

2018 m. kovas

**Betono atsparumo Baltijos jūros aplinkos poveikiui bandymo
metodika**

Concrete testing. Resistance to Baltic sea environment exposure

Pratarmė

Šis dokumentas parengtas 2012 – 2017 m. VG TU Statybinių medžiagų katedroje (Statybinių medžiagų ir gaisrinės saugos katedroje) atliktų mokslinių tyrimų „Baltijos jūros aplinkos poveikis hidrotechnikos statinių betono ilgaamžiškumui“ (G. Skripkiūnas, R. Lebedeva) pagrindu.

Betono atsparumo Baltijos jūros aplinkos poveikiui bandymo metodika

Concrete testing. Resistance to
Baltic sea environment (BSE)
exposure

Prüfung von Festbeton -
Widerstand gegen die Ostsee-
Umwelt (OSU) Exposition

Ši techninė specifikacija yra VGTU Statybinių medžiagų katedroje (Statybinių medžiagų ir gaisrinės saugos katedroje) atliktų mokslinių tyrimų „Baltijos jūros aplinkos poveikis hidrotechnikos statinių betono ilgaamžiškumui“ (G. Skripkiūnas, R. Lebedeva) pagrindų paruoštos techninės specifikacijos VGTU SMGMI 2018-1 lietuviškoji versija.

Ši techninė specifikacija skirta naudoti hidrotechninio betono, naudojamo Klaipėdos jūrų uosto statiniams, kokybės kontrolei ir atitikties vertinimui.

Turinys

Įvadas	3
1 Taikymo sritis	4
2 Norminės nuorodos	4
3 Terminai ir apibrėžtys	4
4 Bandinių gamyba	5
5 Atsparumo Baltijos jūros aplinkos (BJA) poveikiui bandymas	6
5.1 Principas	7
5.2 Įranga	8
5.3 Bandinių ruošimas	9
5.4 Bandymo procedūra	10
6 Bandymo rezultatų išraiška	11
7 Bandymų ataskaita	12
8 Alternatyvūs metodo taikymo būdai	12
Bibliografija	12

Įvadas

Hidrotechnikos konstrukcijas iš betono ir gelžbetonio, eksploatuojamas Baltijos jūros pakrantėje, vienu metu veikia keliatas aplinkos poveikių, tokių kaip sudrėkimas ir išdžiūvimas kapiliarinių būdu, užšaldymas ir atšildymas, cheminis jūros vandens poveikis. Visi minėti aplinkos poveikiai sukelia betono destruktinius procesus, skatinančius betono paviršiaus irimą arba konstrukcijų pleišėjimą ir tūrinį suirimą. Tokių eksploatacijos sąlygų veikiamos betono konstrukcijos turi būti ilgaamžės, pakankamai atsparios šiems poveikiams ir pakankamai ilgai tarnauti be renonto. Betono atsparumas minėtiems poveikiams (atsparumas Baltijos jūros aplinkai) gali būti bandomas naudojant šioje techninėje specifikacijoje pateiktą bandymų metodiką.

Betono atsparumą Baltijos jūros aplinkos poveikiui pageidautina bandyti naujų sudedamųjų betono dalių arba naujos betono sudėties atvejais. Be to, tai gali būti taikoma betonavimo darbų kokybės bandymų metu arba atliekant ekspertizes. Šioje techninėje specifikacijoje pateiktas bandymo metodas gali būti taikomas prekinio betono mišiniams, betono gaminiams, surenkamojo gelžbetonio gaminiams ir konstrukcijoms arba statybos vietoje gaminamo ir naudojamo betono gaminiams.

Betono atsparumo Baltijos jūros aplinkos poveikiui bandymo metodas sukurtas kompleksiškai vertinti betono atsparumą šalčiui, druskų tirpalų poveikiui bei cheminiam druskų tirpalų poveikiui. Šis bandymo metodas neatkuria hidrotechninio betono eksploatacijos sąlygų Baltijos jūroje arba jos pakrantėje, tačiau įvertina pagrindinius tokiose eksploatacijos sąlygose atsirandančius betoną ardančius veiksnius. Reikalavimai betono atsparumui Baltijos jūros aplinkos sąlygoms turi būti susieti su praktine hidrotechnikos konstrukcijų situacija ir projektuojama tokių konstrukcijų eksploatacijos trukme. Toks bandymo metodas gali netikti sprendžiant, ar betono atsparumas yra pakankamas tam tikru specifiniu atveju, bet gali būti naudojamas palyginant skirtingų betonų atsparumą standartinėms aplinkos poveikio sąlygoms.

Hidrotechninio betono atsparumas aplinkos poveikiui gali būti vertinamas dviejų skirtingų atsirandančių pažaidų tipų analize, būtent atskilinėjimo (paviršiaus defektų) ir vidinės struktūrinės pažaidos (tūrinio irimo). Ši techninė specifikacija taikoma tik betono atsparumo atskilinėjimui, t.y. paviršinio irimo vertinimui.

1 Taikymo sritis

Šioje techninėje specifikacijoje aprašytas betono atsparumo atskilinėjimui dėl kartotinio užšaldymo ir atšildymo, įmirkius jį kapiliariniu būdu Baltijos jūros cheminę sudėtį atitinkančiame druskos tirpale, bandymas. Jis gali būti taikomas atliekant naujų betono sudedamųjų dalių arba naujos sudėties betono ir sudedamosios dalies arba betono sudėties parinkimo bandymus, taip pat betono sudėties apie kurią yra žinoma, kad jos eksploatacinės charakteristikos atitinka vietinę aplinką, palyginamuosius bandymus arba vertinti bandymo rezultatus juos lyginant su kai kuriomis absoliučiosiomis skaitinėmis vertėmis, pagrįstomis šiuo metu naudojamų bandymų duomenimis.

Ar galima ekstrapoliuoti bandymų rezultatus, norint įvertinti skirtingus betonus, t. y. naujas sudedamąsias dalis arba naujas betono sudėtis, turi įvertinti ekspertas.

Kai kuriais atvejais bandymo metodas gali netikti bandant specialius betonus, pvz., stiprųjį betoną arba vandeniu laidų betoną. Šiais atvejais gautą rezultatą būtina aiškinti ekspertui.

Veikiant kartotiniam užšaldymui ir atšildymui, atsiranda dviejų tipų betono pažaidos: atskilinėjimas ir vidinė struktūros pažaida. Vidinių struktūros pažaidų bandymo metodai yra aprašyti CEN techninėje ataskaitoje CEN/TR 15177 *Testing the freeze-thaw resistance of concrete - Internal structural damage (Betono atsparumo šalčiui bandymas. Vidinė struktūros pažaida)*.

2 Norminės nuorodos

Toliau nurodyti dokumentai yra būtini šiai techninei specifikacijai taikyti. Jei nuoroda datuota, taikomas tik nurodytas leidimas. Jei nuorodos be datų, galioja vėliausias nurodyto dokumento (įskaitant visus keitinius) leidimas.

EN 12390-2, *Testing hardened concrete - Part 2: Making and curing specimens for strength tests*.

ISO 5725 (visos dalys), *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results*.

EN 60751, *Industrial platinum resistance thermometer sensors (IEC 60751:1983+A1:1986)*.

3 Terminai ir apibrėžtys

Šioje techninėje specifikacijoje vartojami šie terminai ir apibrėžtys:

3.1

Baltijos jūros aplinkos (BJA) poveikis

gamtiniai ir eksploataciniai veiksniai, tokie kaip oro temperatūra, santykinis drėgnumas, druskingas vanduo, vėjo greitis, bangų aukštis, užšaldymo ir atšildymo ciklų skaičius bei kiti, veikiantys betoną, eksploatuojamą Baltijos jūros akvatorijoje ir pakrantėje

3.2

atsparumas Baltijos jūros aplinkos poveikiui

atsparumas kartotiniam užšaldymui ir atšildymui, įmirkius bandinį kapiliariniu būdu Baltijos jūros cheminę sudėtį atitinkančiame druskų tirpale

3.1

de **Ostsee-Umwelt (OSU) Exposition**

en **Baltic sea environment (BSE) exposure**

fr

3.2

de **Widerstand gegen die Ostsee-Umwelt Exposition**

en **resistance to Baltic sea environment exposure**

fr

3.3

atskilinėjimas

medžiagos atskilinėjimas nuo betono paviršiaus dėl kartotinio užšaldymo ir atšildymo druskos tirpale įmirkytoje būklėje

3.3

de **Abwitterung**

en **scaling**

fr

3.4

vidinė struktūros pažeida

betono paviršiuje nematomi įtrūkiai, dėl kurių pakinta betono savybės, pvz., mažėja dinaminis tampros modulis

3.4

de **innere Gefügestörung**

en **internal structural damage**

fr

4 Bandinių gamyba

Betono bandiniai ruošiami pagal EN 12390-2, išskyrus atvejus, kai detalės (pvz., kietėjimo) yra nurodytos 5.1, 5.3 ir 5.4 skyriuose. Betonas, kuriam tankinti reikalingas vibravimas, tankinamas ant vibravimo stalo. Užrašomos betono bandinių formavimo ir pradinio betono bandinių laikymo sąlygos: temperatūra ir drėgmė.

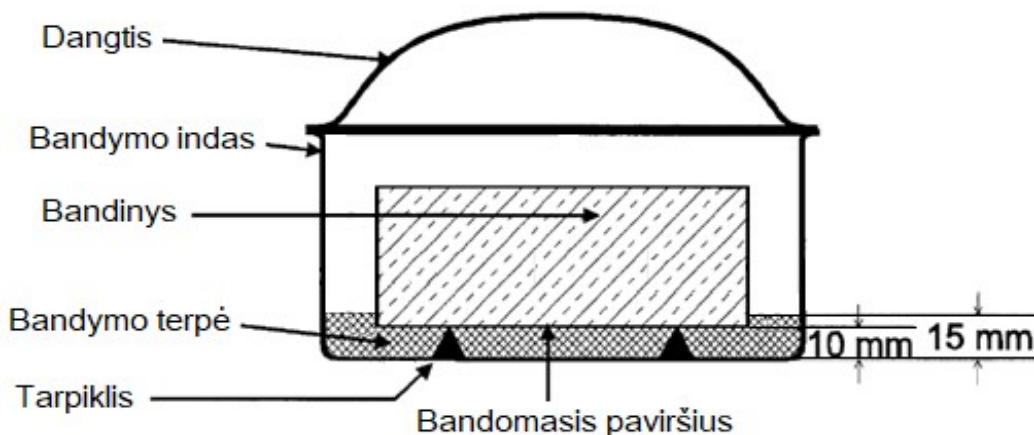
Didžiausias užpildo dalelių dydis D_{max} turi būti ne didesnis kaip viena trečioji formos kraštinės ilgio.

Betono bandiniai gali būti imami ir iš konstrukcijų arba gaminių.

5 Atsparumo Baltijos jūros aplinkos (BJA) poveikiui bandymas

5.1 Principas

Iš betono bandinių išpjauti plokštės formos bandiniai, bandomuoju paviršiumi į 5 mm gylį įmerkti Baltijos jūros vandens cheminės sudėties tirpalo sluoksnį (1 paveikslas), veikiami kartotiniu užšaldymu ir atšildymu. Atsparumas šalčiui įvertinamas matuojant medžiagos, atskilusios nuo plokštės bandomojo paviršiaus po 56 užšaldymo ir atšildymo ciklų, masę.



1 paveikslas. Atsparumo Baltijos jūros aplinkos (BJA) poveikiui bandymo schema

5.2 Įranga

5.2.1 Įranga 100 arba 150 mm betono kubams gaminti pagal EN 12390-2 arba betono bandinių (kernų) pjovimo ir bandinių paviršių apdirbimo įranga.

5.2.2 Bandinių kietinimo kamera su vandens vonia, kurioje palaikoma temperatūra $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

5.2.3 Deimantinis pjūklas betonui pjauti.

5.2.4 Šaldomoji terpė, kurios cheminė sudėtis atitinka Baltijos jūros vandens cheminę sudėtį, sudaryta iš 1550 mg/l NaCl, 70 mg/l K_2SO_4 , 200 mg/l $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ vandeninio tirpalo.

5.2.5 Šaldymo kamera, turinti reguliuojamos temperatūros bei trukmės šaldymo ir kaitinimo sistemą, kurios galios pakaktų 3 paveiksle pateiktai laiko ir temperatūros kreivei gauti visame kameros tūryje, kuris naudojamas bandinių išdėstymui. Turi būti užtikrinama gera oro cirkuliacija šaldymo kameroje. Šaldymo kameroje turi būti įtaisytos horizontalios atviros tinklinės lentynos bandinių išdėstymui. Lentynų nuokrypis nuo horizontalumo bet kuria kryptimi neturi būti didesnis kaip 3 mm metrui.

5.2.6 Termopora arba lygiavertis temperatūros matavimo įtaisas šaldymo kameros aplinkos temperatūrai bandinių išdėstymo zonoje matuoti $\pm 0,5$ K tikslumu.

5.2.7 Plastikiniai Indai su sandariai uždaromu dangčiu šaldomajai terpei ir bandiniams. Indas turi būti tinkamų matmenų su plokščiu dugnu ir tinkamas naudoti iki $-25 ^\circ\text{C}$ temperatūros, turėti pastovią masę ir būti atsparus chloridų ir sulfatų poveikiui.

5.2.8 Tarpikliai, $(10 \pm 0,1)$ mm aukščio, padedami bandymo indo dugne bandiniui laikyti ir užtikrinti nustatytą skysčio sluoksnio tarp bandomojo paviršiaus ir indo dugno storį (žr. 1 paveikslą).

5.2.9 Tinkamas popierinis filtras atskilusiai medžiagai rinkti.

5.2.10 Šepetys, trumpais (apie 10 mm) standžiais šeriais atskilusiai medžiagai nuo bandomojo paviršiaus valyti.

5.2.11 Plovimo butelis, su vandentiekio vandeniu, atskilusiai medžiagai nuo bandomojo paviršiaus nuplauti.

5.2.12 Siurbimo įtaisas šaldomosios terpės lygiui plastikiniame inde reguliuoti, neprivalomas.

5.2.13 Džiovinimo spinta, reguliuojamos $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$ temperatūros.

5.2.14 Svarstyklės, kurių tikslumas $\pm 0,05$ g.

5.2.15 Slankmatis, kurio tikslumas $\pm 0,1$ mm.

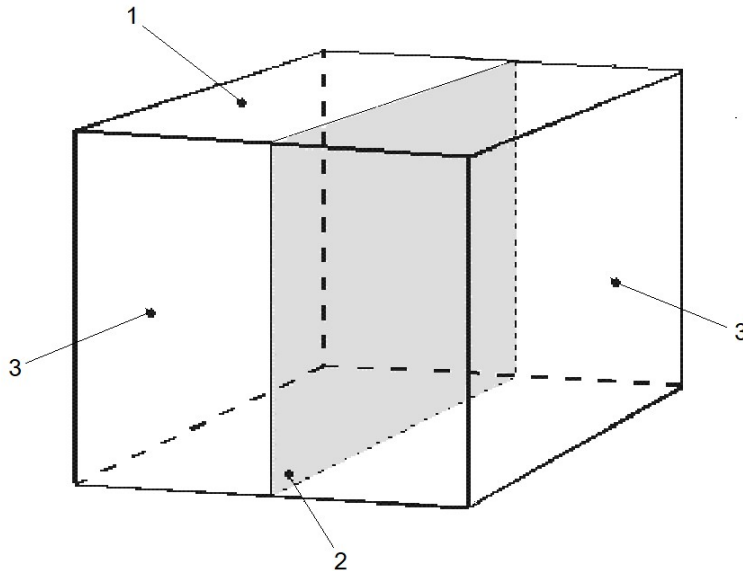
5.3 Bandinių ruošimas

Bandymui reikia turėti ne mažiau kaip tris kubo formos bandinius.

Suformuoti kubai pirmąją parą laikomi formose ir apsaugomi nuo džiūvimo uždengiant formas su bandiniais polietileno plėvele. Aplinkos, kurioje laikomos uždengtos formos su bandiniais, oro temperatūra turi būti $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Po (24 ± 2) h kubai išimami iš formų ir dedami į vonią su vandentiekio vandeniu, kurio temperatūra $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Vandens vonioje kubai išdėstomi su ne mažesniais kaip 20 mm tarpais vienas nuo kito visomis kryptimis ir nuo vonios sienelių. Vonioje kubai laikomi tol, kol bus atliekamas bandymas.

28-ąją parą kiekvienas kubas pjaunamas pusiau statmenai viršutiniam (užglaistytam formavimo metu) paviršiui ir gaunami du (50 ± 2) arba (75 ± 2) mm storio bandiniai taip, kad bandomasis paviršius būtų šoninė kubo kraštinė, žr. 2 paveikslą. Bandinio vidutinio storio nuokrypis neturi viršyti 2 mm.



Paaiškinimas:

- 1 – viršutinis paviršius užglaistytans formuojant;
- 2 – bandinio (kubo) pjovimo plokštuma;
- 3 – bandomasis paviršius.

2 paveikslas. Bandinys ir bandomasis paviršius pjaustomame kube

Išpjautas bandinys tuojau pat plaunamas vandentiekio vandeniu ir vandens perteklius pašalinamas drėgna kempine. Visi bandinio matmenys matuojami slankmačiu $(5.2.15) \pm 0,5$ mm tikslumu. Bandinys iš karto dedamas atgal į vonią su vandeniu bandomuoju paviršiumi vertikaliai ir paliekant tarp bandinių bent 50 mm tarpus.

5.4 Bandymo procedūra

Atsparumo šalčiui bandymas pradedamas po 28 parų kietėjimo. Plokštės formos bandiniai išdžiovinami džiovintuvuose (105 ± 5) °C temperatūroje iki pastovios masės.

Po bandinių ataušinimo ir laikymo sausai bandiniai dedami į bandymo indus ant $(10 \pm 0,1)$ mm aukščio tarpiklių bandomuoju paviršiumi žemyn (žr. 1 paveikslą). Į indą įpilama šaldomosios terpės iki (15 ± 1) mm aukščio, nesudrėkinant bandinio viršaus.

1 PASTABA. Tai galima padaryti įpilant maždaug iki 13 mm aukščio ir tirpalo perteklių nusiurbiant siurbimo įtaisu (5.2.12).

2 PASTABA. Šaldomosios terpės aukščiui matuoti galima naudoti specialų šabloną su žyme, kuris turi būti pagamintas iš neįgeriančios vandenį medžiagos.

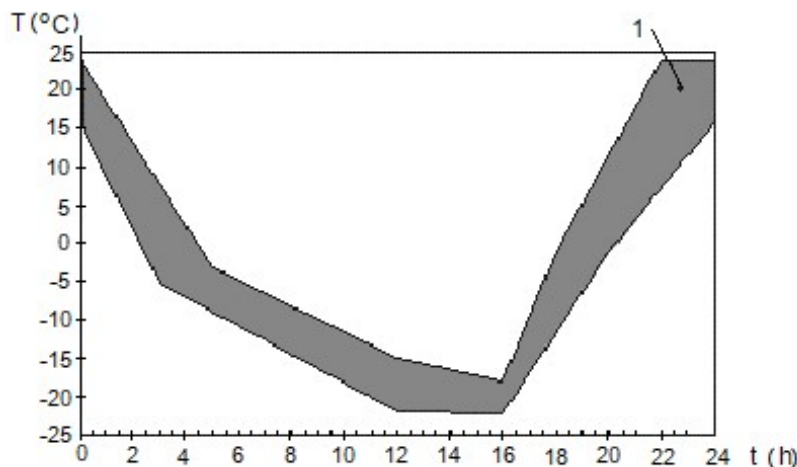
Kapiliarinio įgėrimo laikotarpiu bandymo indas laikomas uždengtas. Kapiliarinio įgėrimo (20 ± 2) °C temperatūroje laikotarpis yra septynios paros. Reguliariais laiko tarpais tikrinamas ir reguliuojamas šaldomosios terpės lygis, atsižvelgiant į medžiagos įgėrimo gebą kapiliarinio įgėrimo laikotarpiu. Matuojamas bandinių masės padidėjimas, jeigu skaičiuojamas betono kapiliarinis įgėris.

Prieš pradedant užšaldymo ir atšildymo ciklus, nuo bandinių bandomųjų paviršių šalinamos netvirtai prilipusios dalelės ir purvas šepetėliu (5.2.10). Pašalinta nuo bandinio paviršiaus medžiaga išmetama.

Bandymo indai su bandiniais ir šaldomąja terpe dedami į šaldymo kamerą esant ciklo fazės laikui (0 ± 30) min pagal 3 paveikslą. Sudėjus bandinius į šaldymo kamerą, atliekamas kartotinis užšaldymas ir atšildymas.

Taikomas 24 h užšaldymo ir atšildymo ciklas (žr. 3 paveikslą). Temperatūrinis režimas šaldymo kameroje nepertraukiamai matuojamas viename atskaitos taške. Temperatūrinis bandymo režimas fiksuojamas ir išsaugomas.

Atliekant bandymą, šaldymo kameros aplinkos temperatūra turi atitikti 3 paveiksle pavaizduoto tamsinto ploto ribas. Kiekvieno ciklo metu temperatūra turi būti aukštesnė nei 0 °C bent 7 h, bet ne ilgiau kaip 9 h. Oro temperatūra šaldymo kameroje neturėtų nukristi žemiau – 22 °C ir pakilti aukščiau +24 °C.



Paaiškinimas

1 temperatūros šaldymo kameros aplinkoje intervalas.

3 paveikslas. Laiko (t) ir šaldymo kameros aplinkoje matuojamos oro temperatūros (T) ciklas

Taškai, nustatantys tamsintą plotą 3 paveiksle, yra nurodyti 1 lentelėje.

1 lentelė. Taškai, nustatantys tamsintą plotą 3 paveiksle

viršutinė riba		apatinė riba	
t, h	T, °C	t, h	T, °C
0	+ 24,0	0	+ 16,0
5	– 3,0	3	– 5,0
12	– 15,0	12	– 22,0
16	– 18,0	16	– 22,0
18	– 1,0	20	– 1,0
22	+ 24,0	24	+ 16,0

3 PASTABA. Norint gauti tinkamą temperatūros ciklą visiems bandiniams, šaldymo kameroje būtina turėti gerą oro cirkuliaciją.

4 PASTABA. Rekomenduojama visuomet turėti vienodą bandinių skaičių šaldymo kameroje atliekant bandymą. Jei reikia bandyti tik kelis bandinius, tuščios vietos šaldiklyje turėtų būti užpildomos tuščiais bandiniais, išskyrus jei būtų įrodyta, kad tinkamas temperatūros ciklas užtikrinamas ir be tokios papildomos priemonės.

Po (7 ± 1) , (14 ± 1) , (28 ± 1) , (42 ± 1) ir 56 ciklų šaldymo terpės atšildymo fazės metu tarp 20 h ir 24 h kiekvienam bandiniui atliekama ši procedūra:

- a) bandinys iškeliamas iš plastikinio indo, į plastikinį indą (5.2.7) surenkama nuo bandinio bandomojo paviršiaus atskilusi medžiaga. Bandomasis paviršius plaunamas vandeniu iš plovimo butelio (5.2.11) ir valomas šepečiu (5.2.10) visai nuo bandomojo paviršiaus ir bandinio šonų atskilusiai medžiagai pašalinti;
- b) plastikiniame inde esantis šaldomosios terpės tirpalas su atskilusia medžiaga filtruojamas pilant iš indo per popierinį filtrą.
5 PASTABA. Rekomenduojama tirpalą išpilti per tinkamą popierinį filtrą, ypač kai surenkamas mažas atskilusios medžiagos kiekis.
- c) popierinis filtras su atskilusios medžiagos dalelėmis 24 h džiovinamas (105 ± 5) °C temperatūroje ir (60 ± 5) min aušinamas (20 ± 2) °C temperatūros ir (65 ± 5) % santykinės drėgmės sąlygomis. Filtras su sausa atskilusia medžiaga sveriamas jo masei m_{s+f} nustatyti 0,1 g tikslumu. Po to tokiu pačiu tikslumu nustatoma tuščio filtro masė m_f . Sausos atskilusios medžiagos masė $m_{s,n}$ nustatoma pagal lygtį (1):

$$m_{s,n} = m_{s,before} + (m_{s+f} - m_f) \quad (1)$$

čia:

$m_{s,n}$ – suminė sausos atskilusios medžiagos masė po n užšaldymo ir atšildymo ciklų, suapvalinta 0,1 g tikslumu;

$m_{s,before}$ – suminė sausos atskilusios medžiagos masė, nustatyta ankstesnio matavimo metu;

m_{s+f} – sauso filtro su atskilusia medžiaga masė, suapvalinta 0,1 g tikslumu;

m_f – sauso filtro masė, suapvalinta 0,1 g tikslumu.

- d) prieš pradėdant kitą užšaldymo ir atšildymo ciklų etapą, į plastikinį indą įdedamas bandinys, įpilama naujos šaldomosios terpės (7.2.4) iki (15 ± 1) mm aukščio, nesudrėkinant bandinio viršaus.
- e) plastikinis indas su bandiniu ir šaldomąja terpe gražinamas į šaldymo kamerą.

6 Rezultatų išraiška

Visas po n ciklų atskilusios medžiagos kiekis ploto vienetui S_n , kilogramais kvadratiniam metrui, kiekvienam užšaldymo ir atšildymo ciklų skaičiui ir kiekvienam bandiniui apskaičiuojamas pagal lygtį (2):

$$S_n = \frac{m_{s,n}}{A} \cdot 10^3 \quad (2)$$

čia:

S_n – medžiagos, atskilusios nuo bandomojo paviršiaus po n -ojo užšaldymo ir atšildymo ciklo, masė kg/m^2 ;

$m_{s,n}$ – suminė sausos atskilusios medžiagos masė po n užšaldymo ir atšildymo ciklų, nustatyta pagal (1) lygtį;

A – bandomojo paviršiaus plotas, apskaičiuotas pagal bandinio matmenis, suskaičiuotas ir suapvalintas 100 mm^2 tikslumu.

Atsparumas Baltijos jūros aplinkos poveikiui įvertinamas skaičiuojant vidutinę visų bandinių vertę ir kiekvieno bandinio atskiras vertes po 56 ciklų.

7 Bandymų ataskaita

Bandymų ataskaitoje turi būti bent ši informacija:

- a) šios techninės specifikacijos žymuo;
- b) bandinių kilmė ir ženklimas;
- c) betono identifikavimo duomenys;
- d) bandinių forma ir matmenys;
- e) šaldomosios terpės sudėtis;
- f) visas nuo kiekvieno bandinio atskilusios medžiagos kiekis ir vidutinė vertė, kilogramais kvadratiniam metrui, suapvalintas 0,01 kg/m² tikslumu, po (7 ± 1), (14 ± 1), (28 ± 1), (42 ± 1) ir 56 užšaldymo ir atšildymo ciklų;
- g) vizualinis bandinių įvertinimas (pastabos dėl įtrūkių, atskilinėjimų nuo užpildo dalelių, druskos tirpalo apnašų) prieš bandymo pradžią ir po (7 ± 1), (14 ± 1), (28 ± 1), (42 ± 1) ir 56 ciklų.
- h) bet kokie nukrypimai nuo bandymo procedūros;
- i) neprivaloma: betono sudėtis.

8 Alternatyvūs metodo taikymo būdai

Taikant betono atsparumo Baltijos jūros aplinkos poveikiui bandymo metodą naudojami 50 mm × 100 mm × 100 mm arba 75 mm × 150 mm × 150 mm bandiniai, bandymas pradedamas esant 28 parų betono kietėjimo trukmei ir bandomas metalinėje formoje suformuotas bandinio paviršius. Tačiau tokį patį atsparumo Baltijos jūros aplinkos poveikiui bandymo principą (metodą) galima taikyti kitomis sąlygomis. Paprastai nuo pamatinės bandymo procedūros skiriasi bandinių gamybos ir kietinimo metodas. Alternatyvių šio bandymo metodo taikymo būdų pavyzdžiai:

- a) gali būti kitokia naudojamų bandinių geometrija, bet bandinio storis turi būti (50 ± 2 mm). Pvz., metodas tinka bandyti iš konstrukcijų, grindinio elementų išgręžtų kernų diskus arba tinkamų matmenų surenkamuosius betono gaminius;
- b) vietoje metalinėje formoje suformuoto paviršiaus galima bandyti kitokiu būdu suformuotus paviršius, pvz. medinėje formoje, arba papildomai apdorotus betono paviršius, pvz. impregnuotus arba hidrofobizuotus;
- c) galima taikyti kitas betono kietėjimo sąlygas ir betonas nebūtinai turi būti 28 parų kietėjimo trukmės pradedant atsparumo Baltijos jūros aplinkos poveikiui bandymą;
- d) užšaldymo ir atšildymo ciklų skaičius gali būti didesnis kaip 56 arba kai kuriais atvejais, pvz., bandant šaligatvio trinkelės vietoje 56 ciklų galima atlikti 28 užšaldymo ir atšildymo ciklų bandymą.

Bandymų ataskaitoje turi būti pažymėti visi nukrypimai nuo standartinės bandymo procedūros.

Bibliografija

1. TC 117-FDC - "Freeze-thaw and deicing resistance of concrete" - RILEM Draft Recommendation - Materials and Structures 1995, (28), 366-71.
2. N. Burke - "Testing of Concrete - Freeze-thaw Resistance - Scaling of cubes in water and in 3% NaCl solution - Recommendations and Commentary - Ausschuss fur Stahlbeton (DafStb)", 1991, (422) - as a supplement to DIN/ISO 1048.
3. R. Lebedeva - "Baltijos jūros aplinkos poveikis hidrotechnikos statinių betono ilgaamžiškumui" – Daktaro disertacija, 2018, VG TU.
4. SS 137244 - "Concrete testing - Hardened Concrete - Frost Resistance - (SlabTest)", 2005.

