen**

Tuntiopettaja

Peimarin koulutus kuntayhtymä



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULUN  
JULKAISUJA



**MYynti JA JAKELU**

Jyväskylän ammattikorkeakoulun kirjasto  
PL 207, 40101 Jyväskylä  
Rajakatu 35, 40200 Jyväskylä  
Puh. 040 552 6541  
Sähköposti: [julkaisut@jamk.fi](mailto:julkaisut@jamk.fi)  
[www.jamk.fi/julkaisut](http://www.jamk.fi/julkaisut)

**VERKKOKAUPPA**

[www.tahtijulkaisut.net](http://www.tahtijulkaisut.net)



## Jyväskylän ammattikorkeakoulu

PL 207, 40101 Jyväskylä  
Rajakatu 35,  
40200 Jyväskylä  
Puh. +358 20 743 8100  
Fax. +358 14 449 9694

**jamk.fi**

# Jamkin julkaisut tutkittua tietoa sinulle.

Ostoenergian ja eteenkin sähkön merkitys niin maatalojen kuin puutarhojen kriittisenä tuotantopanoksena on korostunut viime vuosikymmeninä. Yksikkökojojen kasvun sekä digitalisaation ja automaation lisääntymisen seurauksena kehitys jatkunee saman suuntaisena ja sähköenergian merkitys korostuu entisestään.

Maatalojen ja puutarhojen tulee olla kyky vastata 2020-luvun sähkömarkkinoiden muuttuviin haasteisiin toiminnallisesti ja taloudellisesti järkevillä tavoilla. Yritystasolla on tunnettava sähkön kokonaiskulutuksen lisäksi tuotannon tarvitsema sähkökuorma vaihteluineen vähintäänkin sähkösopimuksen mukaisen energiankulutuksen mittaustavan tarkkuudella. Tämä mahdollistaa sähkömarkkinoiden kulutus- ja tuotantojoustojen suunnitelmallisen hyödyntämisen sekä hajautetun sähköntuotannon ja -varastoinnin mitoittamisen optimoinnin. Tutkimushankkeen aikana nousi useita kertoja esiin riippumattoman ja kumuloituvan tiedon tarve uusista tuotteista energiatehokkuuden ja -omavaraisuuden parantamiseksi.

ISBN 978-951-830-658-3

jamk