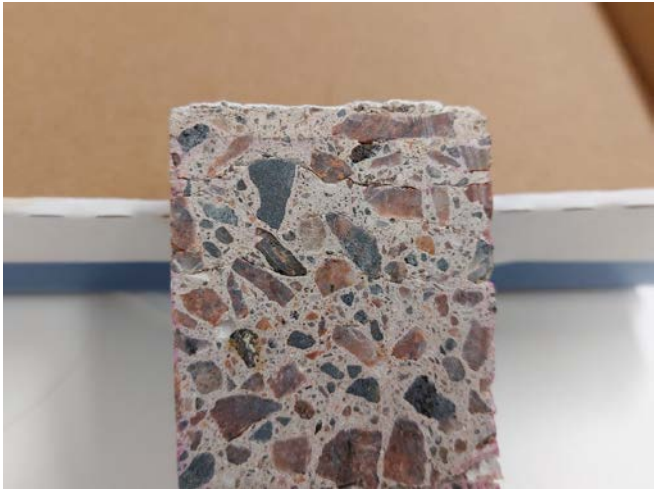


# AKR:n visuaalinen arviointi rakennekoekappaleista – sudenkuopat ja mahdollisuudet

ANNA-MARIA NIEMINEN  
DI, TIIMIPÄÄLLIKKÖ

AFRY BUILDINGS FINLAND OY

# Onko betonissa AKR?



# Esimerkkejä betonin halkeilun aiheuttajista

- Plastinen painuma
- Plastinen kutistuma
- Lämpöliike
- Kuivumiskutistuma
- Pintahalkeilu
- Pakkasrapautuminen
- Raudoitteiden korroosio
- Alkalikiviainesreaktio



# Alkali-kiviainesreaktio halkeilun aiheuttajana

Betonikiviaineksen tietyt mineraalit reagoivat kemiallisesti betonin huokosvedessä olevien alkalien ( $K^+$  ja  $Na^+$ ) sekä hydroksyyli-ionien ( $OH^-$ ) kanssa.

Reaktion seurauksena syntyy geeliä, joka paisuessaan rikkoo betonia.

Betonia rapauttava ilmiö, joka tarvitsee tapahtuakseen reaktiivista kiviainesta, vettä sekä alkalisuutta.



# Visuaalisen arvioinnin kriteerit

## Kiviainestuntemus

Millaista kiviainesta betonissa on?

- Reaktiivista / ei reaktiivista
- Laatu ja määrä

## AKR-tuntemus: betonin halkeilu

Millaista halkeilua betonissa on?

- Pinnan suuntaista / kohtisuorassa olevaa
- Säännöllistä / epäsäännöllistä
- Jatkuvaa / epäjatkuvaa
- Kiviainesta kiertävää / leikkaavaa
- Sideaineen halkeilu

## AKR-tuntemus: olosuhteet

- Onko betoni saanut kosteutta?
- Mitä voidaan arvioida alkalisuudesta?

# Betonin kiviainekset, BY 43

2008:

## 1.1 Johdanto

*"Näissä ohjeissa käsitellään ensisijaisesti suomalaista luonnon kiviainesta, joka on yleensä lujaa, kulutusta ja pakkasta kestävää **eikä sisällä** haitallisia aineita kuten suoloja tai **reaktiivisia kivilajeja**"*

## 4.3 Alkalireaktiivisuus

*"**Nykytietämyksen perusteella ei alkalikiviainesreaktio suomalaisia kiviaineksia käytettäessä ole ongelma.** Muissa pohjoismaissa on tietyillä alueilla kuitenkin löydetty alkalireaktiivisia..."*

2018:

- AKR s. 25–27 ja 62–63

## 5.3 Alkalireaktiivisuus

*"Suomalaisissa betonirakenteissa on havaittu alkali-kiviainesreaktiota, ja selvityksissä on käynyt ilmi, että joissakin tapauksissa betoniin on käytetty reaktiivista kiviainestyyppiä. Eniten vaurioita on ollut silloissa, rakennusten julkisivuissa ja uima-altaissa."*

# Betonirakenteiden kuntotutkijan mietteet kenttätutkimuspäivän päätteeksi

**2008**

"Vaikuttaisi olevan pitkälle edennyttä pakkasrapautumista ja kosteuttakin rakenteessa runsaasti. Mikä ihmeen AKR?"

**2023**

"Aivan selvää alkalikiviainesreaktion aiheuttamaa halkeilua. Nyt tulikin vastaan kaikkien aikojen AKR-tapaus. Tarvitseeko edes näytettä ottaa?"

# Kuntotutkimuksen osa-alueet

Kuntotutkimuksessa huomioidaan kaikki kolme tutkimuksen tärkeää osa-aluetta ja tulosten tarkastelussa hyödynnetään kaikkea kerättyä tietoa

Lähtötiedot  
ja historia

Aistinvaraiset  
havainnot  
rakenteesta

Laboratorio-  
analyysien  
tulokset



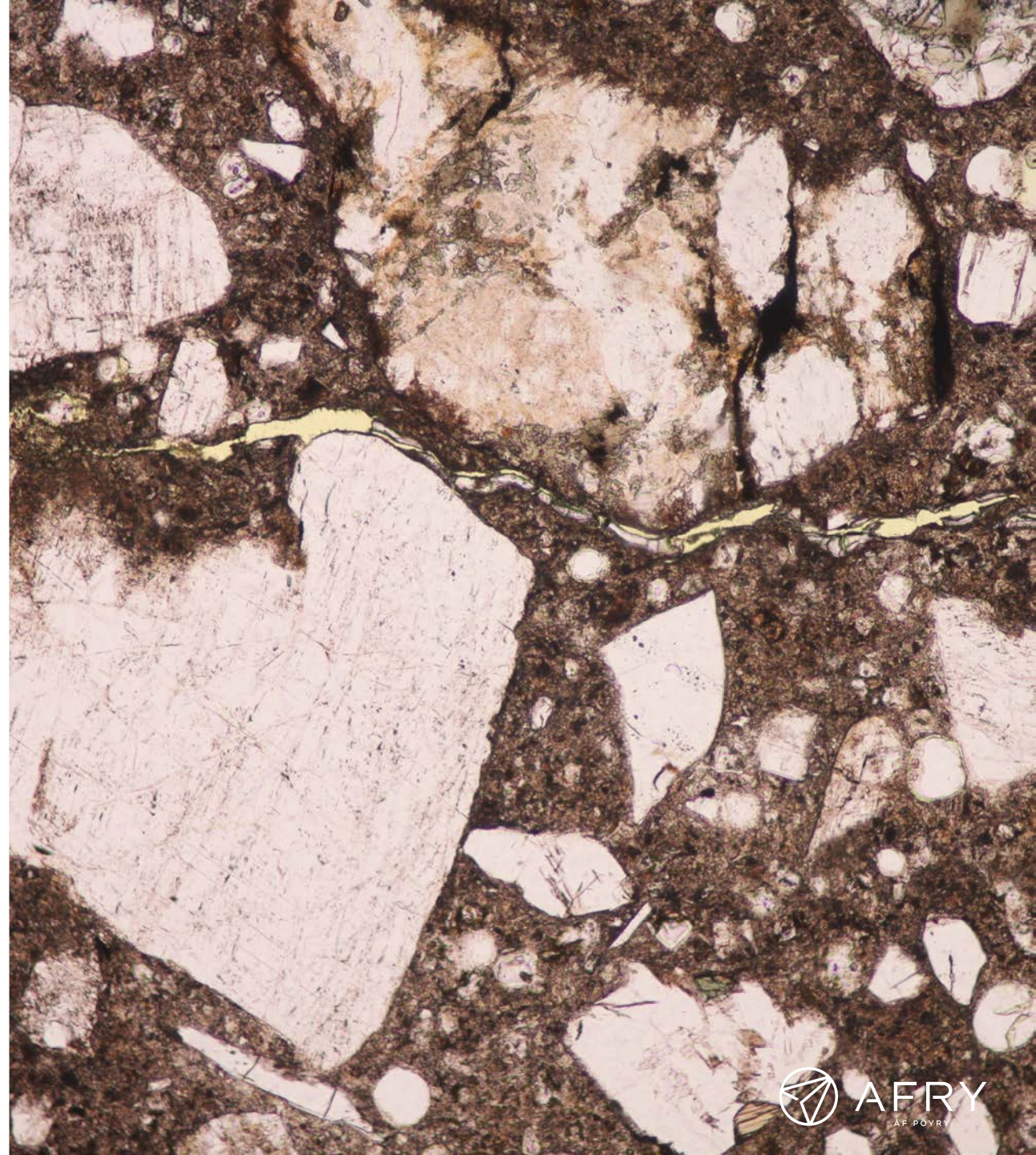
Jonkin vaiheen huomiotta jättäminen saattaa johtaa virheellisiin johtopäätelmiin ja heikentää kuntotutkimuksen luotettavuutta.



# AKR ohuthie- tutkimuksessa

Betoninäytteiden ohuthietutkimuksessa tehdään AKR-luokitus BY74-ohjejulkaisun mukaisesti asteikolla V0...V2

- **V0** alkalikiviainesreaktiota ei ole tai se on heikko. Rakenteen käytettävyys on AKR:n osalta hyvä eikä vaadi toimenpiteitä
- **V1** alkalikiviainesreaktio on lievä... kohtalainen. Rakenteen kuntoa tulee arvioida ja seurata sekä tehdä seurantatutkimuksia 5...10 vuoden kuluessa.
- **V2** alkalikiviainesreaktio on voimakas ja rakenteen säilyvyys mahdollisesti alentunut. Jatkotoimenpiteitä edellytetään.



# Case 1

Betoninäytteitä tehtaalta, jossa on kemikaalirasitus. Näytteet kantavista rakenteista (palkki, pilari, laatta). Näytteitä oli yhteensä 25 kpl.

Kuvassa tutkijan valikoidut näytteet (10 kpl), joista hän teki AKR:oon viittaavia havaintoja.

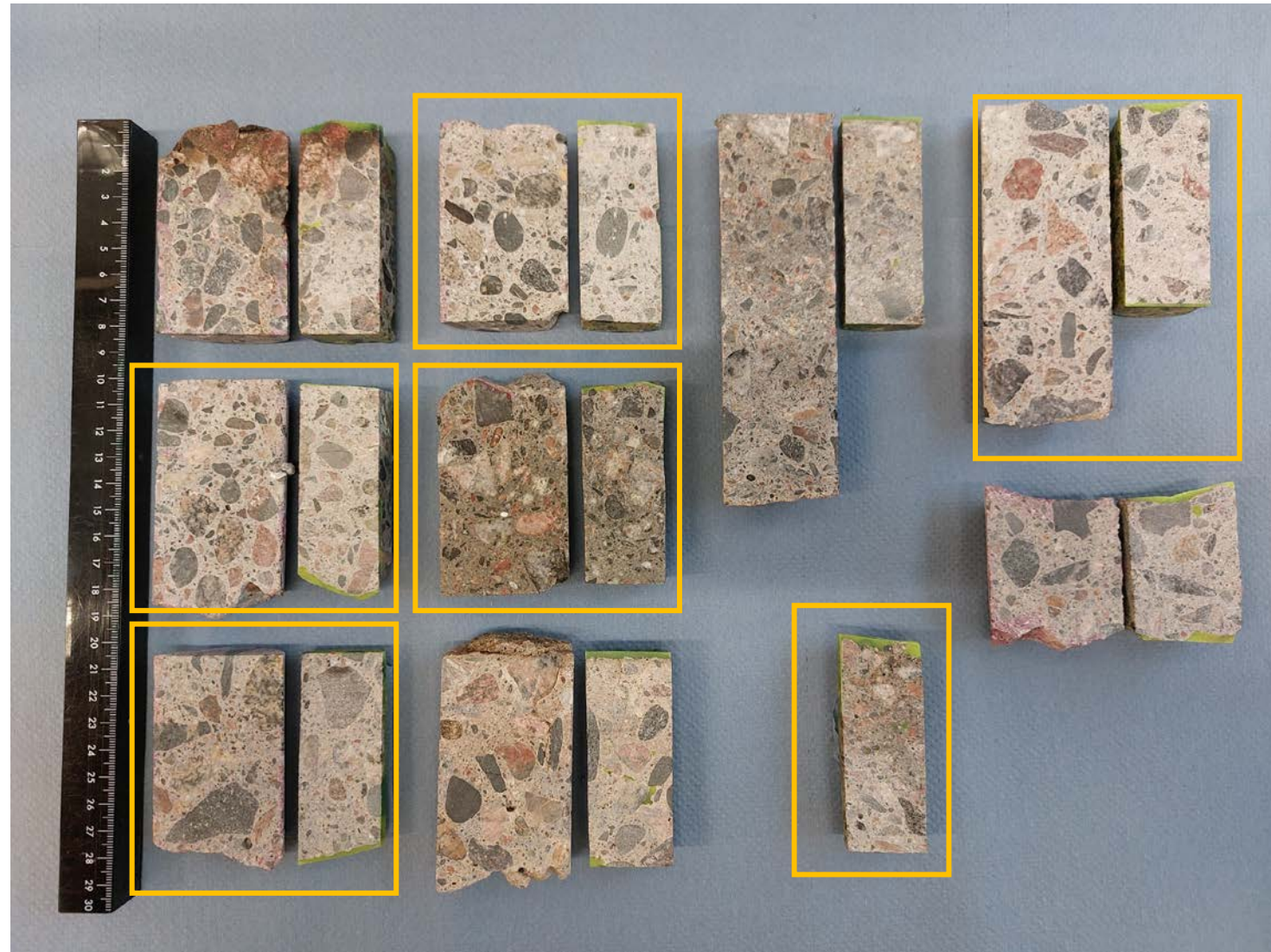


# Case 1

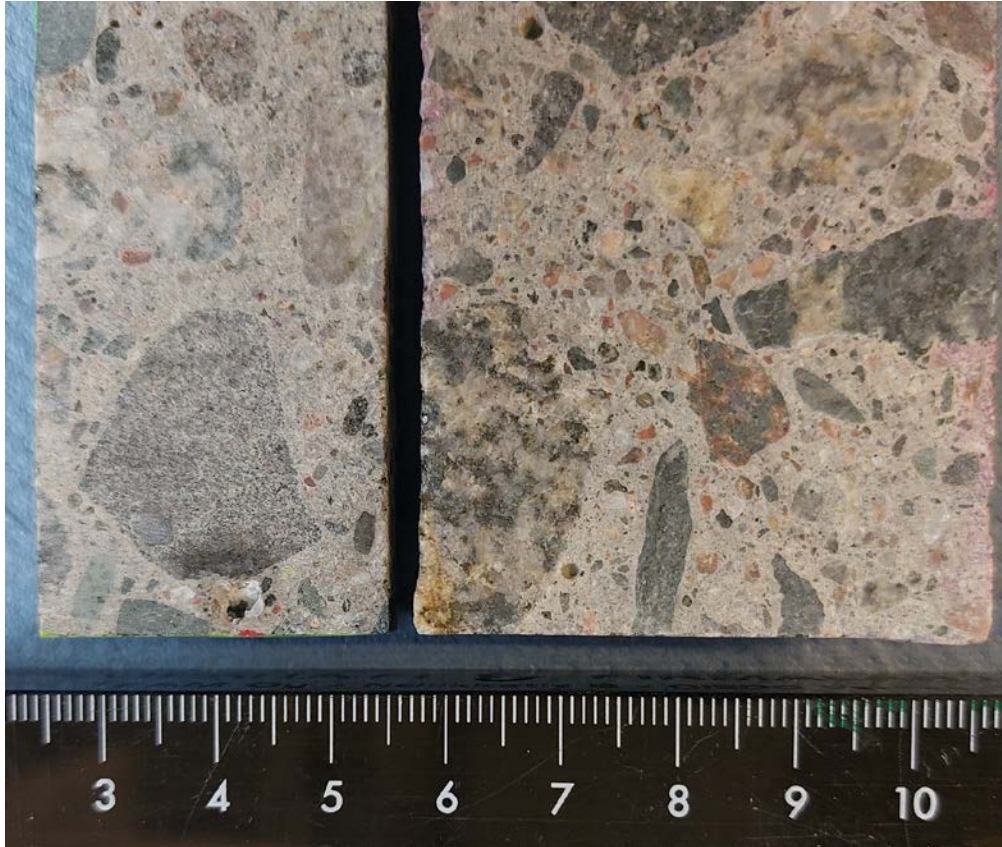
Betoninäytteitä tehtaalta, jossa on kemikaalirasitus. Näytteet kantavista rakenteista (palkki, pilari, laatta). Näytteitä oli yhteensä 25 kpl.

Kuvassa tutkijan valikoidut näytteet (10 kpl), joista hän teki AKR:oon viittaavia havaintoja.

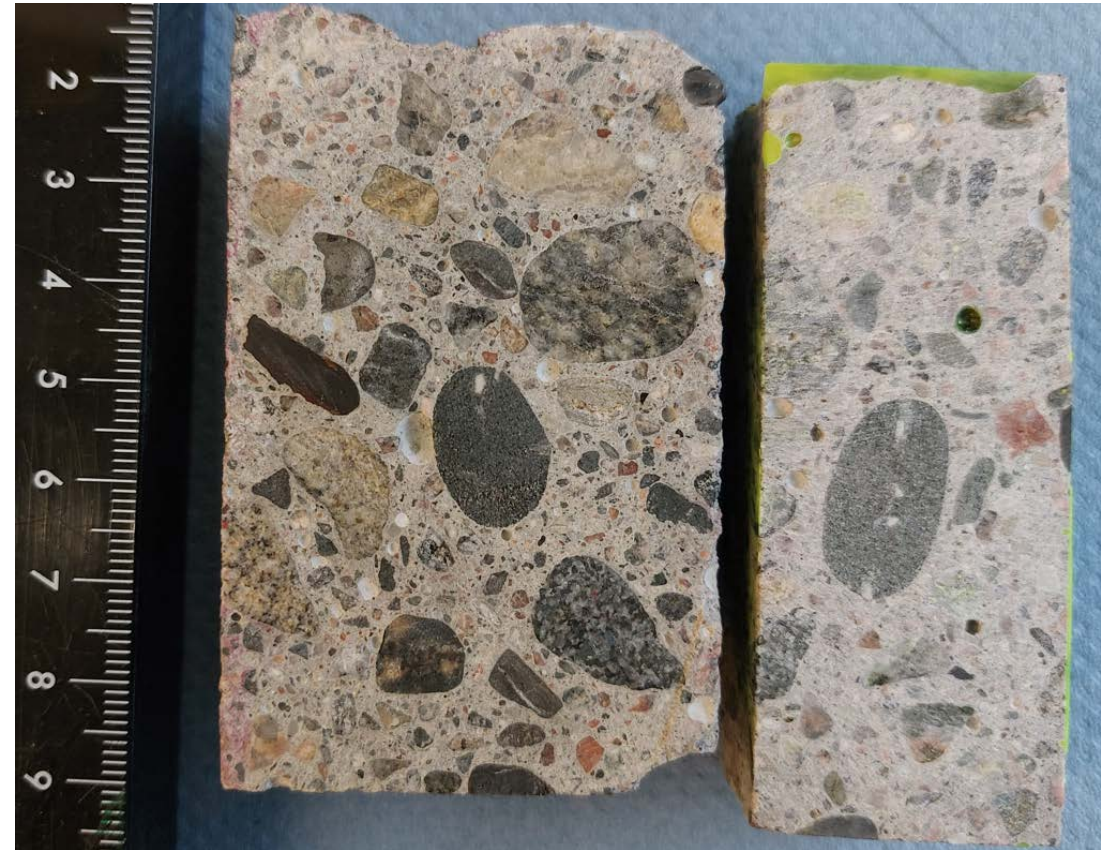
Ohuthietutkimuksella varmistetut näytteet, joissa todettiin AKR. AKR (V0-V1) todettiin kaiken kaikkiaan 12 näytteessä.



# Case 1



Näytteessä silmämääräisesti havaittavissa geeliä. Ohuthietutkimuksessa geeliä 2 huokosessa. AKR-luokitus V0: Erittäin lievä AKR



Näytteessä silmämääräisesti havaittavissa geeliä, mutta kiviainesrakeet ehjiä. Ohuthietutkimuksessa havaittu kohtalainen AKR, 7 kpl pot. reaktiivista rietta, joista 6 reagoanut, geeliä halkeamissa ja huokosissa. AKR=V1

# Case 1



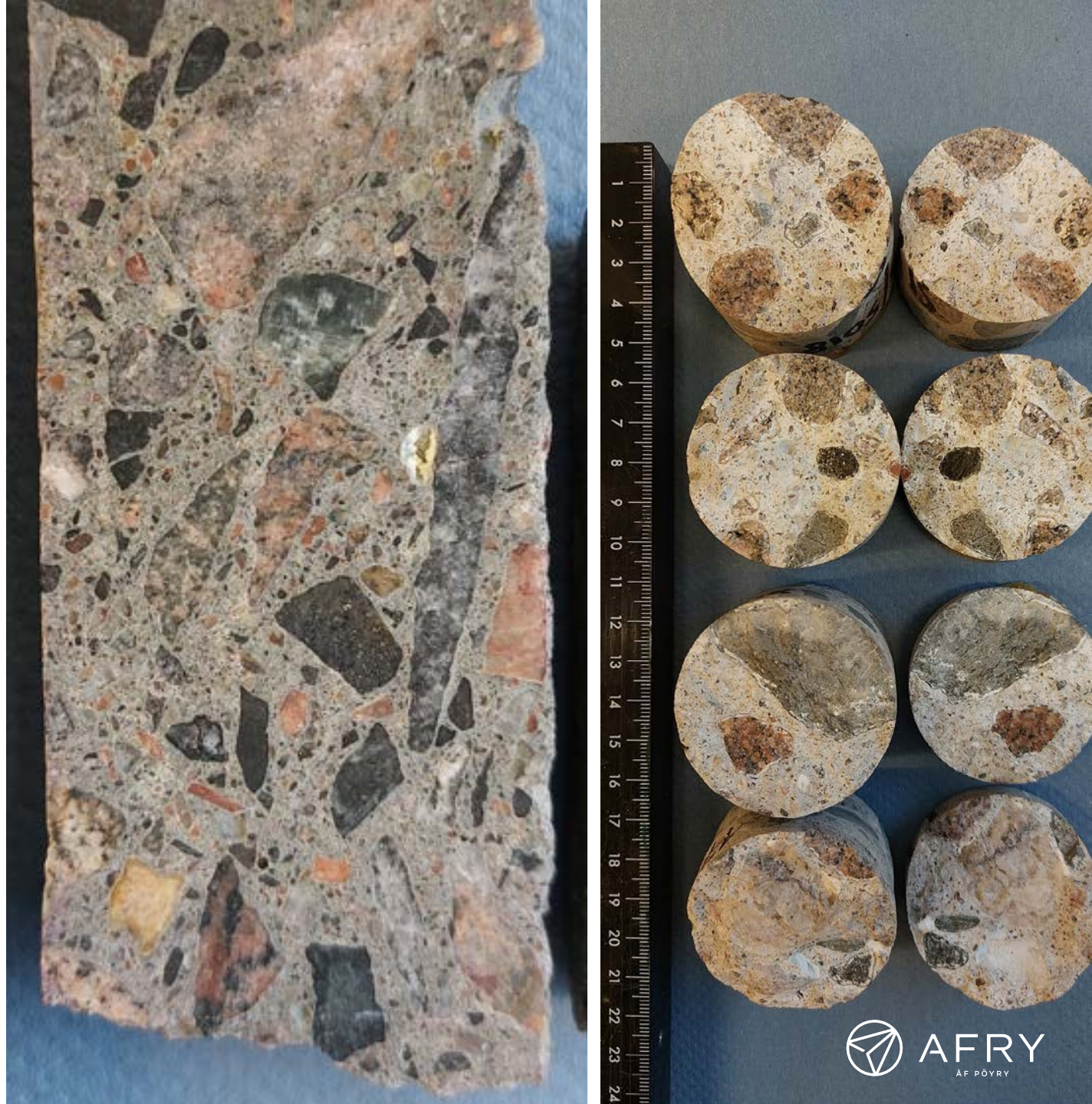
Näytteessä silmämääräisesti havaittavissa geeliä, kiviainesten halkeamia ja poikittainen halkeama. Ohuthietutkimuksessa betonissa syvällä lievä AKR, 2 kivirakeessa halkeailua ja vähän geeliä. AKR-luokitus V0.

## Case 2

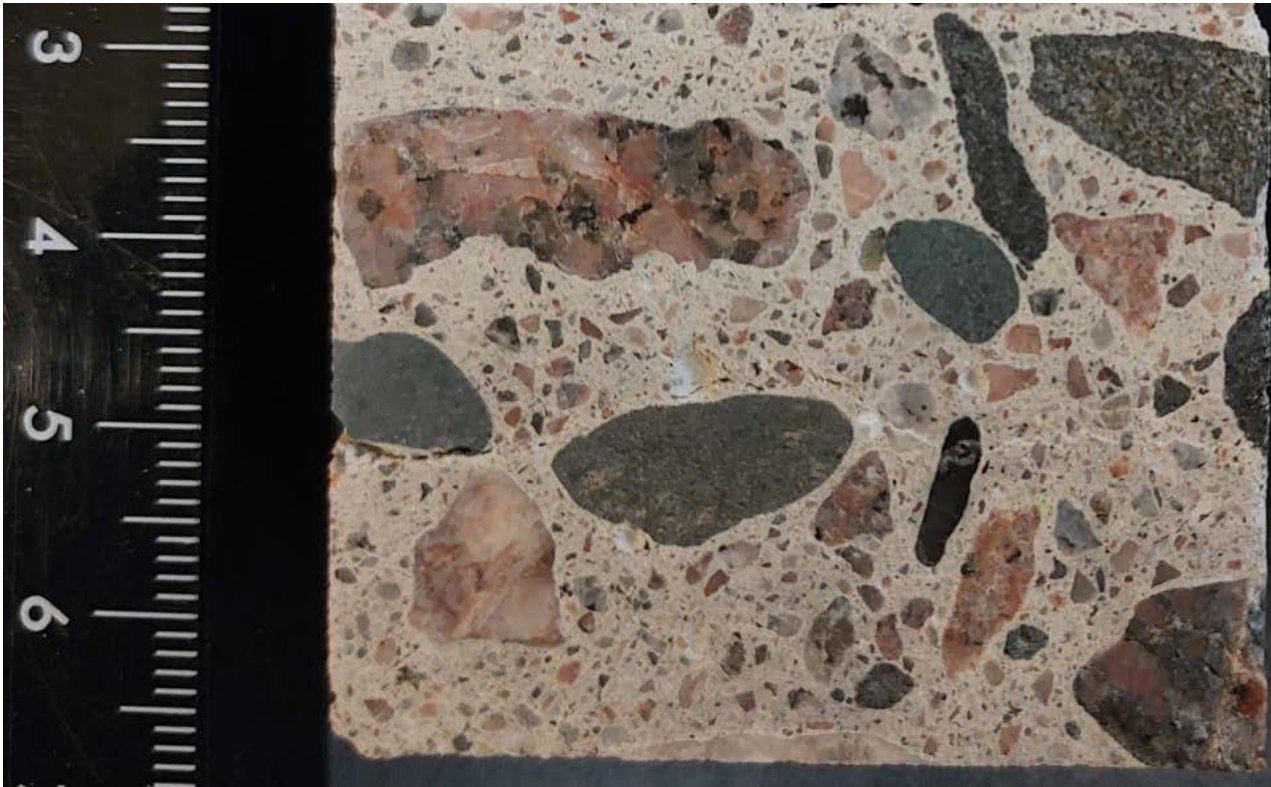
Betoninäytteitä uimahallista (rv 1972). Näytteet allasrakenteista (seinä, pohja) ja allashuoneen pilareista. Näytteitä oli yhteensä 20 kpl.

AKR-reaktiota havaittiin näytteistä 13 / 20. AKR-luokitus vaihteli kohtalaisesta voimakkaaseen.

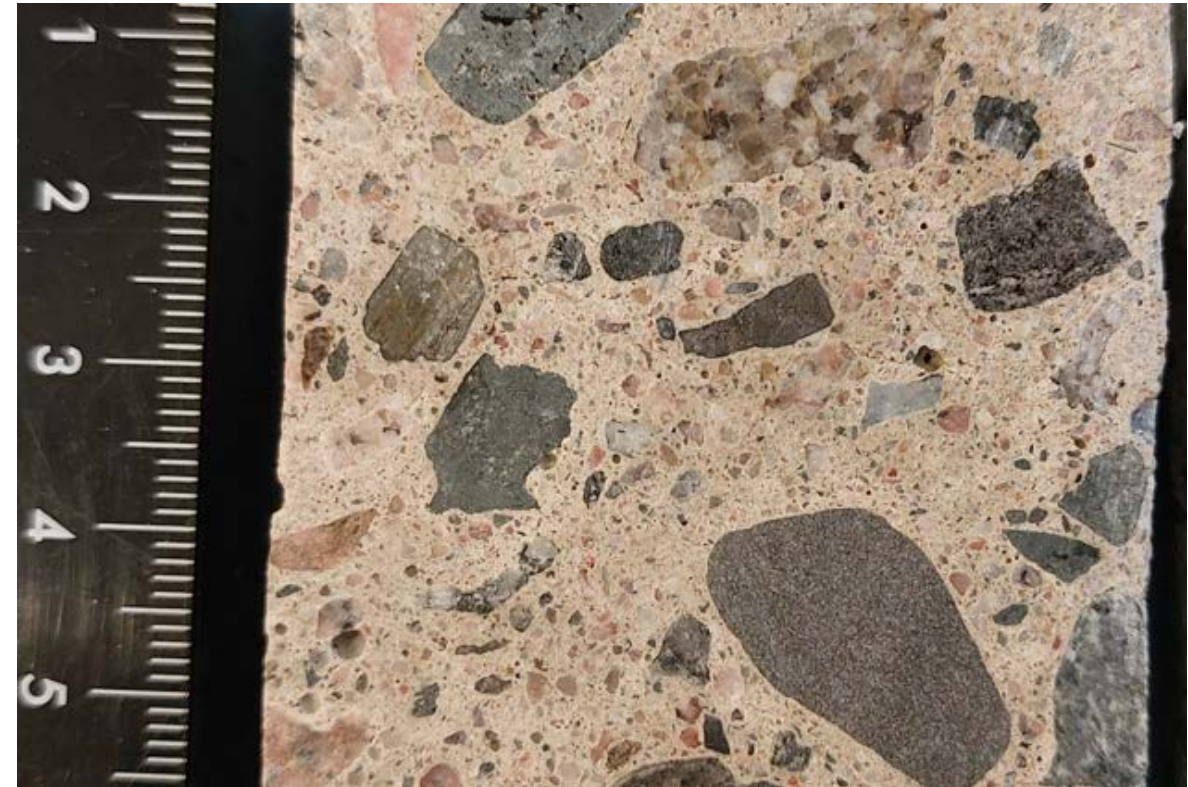
Myös lujuuden alenemaa havaittiin ja betonin kunnon todettiin heikentyneen. Vetokappaleiden murtopintoja tarkasteltaessa havaittiin viitteitä AKR:stä.



## Case 2



Näytteessä silmämääräisesti havaittavissa geeliä ja halkeama. Ohuthietutkimuksessa useiden kiviainesrakeiden lievä halkeilu, jonkin verran AKR-geeliä. Kohtalainen AKR = V1.



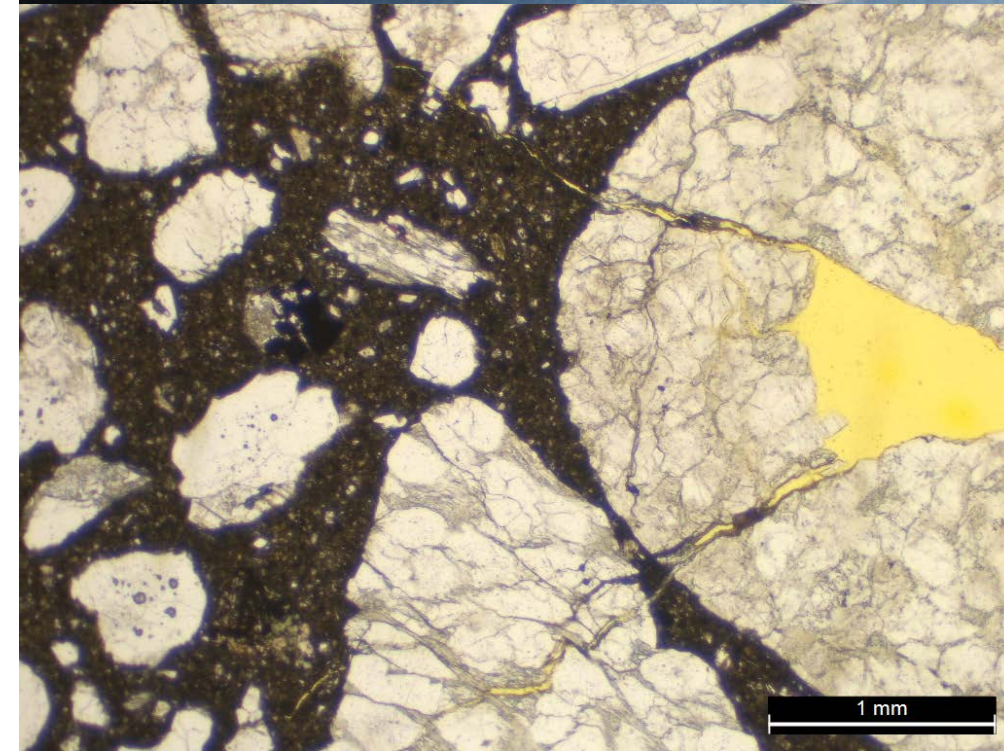
Näytteessä silmämääräisesti ei havaittavissa vaurioita. Ohuthietutkimuksessa useiden kiviainesrakeiden voimakasta halkeilua ja runsaasti geeliä. Voimakas AKR = V2

# Case 3

Betoninäytteitä siltarakenteista (rv 1958). Näytteet kantavista rakenteista.

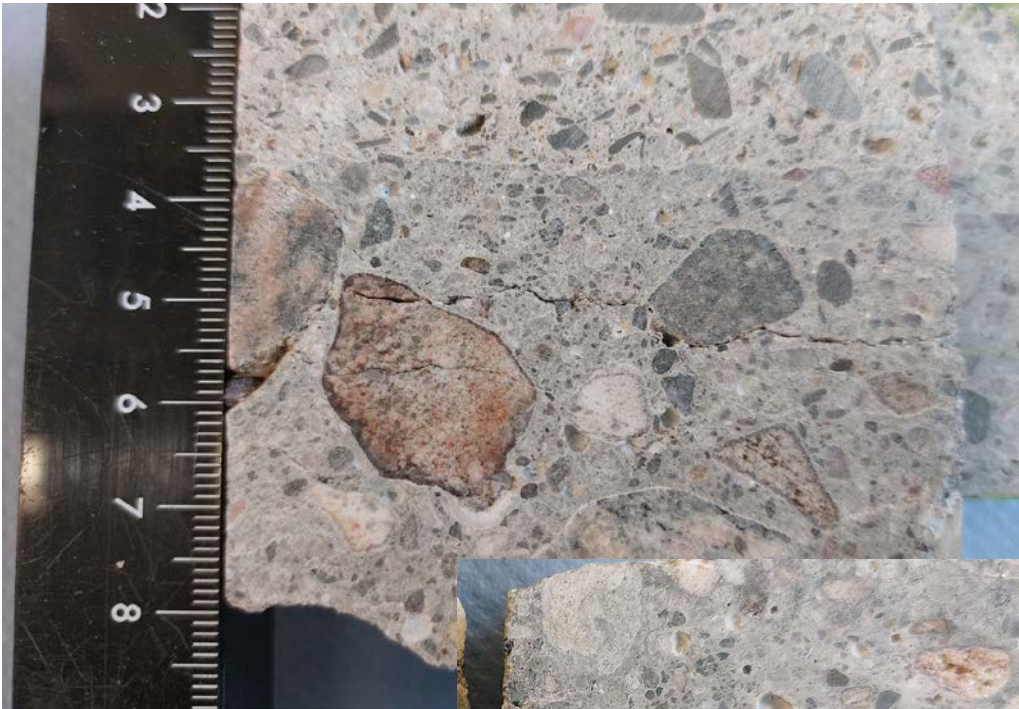
AKR-reaktiota havaittiin näytteistä 12 / 18. AKR-luokitus vaihteli erittäin lievästä voimakkaaseen.

Esimerkkikuvissa silmämääräisesti havaittavissa geeliä ja vaurioitumista. Ohuthietutkimuksessa useita kivrakeita haljennut ja runsaasti AKR-geeliä. Voimakas AKR= V2.





# Case 3 – näytekuuvia (AKR-luokitus V2)



# Case 4

Kuntotutkijan tuomat betoninäytteet, joissa hänen mielestään on ihan varmasti AKR:ää, koska kiviaines on reaktiivisen näköistä ja on "geelistä märkiä" kivirakeita.

Kiviainesten AKR:ään perehtynyt asiantuntija kuitenkin näki varsin nopealla vilkaisulla, ettei kyseinen kiviaines ole reaktiivista tyyppiä

Ohuthietutkimuksessa havainto varmistui:  
ei AKR:ää



# Yhteenveto

# AKR havaintoja



# AKR:n visuaalinen havainnointi

- Rakenteiden ja näytteiden visuaalisella arvioinnilla saadaan tutkimusta varten tärkeää tietoa
  - > Näytteiden kuvaus ja havaintojen kirjaus
  - > Rakenteiden vaurioiden laajuuden määrittäminen
- Reaktiivisen kiviaineksen tunnistaminen ilman analyysia on haastavaa
  - > Vaikka näytteissä olisi saman näköisiä kiviä kuin aiemmissa AKR-tapauksissa, se ei ole peruste AKR-havainnolle
  - > AKR:ään perehtyneet geologit tutkivat laboratoriossa (BY 74)

# AKR:n visuaalinen havainnointi

Vaikka näytteiden ja rakenteiden halkeilun perusteella voidaan tehdä oletuksia AKR:stä, sen toteaminen ja luokitus silmämääräisesti porakappaleista ei ole mahdollista, vaan tarvitaan aina ohuthietutkimusta ja muita laboratorioanalyysyjä

# KIITOS!

Anna-Maria Nieminen  
DI, Tiimipäällikkö

AFRY Buildings Finland Oy

044 768 8316  
anna-maria.nieminen@afry.com