

BETONO ATLIEKŲ ANTRINIO NAUDOJIMO BETONO MIŠINIUOSE GALIMYBĖS

Olga Finoženok¹, Ramunė Žurauskienė²

¹Magistrantė, ²Docentė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

el. p. ¹olga.finozenok@yahoo.com, ²kamiliutes@gmail.com

Anotacija. Betonas – tai statybinė medžiaga, gaunama sukietėjus mišiniui, paruoštam iš stambių ir smulkių užpildų, rišančiosios medžiagos – cemento ir vandens. Cemento bei 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. Šiame straipsnyje nagrinėjami betoninių ir gelžbetoninių atliekų perdirbimo ir panaudojimo klausimai. Susmulkinus betono atliekas gaunamas skirtingų frakcijų užpildų mišinys, kuris gali būti panaudotas betono gamyboje vietoje natūralios skaldos. Atliktų tyrimų rezultatai patvirtina betono atliekų panaudojimo galimybes.

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

Įvadas

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

Betonas yra viena iš seniausių statybinių medžiagų. Įvairios paskirties pastatams ir kitokiems statiniams betonas naudojamas jau XVIII a. vidurio. Betonas, kaip patikima statybinė medžiaga, dėl savo ypatingų savybių naudojamas visame pasaulyje įvairiose civilinių, pramonės ir žemės ūkio pastatų konstrukcijose. 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 skalda iš betono ir gelžbetonio atliekų. Mokslininkas (Янев, 2007) vertino betono atliekų panaudojimą 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 %.

Mokslininkas (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 artima skaldos sudėčiai 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. Mokslininkas (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 skirtingas betono sudėtis, kurių sudėtyje 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 bei 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 panaudojimą naujo betono gamyboje. Taip pat mokslininkas ištyrė betoną, kurio sudėtyje stambus ir smulkus 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 *et al.* 2005) lengvojo betono gamyboje vietoje natūralaus smėlio panaudojo krosnių pelenus. Po 150 parų stipris gniuždant buvo didesnis nei 20 MPa.

Betono gamyboje naudojamo stambiojo ir smulkiojo užpildo kilmė gali būti įvairi. Mokslininkai savo darbuose

yra išnagrinėję tokias medžiagas, kaip: stiklo laužas (Petrella *et al.* 2007), aukštakrosnių peleniai (Nisnevich *et al.* 2003), medienos atliekos (Kazragis, Gailius 2006), susmulkintos klinties ir betono atliekų mišinys (Soutsos *et al.* 2004), vulkaninių pelenų pemza (Hossain K. M. A., 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, jų tarpe Europoje – 200 mln. tonų, o Lietuvoje – 200–250 tūkst. tonų. Vienuose regionuose šios atliekos yra visiškai perdirbamos su specialia įranga, o kituose užkasamos sąvartynuose. Pastato griovimo metu susmulkinus betono atliekas gaunamas skirtingų frakcijų užpildų mišinys. Perdirbant atliekas ir nekondicinę statybinių produkciją naudojami du pagrindiniai būdai:

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

Po perdirbimo gauta antrinė betono skalda naudojama: statybų aikštelėse įrengiant laikinus kelius ir pravažiavimus, silpnų gruntų sustiprinimui, tvarkant aplinką (šaligatvių paklotas, perėjimo takeliai), kaip stambus užpildas betono gamyboje. Taip pat antrinę betono skaldą galima naudoti naujose statybose betonuojant pamatus, įrengiant automobilių stovėjimo aikšteles, tiesiant arba remontuojant lauko vandentiekio ir lauko kanalizacijos linijas.

Europos šalyse antrinis betono panaudojimas yra labai išvystytas, kadangi naudojama apie 90 % visų betono atliekų, Lietuvoje antrinis betono panaudojimas tesudaro apie 10–15 %. Norint, kad Lietuvoje būtų plačiau išvystytas betono ir gelžbetonio atliekų panaudojimas betono mišiniuose, reikia atlikti nemažai tyrimų, todėl mano tikslas yra ištirti visas betono atliekų panaudojimo galimybes, gaminant betoną. Šiame tiriamajame darbe betono gamybai buvo naudotos betono atliekos vietoje stambaus užpildo ir nustatoma ar kinta standartinės stipruminės betono savybės ir tiriamos struktūrinės sukietėjusio betono savybės.

Betono žaliavos ir tiriamųjų mišinių sudėtys

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

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

1 lentelė. Užpildų charakteristikos

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

Betono gamyboje nemažą reikšmę 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–mechaninės savybės yra pateiktos 2 lentelėje. Cemento cheminės savybės pateiktos 3 lentelėje.

2 lentelė. Cemento fizikinės–mechaninės savybės

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

SO ₃ , %	Na ₂ O ekvival.	Kaitmenys, %	Netirpmenys, %	Cl ⁻ , %
2,5	≤ 0,8	2,8	0,7	0,01

Didelę reikšmę bet kurios rūšies betono stiprumui ir ilgaamžiškumui turi užpildų stiprumas, stambumas, išsידestymas ir sukibimas su cemento akmeniu, mišinio su tankinimo vienodumas. Mokslininkas (Deltuva 1998) teigia, kad optimaliausios sudėties betono užpildų mišinį turi sudaryti 2–3 frakcijos.

(Deltuva 1998) ir (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 grūdelių viduje, o kiek įsigeria į užpildų paviršinį sluoksnį. Pagal autorių (Deltuva 1998), užpildų vandens įgeriamumas ir

sulaikymas paviršiuje priklauso nuo užpildų mineralogi-
nės sudėties, tankio, savitojo paviršiaus. Sudėtinga nusta-
tyti vandens poreikį užpildams, o ypač smulkiems, tačiau
jo kiekis turi būti toks kad pakaktų sauso mišinio pavir-
šiui suvilgyti.

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

4 lentelė. Betono mišinių sudėtys

Sudėtis		Betono rūšys		
		B-I	B-II	B-III
Stambus užpildas, kg/m ³	5–10	189	186	183
	10–20	378	372	366
	20–40	378	372	366
Smulkus 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, stambaus užpildo frakcinė sudėtis: 5–10 mm frakcijos stambumo užpildo buvo panaudota viena dalis nuo viso užpildo kiekio, 10–20 mm – 2 dalys, 20–40 mm – 2 da-
lys. 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 ranki-
niu būdu. Suformavus 10x10x10 cm bandinius, formose, suteptuose alyva, jie buvo sutankinti ant vibroaikštelės. 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 vande-
nyje 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, mm².

Bandinių struktūrinės charakteristikos buvo tiriamos pagal metodiką atrąšytą (Mačiulaitis 1996) literatūroje. Buvo nustatytas sukietėjusių betono bandinių efektyvusis poringumas W_E , bendras bandinio poringumas W_R , porin-
gos erdvės rezervas R , struktūros kryptingumo netolygu-
mo rodiklis N , kapiliarinis masės srauto greitis G . Pagal

metodiką paskaičiuota bandinių eksploatacinio atsparumo šalčiui suirimo pradžia, ciklais.

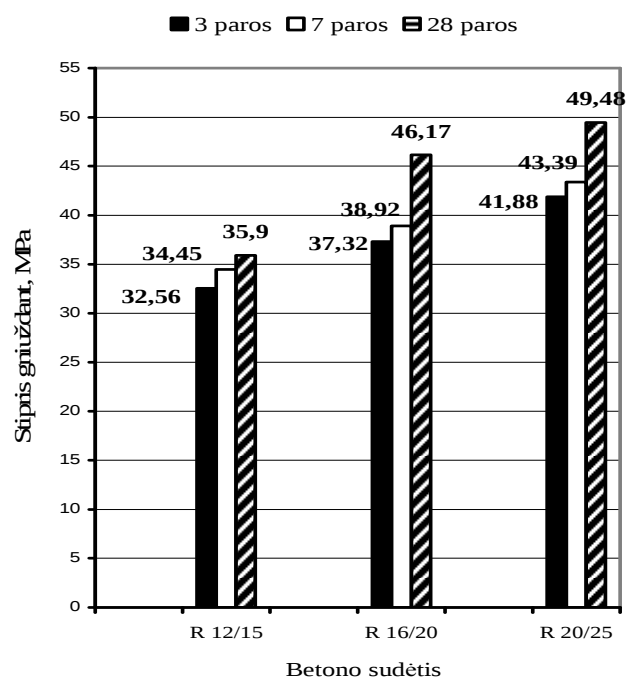
Stipruminių savybių rezultatų aptarimas

Skirtingos sudėties betono stipriai priklausomai nuo kietėjimo laiko didėjo nevienodai. 6 lentelėje pateiktas betono stiprio augimas išreikštas procentais, priklausomai nuo kietėjimo laiko.

6 lentelė. Betono stiprio gniuždant didėjimas

Betono sudėtis	Stipris išreikštas 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 paveiksle pateikta betono stiprio priklausomybė nuo kietėjimo trukmės.



1 pav. Betono stiprio gniuždant priklausomybė nuo kietėjimo trukmės

Projektuojant betono sudėtį buvo numatomi gauti C 25/20, C 30/37 ir C 35/40 klasių betonai. Atlikus stip-
rio gniuždant tyrimus, pastebėta, jog betono, pagaminto naudojant stambius užpildus iš betono atliekų, stipris yra artimas betono, pagaminto naudojant natūralią skalda, stipriui.

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 tai iki tam tikros ribos, nes per didelis jo kiekis blogina betono savybes, betonas daugiau traukiasi, atsiranda traukimosi ir temperatūriniai plyšiai. Priklausomybė nuo V/C santykio paaiškinama tuo, kad cementas kietėdamas reaguoja tik su dalimi vandens, o likusi vandens dalis išgaruoja palikdama poringą cementinio akmens struktūrą, kuri ir yra mažesnio stiprio gniuždant priežastis.

2 paveiksle pateikti betono B-II, bandinėlių vaizdai po gniuždymo praėjus 28 kietėjimo paroms.



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

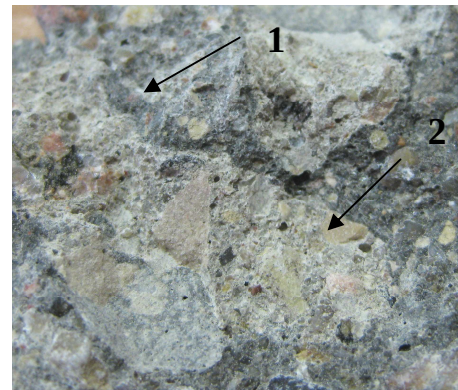
3 paveiksle pateiktas betono B-III bandinėlio vaizdas po sugniuždymo praėjus 28 kietėjimo paroms.



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

4 paveiksle pateiktas sugniuždyto betono bandinio fragmentas. Paveiksle gerai matyti, kad pagamintas betonas susideda iš smulkių užpildų ir stambių užpildų sujungtų sukietėjusiu cementiniu akmeniu. Taip pat

paveiksle galime išskirti dvi cementinio akmens sritis besiskiriančias spalva; tai sritis pažymėta 1, kuri susideda iš tamsesnės spalvos sukietėjusio cementinio akmens ir užpildų ir sritis pažymėta 2 susidedanti iš šviesesnės spalvos sukietėjusio cementinio akmens ir užpildų. Sritis pažymėta 2 tai stambusis užpildas iš trupinto betono. Šis stambus užpildas susideda iš smulkaus, stambaus užpildo ir cemento akmens, kurie trupinimo metu išliko nesutrupinti ir buvo panaudoti kaip stambus užpildas naujo betono mišinio gamybai.



4 pav. Sugniuždyto betono bandinio fragmentas

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

Kaip žinoma betono stiprumas labai priklauso nuo užpildų kokybės, granulimetrinės sudėties, organinių priemaišų. Kuo smulkesnės smėlio dalelės tuo didesnis jo lyginamasis paviršius, tuo daugiau reikia cemento tešlos gaminant betoną. Jei betono gamyboje naudojamas stambus užpildas, kuris neatitinka norminės granulimetrinės sudėties, mišinyje gali susidaryti daug tuštumų, o betono stipris sumažėja 5–16 %. Kuo didesni naudojami stambūs užpildai, tuo mažiau vandens reikia gaminant betoną, tuo stipresnis gaunamas gaminys. 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, kapiliarai susisiečia tarpusavyje. Jų susijungimo vietoje yra oras arba vanduo. Kai poros ir kapiliarai nesusisiečia 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): efektyvusis poringumas W_E , kuris parodo efektyviai dirbančių porų ir kapiliarų kiekį procentais, bendras bandinio poringumas W_R , poringos erdvės rezervas R , kuris lemia tą poringos erdvės dalį, kuri iš pradžių nėra užpildyta vandeniu, bet pamažu užsipildo ciklinių bandymų metu (kuo didesnis poringos 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 .

Darbo metu buvo nustatyti visi išvestiniai bandinių struktūros rodikliai, pagal bandinių efektyvų poringumą, apskaičiuota bandinių suirimo pradžia ir pabaiga. Pagal atliktus skaičiavimus, galima teigti, kad betonas pagamintas pagal B-I sudėtį 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 stambaus užpildo skaldą iš betono atliekų pasiekė užsiduotąją betono stiprio klasę.

2. Prognozuojant betono, pagaminto su stambiu 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 parodo, kad betono natūralų stambų užpildą galima pakeisti skalda, pagaminta iš betono atliekų. Gautas medžiagos stipris nenusileidžia betono stipriui, pagamintam naudojant įprastines žaliavas. Tokių atliekinių medžiagų naudojimas padėtų sutaupyti energiją gaminant skaldą iš natūralių uolienų ir pagaminto betono

savikaina taptų mažesnė, taip pat būtų taupomos vertingos žaliavos, tai yra natūralios uolienos.

Padėkos

Dėkojame Statybinių medžiagų katedros kolektyvui už pagalbą atliekant tyrimus.

Literatūra

- Basheer, P. A. M.; Bai, Y. 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 resistant 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., et al. 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., et al. 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 CONCRETE WASTE USAGE IN THE FURTHER PRODUCTION OF CONCRETE COMPOSITE

O. Finoženok, R. Žurauskienė

Summary

Concrete is a secure building material and due to its good characteristics it is used in different constructions all over the world. A lot of scientists examined the usage of different waste products in building material manufacture in order to economize the input of energy and natural resources. After some tests we can maintain that concrete's in which manufacture was used breakstone of secondary concrete strength after 28 days of consolidation is close to the strength of concrete, manufactured with natural breakston.