

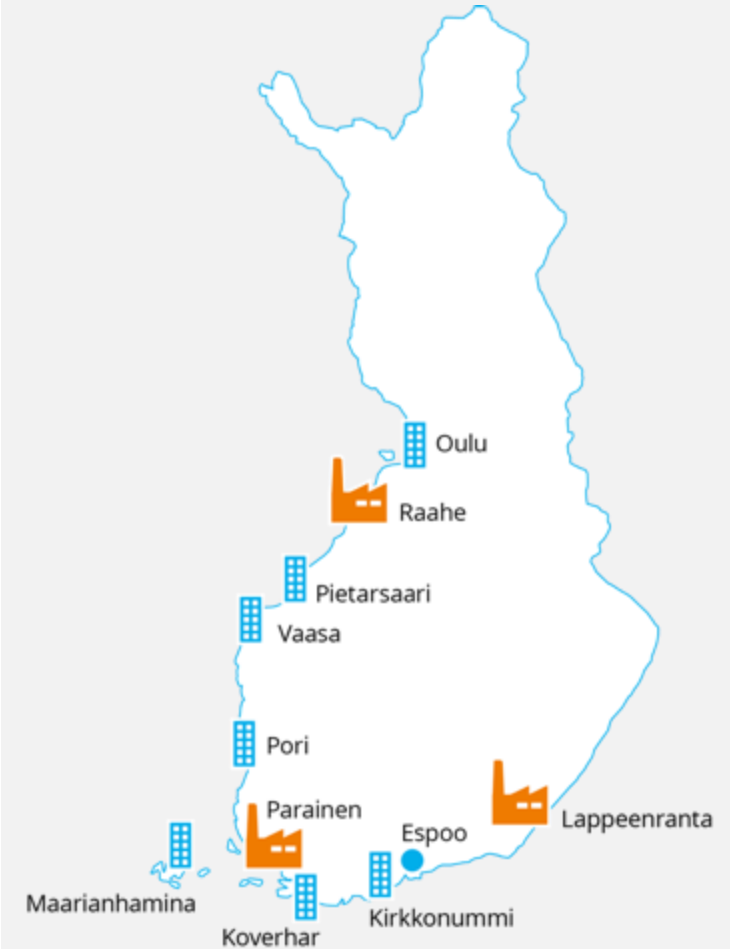
Vähähiilisten betonien mallintaminen ja lujuudenkehitys

Jesse Junnila
Finnsementti Oy



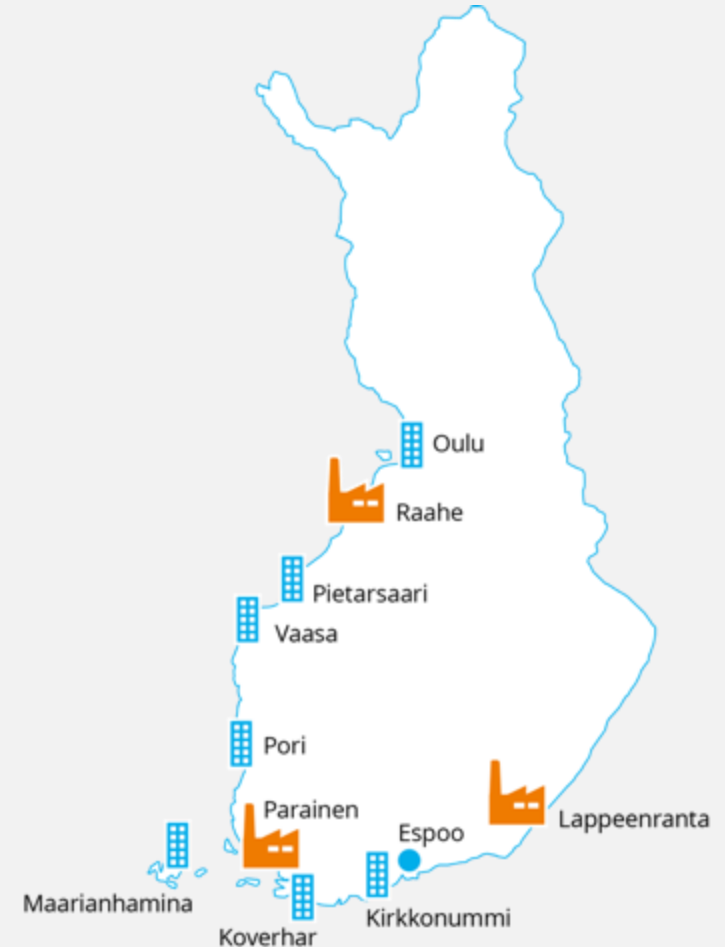
Agenda

- Mallintaminen ja mallintamisen tavoitteet
- Mallintamisen lähtötiedot
- Vähähiilisen betonin lujuudenkehitys –esimerkkitapaukset
- Vähähiilinen betoni massiivirakenteissa
- Lisätietoja



Mallintaminen ja mallintamisen tavoitteet

- Mallintamisessa hyödynnetään laskentakaavoja ja mitattua dataa yhdessä muodostamaan mahdollisimman tarkka **valistunut arvaus** lopputuloksesta.
 - Mallintaminen ei siis ole tarkkaa tiedettä, vaan perustuu tietyiltä osin olettamuksiin.
- Tavoitteena on kuvata lämmön ja lujuudenkehitys rakenteessa mahdollisimman tarkasti.
 - Ensisijaisesti lämmönkehityksen mallintaminen on tarkempaa kuin lujuudenkehityksen mallintaminen.
 - Lujuudenkehityksessä on enemmän muuttujia.
- Jokainen valu ja rakenne on aina oma yksilöllinen tapauksensa, tästä syystä mallinnuksien tuloksia ei voida yleisesti käyttää ja soveltaa!



Mallintamisen lähtötiedot

- Rakenteen mitat
 - Leveys x korkeus x paksuus
- Ympäristön olosuhteet
 - Tuuli
 - Lämpötila
- Käytettävä muotti- ja eristemateriaalit
- Suojaustiedot
 - Eristykset, lämmitykset jne...
- Liittyvien materiaalien tiedot
 - Antura valussa pohjan materiaalina esim. kallio, sora, eriste
 - Esimerkiksi seinä valussa holvin päälle betoni liittyväksi materiaaliksi.
- Betonin suhteitus
 - Sideaineen laatu ja määrä
 - V/S
 - Betonin alkulämpötila
 - ilmamäärä

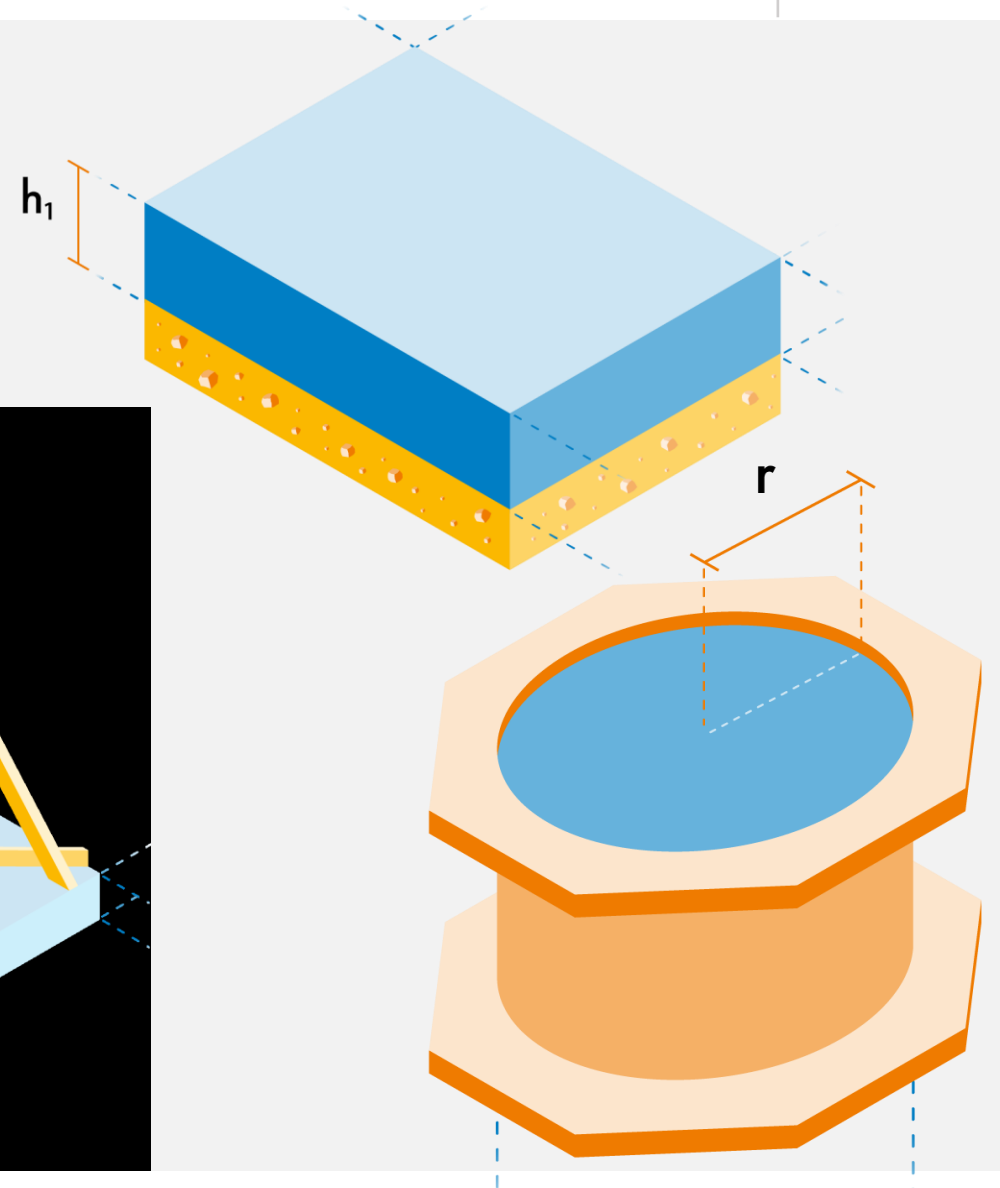
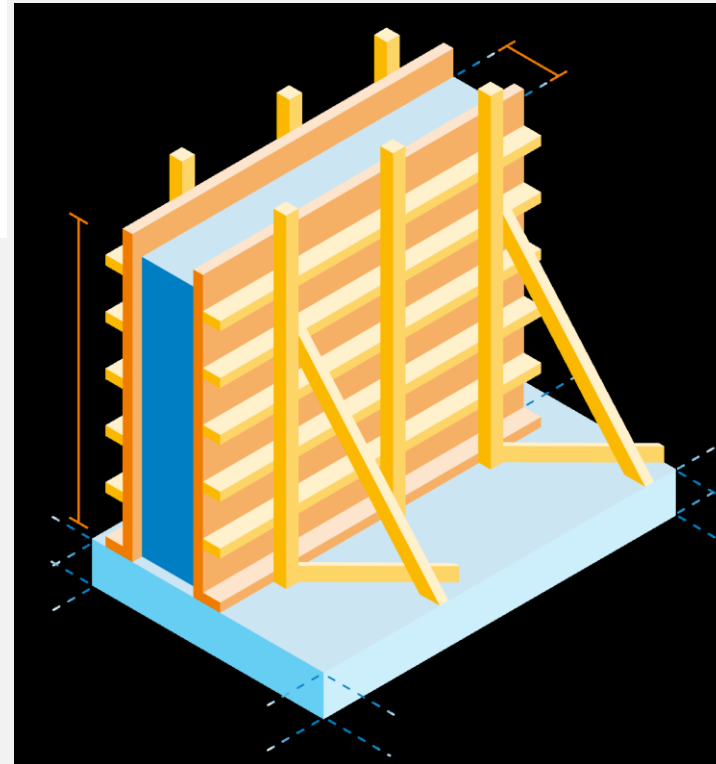
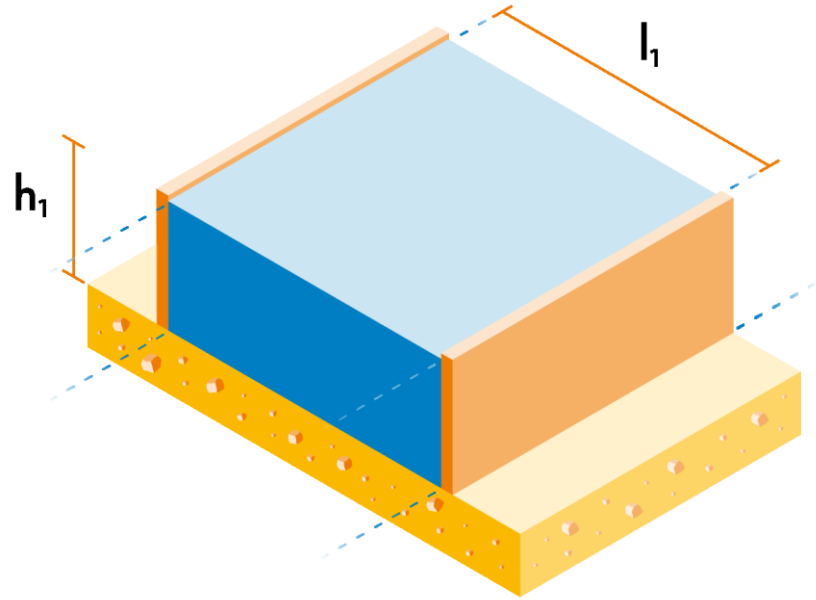


Vähähiilisen betonin lujuudenkehitys - esimerkkitapaukset

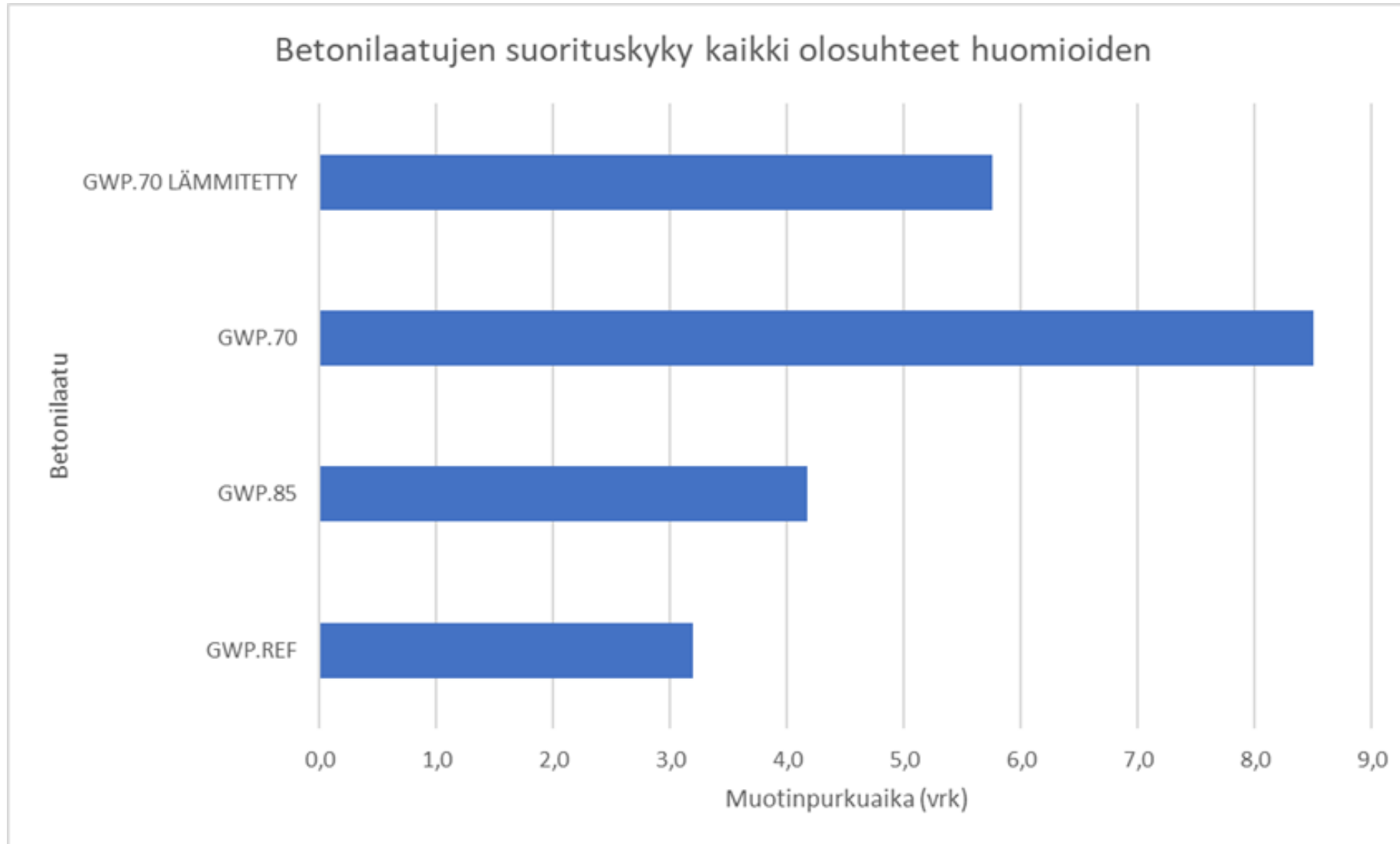
- Näissä mallinuksissa tarkasteltiin vähähiilisen betonin soveltumista ja käyttäytymistä erilaisissa tavanomaisissa rakenteissa mallintamalla Betometri-ohjelmalla.
- Betonilaatuina toimivat GWP.REF, GWP.85 & GWP.70 luokiteltu C30/37 rakennebetoni, XC3 XC4 rasitusluokissa.
- Olosuhteet
 - **Lämmin:** Betoni: +20 °C, ilma: +15 °C
 - **Viileä:** Betoni: +15 °C, ilma: +10 °C
 - **Kylmä:** Betoni: +15 °C, Ilma: +5 °C
- GWP.70 laatu malinnettiin myös lämmitettynä versiona, jolloin betonin lähtölämpötila oli +25 astetta ja valuihin oli asetettu lämpölangat.
- Muottimateriaalina toimi 18 mm vaneri.
 - Yläpinta peitetään muovilla (lämmin) tai routamatolla (viileä ja kylmä) valun jälkeen



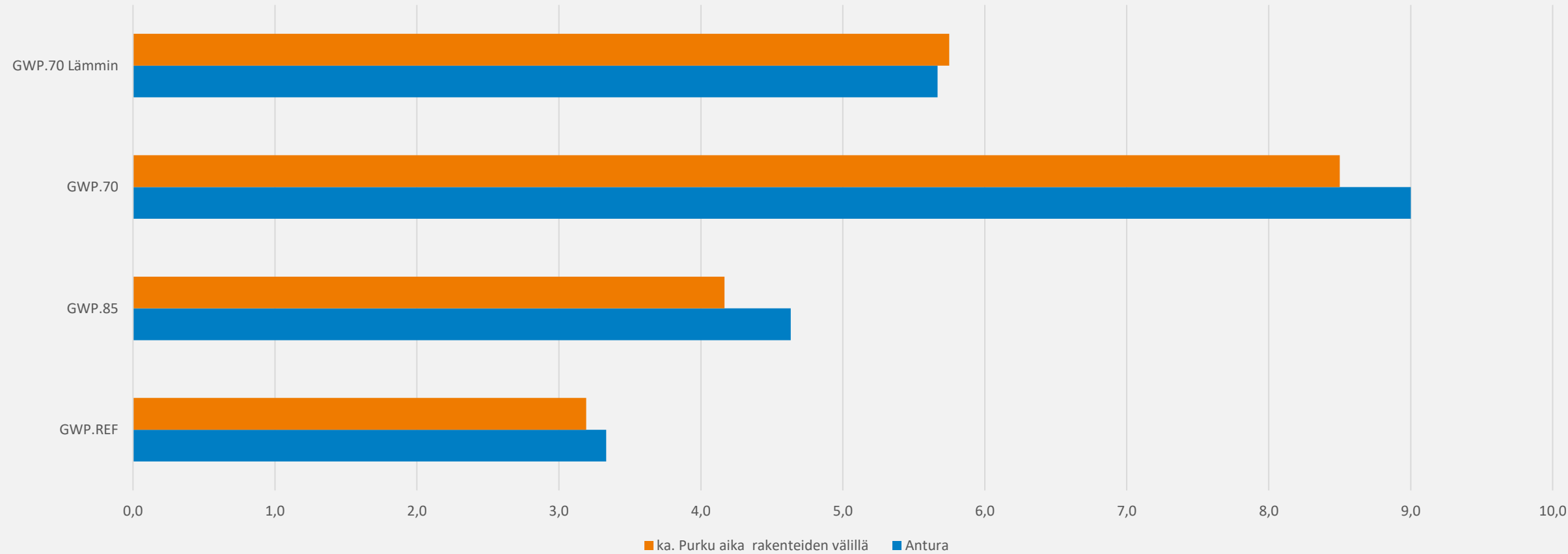
Mallinnetut rakenteet



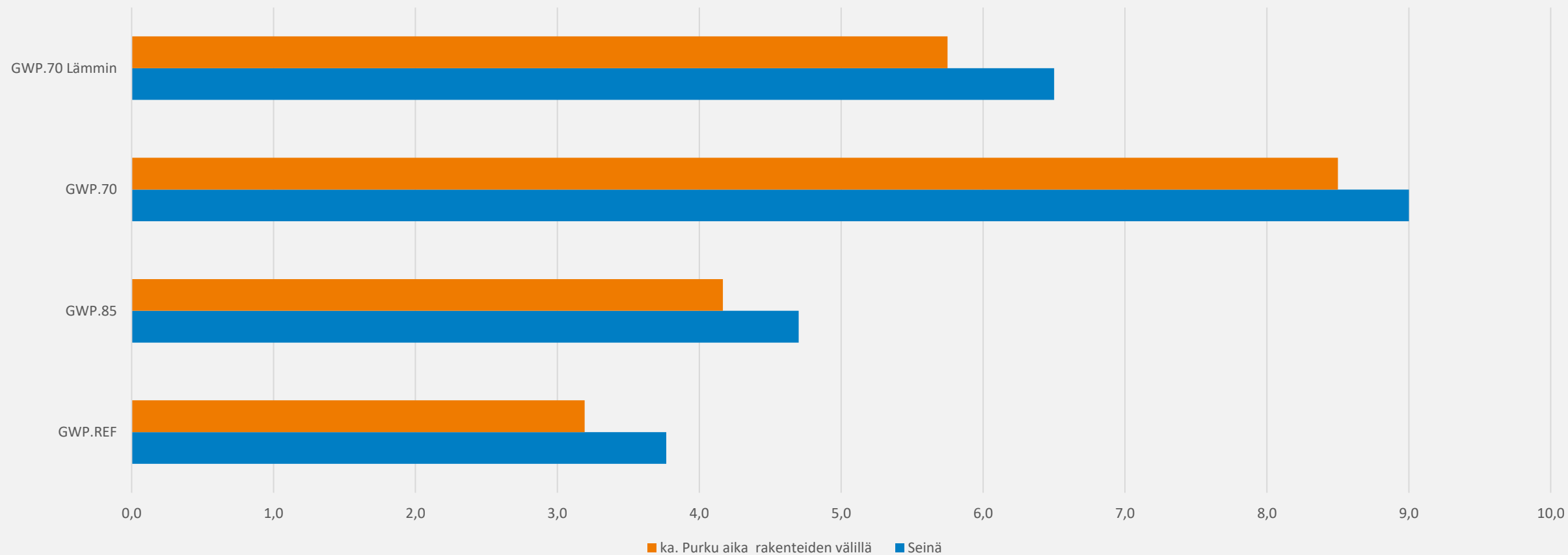
Vähähiilisten betonilaatujen suorituskyky



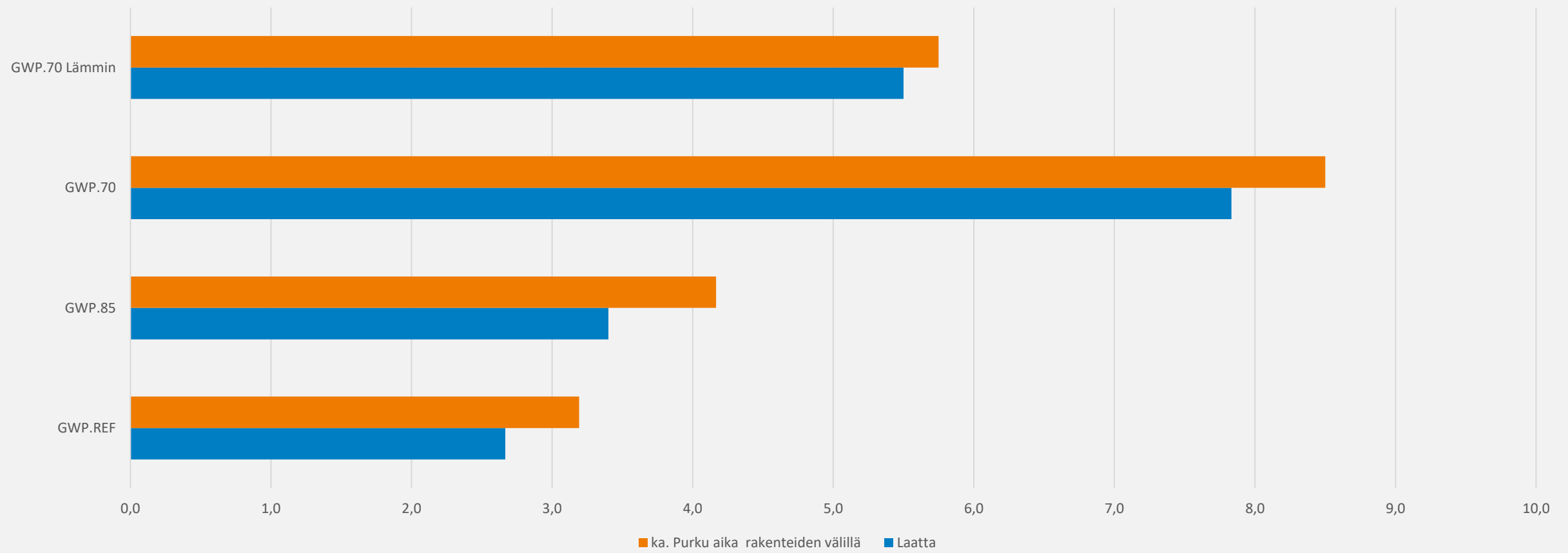
Anturan muotinpurkuajat suhteessa keskiarvoon



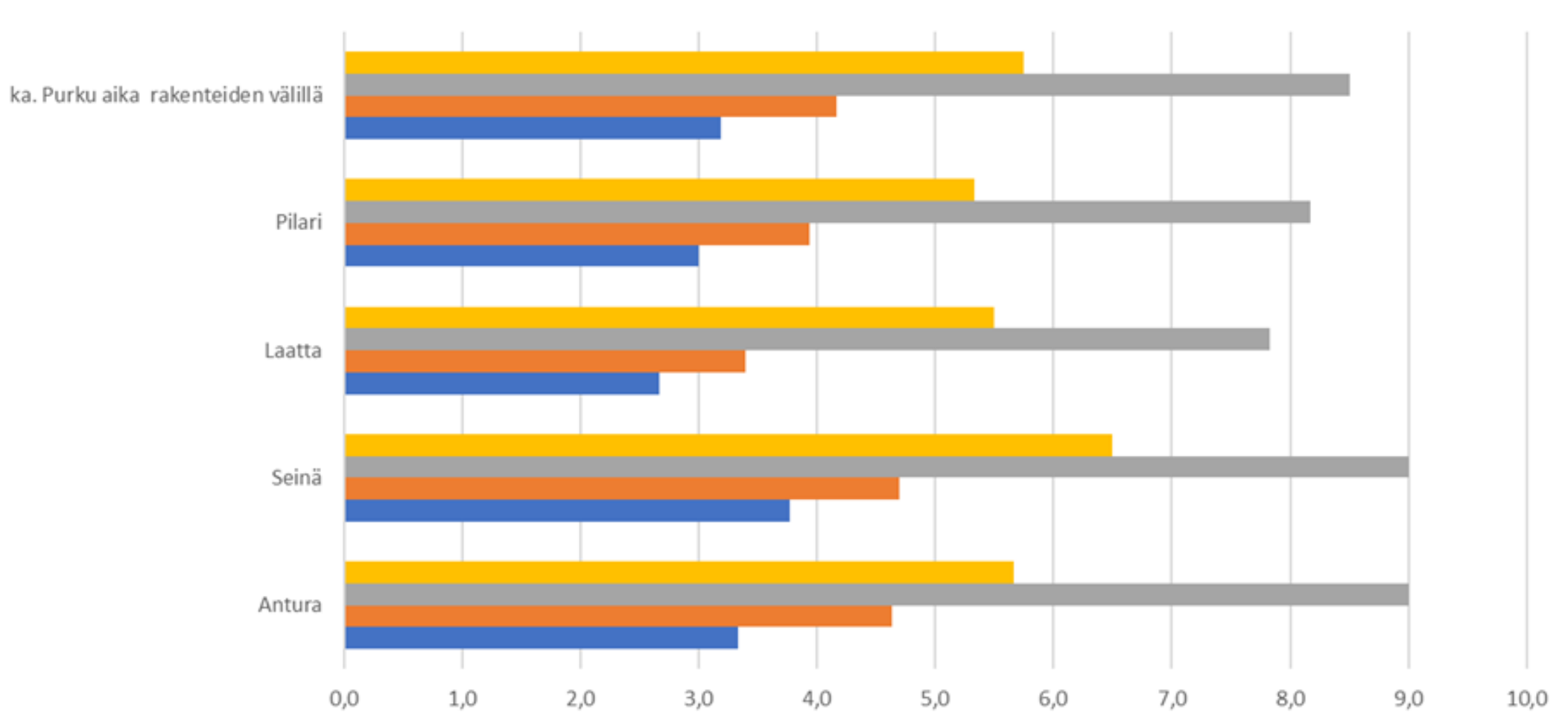
Seinän muotinpurkuajat suhteessa keskiarvoon



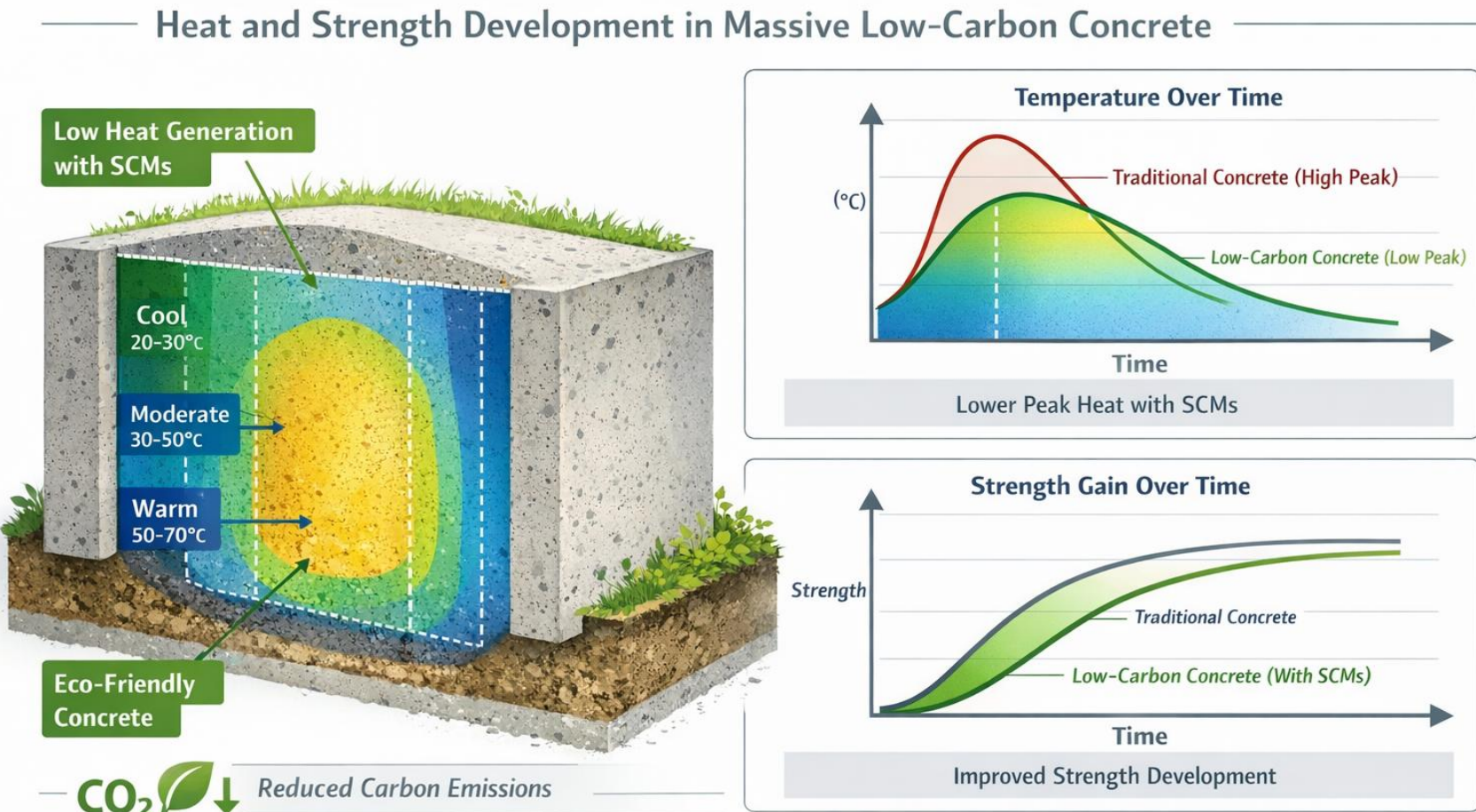
Laatan muotinpurkuajat suhteessa keskiarvoon



Rakenteiden muotinpurkuajat ja keskiarvot



Vähähiilinen betoni massiivirakenteessa

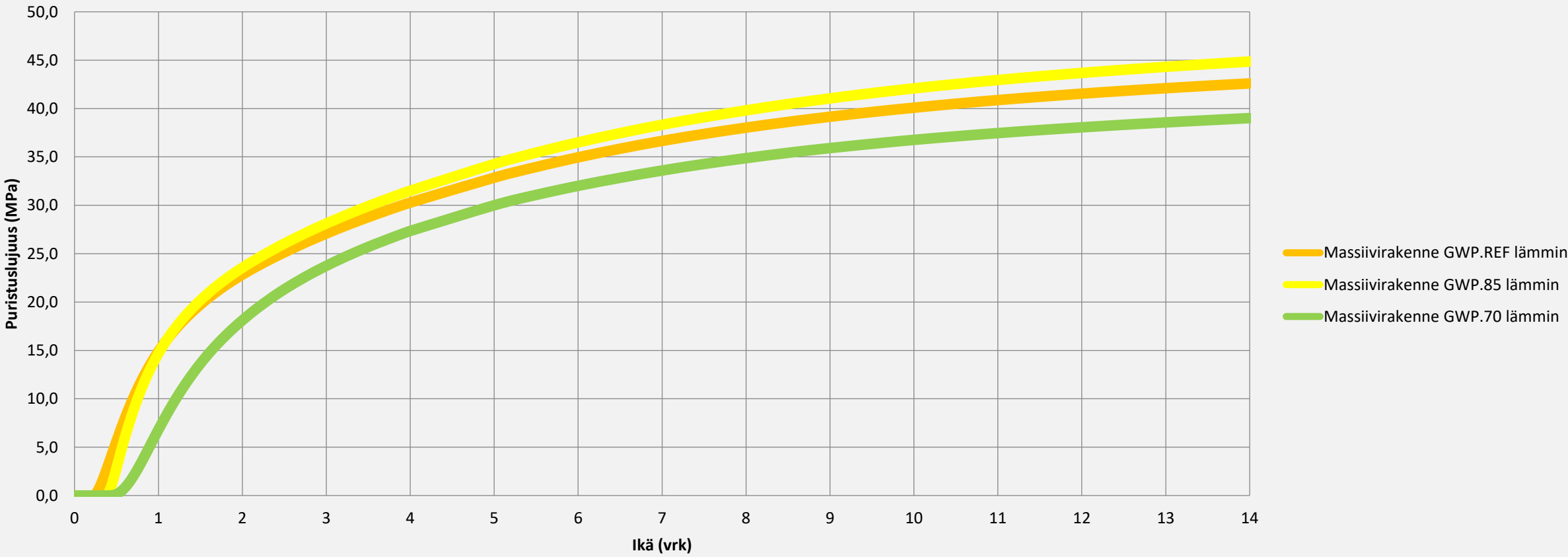


Supplementary Cementitious Materials (SCMs) Benefits

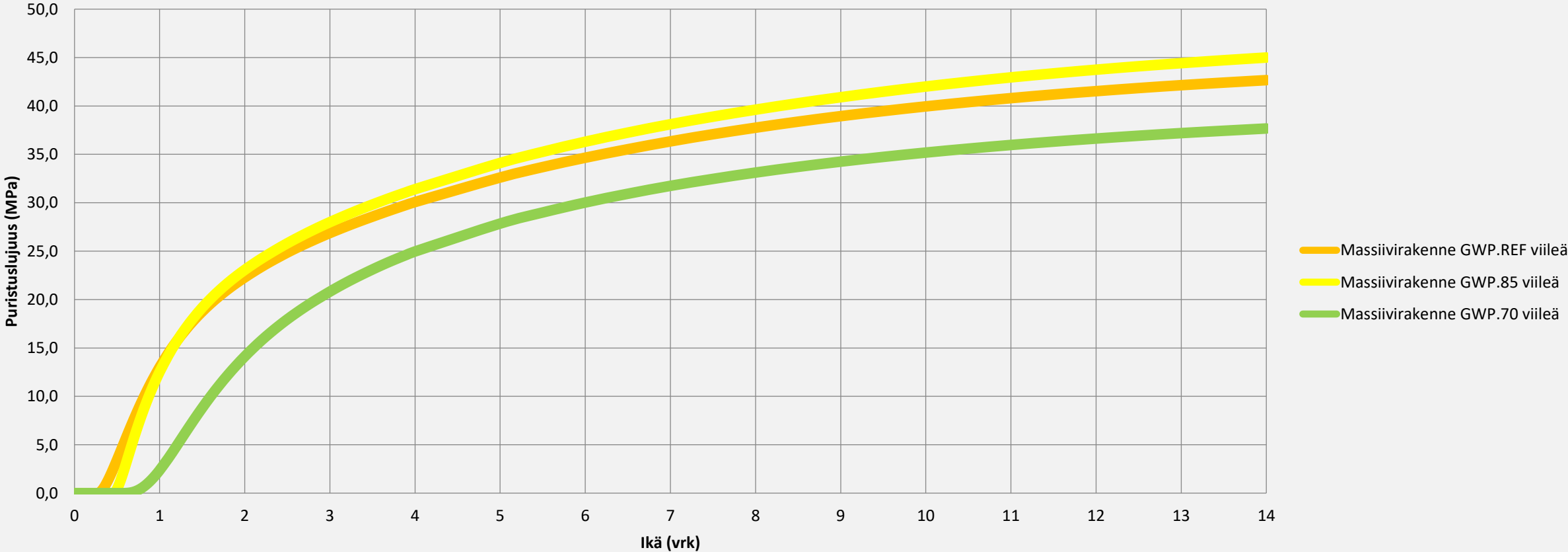
- Reduced Clinker
- Slower Heat Rise
- Enhanced Durability

Tekoälyn generoima kuva!

Massiivirakenne C30/37, lämmin olosuhde



Massiivirakenne C30/37, viileä olosuhde



Maksimilämpötilat eri olosuhteissa

Olosuhde	GWP.REF	GPW.85	GWP.70
Lämmin	58,0	57,0	52,0
Viileä	53,0	52,0	47,0
Kylmä	53,0	50,0	45,0

Lisätietoja

- Lisätietoja löytyy osoitteesta <https://vahahiilinenbetoni.fi/rakennekortit/>



Kiitos mielenkiinnosta!

