



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



**Euroopan unionin
osarahoittama**

Toni Takalo

TEKNINEN ANALYYSI KULUTTAJIEN LAITTEISTOSTA JA NIIDEN SOPIVUUDESTA KYSYNTÄJOUSTOON

Tekniikka

2025

SISÄLLYSLUETTELO

SISÄLLYSLUETTELO	2
KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET	3
1 JOHDANTO.....	4
2 PÖRSSISÄHKÖRELEET	6
2.1 Shelly-pörssisähköreleet	7
2.2 Powerant	8
2.4 Evesta Caladrius	9
2.3 T700DIN pörssisähkörele ja T700 älytermostaatti.....	10
3 ÄLYKÄS SÄHKÖMITTARI	11
3.1 Vaasan sähköverkko	12
3.2 Elenia	13
3.3 Datahub.....	13
3.4 Han-portti ja varttitase	14
4 LÄMPÖPUMPUT.....	15
4.1 Maa- ja ilmavesilämpöpumput	15
4.2 Ilmalämpöpumput.....	17
5 ERILLISET VARAAJAT JA LÄMPÖAKUT	19
6 SUORA SÄHKÖLÄMMITYS JA AUTOLATURIT.....	20
LÄHTEET.....	22

KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET

V	Tilavuus
A	Pinta-ala
h	Korkeus
m	Massa
Q	Energia
c	Ominaislämpökapasiteetti
T	Lämpötila

1 JOHDANTO

Kuluttajat voivat hyötyä rahallisesti hyödyntämällä pörssisähkön edut. Kuluttajien keskuudessa on paljon käyttämätöntä potentiaalia. Pörssisähköohjaus voidaan toteuttaa paikallisesti kuluttajan kulutuslaitteella tai keskitetysti sähkökeskuksella. Nykyään on myös hyvin saatavilla valmistajien omia sovelluksia pörssisähköohjaukseen. Pörssisähkäreleitä voidaan käyttää, mikäli laitteelle ei ole saatavilla erillistä sovellusta

Mikäli asiakas haluaa hyödyntää kysyntäjoustopuolteen edut, on hänellä oltava pörssisähkö. Yösähkön käyttö lämmityksessä yhdessä tai erikseen pörssisähkön kanssa voi myös tuoda huomattavia säästöjä. Soveltuvuus ja saatavuus yösähkön käytöstä lämmitykseen tulee selvittää erikseen.

Yleisesti ottaen järjestelmät tulee säätää tapauskohtaisesti, riippuen muun muassa ulkolämpötilasta, sisälämpötilasta ja halutuista sisälämpötiloista. Voidaan olettaa, että mitä suuremmat erot vuorokauden sisäisiin sähkönhintoihin on saatavilla, sitä suositummaksi pörssisähkösovellukset ja tuotteet tulevat.

Kotitalouksien kysyntäpuoli voidaan nähdä positiivisena asiana, koska kotitaloudet voivat toimia sähkömarkkinoilla hintoja tasaavana elementtinä. Ei ole kenenkään etu, että ns. halpoja tunteja ei saada hyödynnettyä. Järkevää olisi myös kuluttaa sähkö lähellä sähköntuotantopaikkaa, tämä voi näkyä pienempinä sähköenergian tai sähkönsiirron hintoina. Näin tapahtuessa siirtokapasiteettia kantaverkossa vapautuu.

Mikäli sähkö saadaan kulutettua lähellä tuotantopaikkaa, voidaan pienentää tarvetta viedä sähköä ulkomaille. Näin sähköntuotannosta saatavat voitot voidaan kotiuttaa helpommin. Kysyntäpuoli pienentää sähköverkon kehitys- ja laajennustarvetta ja lisää sähköstä saatavia kotimaisia voittoja. Tällä hetkellä näyttää siltä, että keskitetyt energianvarausjärjestelmät, kuten pumppuvoimalaitokset ja akut eivät vielä riitä tasaamaan tuotantohuippuja.

Sähköntuonti ja -vienti ei sinänsä ole huono asia, jos sähköntuotannosta saatavat voitot voidaan kotiuttaa tasapuolisesti. Tällä hetkellä Suomen voimalaitoksissa ei ole sellaista kyvykkyyttä, joka takaisi tasapuoliset voitot. Norjalla ja Ruotsilla on paljon vesivoimaa, ja siksi se pystyy valitsemaan joustavasti, milloin se myy sähköä. Suomelta puuttuu tämä kyky osittain, ja muun muassa tuulesta saatavia halpoja energiatunteja ei voi varastoida tehokkaasti.

Jos vaihtoehtoja sähköön varastointiin ei ole, voi tämä näkyä negatiivisesti tuulivoimaloiden katteessa. Todellista kilpailua sähköön varastointiin ei siis synny. Sähkömarkkinoiden toimivuus tai toimimattomuus suhteessa hintoihin on asia, johon tässä analyysissä ei oteta syvällisesti kantaa.

2 PÖRSSISÄHKÖRELEET

Pörssisähkörele on lisälaite, jolla kuluttajan laitetta voidaan ohjata pörssisähkön halvimpien tuntien mukaan. Joissakin malleissa ohjelmat ovat valmiiksi asennettuina, ja toisiin ne on ladattava erikseen. Tyypillistä on, että pörssisähkörele käyttää Wifi-yhteyttä spot-hintojen hakemiseen. Kuluttajan kannalta riittää, että hinnat haetaan kerran päivässä. Tyypillisesti asetukset voidaan tehdä puhelinsovelluksessa.

Muutamia Suomessa myytäviä pörssisähköreleitä:

- Shelly pörssisähköreleet
- T700DIN pörssisähkörele ja T700 älytermostaatti
- Evesta Caladrius S-WI-FI-ohjelmoitava pörssisähkörele 3x16A
- Powerant pörssisähkörele, kontaktori ja pistorasia.

Pörssisähköreleen asennuskustannukset alkavat 150 eurosta. Releiden hinnat ovat luokkaa 20–200 euroa. Asennus tulee suorittaa valtuutetun tai riittävän sähköpätevyyden omaavan henkilön toimesta. Jos kuluttajalla on pörssisähköpistorasia, niin tällöin asennuspalvelua ei välttämättä tarvita.

Markkinoilla on jo valinnanvaraa alkaa. Muun muassa Shellyllä on laaja valikoima erilaisia releitä. Harrastelijoiden sivuilla on erilaisia taulukoita Shelly-releistä, jotka soveltuvat kysyntäjouston.

2.1 Shelly-pörssisähkäreleet

Shelly-pörssisähkäreleet ovat varsin tunnettuja ja niiden saatavuus on hyvä. Myytäviä malleja on useita. Eräiden mallien pienen koon vuoksi ne pystytään asentamaan jopa jakorasiaan. Shellyn valmistamat releet ovat suhteellisen edullisia. Hinta alkaa noin 20 eurosta.

Shelly-releille on saatavilla avoimen lähdekoodin pörssisähkööhjauksia, ja näiden asennus on nopeaa ja vaivatonta. Tyypillisesti skripti on käyttövalmis heti asennuksen jälkeen. Lähdekoodeja ja asennusohjeita löytyy esimerkiksi GitHubista.

Shelly-releille löytyy myös selainpohjaisia ohjauksia. Nämä ohjaukset vaativat rekisteröitymisen palveluun, mutta ovat helppoja ottaa käyttöön.

Pörssisähkö

© Jussi Isotalo (jisotalo.)

Tila	Historia	Asetukset	
Ohjaus nyt	POIS		
Ohjauksen selite	Hinta yli rajan		
Sähkön hinta nyt	24.12 c/kWh		
Ohjaustyyppi	Hintaraja		
Laitteen nimi	Ei asetettu		
Tila	Ohjaus tarkistettu 12:00:05 - Hinnat päivitetty 00:00:07		

Sähkö tänään

Keskiarvo	Halvin	Kallein
18.03 c/kWh	5.63 c/kWh	25.87 c/kWh

Sähkö huomenna

Keskiarvo	Halvin	Kallein
Ei vielä tiedossa		

Toteutuma tänään

Aika	Hinta	Ohjaus
00:00	8.19 c/kWh	
01:00	8.21 c/kWh	
02:00	7.20 c/kWh	
03:00	5.81 c/kWh	
04:00	5.63 c/kWh	
05:00	6.37 c/kWh	
06:00	8.02 c/kWh	
07:00	20.11 c/kWh	

Toteutuma huomenna

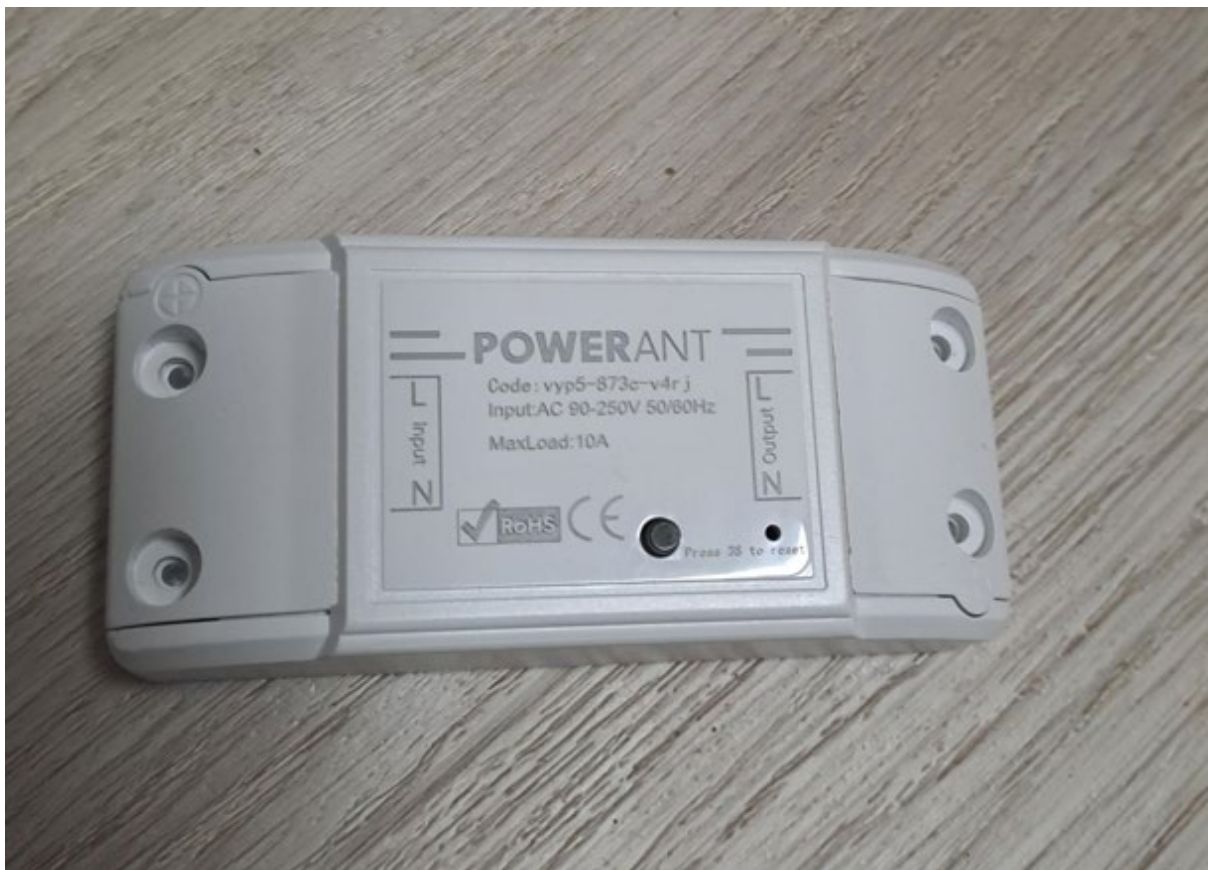
Aika	Hinta	Ohjaus
Ei vielä tiedossa		

Kuva 1. Pörssisähkösovellus.

2.2 Powerant

Powerantilta on saatavilla ainakin kolme pörssisähkörelemallia. Asiakkaan ei tarvitse asentaa Powerant releisiin ohjelmia, koska pörssisähkösovellus on niissä valmiina. Powerant pörssisähköreleitä on saatavilla sekä yksi- että kolmivaiheisina.

Pistorasiaan liitettävään releeseen (pistorasiapörssisähkörele) ei tarvitse hankkia edes asentajaa. Riittää, että kuluttaja vain kytkee paikalleen pörssisähköpistorasian ja siihen kytkettävän laitteen pistokkeen. Tämän jälkeen rele kytketään wifi-verkkoon, ja hintarajat asetetaan selainpohjaisessa ohjelmassa. YouTubesta saatavalla asennusvideolla näytetään, miten sähköasentaja ottaa 3-vaiheisen releen käyttöön. [/1/](#)



Kuva 2. Yksivaiheinen pistorasiaan liitettävä pörssisähkörele.

2.4 Evesta Caladrius

Caladrius S -kytkin on Wi-Fi-ohjattu 3-vaiherele, joka asennetaan DIN-kiskoon. Laite sisältää kolme potentiaalivapaata 16A relettä. Rele on ohjattavissa Android- ja Apple-puhelinsovelluksilla. Sopii muun muassa esimerkiksi lämminvesivaraajan tai sähköauton latausaseman hallintaan.

Sisältää virtamuuntajatulon 1:300 muuntosuhteella. Virtamuuntaja voidaan kytkeä mittaamaan L1:n virtaa, jota voidaan käyttää energiankulutuksen ja säästöjen laskemiseen. Releessä on kolme toimintamoodia, jotka ovat hintaohjaus, viikko-ohjelma tai aina päällä. Wi-Fi-yhteys toimii 2.4 GHz taajuudella.



Kuva 6. Evesta Caladrius pörssisähkörele ja sen puhelinsovellus /2/.

2.3 T700DIN pörssisähkorele ja T700 älytermostaatti

THEMO DIN pörssisähkorele on suunniteltu automaattiseen varaavien lämmitysjärjestelmien ohjaamiseen. Toimii ennalta asetettujen kriteerien mukaan, kuten edullisten tuntien määrä, enimmäishinta ja niin sanottu hätäjarru (maksimikatkos lämmityksessä). Rele on suunniteltu ohjaamaan kontaktoria ryhmäkeskuksessa. Kontaktori taas ohjaa esimerkiksi lämminvesivaraajaa tai lattialämmitystä.

THEMO-pörssisähkoreleesta on tarjolla kaksi mallia, jotka sopivat eri käyttötarkoituksiin:

- **T700 Älytermostaatti:** Tämä seinään asennettava termostaatti korvaa perinteisen huonetermostaatin. Se on suunniteltu ohjaamaan esimerkiksi huonekohtaista lämmitystä, kuten lattialämmitystä
- **T700DIN Älytermostaatti:** Tämä malli asennetaan ryhmäkeskukseen ja on tarkoitettu ohjaamaan varaavia lämmityslaitteita, kuten lattialämmitysjärjestelmiä tai lämpövaraajia. Ohjaus tapahtuu kontaktorin ja välireleen kautta. /3/

Molemmat mallit hyödyntävät pörssisähkön hintatietoja optimoidakseen lämmityksen kustannustehokkaaksi.

Ryhmäkeskuksen yösähkökytkin voidaan päivittää tai ohittaa toimimaan pörssisähkön ohjaamana. THEMO-pörssisähkoreleiden käyttöönotto ja hallinta onnistuvat sekä web-selaimen että ilmaisen THEMO App -sovelluksen kautta. Laite tukee WiFi-yhteyttä ja langattomia ohjelmistopäivityksiä. Laite on varustettu fyysisellä ON/OFF-painikkeella ja lapsilukolla. /3/

THEMO älytermostaatti asennetaan perinteisen huonetermostaatin tilalle seinärasiaan ja liitetään WiFi verkkoon. Sillä pystytään ohjaamaan lämmitystä viikkoajastimeen asetettujen tavoitelämpötilojen, pörssisähkön hinnan sekä paikallisen sääennusteen perusteella. Soveltuu myös paikalliseen ohjaamiseen, kuten yksittäisen huoneen lattialämmityksen hallintaan.

3 ÄLYKÄS SÄHKÖMITTARI

Sähkömittareiden asennuksesta ja huollosta huolehtivat sähköverkkoyhtiöt. Sähkönmyyjät eivät asenna sähkömittareita kuluttajille. Suomessa on noin 80 paikallista sähkönsiirtoyhtiötä, jotka huolehtivat sähköjakelusta kuluttajille.

Älykkäällä sähkömittarilla tarkoitetaan sähkömittaria, johon on lisätty uusia ominaisuuksia. Esimerkiksi, jos käyttöpaikassa havaitaan hengenvaarallinen nollavika, uusi mittari tunnistaa tilanteen ja lähettää automaattisesti ilmoituksen sähkönsiirtoyhtiölle. Uudessa mittarissa olevaa apukärkeä voidaan käyttää pörssisähköohjaukseen. Mahdollisuus pörssisähköohjaukseen vähentää kuluttajien tarvetta asentaa omia lisälaitteita kysyntäjoustoa varten. Elenian verkossa on asennettuna sähkömittareita, joihin on integroitu etäohjattava kärki. Tätä etäohjattavaa kärkeä voidaan ohjata spot-hintojen mukaan.

Mikäli olet epävarma, soveltuuko sähkömittarisi pörssisähköohjaukseen, voit tarkistaa tämän sähkönsiirtoyhtiöltä. Vaikka mittari olisi sopiva, tämä ei tarkoita, että tarvittavat sovellukset sähkönsiirtoyhtiöltä ovat saatavilla.

Älykkään energiamittarin avulla voit seurata reaaliaikaista kulutustasi ja rajoittaa kulutusta, jos liian monta laitetta on kytkeytyneenä päälle. Kulutusta voidaan rajoittaa manuaalisesti tai ohjelmallisesti. Toiminnallisuudesta voi olla hyötyä talouksille, joissa on paljon sähköä kuluttavia laitteita, kuten sähköauto, sähkölämmitys ja sähkökiuas.

Tällaisella toiminnallisuudella todennäköisyys pääsulakkeen laukeamiselle pienenee. Myös tarve isommille pääsulakkeille vähenee. Isommat sulakkeet nostavat sähköliittymän kiinteitä kuluja.

3.1 Vaasan sähköverkko

Vaasan Sähköverkko asensi vuosina 2023 ja 2024 uudet älykkäät sähkömittarit lähes 70 000 asiakkaalle. Näiden mittareiden avulla siirrytään alalla hiljattain käyttöön otettuun 15 minuutin mittaustiheyteen. Samalla mittareiden etäohjauksen hallinta tulee helpommaksi. /4/

Käytettävä mittari on mallia Landis+Gyr E360. Vaasan sähköverkko jakaa nettisivullaan sähkömittarin käyttöohjeet. /4/

Kulutustiedot päivittyvät Vaasan Sähkön sovellukseen jopa neljä kertaa päivässä. Verkkoyhtiö hyötyy mittarin etäohjattavuudesta. /4/



Kuva 8. Landis+Gyr E360 /3/

3.2 Elenia

Elenian verkossa toimivissa älykkäissä sähkömittareissa on etäohjattava kuormanohjaus, jonka asetuksiin kuluttajat voivat vaikuttaa AinaLab-palvelussa. Palvelussa asiakas voi seurata miten kulutus jakautuu lähes reaaliaikaisesti. Sähkömittari on Aidon merkinen ja siihen on asennettuna 2 etäohjattavaa releitä.

AinaLabin ohjausasetuksissa on oletuksena yö- ja päiväohjaus. Voit muuttaa asetukset niin, että ne kytkeytyvät päälle haluamiasi aikoina tai pörssisähkön halvimpien tuntihintojen mukaan. Voit myös halutessasi poistaa ohjauksen kokonaan käytöstä. /5/

3.3 Datahub

Datahub on Fingridin omistama tietojärjestelmä. Datahub tallentaa sähkönmyyjien, jakeluverkkoyhtiöiden ja kuluttajien sähkönkulutustietoja. Tämä tietojärjestelmä mahdollistaa sähköliittymiin ja niiden kulutukseen liittyvien tietojen tehokkaan vaihdon eri osapuolten välillä. Datahubista voit lukea oman kulutuspaikkasi kulutustietoja, mutta tiedot eivät välttämättä ole reaaliaikaista. Luettavan tiedon reaaliaikaisuus riippuu muun muassa sähkömittarin tyypistä ja sähköverkkoyhtiön tiedonvälitysnopeudesta.

Datahubin asiakasportaalista voit tarkastella sähkönkäyttöpaikkaasi ja sähkösopimuksiisi liittyviä tietoja. Etusivulta näet listattuna kaikki voimassa olevat sähkösopimuksesi ja antamasi valtuutukset muille osapuolille. Etusivulta voit myös antaa valtuutuksia kolmansille osapuolille sähkönkäyttöpaikkaasi liittyvään dataan. Muun muassa älykotiverkko voi tarvita kulutukseesi liittyvää dataa optimoidakseen kotisi kulutuksen. Kulutusdataa voidaan käyttää jaettaessa tulevia kulutustunteja eri vuorokauden tunneille.

3.4 Han-portti ja varttitase

Han-portti on kotiautomaatioliitäntä, joka mahdollistaa sähkömittarin kulutuksen luennan asiakkaan omaan käyttöön. Kotiautomaatioliitäntää kutsutaan eri maissa eri nimillä kuten P1-portti ja H1-portti. Erilaiset älykotijärjestelmät voivat hyödyntää portista saatavaa kulutusdataa. Periaatteessa data on samaa, jota kuluttajat saavat Datahubista, mutta Hanportista luettava tieto on reaaliaikaista. Han-porttia voidaan käyttää kulutuksen optimointiin ja sen tietoa voidaan hyödyntää muun muassa sähköauton latauksessa, jotta käyttöpaikan sulakekoko ja teho riittäisivät.

Uusissa sähkömittareissa kotiautomaatioliitäntä on tavallisesti vakiovarusteena. HAN-portti (Home Area Network) on liitin, joka löytyy tyypillisesti sähkömittarin kommunikaatiomodulin alareunasta. Jotta kuluttaja voi käyttää HAN-porttia, tulee hänen aktivoida portti. Tyypillisesti portti aktivoidaan lähettämällä sähköverkkoyhtiölle palvelulomake asiaan liittyen.

Mikäli asiakkaalla ei ole sähkömittaria HAN-portilla, voi hän pyytää uuden sähkömittarin asennusta. Uuden mittarin vaihtotyö maksaa 200 eurosta ylöspäin. Tarkka hinta ja saatavuus tulee tarkistaa omalta sähkönsiirtoyhtiöltä.

Varttitaseessa kulutusta mitataan 15 minuutin sykleissä. Varttitase tulee korvaamaan aikaisemmin käytössä olleen tuntitaseen. Varttitase tuo uutta säädettävyyttä kysyntäjoustomarkkinoille.

4 LÄMPÖPUMPUT

4.1 Maa- ja ilmavesilämpöpumput

Maa- ja ilmavesilämpöpumput soveltuvat kysyntäjoustooson hyvin, mutta niiden näkyvyys osana kysyntäjoustooson ei ole ollut hyvä. Tämä johtuu osittain siitä, että lämpöpumpputekniikat itsessään ovat jo varsin kustannustehokkaita verrattuna muihin lämmitysmuotoihin.

Ilmavesilämpöpumppujen käyttöön kysyntäjoustooson pätevät samat lainalaisuudet kuin maalämpöpumppujen. Verrattuna maalämpöön, ilmavesilämpöpumppujen hyötysuhde (COP-luku) on Suomen olosuhteissa tyypillisesti heikompi, mutta sen sijaan investointikustannukset ovat pienemmät.

Vaikka maalämpöpumppu tekniikkana on hyvä ja kustannustehokas, tämä ei merkitse, että kustannustehokkuutta ei voisi parantaa. Useilla maalämpöpumppuvalmistajilla on jo omat sovelluksensa pörssisähköohjaukseen. Sovellukset ovat tyypillisesti ilmaisia, ja niiden käyttöönotto on helppoa. Sovellukset ovat tyypillisesti puhelinsovelluksia, jotka ladataan puhelimeen. Joissain tapauksissa maalämpöpumpun ohjelmisto tulee päivittää, mikäli päivitys on saatavilla.

Maalämpöpumpun käyttö osana kysyntäjoustooson ilman lämpöakkua voi aiheuttaa hieman havaittavaa lämpötilan vaihtelua sisätiloissa. Lämpötilan vaihtelu riippuu lämmitysjärjestelmän varauskyvystä, rakennuksen lämmönvarauskyvystä sekä ohjauksen mukavuus- ja hintapainotteisuudesta.

Maalämpöpumppu yhdessä vesikiertoisen lämmityspatterijärjestelmän kanssa ei juurikaan sisällä varauskykyä. Jos taas maalämpöpumppu on kytketty vesikiertoiseen lattialämmitysjärjestelmään, niin silloin varauskykyä jo löytyy. Suurien betonilaattojen

varaushyky on varsin hyvä johtuen niiden hyvinkin suuresta massasta. Jos betonilaatan koko on 150m² ja paksuus 8 cm, niin tällöin betonille kertyy massaa jopa 28 800 kg.

Betonilaattojen ongelmana on huonompi kyky pidättää energiaa verrattuna energiavaraajiin. Samaan aikaan, kun laattoja varataan, ne myös luovuttavat lämpöä. Energian luovuttaminen jatkuu myös heti latauksen loputtua. Kaupalliset ratkaisut ongelman poistamiseksi uupuvat.

Pörssisähkön hinta on tyypillisesti alimmillaan yöllä. Tällöin myös lämmityksen tarve on suhteellisen pieni. Jotta kustannustehokkain ajankohta lämmittää löytyisi, täytyisi kehittää sovellusohjelmia, jotka optimoivat lämmityksen oikeaan kohtaan. Jos optimointiohjelmaa ei ole saatavilla, tällöin kuluttajan täytyy seurata omaa kulutustaan ja lämmityskustannuksia ja säätää sovelluksensa käyttökokemuksiensa mukaan.

Mikäli lämpöpumppuvalmistajan toimittamaa sovellusta pörssisähkön ohjaukseen ei ole saatavilla, niin tällöin lämpöpumppuun voidaan kytkeä pörssisähkorele. Pörssisähkoreleen soveltuvuus lämpöpumpulle tulee varmistaa maahantuojalta tai jälleenmyyjältä. Pörssisähkoreleellä voidaan ohjata lämpöpumppua paikallisesti lämpöpumpulla tai keskitetysti sähkökaapista. Jotkin maalämpöpumput sisältävät ylimääräisen tulon, johon voidaan kytkeä pörssisähkorele. Tällöin pörssisähkorelettä ei tarvitse kytkeä osaksi lämpöpumpun sisäisiä kytkentöjä.

Jos kuluttajalla on käytössä vanhempaa maalämpöpumpputekniikka, niin ei tämänkään pitäisi olla este pörssisähkoreleen asennukselle. Pörssisähkoreleen asennuksen tulee suorittaa valtuutettu henkilö. Kappaleessa ”Pörssisähkoreleet” on tietoa saatavilla olevista pörssisähkoreleistä ja niiden hinnoista. Pörssisähkoreleiden valmistajien sivuilla on taas ohjeita esimerkiksi, miten rele voi ohjata lämpöpumppua.

Maalämpöpumppu vesikiertoisella lämmityksellä soveltuu kysyntäjoustoon hyvin. Menetelmän joustavuus heikkenee kovilla pakkasilla, mutta jää silti verrattain hyvälle tasolle. Kattavaa dataa tämän tekniikan käytöstä osana kysyntäjoustoa on vielä heikosti saatavilla.

Yleisesti voidaan sanoa, että kuluttajilla on vielä käyttämätöntä potentiaalia, ja tämä potentiaali tulisi selvittää. Johtuen maalämpöpumppujen ja ilmavesilämpöpumppujen samankaltaisuudesta voidaan todeta, että ilmavesilämpöpumppujen soveltuvuus kysyntäjoustoon on myös hyvä.

4.2 Ilmalämpöpumput

Ilmalämpöpumppuja voidaan käyttää kysyntäjoustossa, mutta niiden soveltuvuus siihen on tyypillisesti heikompi kuin maa- ja ilmavesilämpöpumpuilla. Ongelmana ilmalämpöpumpuilla kysyntäjoustossa on järjestelmän tai talon lämmönvarauskyky. Silti ilmalämpöpumpuilla osana kysyntäjoustoa voidaan saavuttaa suuria säästöjä, mikäli lämmityksen ei tarvitse olla kovin mukavuuspainotteinen.

Varttitaseen tullessa käyttöön voidaan nähdä ilmalämpöpumpun säädettävyyden spot-hintojen mukaan parantuvan. Tällöin voidaan hyödyntää myös lyhyempiä ajanhetkiä, jolloin hinta on alhaalla ja ilmalämpöpumpun kustannustehokkuus kasvaa.

Tyhjillään olevan kesämökin lämmittämisessä on pääasiassa järkevää ottaa vain huomioon kustannustehokkuus. Kun mökki otetaan käyttöön, voidaan lämmitys muuttaa mukavuuspainotteiseksi.

Ilmalämpöpumppujen valmistajilla on saatavilla erilaisia sovelluksia kysyntäjoustoon. Saatavuus tulee selvittää tapauskohtaisesti. Pörssisähköreleiden asennettavuus tulee myös tarkistaa tapauskohtaisesti. Yleiset Suomessa saatavilla olevat pörssisähköreleet voit tarkistaa kappaleesta ”Pörssisähköreleet”.

Ilmalämpöpumppua pörssisähköreleellä voidaan ohjata paikallisesti ilmalämpöpumpulla tai keskitetysti sähkökaapista. Jos ilmalämpöpumppua ohjataan keskitetysti sähkökaapista, niin tällöin myös tarvitaan johdotus laitteille.

Jos sinulla on ilmalämpöpumppu Wifi-yhteydellä, niin voit mahdollisesti kytkeä sen kotiautomaatiojärjestelmään. Tällöin ei tarvita pörssisähkörelettä, vaan kotiautomaatio voi hakea spot-hinnat netistä ja ohjata suoraan lämpöpumppua.

Ilmalämpöpumppujen käyttö autotallien lämmittämisessä soveltuu hyvin kysyntäjoustoon. Jos autotallissa ei aktiivisesti oleskella, niin tällöin lämmityksessä voidaan hyödyntää halpoja tunteja tehokkaasti. Lämmitystä voidaan lisätä automaattisesti, jos lämpötila uhkaa laskea liian alas tai manuaalisesti jos tallissa halutaan työskennellä.

Ilmalämpöpumppu voi olla erinomainen lisä esimerkiksi puupolttoisessa taloudessa. Syksyllä ja keväällä, jolloin sähkönhinta on suhteellisen alhaalla ja ilmalämpöpumpun COP-luku suhteellisen korkea, voidaan talous lämmittää ilmalämpöpumpuilla. Kovilla pakkasilla COP-lukujen heiketessä, voi talous siirtyä puunpolttoon. Tämäkin ratkaisu on ympäristöystävällisempi kuin pelkkä puunpoltto.

Yleensä ilmalämpöpumput ovat lisäjärjestelmänä lämmityksessä. Ilmalämpöpumppujen COP-luku on suhteellisen hyvä. Ongelmana voi olla ilmalämpöpumpusta saatavan lämmön tasainen jakautuminen taloudessa, jossa on paljon huoneita.

Pelkät ilmalämmitteiset talot eivät ole kovin yleisiä. Saneerauskohteissa, joissa puuilmalämmitys vaihdetaan ilmalämpöpumppuun, voidaan saada erittäin kustannustehokas ratkaisu.

5 Erilliset varaajat ja lämpöakut

Maalämpöpumppu vesivaraajalla on ratkaisuna yksinkertainen. Ratkaisun haasteena on, että energian varastoiminen korkeaan lämpötilaan heikentää COP-lukua. Menetelmä kuluttaa kuitenkin vähemmän sähköä kuin lämminvesivaraaja suorasähköllä. Muun muassa Nibeltä on saatavilla maalämpöön kytkettäviä lämminvesivaraajia.

Hiekka-akku on rakenteena yksinkertainen ja hiekka-akuista voidaan tehdä verrattain suuria. Se on teknisesti täysin toimiva ratkaisu ja soveltuu hyvin suorasähkölle. Se on hyvin samanlainen toimintaperiaatteeltaan kuin lämminvesivaraaja, mutta ratkaisuna jopa yksinkertaisempi ja halvempi. Tilavuudeltaan 6 kuution hiekka-akku riittää keskiverto-omakotitalon lämmöntarpeisiin. Hiekka-akun etuna voidaan pitää sen muokattavuutta. Hiekka-akun ei tarvitse olla neliön tai tynnyrin muotoinen. Hiekka-akku voisi olla myös osa perustuksia, esimerkiksi hiekkaa betonilattian alla. Hiekka-akku voidaan myös piilottaa kantavaan rakenteeseen kuten seinään.

Hiekka-akku tarvitsee jonkin verran tilaa, mutta on huoltoystävällinen ja pitkäikäinen. Verrattuna muihin keskuslämmitysjärjestelmiin voidaan hiekka-akkua pitää toimintavarmimpana. Vatajankoski Oy:n ja Polar Night Energy Oy:n ovat yhteistyössä toteuttaneet projektin, joka hyödyntää hiekka-akkua. Hiekka-akku toimii Kankaanpäässä osana paikallista kaukolämpöverkkoa. /6/

6 Suora sähkölämmitys ja autolaturit

Suorasähkölämmitys soveltuu hyvin kysyntäjoustoan. Periaatteessa suora sähkölämmitys soveltuu kysyntäjoustoan yhtä hyvin kuin tavanomainen maalämpöpumppu. Vaikka suoraa sähkölämmitystä pidetään kalliina lämmitysmuotona, se ei poista mahdollisuutta tehdä kysyntäjoustoja. Lienee rahallisesti suurimmat hyötyjät pörssisähköstä ovat juuri suoraa sähkölämmitystä käyttävät. Tämä johtuu siitä, että heillä on lähtökohtaisesti suurimmat lämmityskustannukset.

Suorasähkölämmitys lisättynä johonkin varaavaan elementtiin kuten varaava lattia voidaan kysyntäjoustoja lisätä. Sähköpattereilla kysyntäjoustoja voidaan tehdä samalla tavalla kuin maalämpöpumpulla vesikiertoisessa patterilämmityksessä.

Suorasähkölämmityksen käyttö lämmityksessä ei ole nykyään suosittua, mutta suorasähkön käyttö erilaisilla lämpöakuilla ja pörssisähkön halvoilla tunneilla on ratkaisu, jonka kustannustehokkuus tulisi uudelleen tutkia. Vaikka suorasähkö olisi ilmaista, niin silti asiakkaan maksettavaksi jää sähkönsiirtomaksut ja energiaverot.

Sähköautojen latauksen ohjaus spot-hintojen mukaan Suomessa on mahdollista, ja se yleistyy nopeasti. Sähköautojen lataus spot-hintojen mukaan onnistuu seuraavilla tavoilla:

- Älykkäät latauslaitteet
- Latauksen hallintasovellukset
- Älykkäät sähkömittarit ja ohjausjärjestelmät

Monet sähköautojen **latauslaitteet** ja -asemat Suomessa tukevat spot-hintoihin perustuvaa latauksen ajoitusta. Nämä älylaitteet voivat olla yhteydessä sähkömarkkinoiden hinnoittelutietoihin ja ohjelmoida latauksen alkamaan, kun sähkön hinta on alimmillaan. Laitteet, kuten Wallbox-laturit tai kotimainen Virta-latausasema, tarjoavat tämän tyyppisiä ominaisuuksia.

Useat latauslaitteet ja sähköautovalmistajat tarjoavat mobiilisovelluksia (latauksen hallintasovellukset), joiden avulla käyttäjä voi hallita latausta ja asettaa sen tapahtumaan edullisina tunteina. Sovellukset voivat integroitua sähköpörssin spot-hintoihin ja optimoida latauksen automaattisesti halvimpien hintojen mukaan.

Kotiin asennettavat älykkäät sähkömittarit, tai ohjausjärjestelmät kuten Landis+Gyr E360 tai THEMO DIN, voivat automaattisesti ohjata sähköauton latausta spot-hintojen perusteella. Näiden laitteiden avulla kotitaloudet voivat optimoida sähkönkulutustaan ja ajoittaa latauksen edullisimmille tunneille.

Jotkut suomalaiset sähköyhtiöt tarjoavat palveluja, joissa sähkön hintojen vaihtelut voidaan hyödyntää automaattisesti sähköauton latauksessa. Esimerkiksi Fortumin ja Helenin kaltaiset yhtiöt voivat tarjota sopimuksia, joissa asiakkaat voivat saada automaattisesti spot-hintoihin perustuvan latausprofiilin.

Markkinoilla on myös kolmannen osapuolen sovelluksia ja palveluita, jotka voivat integroitua olemassa oleviin latauslaitteisiin ja älykkäisiin sähkömittareihin. Nämä palvelut seuraavat spot-hintoja ja ohjaavat latausta automaattisesti käyttäjän puolesta.

Haasteet ja huomioitavaa

- Ohjelmistotuki: Eri latauslaitteiden ja -järjestelmien välillä voi olla eroja siinä, miten ne tukevat spot-hintoihin perustuvaa latausta, joten on tärkeää varmistaa yhteensopivuus.

Kaiken kaikkiaan sähköautojen ohjaus spot-hintojen mukaan on realistinen ja käytännöllinen ratkaisu Suomessa, ja se voi tuoda merkittäviä säästöjä sähköautoilijoille.

Lähteet

- /1/ Powerant pörssisähkö kontaktorin asennus. Otto Akseli Miettinen. [Internet]. [viitattu 09.09.2024]. Saatavilla: <https://www.youtube.com/watch?v=aE6vA578SIY>
- /2/ Caladrius S. Evesta. [Internet]. [viitattu 09.09.2024]. Saatavilla: https://evesta-home.com/products/caladrius-s?srsltid=AfmBOoqBvAV_kdLFFf0WC_ZqGi5gfNkm7sGnPT-T9adn72TjYtyU4Mz5
<https://etherma.fi/p46519/evesta-caladrius-s-wi-fi-ohjelmoitava-p%C3%B6rssis%C3%A4hk%C3%B6-rele-3x16a>
- /3/ Ohjausrele valitsee automaattisesti pörssisähkön edullisimmat tunnit. OmaVahti. [Internet]. [viitattu 09.09.2024]. Saatavilla: <https://www.omavahti.fi/tuote/themo-din/>
- /4/ Uusi älymittari lähes 70 000 asiakkaalle. Vaasan Sähköverkko. [Internet]. [viitattu 09.09.2024]. Saatavilla: <https://www.vaasansahkoverkko.fi/uusi-alymittari-lahes-70-000-asiakkaalle/>
- /5/ Kuormanohjaus. Elenia. [Internet]. [viitattu 09.09.2024]. Saatavilla: <https://www.elenia.fi/tulevaisuuden-energia/sahkonkulutuksen-mittausuudistus/kuormanohjaus>
- /6/ Kankaanpään hiekka-akku on vuoden innovaatio – keksintö toi BBC:n kuvausryhmänkin Pohjois-Satakuntaan. Yle. [Internet]. [viitattu 09.09.2024]. Saatavilla: <https://yle.fi/a/74-20057818>