

# Asuinkerrostalon sähkötehojen ohjattavuus, varautuminen tai toteuttaminen ja hyödyt

Kari Kallioharju, Tampereen ammattikorkeakoulu

Energiasuunnittelun hyödyt asuinrakennushankkeen alkuvaiheessa -hanke  
Ympäristöministeriön Vähähiilisen rakennetun ympäristön ohjelma\*

*\* Hanke on saanut tukea ympäristöministeriöltä Vähähiilisen rakennetun ympäristön ohjelmasta, jonka rahoitus tulee EU:n kertaluonteisesta elpymisvälineestä (RRF).*

# Materiaalin sisältö

1. Taustaa tehojen hallinnasta ja tulevista muutoksista
2. Miten tehojen hallintaan ja tuleviin muutoksiin voi varautua
3. Laskuesimerkki pienjännitetehotariffimaksun pienentämisestä
4. CASE: pörssisähkön hyödyntäminen maalämpöjärjestelmässä

# Taustaa tehojen hallinnasta ja tulevista muutoksista

# Mitä sääntely sanoo sähkötehojen suunnittelusta ja ohjattavuudesta tällä hetkellä (1/2)?

**YMa 1010/2017 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta**

## ***"32 § Rakennuksen lämmön ja sähkön tehon tarve***

*Rakennuksen lämmitysjärjestelmän lämmitysteho on mitoittettava siten, että rakennuksen tilojen suunnitellut lämpöolot ja ilmanvaihto voidaan ylläpitää rakennuksen sijaintipaikkakunnan mukaisen säävyöhykkeen mitoittavilla ulkolämpötiloilla, jotka esitetään liitteessä 1.*

***Suunnittelussa on otettava huomioon mahdollisuuksia sähkön huipputehon tarpeen pienentämiseksi ja sähkötehon ohjattavuuden parantamiseksi."***

# Mitä sääntely sanoo sähkötehojen suunnittelusta ja ohjattavuudesta tällä hetkellä (2/2)?

YMa 718/2020 Ympäristöministeriön asetus eräiden rakennuksen teknisten järjestelmien energiatehokkuuden vaatimuksista

## "5 § Järjestelmän kokonaisenergiatehokkuus

*Eryyissuunnittelijan on suunniteltava rakennuksen automaatio- ja ohjausjärjestelmä siten, että sillä pystytään ohjaamaan ja valvomaan rakennuksen energiankulutuksen kannalta keskeisiä teknisiä järjestelmiä ja laitteita energiankäytön optimoimiseksi.*

...

*Eryyissuunnittelijan on suunniteltava paikallinen sähköntuotantojärjestelmä siten, että se on toimintakyvyiltään energiatehokas ja liitetty rakennuksen sähköjärjestelmään niin, että tuotettua energiaa voidaan hyödyntää tehokkaasti rakennuksessa."*

## "9 § Järjestelmän asianmukainen ohjaaminen

...

*Eryyissuunnittelijan on huolehdittava, että paikallisessa sähköntuotantojärjestelmässä tai rakennuksen automaatio- ja ohjausjärjestelmässä on tapa, jolla esitetään tieto tuotetun sähköenergian määrästä ja ohjautumisesta omaan kulutukseen, varastoon tai yleiseen sähköverkkoon, taikka jonka pohjalta tieto tästä on määritettävissä."*

# Mitä lähitulevaisuudessa tapahtuu, joka vaikuttaa tehojen hallintaan – esim. EPBD muutokset?

## 1) Päästöttömät rakennukset:

- Erittäin korkea energiatehokkuus (uudet asuinrakennukset v. 2028 laskennallinen  $E < 75 \text{ kWh/m}^2/\text{vuosi}$ )
- Edistää kysyntäjoustoa
- Käytettävä energia tuotetaan paikan päällä tai lähellä uusiutuvista energialähteistä tai on peräisin uusiutuvan energian yhteisöltä
  - Ulkopuolisena energialähteenä uusiutuvalla energialla tai hukkalämmöistä tuotettu kaukolämpö tai kaukojäähdytys

## 2) Sähköautojen ja sähkökulkuneuvojen lataus (älykkyys, samanaikainen lataus ja kaksisuuntaisuus):

- Uudet asuinrakennukset, yli 3 parkkipaikkaa: Esikaapelointi jokaiseen paikkaan ja vähintään 1 latauspiste
- Asuinrakennusten laajamittaiset korjaukset: Jokaiseen paikkaan esikaapelointi tai putkitus mikäli esikaapelointi ei ole mahdollista
- Esikaapelointi tarkoittaa kaikkia toimenpiteitä, jotka ovat tarpeen latauspisteiden asentamiseksi, mukaan lukien datan välittäminen, kaapelireitit, muuntajille tarkoitettut tilat ja sähkömittarit, ja sähkötaulu
- Polkupyörien ja kevyiden L2-luokan ajoneuvojen lataamiseen varautuminen, 2 pyöräpaikkaa per asunto.

## 3) Rakennusten tuottama aurinkoenergia:

- Uudet rakennukset suunnitellaan siten, että niiden aurinkoenergiapotentiaali optimoidaan
- Aurinkosähkön tuotantoa tulisi asentaa 31.12.2028 mennessä kaikkiin uusiin asuinrakennuksiin ja katettuihin pysäköintipaikkoihin ja 31.12.2032 kaikkiin laajasti korjattaviin rakennuksiin.

# Miten tehojen hallintaan ja tuleviin muutoksiin voi varautua

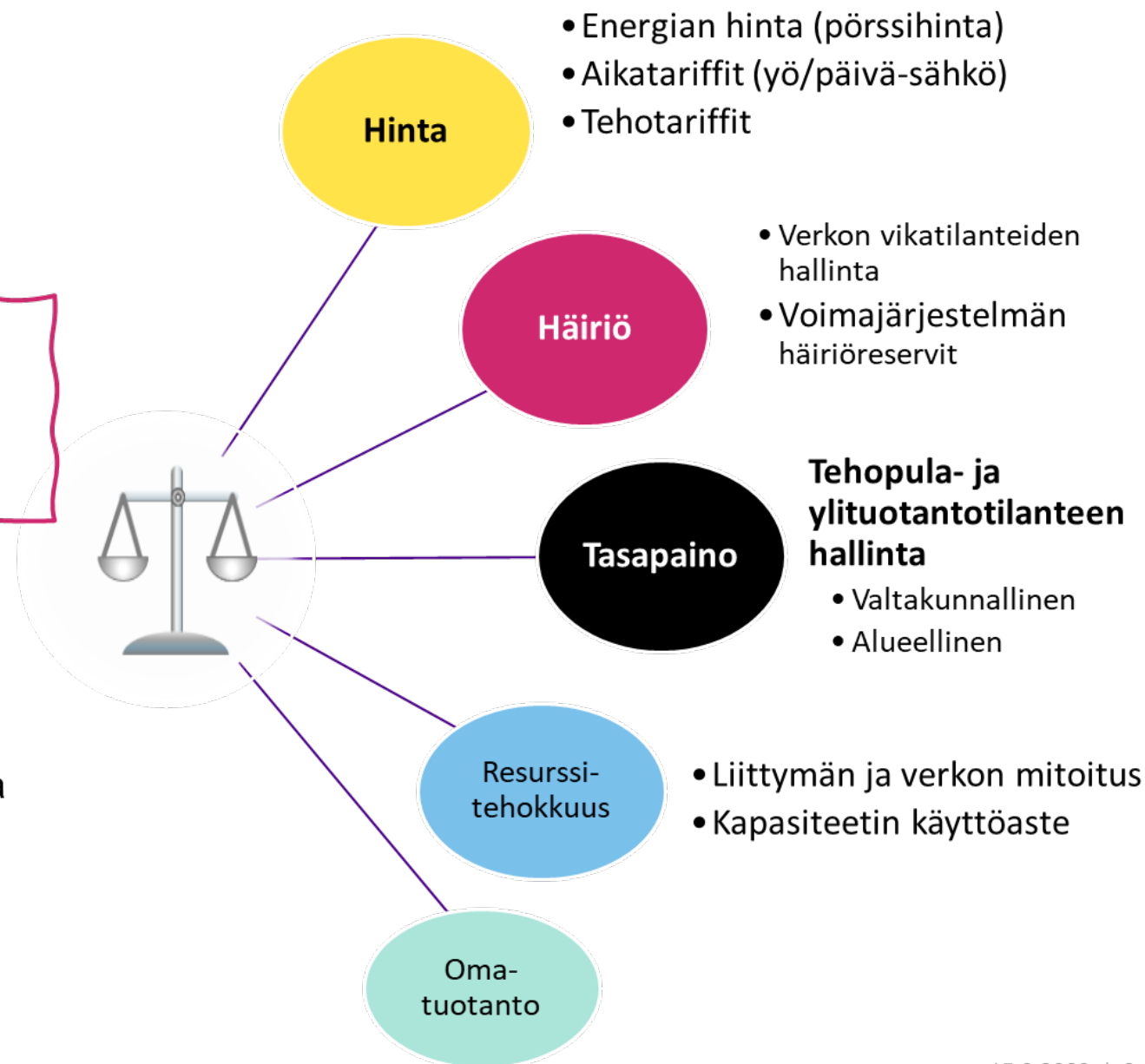
# Kysyntäjousto

Sähkön käyttäjä voi omalla toiminnallaan vaikuttaa

- Energian hintaan
- Sähkökatkojen estämiseen

## Kysyntäjousto:

- Kuluttaja on aktiivinen osa sähköjärjestelmää ja osallistuu ohjauspalveluiden ja/tai hinnoittelun avulla tehotasapainon hallintaan ja resurssitehokkaan energiajärjestelmän mahdollistamiseen.
- Eli ohjataan, siirretään, vuorotellaan tai rajoitetaan energian kulutusta ohjaustiedon perusteella.





# Miksi sähkötehojen joustoa nyt ja tulevaisuudessa? sisäinen ja ulkoinen tehojen hallinta

## Kiinteistön sisäinen tehojen hallinta: kustannusten pienentäminen kiinteistössä

### 1) kulutusjousto liittymän sähkötehon alentamiseksi

- mahdollinen kW/h-perustainen siirron tehotariffi jo nyt (esim. Helen) tai lähitulevaisuudessa
- liittymäkoon ja siitä johtuvien kustannusten pienentäminen
- tehojen hallinta pienentää riskiä liittymän ylikuormittumisesta
  - ⇒ varautuminen tuotannon ja kulutuksen lisääntymiseen kiinteistössä (jousto voi mahdollistaa kulutuksen lisäämisen liittymäkoon ja teknisen järjestelmän mitoituksia muuttamatta)

### 2) kulutusjousto sähköenergian hinnan mukaan

- esim. lämmön varaaminen lämpöpumpulla lämminvesivaraajiin, akustoihin ja/tai rakenteisiin

## Ulkoinen ohjaus sähköverkosta: Energiajärjestelmän luotettavuusnäkökulmat

- tehojen ohjattavuutta tarvitaan osana kysyntäjoustoa muuttuvassa energiajärjestelmässä
- energiajärjestelmän resilienssi paranee sähköpula- ja ylituotantotilanteissa (kiinteistöt joustavat)
  - => sähkökatkojen todennäköisyys pienenee

# Mitä suuritehoista sähkökuormaa kiinteistösähköistyksessä on?

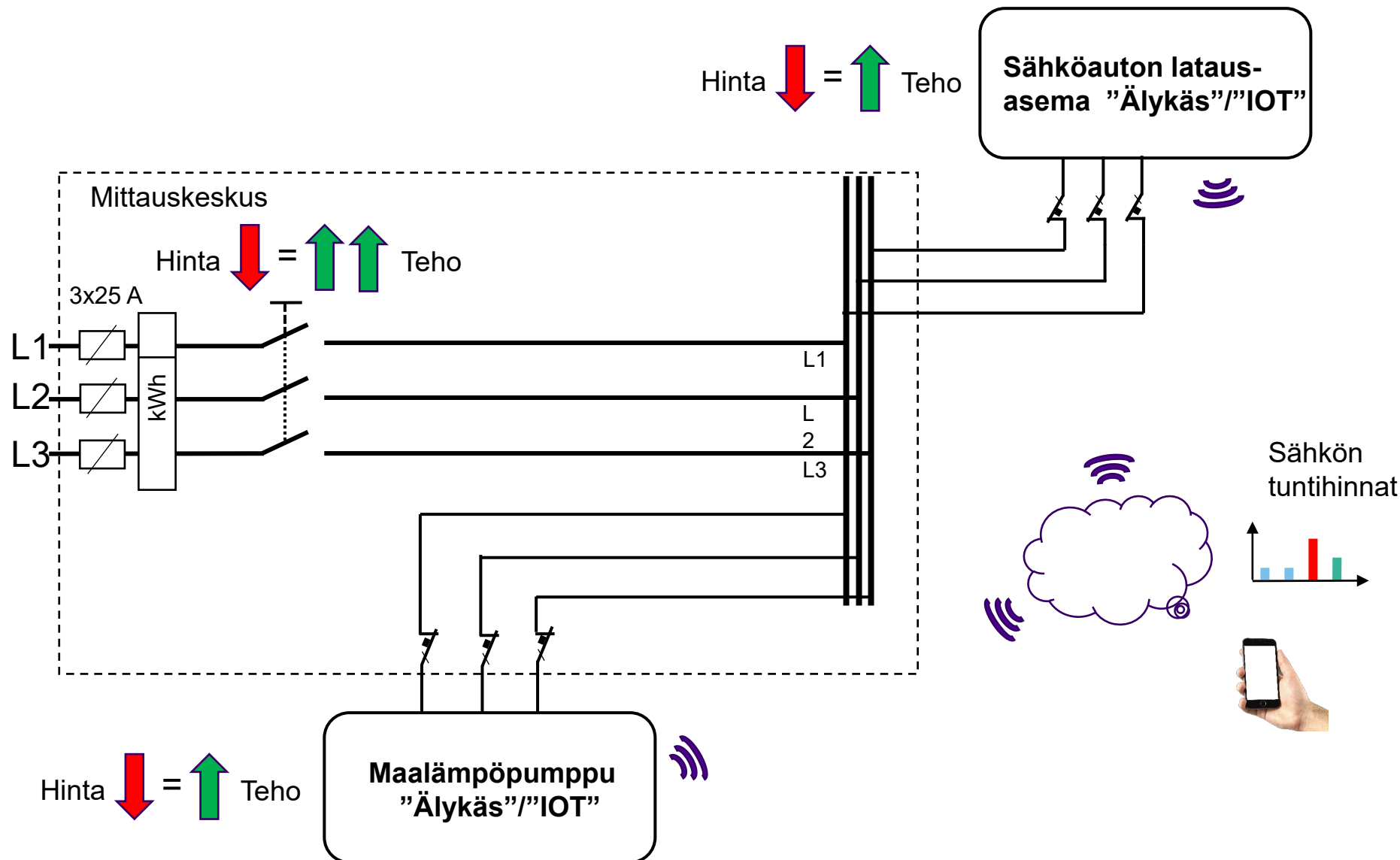
## Asuinkerrostalon merkittävimmät, hallittavissa olevat sähkökuormat:

- päälämmitysjärjestelmän lämpöpumppu ja mahdolliset lisävastukset
- kiinteistösauna
- sulanapitojärjestelmä

## Lisäksi merkittäviä kuormia ovat esimerkiksi:

- sähköautojen latauspisteet
- hajautetun ilmanvaihtojärjestelmän ilmanvaihtokoneet (sähkövastukset)
- mukavuuslattialämmitykset

# Yksittäisiä laitteita ja osajärjestelmiä saa jo nyt sähkön hintaohjaukseen, mutta mitä ongelmia voi aiheuttaa?



# Miten varaudutaan tehojen hallintaan?

- 0) Ei ylimitoiteta laitetehoja
- 1) Valitaan laitteet ja järjestelmät, jotka ovat ohjattavissa
- 2) Ryhmitellään laitteet siten, että ne ovat ohjattavissa suoralla ohjauksella tai erillisellä ohjaussignaalilla
- 3) Tehdään ohjauskaapeloinnit tai kaapelointireitit keskuksilta laitteille ja keskuksien välille
- 4) Huolehditaan tilavarauksista keskuksissa (ohjauslaitteet)

# Miten varaudutaan tuleviin muutoksiin (EPBD)?

## 1) Huolehditaan kaapelireiteistä ja tilavarauksista teknisissä tiloissa ja keskuksissa

- takamittaripaikat ja tietoliikenneyhteydet (energiayhteisöt)
- aurinkosähköinvertterien sijoitus
- keskuksien mitoitus ja sulakelähdöt suuritehoisille ryhmille

## 2) Huolehditaan tilavarauksista, kaapelireiteistä ja riittävästä rakenteista kiinteistössä

=> akustotilat, sähköajoneuvojen latauspisteet ulkona ja sisällä, aurinkopaneelit/kattorakenteet

# Miksi varautua rakentamisvaiheessa eikä toteuttaa sitten, kun on tarve?

- Jos laitteita ei ole valittu ohjattaviksi tai laitteita ei ole ryhmitelty ohjattaviin sähköryhmiin, on muutoksien tekeminen jälkikäteen kallista
- Ohjauskaapeloinnin, kaapelointireittien ja tilavarausten (keskukset, tekniset tilat) suunnittelu rakentamisvaiheessa on pieni kustannus vrt. lisääminen jälkikäteen, kun tarve tulee
  - => huom. Langattomuus on hyödynnettävissä osittain, mutta ei aina ja kaikkialla ("betonilaatikoiden ongelmat")
- Tehojen hallinnalla on saavutettavissa kustannussäästöjä jo nyt

# Laskuesimerkki pienjännitetehtotariffimaksun pienentämisestä

# Laskuesimerkki maalämpöpumpun ja kiinteistön sähkökiukaan vuorottelun vaikutuksesta kiinteistökeskuksen liittymistehoon

Uudiskerrostalo 4020 m<sup>2</sup>, jossa osatehomyönteinen maalämpöjärjestelmä, maalämpöpumpun sähköteho 20 kW, kiinteistösaunan sähkökiuas 20 kW.

Esimerkki Helen sähköverkko, pienjännitetelesiirto (yli 3 x 63 A liittymät)

Pienjännitetelesiirto	alv 0%	alv 24 %
Perusmaksu €/kk	26,00	32,24
Tehomaksu €/kW, kk	4,50	5,58
Loistehomaksu €/kvar, kk	2,29	2,84
Talvipäivä c/kWh	1,66	2,06
Muu aika c/kWh	0,88	1,09

*"Laskutusteho on kuukauden suurin aikavälillä maanantaista perjantaihin klo 7–21 mitattu tunnin keskiteho."*

**Oletus:** lämpöpumppu lämmittää käyttöväettä saunomisen aikana täydellä teholla ja kiuas päällä täydellä teholla esim. ensimmäisen tunnin.

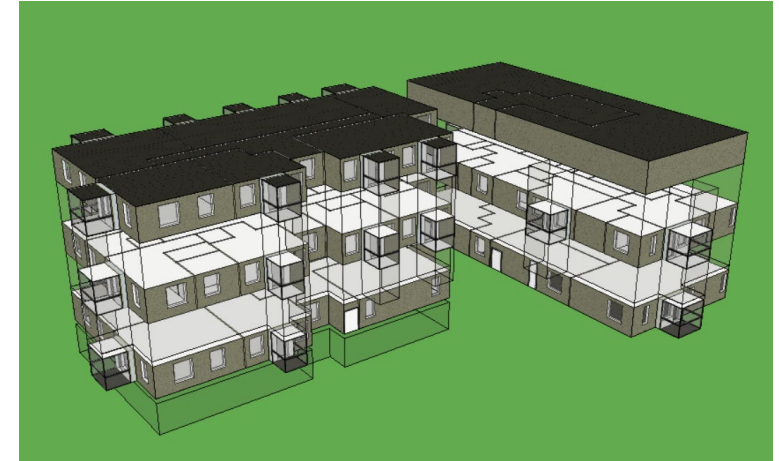
- Ilman vuorottelua huipputehovaikutus tunnin aikana 20 kW + 20 kW = 40 kW.
- Jos lämpöpumppu sammutetaan kiukaan ollessa päällä (7-21 välillä), sähkötehovaikutus 40 kW => 20kW  
=> **kuukauden tehomaksusta säästetään 111,6 euroa / kk = 1339,2 euroa / vuosi (alv 24 %)**



# CASE: pörssisähkön hyödyntäminen maalämpöjärjestelmässä

# Taustatietoja laskennasta

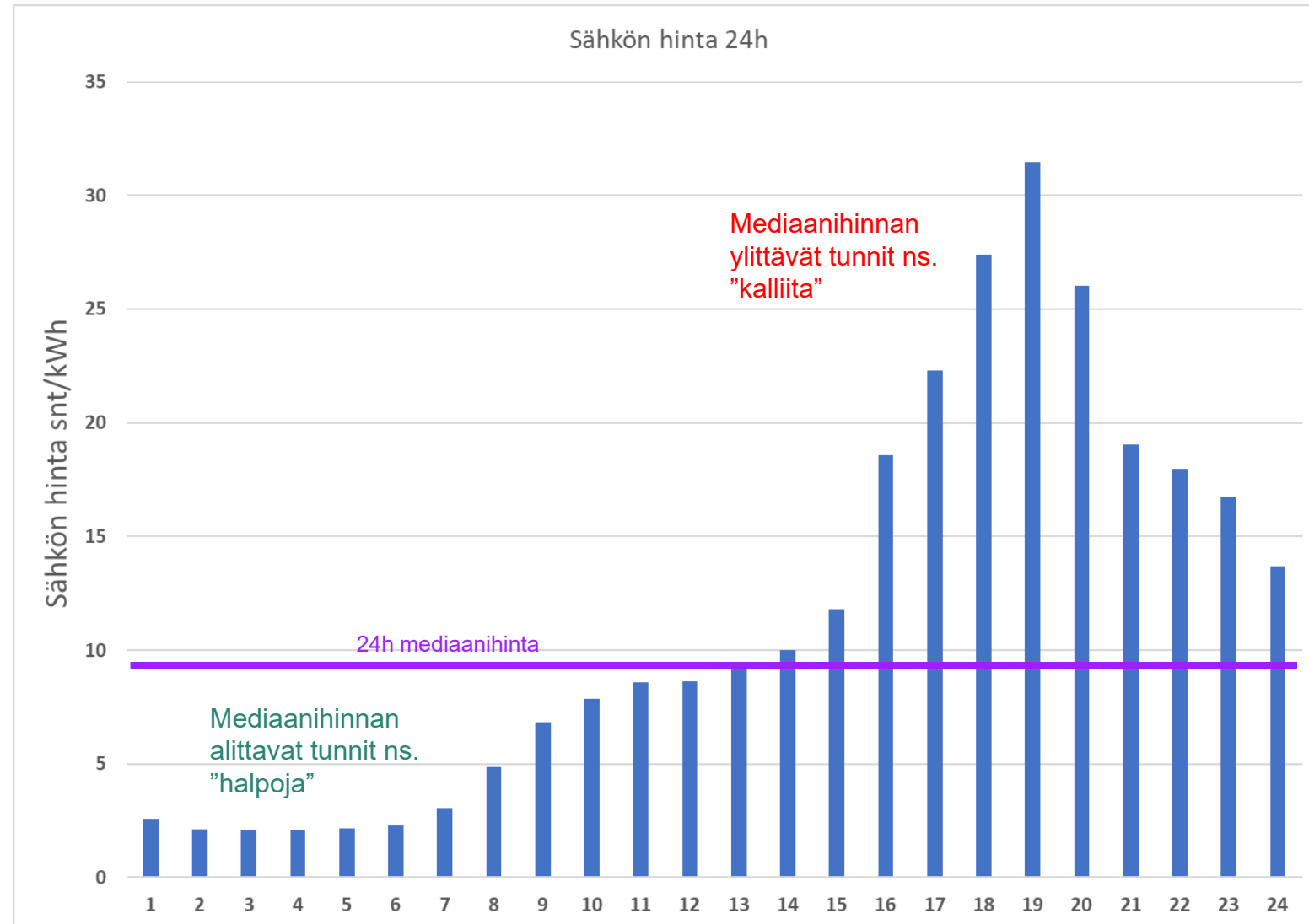
- Kohteena asuinkerrostalo
  - Lattia-ala 4200 m<sup>2</sup>
  - Rakennustilavuus 10500 m<sup>3</sup>
- Lämmitysjärjestelmä
  - Yksi lämpöpumppuyksikkö (täystehomitoitettu maalämpö)
  - Kaksi varaajaa (käyttövesi / patteriverkko + IV-lämmitys)
  - Lämmityspatterit huonetiloissa
- Koko vuoden energiamallinnukset IDA ICE:lla kysynnänjouston ohjaukseen
  - Vuositason mitattu data käyttöveden kulutuksessa
  - Helsingin säädata vuodelta 2022



# Taustatietoja laskennasta

IDA ICE:lla mallinnettiin kysyntäjoustop ohjaustapoja spot-hinnan perusteella sen mukaan onko sähkö kallista vai halpaa. Jako tehtiin sen mukaan onko hinta seuraavan 24h:n mediaanihinnan ylä- vai alapuolella.

Käytössä vuoden 2022 hintadata.



# Astetta alemmas

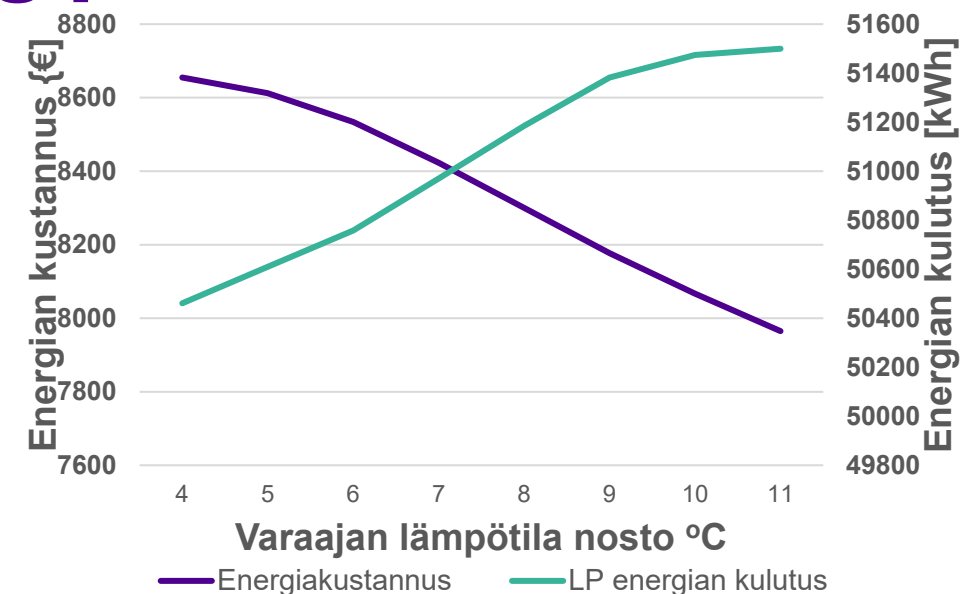
- Huonetilojen lämpötilan pudotus sähkön spot-hinnan perusteella
  - Halvat tunnit: 21 °C
  - Kalliit tunnit: huonelämpötilan pudotus 1 tai 2 °C
- Seurauksena säästöä kustannuksessa, mutta lämpötilan pudotus vain osan aikaa

Case	Kulutus [kWh]	Kulutus vs. peruscase [kWh]	Kulutuksen suhteellinen muutos	Kustannus vs. perus case [€]	Kustannusten suhteellinen muutos
Peruscase	49 600 kWh	-	-	-	-
Huonelämpötila -1 °C	48 900 kWh	Säästö n. 700 kWh	Säästö n. 1...2 %	Säästö n. 500...600 €	Säästö n. 5...6 %
Huonelämpötila -2 °C	48 700 kWh	Säästö n. 900 kWh	Säästö n. 1,5...2,5 %	Säästö n. 600...700 €	Säästö n. 6,5...7,5 %

# No entäs pari astetta ylemmäs?

Lämminvesivaraajan lämpötilan nosto spot-hinnan perusteella.

- Varaajien lämpötilan nosto halvoilla tunneilla
  - Käyttövesivaraajan nosto 5 °C tai 10 °C
  - Lämmityksen (patterilämmitys ja ilmanvaihto) nosto 60 °C asteeseen (muutoin patteriverkon lämpötilakäyrän mukainen)
- Seurauksena lisäystä energiankulutukseen, mutta säästöä kustannuksessa



Case Varaajat 3 m <sup>3</sup>	Kulutus (LP sähkö)	Muutos kulutukse ssa [kWh]	Kustannus (LP sähkö) [€]	Kustannus vs. perus case [€]	Kustannusten suhteellinen muutos [%]
Peruscase (ei lämpötilan nostoja)	49 100 kWh	0 kWh	9400 €	0 €	0 %
Käyttövesi- varaaja +5 °C	49 800 kWh	+ 700 kWh	9360 €	- 40 €	- 0,2 %
Käyttövesi- varaaja +10 °C	50 600 kWh	+ 1500 kWh	9200 €	- 200 €	- 1,9 %

Case Varaajat 9 m <sup>3</sup>	Kulutus (LP sähkö)	Muutos kulutukses sa [kWh]	Kustannus (LP sähkö) [€]	Kustannus vs. perus case [€]	Kustannusten suhteellinen muutos [%]
Peruscase (ei lämpötilan nostoja)	49 600 kWh	0 kWh	9500 €	0 €	0 %
Käyttövesi- varaaja +5 °C	51 300 kWh	+ 1 700 kWh	9100 €	- 400 €	- 2,8 %
Käyttövesi- varaaja +10 °C	52 100 kWh	+ 2 500 kWh	8600 €	- 900 €	- 8,7 %

# Huomioita

- Varaajien tilavuuden merkitys!
  - Mallinnuksessa molemmat varaajat saman kokoisia
- Lämpöpumppu täystehomitoitettu
  - Osatehomitoitulla lämpöpumpulla tehon käytön ajallista valinnan varaa vähemmän -> säätöpotentiaalia vähemmän
- Vuoden 2022 hintadatan käytettävyys?
  - 2022 lienee jossain määrin poikkeuksellinen vuosi sähkön hinnan osalta, mutta...
  - Tässä tarkastelussa säästö perustuu hinnan vuorokausivaihteluun, ei niinkään huippuhintojen tasoon. Vuonna 2022 spot-hinnan 24h keskimääräinen liukuva keskihajonta oli n. 6,8 snt/kWh
- Tätä kannattaisi selvittää lisää
  - Ohjauslogiikan optimointi
  - Mitoitusten vaikutus (varaajien koko, lämpöpumpun teho)
    - Pitkä optimointijakso (esim. 24h spot-hinta), edellyttää suurempia varaajia. Lyhyempi jakso -> pienemmät varaajat
  - Kytkentävaihtoehtoja: Useampi lämpöpumppuyksikkö? Useampi varaaja?
  - Lämmönluovutustavan vaikutus (patterit vs. lattialämmitys)