Kannen kuva: Tampereen kaupunki / Schauman & Nordgren Architects, Mandaworks, Arkkitehtitoimisto NOAN, Jolma Arkkitehdit, TUPA Architecture.

Energiaviisaat KAUPUNGIT

NÄIN TEET KIINTEISTÖSTÄSI VIRTUAALIVOIMALAITOKSEN

Sähkön ja lämmön kysyntäjousto leikkaa päästöjä ja kustannuksia

6Aika · Vipuvoimaa EU:lta 2014–2020 · Euroopan unioni, Euroopan aluekehitysrahasto · Uudenmaan liitto, Nylands förbund · Turku · eko kumppanit · Oulu · Helsinki · Valonia · Tampere · Vantaa · Espoo

SISÄLLYSLUETTELO

VIRTUAALIVOIMALAITOS TASAA KULUTUSHUIPPUJA 2
JOHDANTO 3
SÄHKÖN KYSYNTÄJOUSTO 4
- **Virtuaalivoimalaitosten potentiaali** 4
- **Sähkön kysyntäjoustopilotit** 6
  - Helsinki: kouluista virtuaalivoimaloita 6
  - Lappeenranta: virtuaalivoimala laajenee 50 kiinteistöön 6
  - Espoon Otaniemi: yliopistokiinteistöjen kulutus joustamaan 7
  - Tampere: markkinapaikka kysyntäjoustoille 7
- **Rakennusten tekniset valmiudet kysyntäjoustoon** 8
- **Joustaminen** 8
- **Aggregointi** 9
- **Markkinat** 9

LÄMMÖN KYSYNTÄJOUSTO 10
- **Virtuaalivoimalaitosten potentiaali** 10
- **Lämmön kysyntäjoustopilotit** 12
  - Oulun Raksila: Uimahallista lämpövarasto jäähallin hukkalämmölle 12
  - Tampere, Opiskelijankatu 31: Kulutuspiikkien tasaaminen pienentää kaukolämmön perusmaksua 12
  - Turun Skanssi: Kaksisuuntainen kaukolämpöverkko uudelle älykkäälle asuinalueelle 13
  - Espoo: Koulujen ja päiväkotien lämmitys älykkääseen ohjaukseen 13
  - Turun Kupittaa: Liikuntapaikkojen hiilijalanjälki pienemmäksi 14
  - Oulun Kaukovainio: Ylijäämälämpö porareikään 14
- **Rakennusten tekniset valmiudet** 15
- **Liittyminen** 15
- **Joustaminen** 16
- **Markkinat** 16

VIRTUAALIVOIMALAITOS TASAA KULUTUSHUIPPUJA

6Aika Energiaviisaat kaupungit -hankkeen kaupungit ovat asettaneet kunnianhimoiset hiilineutraalisuustavoitteet, joiden saavuttamiseksi tarvitaan uusia ratkaisuja energiatehokkaiden rakennusten ja toimintamallien kehittämiseksi. Yksi ratkaisuista on lämmön ja sähkön kysyntäjousto: kiinteistöjen kulutuksen muuttaminen verkon tarpeen mukaan.

Energiamarkkinoilla kysynnän ja tarjonnan pitää olla jatkuvasti tasapainossa. Kun sähkön tai lämmön kysyntä ylittää tarjonnan, on perinteinen ratkaisu käynnistää joukko varavoimalaitoksia.

Kun rakennusten talotekniikka osaa tarvittaessa säätää älykkäästi omaa energiankulutustaan, ja joukko kiinteistöjä niputetaan yhdeksi kokonaisuudeksi, on lopputuloksena niin sanottu virtuaalivoimalaitos. Virtuaalivoimalaitoksilla emme säädä energian tuotantoa, vaan sen kulutusta.

Tämän opas antaa yleiskuvan 6Aika Energiaviisaat kaupungit -hankkeen virtuaalivoimalaitoskokeiluista ja tarjoaa työkaluja niille, jotka haluavat edistää lämmön ja sähkön kysyntäjoustoa ja virtuaalivoimalaitoskehitystä omassa kiinteistökannassaan.

NÄIN TEET KIINTEISTÖSTÄSI VIRTUAALIVOIMALAITOKSEN -OPAS

KIRJOITTAJAT Timo Määttä, Emma Berg, Kalevi Härkönen ja Timo Kangastie; **Helsingin kaupunki** Ann-Sofi Österberg-Aikio ja Anton Katajainen; **Turun kaupunki**
TOIMITUSTYÖ Petja Partanen, **Viestintäyhtiö Tarinatakomo**
TAITTO Tommi Mustonen, **Kuulitko Design**

Tämä opas on toteutettu osana 6Aika Energiaviisaat kaupungit (EKAT) -hanketta, jonka rahoittajana toimivat Euroopan aluekehitysrahasto ja Uudenmaan liitto. Kiitokset kaikille oppaan kirjoittamiseen ja hankkeen pilotteihin osallistuneille.
www.energiaviisaat.fi

Kuva: Tommi Mustonen

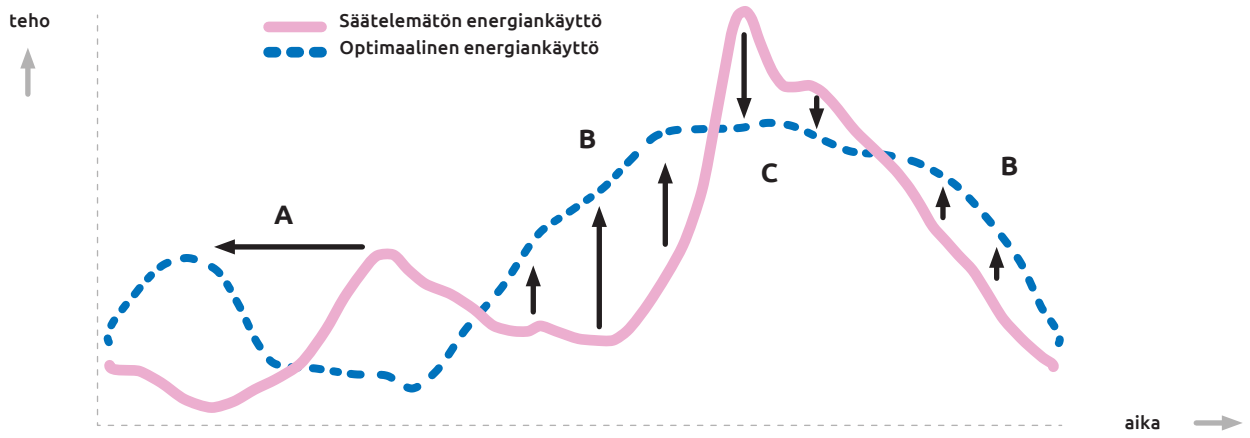
Energiaviisaat KAUPUNGIT

Vuosina 2018-2020 käynnissä ollut 6Aika Energiaviisaat kaupungit -hanke etsi uusia älykkäitä ja vähähiilisyyttä tukevia ratkaisuja kaupunkien asuin- ja palvelukiinteistöjen energiatehokkuuden parantamiseen. Hankkeessa mukana olevilla Suomen kuudella suurimmalla kaupungilla on kunnianhimoiset ilmastotavoitteet. Rakennukset ovat kaupungeille myös merkittävä kuluerä. Kaupunkien pilottikiinteistöissä on kokeiltu erilaisia keinoja päästöjen ja käyttökustannusten leikkaamiseksi. Pilottihankkeiden oppeja otetaan käyttöön kaupunkien koko rakennuskannassa.

JOHDANTO

Kysyntä- tai kulutusjousto tarkoittaa kiinteistön sähkön- tai lämmönkulutuksen säätämistä ylös- tai alaspäin. Tavoitteena on siirtää energiankulutusta pois niiltä hetkiltä, jolloin kulutus on verkossa suurimmillaan ja energian hinta kalleimmillaan. Jos energian kulutus ylittää sen tuotannon, joudutaan käynnistämään kaasuturbiineja tai muita fossiilisia polttoaineita käyttäviä varavoimalaitoksia. Kysyntäjouston avulla voidaan tilapäisesti vähentää kulutusta, jolloin varavoimalaitosten käytöltä vältytään ja energiajärjestelmän kasvihuonekaasupäästöt pienenevät.

Sähköverkossa kysyntäjoustolla ylläpidetään verkon tehotasapainoa. Kysyntäpiikin aikana sähköverkon taajuus laskee, ja omistaja voi saada korvausta jos hänen kiinteistönsä osallistuu verkon tasapainotukseen kulutusta leikkaamalla.



Kysyntäjoustolla voidaan kiinteistön energiankulutus tasapainottaa tuotannon kanssa. Kysyntäjoustoon osallistuva kiinteistö voi siirtää kulutusta ajassa (A), tai lisätä (B) tai vähentää (C) hetkellistä kulutustaan.

Kysyntäjousto on myös tapa varautua uusiutuvan energian alati kasvavaan määrään energiajärjestelmässä. Uusiutuvan energian tuotanto on epäsäännöllistä ja vaatii siten enemmän joustavuutta energian kuluttajilta.

Kysyntäjouston yhteydessä puhutaan usein myös virtuaalivoimalaitoksista. Virtuaalivoimalaitos ei tuota energiaa, mutta energiajärjestelmän näkökulmasta kulutuksen vähentämisellä on sama vaikutus kuin tuotannon lisäämisellä. Kiinteistöt voivat myös toimia perinteisten voimalaitoksen tapaan, jos niissä voidaan varastoida tai tuottaa energiaa.

Kiinteistöjen omistajille lämmön ja sähkön kysyntäjouston toteutustavat ovat erilaiset. Lämpöverkot ovat alueellisia ja paikallisten toimijoiden hallinnassa, kun taas sähköverkko on valtakunnallinen. Sähkön kysyntäjoustolle on myös olemassa keskitetty markkinapaikka. Tämän oppaan kahdessa eri osiossa kerrotaan erikseen tarkemmin lämmön ja sähkön kysyntäjouston erityispiirteistä, edistämistavoista sekä erilaisten kokeiluiden ja selvitysten tuloksista.

KYSYNTÄJOUSTOSTA HYÖTYVÄT KAIKKI

Rakennuksen omistaja

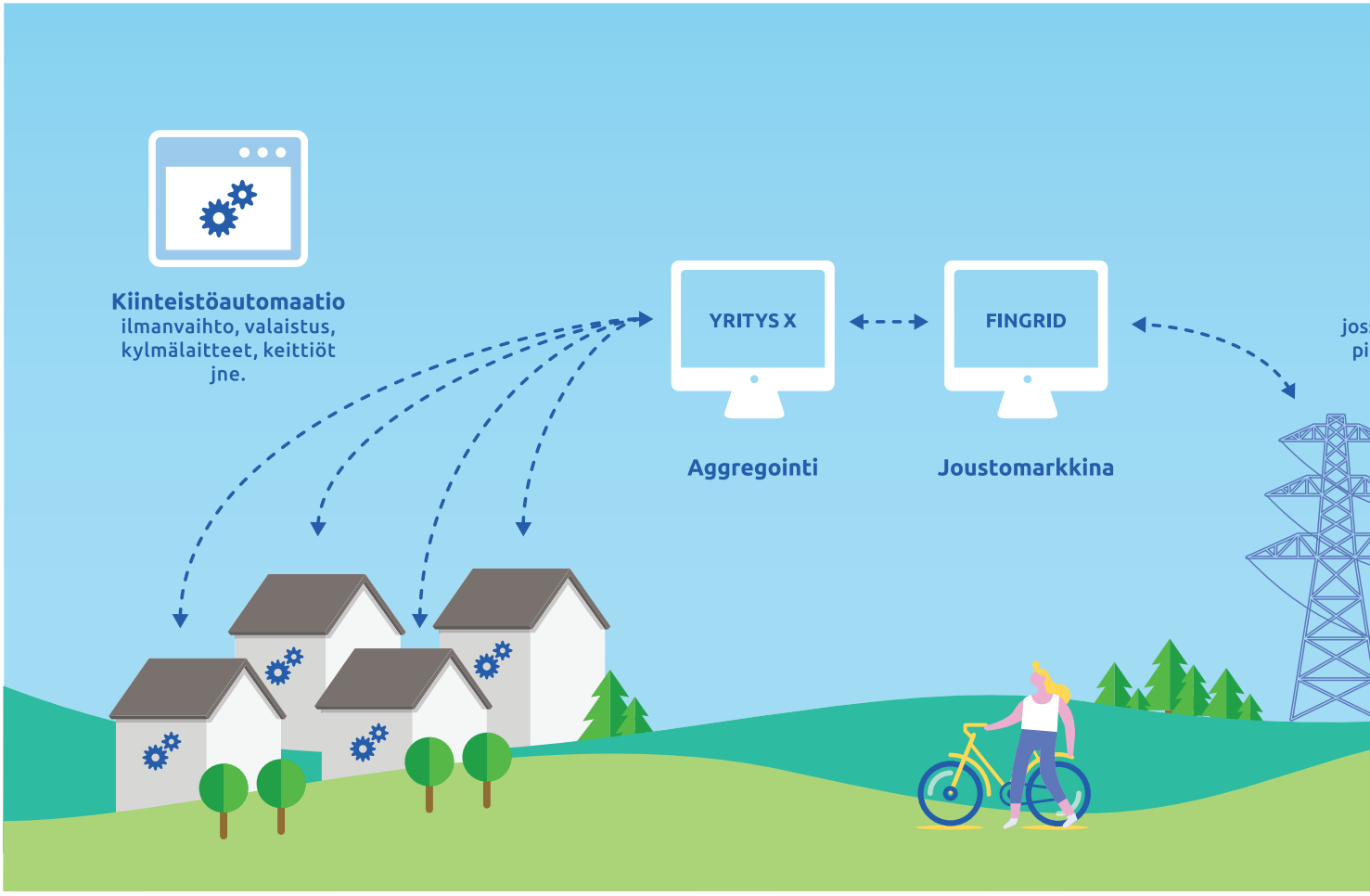
- kulutuksen vähentäminen kalleimpina tunteina tuo säästöä
- voi osallistua Fingridin taajuussäätömarkkinoille ja saada korvausta sähkönkulutuksen joustosta
- rakennuskannan päästöt pienenevät
- kiinteistön arvo kasvaa
- älykäs rakennus on valmis tulevaisuuteen ja sen tuomiin muutoksiin

Energian tuottajat

- huippukysynnän leikkaaminen vähentää kalleimpien (ja saastuttavimpien) energiantuotantomuotojen tarvetta.
- investoinnit varavoimaan pienenevät
- energiajärjestelmän älykkyys kasvaa
- energiajärjestelmän alttius häiriöille vähenee
- sähköverkon teho ja taajuus pysyvät paremmin tasapainossa

Me kaikki

- energiantuotannon kokonaispäästöt pienenevät
- kiinteistöistä tulee osa älykästä energiajärjestelmää
- kokonaisinvestoinnit energiajärjestelmään pienenevät
- tuotannoltaan vaihtelevan uusiutuvan energian osuutta voidaan kasvattaa



Joustomarkkinoille osallistuminen edellyttää usein kuormien yhdistelyä. Aggregointipalvelua tarjoavat yksityiset yritykset.

SÄHKÖN KYSYNTÄJOUSTO

Sähköverkossa voimalat tuottavat yhdessä energiaa jatkuvasti saman verran kuin sitä kulutetaan. Kun kulutus muuttuu, ovat voimalat vastanneet siihen tuotantotehoaan säätelemällä. Voimaloiden kyky säädellä tuotantoaan kuitenkin vaihtelee. Tuuli- ja aurinkoenergian kasvun myötä säätelemättömän tuotannon osuus sähköverkossa on kasvanut. Sen myötä myös tarve säädellä sähkön kulutusta tuotantoa vastaavaksi on lisääntynyt. Aikaisemmin sähkön kysyntäjoustoa on toteutettu lähinnä suurissa teollisuuslaitoksissa. Teknisen kehitys on mahdollistanut kysyntäjouston myös kiinteistöissä.

Sähkön kysyntäjouston toteuttaminen kiinteistössä edellyttää yleensä investointeja automaatioon. Automaatio ohjaa rakennuksen toimintaa ja vaikuttaa siihen, milloin ja mihin energiaa kuluu. Kysyntäjouston toteuttamisen helppous riippuu pitkälti siitä, millainen kiinteistöautomaatiojärjestelmä rakennuksessa on ja kuinka helppoa kulutus on saada ohjautumaan kysyntäjoustosignaalien mukaan.

Kun kiinteistöllä on valmius kysyntäjoustoon, se voi osallistua kantaverkkoyhtiö Fingridin taajuusohjatuille reservimarkkinoille. Kantaverkkoyhtiö tarvitsee joustopotentiaalia kantaverkon taajuuden stabiloimiseksi. Fingrid maksaa reservimarkkinoille osallistumisesta ja joustamisesta korvauksia. Näiden tulojen avulla kysyntäjoustoinvestointi voidaan saada taloudellisesti kannattavaksi. Yleensä yksittäisen kiinteistön tarjoama potentiaalinen kysyntäjousto on niin vähäinen, että reservimarkkinoille pääsemiseksi monen kiinteistön joustopotentiaali pitää yhdistää. Tällaista palvelua sanotaan aggregoinniksi.

Virtuaalivoimalaitosten potentiaali

Kansainvälinen energiajärjestö IEA arvioi sähkön kysyntäjouston tärkeäksi työkaluksi globaalin energiajärjestelmän päästöjen ja investointikustannusten leikkaamiseksi.

Kiinteistönomistajille kysyntäjoustoon osallistuminen paitsi leikkaa heidän päästöjään, myös tuottaa selvää rahaa. Yhden megawatin suuruisen joustopotentiaalin tarjoaminen 5 000 tuntina vuodessa taajuussäätömarkkinoille tuottaisi nykyhinnoilla noin 70 000 euroa vuodessa.

Kaupunkien omistamissa asuin- ja palvelukiinteistöissä on merkittävää potentiaalia sähkön kysyntäjoustolle. Pisimmäl-

le on edennyt Lappeenrannan kaupunki, jonka virtuaalivoimalaitokseen on tällä hetkellä kytketty 17 rakennusta, urheilutalosta kouluihin ja päiväkoteihin. Niiden osallistuminen Fingridin säätövoimamarkkinoille tuottaa kaupungille noin 10 000 euroa vuodessa. Helsinki on arvioinut kiinteistöjensä sähkön kysyntäjoustopotentiaalin niin merkittäväksi, että se on lähdössä kokeilemaan kysyntäjoustoa.

Kun kaupungin kiinteistökannasta etsitään sähkön kysyntäjoustolle potentiaalisia rakennuksia, kannattaa ensin huomio kiinnittää suurikokoisiin tai paljon sähköenergiaa kuluttaviin kiinteistöihin ja kiinteistötyyppeihin.

Joidenkin kulutustyyppien tehoa on mahdollista säätää vain alaspäin, toisten sekä alas- että ylöspäin. Tehon kasvattaminen tai kulutuksen siirto ajassa voivat siis myös kasvattaa hetkellistä energiankulutusta. Kysyntäjoustolla ei yleensä tavoitellakaan suoranaista energiansäästöä, vaan kasvihuonekaasupäästöjen kokonaismäärän pienentämistä energiajärjestelmässä.

Tyypillinen joustoon soveltuva kulutustyyppi on ilmanvaihtokoneiden puhaltimet. Niiden ottamaa tehoa säädetään usein portaattomasti taajuusmuuttajilla. Ilmanvaihtoa voi yleensä lyhytaikaisesti vähentää ilman, että kiinteistön sisäilmaolosuhteet heikkenevät. Lisäksi ilmanvaihtokoneiden tehoa voi yleensä säätää molempiin suuntiin. Tämä on välttämätön edellytys Fingridin FCR-N -reservimarkkinoille osallistumiselle.

YKSITTÄISEN KIINTEISTÖN KYSYNTÄJOUSTOPOTENTIAALIA VOI ARVIOIDA KOLMEN KRITEERIN PERUSTEELLA

Kokonaisteho
Onko kulutustyypin kokonaisteho riittävä, jotta kysyantäjousto olisi mielekästä toteuttaa?

Ulkoinen ohjaus
Voidaanko kulutustyypin ottamaa tehoa säädellä ulkoisen signaalin perusteella?

Vaikutukset
Vaikuttaako kulutuksen säätö kiinteistössä tapahtuvaan toimintaan, sen sisäilmastoon tai turvallisuuteen?

KUORMA	SÄHKÖTEHO	SÄÄTÖVARA	OHJAUKSEN TOTEUTUS	PROSESSIN KRIITTISYYS	KOKONAISARVIO
Ilmanvaihto	Suuri	Suuri	Onnistuu muutoksilla automaatioon	Kohtalainen	Suuri potentiaali
Kylmälaitteet	Suuri	Suuri	Edellyttää investointia automaatioon/laitteistoon	Kohtalainen	Keskisuuri potentiaali
Valaistus	Keskisuuri	Pieni	Yleensä edellyttää investointia automaatioon	Tärkeä	Pieni potentiaali
Pumput	Pieni	Suuri	Onnistuu muutoksilla automaatioon	Kohtalainen	Pieni potentiaali
Suurtalous-keittiö	Suuri	Suuri	Edellyttää investointia automaatioon/laitteistoon	Kohtalainen	Pieni potentiaali

Arvio kiinteistön eri sähkökuormien kysyntäjoustopotentiaalista

SÄHKÖN KYSYNTÄJOUSTOPILOTIT

Yksi virtuaalivoimalaitoskokeiluista tehtiin Helsingin Merihaassa Meritalon ammattioppilaitoksessa. Rakennuksen sisäilmaoloihin muutaman minuutin säätöjaksot eivät kokeilun perusteella vaikuttaneet. Kuva: Ville Julin, Nuuka Solutions Oy.

HELSINKI:
Kouluista virtuaalivoimaloita

Helsingin kaupunki otti keväällä 2019 käyttöön Nuuka Solutions Oy:n toimittaman seurantajärjestelmän, joka kokoaa kaiken kaupungin rakennuksiin liittyvän tiedon yhdelle alustalle. Se teki mahdolliseksi kiinteistöjen reaaliaikaisen seurannan ja etäohjauksen, ja niiden myötä virtuaalivoimalaitosten pilotoinnin.

Helsingin palvelurakennuksiin sopivaa virtuaalivoimalaitoskonseptia pilotoitiin syksyllä 2019 kahdessa oppilaitoksessa: Kaisaniemen ala-asteella ja Meritalon ammattiopistossa. Molemmissa kohteissa oli valmiina kaksisuuntainen automaatiojärjestelmä, joka mahdollisti kuormien ohjaamisen.

Pilotissa simuloitiin osallistumista sähkön taajuussäätömarkkinoille säätämällä kiinteistöjen ilmanvaihtoa etävalvomosta käsin, aivan kuten rakennus osallistuisi kantaverkon taajuuden säätöön. Säädettäviksi sähkökuormiksi valittiin ilmanvaihdon puhaltimet, sillä niiden osuus rakennuksen kokonaistehosta oli suuri, ja tehoa pystytään säätämään sekä alas- että ylöspäin suurella skaalalla. Myös rakennusten pumppujen, valaistuksen ja kylmälaitteiden kysyntäjoustopotentiaali arvioitiin.

Sisäilman laatu on tärkeä asia julkisissa palvelukiinteistöissä. Fingridin FCR-N-taajuussäätömarkkinoilla kiinteistöjen pitää kyetä 30 minuutin joustoon, mutta yleensä säätöjaksot ovat paljon tätä lyhyempiä

Testien perusteella sisäilmaolosuhteet pysyivät koulurakennuksissa kysyntäjouston aikana hyvinä. Rakennusten CO2-pitoisuudet ja tilojen lämpötilat pysyivät S2-sisäilmaluokituksen sisällä. Nuukan laatima raportti pilotista pohtii myös, miten virtuaalivoimalaitoskonsepti voidaan ottaa laajempaan käyttöön Helsingin kaupungin kiinteistöissä.

Lue lisää: Energiaviisaat.fi -juttu Helsingin virtuaalivoimalaitospilotista

LAPPEENRANTA:
Virtuaalivoimala laajenee 50 kiinteistöön

Lappeenranta on eräs maailman ensimmäisistä kaupungeista, jotka ovat tehneet kiinteistöistään virtuaalivoimalan. Siemensin toimittamaan kiinteistöjen virtuaalivoimalaitospalveluun liitettiin ensi vaiheessa 9 kiinteistöä. Syksyllä 2020 siihen kytkettyjä rakennuksia oli 17, ja järjestelmä on laajenemassa 50 kaupungin kiinteistöön.

Järjestelmä otettiin käyttöön maaliskuussa 2020. Järjestelmään on kytketty muun muassa urheilutalo, kirjastoja, kouluja ja päiväkoteja. Rakennusten ilmanvaihtokoneiden tehoa säädetään automaattisesti Fingridin tarpeiden mukaan. Virtuaalivoimalaitospalvelun toimittaa Lappeenrannan kaupungille Siemensin tytäryhtiö Vibeco.

Järjestelmän investoinnit olivat muutamia kymmeniä tuhansia euroja, ja takaisinmaksuajaksi arvioidaan 2-3 vuotta. Järjestelmän vuotuinen tuotto nykyisistä kiinteistöistä on noin 10 000 euroa vuodesta. Kysyntäjouston käyttöönottoa helpotti se, että kiinteistöt olivat mukana kaupungin keskitetyssä kiinteistöautomaatiojärjestelmässä.

Kaupunkia kiinnostavat virtuaalivoimalaitospalvelun lisäksi muut järjestelmän mahdollistamat hyödyt. Tällaisia ovat huipputehon hallinta sekä sähkövarastojen, kuten sähköautojen akkujen ja rakenteilla olevan sähköstä lämmöksi -akun hyödyntäminen.

Lue lisää: Lappeenranta valjasti ilmanvaihtonsa rahakoneeksi

Aalto-yliopiston kampusalue Kuva: Suomen Ilmakuva

ESPOON OTANIEMI:
Yliopistokiinteistöjen kulutus joustamaan

VTT ja Aalto-yliopisto ovat tutkineet Smart Otaniemi –hankkeessa kiinteistöjen valmiuksia kysyntäjoustoon ja paikallisen verkon tasapainottamiseen. Tavoitteena on, että kiinteistöjen energiankulutus saadaan joustamaan, mutta joustaminen ei vaikuta kiinteistöjen sisäolosuhteisiin tai käyttäjäpalautteeseen ja pieniä kuormia saadaan yhdistettyä isommiksi kokonaisuuksiksi. Hankkeessa on tähän mennessä tutkittu Otaniemen alueen kiinteistöjen kulutusprofiilien soveltuvuutta joustamiseen. Alustavien tulosten mukaan kiinteistöjen kulutuksesta noin 40-50 % olisi mahdollista hyödyntää kysyntäjoustoon, mutta monet kuormat ovat teholtaan pieniä, ja niitä ei voi yksinään vielä markkinoille. Pilotoinnissa on tarkoitus ottaa mukaan erityyppisiä elementtejä, kuten jäähdytystä ja aurinkoenergian tuotantoa.

Lue lisää: Smart Otaniemi -kysyntäjoustopilotin tuloksia

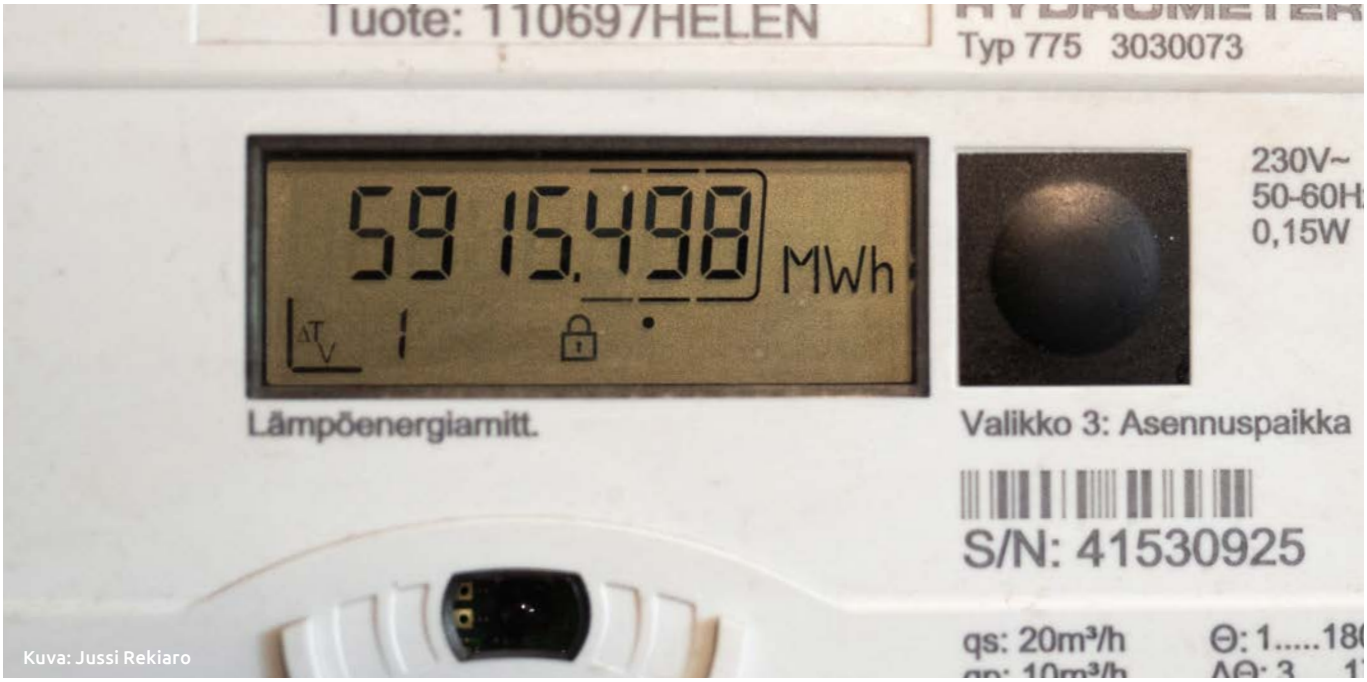
TAMPERE:
Markkinapaikka kysyntäjoustoille

Tampere selvitti keväällä 2019 yhdessä Futuricen kanssa mahdollisuutta toteuttaa paikallinen energiamarkkina Hiedanrannan kaupunginalueelle. Energiapalveluita yhteen keräävä alusta mahdollistaisi myös paikallisen markkinapaikan kysyntäjoustolle. Tavoitteena oli tutkia mahdollisuuksia tehdä kiinteistöjen välistä energiakauppaa ja pilotoida tätä pienessä mittakaavassa.

Pilotti toteutettiin konseptin määrittelyn lisäksi markkinaa kuvaavana pelinä, jolla haettiin ymmärrystä korttelien muodostamien energiayhteisöjen toiminnalle. Pienimuotoinen testaaminen aloitettiin keräämällä aurinkoenergian tuotannon ja energiankulutuksen dataa kaupunkialustan käyttöön. Alustan on tarjottava uskottava ja rahallisesti (tai ympäristönäkökulmasta) järkevä liiketoimintamalli sen käyttäjille sekä alustan omistajalle. Olennaista on löytää sellaiset yhteistyötahot, jotka pystyvät teknisesti toteuttamaan energiakaupan kiinteistöjen välillä. Isoon toteutukseen mukaan tarvitaan kiinteistöautomaatioon, sähkönsiirtoon sekä digitaalisiin ratkaisuihin vihkiytyneitä tahoja, jotka pystyvät yhdessä rakentamaan tarvittavan kokonaisuuden.

Hiedanrannan kehitysohjelma on jatkanut työtä määrittelemällä ja etenemällä pienimuotoiseen energiadatan keräämiseen, jalostamiseen ja jakamiseen Hiedanrannassa.

Lue lisää: Energiaviisaat.fi -juttu energiapalvelualustan pilotista



Kuva: Jussi Rekiaro

Rakennusten tekniset valmiudet kysyntäjoustoon

Jos kiinteistössä on kohtuullisen nykyaikainen rakennusautomaatiojärjestelmä, kannattaa mahdollisuus kysyntäjoustoon tutkia tarkemmin. Kysyntäjoustoon hyödynnettävän kulutustyypin tulee olla ohjattavissa kiinteistön automaatiolla. Lisäksi kulutustyypin energiankulutuksen pitää olla luotettavasti ja muusta kulutuksesta erillään mitattavissa tai todennettavissa. Rakennusten valmiuksia kysyntäjoustoon parantaa, kun jouston automaatiovaatimukset huomioidaan jo rakentamis- tai peruskorjausvaiheessa. Aluksi ison kiinteistönomistajan kannattaa kartoittaa, miten hyvin kiinteistöjen rakennusautomaatiojärjestelmät sekä energiamittarit tukevat kysyntäjoustoa.

Kun valmius kysyntäjoustoon on toteutettu kiinteistön automaatioon, on kysyntäjoustoa vielä syytä testata eri käyttötilanteissa. Näin voidaan varmistua, että kysyntäjousto toteuttaa ennakoidun mukaisen vähenemän (tai lisäyksen) kiinteistön energiankulutukseen. Kiinteistön turvallisuudella ja sisäolosuhteilla on aina etusija kysyntäjoustoon nähden. Automaation tulee valvoa sisäilmaolosuhteita ja keskeyttää kysyntäjousto, jos olosuhteet sen aikana heikkenevät.

Sähköverkossa tuotannon ja kulutuksen tasapainosta kertoo sähköverkon taajuus, joka on tasapainotilassa 50,0 Hz. Kysyntäjoustoon osallistuvat kiinteistöt osallistuvat sähköverkon vakauden hallintaan sekunti- ja minuuttitasolla lisäämällä kulutustaan sähköverkon taajuuden noustessa yli 50 Hz:n ja vähentämällä kulutustaan sen laskiessa alle 50 Hz:n. Jos kiinteistön automaatioon kuuluu sähköverkon taajuutta mittaava verkkoanalysaattori, voi kiinteistö toteuttaa jouston taajuusvaihtelujen mukaan itsenäisesti ilman ulkopuolelta tulevaa ohjausta. Muussa tapauksessa joustoa ohjataan internet-yhteyden välityksellä ulkoiselta palvelimelta. Se voi olla esimerkiksi kysyntäjoustoaggregaattorin ylläpitämä.

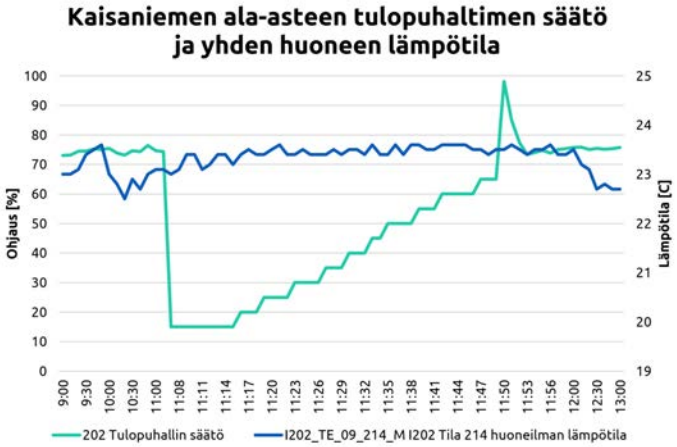
Jotta sähkön kysyntäjouston markkinoille voidaan lopulta osallistua, tulee energiamittareiden lokitiedostosta pystyä myöhemmin todentamaan se, että jousto todella on tapahtunut. Joustoon liitettyjen kulutustyyppien sähkönkulutus on voitava todentaa sekunnin tarkkuudella. Tämä edellyttää usein sähkömittarien vaihtamista. Tehtävän vaativuus riippuu paljon siitä, miten kulutuskojeet sijaitsevat kiinteistön sähköjärjestelmässä, millainen mittausjärjestelmä kiinteistössä on ja löytyykö mittareille sopivasti asennustilaa. Erityisesti vanhoissa kiinteistöissä ongelmia voi ilmetä vanhentuneen tekniikan tai ahtaiden tilojen takia.

Mittarointia ei välttämättä ole pakko toteuttaa, jos jouston todentaminen luotettavasti muulla tavoin - esimerkiksi automaation avulla - on mahdollista. Jotta kysyntäjouston sähköinen raportointi on mahdollista, täytyy kiinteistön automaation olla kytketty internetiin.

Joustaminen

Kysyntäjoustoon osallistuvassa kiinteistössä automaatio säätelee sisäolosuhteita tavalliseen tapaan. Kun tarvetta joustolle ilmenee, lisätään tai vähennetään joustoon osallistuvien laitteiden kulutusta hetkellisesti. Koneiden tehonmuutoksissa käytetään pitkiä ramppiaikoja. Tällä estetään äkilliset muutokset ilmavirroissa ja vältetään laitteiden vaurioituminen. Myös valaistustehoa muutetaan riittävän hitaasti, jotta silmä ehtii adaptoitumaan.

Kiinteistön käyttäjien ei kuulu milloinkaan havaita, milloin kysyntäjousto tapahtuu. Jousto toteutetaan aina kiinteistön hyvistä sisäilmaolosuhteista ja käyttäjien turvallisuudesta tinkimättä.



Kaisaniemen ala-asteen luokan lämpötila ei juuri ehdi reagoida, kun ilmanvaihto ajetaan minimiteholle kysyntäjouston ajaksi.

Aggregointi

Aggregoinnilla tarkoitetaan kiinteistöjen niputtamista yhteen, jotta voidaan saada suurempi sähkön joustoteho. Fingridin markkinoilla on minimiteho markkinalle osallistumisessa, ja usein tämän saavuttamiseen tarvitaan monen rakennuksen aggregoitu eli yhdistetty tehoreservi.

Aggregointia voi hoitaa esimerkiksi yritys, jolta kysyntäjoustopalvelua ostetaan, tai vaihtoehtoisesti energiayhtiö. Sähkön kysyntäjouston hyödyt täytyy jakaa kiinteistönhaltijan ja aggregoijan kesken. Parhaat toimintamallit hyötyjen jakamiseen aggregoinnista ovat vielä kehittymässä, ja erityyppisiä kokoonpanoja on kokeiltu. On odotettavissa, että kysyntäjouston yleistyessä aggregointipalveluita kiinteistöjen omistajille tarjoavia, keskenään kilpailevia yrityksiä ilmaantuu markkinoille. Aggregaattorien toimintamalleja on tutkittu Smart Otaniemi-hankkeessa.

Markkinat

Kiinteistöille soveltuu tällä hetkellä parhaiten kaksi sähkön kysyntäjouston reservimarkkinapaikkaa, jotka ovat FCR-N ja FCR-D. Nämä eroavat toisistaan toimintaperiaatteiden, markkinalle pääsyyn vaadittavan tehon ja odotettujen tuottojen suhteen. Kysyntäjouston piirissä olevan kiinteistökannan kasvaessa on tulevaisuudessa myös mahdollista liittyä muille reservimarkkinoille, tai voidaan hyödyntää teknistä kysyntäjoustovalmiutta muulla tavoin, esimerkiksi ohjaamalla kulutusta sähkön tuntihintojen mukaan.

FCR-N –markkinalle kytkettyjen kuormien pitää voida säätää tehoaan sekä alas- että ylöspäin. Kysyntäjouston kesto on enimmillään puoli tuntia, mutta tavallisesti joustot ovat huomattavasti lyhytkestoisempia. Markkinalle pääsyyn vaadittava teho on 100 kW. Aggregaattorin avulla tämä teho voidaan saavuttaa yhdistämällä useita kiinteistöjä samaan koriin. Kaupunkien palvelukiinteistöt ovat yleensä päätyneet osallistumaan FCR-N –markkinoille.

FCR-D –markkinalla riittää, että kuormaa säädetään alaspäin. Tämän markkinan haasteena on suuri tehovaatimus markkinalle pääsyyn, 1 MW, ja vaadittava nopea reagointiaika, joten soveltuvan kuorman löytäminen voi olla haasteellista. Myös hintataso tällä markkinalla on ollut FCR-N –markkinaa alempi.

Kysyntäjoustoon osallistuminen edellyttää yleensä investointeja kiinteistön ohjelmistoon ja laitteistoon. Nämä kustannukset ovat kertaluontoisia, ja niitä vastaan odotetaan jatkossa saatavan tuloja reservimarkkinoilta. Koska käytännön kokemuksia on vielä vähän eivätkä sopimukset ole julkisia, voidaan tuottoja tässä vaiheessa ainoastaan arvioida. Tarjonnan lisääntyessä on odotettavissa, että markkinoilta saatavien tuottojen taso alenee. Toisaalta, kun jouston piirissä olevan kiinteistökanta kasvaa, voi tulevaisuudessa mahdollisesti syntyä myös uusia joustomarkkinapaikkoja.

Helsingin kaupungin kysyntäjoustoa kehittävä työryhmä arvioi kysyntäjoustoon tehtävien investointien takaisinmaksuajan olevan enintään viisi vuotta. Lappeenrannan kaupungin virtuaalivoimalan takaisinmaksuajaksi arvioidaan 2-3 vuotta. Aalto-yliopistossa tehdyn case-tutkimuksen mukaan suuren Suomessa sijaitsevan kiinteistön virtuaalivoimalaitoksen takaisinmaksuaika ilman investointitukia oli 10 vuotta. Kyseinen virtuaalivoimalaitos sisälsi kysyntäjouston lisäksi aurinkovoimalan ja kiinteistöakuston.

Lue lisää: **Fingrid: kuinka osallistua reservimarkkinoille**

FCR-N

- Pienempi vaatimus päästä markkinoille (100 kW)
- Symmetrinen (säätö sekä ylös- että alaspäin)
- Korkeammat hinnat, pienempi säätökapasiteetti/rakennus

FCR-D

- Suurempi tehovaatimus (1 MW) ja nopeampi jouston aktivointi
- Epäsymmetrinen (säätö vain alaspäin)
- Alhaisemmat hinnat

Turku Energian vanhaan kaasukelloon rakentama 300 MWh:n lämpöakku, jota ladataan ja tyhjennetään lämmityskaudella jopa päivittäin. Kuva: Htm, CC BY-SA 3.0.

LÄMMÖN KYSYNTÄJOUSTO

Lähes puolet Suomen asuin- ja palvelurakennuksista lämpiää kaukolämmöllä. Suurissa kaupungeissa osuus on paljon tätä suurempi. Kaukolämmön kysyntäjoustossa pyritään vähentämään lämmöntarvetta huippukulutustilanteissa jaksottamalla kulutusta. Lämpöä voidaan myös varastoida niin yksittäisiin rakennuksiin kuin keskitettyihin lämpövarastoihin. Rakennusten lämmitys ja viilennys ovat hyviä jouston kohteita, koska hetkelliset muutokset käyttötehoissa eivät vaikuta rakennusten käyttäjien viihtyvyyteen.

Kaukolämpöä tuotetaan nykyisin pääasiassa yhdessä sähkön kanssa yhteistuotantolaitoksissa (CHP) ja suurimman kysynnän aikaan erillisissä lämpölaitoksissa. Tulevaisuudessa yhä suurempi osa lämmöstä tuotetaan sähköllä lämpöpumppujen avulla. Kaukolämmön kysyntäjouston kehittyminen onkin olennaista fossiilisten polttoaineiden vähentämiseksi ja koko energiajärjestelmän tehotasapainon hallitsemiseksi.

Kysyntäjoustossa lämpöenergiaa ei välttämättä säästy, vaan tavoitteena on lämmönkulutuksen ajallinen siirto koko kaukolämpöjärjestelmän järjestelmän kannalta optimaalisemmaksi. Se loiventaa kulutushuippuja, jolloin öljykattiloiden tai muun kalliin huipputuotannon käyttö vähenee.

Sähkön kysyntäjoustolle on jo olemassa valtakunnalliset Fingridin markkinat. Kaukolämmössä ei vastaavia markkinoita vielä ole. Tämän takia kaukolämmön kysyntäjousto on hajanaisempaa ja enemmän rakennuksen omistajan ja paikallisen energiayhtiön vastuulla. Kaukolämmön kysyntäjoustossa siirretään joko kaukolämmön kulutusta aamun ja päivän kulutuspiikkien kalliilta tunneilta muihin ajankohtiin käyttökohteen sen salliessa, tai varastoidaan yön halpoina tunteina lämpöä lämpövarastoon, jota käytetään kulutuspiikkien aikana. Lämpimän veden siirrossa aiheutuu häviöitä. Tästä huolimatta lämmön varastointi etenkin isossa mittakaavassa on usein kannattavaa.

Virtuaalivoimalaitosten potentiaali

Lämmön kysyntäjousto on yksi tehokkaimmista tavoista leikata kiinteistöjen päästöjä. Eräs Energiaviisaat kaupungit-selvityksistä tutki Tampereen Hiedanrannan alueella, miten uusilla älykkäillä ohjausteknologioilla voi vaikuttaa rakennusten energiatehokkuuteen, päästöihin ja kustannuksiin. Kulutuspiikkien leikkaus lämmönjakojärjestelmän älykkäillä säädöillä osoittautui tehokkaimmaksi älyteknologiaksi päästöjen leikkaamisessa.

Energiateollisuuden Kaukolämmön kysyntäjousto -raportin mukaan kaukolämpöyhtiöiden realistinen oletus kysyntäjouston hyötypotentiaaliksi on nykyratkaisuin ja nykykokemusten perusteella järjestelmästä riippuen 1-3 % vuosikustannuksista. Simulointien avulla kysyntäjouston teoreettinen pitkän tähtäimen säästöpotentiaali arvioitiin raportissa huomattavasti suuremmaksi, kaukolämpöjärjestelmästä riippuen 5-25 % vuotuisista energiantuotantokustannuksista.

Potentiaali on suurin verkoissa, joissa perus- ja huipputuotannon hintaero on suurin ja tuotantolaitokset on mitoitettu kuorman suhteen niukasti. Ajallisesti kysyntäjouston hyötypotentiaali on suurin keväisin, syksyisin ja sellaisina talvipäivinä, kun vuorokauden sisäiset lämpötilaerot ovat suurimmillaan – sen sijaan pitkään jatkuvien pakkasjaksojen aikoina lämmön marginaalituotantokustannukset ovat jatkuvasti korkeat ja kysyntäjouston hyödyt vähäisemmät.

Fortumin kokemuksien mukaan kohteesta riippuen kysyntäjouston tuottama kustannussäästö voi olla noin 10-15 % ja energiansäästö 7-10 %. Kaukolämmön optimointijärjestelmiä rakentava Leanheat laskee, että jos kaikkien Suomen kaukolämmitettyjen rakennuksien lämmitys saataisiin mukaan kysyntäjoustoon, voitaisiin sulkea 5000 MW:n huippuvoimakapasiteetti. Määrä vastaa maan kymmenen suurimman kaukolämpölaitoksen tehoa.

Kiinteistöissä kysyntäjouston potentiaalia voidaan tutkia simulointien avulla. Tarkastelemalla rakennuksen lämmöntarverytmiä suhteessa käyttötarkoitukseen voidaan havaita potentiaalisia säästökohteita. Huippuja voi useimmiten leikata ilman että asumisolot kärsivät.

Lue lisää: Kaukolämmön kysyntäjousto, Energiateollisuus, 2015.
Sitra Smart Energy Transition 2030: Kaukolämmön kysyntäjousto, 2017.
Älykäs kaupunkienergia –raportti: Energiateollisuus, 2018.

KESKEISET VIESTIT (Sitra Smart Energy Transition 2030: Kaukolämmön kysyntäjousto)

Kaukolämmön kysyntäjousto perustuu lämmön kulutuksen parempaan hallintaan, hukkalämmön hyödyntämiseen ja lämmön varastointiin
Kaukolämmön kulutuksessa suunniteltu 2000 MW kysyntäjoustopotentiaali muodostuu kiinteistöjen lämmönkulutuksen paremmasta hallinnasta ja hukkalämmön hyödyntämisestä.

Matalalämpöverkot mahdollistavat kuluttajien välisen lämmön jakamisen ja tasaamisen
Uudet matalampilämpöiset paikalliset kaukolämpöverkot mahdollistavat helpommin kuluttajien välisen lämmön jakamisen. Paikallisten lämpöverkkojen avulla pientuotantoa voidaan myös linkittää pääverkkoon laajemmin ja joustavammin.

Kaukolämpömarkkinat tulee avata kilpailulle ja saada tuntihinnoittelun piiriin
Jotta uusia toimijoita saadaan mukaan luomaan parempia kaukolämmön joustopalveluja ja –järjestelmiä, kaukolämpömarkkinat tulee avata ulkopuolisille toimijoille. Kaukolämmössä tulisi siirtyä tuntipohjaiseen hinnoittelumalliin, jotta lämmön joustosta voisi syntyä paremmin taloudellista hyötyä niin käyttäjälle kuin kysyntäjouston palveluoperaattorillekin.

Lämmön ja sähköntuotannon yhteispeliä on katsottava uusin silmin
Parhaiten lämmön ja sähkön tuotannot toimivat yhdessä siten, että lämmön ja jäähdytyksen tuotantoa voidaan ohjata ketterästi sähkön kulutuksen, saatavuuden ja markkinahintojen pohjalta.

Lämmön kausivarastointi mahdolliseksi?

Sitran Smart Energy Transition 2030 -hanke pohti kaukolämmön kysyntäjouston mahdollisuuksia vuonna 2017. Sitran tavoite on, että 2000 MW kaukolämmön kulutuksesta olisi vuonna 2030 kysyntäjouston piirissä.

LÄMMÖN KYSYNTÄJOUSTOPILOTIT

OULUN RAKSILA:
Uimahallista lämpövarasto jäähallin hukkalämmölle

Oulun kaupunki selvitti Raksilan alueen energiavirtoja energiavisiossaan vuonna 2020. Raksilan alueella on suuria urheilukiinteistöjä: Oulun uimahalli, Oulun jäähalli, Ouluhalli, pesäpallostadion, tekojääkenttä sekä harjoitusjäähalli. Harjoitusjäähallia lukuun ottamatta kiinteistöt ovat kaupungin omistuksessa. Rakennusten yhteenlaskettu energiankulutus on 16 400 MWh vuodessa. Kävijöitä kiinteistöissä on vuosittain yli miljoona.

Energiavisiossa haluttiin selvittää energiavirrat. Jäähallin lauhdelämmön hyödyntäminen urheilukorttelin muissa kiinteistöissä oli energiavision keskeinen haaste. Yksi tutkittavista ajatuksista oli aurinkoenergiaa hyödyntävän energiayhteisön rakentaminen alueelle.

Matalalämpöverkon rakentaminen uimahallin ja jäähallin välille olisi kustannustehokkain vaihtoehto hyödyntää jäähallissa syntyvät lauhteet. Selvityksen perusteella lähellä sijaitsevan Oulun jäähallin ja harjoitusjäähallin lauhdelämpöjä pystyttäisiin johtamaan uimahalliin, joka tarvitsee lämpöä kaikkina vuodenaikoina. Tällä voitaisiin saada 120 000 euron vuosisäästö energialaskussa. Vision yhteydessä selvitettiin myös mahdollisuutta siirtää lauhdelämpö kaukolämpöverkkoon. Se ei osoittautunut kustannustehokkaaksi.

Energiavision mukaan lauhdelämpöjen varastoimisella uima-altaiden vesimassoihin saataisiin kysyntäjoustoa neljän megawattitunnin verran, jos veden lämpötilaa nostettaisiin noin asteella aamuisin ensimmäiselle uimahallin käyttötunnille. Näin energiapiikkiä leikattaisiin kovimman käytön ajalta, jolloin veden lämmitykseen tarvittaisiin vähemmän energiaa.

Raksilan urheilualueen kiinteistöjen sähkönkulutus ja mahdollisuus aurinkoenergian hyödyntämiseen jakautuvat epätasaisesti. Eniten aurinkoenergiaa olisi mahdollista saada Ouluhallin laajennuksen päälle asennettavasta aurinkovoimalasta. Ouluhallin sähkönkulutus on kuitenkin kiinteistöistä pienin, eikä se voisi hyödyntää kaikkea tuottamaansa energiaa. Raksilan uima- ja jäähallissa sen sijaan aurinkosähköä syntyisi vähemmän, mutta kulutus on suurempaa. Tulevaisuudessa laki saattaa mahdollistaa alueella tuotetun energian hyödyntämisen yhteisön sisällä. Tällöin Raksilan alueen kiinteistöistä voisi rakentaa energiayhteisön, jossa Ouluhallissa tai piha-alueella tuotettu aurinkoenergia voitaisiin hyödyntää alueen muissa kiinteistöissä.

Lue lisää:
Energiaviisaat.fi -juttu Raksilan urheilualueen energiavisiosta
Kalevan uutinen: Oulun urheiluhallit ahmivat energiaa kuin yli 800 omakotitaloa

TAMPERE, OPISKELIJANKATU 31:
Kulutuspiikkien tasaaminen pienentää kaukolämmön perusmaksua

Tamperelaisessa opiskelija-asuntokohteessa pilotoidaan syksyllä 2020 ratkaisua, joka tasaa lämmön kysyntäpiikkejä silloin kun lämmintä käyttövettä kuluu paljon.

Tavoitteena on kokonaiskuorman piikkien tasaaminen vähentämällä patterivesiverkoston kuormitusta kun lämpimän käyttöveden kuormitus on korkea. Asuntojen lämpötila pyritään pitämään mahdollisimman tasaisena myös joustojen aikaan. Integrio Oy:n kehittämä säätöalgoritmi on asennettu pilottikohteessa käytetylle Schneider Electric EcoStruxure–alustalle. Algoritmi toimii paikallisesti hyödyntäen kohteen automaatiojärjestelmän antureita ja säätölaitteita.

Pilottikohde koostuu kahdesta kiinteistöstä, joista toiseen asennetaan kysyntäjoustoalgoritmi ja verrokkirakennukseen ei. Tällöin saadaan todellista vertailudataa siitä, kuinka hyvin optimointi toimii. Pilotin tuloksena toivotaan sekä rahallista säästöä että lämmityksen CO_2-päästöjen vähenemistä.

Lue lisää:
Energiaviisaat.fi -juttu algoritmipohjaisesta virtuaalivoimalaitoksesta

TURUN SKANSSI:
Kaksisuuntainen kaukolämpöverkko uudelle älykkäälle asuinalueelle

Turun kaupunki kehittää Skanssin yhteisöllistä ja ekologista asuinaluetta, jossa pyritään kehittämään uudenlaisia energian tuotannon, käytön ja seurannan ratkaisuja. Alueella halutaan kehittää ja pilotoida rakennuskohtaisten ratkaisujen lisäksi myös uusia alueellisia energiaratkaisuja, esimerkiksi Turku Energian toteuttamaa matalalämpöistä kaukolämpöverkkoa. Matalalämpötilainen kaukolämpöverkko mahdollistaa asiakkaiden kaksisuuntaiset liittymät ja hukkalämmön syöttämisen verkkoon.

Skanssin alueen rakentamiselle on määritelty kestävää energian tuotantoa ja käyttöä edistävä energialiite, johon kaikki alueella toimivat rakennuttajat sitoutuvat. Energialiitteen vaatimuksia ovat muun muassa edellytys avoimiin kommunikaatiorajapintoihin sekä tarvittavien tietojen kerääminen kiinteistöistä. Näin dataa voidaan hyödyntää rakennuksen älykkäässä ohjauksessa ja seurannassa. Rakennusten tulee mahdollistaa myös kaksisuuntainen lämmönsiirto sekä kysyntäjousto tarvittaessa.

Uusien energiaratkaisujen toteuttamiseen kannustettiin syksyllä 2019 toteutetussa Skanssin alueen tontinluovutuskilpailussa. Sen lisäksi, että rakennuttajat sitoutuivat energialiitteeseen, saivat he tarjousten vertailussa pisteitä hintatarjouksen ohella sitoutumalla energialiitteen valinnaisiin kohtiin, jotka sisältävät kiinteistöjen energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä.

Lue lisää: http://turku.fi/skanssi
Skanssin energialiite ja käsikirja
Skanssin tontinluovutuksessa kannustettiin energiatehokkuuteen

ESPOO:
Koulujen ja päiväkotien lämmitys älykkääseen ohjaukseen

Espoon kaupunki ja Fortum ovat sopineet Espoon siirtymisestä hiilineutraaliin kaukolämmöntuotantoon 2020-luvun aikana. Yksi askel otetaan loppuvuonna 2020, kun noin 150 Espoon kouluun ja päiväkotiin asennetaan yli 4000 lämpötilaa ja ilmankosteutta mittaavaa anturia, ja kiinteistöjen lämmitystä ryhdytään ohjaamaan anturitiedon ja sääennusteiden pohjalta. Palveluun liitetyille kiinteistöille toimitetaan uusiutuvilla energianlähteillä tuotettua EkoPlus-kaukolämpöä.

Kulutuksen älykästä ohjausta pilotoitiin vuonna 2019 viidessä espoolaiskoulussa ja päiväkodissa. Lyhyillä kulutuksenohjauksilla ei havaittu olevan merkittävää vaikutusta sisäilmaolosuhteisiin. Nyt käyttöönotettavan lämmityksen optimointipalvelun periaate on, että käyttäjät eivät huomaa lämmityksen ohjausta. Palvelu hyödyttää sekä kaukolämpöä tuottavaa Fortumia että kaupunkia. Lämmönkulutuksen älykäs ohjaus vähentää fossiilisia polttoaineita käyttävien varalämpölaitosten tarvetta, ja alentaa lämmityksen kustannuksia.

Kiinteistöihin asennettavien irtoanturien ja lämmönsäätimien kustannukset katetaan kohdekohtaisella investointimaksulla. Lisäksi kaupunki maksaa Fortumille kuukausittaista palvelumaksua ohjelmistoista ja optimointipalvelusta. Huipputehon leikkaaminen pienentää kiinteistöjen kaukolämmön perusmaksuja. Hankkeen laskennallinen takaisinmaksuaika on noin kolme vuotta.

Lue lisää: www.fortum.fi/kulutusjousto

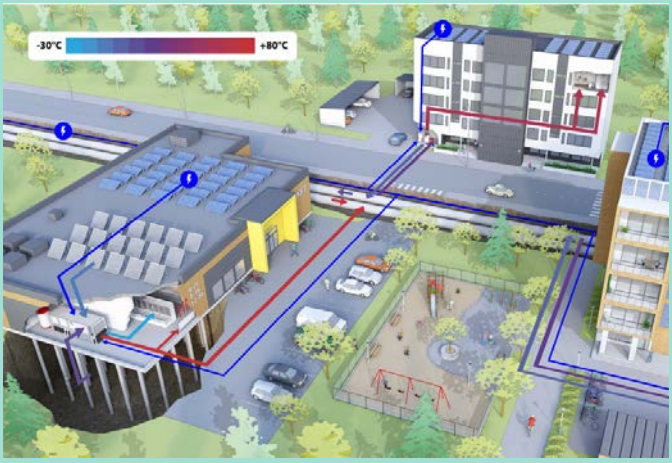
TURUN KUPITTAA:
Liikuntapaikkojen hiilijalanjälki pienemmäksi

Kupittaan puiston urheilualueella Turussa tutkittiin liikuntakohteiden energiaprofiileja ja nykyistä tekniikkaa sekä määritettiin, miten alueen energiankulutukseen liittyviä kustannuksia ja hiilijalanjälkeä voitaisiin tulevaisuudessa pienentää. Tarkasteltavat kohteet olivat Kupittaan urheiluhalli, Kupittaan maauimala, luistelurata sekä talvisin lämmitettävä tekonurmikenttä. Tutkimuksessa tarkasteltiin kohteiden energiaprofiileja ja vaihtoehtoisia energiajärjestelmiä.

Tutkimuksessa selvisi, että investoimalla alueelliseen energiajärjestelmään, voidaan puolittaa alueen primäärienergian tarve sekä saavuttaa merkittävästi pienemmät elinkaarikustannukset (35 %) ja noin 30 % pienempi hiilijalanjälki.

Tuloksia käytetään alueelle tehtävien energiatehokkuuden parannustoimenpiteiden priorisointiin ja toteutettavien laskelmien lähtökohtia on tarkoitus skaalata sekä hyödyntää muissakin kohteissa jatkossa. Tavoitteena on, että tulevaisuudessa Kupittaan kohteet toimivat virtuaalivoimalaitoksina jakaen energiavirtoja toistensa välillä. Virtuaalivoimalaitoskohteita on täten mahdollista aggregoida yhdeksi kysyntäjoustokokonaisuudeksi.

Lue lisää:
Energiaviisaat.fi: Turun Kupittaan liikunta-alueen energiasimulointi ja elinkaarilaskelmat



OULUN KAUKOVAINIO:
Ylijäämälämpö porareikään

Oulussa lämmön kysyntäjoustoa toteutetaan monenlaisten lämpövarastojen avulla. Oulun Kaukovainiolla kokeillaan Making-City EU-hankkeessa kaupan ylijäämälämmön porareikävarastointia ja rakennuskohtaisia faasimuutosvaraajia, jotka mahdollistavat lämpöpumppujen tehokkaan toiminnan. Myös lämmönlähteen valinnan joustolla on mahdollisuus vaikuttaa kustannuksiin ja päästöihin, sillä lämmönlähde voidaan periaatteessa valita kulloisenkin markkina- eli tasapainotilanteen mukaan esimerkiksi tavanomaisen kaukolämmön, poistoilmalämpöpumpun, kaupan lauhdelämpöä priimaavan lämpöpumpun ja uutuutena myös kaukolämmön paluuvettä jäähdyttävän lämpöpumpun välillä. Näiden edullisuusjärjestys määräytyy aurinkopaneeleilla itse tuotetun sähkön määrän, verkosta ostetun pörssisähkön hinnan sekä polttoaineiden tunnittaisten hintojen ja verkkojen kuormituksen mukaan. Mukana hankkeessa ovat Oulun kaupunki, Oulun Energia, Oulun yliopisto, VTT, Sivakka, YIT, Caverion ja S-Arina.

Lue lisää:
https://www.ouka.fi/oulu/kaukovainio/
https://www.oulunenergia.fi/huippu-ja-varateho

3. LÄMMITYS- JA KÄYTTÖVESI-JÄRJESTELMÄ

Matalalämpöinen 65° kaukolämpöverkko mahdollistaa uusien energianlähteiden entistä paremman hyödyntämisen. Samalla saadaan korotettua esimerkiksi aurinkokeräimien ja maalämpö-kaivojen tuotannon hyötysuhdetta.

Skanssin alueen energialiitteen käsikirja tuo uutta mietittävää alueen rakennusten LVI-suunnittelijoille. Alueen matalalämpöiseen kaukolämpöverkkoon voi kytkeä paikallista lämmöntuotantoa, esimerkiksi maalämpökaivoja ja aurinkokeräimiä. Talojen kaukolämpöliittymien täytyy mahdollistaa kaksisuuntainen lämmönsiirto ja hukkalämmön kierrättäminen takaisin verkkoon.

Rakennusten tekniset valmiudet

Älykkäät lämmityksen ohjausjärjestelmät yleistyvät kiinteistöissä nopeasti. Tämä mahdollistaa myös erilaiset kysyntäjoustoratkaisut. Valitussa kohteessa tarvitaan tekniset valmiudet säätöön: etävalvottava automaatiojärjestelmä, joka voidaan integroida muihin järjestelmiin. Yhteentoimivuuden vaatimus rajaa pois monet vanhemmat automaatiojärjestelmät. Paras tilanne on, jos kysyntäjoustoon on varauduttu jo rakennusautomaation suunnitteluvaiheessa.

Seuraavia kulutustyyppejä voidaan etäohjata avoimen rajapinnan kautta: lämmityslaitteet, varaavat lämmityslaitteet, autojen lämmitys- ja latauslaitteet, jäähdytysjärjestelmät. Jotta näitä voidaan ohjata ulkopuolelta, tarvitaan sopimus asiakkaan ja ohjaavan osapuolen välille.

Kysyntäjouston aikaiset tapahtumat rakennuksen lämmitysjärjestelmissä on tärkeä rekisteröidä ja tallentaa. Näin voidaan todentaa, että laitteisto toimii suunnitellusti, ja jouston vaikutuksia esimerkiksi sisäilmaolosuhteisiin voidaan seurata. Kiinteistöautomaatiojärjestelmä tai muu kuormanohjausjärjestelmä voi rekisteröidä ja tallentaa tapahtumat paikallisesti, josta ne voidaan siirtää pilvipalveluun tietoliikenneyhteyden avulla.

Mikäli suunnitellaan toteutettavan säätöjä, jotka vaikuttavat esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmien käyntiaikoihin, voi julkisissa rakennuksissa tähän tarvita erilaisia lupia tiloista vastaavilta tahoilta. Lupa voi koskea esimerkiksi sitä, voiko ulkopuolinen taho ohjata ilmanvaihtoa automaatiojärjestelmän ulkopuolelta. Koska kysyntäjousto ja virtuaalivoimalaitokset ovat uusia asioita ja niillä on vaikutusta kiinteistöjen turvallisuus- sekä sisäolosuhteisiin, pitää tähän vaiheeseen varata aikaa ja varautua selvittämään järjestelmän toiminta perusteellisesti monille eri tahoille.

Prosessia helpottaa, jos kohteessa on riittävä mittarointi ja sisäolosuhteita on mahdollista seurata mahdollisimman tarkasti. Päätöksentekoa helpottaa myös eteneminen vaiheittain. Ensin tehdään lyhyt pilotti, jossa kerätään kokemuksia ja pyydetään palautetta rakennuksen käyttäjiltä.

Liittyminen

Jotta voidaan liittyä lämmön kysyntäjoustojärjestelmään, tulee ottaa huomioon monia asioita ja teknisiä yksityiskohtia. Uusilla asuinalueilla näitä teknisiä spesifikaatioita voidaan määritellä jo varhaisessa vaiheessa esimerkiksi alueen tontinluovutusehdoissa. Näin on toimittu esimerkiksi Turun uudella Skanssin alueella. Syksyllä 2019 Skanssin alueen tonteista järjestettiin tontinluovutuskilpailu, jossa käytettiin ensimmäistä kertaa rakennuttajia sitovaa energialiitettä. Energialiitteellä kannustetaan fiksujen energiaratkaisujen toteuttamiseen alueen rakennuksissa.

KYSYNTÄJOUSTOA MAHDOLLISTAVIA ASIOITA VOIDAAN MÄÄRITELLÄ TONTINLUOVUTUSEHDOISSA

- Kiinteistöautomaatiojärjestelmien rajapinnat
- Kaukolämpöveden lämpötila
- Kaksisuuntaisen lämmönsiirron mahdollistaminen
- Jäähdytyksessä syntyvän lauhdelämmön hyödyntäminen
- Sähkön- ja lämmöntuotantolaitteiden liittäminen kiinteistöautomaatiojärjestelmään
- Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien etäohjattavuus
- Kysyntänjouston ja tapahtumien tallennus seurantaa varten

Joustaminen

Yksinkertaisin lämmön kysyntäjouston muoto on kulutuspiikkien leikkaaminen. Julkisissa rakennuksissa kysyntäjoustoa voidaan hyödyntää myös niin, että lämpöenergiaa varastoidaan rakennukseen edullisen energian aikana. Ylimääräistä lämpöä voidaan varastoida esimerkiksi uimahalleihin tai maalämpökaivoihin.

Lämmön kysyntäjoustoa julkisissa rakennuksissa voidaan toteuttaa lämmön varastoinnin lisäksi kulutusta porrastamalla, esimerkiksi patterilämmityksen tai ilmanvaihdon esilämmityksen säädöillä.

Lämmön kulutusta voidaan pudottaa hetkellisesti vaikuttamatta merkittävästi huoneen lämpötilaan. Tutkimustiedon perusteella optimaalisimpia kysyntäjoustokohteita ovat isot kerrostalot, joiden lämmön varastointikyky on suuri. Rakennusautomatiikka voidaan ajastaa lämmittämään rakennusta yöaikaan ennen aamun kulutushuippuja. Rakenteisiin varastoituneen lämmön avulla aamun kulutushuippua on helppo leikata.

VTT:n tutkimuksessa tutkittiin vanhoja kerrostaloja, joissa pystyttiin leikkaamaan kulutusta 2-3 tunnin jaksoissa 20-25% vaikuttamatta huomattavasti huoneiden lämpötilaan. Kysyntäjoustoa voidaan toteuttaa vaikuttamatta merkittävästi huoneen lämpötilaan. Isompia säästöjä tavoiteltaessa 0,5-1 °C/h lämpötilan muutoksen ei havaittu vaikuttavan viihtyvyyteen sisätiloissa.

Markkinat

Lämmön kysyntäjousto on vielä varsin uusi ajatus. Pilotteja on tehty monissa kaupungeissa, mutta joustomarkkinat ovat vielä kehittymättömät. Jotkut kaukolämpöyhtiöt tarjoavat korvausta kysyntäjoustosta, mutta suurin taloudellinen hyöty huipputehoja leikkaavan kiinteistön omistajalle syntyy nykyisin kaukolämmön perusmaksussa. Kysyntäjoustavalle kiinteistölle riittää aiempaa pienempi kaukolämpöliittymä ja tämä näkyy perusmaksun suuruudessa.

Sitran Smart Energy Transition -hanke ehdottaa koko kaukolämpömarkkinan avaamista kilpailulle. ”Jotta uusia toimijoita saadaan mukaan luomaan parempia kaukolämmön joustopalveluja ja –järjestelmiä, kaukolämpömarkkinat tulee avata ulkopuolisille toimijoille regulaatiotoimin”, raportti ehdottaa. Markkinoiden avaaminen olisi avain kaukolämmön kysyntäjoustopalvelujen yleistymiselle. Kehitystä edistäisi myös siirtyminen kaukolämmön tuntihinnoitteluun sekä lämmön ja sähkön tarkastelu kokonaisuutena. Näin lämpövarastoja voisi käyttää esimerkiksi tuulivoimatuotannon tasapainottajana. Sitran tavoitteena on saada vuoteen 2030 mennessä 2000 MW maamme kaukolämmön kulutuksesta lämmön kysyntäjouston piiriin.

Energiaviisaat kaupungit -hankkeessa on toteutettu useita kymmeniä pilotteja ja kolme muuta opasta. Tutustu kaikkiin tuloksiin osoitteessa energiaviisaat.fi/pilotit