

# AKR vertailukokeet

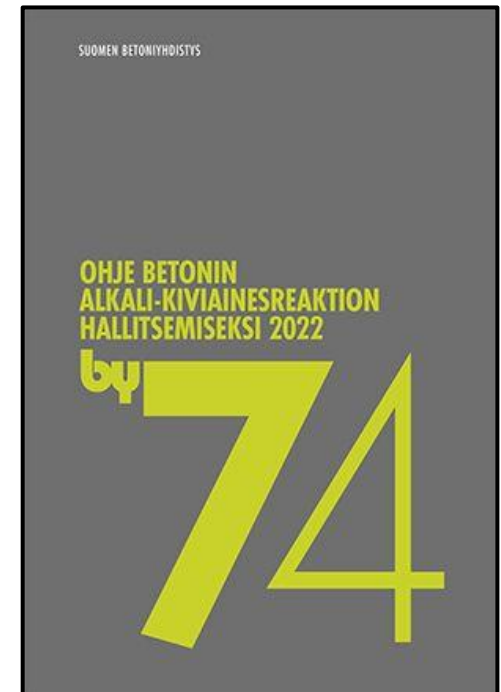
Betoniteknologiaseminaari 14.11.2023

Betoni- ja kiviainespetrografia -työryhmä

Jarkko Klami

# BETONI- JA KIVIAINESPETROGRAFIA - TYÖRYHMÄ

- Perustettu 2021
- Tarkoitettu betoni- ja kiviainespetrografian parissa työskenteleville ja muille aiheesta kiinnostuneille.
- Tavoitteet ja toiminta
  - Edistää petrografien yhteistoimintaa kokouksin, koulutuksin, esityksin, keskusteluilla, jne.
  - Ohjeiden laadinta, tukea muille by:n työryhmille (mm. by74)
  - Testaus- ja tutkimusmenetelmien kehitys ja tiedon jakaminen
  - Vertailukokeet...



# AKR rengaskoe 2021

Petrografinen analyysi (AAR-1)

Betoni- ja kiviainespetrografia -työryhmä

Jarkko Klami



# YLEISTÄ

- Ensimmäinen Suomessa järjestetty usean testauslaitoksen välinen vertailu kiviaineksen alkali-kiviainesreaktiopotentiaalin (AKR) määrittämiseksi.
- Vertailuun osallistui viisi testauslaitosta:
  - Geologian tutkimuskeskus GTK
  - Labroc Oy
  - Mitta Oy
  - Tampereen yliopisto, Tutkimuskeskus Terra
  - Vahanen Rakennusfysiikka Oy (nyk. AFRY Buildings Finland Oy)
- VERTAILUN TARKOITUS:
  - Tarkoitus testata erityisesti laadittua petrografista testausmenetelmää. Vertailukokeen tarkoitus ei ole vertailla testauslaitosten välistä suoriutumista.
  - Muodostaa käsitys menetelmään liittyvistä haasteista ja ongelmista
  - Arvioida menetelmän soveltuvuutta
  - Arvioida menetelmän kehitystarpeita
- Näytteiden valinnassa pyrittiin erottelemaan ohuthieiden tulkintaan liittyviä ennalta tunnettuja haasteita. Valmiit kiertävät ohuthiepreparaatit kahdesta (2) näytteestä ja yksi (1) raaka-ainenäyte.

# NÄYTTEET

- Näytteiksi valittiin tietoisesti erittäin haastavat kiviainesnäytteet. Valinnan tarkoitus oli merkittävästi haastaa menetelmän tunnettuja rajoitteita.
- 1) Hapan vulkaniitti. Näytteestä valmistettiin ohuthiepreparaatti, joka kiersi kaikissa testauslaitoksissa
  - 2) Tumma kiilleliuske. Näytteestä valmistettiin ohuthiepreparaatit, jotka kiersi kaikissa testauslaitoksissa
  - 3) Heterogeeninen SSr 8/16, josta jaettiin laboratorionäytteet kullekin osallistuvalla testauslaitokselle.
    - Makroskooppinen luokittelu
    - Ohuthiepreparaattien valmistus ja analysointi



# NÄYTE 1) OHUTHIE

mineraalit	%	ote petrografisesta kuvauksesta...	kvartsi	luokitus
Kvartsi Maasälvät Kloriitti Serisiitti + saussuriitti muut	~ 25-30 ~ 55-60 ~ 5 ~ 5 ~ 5	Siellä missä raekoko on pienimmillään raerajat eivät ole teräviä, eli kvartsi on huonosti kiteytynyttä. Alueilla, joissa kvartsi on "karkeimmillaan", raerajat ovat selvästi terävämmät ja raerajat ovat muodoltaan suorat / kaarevat.	< 0,2 mm = 25-27 % < 0,06 mm = 22-24 %	Luokka III
-	-	Hapan vulkaniitti. - Deformoitunut, - porfyyrinen, - hienorakeinen	< 0,2 mm = 7,65 % < 0,06 mm = 37,1 % (kv. + maasälpä)	Luokka III
Plagioklaasi Kvartsi Biotiitti opaakki	52,5 38,6 8,6 0,3	Näytteen mineraalit ovat voimakkaasti deformatuneita ja osin muuttuneita. Näytteessä on havaittavissa linssimäinen kvartsiesiintymä, jossa kvartsirakeet esiintyvät selvärajaisina ja särmikkäinä. Muuten mineraalit ovat pääosin muuttuneet alkuperäisestä kidemuodostaan.	...kvartsi on raekooltaan lähes kokonaisuudessaan < 0,06 mm.	Luokka III
Kvartsi Maasälvät Muskoviitti Kalsiitti, kloriitti ja muut	64 18 8 10	Mineraalirakeiden rajapinnat ovat epäsäännölliset, kivi on deformatunut.	< 0,2 mm = ~ 60 %, josta < 0,06 mm kvartsia 55,5 %.	Luokka III
Kvartsi Plagioklaasi Kloriitti Karbonaatti Muskoviitti Titaniitti rutiili	42,8 38,7 9,5 4,3 4,2 0,3 0,2	Kiven hienorakeisuuden vuoksi kivistä on erittäin vaikea erottaa plagioklaasia kvartsista.	0,06-0,2 mm = 2,5 % < 0,06 mm = 40 %	Luokka III

## NÄYTE 2) OHUTHIE

mineraalit		ote petrografisesta kuvauksesta...		kvartsi	luokitus
	%	%			
Kvartsi Maasälvät (pääosin plag.) Biotiitti Amfiboli muut	~ 20 ~ 60 ~ 15 ~ 5 < 5		Amfibolipitoinen kiilleliuske. Kvartsin suurin raekoko on noin 0,4 mm. Pienimmillään raekoko on noin 50 µm. Pääasiallisesti kvartsin raekoko on 0,1 – 0,2 mm. Raerajat tiiviit ja terävät. Muodoltaan raerajat ovat suorat / kaarevat. Sisäinen rakenne on granoblastinen. Kvartsin aaltosammuminen on vähäistä ja se ei ole deformatiivista.	< 0,2 mm = 16-19 %	Luokka II
-	-		Kiilleliuske. Hienorakeinen, granoblastinen	< 0,2 mm = 26,0 % < 0,06 mm = 0,7 %	Luokka II
Kvartsi Plagioklaasi Biotiitti Sarvivälke opaakki	<b>2A</b> 35,1 30,6 24,0 10,0 0,3	<b>2B</b> 35,6 45,2 15,3 3,3 0,6	Mineraalien muuttuneisuus ja deformaatio on vähäistä.	0,2-0,06 mm = 5,9 % < 0,06 mm = 17,7 %	Luokka III <sup>1)</sup>
Kvartsi Maasälvät Biotiitti Amfibolit ja malmim.	60 10 20 10		Mineraalien raekoko vaihtelee välillä 0,05-0,4 mm, raekoko keskimäärin 0,2 mm. Kiillemineraalit ovat suuntautuneet, mineraalirakeiden rajapinnat ovat pääosin säännölliset.	< 0,2 mm = 37,5 %, < 0,06 mm kvarsia = 2,1 %	Luokka II
Plagioklaasi Biotiitti Kvartsi Sarvivälke Opaakki Kalimaasälpä	<b>2A</b> 52,3 22 20,9 2,5 2,3	<b>2B</b> 53 23 20,8 2,3 0,2 0,7	Tutkitun ohuthieen kivimurskaleet koostuvat pääasiassa kiillegneisistä. Seassa on muutamia sarvivälkettä sisältäviä amfiboliittimurskaleita. Kvartsin raerajat ovat epämääräisen suuntaisia (eivät suoria).	0,06-0,2 mm = 12,9 % < 0,06 mm = 2,0 %	Luokka I <sup>2)</sup>

- 1) Kvartsin raekoko oli arvioitu olevan pääosin alle 0,06 mm, enemmistön arvioidessa kvartsin olevan vain alle 0,2 mm. Toimenpiteinä luokat II ja III johtavat kuitenkin samaan lopputulemaan, eli näytteen jatkotestaukseen (laastiprismatesti AAR-2.2).
- 2) Analyysin perusteella tulos oli 14,9 %, raja-arvon luokalle II ollessa 15 %. Menetelmän mittausepävarmuustekijät, näytteen todellinen kvartsipitoisuus ja tuloksen pyöristys huomioiden analyysitulosta voidaan kuitenkin pitää hyvänä luokituksena huolimatta.

## NÄYTE 3) SSr 8/16 –testinäytteen valmistus ja analysointi

makroskooppinen luokittelu		kvartsi	luokitus
kivilajit	paino-%		
Keskirak. graniitit	51,1	< 0,20 mm = n. 10 % < 0,06 mm = 4-4,5 %	Luokka I
Liuskeet	21,6		
Hienorakeiset syväkivet	17,5		
Pegmatiitit/karkeat graniitit	7,4		
Mafiset kivet	2,4		
Granitoidi	44	< 0,20 mm = 6,48 %	Luokka I
Gneissi/liuske	38 (hie)		
Hienorak. Granitoidi	8 (hie)		
Kiilleliuske	8 (hie)		
kvartsi-epidoottikivi	2 (hie)		
Kiillegneissi	24,9	Ei ohuthiettä (vain makroskooppinen luokittelu)	-
Graniitti	24,4		
Granodioriitti	19,9		
Sarvivälke-kiillegneissi	11,3		
Granitoidi	8,7		
Kvartsi-maasälpagneissi	10,8		
Granitoidit	50	< 0,2 mm = 11,3 %, josta < 0,06 mm = 3,6 %	Luokka I
Tummat hienorakeiset kivet	50		
Kiillegneissi	20,7	0,06 – 0,2 mm = 2,4 % < 0,06 mm = 0,7 %	Luokka I
Kiilleliuske	19,3		
Kvartsi-maasälpä rakeita	17,3		
Keskirak. graniitti	14,0		
Pienirak. Graniitti	12,7		
Granodioriitti	7,3		
Emäksinen vulk.	3,3		
Maasälpärakeita	2,0		
Amfiboliitti	1,3		
Kvartsirakeita	0,7		
Hapan vulk.	0,7		
epidoottirakeita	0,7		



## VERTAILUN TULOSTEN TARKASTELUA – Petrografinen analyysi 2021

- Vertailukoe onnistui kokonaisuutena yllättäen jopa odotuksia paremmin. Tulokset erittäin lupaavia!
- Menetelmä toimi kohtalaisesti jopa erityisen haastavilla näytteillä.
- Näytteiden 1 ja 3 luokitus oli kaikilla sama. Näytteen 2 osalta luokitukset hieman poikkesivat, käytännössä tulokset kuitenkin samansuuntaiset ja sama johtopäätös.
- Vertailun tuloksena pieniä täsmennyksiä menetelmäohjeeseen ja testauskäytäntöihin.



# AKR vertailukokeet 2023

laastiprismatesti AAR-2.2

Betoni- ja kiviainespetrografia -työryhmä

Jarkko Klami 10.11.2023

# NÄYTTEET

- V1/2023 SSr 0/4
- V2/2023 SrM 0/16
- V3/2023 KaM 0/5

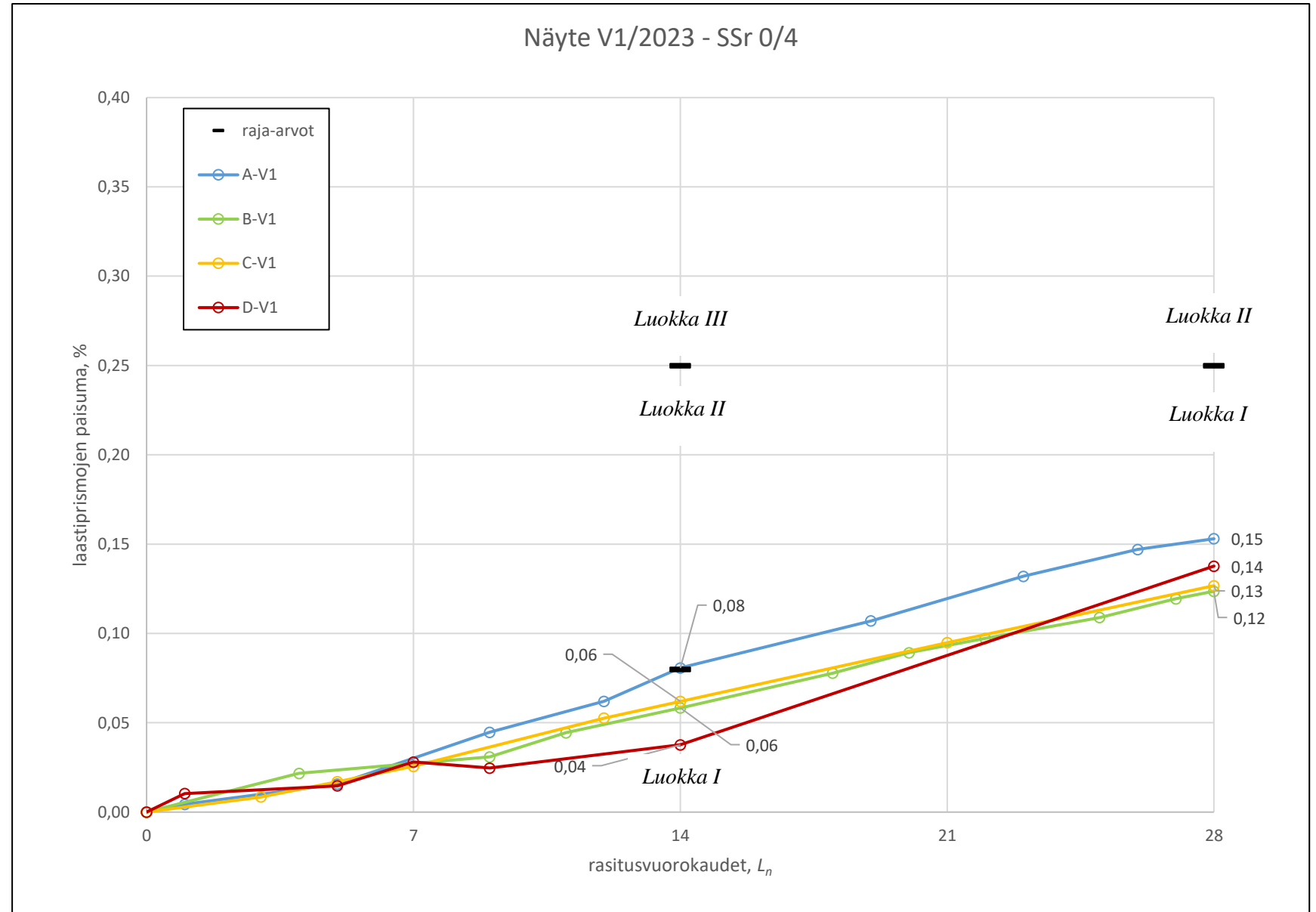
## YLEISTÄ

- Vertailukokeessa käytetyt kiviainekset Rudukselta. Näytteet erityyppisiltä kiviaineksen tuotantoalueilta.
- Valinta kunkin kiviaineksen alkali-reaktiivisuuskäyttäytymisestä aiempien testaustulosten perusteella.
- Jaetut laboratorionäytteet noin 9 – 12 kg / kiviaines / testauslaitos
- Ohjeistus testaukseen by74 mukaisesti
- Testausaika väh. 28 vrk.
  
- AFRY Buildings Finland Oy
- Labroc Oy
- Mitta Oy
- VTT



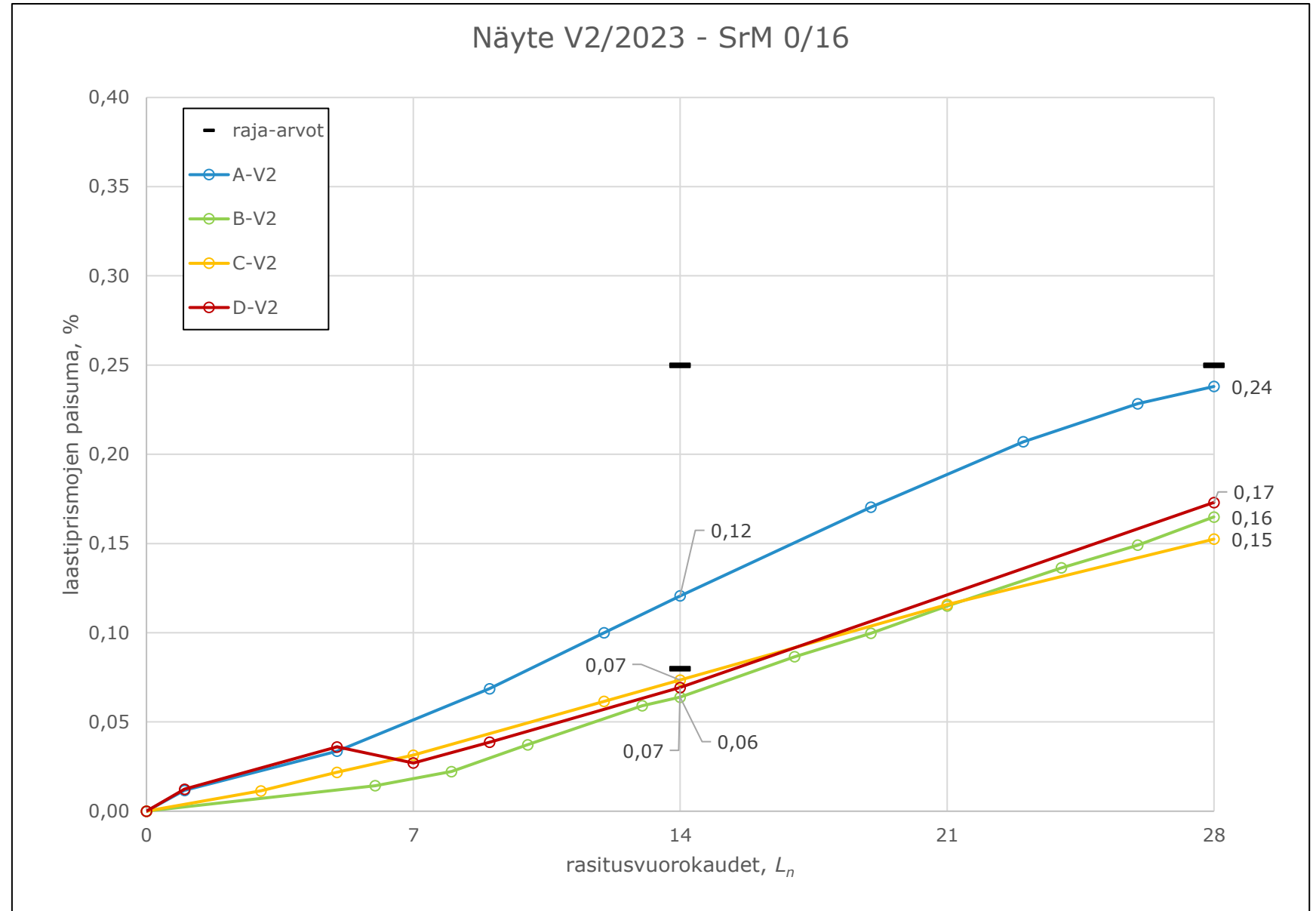
# NÄYTE V1/2023

- SSr 0/4
- koostumus: heterogeeninen sora
- Petrografisen analyysin perusteella raekooltaan alle 0,20 mm kvartsin määrä on < 5 %
- Tulos = luokka I



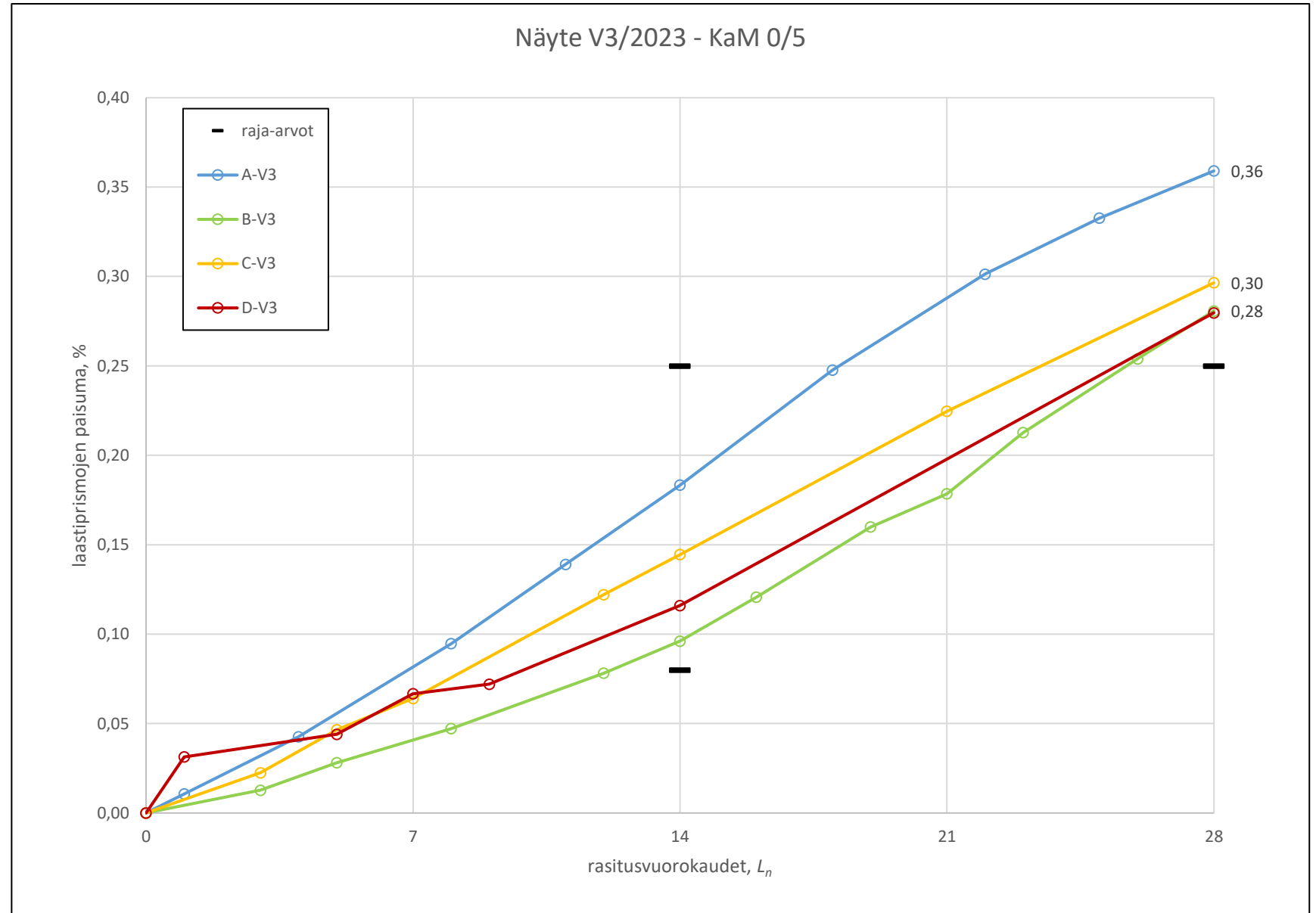
# NÄYTE V2/2023

- SrM 0/16
- koostumus: graniittinen sora
- Petrografisen analyysin perusteella raekooltaan alle 0,20 mm kvartsin määrä on < 7 %
- Tulos = luokka I



# NÄYTE V3/2023

- KaM 0/5
- koostumus: graniittigneissi
- Petrografisen analyysin perusteella raekooltaan alle 0,20 mm kvartsin määrä on > 15 %
- Tulos = luokka II
- Aiempien AAR-2.2 testausten perusteella odotettiin luokan I tai II -tulosta (28d - 0,23...0,31 %)



## VERTAILUN TULOSTEN TARKASTELUA – laastiprismatestaus AAR-2.2

- Näytteillä päädyttiin samaan AKR luokitukseen, vaikka tuloksissa olikin hieman hajontaa.
- Menetelmä on ilmeisen herkkä. Tulostasoon voi vaikuttaa useampi tekijä, joiden kontrolloiminen vaatii perehtyneisyyttä ja huolellisuutta, mm. ;
  - testinäytteen valmistus
  - laastin valmistus
  - käytetty sementti ja sen eräkohtainen vaihtelu
  - Mitta- ja testilaitteiden tarkkuus
  - mittaajan kokemus, systemaattisuus
  - olosuhteiden hallinta ja monitorointi
- D-sarjan tuloksissa paikoin ”epäloogisia mittaustuloksia”, mahdollisesti ongelmia mittauksissa.
- Samasta kiviaineksen ottoalueelta, eri aikaan otetut ja eri näytteiden, testaustulokset voivat poiketa selvästi toisistaan – kiinnitettävä huomiota näytteenottoon ja testaustiheyteen.
- Testaustavoissa ei havaittu merkittäviä poikkeamia. Tulosten ilmoittamisessa paikoin vähän puutteita – vähintään by74 mukaiset tiedot raportoitava.

# KIITOS

Jarkko Klami

P. +358 44 024 0285

[jarkko.klami@rudus.fi](mailto:jarkko.klami@rudus.fi)

[www.rudus.fi](http://www.rudus.fi)