

# Kandidaatintyö: Vesikiertokeskuslämmitysjärjestelmien putkistolaskenta ja perussäätö

Lasse Kärkkäinen

Aalto-yliopisto - Teknillisen fysiikan ja matematiikan koulutusohjelma

23. maaliskuuta 2015

## Työn tausta

Jaconi-laskentaohjelmisto

## Teoreettinen osuus

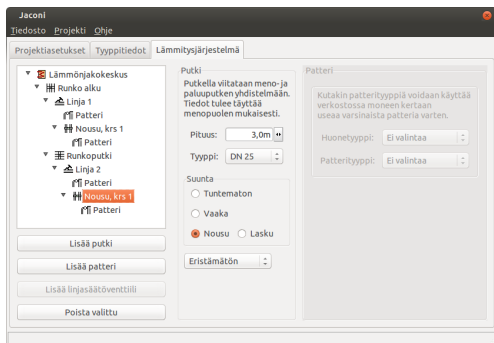
Putkistolaskenta-algoritmi

Uusi kaava patterin lämmönluovutukselle

## Koekäyttö kentällä

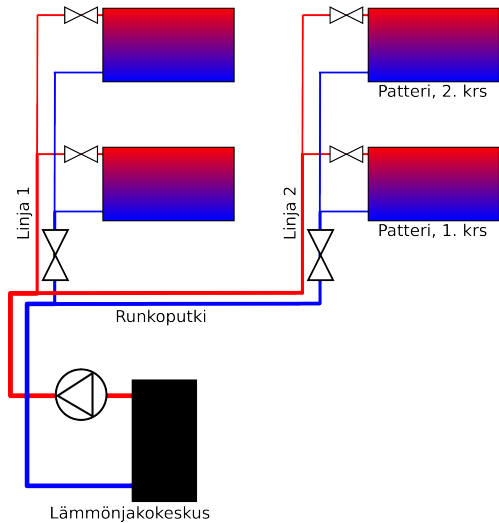
Perussäätö Jaconilla ja lämpötilamittaukset

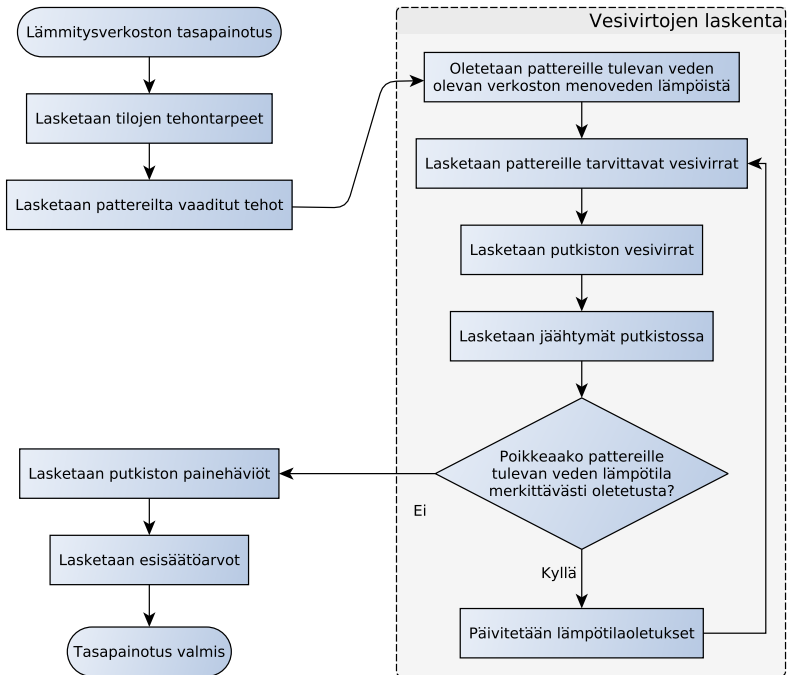
# Patteriverkoston perussäätölaskentaan tarkoitettu sovellus



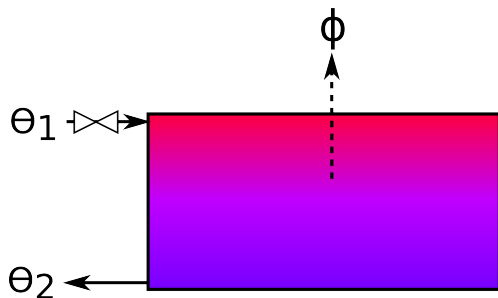
- Tekno-Innovaatio Oy:n toimeksiannosta 2002-2010

# Esimerkki kaksiputkijärjestelmästä





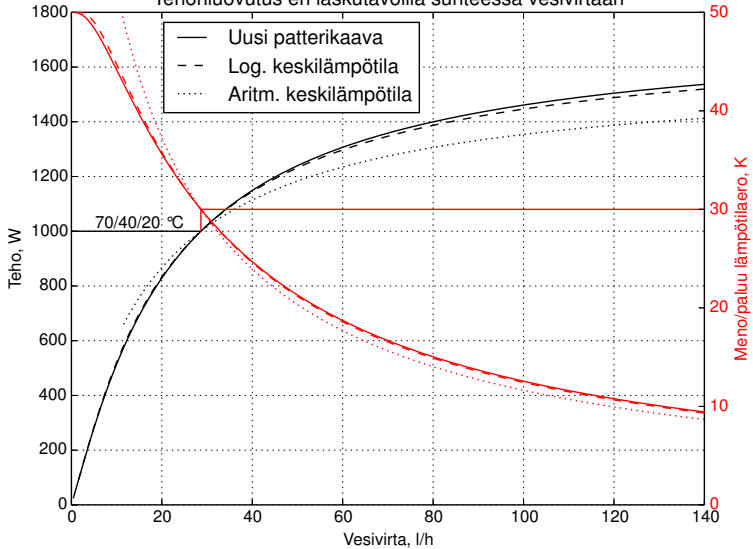
# Uusi kaava patterin lämmönluovutukselle



- ▶ Meno- ja paluveden ylälämpötilat  $\Theta_1$  ja  $\Theta_2$ , teho  $\phi$
- ▶ Tehonluovutus viitetasosta (alaindeksit  $r$ ) poikettaessa

$$\phi = \phi_r \frac{\Theta_{2r}^{-0.3} - \Theta_{1r}^{-0.3}}{\Theta_{1r} - \Theta_{2r}} \frac{\Theta_1 - \Theta_2}{\Theta_2^{-0.3} - \Theta_1^{-0.3}}$$

Tehonluovutus eri laskutavoilla suhteessa vesivirtaan



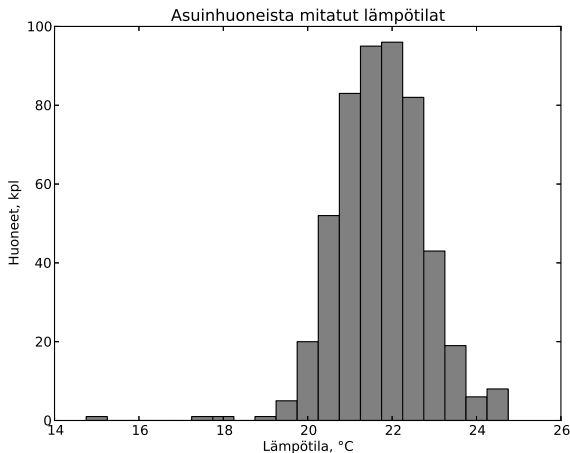
# Helsingin Kaupungin Vuokra-Asunnot, Kannelmäki



- ▶ Seitsemän kerrostalon verkosto, laskettu Jaconi-ohjelmalla



# Lämpötilamittaukset termostaatit poistettuna



- ▶ 72 % huoneista  $22 \pm 1$  °C, mediaanilämpötila 21.7 °C

- ▶ Uusi patterikaava
- ▶ Putkiston lämpöhäviöt ja runkoputken virtaushäviöt huomioitava
- ▶ Nousuissa ei painehäviötä!
- ▶ Toimivuus todettu myös kentällä

- ▶ Kärkkäinen, Aatos: *Gasfri päfyllning av värme- och kylsystem samt injustering av radiatorsystem*, Del 2 (2010).
- ▶ Lampinen & Wiksten: *Theory of effective heat-absorbing and heatemitting temperatures in entropy and exergy analysis with applications to flow systems and combustion processes*. Journal of non-equilibrium thermodynamics, ISSN 0340-0204, 2006, vol. 31, no 3, pp. 257-291 (2006).
- ▶ Mandorff, Sven: *Inreglering av värmesystem*, Statens råd för byggnadsforskning, Rapport 78, Elanders boktryckeri AB, Göteborg (1962).
- ▶ Petitjean, Robert: *Total Hydronic Balancing - A handbook for design and troubleshooting of hydronic HVAC systems*. Tour & Andersson AB, 3rd Edition, ISBN 91-631-6200-8, Responstryck, Borås, Sweden (2004).
- ▶ Seppänen, Olli: *Rakennusten lämmitys Suomen LVI-yhdistysten liitto ry*, ISBN 951-97233-1-5 (1995).