

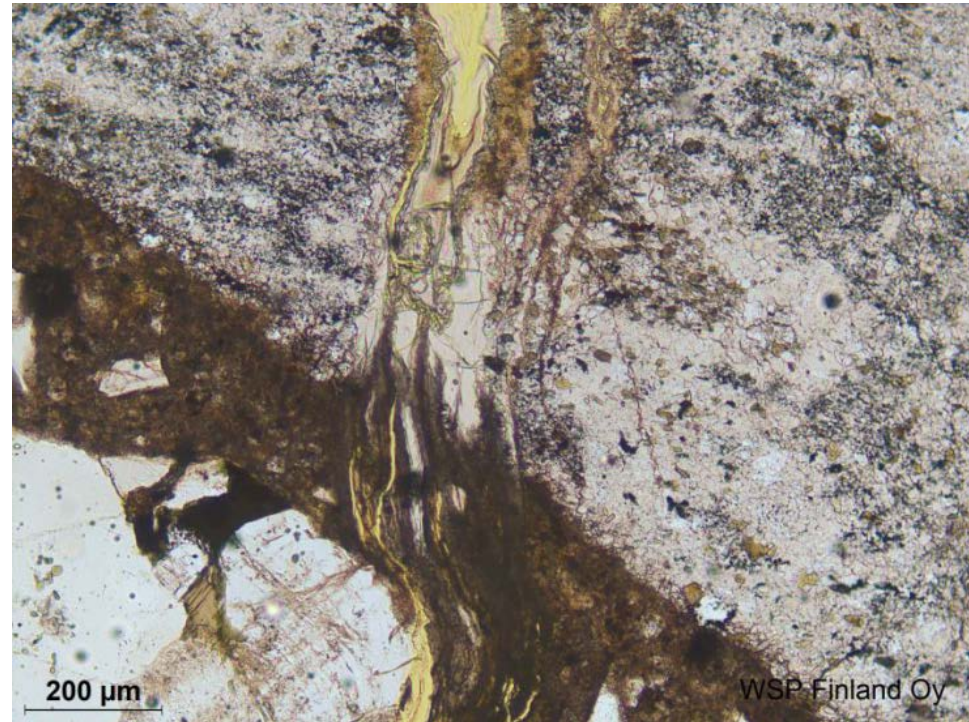
AKR KANSALLINEN OHJE

JUKKA LAHDENSIVU

KANSALLISET OHJEET ALKALI-KIVIAINESREAKTION HALLITSEMISEKSI BETONIRAKENTEISSA

Sisältö:

- Taustaa ilmiöstä
- Riskiluokitus
- Varautumistoimet
- Miten tästä eteenpäin?



ALKALIKIVIAINESREAKTIO

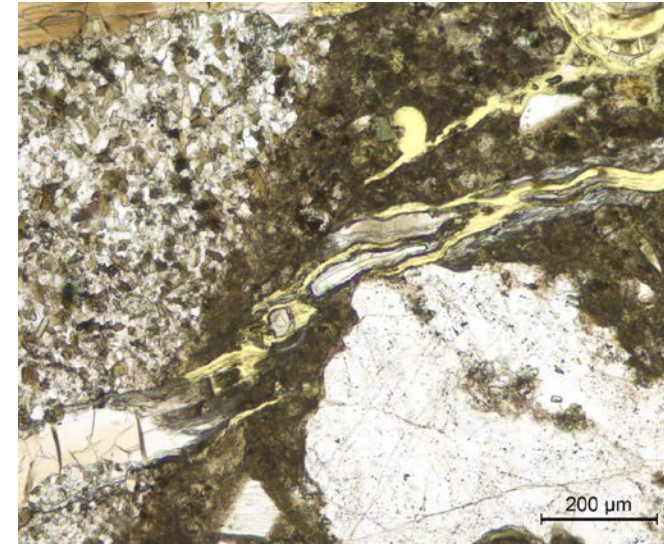
Miltä se näyttää?



Metrolinjan pilari
Örestad, Kööpenhamina



Vetokoekappale
Hervannan uimahalli



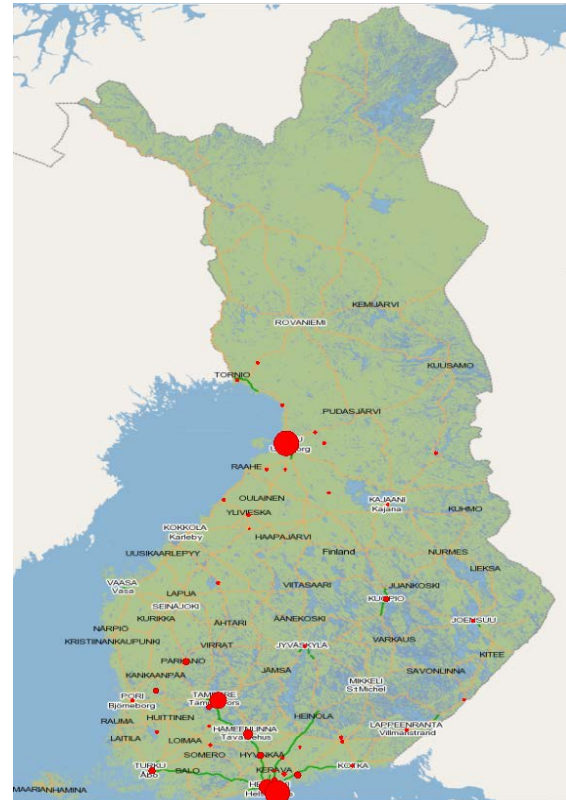
Ohuthie
Koestus T&T Oy

ALKALIKIVIAINESREAKTIO

Missä sitä on havaittu?



Vahanen Oy



Ramboll & Koestus Oy



VTT



OHJEEN TARKOITUS JA KÄYTTÖALA

Ohjeen tavoitteena on antaa ohjeistusta alkali-kiviainesreaktion (AKR) välttämiseen uudisrakentamisessa sekä ohjeistusta olemassa olevien betonirakenteiden AKR-riskin tunnistamiseen sekä rakenteiden korjaamiseen. Ohjeessa käsitellään:

- kiviainesten reaktiivisuutta ja niiden testaamista
- alkali-kiviainesreaktiota ja millaisia vaikutuksia sillä on betonirakenteiden säilyvyyteen
- miten alkali-kiviainesreaktio voidaan välttää uudisrakentamisessa
- miten reaktiivisen kiviaineksen kanssa voidaan toteuttaa betonirakenteita turvallisesti
- miten AKR tunnistetaan ja reaktiosta kärsiviä betonirakenteita on mahdollista korjata.



OHJEEN TARKOITUS JA KÄYTTÖALA

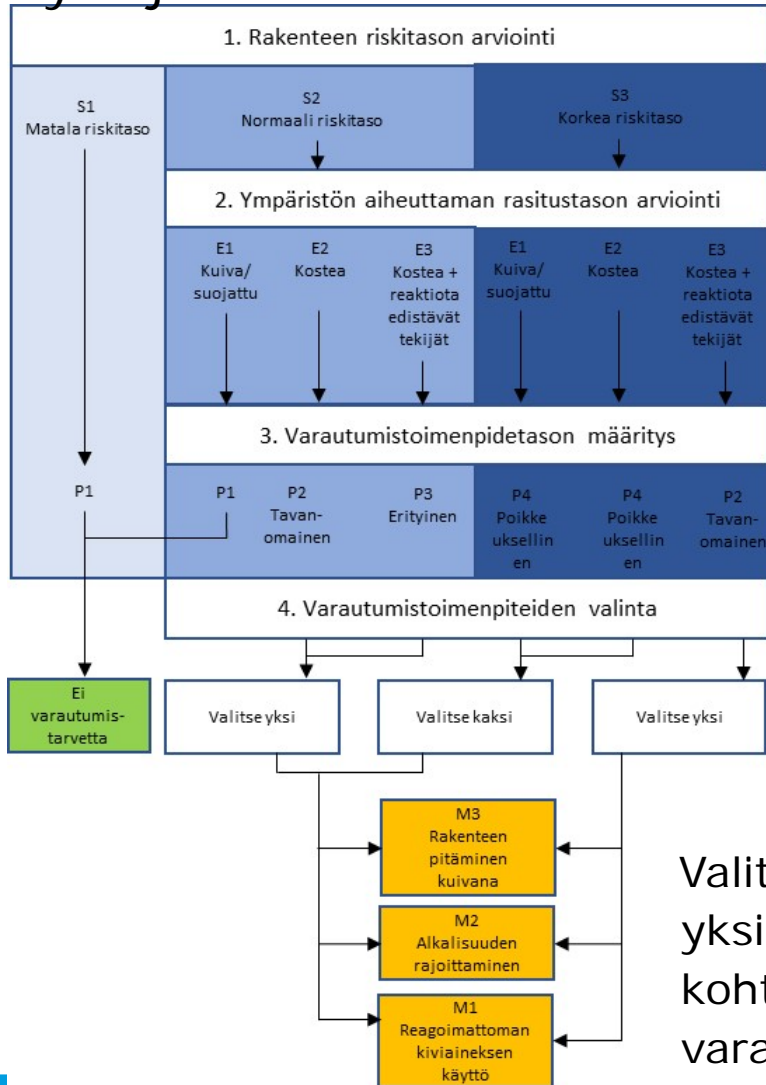
Ohje pohjautuu RILEM (International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures) ohjeeseen AAR-7.1 ja kiviainesten testaaminen AAR-2 ja AAR-3

Reaktiivisen kiviaineksen käyttö perustuu muiden Pohjoismaiden kokemuksiin ja ohjeiden soveltamiseen.

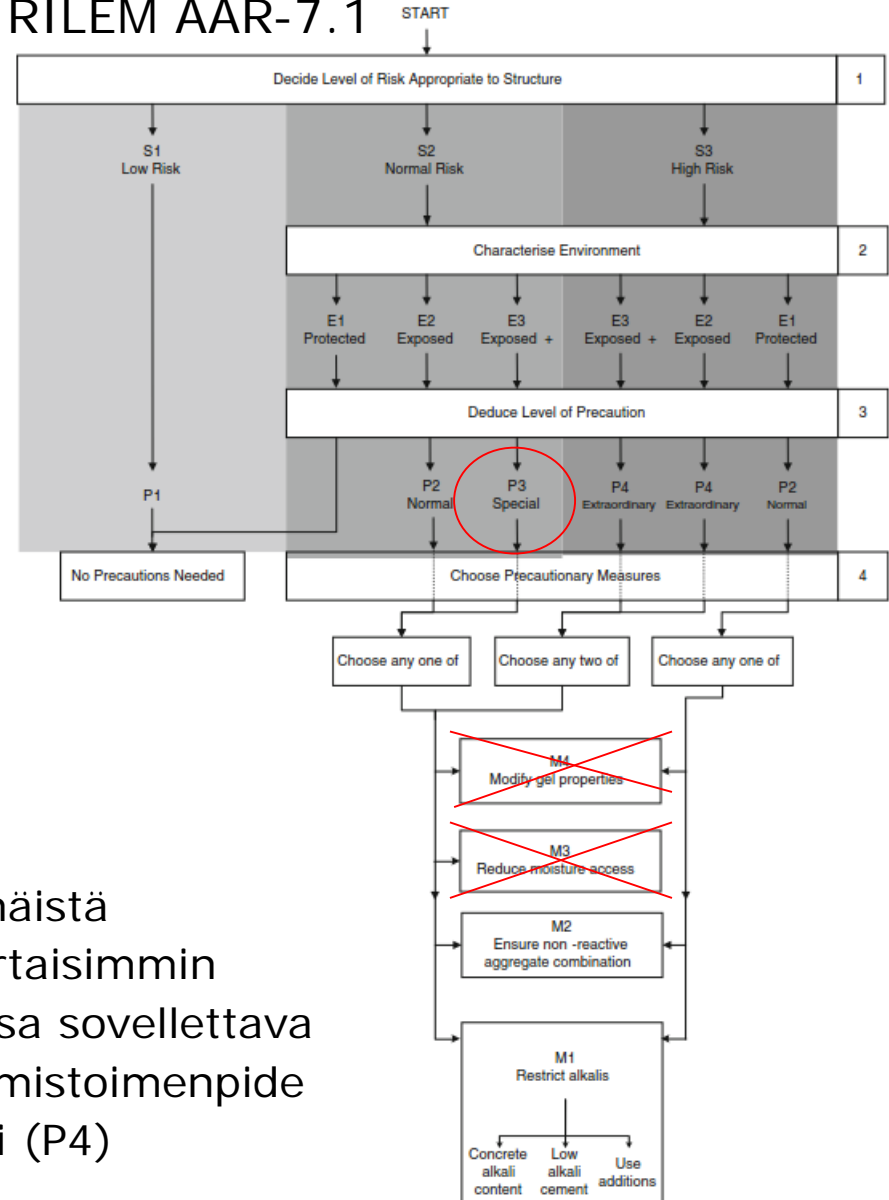
Ohje täydentää julkaisua *by 43 Betonin kiviainekset 2018*.

ARVIOINTI-, TESTAUS- JA VARAUTUMISPROSESSI

by ohje



RILEM AAR-7.1



Valitse näistä yksinkertaisimmin kohteessa sovellettava varautumistoimenpide tai kaksi (P4)

RISKILUOKITUS

Riskiluokka	Vaurioitumisen seuraukset	AKR:n hyväksyttävyys rakenteessa	Esimerkkejä rakenteista
S1	Vaikutukset turvallisuuteen, taloudellisuuteen tai ympäristöön pieniä tai mitättömiä	Vähäistä AKR:n aiheuttamaa heikentymistä sallitaan (esim. betonin vetolujuus on alentunut)	<ul style="list-style-type: none">Betonirakenteet rakennusten lämpimissä ja kuivissa sisätiloissaRakenteen käyttöikä < 25 vuotta (tilapäiset rakenteet)Dynaamisesti kuormitetut perustukset, joiden käyttöikä < 25 vuotta (esim. tuulivoimaloiden perustukset)Helposti vaihdettavat rakennusosatMatalat enintään kaksikerroksiset asuinrakennukset (alhaiset kuormat)
S2	Joitakin vaikutuksia turvallisuuteen, taloudellisuuteen tai ympäristöön, jos betonissa merkittäviä vaurioita	Vähäistä AKR:n aiheuttamaa vaurioitumista sallitaan/on hallittavissa (ohuthieessä havaittavaa)	<ul style="list-style-type: none">Normaali suunnittelukäyttöikä (50-100 vuotta)<u>Suurin osa rakenteista</u>Vedeneristetyt lämminvesialtaatMuut vesialtaat ilman vedeneristystäTavanomaiset sillat vähäliikenteisillä väylillä
S3	Vakavia vaikutuksia turvallisuuteen, taloudellisuuteen tai ympäristöön, jos betonissa vaurioita	Merkittävää vaurioitumista ei sallita	<ul style="list-style-type: none">Pitkä suunnittelukäyttöikä (100 vuotta tai yli)Ydinturvallisuuden ja väestön suojeluun liittyvät rakenteetPadot, tunnelit, tärkeät sillatPaalut, maanalaiset perustukset, muut vaikeasti korvattavat rakenteetRakenteet, joiden vaurioitumista ei voida sallia

YMPÄRISTÖN AIHEUTTAMA RASITUS

Luokka	Kuvaus	Betonin ympäristö ja esimerkkejä rakenteista
E1	Kuiva, betoni on suojattu kosteudelta	<ul style="list-style-type: none">• Kuivissa sisätiloissa olevat betonirakenteet
E2	Betoni altistuu kosteusrasituk selle	<ul style="list-style-type: none">• Sisätiloissa olevat betonirakenteet, jossa korkea kosteuspitoisuus, kuten pesulat, uimahallit, prosessiteollisuuden rakenteet• Betoni altistuu ulkopuoliselle kosteudelle, 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), kuten paksut siltakannet, maata vasten valetut ja yläpinnasta tiiviisti pinnoitetut rakenteet, jne.
E3	Betoni altistuu kosteusrasituk selle sekä reaktiota edistäville tekijöille	<ul style="list-style-type: none">• Ulkona oleva betonirakenne altistuu jäänsulatusaineille• Betoni altistuu toistuvalla meriveden aiheuttamalle kastumiselle ja kuivumiselle tai suolasumulle, kuten maanteiden siltojen pystyrakenteet, laiturirakenteet, jne.• Betoni altistuu märkänä toistuvilla jäätymissulamissykleille• Betoni altistuu märkänä pitkään korkealle lämpötilalle

ALKALI-KIVIAINESREAKTION VARAUTUMINEN UUSISSA BETONIRAKENTEISSA

Rakenteen riskiluokka (taulukko 1)	Ympäristön aiheuttama rasitus (taulukko 2)		
	E1	E2	E3
	Betonirakenteen varautumistaso		
S1	P1	P1	P1
S2	P1	P2	P3 (P1) ¹
S3	P2 (P1) ²	P4 (P2) ³	P4

- 1) Pysäköintilaitokset altistuvat tyypillisesti vain osittain joiltakin osin ajoneuvojen mukanaan tuomille jäänsulatussuoloille, joten voidaan harkita myös varautumistasoa P1
- 2) Kuivissa sisätiloissa olevissa rakenteissa voidaan harkita varautumistasoa P1, jos olosuhteet pysyvät kuivina koko suunnitellun käyttöiän myös rakennuksen toimintojen muuttuessa
- 3) Paaluille ja perustuksille riittää yleensä tavanomainen varautuminen. Jos ne altistuvat myös klorideille, varautumistaso on P4.

ALKALI-KIVIAINESREAKTION VARAUTUMINEN UUSISSA BETONIRAKENTEISSA

P1 – Ei etukäteisvarautumista AKR:ta vastaan

Varautumistasossa P1 olevat rakenteet ovat suunnittelukäyttöältään hyvin lyhyitä (< 25 vuotta) tai käyttöiän ollessa tavanomainen (50 vuotta) vaikutukset rakenteen turvallisuuteen ovat vähäisiä.

P2 – Tavanomainen varautuminen

Varautumistasossa P2 olevat rakenteet ovat suunnittelukäyttöältään tavanomaisia (50 vuotta) ja vaikutukset rakenteen turvallisuuteen ovat vähäisiä.

Varautumistasossa P2 betonirakenteiden suunnittelussa ja toteutuksessa tulee toteuttaa yksi varautumistoimenpide rakenteen riskiluokan ollessa S2.

P3 – Erityinen varautuminen

Varautumistasossa P3 olevat rakenteet ovat suunnittelukäyttöältään tavanomaisia (50 vuotta) ja vaikutukset rakenteen turvallisuuteen ovat vähäisiä.

Varautumistasossa P3 betonirakenteiden suunnittelussa ja toteutuksessa tulee toteuttaa yksi varautumistoimenpide rakenteen riskiluokan ollessa S2. Varautumisessa tulee ottaa huomioon erityisesti toistuva kastuminen ja kuivuminen.

P4 – Poikkeuksellinen varautuminen.

Poikkeuksellista varautumista (taso P4) tarvitaan vain sellaisissa rakenteissa, vaurioitumisen seuraukset ovat vaikeasti korjattavia tai vaurioitumista ei voida sallia ollenkaan. Varautumistason P4 rakenteiden suunnittelukäyttöikä on vähintään 100 vuotta tai jopa enemmän ja ne liittyvät usein henkilö- tai ydinturvallisuuteen, suuriin moottoritie- ja vesistösiltoihin, patoihin, tunneleihin, jne.

Varautumistasossa P4 betonirakenteiden suunnittelussa ja toteutuksessa tulee toteuttaa vähintään kaksi varautumistoimenpidettä.

VARAUTUMISTOIMENPITEET

Neljä eri tyyppistä menetelmää:

- M1 – Reagoimattoman kiviaineksen käyttäminen betonin kiviaineksessa
- M2 – Betonin huokosveden alkalisuuden rajoittaminen
- M3 – Betonirakenteen pitäminen kuivana
- M4 – Lisäaineet

VARAUTUMISTOIMENPITEET

M1 – Reagoimattoman kiviaineksen käyttäminen betonin kiviaineksessa

1. Kiviainesten petrografinen luokitus

Luokka I – Erittäin epätodennäköisesti alkali-kiviainesreaktiivinen

Luokka II – Tuntematon alkali-kiviainesreaktiivisuus

Luokka III – Todennäköisesti alkali-kiviainesreaktiivinen

2. Kiihdytetty prismakoe

RILEM AAR-2 mukaan

arvostelu 28 vrk testauksen jälkeen

3. Betoniprismakoe

RILEM AAR-3 mukaan

arvostelu 52 viikon testauksen jälkeen

VARAUTUMISTOIMENPITEET

M2 – Betonin huokosveden alkalisuuden rajoittaminen

Betonin huokosveden alkalisuutta voidaan rajoittaa seuraavin keinoin:

- betonin alkalipitoisuutta rajoittamalla
- käyttämällä alhaisalkalisementtiä
- käyttämällä sementtiä korvaavia sideaineita

Eri menetelmille on esitetty raja-arvoja

VARAUTUMISTOIMENPITEET

M3 – Betonirakenteen pitäminen kuivana

Soveltuu menetelmäksi, mikäli rakenteeseen voidaan asentaa vedeneristys

EI SOVELLU:

- Veden kanssa kosketuksissa olevissa rakenteissa, kuten perustuksissa, paaluissa, padoissa, jne.
- Usein myös massiiviset betonirakenteet, jotka altistuvat ulkoilman rasituksille, kuten sillat, laiturit, jne.

Tällaisissa rakenteissa ensisijainen suojautuminen alkali-kiviainesreaktiota vastaan on oltava jokin muu kuin rakenteen kuivana pitäminen.

VARAUTUMISTOIMENPITEET

M4 – Lisäaineet

Lisäaineiden käytöstä/soveltuvuudesta ei ole vielä esitystä ohjeluonnoksessa.

AKR OLEMASSA OLEVISSA RAKENTEISSA

AKR:n mahdollinen esiintyminen tulee tutkia ainakin seuraavista rakenteista:

- sillat
- uima-altaat
- vesitornien altaat
- jätevesialtaat ja muut vesialtaat
- prosessiteollisuuden altaat ja muut betonirakenteet, joissa korkea kosteusrasitustaso
- laiturit ja muut satamarakenteet
- padot

Ohjeistusta

- kuntotutkimukseen AKR epäilyissä
- vaurion ja vaurioasteen tunnistamiseen
- vaurion merkityksen arviointiin
- korjaustavan valintaan

YHTEENVETO

Ohjeistus perustuu RILEMin suositukseen AAR-7.1

Tavanomaisissa rakenteissa, joiden suunnittelukäyttöikä on 50 vuotta, tai yleisesti kuiviin sisätiloihin tulevissa betonirakenteissa, AKR:n mahdollisuutta ei tarvitse ottaa huomioon.

Betoniin valittavalle kiviainekselle tehtävä petrografinen tarkastelu, jotta varmistutaan sen soveltuvuudesta AKR-riskikohteisiin.

AKR:n mahdollisuuteen tulee varautua erityisesti silloissa, paaluissa, satamarakenteissa ja muissa jatkuvalla korkealle kosteusrasitukselle altistuvissa betonirakenteissa.

AKR:n aiheuttamiin vaurioihin tulee varautua vanhoissa rakenteissa, jotka altistuvat pitkäaikaisesti korkealle kosteuspitoisuudelle.

KIITOS. KYSYMYKSIÄ?



Työryhmä:

Jarkko Klami, Eurofins Expert Services

Jukka Lahdensivu, Ramboll Finland Oy

Hannu Pyy, Vahanen Rakennusfysiikka Oy

Markku Leivi ja Tapio Vehmas, VTT

Markku Äijälä, Väylävirasto

Tomi Tolppi, Vesa Kontio, Sakari Alaoja, Labroc Oy

Johanna Tikkanen, Tarja Merikallio, Betoniyhdistys