

Badanie wpływu dodatku granulatu gumowego na odporność mieszanki mineralno-asfaltowej na działanie wody i mrozu

Damian Wiśniewski¹, Milena Selke², Anna Smolińska², Mieczysław Słowik³

¹ Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz, e-mail: damian.wisniewski@utp.edu.pl

² Sluchacz studiów II-go stopnia na kierunku budownictwo, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska

³ Politechnika Poznańska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Instytut Inżynierii Lądowej, ul. Piotrowo 5, 61-138 Poznań, e-mail: mieczyslaw.slowik@put.poznan.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono wyniki badań mieszanek mineralno-asfaltowych modyfikowanych dodatkiem granulatu gumowego metodą „na sucho”. Modyfikacja ta polegała na wprowadzeniu granulatu gumowego do mieszanki kruszywa, zastępując część kruszywa bazaltowego o frakcji 0/2 mm. Badania przeprowadzono na mieszance typu beton asfaltowy AC16W 50/70 KR3-4. Wykonano 5 rodzajów analizowanej MMA: bez dodatku granulatu gumowego oraz z dodatkiem 1% i 2% (w stosunku do masy mieszanki mineralnej) granulatu gumowego aktywowanego o uziarnieniu do 2 mm i nieaktywowanego o uziarnieniu do 2 mm. Proces aktywacji odbywał się przy zastosowaniu elektromagnetycznego młyna z generatorem mikrofal, wirnika odśrodkowego obracającego się z prędkością naddźwiękową oraz sprzętu pomocniczego. Dla każdej z MMA wyznaczono gęstość, gęstość objętościową i zawartość wolnych przestrzeni oraz badano odporność na działanie wody i mrozu. Na podstawie badań zaobserwowano, że dodatek granulatu gumowego do MMA wpływa niekorzystnie na zawartość wolnych przestrzeni powodując ich przyrost. Dodatek granulatu gumowego wpływa także na odporność MMA na działanie wody i mrozu, z tym że wpływ ten jest uzależniony od ilości dodanego granulatu gumowego.

Słowa kluczowe: wskaźnik ITSR, wytrzymałość na rozciąganie pośrednie, gęstość objętościowa, zawartość wolnych przestrzeni, guma aktywowana.

1. Wprowadzenie

Przyrost liczby pojazdów samochodowych generuje nie tylko problem związany z coraz większym obciążeniem nawierzchni drogowych. Większa liczba samochodów wpływa niekorzystnie na środowisko naturalne i to nie tylko z uwagi na wydzielane spaliny. Duży problem stanowi utylizacja zużytych opon samochodowych, których ilość w ostatnich latach systematycznie się zwiększa. Brak miejsc przeznaczonych na składowanie odpadów gumowych sprawia, że materiały te porzucane są w różnych, najczęściej nielegalnych, składowiskach. Opony charakteryzują się dużą trwałością (długi okres degradacji, który może nawet przekroczyć 100 lat), w związku z czym są uciążliwym odpadem dla środowiska naturalnego. Aby ograniczyć ich negatywny wpływ na środowisko naturalne zaleca się prowadzenie odpowiednich działań, które pozwolą na ich ponowne wykorzystanie. Do takich działań zaliczamy: spalanie opon, ich utylizację metodą pirolizy, utylizację poprzez rozpuszczanie w rozpuszczalnikach organicznych, bieźnikowanie opon czy ich rozdrabnianie (mechaniczne lub kriogeniczne) na miął gumowy [1,2].

Miał gumowy może być cennym dodatkiem do mieszanek mineralno-asfaltowych. Powszechnie znanymi sposobami modyfikacji mieszanek mineralno-asfaltowych dodatkiem miału (granulatu) gumowego są [1]:

- a) metoda „na mokro” („wet”) – polegająca na dodawaniu granulatu gumowego bezpośrednio do asfaltu;
- b) metoda „na sucho” („dry”) – polegająca na dodaniu granulatu gumowego do kruszywa (część kruszywa zastępowana jest gumą).

Przeprowadzono wiele badań dotyczących oceny wpływu dodatku miału gumowego na właściwości mieszanek mineralno-asfaltowych modyfikowanych gumą, zarówno metodą „na sucho”, jak i metodą „na mokro”. Badania potwierdzają korzystny wpływ granulatu gumowego na takie właściwości MMA (mieszanek mineralno-asfaltowych), jak: zwiększenie modułu sztywności [3], zwiększenie trwałości zmęczeniowej [4,10]; zwiększenie odporności na koleinowanie [5,10,11,14]. Dodatek gumy do lepiszcza asfaltowego (metoda na mokro) wpływa na: zwiększenie lepkości [7,12,15], zwiększenie przyczepności do kruszywa [7,8], zmniejszenie penetracji [7,13], zwiększenie temperatury mięknięcia [7,11,12,13,16] czy zmniejszenie wrażliwości temperaturowej [5,7,13,14]. Innymi zaletami takich mieszanek są: redukcja hałasu, poprawa przyczepności kół do nawierzchni, wydłużona trwałość nawierzchni (co wpływa na mniejsze koszty utrzymania) [8].

Celem badań, których wyniki przedstawiono w artykule, było sprawdzenie wpływu dodatku granulatu gumowego na odporność mieszanki mineralno-asfaltowej na działanie wody i mrozu – czynników, które występują powszechnie w polskich warunkach klimatycznych i które wpływają niekorzystnie na trwałość nawierzchni drogowych na obszarze Polski. W artykule porównano wyniki uzyskane na próbkach mieszanki bez gumy (mieszanka referencyjna) oraz mieszanki z dodatkiem granulatu gumowego aktywowanego w ilości 1% oraz 2% (w stosunku do masy mieszanki mineralnej) oraz granulatu gumowego nieaktywowanego w tych samych ilościach. Aktywacja gumy odbywała się przy użyciu linii produkcyjnej składającej się z: elektromagnetycznego młyna z generatorem mikrofal, wirnika odśrodkowego obracającego się z prędkością naddźwiękową oraz innego pomocniczego sprzętu. Zmielona guma pochodząca z opon samochodowych była sukcesywnie obrabiana, początkowo za pomocą aktywacji mechanochemicznej, a następnie poddawano ją syntezie i nanosyntezie. Pozwoliło to na uzyskanie nowego materiału, którego struktura jest bardzo podobna do struktury polimerowej [17].

2. Przedmiot badań

Badania przeprowadzono na próbkach mieszanki mineralno-asfaltowej typu beton asfaltowy o największym wymiarze kruszywa 16 mm przeznaczonym do warstwy wiążącej – AC16W 50/70 KR3-4 (beton asfaltowy o największym wymiarze kruszywa do 16 mm przeznaczony do warstwy wiążącej, zawierający asfalt drogowy 50/70, przeznaczony do dróg obciążonych ruchem kategorii KR3-4). Program badań obejmował wykonanie pięciu rodzajów mieszanek: bez dodatku granulatu gumowego (próbka referencyjna), z dodatkiem granulatu gumowego aktywowanego w ilości 1% oraz 2% (w stosunku do masy MM (mieszanki mineralnej)) oraz granulatu gumowego nieaktywowanego w tych samych ilościach. Granulat gumowy charakteryzował się uziarnieniem do 2 mm, z czego zdecydowana większość (93,6% – guma nieaktywowana oraz 92,3% – guma aktywowana) przechodziła przez sito 1 mm. Do wykonania MMA użyto kruszyw bazaltowych, sjenitowych i amfibolitowych, wypełniacza wapiennego oraz asfaltu drogowego 50/70 w ilości 4,8% (w stosunku do masy MMA). Skład mieszanki mineralno-asfaltowej (referencyjnej) przedstawiono w tabeli 1, natomiast jej uziarnienie w tabeli 4 (w kolumnie „0%”). Modyfikacji mieszanki mineralno-asfaltowej granulatem gumowym

dokonano metodą „na sucho”. Granulat gumowy wprowadzano do mieszanki kruszywa zastępując część kruszywa bazaltowego o frakcji 0/2. Skład mieszanek mineralno-asfaltowych z dodatkiem granulatu gumowego w ilości 1% oraz 2% (w stosunku do masy MM) pokazano kolejno w tabelach: 2 i 3, natomiast uziarnienie badanych MMA przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 1. Skład mieszanki AC16W bez dodatku granulatu gumowego

Lp.	Nazwa składnika mieszanki	Udział w mieszance [%]	
		MM	MMA
1.	mączka wapienna	5,5	5,2
2.	kruszywo drobne bazaltowe 0/2	31,0	29,5
3.	kruszywo grube (grys) sjenitowe 2/5	20,0	19,0
4.	kruszywo grube (grys) sjenitowe 4/8	14,0	13,3
5.	kruszywo grube (grys) bazaltowe 8/11	8,2	7,9
6.	kruszywo grube (grys)amfibolitowe 11/16	21,3	20,2
7.	asfalt drogowy 50/70		4,8

Tabela 2. Skład mieszanki AC16W z dodatkiem granulatu gumowego aktywowanego (A) oraz nieaktywowanego (N/A) w ilości 1% (w stosunku do masy MM)

Lp.	Nazwa składnika mieszanki	Udział w mieszance [%]			
		MM		MMA	
		A	N/A	A	N/A
1.	mączka wapienna	5,5	5,5	5,2	5,2
2.	kruszywo drobne bazaltowe 0/2	30,0	30,0	28,6	28,6
3.	granulat gumowy	1,0	1,0	1,0	1,0
4.	kruszywo grube (grys) sjenitowe 2/5	20,0	20,0	19,0	19,0
5.	kruszywo grube (grys) sjenitowe 4/8	14,0	14,0	13,3	13,3
6.	kruszywo grube (grys) bazaltowe 8/11	8,3	8,3	7,9	7,9
7.	kruszywo grube (grys) amfibolitowe 11/16	21,3	21,3	20,2	20,2
8.	asfalt drogowy 50/70			4,8	4,8

Tabela 3. Skład mieszanki AC16W z dodatkiem granulatu gumowego aktywowanego (A) oraz nieaktywowanego (N/A) w ilości 2% (w stosunku do masy MM)

Lp.	Nazwa składnika mieszanki	Udział w mieszance [%]			
		MM		MMA	
		A	N/A	A	N/A
1.	mączka wapienna	5,5	5,5	5,2	5,2
2.	kruszywo drobne bazaltowe 0/2	29,0	29,0	27,6	27,6
3.	granulat gumowy	2,0	2,0	1,9	1,9
4.	kruszywo grube (grys) sjenitowe 2/5	20,0	20,0	19,0	19,0
5.	kruszywo grube (grys) sjenitowe 4/8	14,0	14,0	13,3	13,3
6.	kruszywo grube (grys) bazaltowe 8/11	8,3	8,3	7,9	7,9
7.	kruszywo grube (grys) amfibolitowe 11/16	21,3	21,3	20,2	20,2
8.	asfalt drogowy 50/70			4,8	4,8

Badania wykonano zgodnie z procedurą opisaną w Wymaganiach Technicznych WT-2 [18]. Wszystkie próbki zostały przygotowane zgodnie z Załącznikiem nr 1 do WT-2 [18], a następnie zagęszczone w porównywalnych warunkach za pomocą ubijaka Marshalla zgodnie z normą [23]. Próbki przeznaczone do badania odporności na działanie wody i mrozu zagęszczono poprzez wykonanie po 35 uderzeń na każdą stronę, natomiast próbki przeznaczone do oznaczenia gęstości objętościowej – po 75 uderzeń na każdą stronę. Odporność MMA na działanie wody i mrozu określono na podstawie wytrzymałości na rozciąganie pośrednie oznaczonej na próbkach „mokrych” (po kondycjonowaniu) w stosunku do oznaczonej na próbkach „suchych” (bez kondycjonowania) – tzw. wskaźnik ITS_R (Indirect Tensile Strength Ratio) – wskaźnik wytrzymałości na rozciąganie pośrednie obliczony ze wzoru [18]:

$$ITSR = \frac{ITS_w}{ITS_d} \cdot 100\% \quad (2.1)$$

gdzie:

ITS_R – wskaźnik wytrzymałości na rozciąganie pośrednie [%],

ITS_w – średnia wytrzymałość na rozciąganie pośrednie wyznaczona dla próbek mokrych [kPa],

ITS_d – średnia wytrzymałość na rozciąganie pośrednie wyznaczona dla próbek suchych [kPa].

Oprócz odporności MMA na działanie wody i mrozu, na próbkach każdej analizowanej mieszanki (referencyjnej, z dodatkiem 1% oraz 2% granulatu gumowego aktywowanego oraz nieaktywowanego) określono gęstość, zgodnie z normami [19,20], oraz zawartość wolnych przestrzeni, zgodnie z normą [21].

Tabela 4. Uziarnienie badanych mieszanek mineralnych

Wymiar sita [mm]	Przesiew [%] przy zawartości granulatu gumowego (w stosunku do masy MM)					Krzywe graniczne	
	0%	1% (A)	1% (N/A)	2% (A)	2% (N/A)	Dolna	Górna
22,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
16,0	96,7	96,7	96,7	96,7	96,7	90,0	100,0
11,2	79,5	79,5	79,5	79,5	79,5	70,0	90,0
8,0	70,5	70,5	70,5	70,5	70,5	55,0	85,0
5,6	60,7	60,7	60,7	60,7	60,7	–	–
4,0	50,7	50,7	50,7	50,7	50,7	–	–
2,0	35,1	35,1	35,1	35,2	35,2	25,0	50,0
1,0	23,2	23,6	23,6	23,9	24,0	–	–
0,50	16,4	16,7	16,7	17,0	17,1	–	–
0,25	12,3	12,4	12,4	12,5	12,5	–	–
0,125	10,7	10,6	10,7	10,5	10,6	4,0	12,0
0,063	6,7	6,6	6,6	6,6	6,6	4,0	10,0

Legenda:

A – granulatu gumowy aktywowany

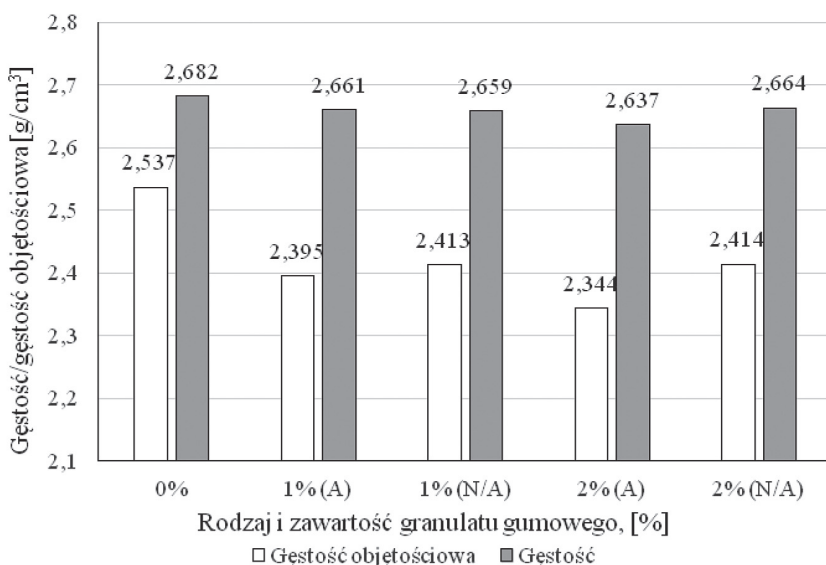
N/A – granulatu gumowy nieaktywowany

3. Analiza wyników badań

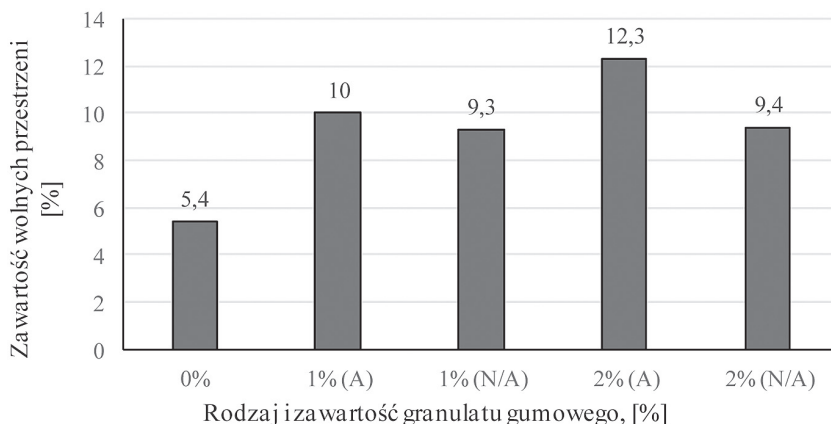
3.2. Gęstość MMA oraz zawartość wolnych przestrzeni

Wyniki oznaczenia gęstości oraz gęstości objętościowej przedstawiono na rysunku 1, natomiast wyniki oznaczenia zawartości wolnych przestrzeni na rysunku 2.

Dodatek granulatu gumowego do mieszanki mineralno-asfaltowej spowodował, że zawartość wolnych przestrzeni w mieszance znacznie zwiększyła się w porównaniu do mieszanki bez dodatku granulatu gumowego. Przyrost ten jest na tyle duży, że mieszanka mineralno-asfaltowa, zarówno z dodatkiem 1%, jak i 2% granulatu gumowego aktywowanego i nieaktywowanego, nie spełniła wymagań odnośnie zawartości wolnych przestrzeni, która zgodnie z Wymaganiami Technicznymi WT-2 [18] dla tego typu MMA wynosi od 4 do 7%.



Rys. 1. Wyniki oznaczenia gęstości oraz gęstości objętościowej badanych MMA



Rys. 2. Zawartość wolnych przestrzeni w badanych MMA

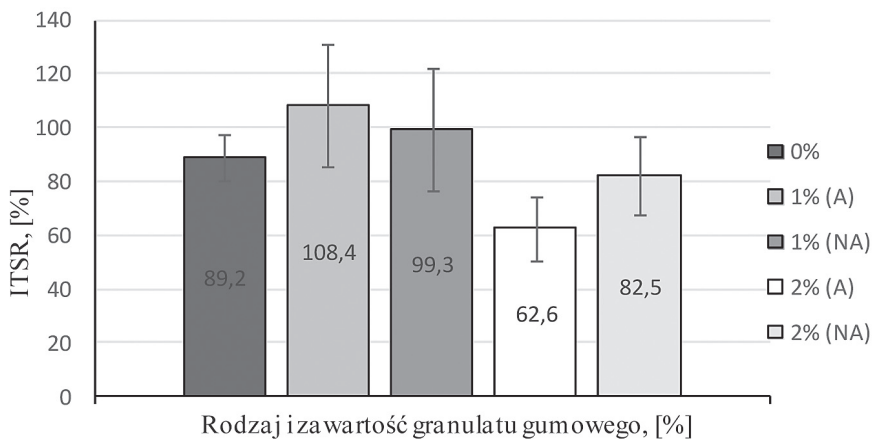
3.2. Odporność MMA na działanie wody i mrozu

Wyniki badania odporności analizowanych MMA na działanie wody i mrozu przedstawiono na rysunku 3. Wyniki przedstawiono w postaci średniej arytmetycznej oraz przedziałów niepewności określonych przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

Na podstawie tych wyników można zauważyć, że dodatek granulatu gumowego ma wpływ na odporność MMA na działanie wody i mrozu. Wpływ ten jest uzależniony od rodzaju i zawartości granulatu gumowego w MMA.

W przypadku mieszanki referencyjnej (bez dodatku granulatu gumowego) wartość wskaźnika ITSR wyniosła 89,2%, co jest zgodne z wymaganiami WT-2 [18]. Dodatek 1% granulatu gumowego spowodował, że wartość wskaźnika ITSR zwiększyła się do 108,4% (w przypadku granulatu gumowego aktywowanego) oraz do 99,3% (w przypadku granulatu gumowego nieaktywowanego), co świadczy o większej odporności MMA na działanie wody i mrozu. Dodatek 2% granulatu gumowego sprawił, że wartość wskaźnika ITSR uległa zmniejszeniu w porównaniu z pozostałymi MMA (referencyjną oraz z zawartością 1% granulatu gumowego aktywowanego i nieaktywowanego) do wartości 82,5% (granulat nieaktywowany) oraz 62,6% (granulat aktywowany). Na tej podstawie można stwierdzić, że zbyt duża zawartość granulatu gumowego powoduje zmniejszenie odporności MMA na działanie wody i mrozu.

Podczas wykonywania badań zaobserwowano, że próbki mieszanki referencyjnej uległy pęknięciu wzdłuż ich średnicy, w wyniku czego po wyjęciu z maszyny wytrzymałościowej rozpadły się na dwie połowy (zniszczenie typu „A” zgodnie z normą [22]). Próbki MMA z dodatkiem granulatu gumowego zachowały się w odmienny sposób. Próbki po zniszczeniu nie rozpadły się. W ich przypadku zaobserwowano zniszczenie typu „C” – kombinacja (ograniczona linia pęknięcia przy rozciąganiu, przy szczękach obszary zdeformowane). Może to wynikać z faktu, iż granulaty gumowy powoduje redukcję sztywności MMA, co potwierdziły wyniki oznaczenia wytrzymałości na rozciąganie pośrednie.



Rys. 3. Zestawienie wartości wskaźnika wytrzymałości na rozciąganie pośrednie ITSR badanych MMA

4. Wnioski

Na podstawie analizy rezultatów wykonanych badań laboratoryjnych można sformułować następujące wnioski:

- a) Dodatek granulatu gumowego do MMA ma wpływ na zwiększenie zawartości wolnych przestrzeni w MMA powodując, że MMA nie spełnia wymagań dotyczących tego kryterium. Dodatkowo granulaty gumowy aktywowany sprawia, że zawartość wolnych przestrzeni jest większa niż w przypadku granulatu gumowego nieaktywowanego (porównując MMA o tej samej zawartości granulatu gumowego).
- b) Dodatek granulatu gumowego do MMA wpływa na odporność MMA na działanie wody i mrozu, ale wpływ ten uzależniony jest od zawartości analizowanego granulatu w MMA. W przypadku zawartości 1% granulatu gumowego otrzymano poprawę odporności MMA na działanie wody i mrozu, natomiast dodatek 2% granulatu sprawił, że odporność ta uległa znacznemu pogorszeniu.
- c) Proces aktywacji granulatu gumowego ma wpływ na wartość wskaźnika ITSR. Przy zawartości 1% granulatu gumowego wartość wskaźnika ITSR jest większa niż w przypadku zastosowania granulatu gumowego nieaktywowanego. Zależność ta jednak ulega zmianie przy zwiększeniu zawartości zastosowanych w badaniach granulatów – wówczas wartość wskaźnika ITSR MMA z dodatkiem granulatu gumowego aktywowanego ulega znacznemu zmniejszeniu w porównaniu z dodatkiem granulatu nieaktywowanego.
- d) Granulat gumowy ma istotny wpływ na zachowanie się MMA podczas badania odporności na działanie wody i mrozu. Mieszanki bez dodatku granulatu gumowego rozpadały się, natomiast po jego dodaniu efekt zniszczenia próbki był inny, bowiem próbki nie ulegały rozpadowi. Na tej podstawie można wnioskować, że granulaty gumowy poprawia spójność MMA.

Przedstawiona w niniejszym artykule analiza dotyczy konkretnej mieszanki mineralno-asfaltowej (AC16W 50/70 KR3-4) oraz konkretnego sposobu aplikacji, w związku z czym możliwe jest uzyskanie innych wyników badań wobec innych mieszanek mineralno-asfaltowych.

Literatura

- [1] Piłat J., Radziszewski P. *Nawierzchnie asfaltowe*. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2010.
- [2] Gronowicz J., Kubiak T. *Recykling zużytych opon samochodowych*. Problemy Eksploatacji 2 (2007), 5–18.
- [3] Jurczak R.: *Zainteresowanie gumą rośnie?*, Drogownictwo 6 (2012) 204–206.
- [4] Plewa A. *Zastosowanie mialu gumowego ze zużytych opon samochodowych w mieszankach mineralno-asfaltowych*. Inżynieria Ekologiczna 40 (2014) 217–227.
- [5] Sybilski D., Bańkowski W., Horodecka R., Wróbel A., Mirski K. *Metoda modyfikacji mieszanki mineralno-asfaltowej gumą z zastosowaniem dodatku „tecRoad”*. Drogownictwo 6 (2011) 189–193.
- [6] Radziszewski P., Sarnowski M., Król J., Kowalski K., Ruttmar I., Zborowski A. *Właściwości asfaltów modyfikowanych gumą i mieszanek mineralno-gumowo-asfaltowych*. WKŁ, Warszawa 2017.
- [7] Koba H., Skotnicki L., Szydło A. *Właściwości asfaltu modyfikowanego gumą – praktyczne zastosowanie*. Drogownictwo 11 (2010) 378–382.
- [8] Koba H., Szydło A. *Wpływ asfaltów modyfikowanych gumą na przyczepność do skał* Drogownictwo 6 (2010) 198–201.
- [9] Gawel I., Piłat J., Radziszewski P., Król J. *Rubber modified bitumen*. Polimer Modified Bitumen, Woodhead Publishing, Oxford (2011).
- [10] Kisgyörgy L., Toth C., Geiger A. *Elastic modulus of asphalt with chemically stabilized rubber bitumen*. Gratevinar 68 (7) (2016) 533–541.

- [11] Chen J.S., Liao M.C., Tsai H.H. *Evaluation and optimization of the engineering properties of polymer-modified asphalt*. Journal of Failure Analysis and Prevention 2(3) (2002) 75–83.
- [12] Ibrahim M.R., Katman H.Y., Karim M.R., Kotling S., Mashaan N.S. *A review on the effect of crumb rubber addition to the rheology of crumb rubber modified bitumen*. Advances in Material Science and Engineering 3 (2013).
- [13] Ramez Al.-Mansob, Amiruddin Bin Ismail, Nur Izzi Md. Yusoff, Mojtaba Shojaei Baghini. *Rheological characteristics of epoxidized natural rubber modified bitumen*
- [14] Navarro F.J., Partal P., Martinez-Boza F., Valencia C., Gallegos C. *Thermo-rheological behaviour and storage stability of ground tire rubber-modified bitumens*. Fuel 83 (2004) 2041–2049.
- [15] Navarro F.J., Partal P., Martinez-Boza F., Valencia C., Gallegos C. *Rheological characteristics of ground tire rubber-modified bitumens*. Chemical Engineering Journal 89 (2002) 53–61.
- [16] Zhu X.-q., Lu C.-h., Liang M. *Rheological property of bitumen modified by the mixture of the mechanochemically devulcanized tire rubber powder and SBS*, Journal of Materials in Civil Engineering 11 (2009) 699–705.
- [17] Najzarek Z., Wełnowski J. *Novel mechanochemical technology for valorization of waste tire rubber*. Konferencja InterNanoPoland, Katowice 2016.
- [18] Wymagania Techniczne WT-2, część 1: *Mieszanki mineralno-asfaltowe*. Wymagania Techniczne, GDDKiA, Warszawa 2014.
- [19] PN-EN 12697-5. *Mieszanki mineralno-asfaltowe – Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco – Oznaczenie gęstości*.
- [20] PN-EN 12697-6. *Mieszanki mineralno-asfaltowe – Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco – Oznaczenie gęstości objętościowej próbek mieszanek mineralno-asfaltowych*.
- [21] PN-EN 12697-8. *Mieszanki mineralno-asfaltowe – Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco – Oznaczenie zawartości wolnej przestrzeni*.
- [22] PN-EN 12697-23. *Mieszanki mineralno-asfaltowe – Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco – Oznaczenie wytrzymałości mieszanek mineralno-asfaltowych na rozciąganie pośrednie*.
- [23] PN-EN 12697-32. *Mieszanki mineralno-asfaltowe – Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco – Przygotowanie próbek zagęszczonych przez ubijanie*.

Investigation of impact of a crumb rubber granulate addition on the asphalt mixtures resistance to water and frost

Damian Wiśniewski¹, Milena Selke², Anna Smolińska², Mieczysław Słowik³

¹ *University of Science and Technology in Bydgoszcz, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Environmental Engineering, Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz, e-mail: damian.wisniewski@utp.edu.pl*

² *Student of Civil Engineering, University of Technology and Nature in Bydgoszcz, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Environmental Engineering*

³ *Poznan University of Technology, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Institute of Civil Engineering, Piotrowo 5, 61-138 Poznań, e-mail: mieczyslaw.slowik@put.poznan.pl*

Abstract: The article presents the results of the tests of hot mix asphalt (HMA) modified with the addition of crumb rubber granulate using the dry method. This modification consisted in the applying of rubber granules into the aggregate mixture, replacing a 0/2 mm

fraction of the basalt aggregate. The tests were carried out for the Asphalt Concrete to be used in binder course of a road pavement (AC16W 50/70). There were 5 types of HMA analyzed: without the addition of rubber granules as well as with 1% or 2% (in relation to the weight of the aggregate mix) of activated with a grain size up to 2 mm and non-activated rubber granules with the same grain size. The activation process was carried out using an electromagnetic mill with a microwave generator, centrifugal rotor mill with supersonic speed and auxiliary equipment. For each analyzed mixture type, density, bulk density, air voids and resistance to water and frost were determined. On the basis of the research, it was observed that the addition of crumb rubber granules to HMA adversely affects the air voids content causing its increase. The addition of crumb rubber granulate also affects the resistance of HMA to water and frost, but the quantitative changes depend on the amount of added crumb rubber granulate.

Keywords: ITSR, indirect tensile strength, bulk density, air voids content, activated rubber.

