



Kunnat ja kulutusjousto

Santtu Karhinen, erikoistutkija, Syke
20.5.2025



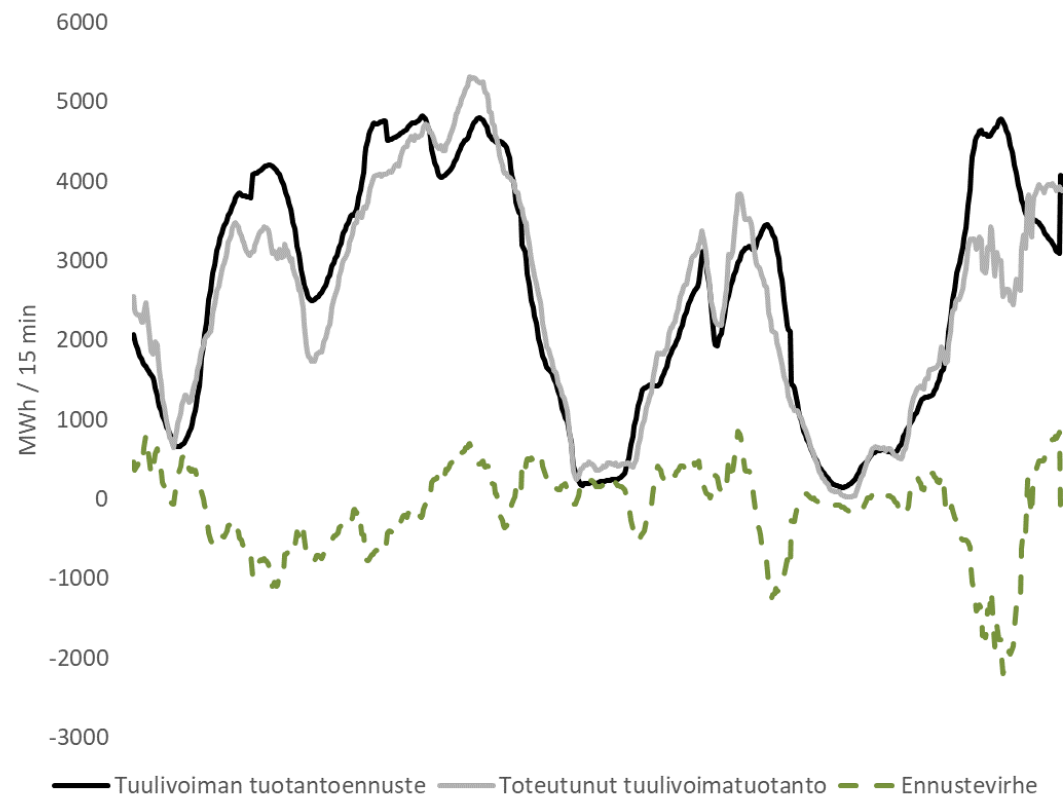
Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

Session juoksutus

- Johdanto kulutusjoustoon
- Esimerkki Lappeenrannasta
- Keskustelu

Yleistä sähköjärjestelmästä

- Sähköjärjestelmä tarvitsee joustavuutta, jotta se pystyy paremmin hyödyntämään päästöiltään vähäisiä, mutta tuotannoltaan sääriippuvaisia sähköntuotantoteknologioita
- Perinteisesti sähköjärjestelmän tasapaino on ylläpidetty tuotantopuolella – joustavaa, vähäpäästöistä sähköntuotantoa on kuitenkin tarjolla rajallisesti
- Historiallisesti sähkön kysynnän hintajousto on ollut erittäin vähäistä, sillä kuluttajilla ei ole ollut riittäviä kannustimia kulutuksen siirtämiseen tunnilta toiselle



Flaire – reilu, joustava ja resilientti energiajärjestelmä

Tutkitaan ja edistetään kulutusjoustoon perustuvia ratkaisuja kotitalouksissa ja kunnissa energiajärjestelmän muutosjoustavuuden ja vähähiilisyyden varmistamiseksi

Ratkaisut ja tutkimuskohteet

- Kokonaisenergiankulutuksen vähentäminen ja kulutuksen ajoittaminen edullisen ja matalan kulutuksen tunneille
- Informaatiopohjaiset ratkaisut, jotka perustuvat kotitalouksien omaan aktiivisuuteen sekä automatisoidut älykotipalvelut ulkopuolisilta toimijoilta
- Virtuaalivoimalakonsepti kunnille ja suurille kiinteistönomistajille sähköverkon joustoon

Flaire – reilu, joustava ja resilientti energiajärjestelmä

Toimintamallit ja vaikutukset

- Arvioidaan kulutusjoustoratkaisujen toteutettavuutta ja hyväksyttävyyttä kotitalouksissa
- Mallinnetaan ratkaisujen vaikutuksia Suomen energiajärjestelmän joustavuuteen
- Kehitetään tulevaisuuspolkuja kulutusjoustoratkaisujen vakiinnuttamiseksi ja valtavirtaistamiseksi yhteistyössä kansalaisten ja keskeisten sidosryhmien kanssa

Virtuaalivoimalakonsepti kunnille ja suurille kiinteistönomistajille sähköverkon joustoon



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

Yleistä ideasta

- Miten hyödyntää olemassa olevaa rakennuskantaa kustannustehokkaasti joustojen lisäämiseksi sähkömarkkinoilla?
- Keskitytään etusijassa julkisomisteisiin rakennuksiin, joita säännellään EU:n rakennusten energiatehokkuusdirektiivissä (EPBD) automaatio- ja ohjausjärjestelmien osalta
- Tarkastellaan etenkin ilmanvaihtojärjestelmiä ja niiden säätämisen mukanaan tuomia ansaintamahdollisuuksia reservimarkkinoilta

Markkinapaikat

						
Johdannais- markkinat	Vuorokausi- markkinat	Reservikapasi- teettimarkkinat	Päivänsisäiset markkinat	Reservienergia- markkinat	Toimitus	Taseselvitys
Kaupankäynti						
10 vuotta - päivä eteenpäin	Huutokauppa: Huominen	Huutokauppa: Huominen	Huutokauppa ja jatkuva kaupankäynti	Reaaliaika		Toimituksen jälkeen
Ajanjaksot						
Vuosi, kvartaali, kuukausi ja viikko	Tunti	Tunti	15 min	15-60 min		Tasesähkö Taseselvitysjakso: 15 min

Lainsäädännöllinen tausta

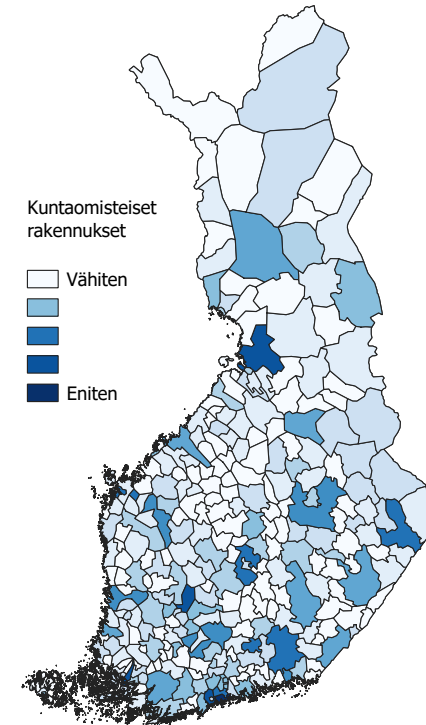
- Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevaatimuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä (733/2020) toimeenpanee EU:n energiatehokkuusdirektiivin muutoksia
 - 11 § Uuden rakennuksen varustaminen rakennuksen automaatio- ja ohjausjärjestelmällä ja 12 § Korjaus- ja muutostyön kohteena olevan rakennuksen varustaminen rakennuksen automaatio- ja ohjausjärjestelmällä
- Automaatio- ja ohjausjärjestelmä on asennettava sellaiseen rakennukseen, jonka lämmitysjärjestelmän tai yhdistetyn tilojen lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmän nimellisteho on yli 290 kilowattia, ja rakennukseen, jonka ilmastointijärjestelmän tai yhdistetyn ilmastointi- ja ilmanvaihtojärjestelmän nimellisteho on yli 290 kilowattia

Automaatio- ja ohjausjärjestelmä

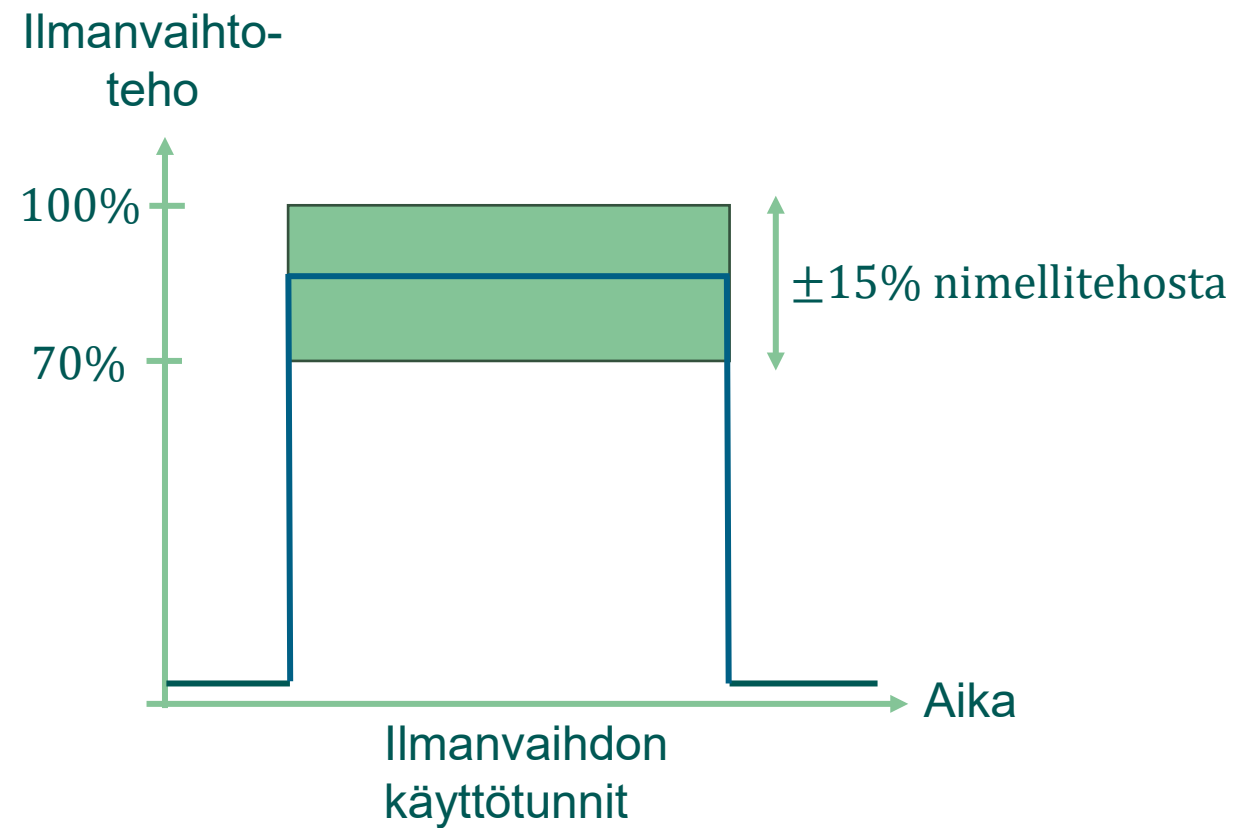
- Kyettävä jatkuvasti seuraamaan, kirjaamaan ja analysoimaan energian käyttöä sekä mahdollistamaan käytön mukauttaminen;
- Kyettävä tekemään vertailevaa analyysiä rakennuksen energiatehokkuudesta, havaitsemaan rakennuksen teknisten järjestelmien tehokkuuden heikkeneminen ja ilmoittamaan tiloista tai rakennuksen teknisestä hallinnoinnista vastaavalle henkilölle energiatehokkuuden parantamiseen liittyvistä mahdollisuuksista; ja
- Kyettävä mahdollistamaan viestintä toisiinsa yhteydessä olevien rakennuksen teknisten järjestelmien ja muiden rakennuksen sisäisten laitteiden kanssa sekä yhteentoimivuus rakennuksen teknisten järjestelmien välillä erilaisesta valmistajakohtaisesta teknologiasta, laitteista ja valmistajista riippumatta.

Rakennuskanta

- Tehorajan ylittäviä ei-asuinrakennuksia on Suomessa n. 9500 kpl, joista n. 25 % on kuntien omistuksessa, mm.
 - Opetusrakennukset
 - Hoitoalan rakennukset
 - Kokoontumisrakennukset
 - Toimistorakennukset
- Esim. julkisomisteisten opetusrakennusten iv-teho on noin 66 MW, josta arviolta 10 MW tarjottavissa reservimarkkinoille



Arvioitu tulovirta FCR-N reservimarkkinapaikalta



- Olettaen 15 % ylös- ja alassäätökyky ilmanvaihdon nimelliskapasiteetista, 6,67 kW ilmanvaihtotehosta voidaan tarjota 1 kW FCR-N markkinoille
- Korvaus 1 kW kapasiteetista:
 - FCR-N vuosimarkkinahinta
 - 1,91 (c/kW) vuonna 2023
 - 2,54 (c/kW) vuonna 2024
 - FCR-N tuntimarkkinoilta (tarjoukset vuorokausille erikseen) yli 4 (c/kWh)
- Reservituotteiden hintoihin tulevaisuudessa vaikuttavat ostetun kapasiteetin määrä ja tarjonnan kehitys (esim. kemiallisten akkujen kilpailukyky)

Kuva sovellettu artikkelista: Härkönen, K., Hannola, L., Lassila, J., Luoranen, M. (2023). Assessing the electric demand-side management potential of Helsinki's public service building stock in ancillary markets. *Sustainable Cities and Society*, 76, 103460.

Esimerkit

Esimerkki 1

Käyttöaika 3000 h/a, teho 100 kW/h, korvaus 2 c/kW, operaattorille (1/3)
operointituotosta: tulovirta = $((2/3) * 3000 \text{ [h/a]} * 100 \text{ [kW/h]} * 2 \text{ [c/kW]}) / 100 = 4000 \text{ [€/a]}$

Esimerkki 2

Käyttöaika 6000 h/a, teho 100 kW/h, korvaus 5 c/kW, operaattorille (1/3)
operointituotosta: tulovirta = $((2/3) * 6000 \text{ [h/a]} * 100 \text{ [kW/h]} * 5 \text{ [c/kW]}) / 100 = 20100 \text{ [€/a]}$

Yhteenveto

- Vuosituotto riippuu rakennuksen käyttöprofiilista, rakennuksen teknisistä ominaisuuksista sekä reservimarkkinoiden tarpeista
- Lisäämällä tarjontaa reservimarkkinoille
 - Edistetään puhdasta energiasiirtymää mahdollistaen suuremman määrän vaihtelevaa sähköntuotantoa
 - Pienennetään kustannuksia järjestelmätasolla
- Hyödyntäen olemassa olevaa infrastruktuuria
 - Saavutetaan kustannustehokkuutta
 - Säästetään luonnonvaroja

Kiitos!



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute



Keskustelu



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

Keskusteluohjeet

- Keskustelut paikan päällä parikeskusteluina ja verkko-osallistujien osalta yhteisesti

1. Mitä ajatuksia aihe herättää?

- Onko kunnassanne toteutettu kulutuksen ohjausta? Jos kyllä, millä tavalla?
- Mikä aiheessa on kiinnostavaa ja mikä on haastavaa?

2. Miten älyvalmiutta voidaan hyödyntää paremmin:

- Minkälaista tukea toivoisitte saavanne? (esim. toteutettuja tapauksia, kohdennettua neuvontaa aiheesta, yhteishankintoja, taloudellista tukea, muuta)
- Miten kannattavia (esim. kuinka pitkä takaisinmaksuaika) laiteinvestointien kuuluisi olla, jotta niiden edistäminen olisi sujuvaa?
- Haluatteko osallistua Flaire-hankkeen jatkotyöhön?

Mikä on ilmanvaihtoresurssin kannattavuus reservimarkkinoilla?

- Oletetaan investointikustannus $I = 20\,000\text{ €}$, diskonttokorko $i = 0,05$, operaattorin tuottovaade $o = (1/3)$, FCR-N kapasiteettikorvaus $= 1,1\text{ (c/kW)}$ (oletus akkujen kilpailullisesta tasosta) / $4,65\text{ (c/kW)}$ 2023 ja 2024 tuntimarkkinoiden ka
- $$NPV = -I + \sum_{t=1}^T \frac{r_t}{(1+i)^t}$$

	FCR-N kapasiteettikorvaus (c/kW, per tunti)	Käyttötunnit vuodessa (h/a)	Tuotto-odotus per 100 kW (€/a) (r_t)	Käyttöaika (T)	NPV
Virka-aikakäyttö	1,1	2628	1927	10	-5 119
Virka-aikakäyttö	4,65	2628	8138	10	42 840
Virka-aikakäyttö	1,1	2628	1927	15	4
Virka-aikakäyttö	4,65	2628	8138	15	64 470
24/7 käyttö	1,1	8760	6424	10	29 604
24/7 käyttö	4,65	8760	6424	10	189 466
24/7 käyttö	1,1	8760	6424	15	46 679
24/7 käyttö	4,65	8760	6424	15	261 567