

1000 sähköverkkoa turvaavaa CHP-tuorehakevoimalaa

5.3.2025

Tavanomainen hakevoimala polttaa tasaisen kuivaa ja likimain ylivuotista haketta ja tuottaa siitä lämpöä 50 kilowatin (kW) tehosta alkaen. Suurella maatilalla kattilateho voi olla lämpöteholtaan 500-700 kilowattia. Isolla broileritilalla voi pienpuuta kulua noin 1500 hakekuutiota vuodessa. Tämä vastaa noin 700 kiintokuutiometriä karsittua rankapuuta.

Tässä artikkelissa tarkastellaan kuitenkin valtakunnan näkökulmasta pientä 500-2000 kW:n lämpötehoskaalaa isompien maatilojen, kiinteistöjen ja pienten kaukolämpöverkkojen sekä yhteiskunnallisesti hajautus- ja varavoimatarpeiden näkökulmista.

Suomessa on noin 200 broilerimaatilaa ja 700 sikatilaa (MTK 2025). Energiaälykäs eteläpohjainen maatila -hanke keskittyy alkutuotantoon. Mutta pienemmän mittakaavan lämmöntuotannon sähköistämispotentiaalia tarkastellen on merkille pantavaa, että Suomen kaukolämpöverkoissa oli vuonna 2022 kiinni 107 voimalaitosta ja 853 lämpökeskusta, jonka lisäksi yrityksillä oli 273 siirrettävää lämpökeskusta (Energiateollisuus 2022).

Suurilla laitoksilla biomassojen poltto vähenee

Lienee todennäköistä, että biomassaa polttavien suurten voimalaitosten määrä isoissa kaukolämpöverkoissa vähenee edelleen. Talvikauteen painottuvat tuulivoiman tuotantohuiput kulutetaan kiihtyvään tahtiin teholtaan 10 – 100 megawatin (MW) sähkökattiloiden kautta ja lämpöä varastoidaan 10-100 gigawattitunnin (GWh)

lämpövarastoihin jaettavaksi kaukolämpöverkkoon suurimmillaan kuukausien viiveellä tuotantohetkestä.

Paineet metsien tuottamien ekologisten arvojen lisäämiseen kasvavat esimerkiksi jo tehdyn EU:n ennallistamisasetuksen siirtyessä käytäntöön ja niistä politiikkamuutoksista, mitä julkinen sektori ja muut puumarkkinatoimijat alkavat tehdä Suomen metsien käännyttyä päästölähteeksi vuonna 2024 (HS 2025). Metsäala pysyy jatkossakin luonteeltaan sellaisena, että muutokset eivät ole äärimmäisen nopeita tai mustavalkoisia. Odotettavissa on kuitenkin kirjava valikoima useita metsien puustoa, kasvuston hiilinielua, maaperän hiilivarastoa sekä eriasteista ennallistamista tai suojelua nykyhetkeen verrattuna kasvattavia politiikka- ja markkinatoimia.

On silti mahdollista, että pienemmissä CHP-tuorehakevoimaloissa poltettavan puun määrä kasvaa, kun perinteisen hakevoiman näkökulmasta huonoja eli kosteampia (35-40%) biomassoja on edelleen olla kustannustehokasta polttaa lämmöksi lähellä hoidettuja talousmetsiä. Ylipäätään energiapuun kysynnän mahdollisesti vähentyessä talousmetsien hoitotoimenpiteiden teettäminen voi estyä, kun perkaus- ja harvennuspuulle ei ole käyttökohdetta taloudellisesti kestävien kuljetuskustannusten sisällä.

Kyky tuottaa tuorehakkeesta lämmön ohella sähköä voi tehdä sähköntuotantokykyyn investoimisesta kannattavaa pelkän lämpökeskuksen sijaan. Tarkoitus on palvella lämmityskaudella sähköverkkoa niin korkeimmilla SPOT-hinnoilla kuin sähköverkon taajuutta ylläpitävän reservimarkkinan kautta.

Hakevoimala 2 – Tuorehakkeen polttokyky 500-2000 kilowatin lämpötehon hakevoimaloihin

Seinäjoen ammattikorkeakoulu, Suomen metsäkeskus Seinäjoella sekä Helsingin ja Vaasan yliopistot saivat liki kuusi vuotta sitten ajatuksen maatilamittakaavan tuorehakevoimalasta. Hanke realisoitui maa- ja metsätalousministeriön ja Hämeen ELY-keskuksen myöntämällä Manner-Suomen maaseutuohjelman EIP-rahoituksella, kun lapualainen Veljekset Ala-Talkkari Oy rakensi 500 kilowatin tuorehakelämpökeskuksen Katteluksen broileritilalle.

Tuorehakemallissa ei polteta märkää, kaatotuoretta puuta, jonka kosteus on 50-55 %, vaan tuorehakkeen kosteus on 35-40 %. Laitos polttaa myös perinteistä kuivaa haketta, jonka kosteus on noin 30 %.

Hanke päättyi vuonna 2023. EIP-hankeyhteistyössä tarvittiin myös Kankaan, Rantalan ja Katteluksen broileritilojen eli tuotteen loppukäyttäjien näkemykset. Teknisesti polttoprosessin automaatiokyvykkyydet paranivat joidenkin kosteamman biomassan polton vaatimien fysikaalisempien ominaisuuksien lisäksi.



Tuorehakkeella ja kuivatulla hankkeella toimiva lämpökeskus (500 kW) talviasussa Katteluksen broileritilalla Lapualla. Veljekset Ala-Talkkari Oy rakensi laitoksen (kuva: Risto Lauhanen).

Hakevoimala 3 – Sähköä ja lämpöä tuottava tuorehakevoimala

Vuosina 2024–2025 Veljekset Ala-Talkkari ja Pipu Ky toteuttavat ensimmäisen version lämmön lisäksi sähköä ORC-tekniikalla (Organic Rankine Cycle) tuottavan 500 kW -kokonaistehon tuorehakevoimalan Lempäälään.

Samaan aikaan EIP Energiaälykäs eteläpohjalainen maatila -hanke selvittää 2024-2025 sähkön varastointia sekä hiilidioksidin talteenottoa, käyttöä ja varastointia. Näistä teknis-taloudellisesti tässä tehoskaalassa on mahdollista lähivuosina tuotteistettavalla tasolla ainakin sähkön varastointi. EU osarahoittaa tätä työnimellä kulkevaa ”EIP CHP” -hanketta Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen ja EU:n maaseuturahaston kanssa.

Hakevoimala 4.0 palvelee yhteiskuntaa

Hakevoimala 4.0 on idea sähköä ja lämpöä tuottavasta tuorehakevoimalasta, joka kytketään sähköverkon ja tietotekniikan kautta turvaamaan yksittäisen maatilan ja kiinteistön energiatarpeiden lisäksi yhteiskunnan laajempia tarpeita. Sähköpörssin ja sähkön reservimarkkinoiden tuotoilla voi olla mahdollista kattaa koko sähköntuotantoyksikön lisäkustannus verrattuna pelkän tuorehakevoimalan hintaan.

Hakevoimala 4.0 kohti käytäntöä vuosina 2025–2026

Teknisesti sähköpörssihinnoittelun mukaiseen käytön optimointiin sekä sähköverkon taajuuden tasapainottamisen organisoiville reservimarkkinoille osallistuva tuorehakevoimala tarvitsee jonkinlaisen yhdistelmän sähkö- ja lämpöakkuja sekä automatiikkaa, tietotekniikkaa, etähallintaa sekä asiantuntija- ja huoltopalveluita.

Konseptissa tarvitaan lisäksi sopimuksia sekä lain ja asetusten mukaisen toimintavarmuustason ylläpitämiseen kykeneviä huolto-organisaatioita. Lisäksi tarvitaan inhimillisistä ja digitaalisista ratkaisuista kootut riittävät sosiaaliset kyvykkyydet todistamaan ja valvomaan hakevoimalan toiminnalle ja valmiuksille tehtyjen sopimusten, asetusten ja lakien noudattamista.

Kemiallisiin akkuihin verrattuna hakevoimala voi tuottaa päivän sisäisen sähkö- ja reservimarkkinan näkökulmasta rajattomasti sähköenergiaa, mutta sen huipputeho on rajallisempi. Pääomakulu per kW on siis korkea, mutta per kWh alhainen. Rankahakkeen hinta per kWh on sähkömarkkinan keskihinnan kannalta tällä hetkellä korkea, mutta reservimarkkinan kannalta kohtuullinen.

Tarkastelemme kehitysaskelien mahdollistamana ylimääräisenä tulolähteenä reservimarkkinaa eli sitä markkinaa, josta Fingrid ostaa valmiutta aktivoida verkkoon tehoa taajuuden ylläpitämiseksi.

Tuorehakevoimalalla voisi tuottaa perinteiseen sähköpörssiin paikallisesta polttoaineen saatavuudesta riippuen välillä jopa alle 0,10 €/kWh -sähkön hinnalla ja viimeistään 0,4-0,6 €/kWh -tasolla lämmön tarpeesta

riippumatta. Yksittäisellä tilalla voi olla näitä ainoastaan paikallisessa tuorehakevoimalassa polttoon kelpaavia biomassoja vaihtelevasti saatavilla vuosien sisällä ja normaalia harvennus-, kuitu- ja jopa tukkipuuta tarkastellessa niiden hankintakustannus hakkuista polttoon omalla tilalla ilman eteenpäin myymisen ja toimittamisen kuluja voi olla erittäin kohtuullinen verrattuna hakkeen markkinahintaan.

Puuttuvat elementit

-Vähintään 1 MW -sähkötehoon kykenevän virtuaalivoimala, jossa useampi 75-400 kW -sähkötehon CHP-tuorehakevoimala muodostaa reservimarkkinan näkökulmasta yhden voimalan pystyäkseen tarjoamaan 1 MW:n minitehon vaativia reservituotteita.

-Kemiallisia akkuja, kapasitoreja tai muita vastaavia alle sekunnissa aktivoitavia sähkövarastoja tai -puskureita riippuen siitä, kuinka pitkään sähköntuotannon aktivoiminen jo lämpimällä voimalalla kestää käytännössä ja mitkä reservituotteet ja niiden vaihtelevat aktivointiaikavaatimukset <1 s, <10 s, 3 min, 5 min tai 15 min on kannattavaa ja mahdollista täyttää täyttää, aktivoinnin tapahtuessa sähköä pitää tuottaa verkkoon tunti kerrallaan (Fingrid 2025) tai vaihtoehtoisesti

– Kyvyn kuluttaa koko sähköteho lämmöksi sähkökattilalla silloin, kun sähköä ei ole kannattavaa käyttää itse sähkönä tai myydä verkkoon. Jos perustilassa sähkö käytetään omassa kiinteistössä tai lämmöksi, on sähkökattilan koko luultavasti kannattavaa vähintään noin kaksinkertaistaa suhteessa ORC-yksikön sähköntuottoon, jotta reservimarkkinalle voidaan tarjota nopean tuotannon lisäksi myös kulutusta.

– Jos sähköä halutaan pystyä myymään lämmityskauden ulkopuolella, tarvitaan koko 500-2000 kW -lämpökuormalle sopiva lämpövarasto tai muu kyky siirtää lämpö muualle kuin kiinteistöön ja lämpöverkkoon.

Sähkön reservi- ja SPOT-markkinan tuottolaskelmia

Tässä kappaleessa hahmotellaan reservimarkkinalle ja varsinaiselle sähkömarkkinalle osallistumisen mahdollisia tuottoja ja mahdollista takaisinmaksuaikaa tukeutuen Fingridin Reservituottolaskuriin.

Sähköntuotantoon kykenevän tuorehakevoimalan hintaa verrattuna perinteiseen pelkkää lämpöä tuottavaan tuorehakevoimalaan ei voida vielä julkaista, mutta sen verran voidaan todeta, että nämä laskelmat osoittavat sen olevan tukevasti mahdollisen puolella.

Laskelmasta merkittävin puuttuva tekijä on polttoaineen hinta, mutta tuorehakkeen polttomahdollisuuden säästö on vähintään samaa luokkaa sähköntuotantoon kuluvan lisäenergian kanssa. Aiemmissa esimerkkilaskelmissa tuorehakkeen hankinta on ollut noin 3-8 euroa kiintokuutiolle puuta edullisempaa kuin perinteisen kuivan hakkeen hankinta.

Laskuharjoituksena sähkön myyminen Nordpool-sähköpörssin SPOT-hinnoin sähköverkkoon voisi noin kolmen kuukauden, nettona 6 tuntia päivässä ja keskimäärin 0,05-0,5 €/kWh tuotolla ja 100 kW sähköteholla

tuottaa esimerkiksi 100 päivän aikana seuraavasti:

180 päivää x 6 h/päivä x 0,05-0,5 €/kWh x 100 kW = 5400 – 54 000 € per vuosi eli 0,054-0,54 €/W vuodessa.

Lisäksi pois jäisi oman kiinteistön sähkön kulutuksen verran siirtomaksuja ja kiinteistörajat ylittävien energiayhteisöjen laillistuessa myös lähikiinteistöjen siirtomaksuja. Perusteellisemmassa laskelmassa tuotoista tulee vähentää paikkakohtaiset puun- ja biomassan hankinnan kulut. Skenaarion yläpää on käytännössä mahdoton ilman vuoden 2022 kaltaisia kriisivuosia.

Pörssisähkön hinnat julkistetaan kullekin päivälle edellisenä päivänä ja tilakohtaisesta hakkeen hinnasta ja lämmitystarpeesta riippuen sähköä ei kannattane suurinta osaa ajasta tuottaa sähköverkkoon, koska keskimääräinen tuntihinta on talvellakin alhainen.

Reservimarkkinan tilanne on kuitenkin toinen ja siellä hinnat edellisellä kokonaisella lämmityskaudella 01.10.2023-29.02.2024 jatkuvasti markkinalle tarjotulle 1 MW sähköteholle kertyi tuona 6 kk ajanjaksona FCR-N-tuottoja 152 000 € eli 0,152 €/W. Edellisellä lämmityskaudella 1.10.2022-28.02.2023 talvella taas aFRR-alas ja aFRR-ylös -reservit olisivat tuottaneet 423 000 + 332 000 € eli 755 000 € eli 0,76 €/W.

Jos sähköntuotantoyksikön vaatiman investoinnin lisäpääkustannukseksi verrattuna pelkkään tuorehakelämpövoimalaan muodostuisi 3-5 €/W ja vuosituotoiksi 0,4-1 €/W vuodessa SPOT- ja reservimarkkinalta, olisi takaisinmaksuaika 3-12,5 vuotta.

Tämä artikkeli on osa ”Energiaälykäs eteläpohjalainen maatila” -hankkeen toimintaa. Hanke on EU:n osarahoittama. Lisäksi Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus ja EU:n maaseuturahasto rahoittavat hanketta.

Miiro Jääskeläinen
EIP CHP -hankkeen projektipäällikkö, Luonnonvarat ja biotalous
SeAMK

Risto Lauhanen
Erityisasiantuntija EIP CHP -hankkeessa
Luonnovarat ja biotalous
SeAMK

Juho Heiska
Tutkimus- ja kehittämispäällikkö, Digitalisaatio- ja älykkäät teknologiat
SeAMK

Lähteet

Energiateollisuus ry. Kaukolämpötilasto 2022.
https://energia.fi/wp-content/uploads/2022/11/Kaukolampotilasto_2022.pdf (viitattu 20.1.2025)

EPV Energia 2022. Vaasan Voima kasvattaa lämpövarastonsa kapasiteettia.
https://www.epv.fi/2024/10/21/vaasan-voima-kasvattaa-lampovarastonsa-kapasiteettia/ (viitattu 20.1.2025)

Fingrid 2025. Reservimarkkinat, Reservilajit. Nettisivut: https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/reservit-ja-saatosahko/#reservilajit (viitattu 20.1.2025)

Fingrid 2025. Reservimarkkinat, Reservituottolaskuri. Nettisivut: https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/reservit-ja-saatosahko/kuinka-osallistua-reservimarkkinoille/reservituottolaskuri/ (viitattu 5.2.2025)

Helsingin Sanomat 2025. Uudet tiedot Suomen metsistä ovat todellinen uutispommi – Seuraukset eivät ole ihan pieniä. https://www.hs.fi/alueet/art-2000010966941.html (viitattu 20.1.2025)

MTK 2025. Sianlihantuotanto. https://www.mtk.fi/-/sianlihantuotanto (viitattu 20.1.2025)

Suomen Broileryhdistys Ry 2025. Missä broilerituotantoa on? https://suomibroileri.fi/fi/missa (viitattu 20.1.2025)

Kuvateksti. Tuorehakkeella ja kuivatulla hankkeella toimiva lämpökeskus (500 kW) talviasussa Katteluksen broileritilalla Lapualla. Veljekset Ala-Talkkari Oy rakensi laitoksen. (Risto Lauhanen).