



THE INFLUENCE OF DISPERSED REINFORCEMENT IN THE FORM OF BASALT FIBERS ON THE STIFFNESS MODULUS OF ASPHALT CONCRETE

WPŁYW ZBROJENIA ROZPROSZONEGO W POSTACI WŁÓKIEŃ BAZALTOWYCH NA MODUŁ SZTYWNOŚCI BETONU ASFALTOWEGO

Wiktoria Ściga, Przemysław Buczyński*, Grzegorz Mazurek
Kielce University of Technology, Poland

Hümeýra Bolkar Tosun
Aksaray Üniversitesi, Turkey

Abstract

This article analyzes the effect of dispersed reinforcement in the form of basalt fibers on the stiffness modulus of asphalt concrete. The research program included an AC 16W mineral-asphalt mixture intended for a binder course reinforced with 30 mm long basalt fibers at 0.5% and 1.5% by weight, as well as options with adjusted asphalt content. Laboratory tests showed that the addition of basalt fibers significantly increases the stiffness of the mixture across the entire tested temperature range from 5°C to 40°C, achieving in the 1.5% variant (AC_1.5%) S_m modulus values nearly twice as high as those of the reference mineral-asphalt mixture (R). It was also noted that changing the binder content led to a significant reduction in stiffness at the analyzed temperatures, which may protect the pavement against low-temperature cracking. Despite differences in composition, all tested mixtures maintained high water resistance at 91–98%, confirming that proper dosing of basalt fibers without excess binder yields the most durable structure resistant to permanent deformation.

Keywords: asphalt concrete; basalt fibers; stiffness modulus; IT-CY method; temperature sensitivity

Streszczenie

W niniejszym artykule przeanalizowano wpływ zbrojenia rozproszonego w postaci włókien bazaltowych na moduł sztywności betonu asfaltowego. Program badań obejmował mieszankę mineralno-asfaltową typu AC 16W, przeznaczoną na warstwę wiążącą, zbrojoną włóknami bazaltowymi o długości 30 mm w ilości 0,5% i 1,5% masy, a także warianty z zmodyfikowaną zawartością asfaltu. Badania laboratoryjne wykazały, że dodatek włókien bazaltowych znacząco zwiększa sztywność mieszanki w całym badanym zakresie temperatur (od 5°C do 40°C); w przypadku wariantu z 1,5% dodatkiem włókien (AC_1,5%) uzyskano wartości modułu sztywności (S_m) niemal dwukrotnie wyższe niż dla referencyjnej mieszanki mineralno-asfaltowej (R). Odnotowano również, że zmiana zawartości lepiszcza prowadziła do istotnego obniżenia sztywności w analizowanych temperaturach, co może chronić nawierzchnię przed spękaniami niskotemperaturowymi. Mimo różnic w składzie, wszystkie badane mieszanki zachowały wysoką odporność na działanie wody (na poziomie 91–98%), co potwierdza, że właściwe dozowanie włókien bazaltowych – bez nadmiaru lepiszcza – pozwala uzyskać najbardziej trwałą strukturę, odporną na odkształcenia trwałe.

Słowa kluczowe: beton asfaltowy; włókna bazaltowe; moduł sztywności; metoda IT-CY; wrażliwość temperaturowa

*Kielce University of Technology, Poland, e-mail: p.buczynski@tu.kielce.pl

REFERENCES

- [1] <https://cherbsloeh.pl/wlokna-bazaltowe-innowacyjny-material-w-budownictwie-i-inzynierii-n-109.html>.
- [2] Kim M.-J., Kim S., Yoo D.-Y., Shin H.-O., *Enhancing mechanical properties of asphalt concrete using synthetic fibers*, Construction and Building Materials, vol. 178, pp. 233–243, Jul. 2018, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2018.05.070.
- [3] Phung B.-N., Le T.-H., Nguyen T.-A., Thi Hoang H.-G., Ly H.-B., *Novel approaches to predict the Marshall parameters of basalt fiber asphalt concrete*, Construction and Building Materials, vol. 400, p. 132847, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2023.132847.
- [4] Abtahi S.M., Sheikhzadeh M., Hejazi S.M., *Fiber-reinforced asphalt-concrete – A review*, Construction and Building Materials, vol. 24, no. 6, pp. 871–877, Jun. 2010, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2009.11.009.
- [5] Ameri M., Nemati M., Shaker H., Jafari F., *Experimental and numerical investigation of the properties of the Hot Mix Asphalt Concrete with basalt and glass fiber*, Frattura ed Integrità Strutturale, vol. 13, no. 50, pp. 149–162, Aug. 2019, doi: 10.3221/IGF-ESIS.50.14.
- [6] Mazurek G., Buczyński P., Iwański M., Kowalczyk A., Podsiadło M., Kozel M., *Impact of recycled glass and carbon geogrids on crack propagation resistance in asphalt concrete*, Roads and Bridges – Drogi i Mosty, vol. 25, no. 1, pp. 5–22, Mar. 2026, doi: 10.7409/rabdim.026.001.
- [7] Mahrez A., Rehan Karim M., Yati Katman H., *Fatigue and deformation properties of glass fiber reinforced bituminous mixes*, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Jan. 2005, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/228648826_Fatigue_and_deformation_properties_of_glass_fiber_reinforced_bituminous_mixes/references.
- [8] Putman B.J., Amirkhanian S.N., *Utilization of waste fibers in stone matrix asphalt mixtures*, Resources, Conservation and Recycling, vol. 42, no. 3, pp. 265–274, Oct. 2004, doi: 10.1016/j.resconrec.2004.04.005.
- [9] Janus K., *Optimization of fiber reinforced warm mix asphalt concrete produced with foamed bitumen in terms of the high temperature performance*, PhD dissertation, Kielce University of Technology, Kielce 2024.
- [10] Celauro C., Praticò F.G., *Asphalt mixtures modified with basalt fibres for surface courses*, Construction and Building Materials, vol. 170, pp. 245–253, May 2018, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2018.03.058.
- [11] GDDKiA, Asphalt Pavements on National Roads, WT-2 – Part I, Bituminous Mixtures, Technical Requirements. GDDKiA.
- [12] PN-EN 13108-1 Bituminous mixtures – Material specifications – Part 1: Asphalt concrete.
- [13] EN 12697-8 Bituminous mixtures – Test methods – Part 8: Determination of void characteristics of bituminous specimens.
- [14] EN 12697-23 Bituminous mixtures – Test methods – Part 23: Determination of the indirect tensile strength of bituminous specimens.
- [15] EN 12697-12 Bituminous mixtures – Test methods – Part 12: Determination of the water sensitivity of bituminous specimens.
- [16] EN 12697-26 Bituminous mixtures – Test methods – Part 26: Stiffness.
- [17] EN 12697-44 Bituminous mixtures – Test methods – Part 44: Crack propagation by semi-circular bending test.
- [18] EN 12697-6 Bituminous mixtures – Test methods – Part 6: Determination of bulk density of bituminous specimens.