



VTT

# Rakennusten toimivuuden haasteet tulevaisuudessa

Vähähiilinen rakentaminen – Rakenteellinen  
energiatehokkuus ilmastopäästöjen  
vähentämisessä 28.9.2022

Ismo Heimonen, VTT

# Esityksen sisältö

- Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin EPBD vaatimukset, uutta – mitä rakennuksilta vaaditaan
- Energiatehokkuuden suunnitteluperiaatteet, Kioton pyramidi
  - Rakenteellisen energiatehokkuuden tärkeys
- Muutama case
  - Muuttuvan ilmaston haasteet
  - Rakenteiden eristystaso ja massiivisuus
  - Rakennusten resilienssi ja joustokyky
  - Energiayhteisöt energiatehokkuuden ja jouston välineenä
- Yhteenveto

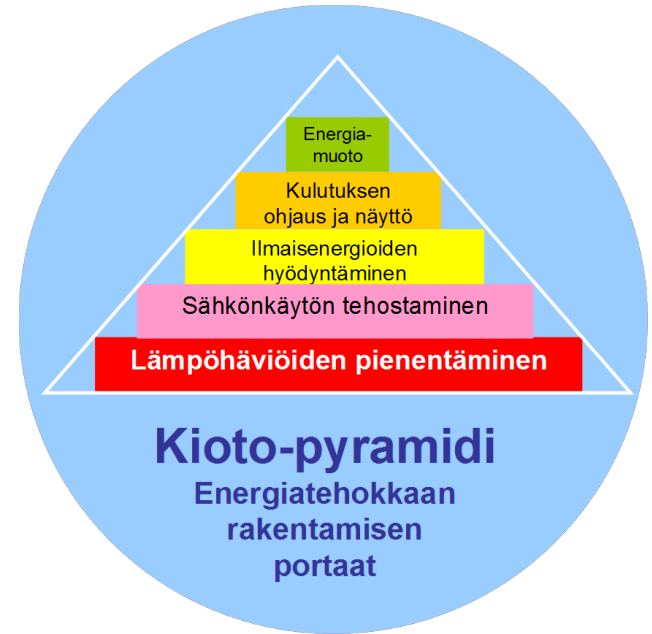
# Mitä rakennusten energiatehokkuudelta vaaditaan tulevaisuudessa?

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin tulevat vaatimukset

- Vuodesta 2030 lähtien kaikkien uusien rakennusten tulee olla nolla-päästö rakennuksia
- Olemassa olevat rakennukset on muutettava erittäin energiatehokkaiksi ja nolla-päästöisiksi vuoteen 2050 mennessä.

Nolla-päästöiset rakennukset ovat

- erittäin energiatehokkaita
- kuluttavat vain hyvin vähän energiaa
- eivät aiheuta päästöjä fossiilisista polttoaineista.



Rakenteellinen energiatehokkuus lähtökohtana!

# Muuttuva ilmasto - viisto- ja rankkasateet

## Haasteita:

- Sateisuus ja pilvisuus lisääntyvät
- Paikalliset rankkasateet lisääntyvät
- Hellejaksot yleistyvät
- Talvet lämpenevät

## Seurauksia:

- Kosteusrasitus kasvaa
- Pidemmät kuivumisjaksot
- Vaurioitumisriski

### Kuivaketju10-riskilista

Riittämätön kokonaisaikataulu vaikeuttaa merkittävästi Kuivaketju10:n onnistumista.

- |   |   |
|---|---|
| 1. Rakennuksen ulkopuolelta tuleva kosteus vaurioittaa perustuksia ja lattiarakenteita.                                   | 6. Vesiputkien rikkoutumiset aiheuttavat kintesteiden laajoja vesivahinkoja.              |
| 2. Sadevesi pääsee tunkeutumaan ulkoseinärakenteen sisälle.   | 7. Huonosti toteutetussa märkätilassa kosteus vaurioittaa ympäröivät rakenteet.           |
| 3. Vesikatteen lipaiseva vesi tunkeutuu aluskerroksen vuotokohdista ylöspöyhaän.  | 8. Kosteiden betonirakenteiden päälytyminen aiheuttaa päälytysmateriaalin turmuuttumisen. |
| 4. Kosteutta siirtyä ilmansuulkerroksen vuotokohdista ulkoseinä- ja ylipöyharakenteisiin, jonne sitä tiivistyy vedeksi.   | 9. Materiaalien ja rakenteiden kastuminen vaurioittaa rakennuksen.                        |
| 5. Väärin mitoitettu ja säädetty ilmanvaihto ei polista ylimääräistä kosteutta vaan pakottaa sen siirtymään rakenteisiin. | 10. Huonolla ylläpidolla rakennus rapistuu hitaasti mutta varmasti.                       |

## Hallintakeinoja:

- Suunnittelu- ja toteutus:
  - vesien pois johtaminen, hulevesien käsittely
  - rakenteiden tuuletus ja kuivumiskyky
  - Rakenteiden materiaalivalinnat ja ilmatiiviys
  - 2030/2050 säätiedot
- Säasuojattu rakentaminen ja Kuivaketju10 periaatteet

# Hellejaksot

## Haasteita

- Pitkät hellejaksot; lämpötila & säteily
- Suuret lasipinnat

	2018	2019	2020
Tutkittuja asuntoja	1108	4360	3825
> 27 °C yli 150 Kh	868	857	839
Osuus	78,3 %	19,7 %	21,9 %
Tutkittuja asuntoja	5886	7983	8197
Toimenpiderajan 32 °C ylitys	197	73	103
Osuus	3,3 %	0,9 %	1,3 %

Lähde: Kosonen R, Jokisalo J, Pajunen S, Kravchenko I, Kilpeläinen S, Farahani A, Jylhä K ja Korhonen N 2021 *Rakennusten suunnittelu ilmaston muuttuessa* Rakennusten energiaseminaari 9.11.2021 (Finvac)

## Hallintakeinoja

- Hyvä lämmöneristävyys
- Selektiivilasit
- Aurinkosuojaus: arkkitehtuuri, säleiköt, lipat, markiisit, sälekaihtimet, verhot
- Jäähdytys: vapaajäähdytys, yötuuletus, lämpöpumput, kaukojäähdytys

# Esimerkki yllämpöriskin analyysistä 2012 – 2030 - 2050

- Lämmöneristäminen yhdistettynä massiivisiin rakenteisiin
  - Asuinkerrostalo
  - Hoivakoti
- Sallittu ylitys astetuntilukuna 150 Kh

*Taulukko 1. Astetunnit, jotka ylittävät asuinkerrostalossa +27°C lämpötilan ja hoivakodissa +25°C lämpötilan. Astetunti kertoo, kuinka monta tuntia lämpötila ylittää nämä rajat yhdellä asteella. Sallittujen astetuntien raja-arvo on 150 tuntia.*

	Vuotuiset lämpötilarajan ylittävät astetunnit (K h)		
	2012	2030	2050
<b>Asuinkerrostalo</b>			
0,17 W/(m <sup>2</sup> K)	136	343	654
0,49 W/(m <sup>2</sup> K)	433	671	893
<b>Hoivakoti</b>			
0,17 W/(m <sup>2</sup> K)	0	0	11
0,49 W/(m <sup>2</sup> K)	129	228	345

Hallintakeinoina ikkunoiden auringonsäteilyn kokonaisläpäisyn rajoittaminen (g-arvo=0,30). Vuoden 2050 säässä tarvitaan joko paikalliset viilennyslaitteet eteläpuoleiseen huoneistolinjaan, tai ulkopuoliset kaihtimet, tai jokin muu aurinkosuojaus.

# Rakennusten resilienssi - kuinka varaudutaan poikkeuksellisiin olosuhteisiin?

- <https://www.is.fi/taloussanommat/art-2000009081458.html>
- <https://www.mtvuutiset.fi/artikkeli/fingrid-voi-maarata-talvella-kahten-tunnin-sahkokatkoja-on-mahdollista-etta-tilanne-syntyy-minuuteissa/8519246#gs.drgm5p>
- <https://www.aftonbladet.se/nyheter/a/q1LOQE/preppers-tipsar-sa-gor-du-om-elenstangs-av>
- <https://www.is.fi/politiikka/art-2000009028018.html>

POLITIikka

## Energiaviraston johtaja patisti suomalaisia sähkönsäästötalkoisiin talvisodan sotilaan kirjeellä

Energiaviraston johtajan tiivistä tulevan puolen vuoden tilanteen ytimekkäästi: "Jos kaikki menee hyvin, meillä pysyvät sähköt päällä. Jos kaikki menee vihkoon, sitten tulee katkoksia."

➔ JAA    💬 KOMMENTIT



Hanna Vesala  
25.8. 18:11

**ENERGIAVIRASTON** johtaja **Heikki Väisänen** kuvasi *Astetta alemmas* -energiänsäästökampanjan esittelytilaisuudessa tulevan lämmityskauden haasteita hyvin suoraviivaisesti.

– Kansalaisille voisi sanoa, jos meillä menee hyvin, sähköt pysyvät päällä. Jos kaikki menee ihan vihkoon, niin sitten tulee katkoksia. Niitä tulee myös sellaisille alueille, jossa sähkökatkoksia ei ole ollut. Maaseudulla niihin on totuttu. Hinta tulee olemaan kova ja täysin kohtuuton niille, joilla ei ole yli talven ulottuvaa ja

mtv uutiset 22.9.2022

Fingrid voi määrätä talvella kahten tunnin sähkökatkoja – "On mahdollista, että tilanne syntyy minuuteissa"



AAKAJASTU 14 TUNTIA SITTEN

Tulevana talvena on varauduttava mahdollisen sähköpulan aiheuttamiin sähkökatkoihin. Katkot toteutettaisiin kiertävinä kysynnän ja tarjonnan mukaan.

Sähkön tuotannon ja kulutuksen tasapainosta ja samalla mahdollisen sähköpulan aiheuttamien katkojen käyttöönotosta vastaa kantaverkoyhtiö Fingrid.

Mikäli sähkön kysyntä ylittää Suomessa sähkön tuotannon ja -tuonin, voi Fingrid määrätä alueellisia katkoja välttääkseen koko Suomen pimenemisen.

– Sähköpulan yhteydessä kiertävät sähkökatkot ovat se viimeinen käytettävissä oleva keinovarmistusta, ettei synny laajamittaisia, pitkäkestoisia, jopa koko Suomea koskettavia sähköhäiriöitä, Fingridin käyttösiihtöjohtaja **Tommas Rauhala** kertoo.

TALOUSSANOMAT

## Ruotsi ohjeistaa talven sähkökatkosten varalle: pystytä teltille sisälle

Ruotsin energiavirasto neuvoo, mitä tehdä, jos sähköt katkeavat pakkasella. Varautuminen kannattaa aloittaa hyvissä ajoin.

➔ JAA    💬 KOMMENTIT



Sähkökatkojen varalle on hyvä varautua muun muassa lampuin ja ruokavarastoin. KUVA: MIKKO HAKKONEN

Outi Kokko  
20.9. 18:45

**JOS TALVELLA** tulee kovia pakkasia, energiapula voi iskeä, mikä voi johtaa sähkökatkoksiin niin Suomessa kuin muissakin Pohjoismaissa. Ruotsin energiavirasto on koonnut vinkkejä niiden varalta, kertoo ruotsalainen Aftonbladet.



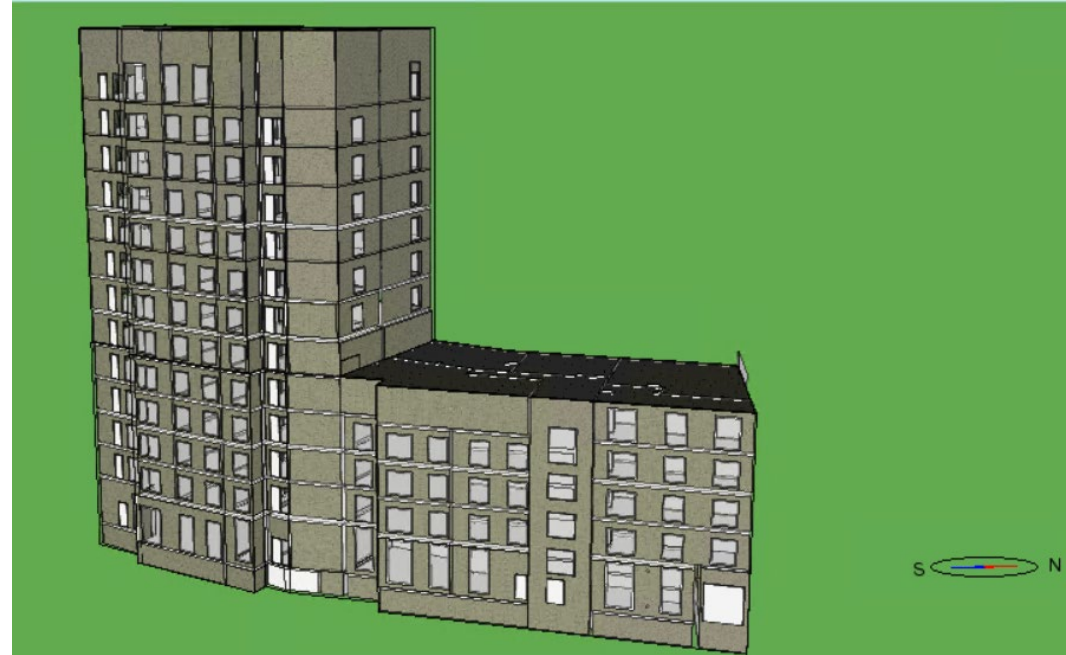
**Lue lisää:** Sammuvatko sähköt ensi talvena? Tämä on pahin skenaario

**Lue lisää:** Kylmä talvi uhkaa Eurooppaa – yksi asia vaikuttaa siihen joudutaanko Suomessa säännöstelemään sähköä

# Case uusi asuinkerrostalo Helsinki

- Lämmitetty ala: ~7000 m<sup>2</sup>
- 95 asuntoa, ~ 200 asukasta
- Lämmitys: maalämpö
- Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla

Mitä rakennuksen lämpötilalle tapahtuu sähkökatkon tilanteessa?

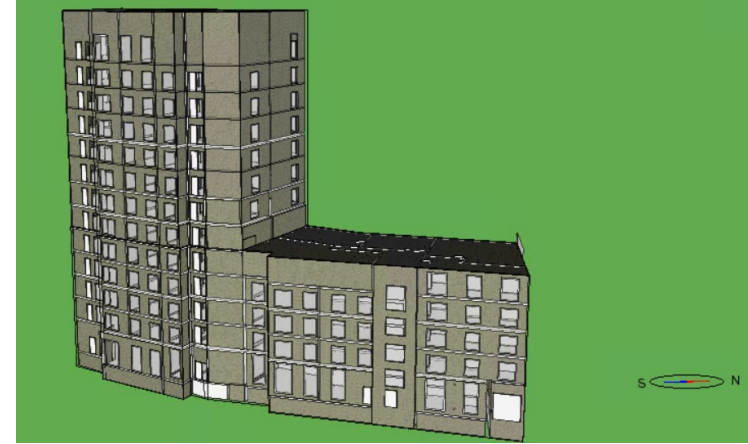




# Case Asuinkerrostalo Helsinki

Tapausten vertailu:

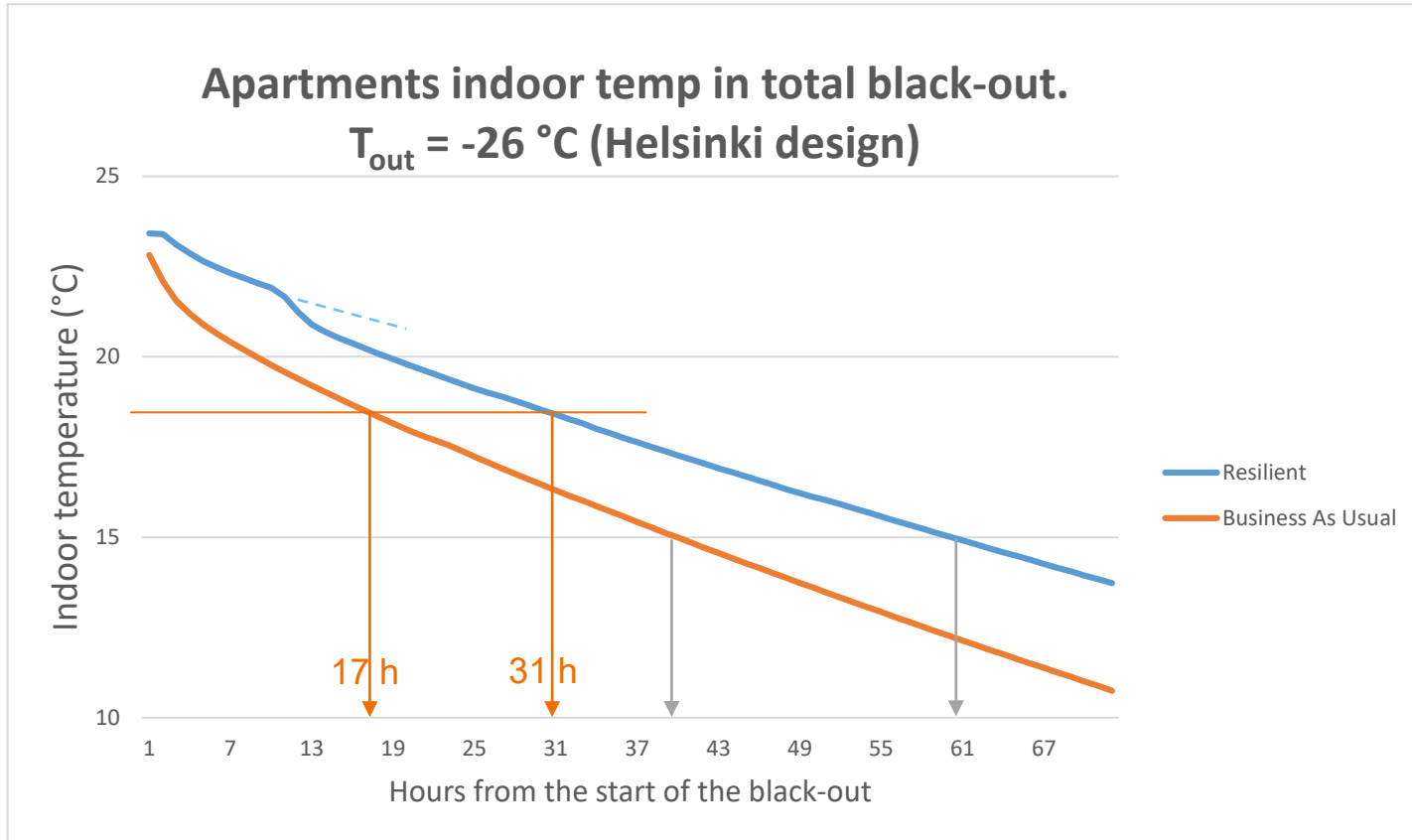
- business as usual BAU vs Rakenteellinen energiatehokkuus++



Osa	Vertailuarvot BAU	Rakenteellinen Energiatehokkuus, asetus 1010/2017 §33	Rakenteellinen energiatehokkuus ++
Ulkoseinä	0,17	0,12-0,14	0,14 W/m <sup>2</sup> K
Yläpohja, alapohja	0,09	0,07	0,07 W/m <sup>2</sup> K
Alapohja, ryömintätila	0,17	0,10	0,10 W/m <sup>2</sup> K
Ikkuna / ovi	1,0	0,7	0,62 / 0,76 W/m <sup>2</sup> K
Vaipan ilmanvuotoluku	4	0,6	0,6 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )
Poistoilman LTO	55	65	83 %
T&P IV ominaissähköteho	1,8	1,5	1,5 kW/(m <sup>3</sup> /s)

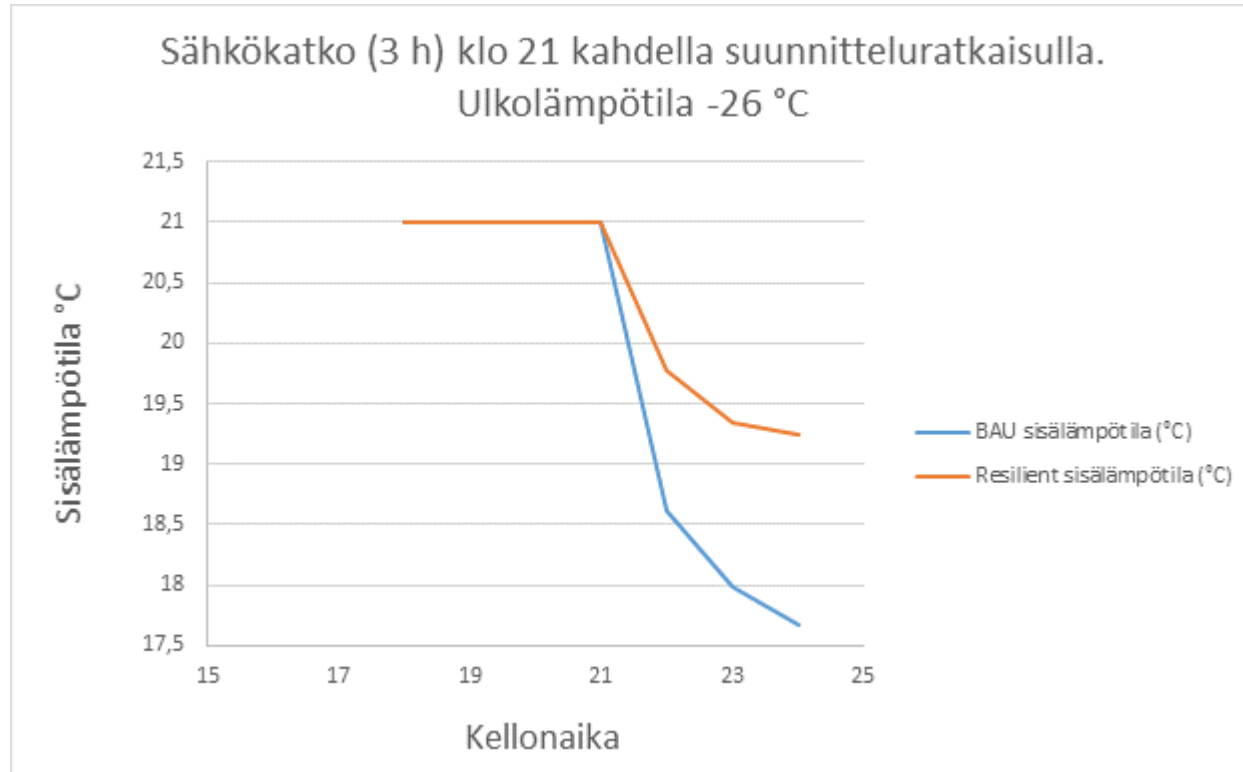
# Case Asuinkerrostalo Helsinki

- Business as usual BAU vs Rakenteellinen energiatehokkuus++ (“Resilient”)



# Case Asuinkerrostalo Helsinki

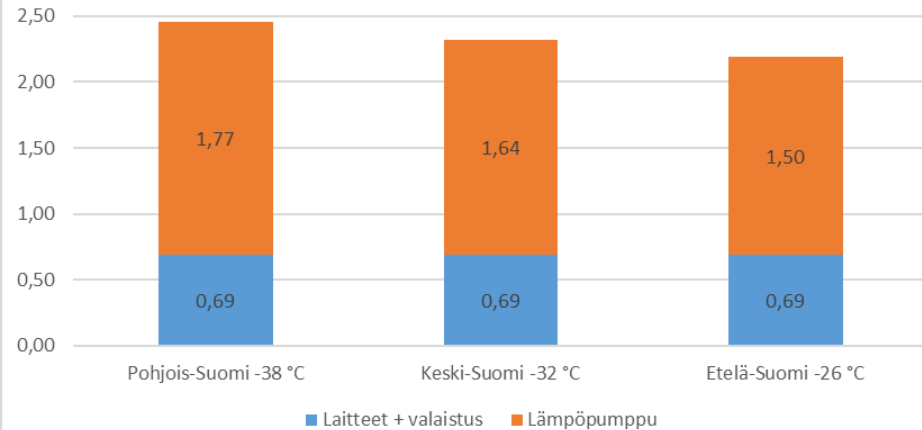
- Business as usual BAU vs Rakenteellinen energiatehokkuus++



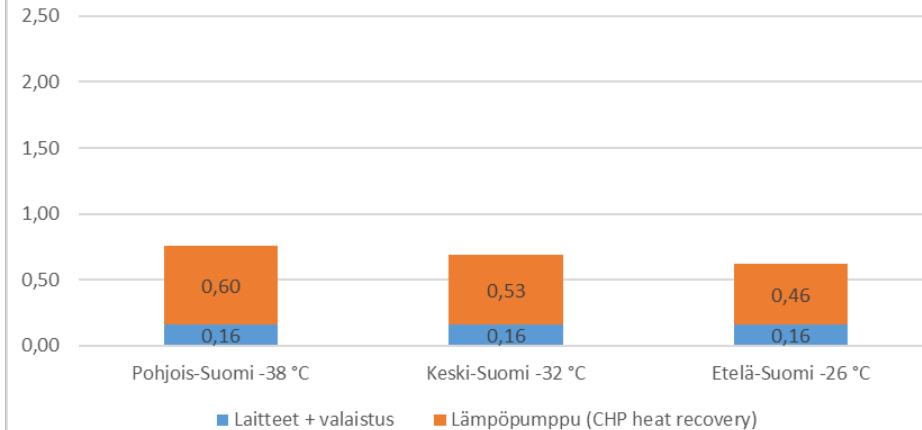
# Case Asuinkerrostalo

- Kuinka paljon on esimerkkihuoneiston vaatima sähkön maksimiteho, jos minimiolosuhteet 18 °C halutaan ylläpitää?
  - Business as usual BAU normaalitilassa vs Rakenteellinen energiatehokkuus++ & resilienssi olosuhteiden hallinta

**BAU asuinkerrostalo ilman resilienssiä. Max. sähköteho (kW/asunto) eri ilmastovyöhykkeissä**

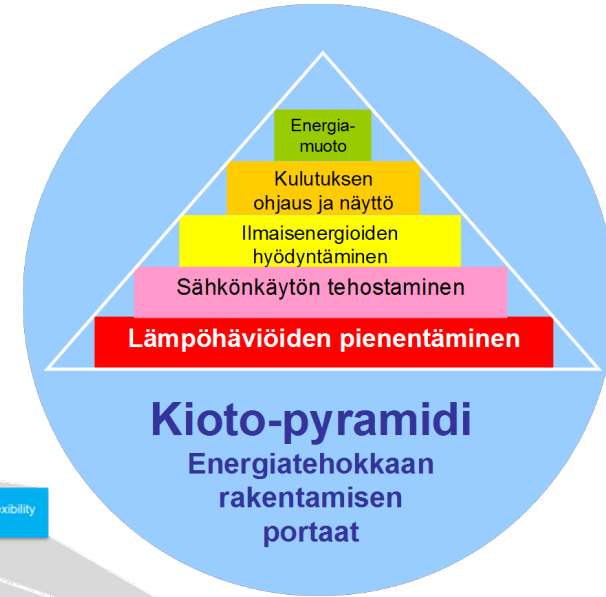
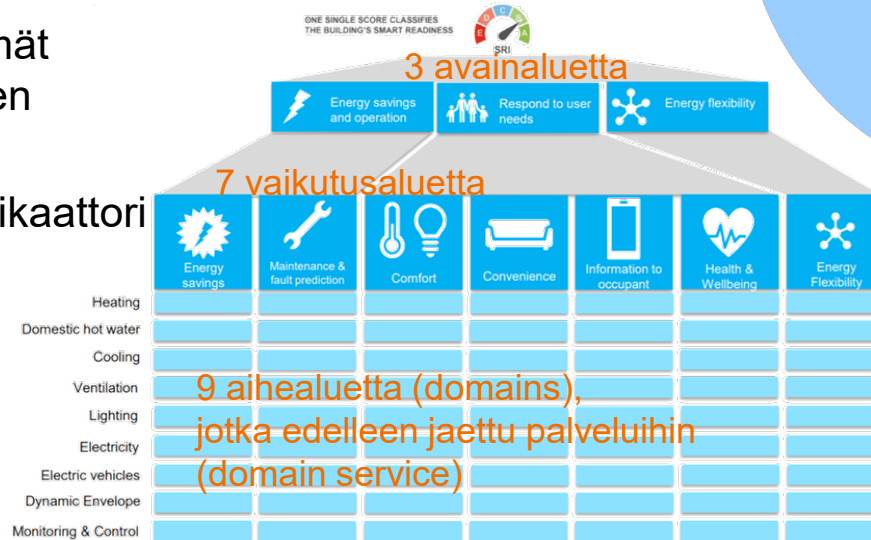


**Resilientti asuinkerrostalo + CHP varavoima. Max. sähköteho (kW/asunto) eri ilmastovyöhykkeissä**



# Rakennusten älykkyys

- Energiatehokkuuden ja vähähiilisyiden suunnittelu
  - Kioto-pyramidin malli
  - Rakenteellinen energiatehokkuus
- Älyratkaisut
  - Sääto- ja ohjaus
  - Energianhallinta
  - Älykkäät käyttöliittymät
  - Datan hyödyntäminen
- Älyratkaisuvalmius
  - Smart readiness indikaattori



# Kolme älyratkaisun toiminnallisuuden piirrettä (Annex 1a EPBD täydennys)

1. Kyky ylläpitää **energiatehokkuutta** ja rakennuksen toimintaa mukauttamalla energiankulutusta esimerkiksi **uusiutuvista** lähteistä peräisin olevan energian käytöllä
2. Kyky mukauttaa toimintatapaansa **asukkaan tarpeiden** mukaan kiinnittäen samalla asianmukaisesti huomiota käyttäjäystävällisyyteen, terveellisten sisäilmasto-olosuhteiden ylläpitoon ja kykyyn raportoida energiankäytöstä
3. Rakennuksen kokonaissähkönkysynnän joustavuus, mukaan lukien sen kyky mahdollistaa osallistuminen aktiiviseen ja passiiviseen sekä epäsuoraan ja suoraan **kysynnänohjaukseen** verkon osalta, esimerkiksi joustavuuden ja kuormituksen jakamiskyvyn ansiosta.

# Energiayhteisöt yhtenä tulevaisuuden keinona

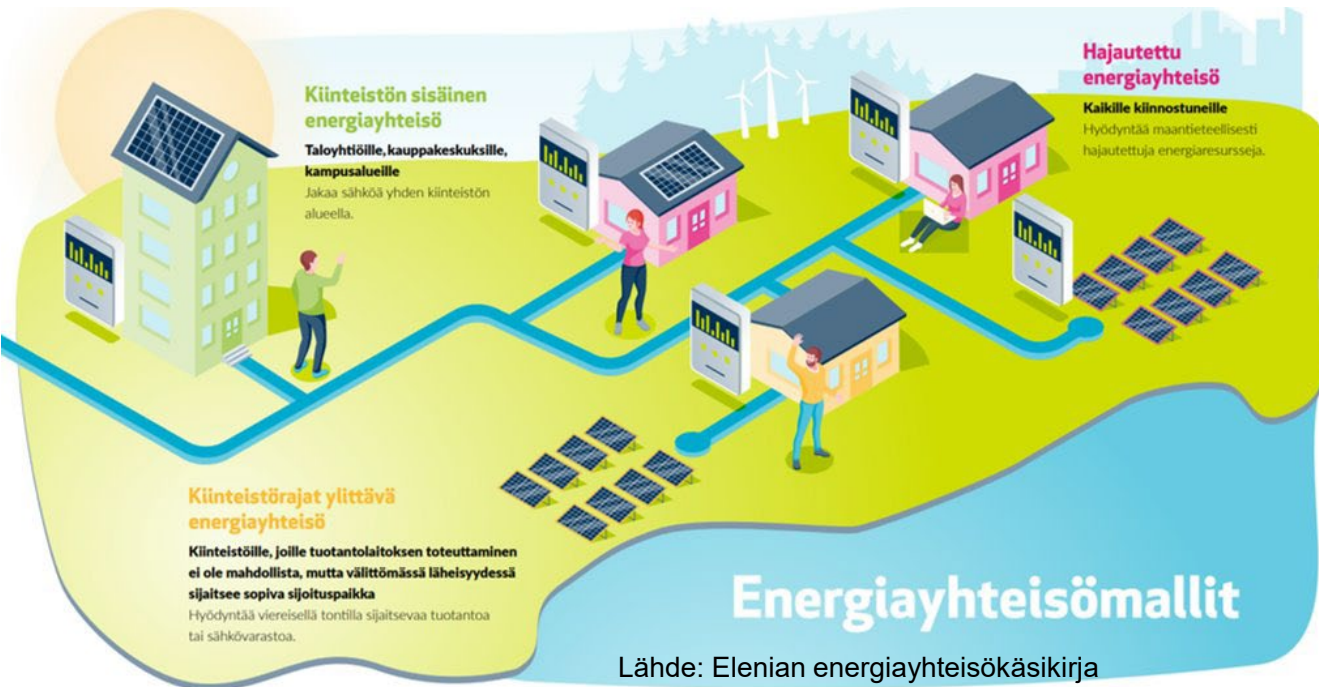
- Energiayhteisöt ovat eri toimijoiden tai alueiden yhteenliittymiä, jotka hyödyntävät yhdessä energiaressursseja, kuten omaa sähkön tuotantoa. Nämä yhteisöt ovat yksi jakamistalouden muoto, jossa yhteisön jäsenet jakavat energian tuotannon ja hankinnan hyötyjä keskenään\*



\* Joustava ja asiakaskeskeinen sähköjärjestelmä - Älyverkkotyöryhmän loppuraportti, Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 33/2018: <https://tem.fi/alyverkot>.

# Miksi energiayhteisöt?

- Energiayhteisöt ovat eri toimijoiden tai alueiden yhteenliittymiä, jotka hyödyntävät yhdessä energiarekursseja, kuten omaa sähkön tuotantoa. Nämä yhteisöt ovat yksi jakamistalouden muoto, jossa yhteisön jäsenet jakavat energian tuotannon ja hankinnan hyötyjä keskenään\*

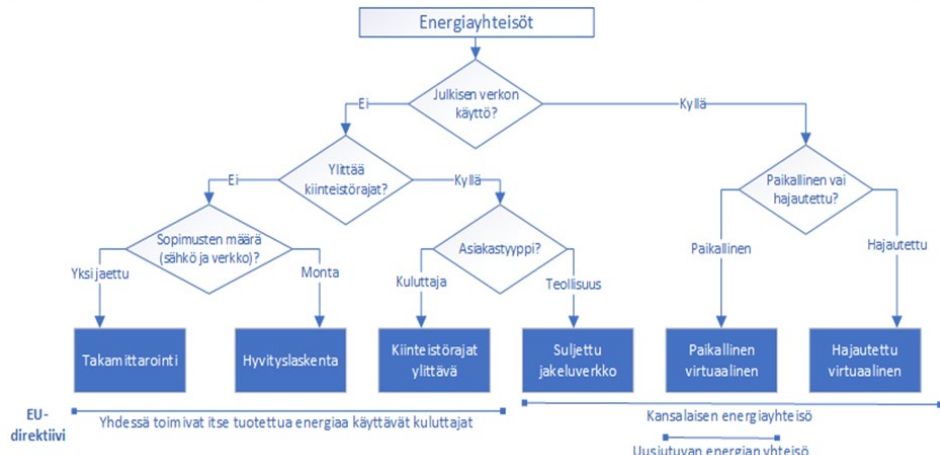


## Miksi?

- Asukkaiden osallistaminen = ”energiakansalaisuus”
- Oman uusiutuvan energian tuotannon parempi hyödyntäminen
- Joustavuuden ja kuormituksen jakamiskyvykkyys



# Energiayhteisöistä lisää mm. ProCem+ tutkimuksessa



Taulukko 4.1. Energiayhteisöjen funktiot ja niiden arvo sidosryhmille

Funktio ja tapa, jolla se saavutetaan	Arvo asiakkaalle ja energiayhteisölle	Arvo energijärjestelmän toimijoille (energiayhtiö, verkko-yhtiö, aggregaattori)	Arvo teknologiatoimittajille ja palvelun tarjoajille
<b>A. Sähkön hankinnan optimointi</b> - Yhteisö hankkii yhden jaetun sähkönsopimuksen valitulta sähköntuottajalta (kiinteistöintainen, spot-hintainen tai räätälöity sopimus)	Suurempi joukko pystyy kilpailuttamaan sähkönsopimuksensa paremmin.	Energiayhtiö: kasvattaa liikevaihtoaan normaalia suuremmalla asiakasmäärällä ja pienemmällä asiakashankintakustannuksella	
<b>B. Yhteisöomaisen tuotannon myyminen markkinoille (tai PPA)</b> - Omakulutukseen tähtäävässä yhteisössä tämä tarkoittaa ylijäämäsihtöä (tai lämpöenergian) myymistä sähköntuottajalle. Tuotanto-yhteisössä tuotanto myydään kokonaan sähköntuottajalle.	Tulot sähkön myymisestä. Uusiutuvan energia lisääminen.	Energiayhtiö: ostaa ja myy paikallista uusiutuvaa energiaa.	
<b>C. Muualla olevan tuotannon omakulutus</b> - Sähköntuottaja tai muu palveluntarjoaja mittaa toisaalta käyttöpaikan kulutuksen ja etänä olevan käyttöpaikan tuotannon ja laskennallisesti jakaa tuotannon kulutuksen mukaan. Esimerkkinä kesämökillä oleva tuotanto. Tämä ei vaikuta sähköveroon tai sähkönsiirtoon.	Uusiutuvan energian käyttäminen ja pienempi hiilijalanjälki. Rakennuksen parempi E-luku, kun yhteisö omistaa omatuotannon (case llokkapuisto)	Energiayhtiö: liiketoiminnan kasvu  Rakennuttaja: rakennuksen parempi E-luku mahdollistaisi pienemmät energiatehokkuusinvestoinnit muualla.	
<b>D. Hinta-arbitraasi</b> - Energiayhteisön operaattori optimoi sähkön oston ja myynnin spot-hintojen mukaan käyttäen yhteisön resursseja. Yksinkertaisimmillaan tämä tapahtuu yhteisön omistaman sähköakun avulla. Arbitraasi mahdollista esim. lämpö- ja kaasumarkkinoita hyödyntämällä	Säästöt sähkölaskussa ja lisätuotantomahdollisuus	Koko markkinan kannalta sähkömarkkinan volatiliteetin vähentäminen.	
<b>E. Omatuotannon kulutuksen optimointi</b> - Energiayhteisön operaattori maksimoi yhteisön oman tuotannon sisäisen kulutuksen ajoittamalla sähköautojen latausta ja muuta joustavaa kuormaa yhteisössä. Se voi myös erilaisilla viesteillä kannustaa jäseniä joustamaan sähkönkulutuksessaan.	Säästöt veroissa ja siirtomaksuista sekä osastoenergiassa. Uusiutuvan energia käyttäminen.	Jakeluverkkoyhtiö: Verkon investointitarpeen lykkäys, pienentäminen tai poistaminen.	PV toimittaja: Kiinteä palvelumaksu tai maksu suhteessa säästöihin. Parempi takaisinmaksuaika houkuttelee lisää asiakkaita esim. aurinkopaneelille.

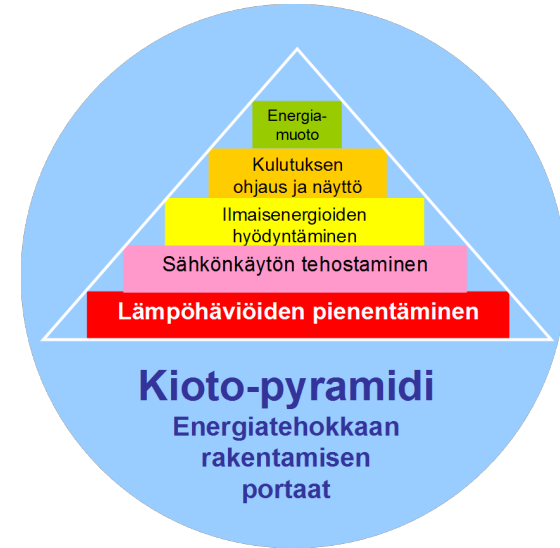
<https://www.senec.fi/projects/procemplus>

Loppuraportti:

<https://trepo.tuni.fi/handle/10024/135693>

# Yhteenveto

- **Energiatehokkaat rakennukset**
  - Kioton pyramidin suunnitteluperiaatteet on hyvä perusta energiatehokkaan rakennuksen suunnittelulle
    - Rakenteellinen energiatehokkuus suunnittelun lähtökohtana
- Joustavat energiajärjestelmät
- Uusiutuvan energian käyttö
- Älykkyyttä ja valmiutta älykkyyden toteuttamiseen
  - Digitaaliset ratkaisut passiiviratkaisuja täydentämään



# bey<sup>0</sup>nd

## the obvious

Senior Scientist

Ismo Heimonen

[Ismo.heimonen@vtt.fi](mailto:Ismo.heimonen@vtt.fi)

+358 40 5605180