



INFLUENCE OF THE BINDER ON THE PROPERTIES OF COLD MIXTURES

WPŁYW ŚRODKA WIĄZĄCEGO NA WŁAŚCIWOŚCI MIESZANEK NA ZIMNO

MACIEJ KRASOWSKI*, PRZEMYSŁAW BUCZYŃSKI
Kielce University of Technology, Poland
JURAJ MUŠUTA
University of Zilina, Slovakia

Abstract

The paper aims to present the basic properties of cold mixes in terms of the type of binding agent. In the theoretical part of the article, a description of the technology for producing cold recycled mixtures and the types of road binders used in cold mixtures was presented. The research part presents the experimental design, and gives an overview of the research methodology used to assess the impact of the type of binding agent. Mixes differing in type and binder content were designed. During the laboratory work, mixtures were prepared with cement binder (CBGM), cement-modified polymer binder (CBGM+P), mineral-cement-emulsion modified with polymer binder (BE-RCM+P), and mineral-cement mixtures with foamed bitumen modified with polymer binder (FB-RCM+P). The project aimed to produce cold mixtures with variations in the type and amount of binder used. The mixtures were prepared using cold mix technology. The effect of the binder on the cold mix properties was studied. During the research, the following properties were examined: void content (V_m), indirect tensile strength (ITS), resistance to water damage (TSR), stiffness modulus using the IT-CY method and an axial compressive strength. On the basis of the research carried out, an analysis was made. Among other things, the polymer modification was found to have a positive effect on the void content of the mix. The research carried out in this way made it possible to show the influence of the binder on the properties of cold mixes.

Keywords: cold mixture, recycling, substructure, foamed asphalt, asphalt emulsion, hydraulic binder, modification

Streszczenie

Praca miała na celu przedstawienie podstawowych właściwości mieszanek na zimno w aspekcie rodzaju środka wiążącego. W części teoretycznej artykułu przedstawiono opis technologii wykonywania mieszanek metodą recyklingu głębokiego na zimno oraz rodzaje spoiw drogowych wykorzystywanych w mieszankach na zimno. W części badawczej przedstawiono plan eksperymentu oraz przybliżono metodykę badawczą wykorzystaną w ocenie wpływu rodzaju środka wiążącego. Zaprojektowano mieszanki związane cementem (CBGM), mieszanki związane cementem modyfikowane polimerem (CBGM+P), mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjne modyfikowane polimerem (MCE+P) oraz mieszanki mineralno-cementowe z asfaltem spienionym modyfikowane polimerem (MCAS+P). Projekt zakładał wykonanie mieszanek w technologii na zimno, zróżnicowanych pod względem rodzaju oraz ilości zastosowanego spoiwa. W ramach badań sprawdzono zawartość wolnych przestrzeni V_m , wytrzymałość na rozciąganie pośrednie ITS, odporność na szkodliwe działanie wody TSR, moduł sztywności według metody IT-CY oraz przeprowadzono badanie wytrzymałości na ścislenie osiowe po 28 dniach pielęgnacji. Na podstawie wykonanych badań dokonano analizy. Tak przeprowadzone badania pozwoliły na ukazanie wpływu spoiwa na właściwości mieszanek na zimno.

Słowa kluczowe: mieszanka na zimno, recykling, podbudowa, asfalt spieniony, emulsja asfaltowa, spoiwo hydrauliczne, modyfikacja

References

- [1] Bańkowski W.: *Evaluation of fatigue life of asphalt concrete mixtures with reclaimed asphalt pavement*. Appl Sci 2018;8:469. <https://doi.org/10.3390/app8030469>.
- [2] Buczyński P.: *Charakterystyka trwałości zmęczeniowej recyklowanej podbudowy*. J Civ Eng Environ Archit 2016. <https://doi.org/10.7862/rb.2016.70>.
- [3] Iwański M., Chomicz-Kowalska A., Buczyński P., Mazurek G., Cholewińska M., Iwański M., et al.: *Procedury projektowania oraz wytyczne stosowania materiałów odpadowych i z recyklingu do technologii wytwarzania mieszanek metodą na zimno z asfaltem spienionym (MCAS)*. 2018.
- [4] Buczyński P., Iwański M.: *The influence of a polymer powder on the properties of a cold-recycled mixture with foamed bitumen*. Materials 2019;12:4244. <https://doi.org/10.3390/ma12244244>.
- [5] Krasowski J., Iwański M., Buczyński P.: *Analysis of the Impact of Redispersible Polymer Powder on the Water and Frost Resistance of Cold-Recycled Mixture with Bitumen Emulsion*. IOP Conf Ser Mater Sci Eng 2021;1203:022006. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1203/2/022006>.
- [6] Buczyński P., Iwański M., Mazurek G., Krasowski J., Krasowski M.: *Effects of Portland Cement and Polymer Powder on the Properties of Cement-Bound Road Base Mixtures*. Materials 2020;13:4253. <https://doi.org/10.3390/ma13194253>.
- [7] Iwański M., Chomicz-Kowalska A., Maciejewski K.: *Application of synthetic wax for improvement of foamed bitumen parameters*. Constr Build Mater 2015;83:62–9. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.02.060>.
- [8] Kukiełka J., Bańkowski W.: *The experimental study of mineral-cement-emulsion mixtures with rubber powder addition*. Constr Build Mater 2019;226:759–66. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.07.276>.
- [9] Wpływ pyłów powstałych w procesie odpylania kruszywa na właściwości podbudowy z asfaltem spienionym 2012.
- [10] Wirtgen. Cold Recycling Technology. 2012.
- [11] Piłat J., Radziszewski P.: *Nawierzchnie asfaltowe: podręcznik akademicki*. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2010.
- [12] Wirtgen Group. *Podręcznik recyklingu na zimno*. Wirtgen GmbH; 2006.
- [13] Asphalt Academy. Technical Guideline: Bitumen Stabilised Materials. A Guideline for the Design and Construction of Bitumen Emulsion and Foamed Bitumen Stabilised Materials 2009.
- [14] Iwański M., Chomicz-Kowalska A.: *Właściwości recyklowanej podbudowy z asfaltem spienionym*. Drogownictwo 2011:271–7.
- [15] Buczyński P., Iwański M., Krasowski J.: *Assessment of the Impact of Hydraulic Binder on the Properties of the Cold Recycled Mixture with Foamed Bitumen and Bitumen Emulsion: Field Tests*. Buildings 2020;10:223. <https://doi.org/10.3390/buildings10120223>.
- [16] Buczyński P., Iwański M., Mazurek G., Krasowski J., Krasowski M.: *Effects of Portland Cement and Polymer Powder on the Properties of Cement-Bound Road Base Mixtures*. Materials 2020;13:4253. <https://doi.org/10.3390/ma13194253>.
- [17] Dołycki B., Jaczewski M., Szydłowski C.: *Analysis of selected mechanical properties of mineral-cement-emulsion mixtures (MCE)*. Drogi Mosty 2023;22:41–61. <https://doi.org/10.7409/rabdim.023.003>.
- [18] Czapik P., Zapała-Sławeta J., Owsiak Z., Stępień P.: *Hydration of cement by-pass dust*. Constr Build Mater 2020;231:117139. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117139>.
- [19] Dołycki B., Jaskuła P.: *Review and evaluation of cold recycling with bitumen emulsion and cement for rehabilitation of old pavements*. J Traffic Transp Eng Engl Ed 2019;6:311–23. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2019.02.002>.
- [20] Jaworska B., Łukowski P., Jaworski J.: *Influence of cement substitution by calcareous fly ash on the mechanical properties of polymer-cement composites*. MATEC Web Conf 2018;163:03005. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201816303005>.
- [21] Buczyński P., Iwański M.: *Fatigue Life Comparison of Recycled Cold Mixes with Foamed Bitumen and with Bitumen Emulsion*. Procedia Eng 2017;172:135–42. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.02.035>.
- [22] Łukowski P.: *Material modification in concrete* [in Polish]. Ass. Of Concrete Producers, Cracow 2016.
- [23] Krasowski J., Buczyński P., Iwański M.: *The Effect of Polymer Powder on the Cracking of the Subbase Layer Composed of Cold Recycled Bitumen Emulsion Mixtures*. Materials 2021;14:5867. <https://doi.org/10.3390/ma14195867>.
- [24] EN 13286-41. Unbound and hydraulically bound mixtures. Test method for determination of the compressive strength of hydraulically bound mixtures n.d.
- [25] Buczyński P., Iwański M.: *Rheological properties of mineral-cement mix with foamed bitumen with the addition of redispersible polymer powder*. IOP Conf Ser Mater Sci Eng 2019;471:032013. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/471/3/032013>.
- [26] PN-EN 12697-8:2019-01 Mieszanki mineralno-asfaltowe – Metody badań – Część 8: Oznaczanie zawartości wolnej przestrzeni próbek mineralno-asfaltowych.

- [27] EN 12697-23. Bituminous mixtures. Test methods. Determination of the indirect tensile strength of bituminous specimens n.d.
- [28] EN 12697-26. Bituminous mixtures. Test methods. Stiffness 2018.
- [29] Dołżycki B.: *Instrukcja projektowania i wbudowania mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (MCE)*, 2019.
- [30] WT-5. Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych 2010.
- [31] Błażejowski K., Wójcik-Wiśniewska M., Baranowska W., Ostrowski P.: *Poradnik asfaltowy*. ORLEN Asfalt Sp. z o.o., Płock 2021.
- [32] WT-2. Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych. Mieszanki mineralno-asfaltowe 2014.