

# Rakentamisen mitoitussäät (RAMI)

Hankkeen loppuseminaari 31.5.2022

Rakennusfysiikan mitoitusvuosien valitseminen

Anssi Laukkarinen

# Aiheet

- Mitoitusvuodet ajasta riippuvia simulointeja varten
- Mitoitusvuodet kuukausitason laskelmia varten
- (Yksittäisiä mitoitusajanhetkiä)

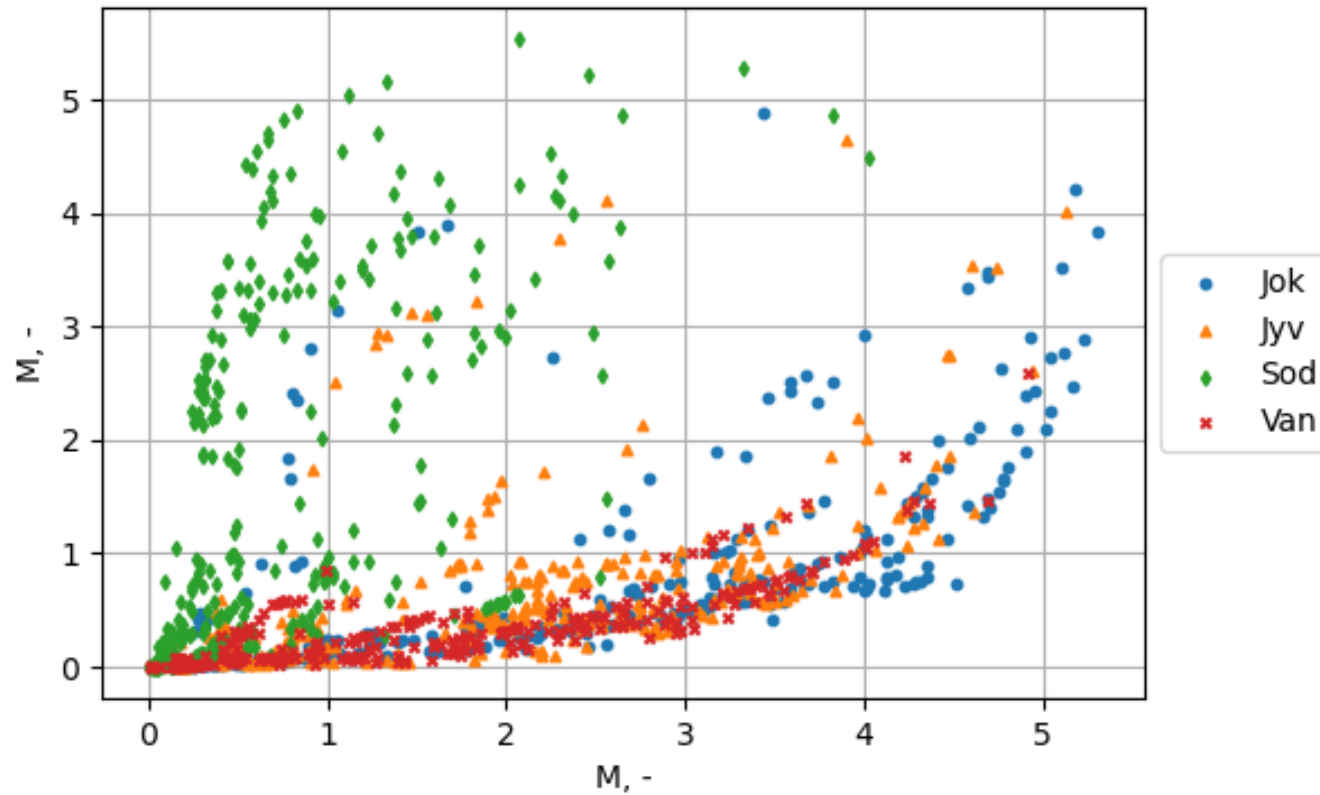
Läpileikkaava teema: Mikä on vuosien kriittisyysjärjestys?

# Mitoitusvuosien hyviä ominaisuuksia

- Mitoittavuus
  - Olosuhteiden esiintyminen kerran kymmenessä vuodessa
- Yleiskriittisyys
  - Useita rakenteita, ilmansuuntia ja paikkakuntia
  - Useita kriteerejä
- Helppokäyttöisyys
- Mitoitustason säilyminen uusissa tapauksissa

Mitoitusnäkökulman painottamiseksi puhutaan mitoitusvuodesta testivuoden sijaan.

# Tulosten tarkastelu paikkakuntaakohtaisesti

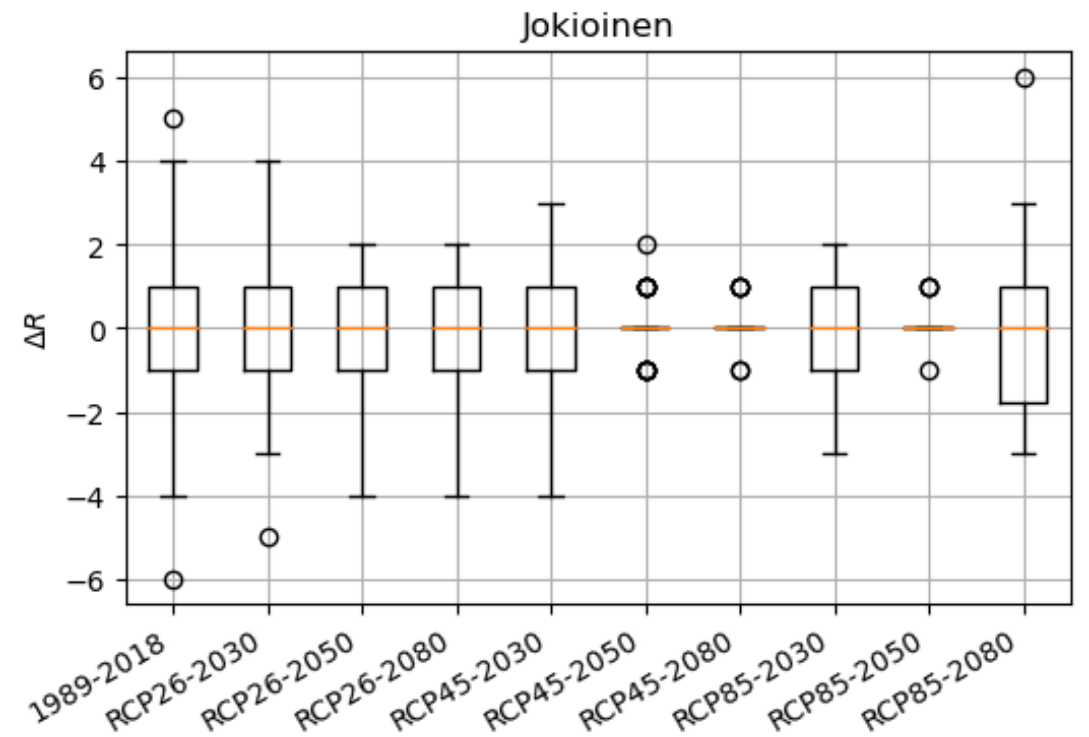
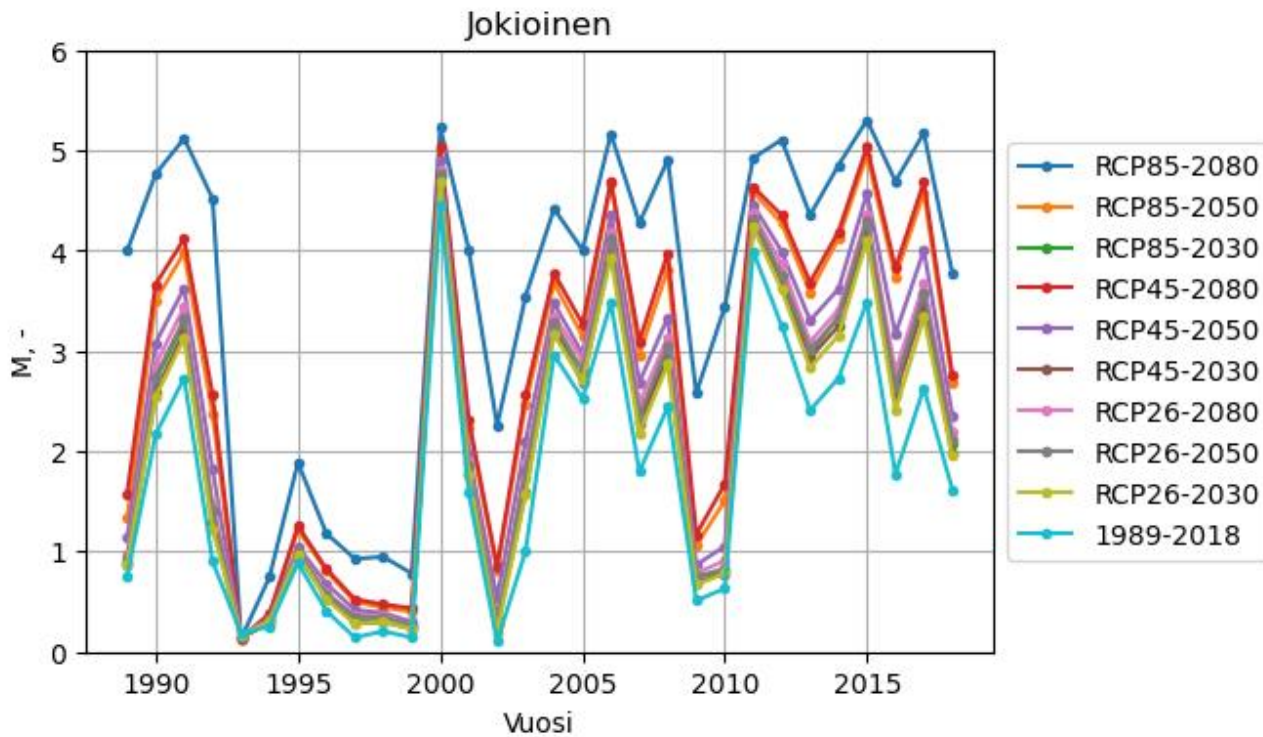


Kuvassa homeindeksin maksimiarvoja kahden eri tarkastelupisteen suhteen.

Sama rakenne voi käyttäytyä eri tavoin eri paikkakuntien ilmasto-olosuhteissa.

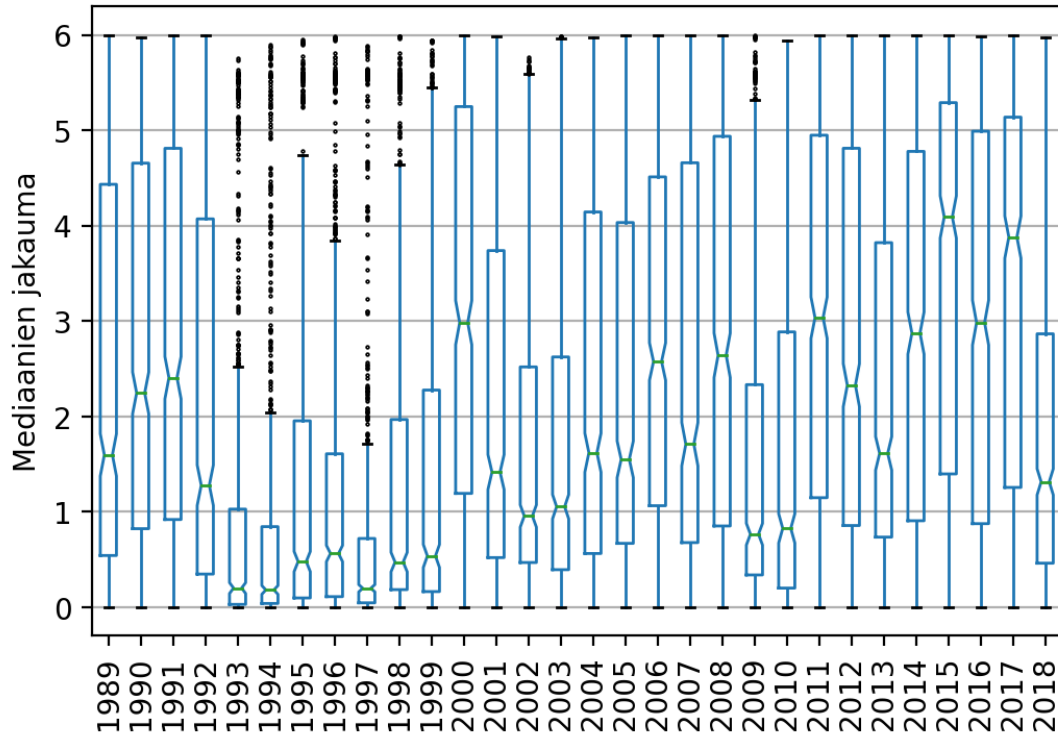
# Eri 30-vuotisjaksot käsiteltiin vuosimediaanien avulla

Nykyilmasto 1989-2018, RCP4.5-2050 ja -2080, RCP8.5-2050 ja -2080

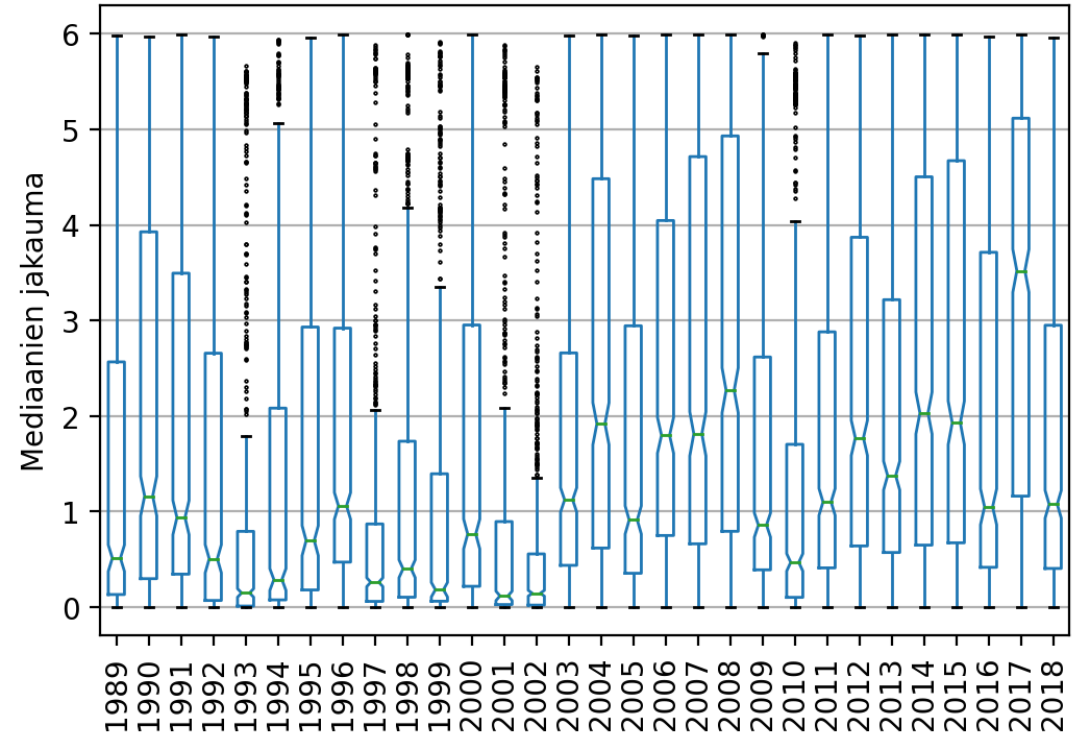


# Kaikki tulokset yhdellä kertaa?

Jokioinen

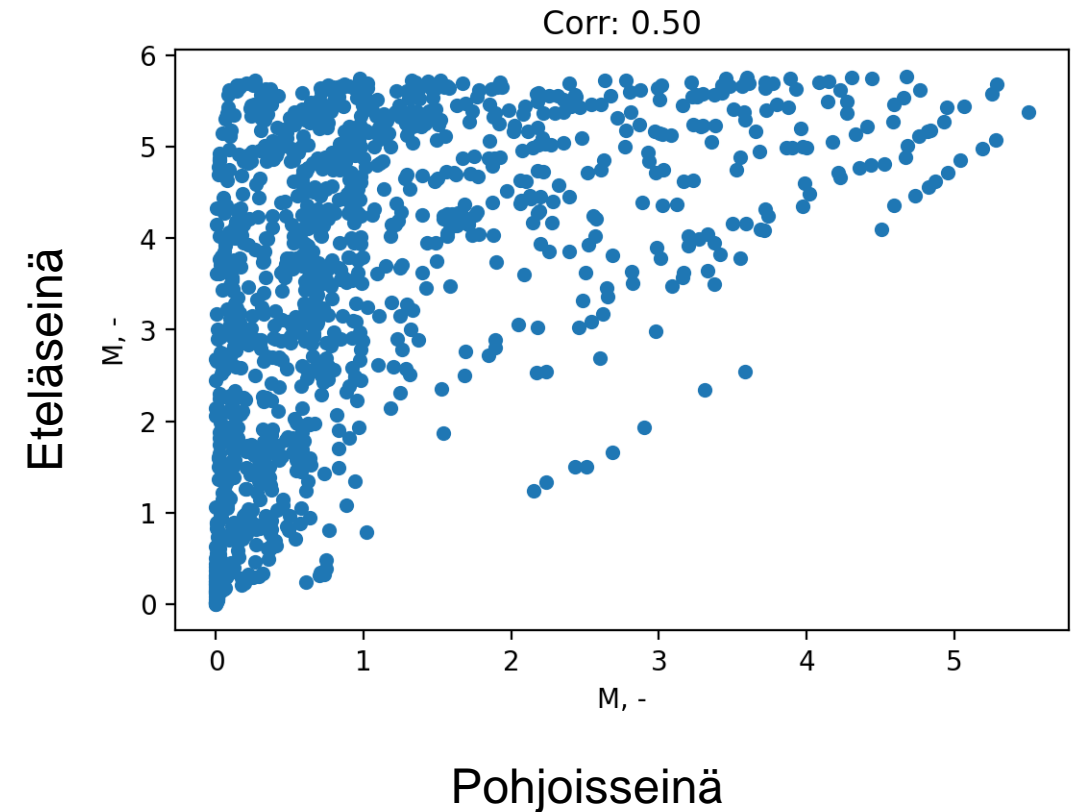


Vantaa

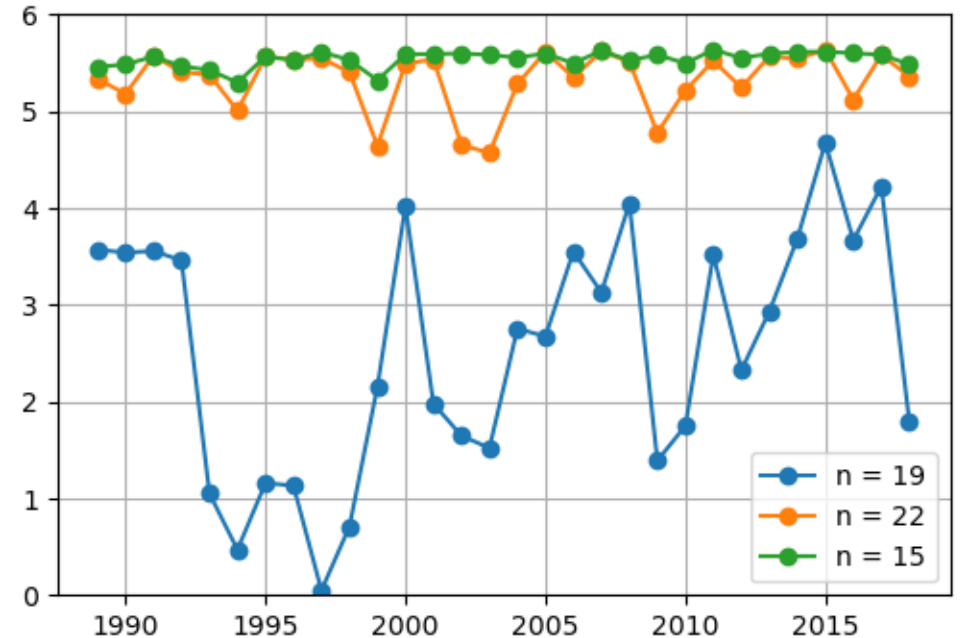
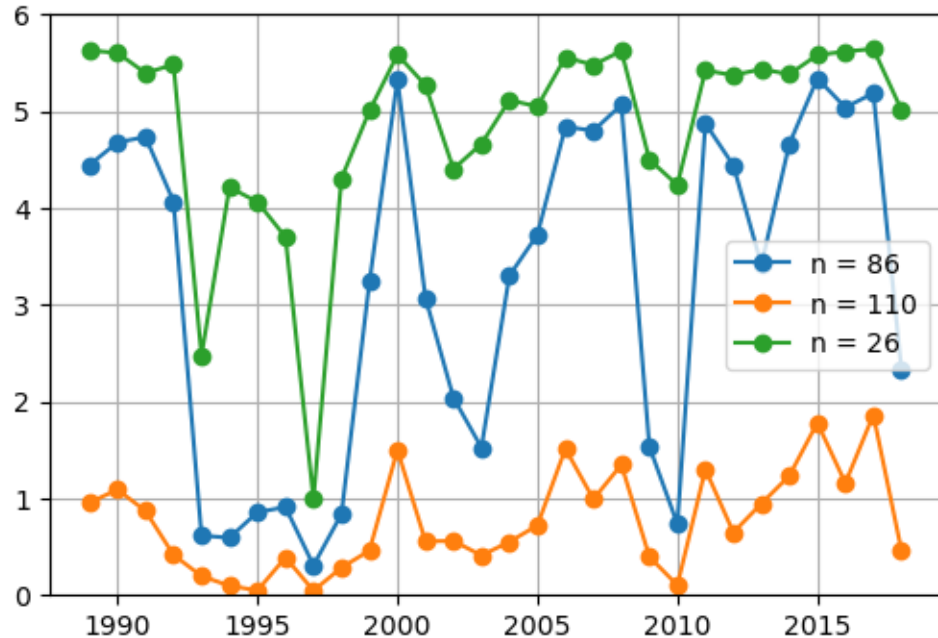


# Jako ryhmiin päärakennetyypin ja ilmansuunnan mukaan

|     |   |
|-----|---|
| PRP | Puurankaseinä puuverhouksella               |
| PRT | Puurankaseinä tiiliverhouksella             |
| BSW | Betonisandwich-elementti                    |
| EHR | Eristeharkko, rapattu, polyuretaanieriste   |
| BSR | Sisäkuorielementti, mineraalivilla, rapattu |
| PVP | Pelti-villa-pelti -elementti                |
| USH | Hirsiseinä, sisäpuolelta lämmöneristetty    |
| YP  | Yläpohjat                                   |



# Tarkastelupisteiden jako alaryhmiin samankaltaisen käyttäytymisen perusteella



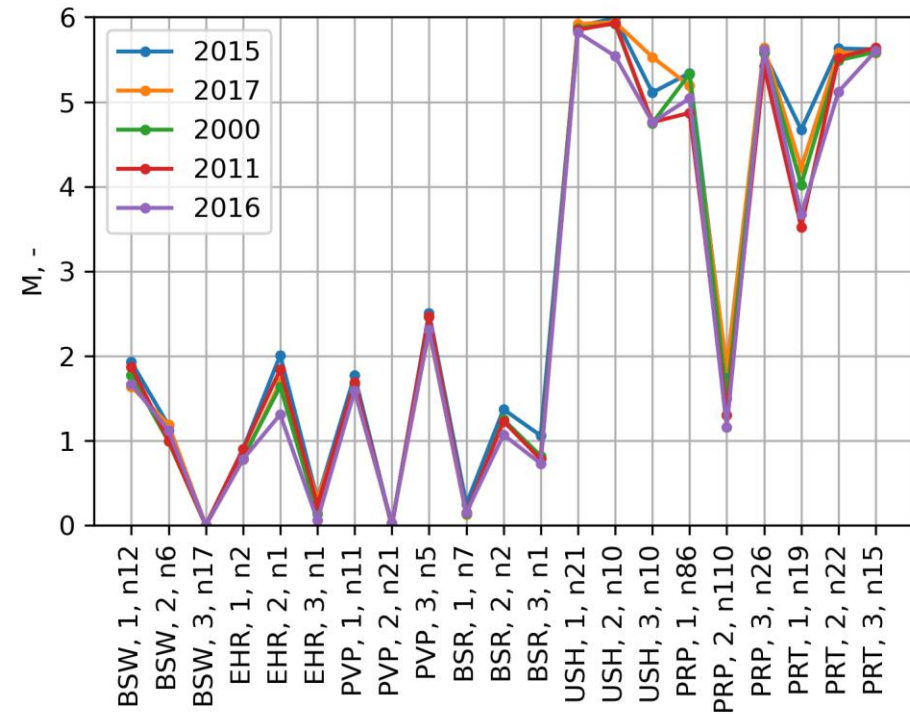
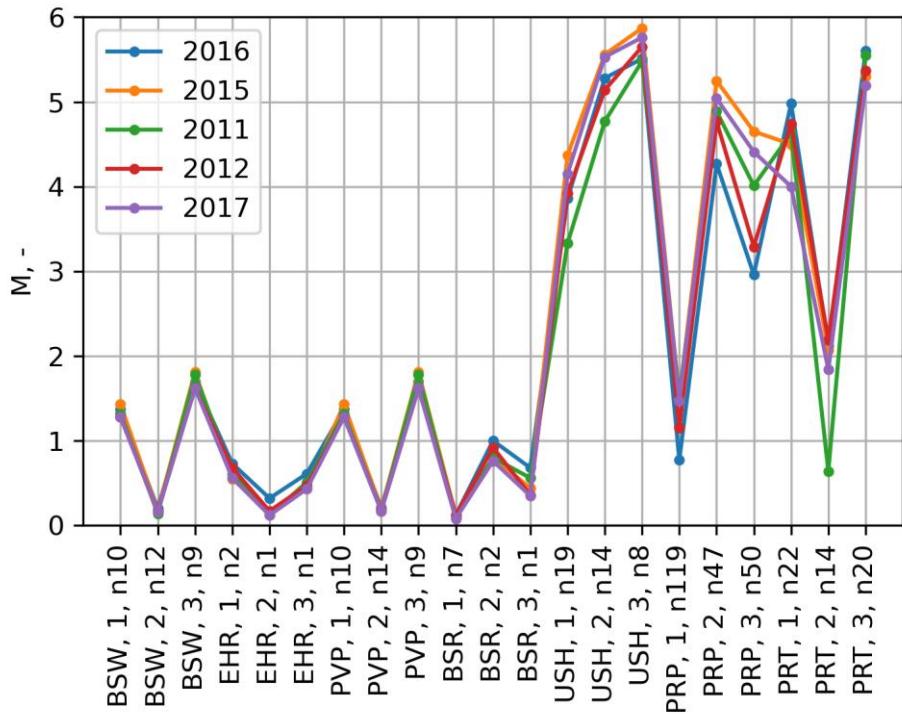
Alaryhmien välillä oli korrelaatiota vuosien kriittisyysjärjestyksessä, mutta ei täydellistä  
 Jako alaryhmiin tehtiin koneoppimisalgoritmeilla



# Viisi yleiskriittisintä vuotta mitoitusvuosikandidaateiksi Erikseen etelän ja pohjoisen suuntaisille seinille ja yläpohjille

| A  | B                            | C    | D    | E    | F    | G    | H    | I    | J    | K    | L    | M    | N    | O    | P    | Q    | R    | S    | T    | U    | V    | W    | X    | Y    | Z    | AA   | AB   | AC   | AD   | AE   |      |
|----|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|    | 1989                         | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |      |
| 1  | 0.98                         | 0.94 | 1.28 | 0.86 | 0.55 | 0.46 | 0.54 | 0.82 | 0.41 | 0.86 | 0.34 | 1.24 | 1.2  | 0.85 | 0.94 | 1.17 | 1.15 | 0.89 | 1.11 | 1.09 | 1.1  | 0.98 | 1.32 | 1.28 | 1.07 | 1.17 | 1.43 | 1.37 | 1.28 | 0.73 |      |
| 2  | BSVNorth M not rank df0 n10  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 3  | 0.06                         | 0.04 | 0.17 | 0.03 | 0    | 0.01 | 0    | 0    | 0    | 0.02 | 0    | 0.1  | 0.15 | 0.04 | 0.06 | 0.08 | 0.1  | 0.05 | 0.08 | 0.07 | 0.06 | 0.1  | 0.14 | 0.17 | 0.08 | 0.12 | 0.17 | 0.2  | 0.16 | 0.03 |      |
| 4  | BSVNorth M not rank df2 n9   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 5  | 1.71                         | 1.62 | 1.62 | 1.48 | 1.29 | 1.38 | 1.47 | 1.46 | 1.36 | 1.44 | 1.29 | 1.74 | 1.57 | 1.41 | 1.53 | 1.57 | 1.6  | 1.62 | 1.68 | 1.73 | 1.5  | 1.49 | 1.78 | 1.62 | 1.66 | 1.71 | 1.81 | 1.7  | 1.62 | 1.54 |      |
| 6  | PICNorth M not rank df0 n2   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 7  | 0.09                         | 0.04 | 0.13 | 0.05 | 0    | 0    | 0.05 | 0.02 | 0    | 0.05 | 0    | 0.1  | 0.12 | 0    | 0.12 | 0.18 | 0.08 | 0    | 0.09 | 0.09 | 0.06 | 0    | 0.12 | 0.17 | 0.04 | 0.11 | 0.16 | 0.32 | 0.12 | 0.03 |      |
| 8  | PICNorth M not rank df1 n1   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 9  | 0.43                         | 0.26 | 0.43 | 0.17 | 0.15 | 0.07 | 0.24 | 0.28 | 0.14 | 0.39 | 0.07 | 0.5  | 0.49 | 0.22 | 0.38 | 0.51 | 0.44 | 0.22 | 0.37 | 0.36 | 0.33 | 0.27 | 0.51 | 0.47 | 0.42 | 0.43 | 0.43 | 0.61 | 0.43 | 0.27 |      |
| 10 | PICNorth M not rank df2 n1   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 11 | 0.98                         | 0.94 | 1.28 | 0.86 | 0.55 | 0.46 | 0.54 | 0.82 | 0.41 | 0.86 | 0.34 | 1.24 | 1.2  | 0.85 | 0.94 | 1.17 | 1.15 | 0.89 | 1.11 | 1.09 | 1.1  | 0.98 | 1.32 | 1.28 | 1.07 | 1.17 | 1.43 | 1.37 | 1.28 | 0.73 |      |
| 12 | SVNorth M not rank df0 n10   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 13 | 0.1                          | 0.05 | 0.19 | 0.04 | 0    | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.11 | 0.17 | 0.06 | 0.08 | 0.09 | 0.12 | 0.07 | 0.1  | 0.08 | 0.08 | 0.12 | 0.17 | 0.18 | 0.12 | 0.14 | 0.19 | 0.21 | 0.17 | 0.05 |      |
| 14 | SVNorth M not rank df1 n14   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 15 | 0.07                         | 0.09 | 0.11 | 0.1  | 0    | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0    | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.07 | 0.11 | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.06 | 0.08 | 0.07 | 0.12 | 0.04 | 0.08 | 0.09 | 0.12 | 0.03 | 0.08 | 0.12 | 0.12 | 0.08 | 0.06 |
| 16 | TRCNorth M not rank df0 n7   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 17 | 0.85                         | 0.62 | 0.69 | 0.44 | 0.44 | 0.37 | 0.63 | 0.41 | 0.41 | 0.76 | 0.11 | 0.81 | 0.84 | 0.38 | 0.72 | 0.77 | 0.79 | 0.5  | 0.75 | 0.79 | 0.52 | 0.7  | 0.8  | 0.92 | 0.67 | 0.85 | 0.8  | 1    | 0.76 | 0.61 |      |
| 18 | TRCNorth M not rank df1 n2   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 19 | 0.54                         | 0.19 | 0.41 | 0.11 | 0.26 | 0.1  | 0.23 | 0.18 | 0.09 | 0.36 | 0.09 | 0.54 | 0.34 | 0.14 | 0.34 | 0.5  | 0.39 | 0.3  | 0.42 | 0.34 | 0.17 | 0.13 | 0.56 | 0.36 | 0.38 | 0.33 | 0.44 | 0.68 | 0.35 | 0.27 |      |
| 20 | TRCNorth M not rank df2 n1   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 21 | 2.44                         | 2.99 | 3.94 | 2.18 | 0.34 | 0.42 | 0.96 | 0.79 | 0.6  | 0.99 | 0.62 | 3.26 | 2.96 | 0.64 | 2.34 | 3.4  | 3.17 | 2.73 | 2.7  | 3.18 | 2.08 | 1.35 | 3.33 | 3.92 | 2.59 | 3.75 | 4.37 | 3.96 | 4.15 | 2.87 |      |
| 22 | USHNorth M not rank df0 n19  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 23 | 4.45                         | 5.28 | 5.24 | 5.16 | 2.61 | 3.14 | 3.89 | 4.07 | 3.26 | 3.94 | 3.56 | 4.6  | 4.98 | 4.98 | 4.77 | 4.98 | 4.97 | 4.48 | 4.5  | 4.98 | 4.38 | 5.52 | 4.77 | 5.14 | 4.54 | 5.22 | 5.56 | 5.28 | 5.53 | 4.7  |      |
| 24 | USHNorth M not rank df1 n14  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 25 | 4.77                         | 5.48 | 5.76 | 4.53 | 0.96 | 1.5  | 3.27 | 2.12 | 2.15 | 3.58 | 0.93 | 5.99 | 5.16 | 1.69 | 4.89 | 5.26 | 5.09 | 5.08 | 4.86 | 5.69 | 3.8  | 4.14 | 5.48 | 5.85 | 5.04 | 5.85 | 5.87 | 5.51 | 5.76 | 4.82 |      |
| 26 | USPNorth M not rank df0 n119 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 27 | 0.45                         | 0.82 | 1.11 | 0.33 | 0.02 | 0.04 | 0.18 | 0.09 | 0.08 | 0.18 | 0.14 | 1.38 | 0.54 | 0.53 | 0.54 | 0.69 | 0.71 | 1.4  | 0.65 | 0.83 | 0.33 | 0.46 | 1.53 | 1.15 | 0.78 | 0.97 | 1.5  | 0.77 | 1.47 | 0.62 |      |
| 28 | USPNorth M not rank df1 n47  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 29 | 2.32                         | 4.36 | 4.65 | 3.23 | 0.09 | 0.31 | 0.71 | 0.62 | 0.32 | 0.66 | 0.44 | 5.01 | 2.99 | 1.84 | 2.28 | 3.71 | 3.19 | 4.5  | 3.17 | 4.36 | 0.99 | 2.32 | 4.89 | 4.77 | 3.52 | 4.39 | 5.25 | 4.27 | 5.04 | 2.57 |      |
| 30 | USPNorth M not rank df2 n50  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 31 | 0.96                         | 2.4  | 3.07 | 1.11 | 0.06 | 0.11 | 0.42 | 0.43 | 0.17 | 0.33 | 0.28 | 3.48 | 1.08 | 1.06 | 1.08 | 2.09 | 1.67 | 3.57 | 1.59 | 2.84 | 0.66 | 0.91 | 4.01 | 3.29 | 1.94 | 3.21 | 4.65 | 2.96 | 4.41 | 1.43 |      |
| 32 | USTNorth M not rank df0 n22  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 33 | 4.32                         | 3.83 | 3.98 | 2.48 | 2.98 | 0.07 | 4.43 | 3.91 | 0.42 | 4.36 | 1.39 | 4.44 | 4.25 | 3.04 | 4.11 | 4.54 | 4.22 | 1.47 | 4.55 | 3.83 | 2.84 | 2.72 | 4.63 | 4.74 | 1.76 | 4.05 | 4.5  | 4.98 | 4    | 2.27 |      |
| 34 | USTNorth M not rank df1 n14  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 35 | 0.75                         | 1.52 | 1.95 | 0.42 | 0    | 0    | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.18 | 0.55 | 1.42 | 1.51 | 0.19 | 0.67 | 0.75 | 0.5  | 0.39 | 1.11 | 0.47 | 1.8  | 0.64 | 2.19 | 0.25 | 0.99 | 2.07 | 2.12 | 1.84 | 0.48 |      |
| 36 | USTNorth M not rank df2 n20  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 37 | 5.48                         | 5.19 | 5.23 | 4.96 | 5.37 | 0.37 | 5.52 | 5.44 | 0.74 | 5.49 | 3.65 | 5.53 | 5.45 | 4.85 | 5.41 | 5.6  | 5.52 | 3.71 | 5.52 | 5.28 | 5.16 | 4.8  | 5.55 | 5.37 | 5.03 | 5.51 | 5.3  | 5.6  | 5.19 | 4.33 |      |
| 38 | YP1 M not rank df0 n8        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 39 | 0.55                         | 0.66 | 0.76 | 0.32 | 0.02 | 0.05 | 0.09 | 0.11 | 0.07 | 0.22 | 0.18 | 1.15 | 0.38 | 0.52 | 0.49 | 0.3  | 0.48 | 1.17 | 0.57 | 0.7  | 0.36 | 0.2  | 0.98 | 0.55 | 0.61 | 0.72 | 1.03 | 0.68 | 0.87 | 0.5  |      |
| 40 | YP1 M not rank df1 n17       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 41 | 0.04                         | 0.05 | 0.07 | 0.03 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0.02 | 0.02 | 0.16 | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.02 | 0.05 | 0.14 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.01 | 0.08 | 0.04 | 0.06 | 0.06 | 0.15 | 0.05 | 0.05 | 0.06 |      |
| 42 | YP1 M not rank df2 n2        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 43 | 0.78                         | 0.84 | 2.39 | 0.58 | 0.13 | 0.21 | 0.27 | 0.38 | 0.18 | 0.4  | 0.35 | 3.7  | 0.64 | 0.8  | 1.51 | 0.86 | 0.9  | 3.43 | 1.6  | 1.54 | 0.81 | 0.34 | 3.3  | 1.35 | 1.58 | 1.43 | 3.33 | 0.93 | 2.69 | 1.48 |      |
| 44 | BSVSouth M not rank df0 n12  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 45 | 1.71                         | 1.64 | 1.62 | 1.49 | 1.34 | 1.41 | 1.53 | 1.46 | 1.45 | 1.46 | 1.38 | 1.77 | 1.56 | 1.29 | 1.52 | 1.59 | 1.59 | 1.81 | 1.73 | 1.51 | 1.45 | 1.87 | 1.83 | 1.67 | 1.74 | 1.93 | 1.67 | 1.64 | 1.46 |      |      |
| 46 | BSVSouth M not rank df1 n6   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 47 | 0.81                         | 0.83 | 1.12 | 0.71 | 0.21 | 0.14 | 0.28 | 0.43 | 0.19 | 0.7  | 0.18 | 0.99 | 0.99 | 0.52 | 0.74 | 0.9  | 0.88 | 0.63 | 0.85 | 0.94 | 0.85 | 0.81 | 1    | 1.04 | 0.84 | 0.83 | 1.18 | 1.12 | 1.19 | 0.39 |      |
| 48 | BSVSouth M not rank df2 n17  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 49 | 0                            | 0    | 0    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

# Mitoitusvuosikandidaatit (top 5 yleiskriittistä vuotta)



Yleiskriittisten vuosien välillä oli paljon samankaltaisuuksia, mutta ei kuitenkaan täydellistä vastaavuutta.

# Paikkakuntakohtaiset mitoitusvuodet

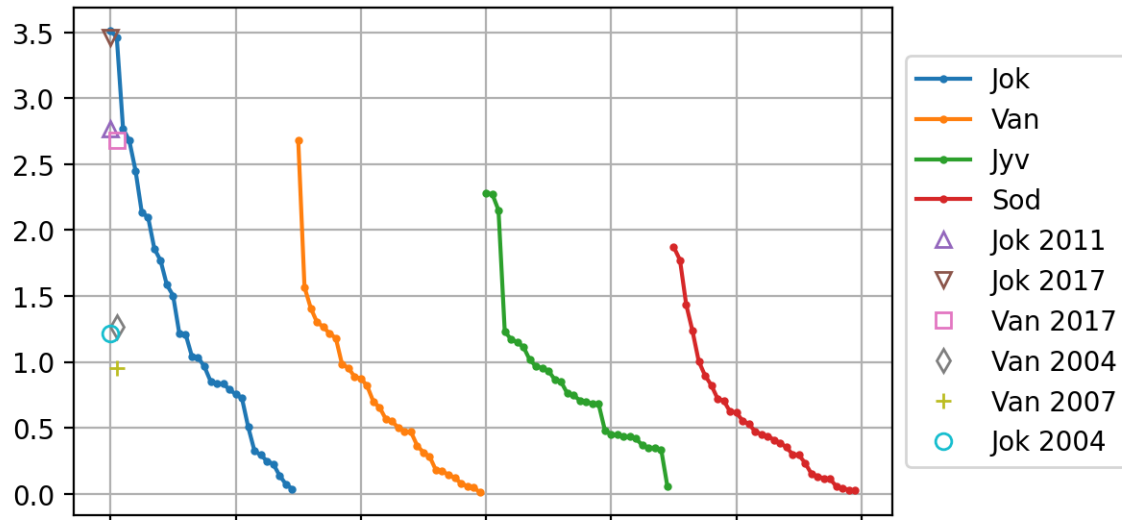
- Yleiskriittiset mitoitusvuosikandidaatit 5 kpl/ryhmä
  - Tähän ryhmään pääsy kertoo siitä, että on joka tapauksessa ollut haastava vuosi useissa eri tilanteissa
- Mitoitusvuosikandidaattien yhdistäminen
  - Ryhmittely neljällä eri menetelmällä homeen kasvun ja kosteuden määrän suhteen
  - Etelän ja pohjoisen suuntaiset ulkoseinät sekä yläpohjat
- Paikkakuntakohtaiset mitoitusvuodet
  - Esiintyvyys yleiskriittisten vuosien joukossa
  - Homeen kasvu ja kosteuden määrä rakenteen ulko-osassa top 5, pakkasrasitus, korroosio ja sisäosan homeen kasvu top 10

# Paikkakuntaakohtaiset mitoitusvuodet

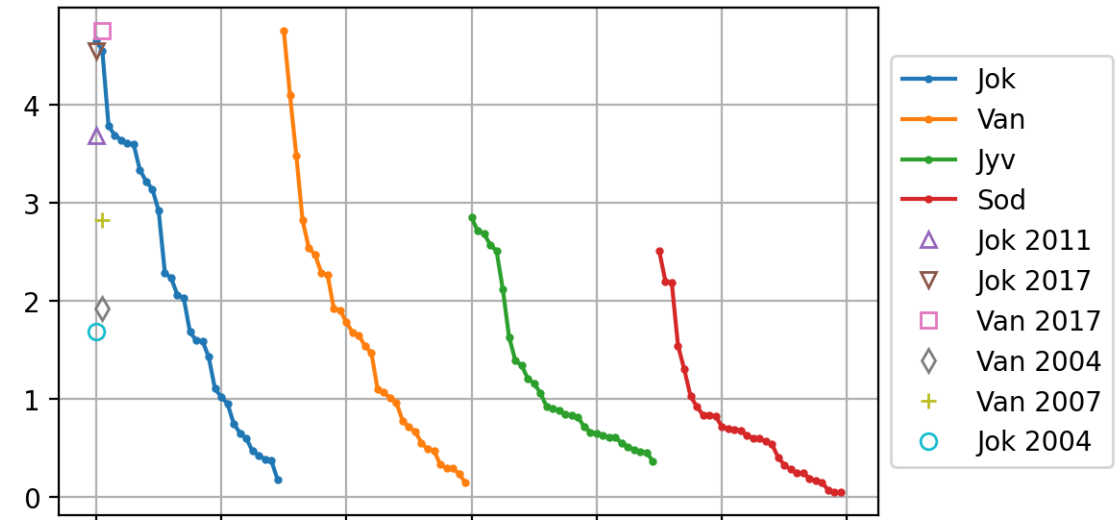
- Sodankylä
  - Homeen kasvu, kosteuden määrä ja betoniterästen korroosio: 2015
  - Pakkasrasitus ja homeen kasvun riski korkeiden tiiliverhottujen puurankaseinien sisäosissa: 2014
- Jyväskylä
  - Homeen kasvu, betoniterästen korroosio: 2011
  - Kosteuden määrä, pakkasrasitus ja homeen kasvun riski korkeiden tiiliverhottujen puurankaseinien sisäosissa: 1996
- Jokioinen
  - Homeen kasvu, pakkasrasitus ja betoniterästen korroosio: 2011
  - Kosteuden määrä: 2017
- Vantaa
  - Homeen kasvu rakenteen ulko-osissa, betoniterästen korroosio: 2017
  - Kosteuden määrä ja pakkasrasitus: 2004
  - Homeen kasvu rakenteen sisäosissa: Jokioinen 2011

# Tulosten arviointi alaryhmien tuloksia vasten

PRP pohjoinen



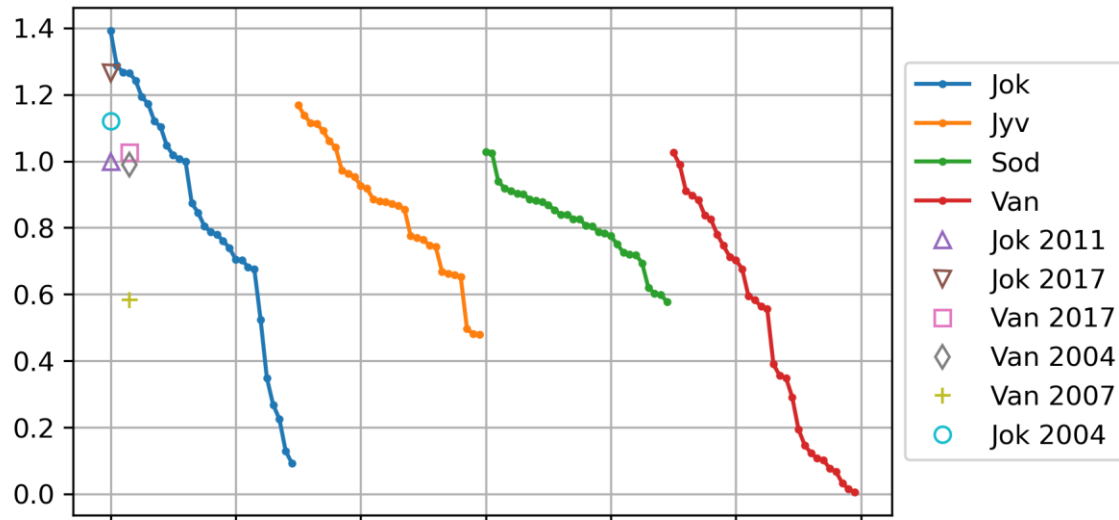
PRP etelä



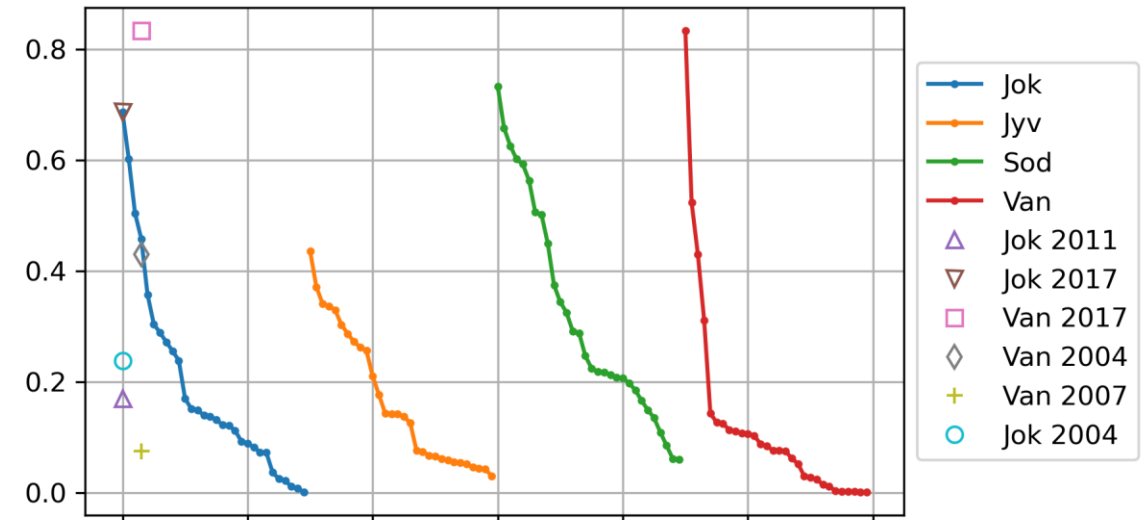
Jokioinen 2011 vastaa puuverhottujen puurankaseinien tapauksessa tavoiteltua mitoitustasoa Jokioisen olosuhteissa hyvin. Muut tarkastelupaikkakunnat olivat samalla tasolla tai vähemmän kriittisiä Jokioisen olosuhteisiin nähden.

# Tulosten arviointi alaryhmien tuloksia vasten

BSW pohjoinen



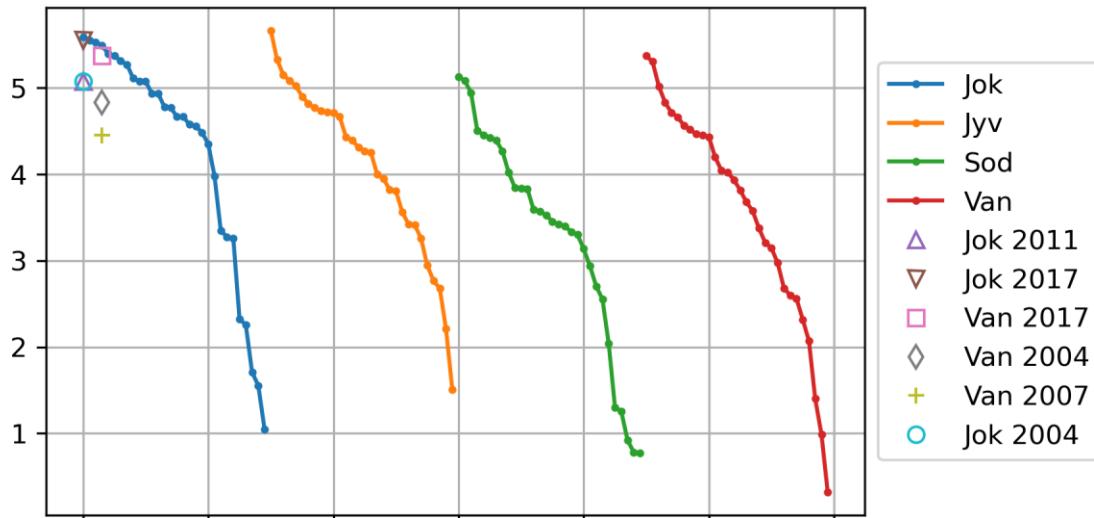
BSW etelä



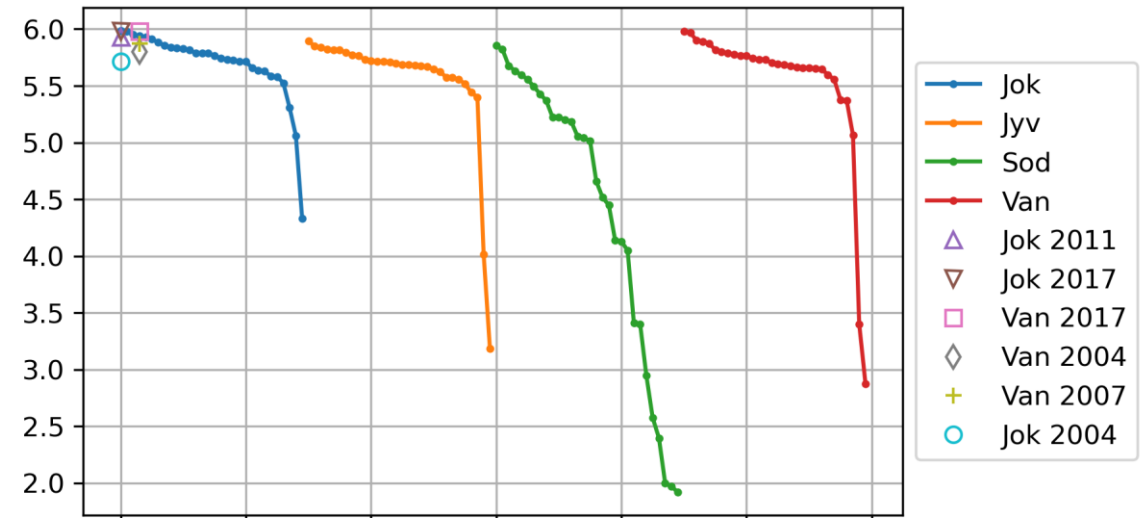
Homeindeksin vertailuarvoissa ero on verrattain pieni, mutta sijoitusten lukumäärässä iso.

# Tulosten arviointi alaryhmien tuloksia vasten

USH pohjoinen



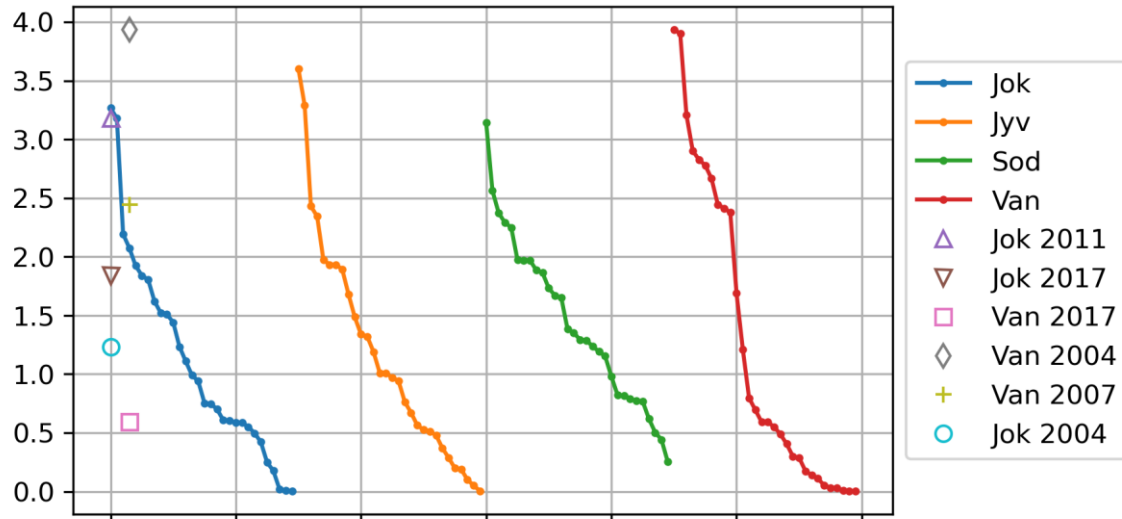
USH etelä



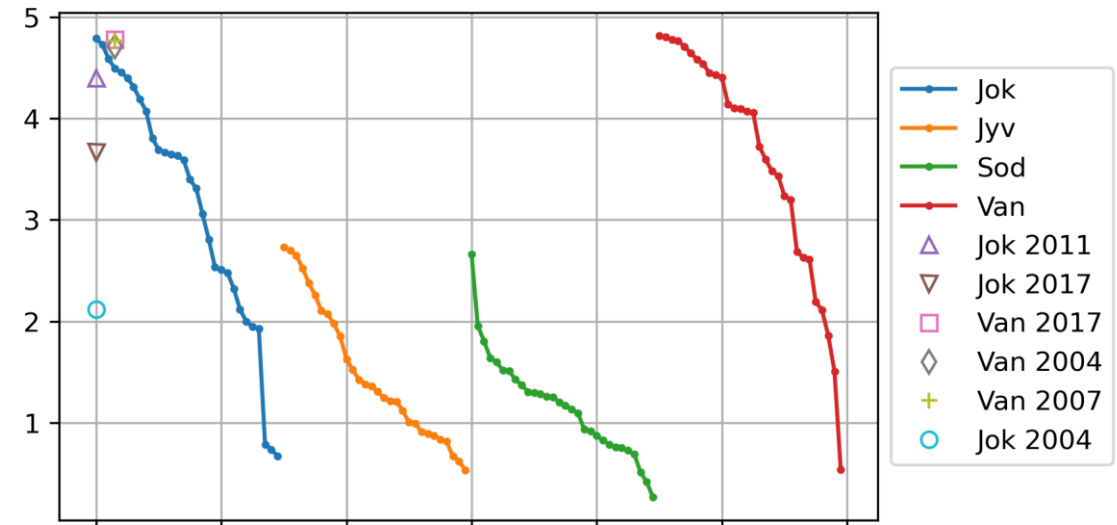
Absoluuttitaso on kuvassa korkea, mutta jos uudessa tapauksessa arvot ovat levittäytyneet tasaisemmin, niin tällöin Jokioinen 2011 jäisi lähelle keskiarvovuotta.

# Tulosten arviointi alaryhmien tuloksia vasten

PRT pohjoinen



PRT etelä



Absoluuttitason ja suhteellisen tason suhteen kuten edellä.





# Lopulliset koko Suomen kattavat mitoitusvuodet

- Koko Suomi
  - Homeen kasvu yleensä: Jokioinen 2011
  - Homeen kasvun riski betonisandwich-ulkoseinissä ja sisäpuolelta lisälämmöneristetyissä hirsiseinissä: Jokioinen 2011 ja Jokioinen 2017 (rakenteen mitoitus molempien vuosien avulla)
  - Tiiliverhotut puurankaseinät korkeissa ( $\geq 2$  krs.) rakennuksissa: Jokioinen 2011 ja Vantaa 2017 (rakenteen mitoitus molempien vuosien avulla).
  - Kosteuden määrän sekä julkisivujen pakkasrasituksen ja betoniterästen korroosion tarkastelut: Paikkakuntaakohtaisten mitoitusvuosien mukaan.

Jokioinen 2011 on homeen kasvun suhteen yleisesti kriittinen vuosi, joka on aina yksi mitoitusvuosista. Tämän lisäksi tietyissä tilanteissa rakenteen toimintaa arvioidaan myös muiden vuosien avulla.

# 30-vuotisjakson valinta

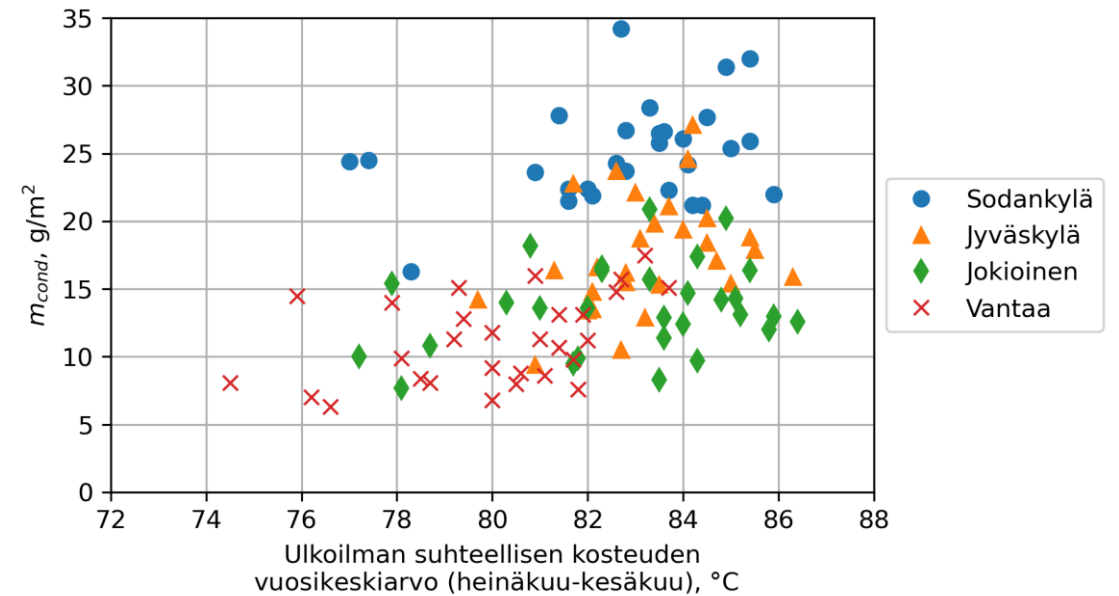
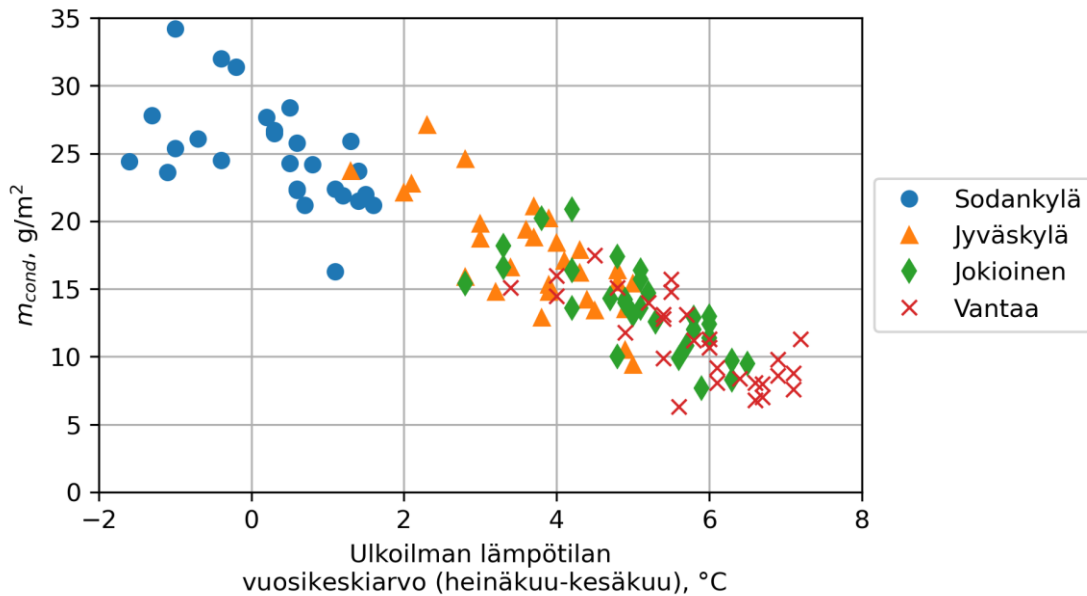
| Ilmasto (vuodet)         | 1990 | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 | 2060 | 2070 | 2080 | 2090 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nykyilmasto (1989–2018)  | ■    | ■    | ■    | ■    | m1   |      |      |      |      |      |      |
| 2030-ilmasto (2015–2044) |      |      |      |      | ■    | ■    | ■    | ■    |      |      |      |
| 2050-ilmasto (2035–2064) |      |      |      |      |      |      | m2   | ■    | ■    | ■    |      |
| 2080-ilmasto (2065–2094) |      |      |      |      |      |      |      |      | m3   | ■    | ■    |
| <u>Esimerkki</u>         |      |      |      |      | t1   |      | t2   |      |      | t3   |      |

Mitoituksen 30-vuotisjakso määräytyy käyttöönotosta suunnitellun teknisen käyttöiän verran eteenpäin. Jos ajankohtaan liittyy useita 30-vuotisjaksoja, valitaan niistä haastavampi. 30-vuotisjakso tulisi aina nimetä tuloksia esitettäessä, esimerkiksi: Jokioinen 2011 (RCP8.5-2080).

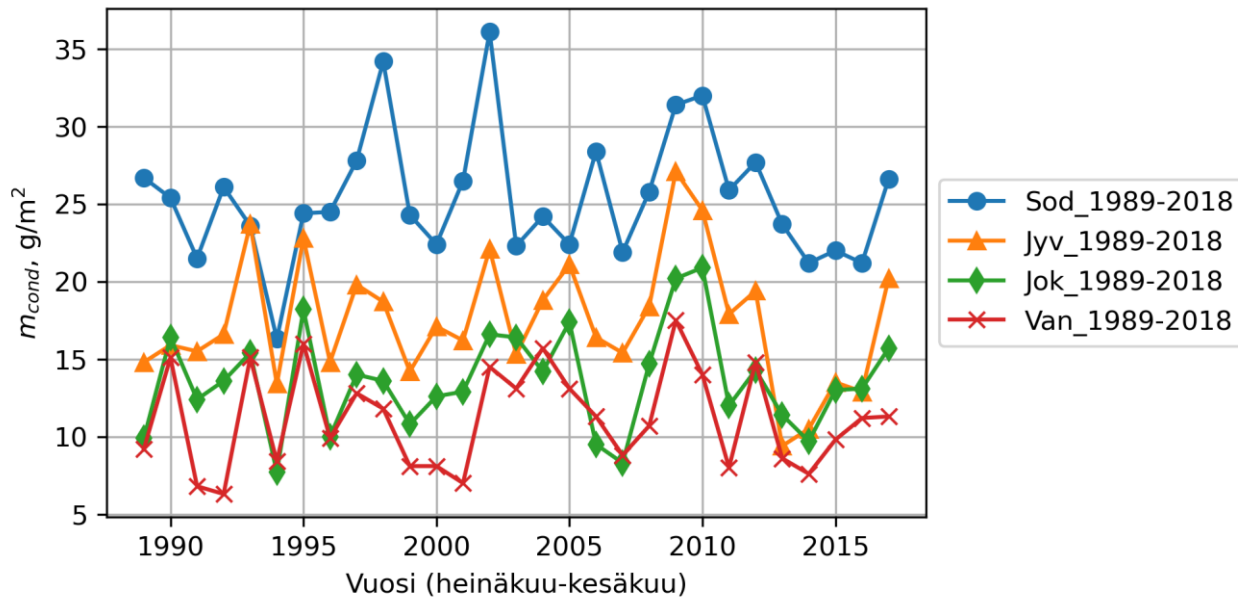
# Kuukausitason laskelmat

- SFS-EN ISO 13788 mukainen kuukausitason laskelma kondensoituvan kosteuden määrästä ja kuivumisesta
- Soveltuu vain hyvin tarkasti rajattujen tilanteiden tarkasteluun, mutta on menetelmänä laajasti käytössä
- Tehtiin laskelmat RASMI-aineiston kaikille vuosille viidelle eri rakenteelle ja yhdeksälle eri sisäilman olosuhdeyhdistelmälle

# Ulkoilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden vaikutus kondensoituvan kosteuden määrään



# Etelä- ja Pohjois-Suomen välillä oli jonkin verran eroa



Myös kuukausitason laskelmissa vuosien kriittisyysjärjestys eri 30-vuotisjaksoilla säilyi hyvin. Vuosien (30 kpl) järjestys määritettiin viiden 30-vuotisjakson tulosten mediaanien avulla.

# Lopulliset paikkakuntakohtaiset mitoitusvuodet

## Kuukausitason laskelmat (Glaser)

|             | Mitoitusvuosikandidaatti (a on raskain) |           |           |           |           |
|-------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Paikkakunta | a                                       | b         | c         | d         | e         |
| Sodankylä   | 2009–2010                               | 2010–2011 | 2006–2007 | 2002–2003 | 2012–2013 |
| Jyväskylä   | 2010–2011                               | 2009–2010 | 1997–1998 | 2002–2003 | 2004–2005 |
| Jokioinen   | 2009–2010                               | 2010–2011 | 2002–2003 | 2003–2004 | 2001–2002 |
| Vantaa      | 2009–2010                               | 1995–1996 | 2012–2013 | 2004–2005 | 2010–2011 |

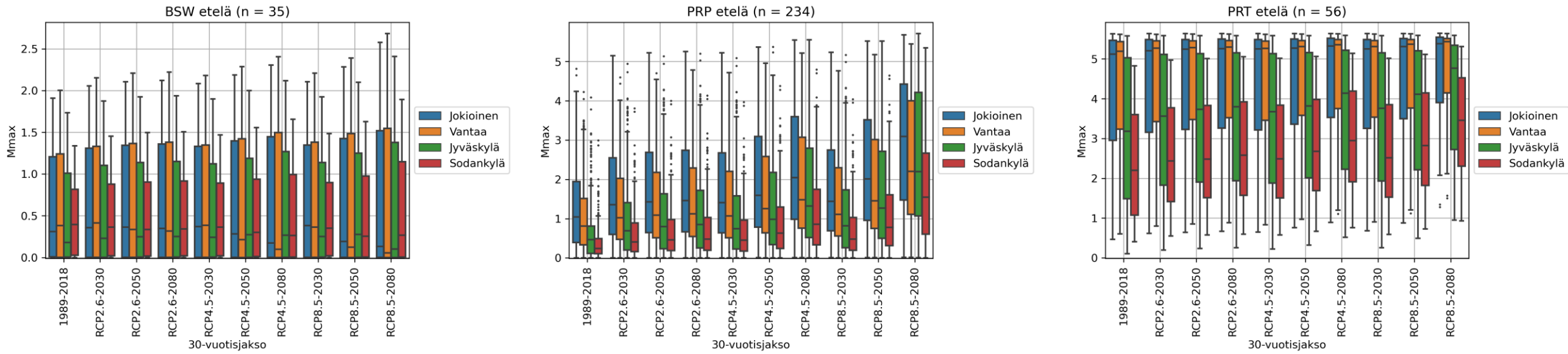
Kuukausitason laskelmien mitoitusvuosiksi valittiin kunkin paikkakunnan talvikausi 2009–2010 heinäkuusta kesäkuuhun.

# Kondenssiriski pienen lämpökapasiteetin rakenteiden sisäpinnalle

| Paikkakunta | SFS-EN 13788<br>Pienen lämpökapasiteetin rakenteiden sisäpinnan<br>kondenssiriski, °C | YMa 1010/2017<br>Tilojen ja ilmanvaihdon<br>lämmitysteho, °C |
|-------------|---|--|
| Vantaa      | -19   | -26 (Säävyöhyke I)   |
| Jokioinen   | -21   | -29 (Säävyöhyke II)  |
| Jyväskylä   | -25   | -32 (Säävyöhyke III)   |
| Sodankylä   | -32   | -38 (Säävyöhyke IV)  |

Lisäksi haettiin RASMI-aineistosta hetkellisiä minimi- ja maksimilämpötiloja koko vuodelta sekä ulkoilman vesihöyrypitoisuuden kuukausikeskiarvoja kesäkaudelta.

# Kuvaajia ilmastonmuutoksen vaikutuksista



Yleisesti ottaen ilmastonmuutos heikensi rakenteiden kosteusteknistä toimintaa, mutta vaikutusten laajuus vaihteli rakenteen toteutuksesta riippuen.

Useimpia rakenteita on edelleen mahdollista tehdä myös vaatimukset täyttäväksi, mutta muutoksia saatetaan tarvita (viistosadesuojaukset, tuulettuminen, lämmöneristyksen sijoittelu).

Huom! Rakenteiden tarkastelut on tehty mitoitusvuosien valitsemiseksi, ei parhaiten käyttöön soveltuvien rakenneratkaisujen tunnistamiseksi.