

BETONO ATLIEKŲ ANTRINIO NAUDOJIMO BETONO MIŠINIuose GALIMYBĖS

Olga Finoženok¹, Ramunė Žurauskienė²

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: ¹olga.finozenok@yahoo.com, ²ramune.zurauskiene@st.vgtu.lt

Anotacija. Betonas yra statybinė medžiaga, gaunama sukietėjus mišiniui, paruoštam iš stambiųjų ir smulkiųjų užpildų, rišančiosios medžiagos – cemento ir vandens. Cemento ir užpildų kokybė ir savybės, v/c santykis, mišinio sutankinimo vienodumas lemia pagrindines betono savybes. Betono stipris gniuždant yra viena iš svarbiausių betono savybių. Betono gamyba susijusi su energijos sąnaudomis, o šiais laikais labai svarbu kuo daugiau sumažinti išlaidas, susijusias su betono gamyba. Straipsnyje nagrinėjami betoninių ir gelžbetoninių atliekų perdirbimo ir naudojimo klausimai. Susmulkinus betono atliekas gaunamas skirtingų frakcijų užpildų mišinys, kuris gali būti naudojamas gaminant betoną vietoje natūralios skaldos. Atliktų tyrimų rezultatai patvirtina betono atliekų naudojimo galimybes.

Reikšminiai žodžiai: betonas, betono atliekos, stambūs užpildai, stipris gniuždant.

Įvadas

Betonas yra universali ir patikima statybinė medžiaga, ruošiama iš pigių vietinių žaliavų, tai yra iš rišančiosios medžiagos – cemento, užpildų, vandens ir priedų.

Betonas – viena iš seniausių statybinių medžiagų. Įvairios paskirties pastatams ir kitokiems statiniams betonas naudojamas jau nuo XVIII a. vidurio. Betonas, kaip patikima statybinė medžiaga, dėl savo ypatingų savybių naudojamas visame pasaulyje įvairioms civilinių, pramonės ir žemės ūkio pastatų konstrukcijoms. Betono gamyba susijusi su nemažomis energijos sąnaudomis, energija naudojama ruošiant žaliavas, gaminant rišamąsias medžiagas, gaminius ir juos transportuojant. Todėl labai svarbu visuose gamybos etapuose energijos sąnaudas sumažinti iki minimumo. Vienas iš būdų taupyti energiją yra stambaus užpildo iš natūralios uolienos pakeitimas betono ir gelžbetonio atliekų skalda. S. Janev (Янев 2007) vertino betono atliekų naudojimą ekonominiu aspektu ir nustatė, kad, gaminant skaldą iš natūralių uolienų, energijos sąnaudos yra 8 kartus didesnės, nei gaminant skaldą iš betono ir gelžbetonio atliekų, o betono su užpildais, pagamintais iš betono atliekų savikaina sumažėja 25 %.

N. Golovin (Головин 2004) atliko produkto, gaunamo perdirbus betono ir gelžbetonio atliekas, tyrimus. Ištyręs skaldos iš betono atliekų frakcijų 5–40 mm sudėtis tyrėjas nustatė, kad tokios skaldos sudėtis panaši į skaldos sudėtį iš natūralių uolienų ir atitinka reikalavimus, keliamus natūraliai skaldai. Tokia skalda išlaiko iki 100 šaldymo bei atitirpinimo ciklų. Nustatyta, kad 5–10 mm skaldos tankis yra 1,4–1,58 g/cm³. N. Golovin (Головин

2004) aprašė skaldos iš betono atliekų vandens poreikį, maišant betono mišinį. Šis kiekis priklauso nuo skaldos frakcijos: 0–5 mm skaldos vandens poreikis 12,8 %, 5–10 mm – 10,1 %, 10–20 mm – 8,2 %, 20–40 mm – 6,1 %.

Italų mokslininkai (Petrella *et al.* 2007) parinko įvairių betono sudėtį, kurioje buvo stiklo laužas, keramzitas ir žvirgždas. Po 28 parų kietėjimo buvo nustatomas stipris gniuždant. Mažiausią gniuždomąjį stiprį pasiekė betonai, kurių sudėtyje buvo 0,5 mm ir 2–16 mm dalelių dydžio stiklo laužo, ir 0,5–2 mm keramzito ir 2–16 mm stiklo laužo (stipris gniuždant buvo atitinkamai 4,2 MPa ir 7,4 MPa). Didžiausią stiprį (35,1 MPa) įgijo betonas, kurio sudėtyje buvo 0,5–2 mm keramzitas ir 2–16 mm žvirgždas.

Mokslininkai iš Didžiosios Britanijos (Soutsos *et al.* 2004) tyrė sugriautų pastatų atliekų naudojimą naujam betonui gaminti. Taip pat mokslininkai ištyrė betoną, kurio sudėtyje stambusis ir smulkusis užpildas buvo pagamintas iš betono atliekų, o cemento sąnaudos minimalios (100–215 kg/m³). Tokio betono stipris gniuždant po 7 kietėjimo parų pasiekė 7,9–12,2 MPa, o po 28 parų – 8,4–12,9 MPa.

Tyrėjų grupė (Basheer, Bai 2005) lengvajam betonui gaminti vietoje natūralaus smėlio naudojo krosnių pelenus. Po 150 parų stipris gniuždant buvo didesnis nei 20 MPa.

Betonui gaminti naudojamo stambiojo ir smulkiojo užpildo kilmė gali būti įvairi. Mokslininkai savo darbuose yra išnaginę tokias medžiagas, kaip: stiklo laužas (Petrella *et al.* 2007), aukštakrosnių peleniai (Nisnevich *et al.* 2003), medienos atliekos (Kazragis, Gailius 2006),

susmulkintų klinčių ir betono atliekų mišinys (Soutsos *et al.* 2004), vulkaninių pelenų pemza (Hossain 2004).

Betoninių ir gelžbetoninių atliekų perdirbimo ir tvarkymo problemos aktualios šiais laikais, nes griauinama vis daugiau senų pastatų. Kasmet pasaulyje susidaro 2,5 mlrd. tonų statybinių atliekų, tarp jų Europoje – 200 mln. tonų, o Lietuvoje – 200–250 tūkst. tonų. Visuose regionuose šios atliekos yra visiškai perdirbamos su specialia įranga, o kituose – užkasamos sąvartynuose. Griauiant pastatą, susmulkinus betono atliekas gaunamas skirtingų frakcijų užpildų mišinys. Perdirbant atliekas ir nekondicinę statybinę produkciją, naudojami du pagrindiniai būdai:

- susidariusių atliekų perdirbimas jų atsiradimo vietoje – statybvietyje;
- atliekų perdirbimas betono skaldos gamybos cecho.

Perdirbus gauta antrinė betono skalda naudojama: statybų aikštelėse įrengiant laikinus kelius ir važiavimus, silpniems gruntams stiprinti, tvarkant aplinką (šaligatvių paklotas, perėjimo takeliai), kaip stambus užpildas betonui gaminti. Taip pat antrinę betono skaldą galima naudoti naujoms statyboms betonuojant pamatus, įrengiant automobilių stovėjimo aikšteles, tiesiant arba remontuojant lauko vandentiekio ir lauko kanalizacijos linijas.

Europos šalyse antrinis betono naudojimas yra labai išplėtotas, nes naudojama apie 90 % visų betono atliekų, Lietuvoje antrinis betono panaudojimas tesudaro apie 10–15 %. Norint, kad Lietuvoje būtų geriau išplėtotas betono ir gelžbetonio atliekų naudojimas betono mišiniuose, reikia atlikti nemažai tyrimų, todėl mūsų tikslas yra ištirti visas betono atliekų naudojimo galimybes gaminant betoną. Betonui gaminti buvo naudotos betono atliekos vietoje stambiojo užpildo ir nustatoma, ar kinta standartinės stipruminės betono savybės ir tiriamos struktūrinės sukietėjusio betono savybės.

Betono žaliavos ir tiriamųjų mišinių sudėtis

Betonas, pagamintas naudojant betono atliekas kaip stambų užpildą, yra dirbtinis akmuo, kuris gaunamas sukietėjus betono mišiniui, pagamintam iš rišančiosios medžiagos – cemento, smulkiojo užpildo – smėlio, stambiojo užpildo – betono ir gelžbetonio atliekų ir vandens.

Darbe naudojamų užpildų iš betono atliekų maksimalus dydis 20 mm, minimalus – 5 mm. Smulkiojo užpildo – smėlio dalelių – skersmuo < 5 mm. Stambiojo ir smulkiojo užpildų charakteristikos pateiktos 1 lentelėje.

1 lentelė. Užpildų charakteristikos

Table 1. Characteristics of the aggregate

| Parametras | Užpildas iš betono atliekų | Smėlis |
|------------------------------------|----------------------------|--------|
| Dalelių tankis, g/cm ³ | 2,26 | 2,68 |
| Piltinis tankis, g/cm ³ | 1,128 | 1,64 |
| Tuštymėtumas, % | 50 | 38,8 |

Betono gamybai nemažai reikšmės turi cemento savybės. Gaminant betoną su užpildais iš betono atliekų, buvo naudotas portlandcementis CEM I 42,5 N, kurio tinkamumas yra nustatomas pagal LST EN 197-1. Cemento fizikinės ir mechaninės savybės yra pateiktos 2 lentelėje. Cemento cheminės savybės pateiktos 3 lentelėje.

2 lentelė. Cemento fizikinės-mechaninės savybės

Table 2. Physical-mechanical properties of the cement

| Parametras | Vertė |
|--|-------|
| Ankstyvasis stipris gniuždant po 2 parų, N/mm ² | 19 |
| Standartinis stipris gniuždant po 28 parų, N/mm ² | 49 |
| Rišimosi pradžia, min | 170 |
| Rišimosi pabaiga, min | 220 |
| Savitasis paviršius, cm ² /g | 3200 |
| Dalelių savitasis tankis, g/cm ³ | 2,75 |
| Piltinis tankis, g/cm ³ | 1,02 |

3 lentelė. Cemento cheminės savybės

Table 3. Chemical properties of the cement

| SO ₃ , % | Na, O ₂ ekvival. | Kaitmenys, % | Netirp-menys, % | Cl ⁻ , % |
|---------------------|-----------------------------|--------------|-----------------|---------------------|
| 2,5 | ≤ 0,8 | 2,8 | 0,7 | 0,01 |

Didelės reikšmės bet kurios rūšies betono stiprumui ir ilgaamžiškumui turi užpildų stiprumas, stambumas, išsidėstymas ir sukibimas su cemento akmeniu, mišinio sutankinimo vienodumas. J. Deltuva (1998) teigia, kad optimalios sudėties betono užpildų mišinį turi sudaryti 2–3 frakcijos.

J. Deltuva (1998) ir R. Naujokaitis (2007) pabrėžia, kad vanduo betono mišiniuose būna trijų pavidalų: įgertas, fiziškai ar chemiškai surištas, laisvas. Tačiau yra daug ginčų, koks vandens kiekis susilaiko užpildų grūdėlių viduje, o kiek įsigeria į užpildų paviršinių sluoksnių. Pasak autorių (Deltuva 1998), užpildų vandens įgeriamumas ir sulaikymas paviršiuje priklauso nuo užpildų mineraloginės sudėties, tankio, savitojo paviršiaus. Sudėtinga nustatyti vandens poreikį užpildams, o ypač smul-

kiesiems, tačiau jo kiekis turi būti toks, kad pakaktų sauso mišinio paviršiuvi suvilgyti.

Atliekant tyrimus, buvo pagamintas 3 sudėčių betonas: B-I – betono klasė C 20/25, B-II – C 30/37, B-III – C 35/45. Betono mišinių sudėtis pateikiama 4 lentelėje.

4 lentelė. Betono mišinių sudėtis

Table 4. Composition of concrete mixtures

| Sudėtis | | Betono rūšys | | |
|---------------------------------------|-------|--------------|------|-------|
| | | B-I | B-II | B-III |
| Stambusis užpildas, kg/m ³ | 5–10 | 189 | 186 | 183 |
| | 10–20 | 378 | 372 | 366 |
| | 20–40 | 378 | 372 | 366 |
| Smulkusis užpildas, kg/m ³ | | 726 | 690 | 661 |
| Cementas, kg/m ³ | | 352 | 407 | 457 |
| Vanduo, l/m ³ | | 183 | 183 | 183 |

B-I, B-II, B-III betono mišinių slankumas 3 cm, stambiojo užpildo fracinė sudėtis: 5–10 mm frakcijos stambumo užpildo buvo naudota viena dalis viso užpildo kiekio, 10–20 mm – 2 dalys, 20–40 mm – 2 dalys. B-I mišinyje vandens ir cemento santykis V/C – 0,52, B-II mišinyje vandens ir cemento santykis V/C – 0,45, B-III mišinyje vandens ir cemento santykis V/C – 0,40.

Bandinių gamyba ir tyrimo metodikos

Betono mišiniai buvo maišomi laboratorijoje rankiniu būdu. Suformavus 10×10×10 cm bandinius formose, išteptose alyva, jie buvo sutankinti vibroaištelėje. Po 24 valandų bandiniai buvo išimti iš formų ir laikomi 20 °C temperatūros vandenyje iki bandymų.

Betono kubeliai po 3, 7 ir 28 parų kietėjimo vandenyje buvo gniuždomi presu. Betono stipris gniuždant buvo nustatomas pagal LST EN 12390-3. Ardančiosios gniuždymo jėgos pridėjimo greitis buvo 5 kN/s. Betono gniuždomasis stipris buvo apskaičiuotas pagal formulę:

$$f_{cm} = \frac{F_b}{A_b}, \quad (1)$$

čia F_b – ardančioji gniuždymo jėga, kN; A_b – bandinio skerspjūvio plotas, m².

Bandinių struktūrinės charakteristikos buvo tiriamos pagal metodiką, aprašytą R. Mačiulaičio (1996). Buvo nustatytas sukietėjusių betono bandinių efektyvusis poringumas W_E , bendrasis bandinio poringumas W_R , poringos erdvės rezervas R , struktūros kryptingumo netolygumo rodiklis N , kapiliarinis masės srauto greitis G . Pagal metodiką apskaičiuota bandinių eksploatacinio atsparumo šalčiui suirimo pradžia ciklais.

Stipruminių savybių rezultatų aptarimas

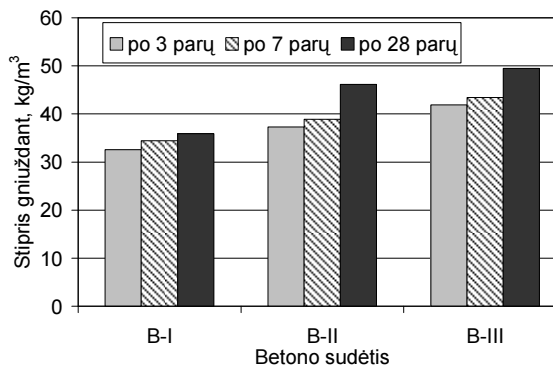
Įvairios sudėties betono stipriai, atsižvelgiant į kietėjimo laiką, didėjo nevienodai. 5 lentelėje pateiktas betono stiprio didėjimas, išreikštas procentais, paisant kietėjimo laiko.

1 paveiksle pateikta betono stiprio priklausomybė nuo kietėjimo trukmės.

5 lentelė. Betono stiprio gniuždant didėjimas

Table 5. Increase of compressive strength of the concrete

| Betono sudėtis | Stipris procentais, % | | |
|----------------|-----------------------|---------------------|----------------------|
| | Po 3 parų kietėjimo | Po 7 parų kietėjimo | Po 28 parų kietėjimo |
| B-I | 91 | 96 | 100 |
| B-II | 81 | 84 | 100 |
| B-III | 84 | 88 | 100 |



1 pav. Betono stiprio gniuždant priklausomybė nuo kietėjimo trukmės

Fig. 1. Dependence of the hardening time of compressive strength of the concrete

Projektuojant betono sudėtį, buvo numatomi gauti C 20/25, C 30/37 ir C 35/40 klasių betonai. Atlikus stiprio gniuždant tyrimus, pastebėta, jog betono, pagaminto naudojant stambius užpildus iš betono atliekų, stipris yra panašus į betono, pagaminto naudojant natūralią skalda, stiprį.

Betono stipris priklauso nuo daugelių veiksnių, tokių kaip: betone esančio cemento kiekio ir jo aktyvumo, v/c santykio, užpildų kokybės, betono kietėjimo trukmės ir temperatūros, aplinkos drėgnumo ir kt. Cemento kiekį betone racionalu didinti, bet tik iki tam tikros ribos, nes per didelis jo kiekis blogina betono savybes, betonas daugiau traukiasi, atsiranda traukimosi ir temperatūrinių plyšių. Priklausomybė nuo v/c santykio aiškinama tuo, kad cementas kietėdamas reaguoja tik su dalimi vandens, o kita vandens dalis išgaruoja ir palieka poringą cementi-

nio akmens struktūrą, kuri ir yra mažesnio stiprio gniuždant priežastis. 2 paveiksle pateikti betono B-II bandinėlių vaizdai po gniuždymo praėjus 28 kietėjimo paroms. 3 paveiksle pateiktas betono B-III bandinėlio vaizdas po gniuždymo praėjus 28 kietėjimo paroms.



2 pav. Gniuždyti bandiniai, pagaminti iš betono mišinio B-II, po 28 parų kietėjimo

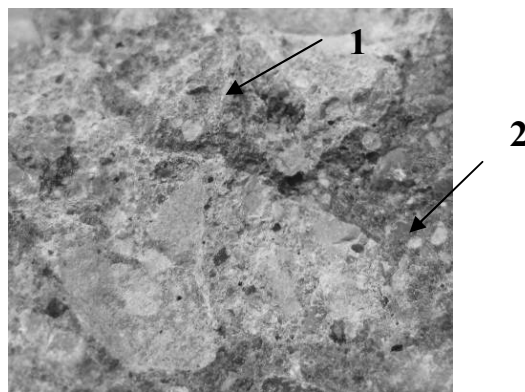
Fig. 2. View of the sample, produced from the mixture B-II, after the compression after 28 days of the hardening



3 pav. Sugniuždytas bandinys, pagamintas iš betono mišinio B-III, po 28 parų kietėjimo

Fig. 3. View of the sample, produced from the mixture B-III, after the compression after 28 days of the hardening

4 paveiksle pateiktas gniuždyto betono bandinio fragmentas. Paveiksle gerai matyti, kad pagamintas betonas susideda iš smulkiųjų užpildų ir stambiųjų užpildų, sujungtų sukietėjusiu cementiniu akmeniu. Taip pat paveiksle galime išskirti dvi cementinio akmens sritis, besiskiriančias spalva; tai sritis, pažymėta 1, sudaryta iš tamsesnės spalvos sukietėjusio cementinio akmens ir užpildų, ir sritis, pažymėta 2 – iš šviesesnės spalvos sukietėjusio cementinio akmens ir užpildų. Sritis, pažymėta 2 – stambusis užpildas iš trupintojo betono. Šis stambusis užpildas susideda iš smulkiojo, stambiojo užpildo ir cemento akmens, kurie trupinant išliko nesutrupinti, ir buvo panaudoti kaip stambusis užpildas naujam betono mišiniui gaminti.



4 pav. Gniuždyto betono bandinio fragmentas

Fig. 4. View of the sample after the compression

Pagal literatūros duomenis (Naujokaitis 2007) teigiama, kad nustatant stiprį gniuždant betono bandiniai suyra dėl skerspjūvyje atsirandančių tempimo įtempimų. Gniuždant didėja gniuždomųjų kubelių skersiniai matmenys, tarp betono ir atraminių preso plokščių atsirandanti trintis priešinasi poslinkiams. Dėl šios priežasties betoninis bandinys deformuojasi netolygiai. Skersinės deformacijos yra didžiausios bandinio viduryje, mažiausios – prie preso plokščių.

Kaip žinoma, betono stiprumas labai priklauso nuo užpildų kokybės, granulometrinės sudėties, organinių priemaišų. Kuo smulkesnės smėlio dalelės, tuo didesnis jo lyginamasis paviršius, tuo daugiau reikia cemento tešlos gaminant betoną. Jei gaminant betoną naudojamas stambusis užpildas, kuris neatitinka norminės granulometrinės sudėties, mišinyje gali susidaryti daug tuštumų, o betono stipris sumažėja 5–16 %. Kuo didesni naudojami stambieji užpildai, tuo mažiau vandens reikia gaminant betoną, tuo stipresnis gaunamas gaminytis. Tačiau reikia nepamiršti, kad užpildų frakcinė sudėtis turi būti optimali, kad užpildai po sutankinimo išsidėstytų kaip galima tankiau ir tuštumų kiekis mišinyje būtų minimalus.

Betono struktūrinių savybių tyrimo rezultatai

Betono ilgaamžiškumą apibūdina eksploatacinis atsparumas šalčiui. Betono atsparumas šalčiui priklauso nuo betono poringumo, nes esant žemesnei nei 0 °C temperatūrai į poras patekęs vanduo virsta ledu, kurio slėgis į betono sienelės ir plastiško ledo judėjimas užšalimo ir atitirpimo metu ardo betono karkasą (Naujokaitis 2007).

Betono poros ir kapiliarai susisiekia tarpusavyje. Jų susijungimo vietoje yra oras arba vanduo. Kai poros ir kapiliarai nesusisiekia tarpusavyje ir yra atskirti kietais karkasais, tada poros ir kapiliarai yra užpildyti dujomis (Mačiulaitis 1996).

Norint prognozuoti betono ilgaamžiškumą pagal eksploatacinį atsparumą šalčiui, reikia žinoti bandinių struktūros išvestinius rodiklius (Mačiulaitis 1996). Tai efektyvusis poringumas W_E , kuris parodo efektyviai dirbančių porų ir kapiliarų kiekį procentais, bendrasis bandinio poringumas W_R , poringosios erdvės rezervas R , kuris lemia tą poringosios erdvės dalį, kuri iš pradžių nėra užpildyta vandeniu, bet pamažu užsipildo ciklinių bandymų metu (kuo didesnis poringosios erdvės rezervas, tuo didesnis atsparumas šalčiui), struktūros kryptingumo netolygumo rodiklis N , kuris nusako porų ir kapiliarų netolygumą pagal jų ilgį, kapiliarinis masės srauto greitis G .

Dirbant buvo nustatyti visi išvestiniai bandinių struktūros rodikliai, pagal bandinių efektyvų poringumą apskaičiuota bandinių suirimo pradžia ir pabaiga. Pagal atliktus skaičiavimus galima teigti, kad B-I sudėties betonas vidutiniškai išlaikys 205 sąlygiškai šaltus sezonus, B-II – 249, o B-III – 281 sąlygiškai šaltus sezonus.

Išvados

1. Atlikus tyrimus galima teigti, kad visi betono bandiniai pagaminti naudojant vietoje įprastinio stambiojo užpildo skaldą iš betono atliekų, pasiekė siekiamo betono stiprio klasę.

2. Prognozuojant betono, pagaminto su stambiuoju užpildu iš betono atliekų, ilgaamžiškumą, buvo apskaičiuoti išvestiniai bandinių rodikliai ir taikant empirines lygtis buvo nustatyta, kiek sąlygiškai šaltų sezonų atlaikys medžiaga.

3. Atlikti tyrimai rodo, kad betono natūralų stambųjį užpildą galima pakeisti skalda, pagaminta iš betono atliekų. Gautos medžiagos stipris nenusileidžia betono stipriui, pagamintam naudojant įprastines žaliavas. Naudojant atliekų medžiagas būtų sutaupoma energijos gaminant skaldą iš natūralių uolienuų, ir pagaminto betono savikaina taptų mažesnė, taip pat būtų taupomos vertingos žaliavos – tai yra natūralios uolienos.

Literatūra

- Basheer, P. A. M.; Bai, Y. 2005. Strength and durability of concrete with ash aggregate, in *Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Structures & Buildings* 158: 191–199.
- Deltuva, J. 1998. *Heterogeninių statybinių mišinių sandara ir savybės* [Heterogeneous constructional mix structure and properties]. Kaunas: Technologija. 263 p. ISBN 9986-13-658-X.
- Hossain, K. M. A. 2004. Development of volcanic pumice-based cement and lightweight concrete, *Magazine of Concrete Research* 56(2): 99–109.
- Kazragis, A.; Gailius, A. 2006. *Kompozicinės medžiagos ir dirbiniai su gamtiniais organiniais užpildais* [Composite

materials and product containing natural organic aggregates]. Vilnius: Technika. 184 p. ISBN 9955-28-060-3.

LST EN 12390-3:2003. Betono bandymas. 3 dalis. Bandinių stipris gniuždant. Vilnius, 2003. 16 p.

LST EN 197-1. Cementas. 1 dalis. Įprastinių cementų sudėtis, techniniai reikalavimai ir atitikties kriterijai. Vilnius, 2001. 26 p.

Mačiulaitis, R. 1996. *Fasadinės keramikos atsparumas šalčiui ir ilgaamžiškumas* [Durability and frost resistance of building ceramics]. Vilnius: Technika. 132 p. ISBN 9986-05-283-1.

Naujokaitis, R. 2007. *Statybinės medžiagos. Betonai* [Building materials. Concrete]. Vilnius: Technika. 355 p. ISBN 978-9955-28-209-9.

Nisnevich, M.; Sirotin, G.; Eshel, Y. 2003. Lightweight concrete containing thermal power station and stone quarry waste, *Magazine of Concrete Research* 55 (4): 313–320.

Petrella, A.; Petrella, M.; Boghetich, G.; Petruzzelli, D.; Calabrese, D.; Stefanizzi, P.; De Neapoli, D.; Guastamacchia. 2007. Recycled waste glass as aggregate for lightweight concrete, in *Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Construction Material* 160: 165–170.

Soutsos, M. N.; Millard, S. G.; Bungey, J. H.; Jones, N.; Tickell, R. G.; Gradwell, J. 2004. Using recycled demolition waste in concrete building blocks, in *Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Engineering Sustainability* 157: 134–148.

Головин, Н. 2004. *Использование продуктов переработки железобетонных конструкций сносимых зданий и сооружений* [žiūrėta 2008 spalio 11 d.]. Prieiga per internetą: <<http://recyclers.ru/modules/section/item.php?itemid=132>>.

Янев, Г. 2007. *Эколого-экономическое обоснование мероприятий по переработке отходов строительства и сноса ветхого жилищного фонда* [žiūrėta 2008 kovo 6 d.]. Prieiga per internetą: <<http://portal.rea.ru/portal/main.nsf/Sections/nstpub>>.

POSSIBILITIES OF USING CONCRETE WASTE IN THE FURTHER PRODUCTION OF CONCRETE COMPOSITE

O. Finoženok, R. Žurauskienė

Summary

Concrete is a secure building material due to outstanding characteristics of which used in different constructions all over the world. A number of scientists examined the use of different waste products in building material manufacture in order to economize the input of energy and natural resources. On the basis of conducted tests, we can maintain that after 28 days of consolidation, the strength of concrete in the process of manufacturing of which the coarse aggregate of concrete waste was used is close to the strength of concrete produced using natural coarse aggregate.

Keywords: concrete, concrete waste, coarse aggregate, compressive strength.