



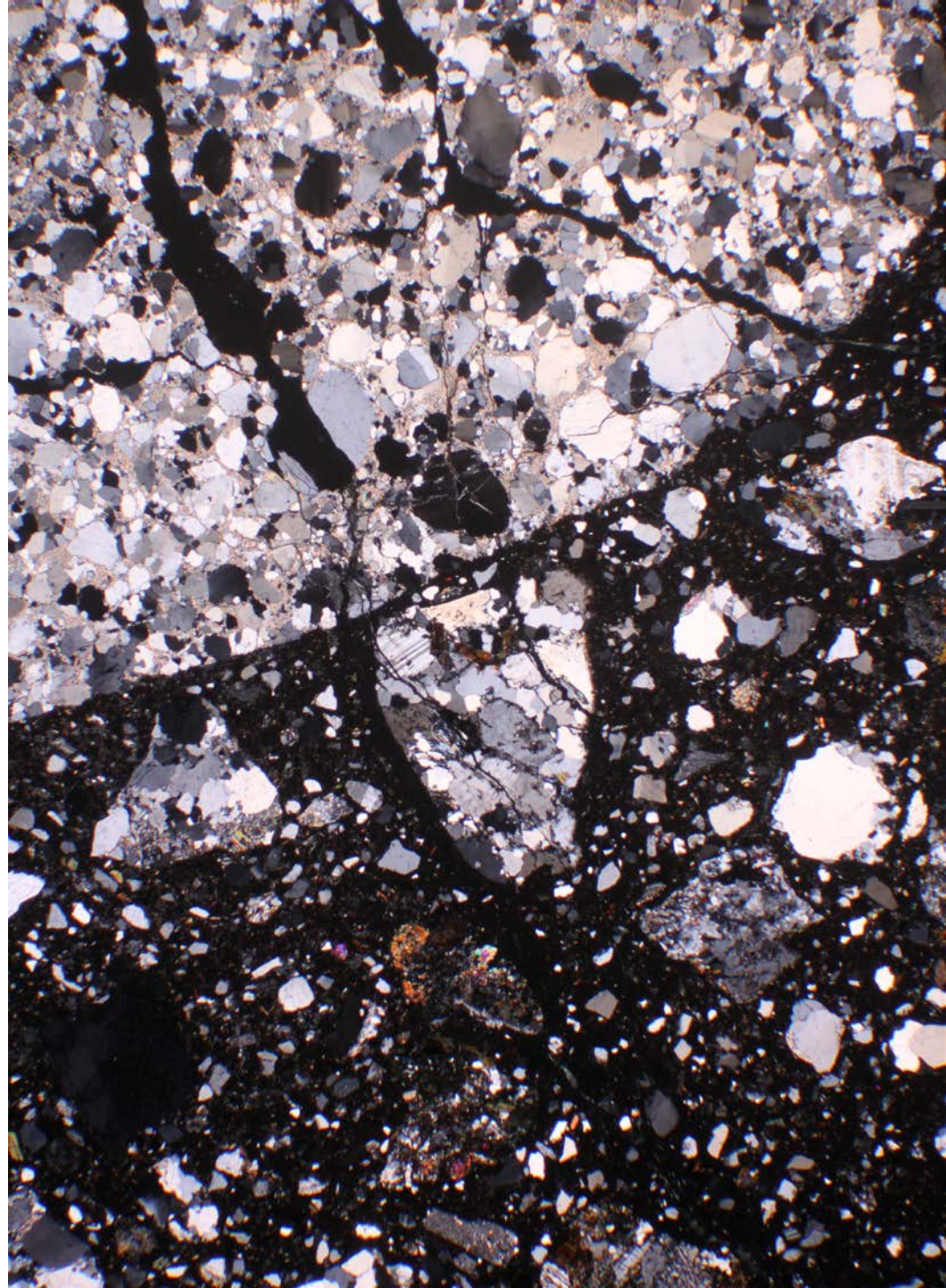
Alkali-kiviainesreaktio

Johanna Tikkanen, TkT, Suomen Betoniyhdistys

Sisältö

- Taustaa ilmiöstä
- AKR kansallinen ohje sekä muu ohjeistus
- Vertailukoe

Kuva: Afry (Vahanen RF)





Afry (Vahanen RF)



Ramboll

Väylävirasto

Mitä on alkali-
kiviainesreaktio ja
miltä se näyttää?

Alkali-kiviainesreaktiossa (AKR) betonin huokosveden alkalien ja kiviaineksen väliset reaktiot aiheuttavat paisumista betonissa

Reaktiossa syntyvä geeli laajenee aiheuttaen kasvavaa sisäistä painetta, joka rikkoo kiviainesta ja lopulta vaurioittaa betonin rakennetta.

**OHJE BETONIN
ALKALI-KIVIAINESREAKTION
HALLITSEMISEKSI 2022**



AKR, kansallinen ohje

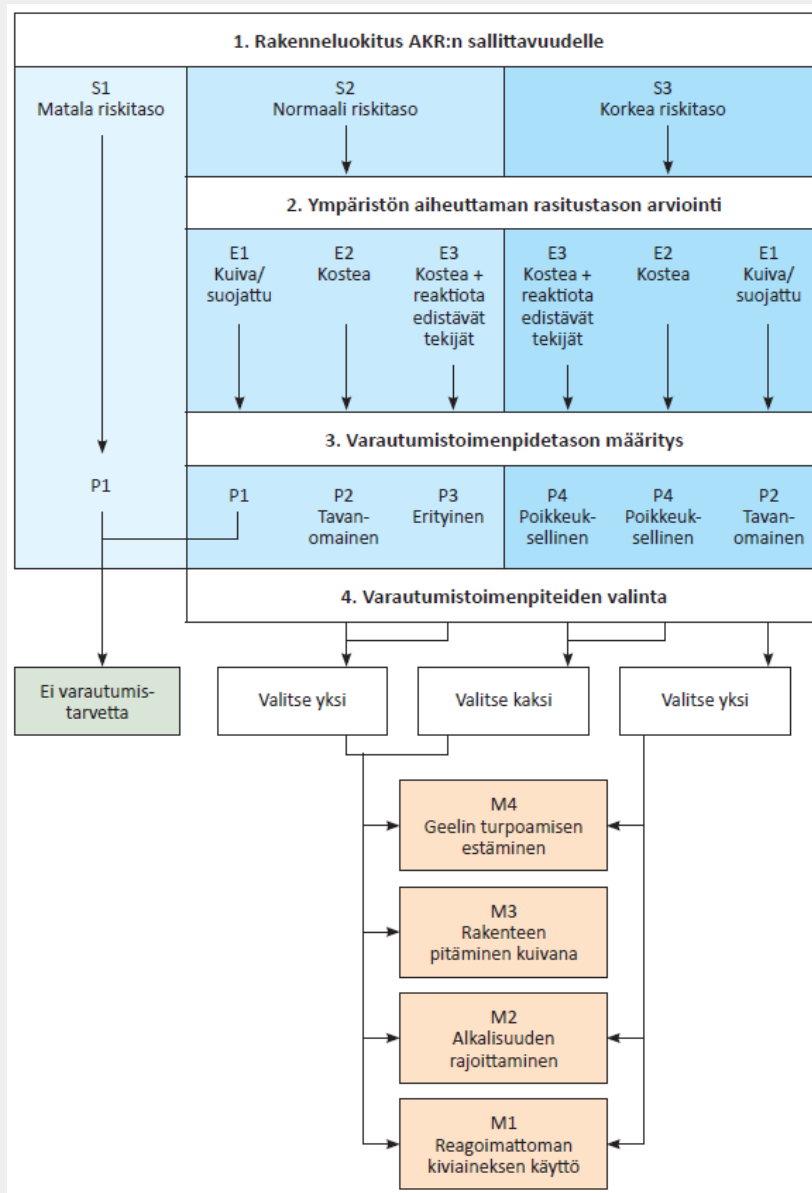
Suomessa ei ole aiemmin ollut kansallista ohjetta AKR:n estämiseen.

Ohjeen tavoitteena on antaa ohjeistusta AKR:n välttämiseen uudisrakentamisessa sekä ohjeistusta olemassa olevien betonirakenteiden AKR-riskin tunnistamiseen sekä rakenteiden korjaamiseen.

Ohje pohjautuu RILEM (International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures) ohjeeseen.

AKR:n huomioon ottaminen suunnittelussa

- Rakenneluokitus (S1...S3) vaurioitumisen seurauksen ja sallittavan AKR:n mukaan betonin turvallisuuden, kustannusten ja ympäristötekijät huomioiden.
- Ympäristön aiheuttamien rasiustasojen (kosteus) luokitus (E1...E3)
- -> Varautumistoimenpiteiden (P1...P3) valinta.



Rakenneluokitus

Rakenneluokitus AKR sallittavuudelle	Vaurioitumisen seuraukset	AKR:n aiheuttamat muutokset rakenteessa	Esimerkkejä rakenteista
S1	Vaikutukset turvallisuuteen, kustannuksiin tai ympäristöön pieniä tai mitättömiä	Vähäistä AKR:n aiheuttamaa heikentymistä sallitaan (esimerkiksi betonin vetolujuus on alentunut)	<ul style="list-style-type: none">• tilapäiset rakenteet, käyttöikä < 25 vuotta• dynaamisesti kuormitetut perustukset, käyttöikä < 25 vuotta (esim. tuulivoimaloiden perustukset)• helposti vaihdettavat rakennusosat• matalat enintään kaksikerroksiset asuinrakennukset (alhaiset kuormat)
S2	Joitakin vaikutuksia turvallisuuteen, kustannuksiin tai ympäristöön, jos betonissa merkittäviä vaurioita	Vähäistä AKR:n aiheuttamaa vaurioitumista sallitaan/ hallittavissa (ohuthieessä havaittavaa)	<ul style="list-style-type: none">• normaali suunnittelukäyttöikä (50...100 vuotta)• <u>suurin osa rakenteista</u>• vedeneristetyt lämminvesialtaat• muut vesialtaat ilman vedeneristystä• tavanomaiset sillat• paalut, maanalaiset perustukset, muut vaikeasti korvattavat rakenteet
S3	Vakavia vaikutuksia turvallisuuteen, kustannuksiin tai ympäristöön, jos betonissa vaurioita	Merkittävää vaurioitumista ei sallita	<ul style="list-style-type: none">• pitkä suunnittelukäyttöikä (> 100 vuotta)• ydinturvallisuuteen liittyvät rakenteet• erityisen tärkeät padot, tunnelit, sillat (rakenteiden suunnittelukäyttöikä > 100 vuotta)• erittäin kriittiset rakenteet, joiden tarkastaminen tai korvaaminen mahdotonta/erittäin hankalaa• rakenteet, joiden vaurioitumista ei voida sallia

Riskiluokitus

Luokka	Kuvaus	Betoin ympäristö ja esimerkkejä rakenteista
E1	Kuiva, betoni on suojattu kosteudelta	<ul style="list-style-type: none">• Kuivissa sisätiloissa olevat betonirakenteet.
E2	Betoni altistuu kosteusrasitukselle	<ul style="list-style-type: none">• Sisätiloissa olevat kosteusrasitukselle altistuvat betonirakenteet, joissa on korkea kosteuspitoisuus, kuten pesulat, uimahallit, prosessiteollisuuden rakenteet.• Betoni altistuu ulkopuoliselle kosteusrasitukselle, betoni on upotettuna veteen tai kosteus on peräisin ei-aggressiivisesta maaperästä, kuten säiliöt, uima-altaat, paalut, maanalaiset perustukset.• Massiiviset betonirakenteet (pienimmät dimensiot > 800 mm ja kuivuminen hidasta tai jopa mahdotonta), jotka altistuvat kosteusrasitukselle, kuten paksut siltakannet, maata vasten valetut ja yläpinnasta tiiviisti pinnoitetut rakenteet, jne.
E3	Betoni altistuu kosteusrasitukselle sekä reaktiota edistäville tekijöille	<ul style="list-style-type: none">• Ulkona oleva betonirakenne altistuu jäänsulatusaineille.• Betoni altistuu toistuvalla meriveden aiheuttamalle kastumiselle ja kuivumiselle tai suolaroiskeille, kuten maanteiden siltojen pystyrakenteet, laiturirakenteet, jne.• Betoni altistuu märkänä toistuville jäätymis-sulamissykleille.• Betoni altistuu märkänä pitkään korkealle lämpötilalle.• Betoni altistuu teollisuuden käyttämille suoloille ja kemikaaleille.

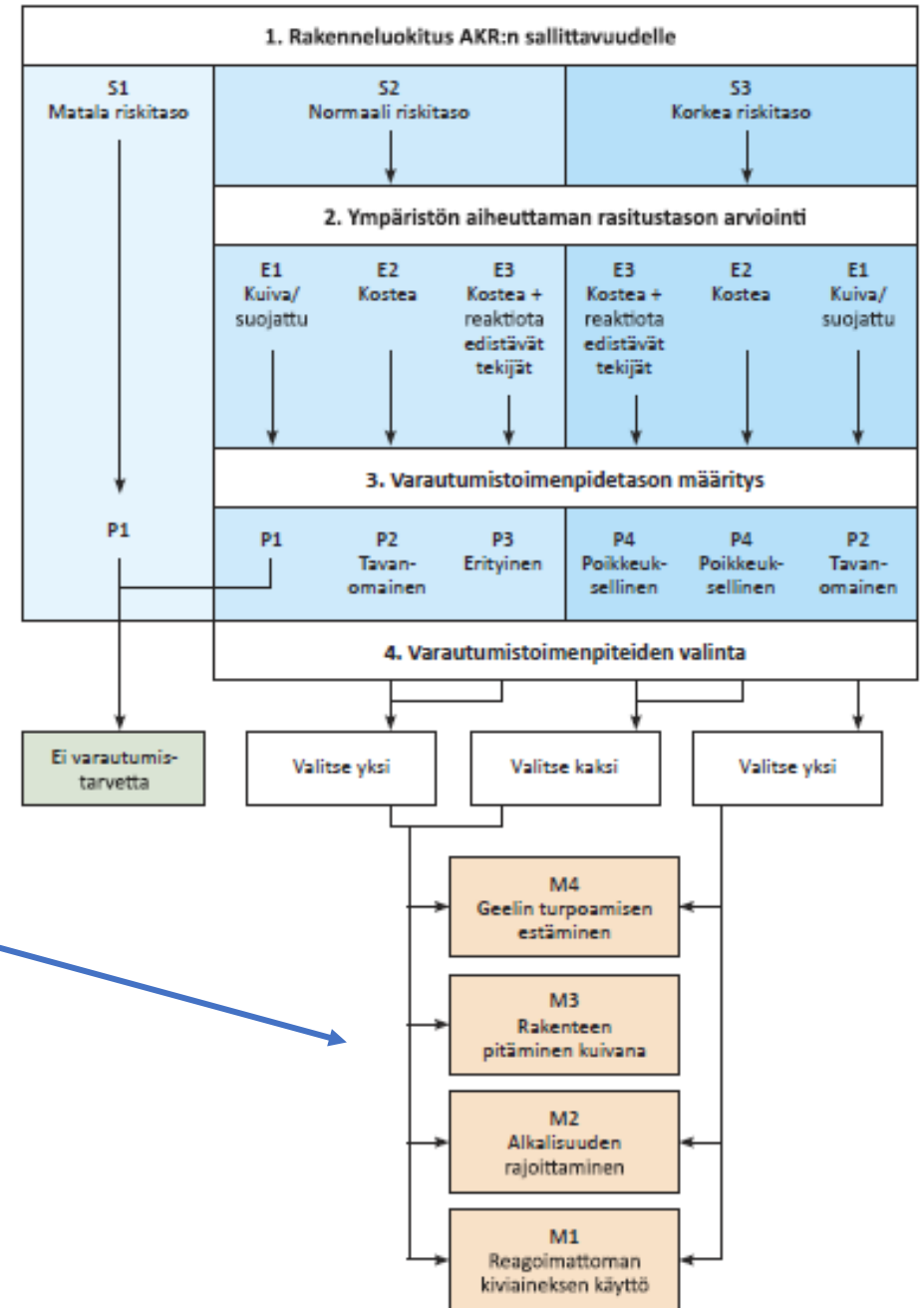
AKR:n välttäminen

Betonirakenteiden vastaava rakennesuunnittelija määrittää rakenteen rakenneluokan AKR:n sallittavuuden suhteen yhteistyössä tilaajan ja pääsuunnittelijan kanssa.

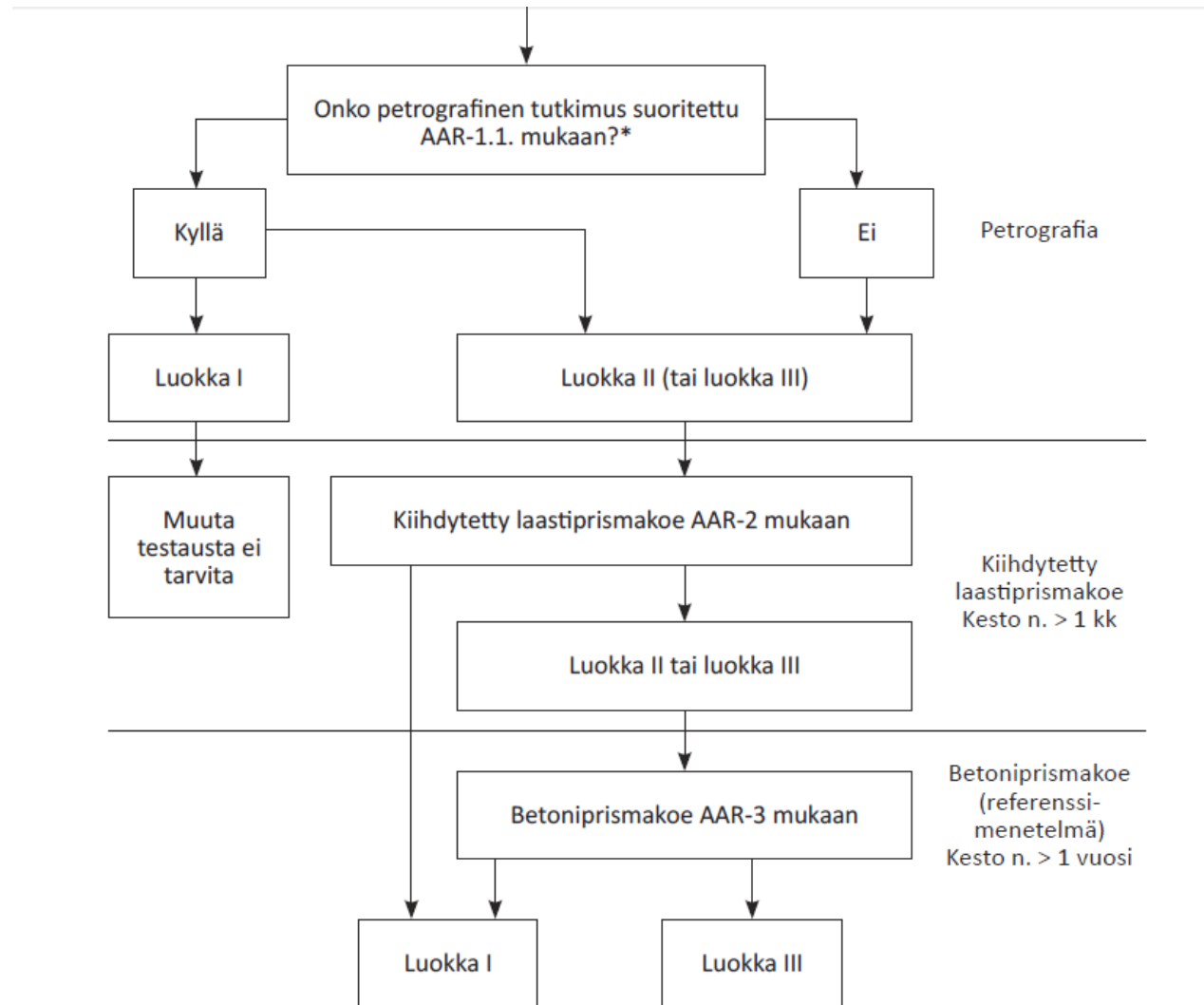
Luokan valintaan vaikuttavat rakenteen vaurioitumisesta aiheutuvat kustannukset sekä rakennettavuus- ja turvallisuustarkastelut. Luokkaa S3 käytettävä vain harkiten.

Uusissa betonirakenteissa alkali-kiviainesreaktion ennalta ehkäisemiseen on käytettävissä neljä menetelmää.

Aivan kaikki menetelmät eivät sovellu jokaisen betonirakenteen yhteydessä käytettäväksi. Soveltuvat menetelmät tulee ratkaista aina tapauskohtaisesti.



Kiviaineksen luokittelun ja testauksen periaate



* Jos petrografista tutkimusta ei ole tehty AAR-1.1:n mukaan, oletetaan kiviaineen kuuluvan Luokkaan II (tai Luokkaan III)

Ohjeet

- *By 74* täydentää ohjetta *By 43*
Betonin kiviainekset
- HUOM! Kansallisen soveltamisstandardin *SFS 7003 Betonikiviaineksilta eri käyttökohteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot* mukaan alkalireaktiivisuutta ei saa esiintyä.
- Euroopassa ei ole toistaiseksi harmonisoitua luokittelua alkalireaktiivisuuden osalta.



AKR -vertailukokeet

BY:n *Betoni- ja kiviainepetrografia* -toimikunta järjesti AAR-1.1 (Petrografinen analyysi) -vertailukokeen 2021

Kyseessä (tiedettävästi) ensimmäinen Suomessa järjestetty usean testauslaitoksen (5 kpl) välinen vertailu kiviaineksen alkali-kiviainesreaktiopotentiaalin määrittämisestä. Työryhmällä ei tiedossa vastaavia edes aiempia kahden testauslaitoksen välisiä vertailuja

Vertailukoe onnistui varsin hyvin:

- Vertailu osoitti, että menetelmä toimii suunnitellulla tavalla jopa erityisen haastavien näytteiden kohdalla
- Vertailukokeen tulosten ja havaintojen perusteella havaittiin kehitystä ja pientä täsmennystä vaativia kohtia menetelmäohjeeseen.

Suunnitelmissa järjestää uudelleen (2024?)

Kesällä 2023 käynnissä vertailukoe AAR-2 (laastiprismatesti) -menetelmälle



Kiitos! Kysymyksiä?

Kuva: Afry (Vahanen RF)

1 mm