



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

Aalto-yliopisto



# COMBI

Tulosseminaari 28.1.2016

Taloudellisuustarkastelujen toteutusperiaatteet

Juhani Heljo

Tekes

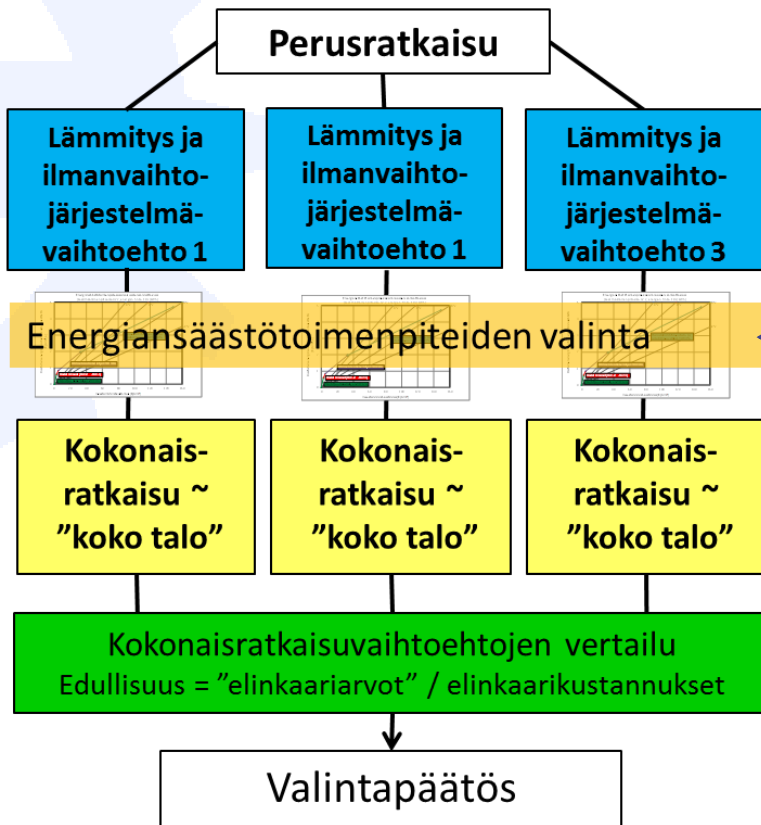


Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



# Rakennusten energiataloudellisten valintojen pääperiaatteet

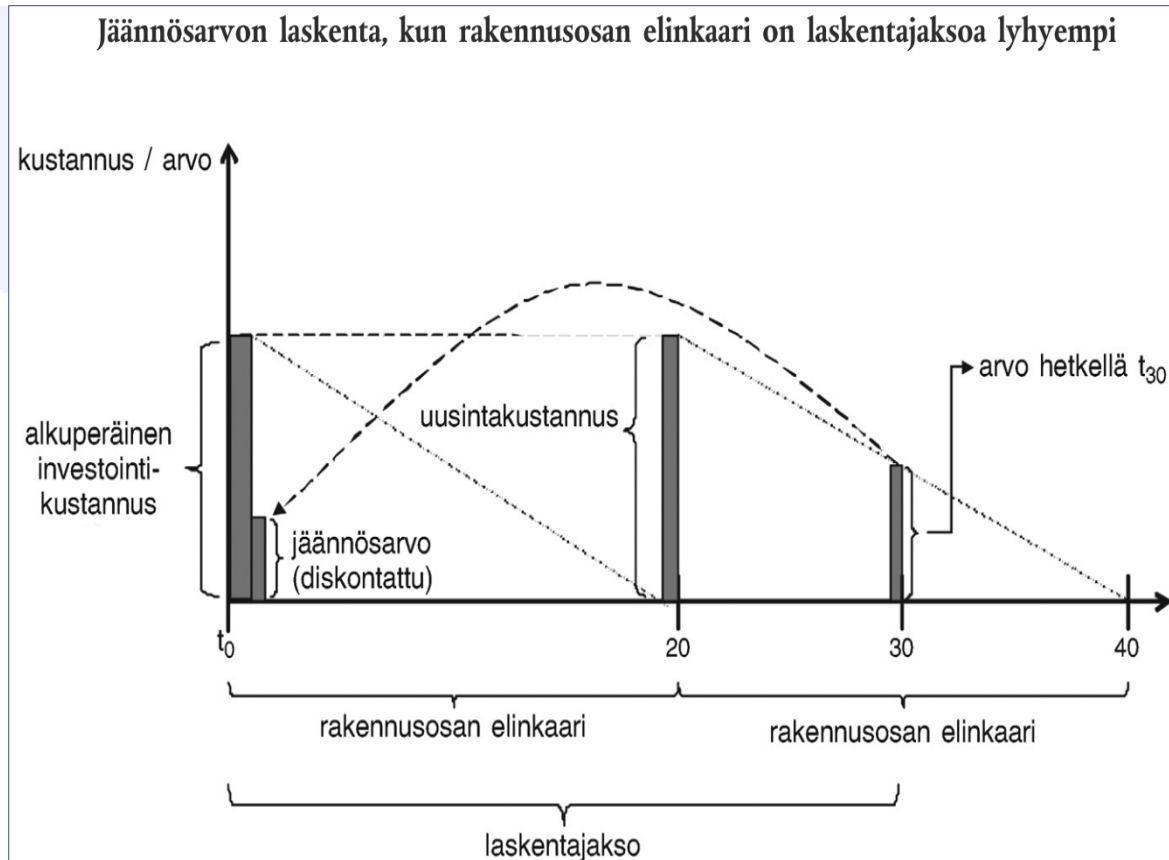


Lämmitysjärjestelmä (lämmön hinta) vaikuttaa lämmöneristyspaksuuden taloudelliseen valintaan

Rakennusten järjestelmien taloudellisen valinnan periaate. Ensin valitaan tarkasteltavat järjestelmät. Järjestelmiin valitaan energiatehokkaat ja taloudelliset osajärjestelmät ja komponentit (mm. eristyspaksuudet). Valinnassa voidaan käyttää investointikriteereitä kuten esim. sisäinen korko. Saatuja kokonaisratkaisuja verrataan toisiinsa ja tehdään valinta ottamalla huomioon elinkaarikustannukset ja arvotekijät. Kokonaisratkaisuja voidaan verrata ”kustannusoptimaalisuusmenetelmällä”.

Kustannusoptimaalisuustarkastelu tarkoittaa käytännössä sitä, että lasketaan toteutettavaksi aiotun ratkaisun ja määräysten vaatimusten mukaisen ratkaisun elinkaarikustannusten nykyarvot. Jos määräystenmukaisen ratkaisun elinkaarikustannusten nykyarvo on suurempi kuin aiotun toteutusratkaisun, ei määräystenmukaista ratkaisua tarvitse toteuttaa.

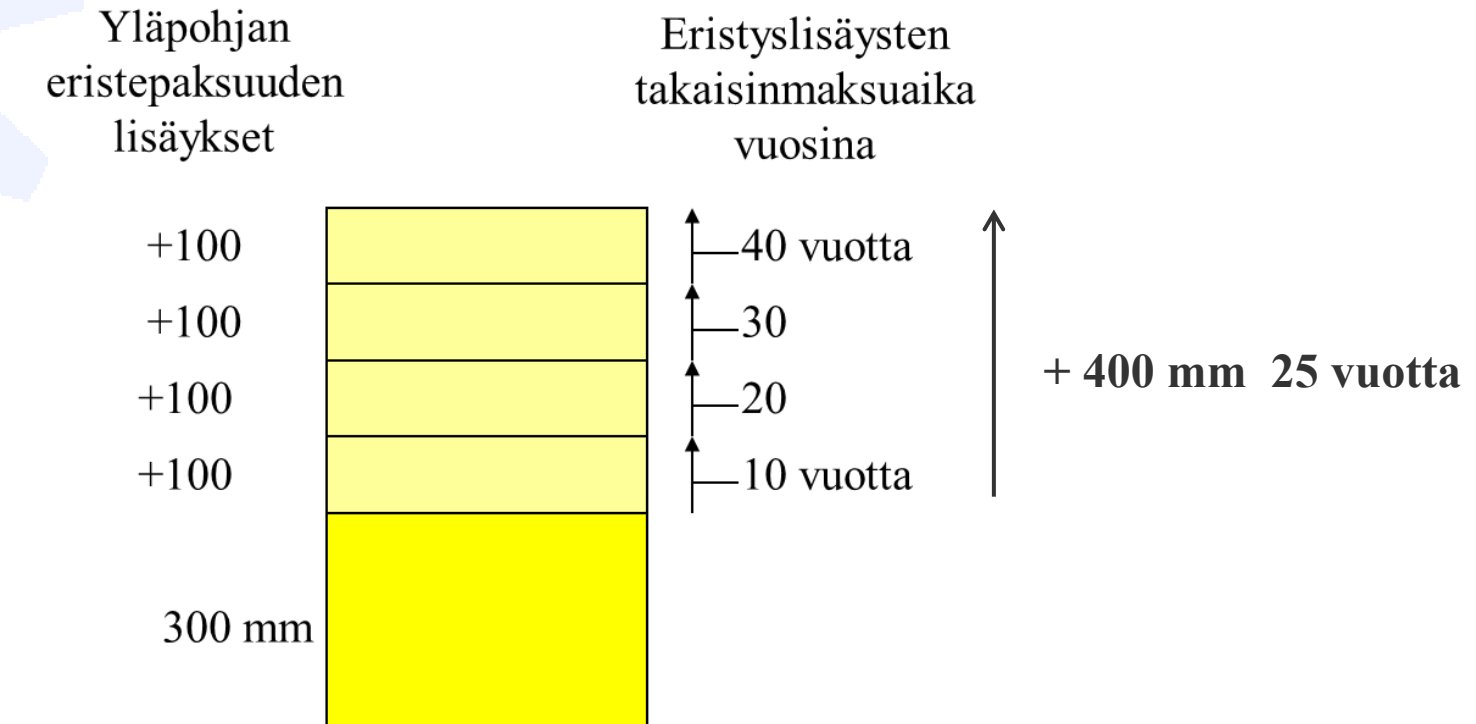
s



*Esimerkki uusintakustannusten ja jäännösarvon käsittelystä asuinrakennusten osalta kustannusoptimaalisuustarkastelussa. Asuinrakennusten laskentajaksona voidaan käyttää 30 vuotta ja muiden rakennusten osalta 20 vuotta. Laskentajakson loppuun arvioidaan rakennusosien jäännösarvot, jotka perustuvat teknisen arvon alenemiseen.*

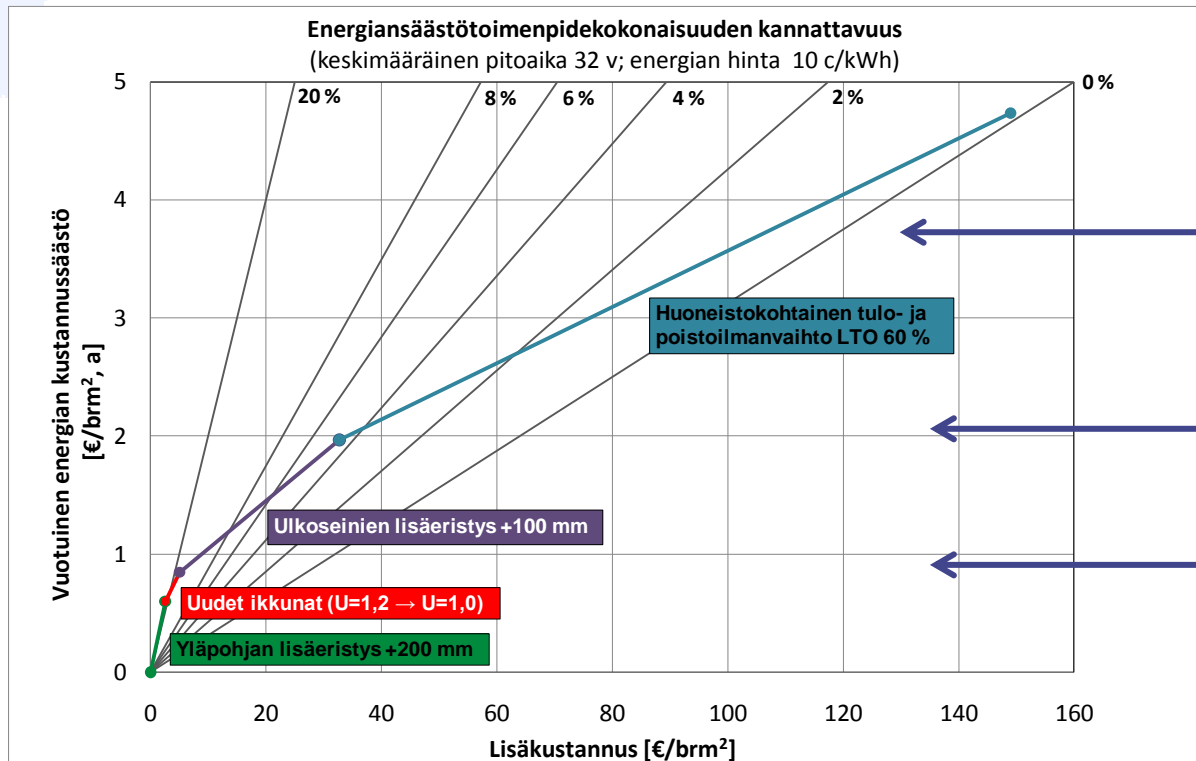


Lähtötaso vaikuttaa oleellisesti lisäeristyksen kannattavuuteen.  
Kannattavuutta pitääkin tarkastella käytännössä **portaittain**.



Yläpohjan lisäeristyksen portaittaisen kannattavuustarkastelun periaatekuva. Energian säästötoimenpiteitä pitää tarkastella portaittain, koska lähtötaso vaikuttaa voimakkaasti energiansäästön määrään.

Tarkasteltaessa erillisten toimenpiteiden yhteisvaikutusta ketjutetaan energiansäästötoimenpiteiden vaikutusjanat peräkkäin yhdeksi kuvaajaksi, joka kuvaa koko toimenpidepaketin kannattavuutta. Ketjuttaminen tehdään siten, että toimenpiteet järjestetään kannattavuusjärjestykseen ja kannattavimman toimenpiteen jana lähtee origosta. Seuraavaksi kannattavimman toimenpiteen janan alkupiste on puolestaan kannattavimman kuvaajan päätepiste ja kolmanneksi kannattavimman toimenpiteen janan alkupiste toiseksi kannattavimman toimenpiteen janan päätepiste jne. Näin jatketaan, kunnes kaikki tarkasteluun mukaan haluttavat toimenpiteet on ketjutettu mukaan kuvaajaan. Havainnollisen kuvaajan avulla voi valita tarkasteltavat eritasoiset toimenpidepaketit.



Vaatus-  
esimerkkejä, joiden  
perusteella valitaan  
toimenpidepaketit:

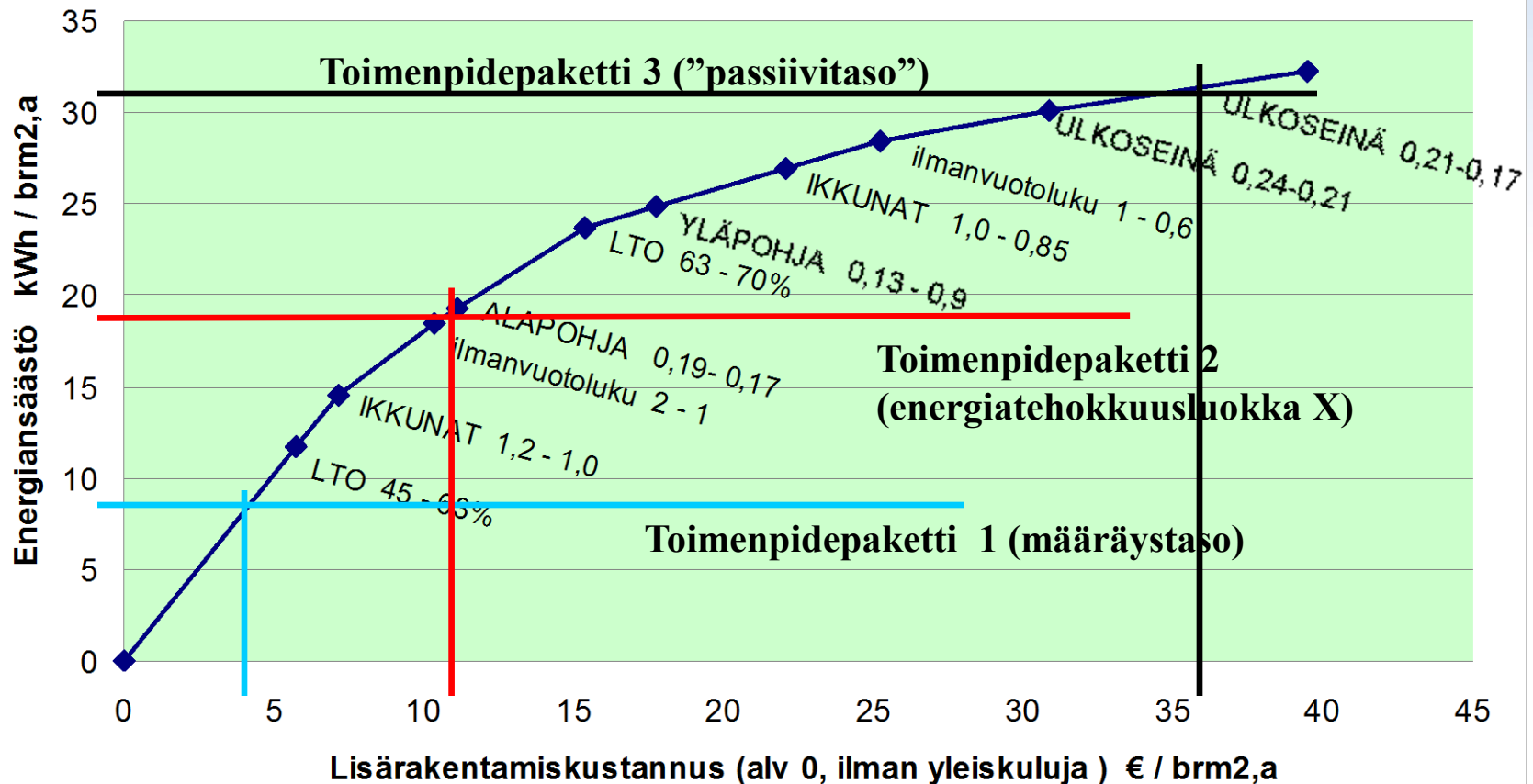
Passiivitalo

Energiatodistuksen  
B-luokka

Määräysten  
vaatimus

# Esimerkki uudistuotannosta, ei yleistettävissä

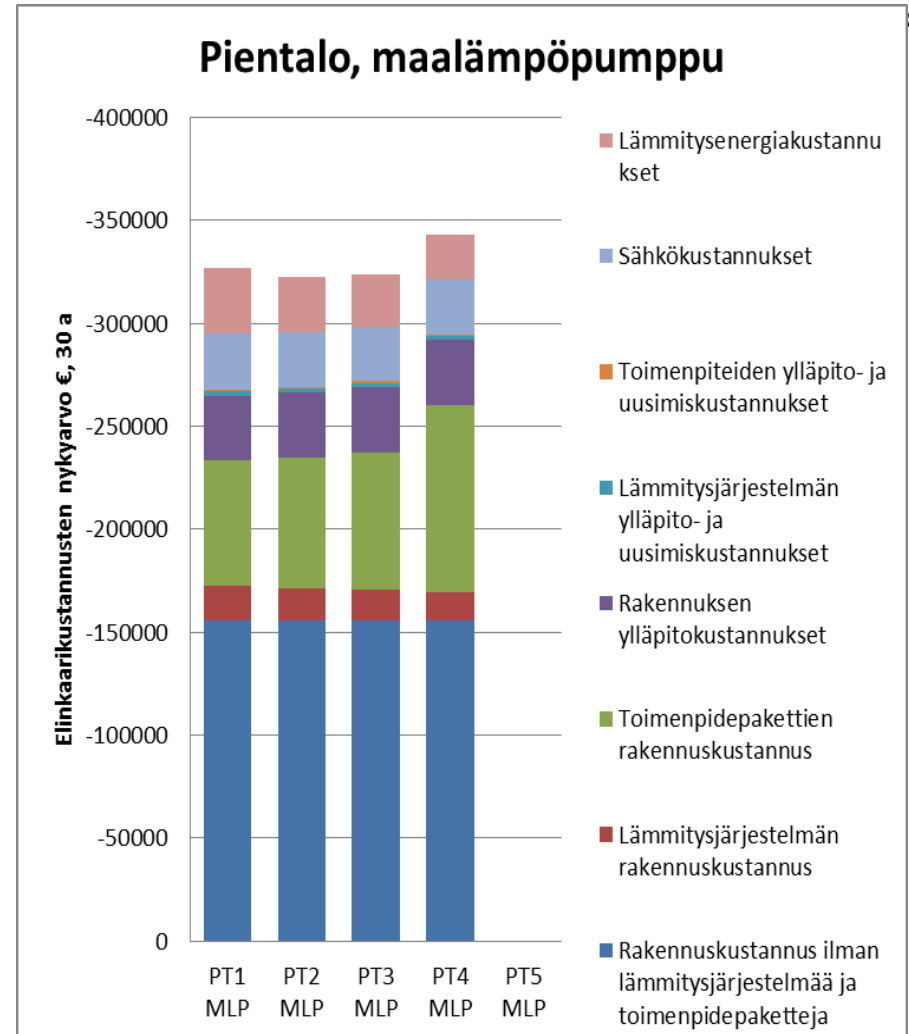
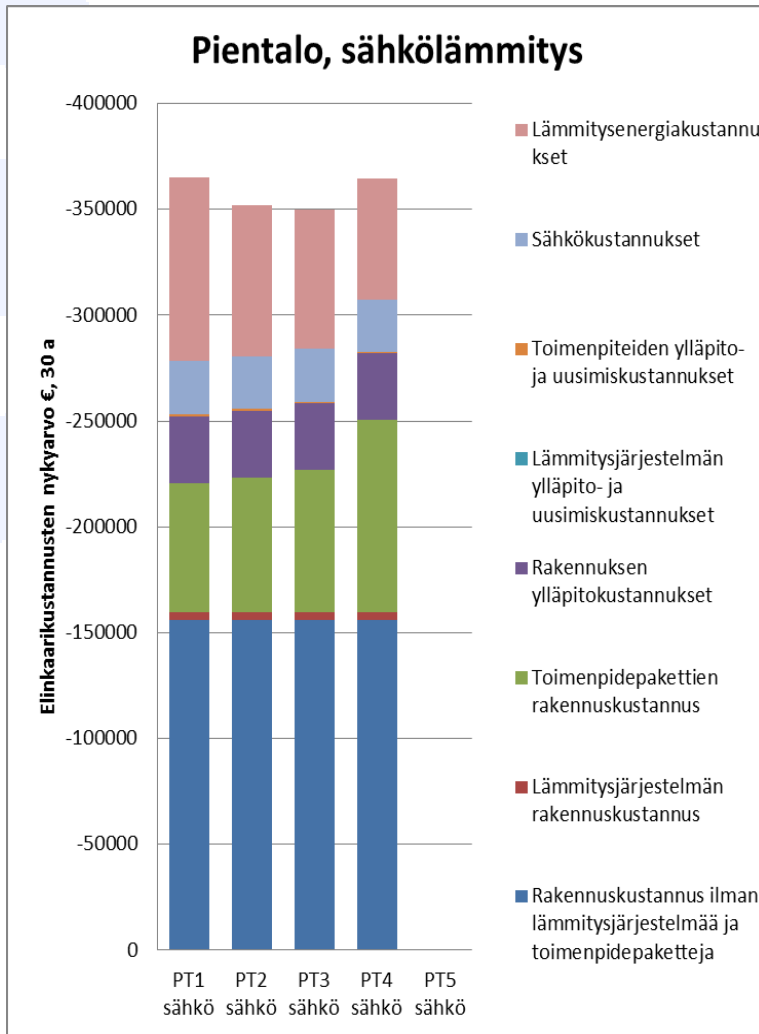
## Energiansäästön ja lisärakentamiskustannusten kasvu valittaessa toimenpiteitä kustannustehokkuusjärjestyksessä





Uusimmissa rakentamisen energiamääräyksissä viitataan kustannusoptimaalisuuteen.

Kustannusoptimaalisuustarkastelut ovat yleistymässä.  
Hyvää opasta ei vielä ole.

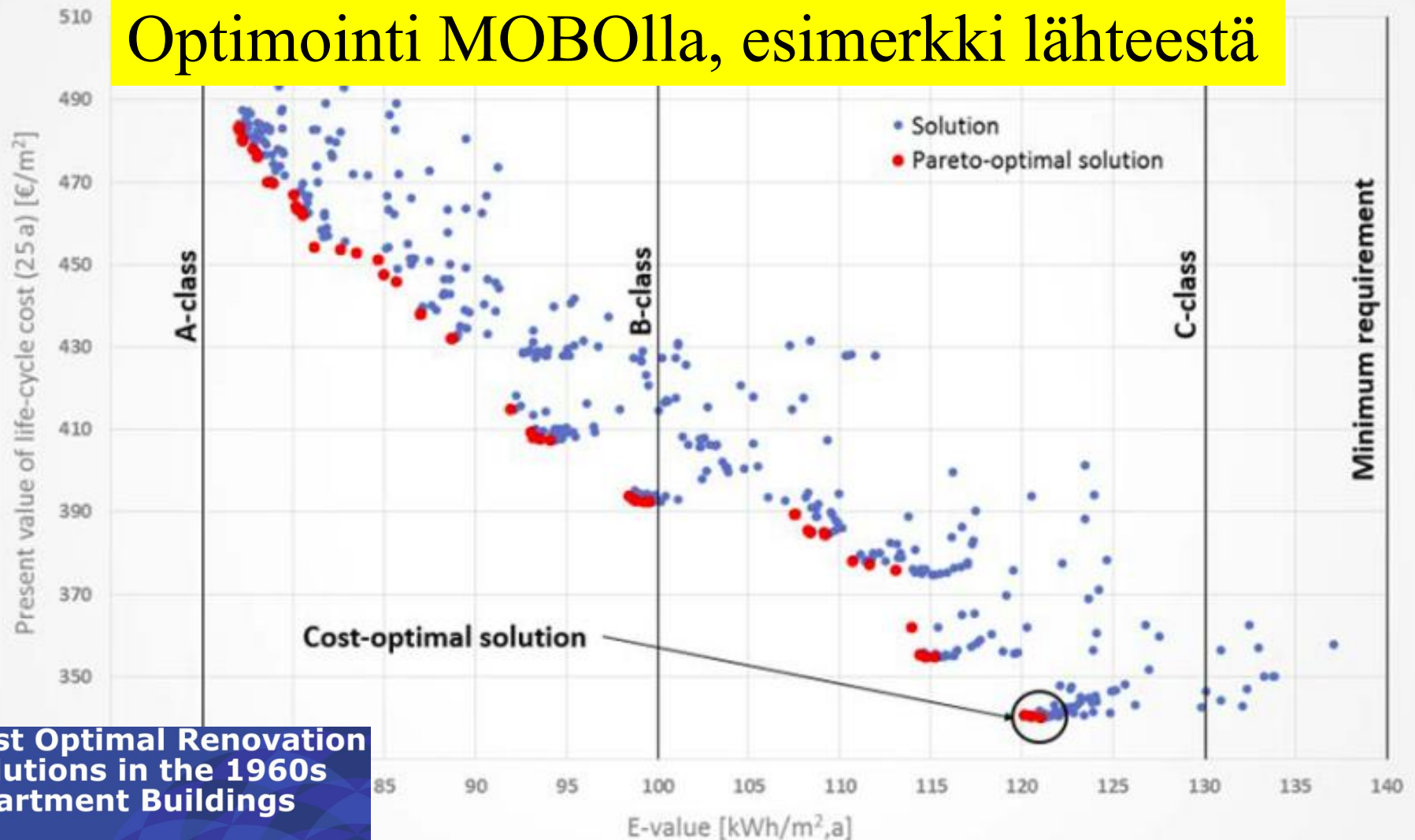


Kustannusoptimaalisuustarkastelussa valitaan järkevästi eritasoisia toimenpidepaketteja (PTn). Niille lasketaan ohjeistetulla tavalla elinkaarikustannusten nykyarvot.



# Optimization of the air to water heat pump system

## Optimointi MOBOlla, esimerkki lähteestä

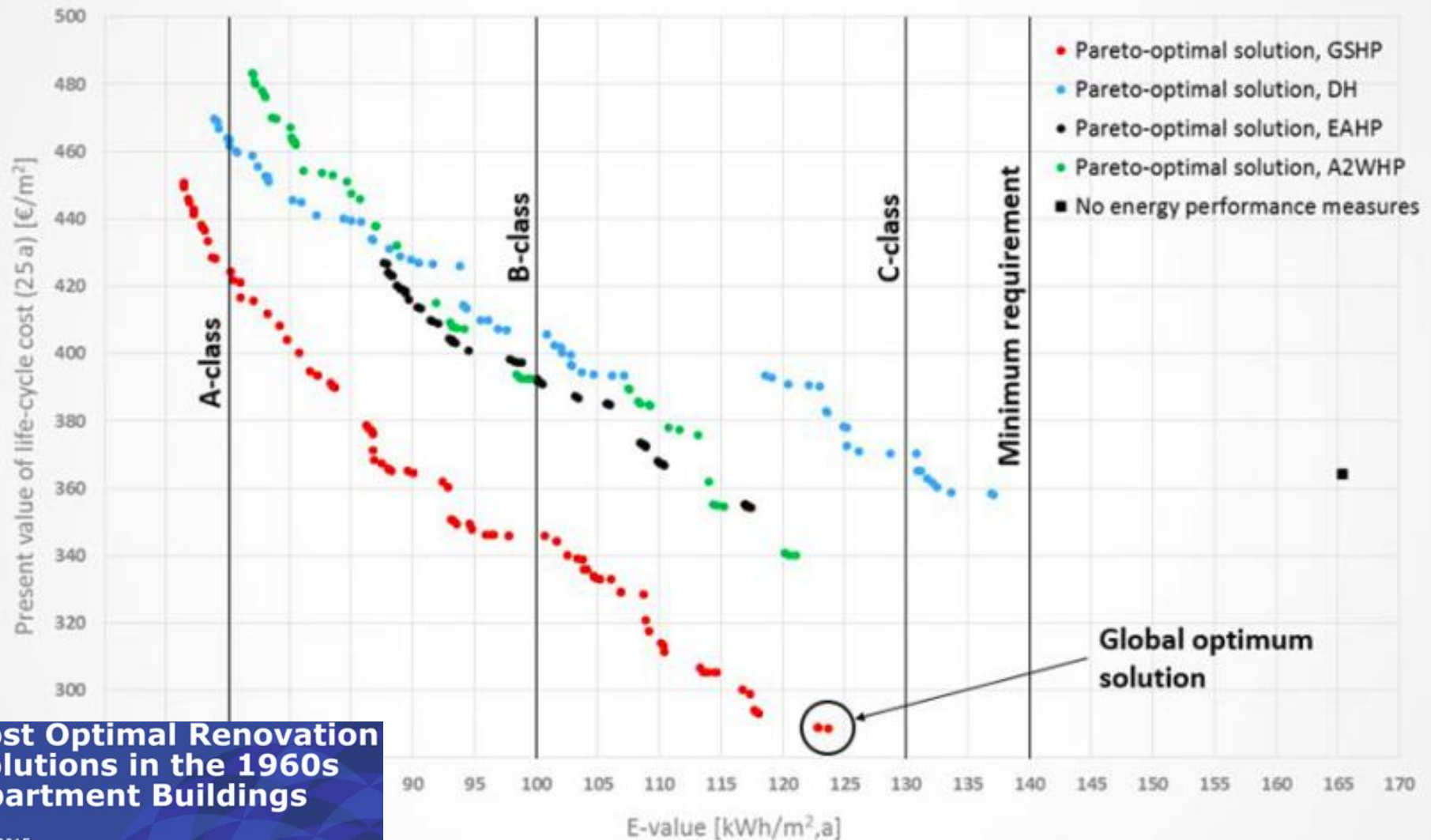


**Cost Optimal Renovation Solutions in the 1960s Apartment Buildings**

15.6.2015  
Tuomo Niemelä  
Granlund Consulting Oy  
tuomo.niemela@granlund.fi  
+358 40 6621274

optimized with the MOBO\* (=Multi-Objective Building Performance Optimization) software

# Optimal solutions in the 1960s apartment building



## Cost Optimal Renovation Solutions in the 1960s Apartment Buildings

15.6.2015  
Tuomo Niemelä  
Granlund Consulting Oy  
tuomo.niemela@granlund.fi  
+358 40 6621274

optimized with the MOBO\* (=Multi-Objective Building Performance Optimization) software

# Kustannusoptimaalisuuden laskentaprosessi

1. Strategia ja tavoitteet
2. Valitaan tarkasteltavat järjestelmäkokonaisuudet (lämmitys ja ilmanvaihto)
3. Valitaan tarkasteltavat energiansäästötoimenpiteet ”portaittain” (esim. lisäeristys 100mm, lisäeristys 100-200mm)
4. Toimenpiteet järjestetään kannattavuusjärjestykseen järjestelmittäin yksinkertaisella laskentamenetelmällä (lämmön hinta vaikuttaa kannattavuuteen)
5. Valitaan järjestelmittäin toimenpidepaketit siten, että toimenpiteet ovat kannattavuudeltaan mahdollisimman samalla tasolla (sis. laatuero tarkistuksen)
6. Lasketaan toimenpidepakettien kustannusoptimaalisuus eli elinkaarikustannukset ohjeistetulla tavalla (simulointi tai muu laskenta)
7. Tehdään valinta ottaen huomioon arvotekijät kuten esim. sisäilmaolosuhteet, helppokäyttöisyys, lämpöviihtyvyys ym.

Laskenta voidaan tehdä myös optimointiohjelmistoilla, jolloin ohjelmisto hoitaa kohdat 4 ja 5



# Talouslaskennan lähtöarvojen valinnan periaatteet

- Laskenta reaaliarvoilla (inflaatio ei mukana)
- Kustannukset ilman alvia (ALV 0%)
- Kustannusoptimaalisuusperiaate. Tarkastelujakso 20 vuotta, käyttöikä 40 vuotta (oletettu perusparannusväli)
- Yleiskulut mukana kustannuksissa
- Laskentakorko 1...3...5 (reaalinen)
  
- Sähkön hinta erikseen siirron (teho) ja energian osalta
  - Energiaosuus Suomen keskimääräisen hinnan mukaan
  - Siirto Tampereen Sähkölaitoksen tariffien mukaan
- Kaukolämpöenergian hinnat (energia kuukausittain ja vuosimaksu) Tampereen Kaukolämmön mukaan.
  
- Energian ja siirron reaalin hintakehitys 0...2...4 %/vuosi

