

LABROC

Member of  **GBAGROUP**

Tekoälyn hyödyntäminen betonin pakkasenkestävyyden määrittämisessä

Betoniteknologiaseminaari 14.11.2023

Mika Vehviläinen

Tekoälystä yleisesti

- Ennakkoluulot ja mielikuvat
 - Uhkat
 - Singulariteetti
 - Autonomia
 - Eettisyys / tietoturva
 - Ihmisten työn korvaaja / automaatio
- Mahdollisuudet
 - Lääketiede
 - Tuotannollinen ja teollinen impakti
 - Tehokkuus
 - Toistettavuus



”Maailmantuhoaja
laastiprismakokeilla”



LABROC
Member of **GBAGROUP**

Menetelmistä

- Yleisesti käytössä olevat menetelmät pakkasenkestävyyden määrittämiseksi
 - Jäädytys-sulatuskokeet vedellä ja suolavedellä
 - (CEN/TR 15177/CEN/TS 12390-9)
 - Huokosanalyysit
 - Ohuthieestä
 - Ohuthie 3 kpl per näyte, polarisaatiomikroskooppi, näytteensiirtopöytä ja pistelaskuri (1500 analyysipistettä).
 - Pintahieestä
 - Pintahienäyte mitoiltaan noin 60-80 mm x 60-80 mm, jota tutkitaan mikroskoopin, kuvauksen tai molempien avulla



Vaatimuksista

- Rasitusluokasta riippuen pakkasenkestävyyden määrittämiselle on annettu tutkimuskohtaisia vaatimuksia
 - Laattakokeet
 - + realistinen simulointi
 - + sisäisen vaurion selvitys
 - pitkä tutkimusaika
 - toistettavuus
 - Huokosjakotutkimukset
 - + nopea analyysi
 - + olemassa olevan rakenteen tutkiminen
 - hajonta
 - tutkimusmenetelmien välillä
 - hieen valmistuksessa
 - erityisesti tutkijoiden välillä

Taulukko 5.5. Kovettuneen betonin pakkasenkestävyyden vaatimukset, kun suunnittelukäyttöikä on 50 tai 100 vuotta.

Suunnittelukäyttöikä [a]	Rasitusluokka	1		2			3	
		Huokosjako by 72 Betonin laadun- varmistus Osa 1 - Betonin ilmahuokos- parametrien määrittä- misohutheistä tai SFS-EN 480-11:2005 mukaan ^a		Jäädytys-sulatuskoe, SFS 5447 ^b			Laattakoe CEN/TR 15177 luokissa XF1 ja XF3 ^c , CEN/TS 12390-9 luokissa XF2 ja XF4 ^d , jälkimmäisessä väliaine 3 % NaCl-liuos	
		Enimmäisarvo [mm]		Syklilien lukumäärä	Taivutus- tai halkaisu- vetolujuuksien suhde [%]	Suhteellinen dynaaminen kimmokertoimen y [%]	Rapauma m [g/m ²]	Suhteellinen dynaaminen kimmokertoimen y [%]
		v/s _{teh} > 0,40	v/s _{teh} ≤ 0,40					
50	XF1	0,27	0,27	100	≥ 67	≥ 75	m ₅₆ ≤ 500	v ₅₆ ≥ 67
	XF2	-	-	-	-	-	m ₅₆ ≤ 650	-
	XF3	0,23	0,23	300	≥ 67	≥ 75	m ₅₆ ≤ 200	v ₅₆ ≥ 75
	XF4	-	-	-	-	-	m ₅₆ ≤ 350	-
100	XF1	0,25	0,25	300	≥ 67	≥ 75	m ₅₆ ≤ 200	v ₅₆ ≥ 75
	XF2	-	-	-	-	-	m ₅₆ ≤ 500	-
	XF3	0,22	0,22	-	-	-	m ₅₆ ≤ 100	v ₅₆ ≥ 85
	XF4	-	-	-	-	-	m ₅₆ ≤ 250	-

Lukuarvon puuttuminen ruudusta merkitsee, ettei kyseinen koemenetelmä sovellu rivin osoittamaan rasitusluokkaan.

^a Referenssimenetelmänä käytetään by 72 Betonin laadunvarmistus Osa 1 - Betonin ilmahuokosparametrien määrittämisohutheistä. Huokosjako voidaan selvittää ohut- tai pintahieestä myös muulla soveltuvalla menetelmällä, jonka korrelaatio suhteessa referenssimenetelmään on todettu testauslaitosten välisellä tasokokeella.

^b Vaatimuksenmukaisuus voidaan osoittaa joko betonin vetolujuuksien tai dynaamisten kimmokertoimien perusteella, joista toisen vaatimuksen tulee täytyä.

^c Rasitusluokissa XF1 ja XF3 vaatimuksenmukaisuus on osoitettava sekä kimmokertoimen että pinnan rapauman osalta, joista kummankin on täyttyvä.

^d Rasitusluokissa XF2 ja XF4 vaatimuksenmukaisuus osoitetaan pinnan rapauman perusteella.

Kehitystyö

Referenssimenetelmänä käytetään by 72 Betonin laadunvarmistus Osa 1 – Betonin ilmahuokosparametrien määrittäminen ohut- tai pintahiieistä. Huokosjako voidaan selvittää ohut- tai pintahiieistä myös muulla soveltuvalla menetelmällä, jonka korrelaatio suhteessa referenssimenetelmään on todettu testauslaitosten välisellä tasokokeella.

- Ajatus tekoälyn hyödyntämisestä herää
 - 2018 Kehitystyö käynnistyi -> projektille nimi Jenni
 - 2019 Algoritmi Jennin opetettavaksi
 - 2020 Testaus, validointi, tasokokeita
 - 2021 Akkreditointi

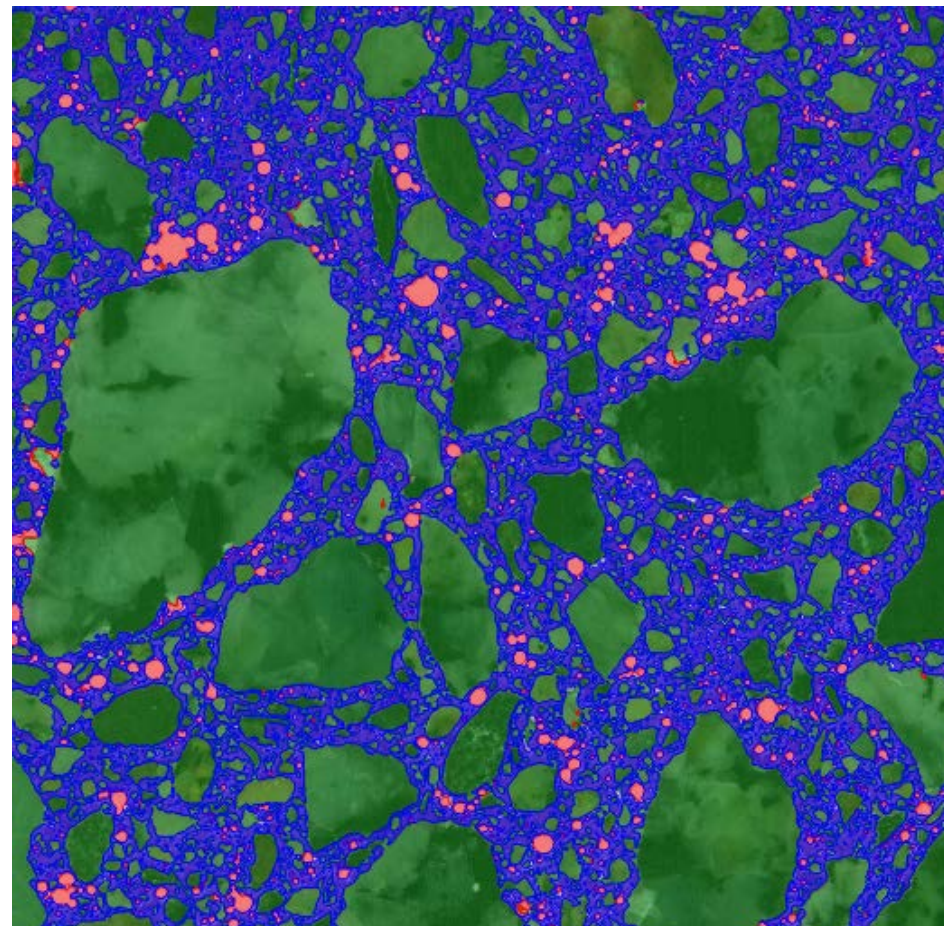
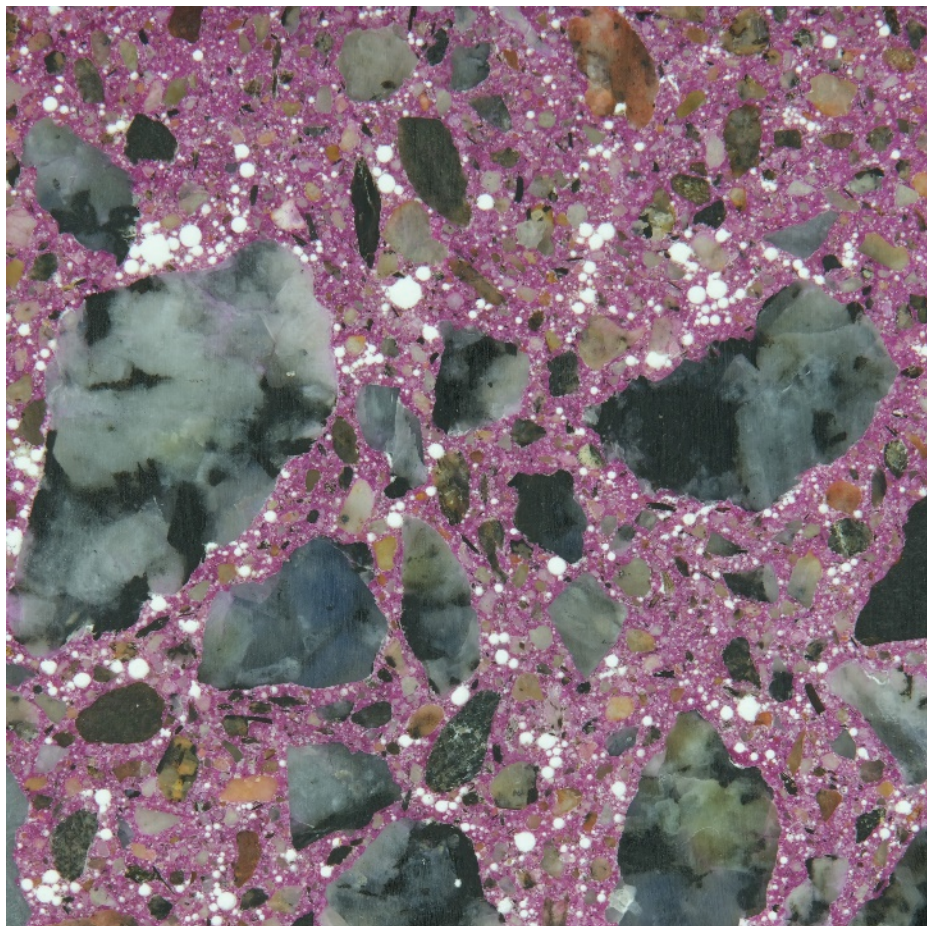
Huokosjako syväoppivaa tekoälyä hyödyntäen

- Pintahieen valmistus (näytteen ala $\geq 3000 \text{ mm}^2$)
- Sementin värjäys
- Huokosten täyttö
- Hieen kuvaus
- Analyysi (hahmojen tunnistus)



LABROC

Member of GBA GROUP



Huokosjakoanalyysi tekoälyä hyödyntäen

Saavutetut hyödyt menetelmän avulla

- Nopea tutkimusaika
- Toistettavuus
- Tarkkuus

OULU: TYRNÄVÄNTIE 12, 90400 OULU, PUH. 010 524 95800

KUOPIO: MICROKATU 1, 70210 KUOPIO, PUH. 010 321 0680

TAMPERE: MÄNTYHAANTIE 1, 33800 TAMPERE, PUH. 010 524 9582

ESPOO: METSÄNNEIDONKUJA 6, 02130 ESPOO, PUH. 010 524 9581

HELSINKI: MALMINKAARI 10, 00700 HELSINKI, PUH. 010 524 9583

www.labroc.fi



LABROC

Member of  **GBAGROUP**

Kiitos mielenkiinnosta.

