



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETO
STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ IR KONSTRUKCIJŲ
TYRIMŲ CENTRAS**
Studentų g. 48, LT - 51367 Kaunas

**BETONO ŠARMINĖS
KOROZIJOS (BŠK)
NUSTATYMO
METODIKA BŠK-1/2016**

Pirmasis leidimas, 2016 m. gruodis

BETONO ŠARMINĖS KOROZIJOS (BŠK) NUSTATYMO METODIKA

TEST METHOD FOR DETERMINING ALKALI-SILICA REACTION (ASR) OF CONCRETE

Kauno technologijos universitetas, 2016

Visos bandymo metodikos ar jos dalių jokiais formomis ar priemonėmis negalima perspausdinti, dauginti ir platinti be raštiško KTU SMKTC leidimo.

PARENGĖ: Kauno technologijos universitetas
Statybinių medžiagų ir konstrukcijų tyrimų centras
Technikos vadovas Algirdas Augonis

TVIRTINU: Kauno technologijos universitetas
Statybinių medžiagų ir konstrukcijų tyrimų centras
Direktorius Ernestas Ivanauskas

Principas:

Betono šarminė korozija (toliau tekste BŠK) įvyksta betono konstrukcijose ar jos elementuose dėl užpilduose pasitaikančių amorfinio SiO_2 turinčių dalelių reakcijos su iš cemento hidratacijos metu išsiskiriančiais šarmais (ar patenkatiems papildomai iš aplinkos, pvz. nutekėjimai gamyklose, plovyklose ir t.t.). Ši reakcija įvyksta tik esant pakankamai didelei drėgmei. Visame pasaulyje BŠK įvertinimas atliekamas pagal nacionalinius standartus ar rekomendacijas, kadangi šios betonui žalingos korozijos pobūdis skirtingose šalyse labai skiriasi, nes skiriasi užpildų geologinė sudėtis ir cementai. Lietuvoje BŠK įvyksta pažeisdama betono paviršių lokaliuose vietose, t.y. betonas įskyla ar atšoksta ties reaktyviu užpildu (anglų kalba toks pažeidimų pobūdis vadinamas „pop out“). Natūraliai aptinkama BŠK Lietuvoje dažniausiai pažeidžia betonines pramonines grindis (dažnai automobilių stovėjimo aikštelėse) ir sienines plokštes per maždaug 0,5-5 metus nuo eksploatacijos pradžios. Todėl pateikta bandymo metodika yra labai panaši į RILEM AAR-4.1 (RILEM RECOMMENDED TEST METHOD: AAR-4.1. Detection of potential alkali-reactivity – 60°C test method for aggregate combinations using concrete prisms.) bandymo metodiką, kuri leidžia nustatyti BŠK betoniniuose bandiniuose pagreitintu būdu (per 20 savaičių).

Pagal šią bandymo metodiką siekiant nustatyti ar gamintojo pateikta betono sudėtis yra atspari BŠK, suformuoti betono bandiniai yra laikomi sočiųjų garų aplinkoje apie 60 °C temperatūroje. Po 5, 10, 15 ir 20 savaičių yra matuojami bandinių ilgio pokyčiai ir vizualiai įvertinamas jų paviršius pagal žemiau pateiktus kriterijus.

1 Taikymo sritis

Šis metodas yra taikomas nustatant įvairių betono sudėčių bandinių atsparumą betono šarminei korozijai, kuris skirtas eksploatuoti natūraliose lauko sąlygose arba viduje esant drėgmei.

P.S. jei betonas eksploatuojamas padengiant epoksido danga ar vietovėse, kur gali papildomai į jį patekti šarmų, šis metodas gali būti adaptuojamas suderinus su užsakovu (pvz.: bandant su didesniu šarmų kiekiu, bandant bandinius padengus epoksido danga ir t.t.).

2. Nustatymo būdas

Suformuoti betono bandiniai su plieniniais reperiais galuose yra sudedami į izotermine išlaikymo kamerą veikiant juos sočiųjų garų aplinka esant 60 °C temperatūrai (± 5 °C).

3. Terminai ir apibrėžimai

Santykinė plėtimosi deformacija E_5 , E_{10} , E_{15} , E_{20} – tai betono bandinių deformacija procentine išraiška atitinkamai po 5, 10, 15 ir 20 savaičių išlaikymo sočiųjų garų aplinkoje.

Masės pokytis W_5 , W_{10} , W_{15} , W_{20} – tai betono bandinių masės pokytis procentine išraiška atitinkamai po 5, 10, 15 ir 20 savaičių išlaikymo sočiųjų garų aplinkoje.

Lokalūs paviršiaus atšokimai – tai vizualiai aptikti betono bandinių paviršiaus pažeidimai po 20 savaičių išlaikymo sočiųjų garų aplinkoje. Skaičiuojamas pažeidimų kiekis visų šešių bandinių paviršiaus plote.

Tamsių dėmių kiekis - tai vizualiai aptikti tamsūs nubėgimai ar dėmės betono bandinių paviršiuje po 20 savaičių išlaikymo sočiųjų garų aplinkoje. Skaičiuojamas dėmių ar nubėgimų kiekis visų šešių bandinių paviršiaus plote.

Baltų dėmių kiekis - tai vizualiai aptikti balti nubėgimai ar dėmės betono bandinių paviršiuje po 20 savaičių išlaikymo sočiųjų garų aplinkoje. Skaičiuojamas dėmių ar nubėgimų kiekis visų šešių bandinių paviršiaus plote.

Makro plyšiai – tai vizualiai aptikti matomi plyšiai betono bandiniuose po 20 savaičių išlaikymo sočiųjų garų aplinkoje.

4. Įranga ir prietaisai

Formos: prizmių formavimui naudojamos metalinės formos $(75\pm 5)\times(75\pm 5)\times(250\pm 50)$ mm. Prizmių galų centruose yra išgręžtos skylės reperų fiksavimui.

Deformacijų matuoklis: betoninių prizmių plėtimosi ar traukimosi deformacijoms matuoti, naudojamas deformacijų matuoklis (Testing GmbH modelis), kurio padalos vertė 0,001 mm (žr. 1 pav.).



1 pav. Betono bandinių ilgio pokyčių matavimo prietaisas

Betono mišinio sumaišymo ir sutankinimo įranga: tyrimuose naudojama betono mišinio sumaišymo maišyklė tinkama sumaišyti mišinius pagal LST EN 480-1 standarto reikalavimus, o naudojamas vibravimo staliukas tenkina LST EN 12390-2 standarto reikalavimus.

P.S. Pagal susitarimą su užsakovu, suformuotus bandinius su reperiais į KTU SMKTC laboratoriją gali pristatyti pats užsakovas.

Izoterminio išlaikymo kamera: naudojama sandari izoterminio išlaikymo kamera, kurios viduje palaikomas 35 ± 15 mm vandens lygis. Betono prizmės sudedamos vertikaliai ant armatūros tinklo, 15 ± 5 mm virš vandens. Izoterminio išlaikymo kameroje palaikoma $60^\circ \pm 5^\circ\text{C}$ temperatūra ir santykinė drėgmė artima 100%.

Svarstyklės: Užsakovui pageidaujant nustatyti betoninių prizmių masės nuostolius ar prieaugį išlaikant bandinius izoterminėje kameroje, matavimai atliekami naudojant 0,1 g. tikslumo svarstykles.

5. Kietėjimo sąlygos

Suformuotos prizmės kietinamos 24 ± 1 h bandinių saugojimo patalpoje, kurioje palaikoma $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ir užtikrinama >90 % drėgmė, (ši drėgmė užtikrinama uždengiant suformuotus bandinius drėgnu audeklu ir hidroizoliuojant juos polietilenu plėvele).

P.S. jei suformuotus bandinius pristatė užsakovas, prieš bandant, bandiniai tiesiog išlaikomi 24 ± 2 h vandens vonioje, kurioje palaikoma $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ temperatūra, ir tik tada atliekami matavimai juos išėmus iš vandens.

6. Matavimo aplinka

Matavimai atliekami patalpoje, kurioje palaikoma $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ temperatūra. Pirminiai kontroliniai matavimai atliekami praėjus 24 ± 1 h po bandinių suformavimo, prieš matavimus dar 30 minučių mirkant vandenyje (išskyrus tuos atvejus, kai bandinius pristatė užsakovas). Bandiniai po 5, 10, 15 ir 20 savaičių laikymo izoterminėje kameroje atvėsunami 24 ± 2 h vandens vonioje, kurioje palaikoma $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ temperatūra, ir tik tada atliekami matavimai juos išėmus iš vandens. Po matavimų betono bandiniai nedelsiant sudedami į izoterminę kamerą.

7. Bandymas

Pagal užsakovo nurodytą betono sudėtį viso turi būti suformuotos (arba pristatytos) šešios betono prizmės $(75 \pm 5) \times (75 \pm 5) \times (250 \pm 50)$ mm su reperiais naudojant užsakovo nurodytas arba pristatytas medžiagas.

Po 24 ± 1 h kietėjimo, prizmės išformuojamos ir sudedamos į vandenį, kurio temperatūra $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, išlaikant jas vandenyje 30 ± 5 min. Išėmus bandinius iš vandens ir nusauginus jo paviršių, nustatomas prizmių svoris W_0 (0,1 g tikslumu) ir prizmių ilgis L su rulete (1mm tikslumu), bei jų pradinis ilgis C_0 (0,001mm tikslumu).

Atlikus kontrolinius matavimus bandiniai sudedami į izoterminio išlaikymo kamerą. Po 5, 10, 15, 20 savaičių, prizmės išimamos iš izoterminio išlaikymo kameros ir kuo skubiau įdedamos į vandenį, kurio temperatūra $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ir išlaikomos jame 24 ± 1 h. Po to išimamos iš vandens ir vizualiai patikrinamos ar nėra įtrūkimų, bei nustatomas jų masės pokytis W_5 , W_{10} , W_{15} , W_{20} , ir ilgio pokytis C_5 , C_{10} , C_{15} , C_{20} .

Pagal gautus rezultatus kiekvienam betono bandiniui yra apskaičiuojami santykiniai deformacijų (E) ir masės (X) pokyčiai pagal pateiktas formules:

$$E_n = \frac{C_n - C_0}{l} \times 100;$$

kur:

E_n – prizmių santykinų deformacijų pokytis (%) po 5, 10, 15 ar 20 savaičių laikymo izoterminio išlaikymo kameroje;

C_0 – pradinė deformacijų prietaiso matuoklio vertė (mm) matuojant prizmes;

C_n – deformacijų prietaiso matuoklio vertės (mm) matuojant prizmes po 5, 10, 15 ar 20 savaičių laikymo izoterminio išlaikymo kameroje;

l – pirminis prizmių ilgis, mm.

$$X_n = \frac{W_n - W_0}{W_0} \times 100;$$

kur:

X_n – prizmių masės pokytis (%) po 5, 10, 15 ar 20 savaičių laikymo izoterminėje kameroje;

W_0 – pirminė prizmių masė, g;

W_n – pirminė prizmių masė, g po 5, 10, 15 ar 20 savaičių laikymo izoterminėje kameroje.

Taip pat apskaičiuojami santykinų deformacijų (E) ir masės (X) pokyčių vidurkiai.

8. Rezultatų vertinimas

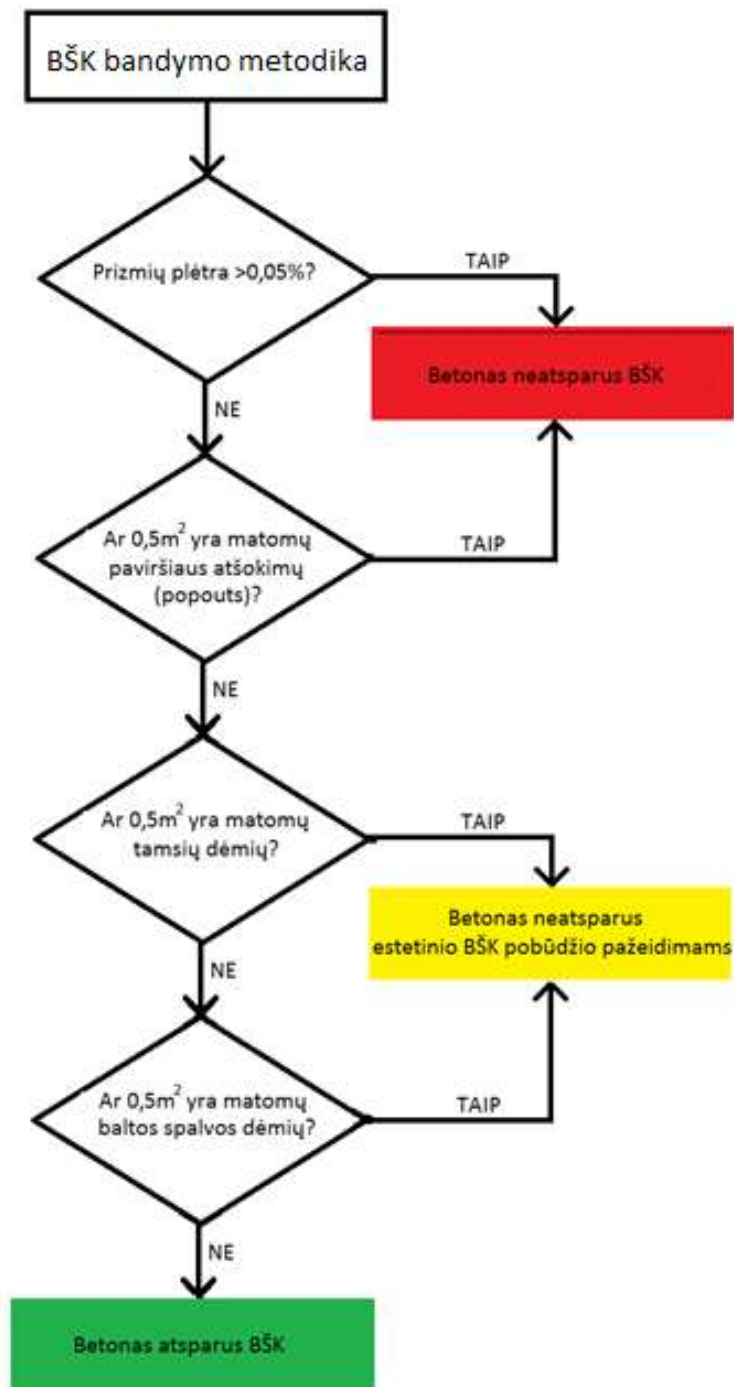
- 1) Po 20 savaičių išlaikymo izoterminėje kameroje vizualiai apžiūrimos visos šešių betono bandinių šoninės plokštumos (jos sudaro apytikriai 0,50 m² plotą). Atskirai užrašomas betono paviršiuje aptiktas tamsių bei baltų dėmių kiekis, lokalių BŠK židinių – *lokalių paviršiaus atšokimų* kiekis ir *makro plyšių* aptikimo atvejai.
- 2) Ribiniai BŠK vertinimo kriterijai po 20 savaičių išlaikymo izoterminėje kameroje:
 - a) *Vidutinė santykinė betono bandinių plėtimosi deformacija* $\leq 0,050\%$ (atskiram bandiniui $\leq 0,060\%$);
 - b) *Lokalūs betono paviršiaus atšokimai* – turi nebūti (0).
 - c) Tamsių dėmių kiekis betono paviršiuje – nėra;
 - d) Baltų dėmių kiekis betono paviršiuje – nėra;
 - e) *Makro plyšiai* – turi nebūti (0).
- 3) Betono sudėtis gali būti pripažinta atspari BŠK ir eksploatuotina Lietuvoje natūraliomis sąlygomis, jei visų šešių betono bandinių *plėtimosi deformacijos, makro plyšiai, tamsios ar baltos dėmės* ir *lokalūs paviršiaus atšokimai* neviršija 8 skyriaus 2 punkte nurodytoms vertėms.

Betono sudėtis gali būti pripažinta neatspari BŠK ir neeksploatuotina Lietuvoje natūraliomis sąlygomis, jei visų šešių betono bandinių *plėtimosi deformacijos, makro plyšiai ir lokalūs paviršiaus atšokimai* viršija 8 skyriaus 2 punkte nurodytoms vertėms.

Betono sudėtis gali būti pripažinta atspari BŠK, tačiau neatspari estetinio BŠK pobūdžio pažeidimams, jei visų šešių betono bandinių *plėtimosi deformacijos, makro plyšiai ir lokalūs paviršiaus atšokimai* neviršija 8 skyriaus 2 punkte nurodytoms vertėms, tačiau jo bandinių paviršiuje yra aptiktos tamsios arba baltos dėmės.

BŠK vertinimo algoritmas parodytas 2 pav.

Bandymo rezultatai ir jų vertinimas yra surašomi į bandymo protokolą. Protokole turi būti nurodyta betono sudėtis ar jo kodas, taip pat bandinių plėtimosi deformacijos, lokalių betono paviršiaus atšokimų kiekis, baltų ar tamsių dėmių kiekis, bei makro plyšių kiekis. Pagal gautus rezultatus turi būti nurodytas betono bandinių vertinimas BŠK atžvilgiu.



2 pav. Betono bandinių BŠK vertinimo algoritmas