



# THE IMPACT OF RECYCLED FINE AGGREGATE ON SELECTED PROPERTIES OF CONCRETE

## WPŁYW DROBNEGO KRUSZYWA Z RECYKLINGU NA WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI BETONU

Maja Kępnia\*, Justyna Pskowska, Aleksandra Garus  
Warsaw University of Technology, Poland  
Michał Drabczyk, Sebastian Kasper  
Holcim Polska S.A.

### Abstract

*The use of recycled fine aggregate in the production of concrete mixes is one of the elements of a circular economy. However, it is important to ensure that such a modification does not significantly affect the durability of the produced concrete elements. One possible criterion to check whether this condition is met is the practical application of the concept of equivalent concrete properties. The presented studies analyzed the properties of concrete with multi-component cement CEM V/A (S-V) and with recycled fine aggregate. The conducted analyses of the research results showed that with a 15% replacement level of natural sand with recycled sand, it is possible to maintain durability characteristics compared to concrete using only natural sand.*

**Keywords:** fine recycled aggregate, concrete durability, equivalent characteristics

### Streszczenie

*Stosowanie drobnego kruszywa z recyklingu do produkcji mieszanek betonowych jest jednym z elementów gospodarki w obiegu zamkniętym. Należy jednak zwrócić uwagę, aby taka modyfikacja nie wpłynęła znacząco na trwałość wykonywanych elementów betonowych. Jednym z możliwych kryteriów jest sprawdzenie, czy warunek ten jest spełniony, jest zastosowanie w praktyce koncepcji równoważnych właściwości betonu. W przedstawionych badaniach analizowano właściwości betonu z cementem wieloskładnikowym CEM V/A (S-V) oraz z drobnym kruszywem z recyklingu. Przeprowadzone analizy wyników badań wykazały, że przy 15% stopniu zastąpienia piasku naturalnego piaskiem z recyklingu możliwe jest zachowanie cech związanych z trwałością w stosunku do betonu z użyciem wyłącznie piasku naturalnego.*

**Słowa kluczowe:** drobne kruszywo z recyklingu, trwałość betonu, cechy równoważne

### REFERENCES

- [1] Jacobsen Ø.E.K., Kristoffersen M., Dey S., Børvik T., *Sustainable shielding: Ballistic performance of low-carbon concrete*, Constr. Build. Mater., vol. 415, 2024, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2024.135103.
- [2] Nazari A., Sanjayan J.G.B.T.-H. of L.C.C., Eds., "Copyright", Butterworth-Heinemann, 2017, p. iv. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804524-4.00017-8>.
- [3] Shmls M., Abed M., Fořt J., Horvath T., Bozsaky D., *Towards closed-loop concrete recycling: Life cycle assessment and multi-criteria analysis*, J. Clean. Prod., vol. 410, p. 137179, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137179>.

- [4] Habibi A., Bamshad O., Golzary A., Buswell R., Osmani M., *Biases in life cycle assessment of circular concrete*, *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 192, p. 114237, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.114237>.
- [5] De Schepper M., Van den Heede P., Van Driessche I., De Belie N., *Life Cycle Assessment of Completely Recyclable Concrete*, *Materials*, vol. 7, no. 8, pp. 6010–6027, 2014. doi: 10.3390/ma7086010.
- [6] Maj M., Grzymiski F., Ubysz A., *The loss of durability in reinforced concrete structures*, *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1425, no. 1, p. 12207, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1425/1/012207.
- [7] Chemrouk M., *The Deteriorations of Reinforced Concrete and the Option of High Performances Reinforced Concrete*, *Procedia Eng.*, vol. 125, pp. 713–724, 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.11.112>.
- [8] Kępiak M., Woyciechowski P., *Influence of sand substitution with waste lime powder on the concrete carbonation*, *Arch. Civ. Eng.*, vol. 67, no. No 4, pp. 383–392, 2021, doi: 10.24425/ace.2021.138506.
- [9] Dobiszewska M., Kuziak J., Woyciechowski P., Kępiak M., *Główne aspekty trwałości betonu modyfikowanego odpadowym pyłem bazaltowym z odpylania kruszyw w wytwórni MMA*, *J. Civ. Eng. Environ. Archit.*, 2016, doi: 10.7862/rb.2016.13.
- [10] El Abidine Tahar Z., Kadri E.H., Benabed B., Ngo T.-T., *Influence of cement type and chemical admixtures on the durability of recycled concrete aggregates*, *Mag. Civ. Eng.*, vol. 109, no. 1, 2022, doi: 10.34910/MCE.109.8.
- [11] Guo M., Gong G., Yue Y., Xing F., Zhou Y., Hu B., *Performance evaluation of recycled aggregate concrete incorporating limestone calcined clay cement (LC3)*, *J. Clean. Prod.*, vol. 366, p. 132820, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132820>.
- [12] Liu Q., Singh A., Xiao J., Li B., Tam V.W.Y., *Workability and mechanical properties of mortar containing recycled sand from aerated concrete blocks and sintered clay bricks*, *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 157, p. 104728, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104728>.
- [13] Le M.T., Tribout C., Escadeillas G., *Durability of mortars with leftover recycled sand*, *Constr. Build. Mater.*, vol. 215, pp. 391–400, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.04.179>.
- [14] Hadidi M.R. Mohammadi Y., *The effect of the freeze-thaw cycle and alkali-silica reaction on self-compacting recycled concrete*, *Eur. J. Environ. Civ. Eng.*, 2024, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:268354187>.
- [15] Sujatha T.S., Murty D.V.R., *Experimental Investigation on Durability Study of Portland Slag Concrete with Influence of High-Volume Recycled Aggregate*, *Civ. Eng. Archit.*, 2023, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:258047943>.
- [16] Kępiak M., Łukowski P., *Multicriteria Analysis of Cement Mortar with Recycled Sand*, *Sustainability*, vol. 16, no. 5, 2024. doi: 10.3390/su16051773.
- [17] Tang L., *Concentration dependence of diffusion and migration of chloride ions: Part I. Theoretical considerations*, *Cem. Concr. Res.*, vol. 29, no. 9, pp. 1463–1468, 1999, doi: [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(99\)00121-0](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(99)00121-0).