



## INFLUENCE OF THE WASTE GLASS USES ON THE CEMENT MORTAR PROPERTIES

## WPŁYW STOSOWANIA SZKŁA ODPADOWEGO NA WŁAŚCIWOŚCI ZAPRAWY CEMENTOWEJ

Przemysław Czapik\*, Dominik Kuza, Michał Boroń  
Kielce University of Technology, Poland

### Abstract

*In this paper the influence of waste glass on the properties of cement mortar was described. The coloured waste glass in two different forms was used: the glass cullet with a particle size of 0.125-4.00 mm as a fine aggregate and the glass powder with a particle size below 0.125 mm as cement replacement. Both types of glass were obtained by crushing and milling brown glass bottles. The tests were carried out on mortars in which sand was entirely replaced by glass cullet or 20% of cement was replaced by glass powder. The effect of glass cullet and glass powder on the properties of cement mortar, such as setting time, consistency, flexural and compressive strength was determined. Moreover, the role of glass cullet as a potential source of expansion resulted from the alkali-silica reaction was investigated. The microstructure of hydrated composites was also examined with a scanning electron microscope.*

**Keywords:** waste glass, glass cullet, glass powder, cement mortar, physical interaction

### Streszczenie

*W niniejszym artykule opisano wpływ szkła odpadowego na właściwości zaprawy cementowej. Do badań zastosowano barwione szkło odpadowe w dwóch formach: stłuczki szklanej o uziarnieniu 0,125-4 mm wykorzystywanej jako kruszywo drobne i mączki szklanej o uziarnieniu poniżej 0,125 mm wykorzystywanej jako zamiennik cementu. Oba rodzaje szkła uzyskano w wyniku kruszenia i mielenia brązowych szklanych butelek jednego pochodzenia. Badania prowadzono na zaprawach, w których piasek w całości został zastąpiony stłuczka szklaną lub cement w 20% został zastąpiony przez mączkę szklaną. W pracy określono wpływ stosowania stłuczki szklanej i mączki szklanej na podstawowe własności technologiczne zaprawy cementowej, tj. na czas wiązania, konsystencję oraz wytrzymałość na ściskanie i zginanie. Ponadto określono czy stosowanie stłuczki szklanej może być przyczyną wystąpienia ekspansji na skutek zachodzenia reakcji alkalia-krzemionka. Zbadano też mikrostrukturę próbek pod skaningowym mikroskopem elektronowym.*

**Słowa kluczowe:** szkło odpadowe, stłuczka szklana, mączka szklana, zaprawa cementowa, oddziaływanie fizyczne

**REFERENCES**

- [1] W. Kurdowski: *Cement and concrete chemistry*, Polish Cement Association, Kraków 2010, ISBN 978-83-91315-24-8.
- [2] PN-EN 206+A1:2016-12 Concrete – Part 1: Specification, performance, production and conformity,
- [3] Z. Owsiak: *Internal corrosion of concrete*, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2015, ISSN 1897-2691.
- [4] A. Kuśnierz: *Glass recycling*, Prace Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych 2010, 3, 22-33, ISSN 1899-3230.
- [5] Y. Shao, T. Lefort, S. Moras, D. Rodriguez: *Studies on concrete containing ground waste glass*, Cement and Concrete Research 2000, 30, 91–100, ISSN 2666-5492.
- [6] A.M. Matos, J. Sousa-Coutinho: *Durability of mortar using waste glass powder as cement replacement*, Construction and Building Materials 2012, 36, 205–215, ISSN 0950-0618.
- [7] A. Shayan, A. Xu: *Value-added utilisation of waste glass in concrete*, Cement and Concrete Research 2004, 34, 81-89, ISSN 2666-5492.
- [8] R. Idir, M. Cyr, A. Tagnit-Hamou: *Pozzolanic properties of fine and coarse color-mixed glass cullet*, Cement and Concrete Composites 2011, 33, 19-29, ISSN 0958-9465.
- [9] R. Idir, M. Cyr, A. Tagnit-Hamou: *Use of fine glass as ASR inhibitor in glass aggregate mortars*, Construction and Building Materials 2010, 24, 1309-1312.
- [10] M. Najduchowska, E. Pabiś, G. Rolka, T. Baran: *Properties of concrete containing waste glass*, [in:] Monografie Betonu, Polish Cement Association, Kraków 2018, ISBN 978-83-61331-28-5.
- [11] J. Deja, E. Gołek, Ł. Kołodziej, A. Różycka: *The properties of pastes based on portland cement with the domestic glass addition*, Procedia of the VI Dni Betonu Conference, Polish Cement Association, Kraków 2010.
- [12] P. Czapik: *Microstructure and Degradation of Mortar Containing Waste Glass Aggregate as Evaluated by Various Microscopic Techniques*, Materials 2020, 13, 2186, EISSN 1996-1944.
- [13] PN-EN 196-1:2016-07 Methods of testing cement – Part 1: Determination of strength.
- [14] PN-EN 196-3:2016-12 Methods of testing cement – Part 3: Determination of setting times and soundness.
- [15] PN-EN 1015-3:200 Methods of test for mortar for masonry – Part 3: Determination of consistence of fresh mortar (by flow table).
- [16] ASTM C1260 – 14 Standard Test Method for Potential Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method).
- [17] Z. Giergiczny, M. Gawlicki: *Fly ash as active cements component and mineral admixture to concrete*, Procedia of the III Dni Betonu Conference, Polish Cement Association, Kraków 2004.
- [18] A. M. Neville, *Properties of Concrete, 5th ed.*, Polish Cement Association, Kraków 2012, ISBN 978-83-61331-16-2.
- [19] P. Czapik, M. Wolniewicz: *Microstructure of cement paste containing large amount of silica fume*, [in:] Monografie Betonu, Polish Cement Association, Kraków 2018, ISBN 978-83-61331-28-5.
- [20] T. Gawenda: *Innovative technologies of the regular particle aggregate production*, Mining Science – Mineral Aggregates 2015, 22, 45-59, ISSN 2300-9586.
- [21] W. Jin, C. Meyer, S. Baxter, “*Glascrrete*” – concrete with glass aggregate, ACI Materials Journal 2000, 97, 208-213, ISSN 0889-325X.
- [22] S.-B. Park, B.-C. Lee: *Studies on expansion properties in mortar containing waste glass and fibers*, Cement and Concrete Research 2004, 34, 1145–1152, ISSN 2666-5492.
- [23] K. Borek, P. Czapik, R. Dachowski: *Recycled glass as a substitute for quartz sand in silicate products*, Materials 2020, 13, 1030, EISSN 1996-1944.