

dr inż. Marta Wasilewska*
mgr inż. Katarzyna Zimnoch*

Odporność na polerowanie mieszanek mineralnych z kruszywem bazaltowym i granitowym

Polishing resistance of mineral mixture with aggregate granite and basalt

Streszczenie. W 2008 r. w Wytycznych Technicznych WT-1 został wprowadzony obowiązek oceny odporności na polerowanie kruszyw przeznaczonych do warstwy ścieralnej na podstawie wskaźnika polerowalności PSV określanego wg PN-EN 1097-8:2009. W kraju jest ograniczona baza surowców do produkcji kruszyw, które spełniają kryteria odnośnie do wartości wskaźnika PSV. W artykule przedstawiono sposób projektowania mieszanek mineralnych z kruszywami granitowymi i bazaltowymi o różnym wskaźniku PSV, tak aby zostały spełnione wymagania wobec odporności na polerowanie.

Słowa kluczowe: odporność na polerowanie, kruszywo drogowe, mikrotekstura, właściwości przeciwpoślizgowe.

Abstract. In 2008 Technical Requirements WT-1 imposed a requirement to evaluate a polishing resistance of aggregate used for wearing course based on PSV ratio (Polished Stone Value) determined according to PN-EN 1097-8:2009. Bearing in mind the limited resources of aggregates that meet the criteria of required polishing resistance the results of coarse aggregate mixes characterized with different PSV ratio were presented.

Keywords: polishing resistance, road aggregate, microtexture, skid resistance.

Wymagania dotyczące kruszyw przeznaczonych do poszczególnych warstw konstrukcji nawierzchni drogowej są określone w załączniku do Zarządzenia nr 102 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z 19 listopada 2010 r. *Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych i powierzchniowych utrwaleń na drogach krajowych. Wymagania techniczne* (zwane dalej WT-1). Wybór badań oraz kryteria wobec poszczególnych właściwości wynikają z charakteru pracy warstwy w konstrukcji oraz obciążenia jej ruchem samochodowym. Najbardziej restrykcyjne kryteria dotyczą materiałów stosowanych do warstwy ścieralnej nawierzchni drogowej. Poza wysoką odpornością na rozdrabnianie, niską mrozoodpornością i nasiąkliwością, kruszywa do warstwy ścieralnej powinny odznaczać się odpornością na czynniki polerujące. Pod wpływem ruchu samochodowego i zanieczyszczeń dochodzi bowiem do polerowania wystających ziaren kruszyw i następuje zwiększenie śliskości nawierzchni drogowej. **Miarą odporności na polerowanie jest wskaźnik polerowalności PSV** (Polished Stone Value). Jest to jedyne badanie, które pozwala przewidzieć zmiany mikrotekstury powierzchni kruszywa pod wpływem ruchu w okresie eksploatacji na-

wierzchni [1, 2]. Natomiast zmiany w mikroteksturze wystających ziaren kruszywa w warstwie ścieralnej mają istotny wpływ na właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni drogowych, a tym samym bezpieczeństwo ruchu drogowego [3, 4]. Pomimo że w większości krajów europejskich obowiązek kontroli wskaźnika PSV funkcjonuje od ponad czterdziestu lat, w Polsce został wprowadzony dopiero w 2008 r. Wywołało to wiele krytycznych uwag wynikających z trudnej i czasochłonnej procedury oznaczenia, a przede wszystkim skutków związanych z ograniczeniem dotychczas stosowanych kruszyw do warstwy ścieralnej ze względu na ich niską wartość PSV (poniżej 50). Dotyczy to przede wszystkim kruszyw ze skał magmowych (bazalty, niektóre granity i granodioryty) i metamorficznych (amfibolity, niektóre gnejsy), których atutem jest mała nasiąkliwość i ścieralność oraz duża mrozoodporność [2]. Powstałby problem ograniczenia zużycia kruszywa ze złóż bazaltowych, którego produkcja w kraju jest bardzo duża, gdyż wprowadzenie wskaźnika PSV praktycznie eliminuje jego wykorzystanie do budowy warstw ścieralnych. W takiej sytuacji potrzebne są alternatywne rozwiązania, które zapewnią wykorzystanie do warstwy ścieralnej dostępnych surowców, które spełnią oczekiwania dotyczące właściwości geometrycznych i fizycznych, a także pozwolą zapobiec śliskości nawierzchni drogowej.

W artykule przedstawiono ocenę odporności na polerowanie mieszanek mineralnych z kruszywami granitowymi o PSV > 50 i z kruszywami bazaltowymi o PSV < 50. Zwrócono uwagę na sposób określania proporcji pomiędzy nimi, tak aby uzyskać wymaganą wartość wskaźnika polerowalności PSV.

Program badań

Przedmiotem badań było kruszywo bazaltowe o PSV < 50 i kruszywo granitowe o PSV > 50. Oznaczenie wskaźnika polerowalności PSV przeprowadzono zgodnie z PN-EN 1097-8:2009. Próbkę układano w następujących kombinacjach: 70% granitu i 30% bazaltu; 50% granitu i 50% bazaltu, 30% granitu i 70% bazaltu. Łącznie wykonano 12 próbek analitycznych mieszanki w danej kombinacji.

Badanie składało się z dwóch etapów. W pierwszym kruszywa były polerowane w specjalnym urządzeniu (fotografia). Po obwodzie koła z próbkami, obracającym się z prędkością 320 obr./min, toczyła się gładka opona oraz było dozowane ścierniwo z wodą. Cykl polerowania trwał 6 h z podziałem na I fazę ze ścierniwem korundowym frakcji 300/600 µm i wodą oraz II fazę z proszkiem korundowym frakcji mniejszej od 53 µm i wodą. W drugim etapie stopień wypolerowania powierzchni kruszywa ocenia się przez pomiar tarcia wahadłem angielskim. Wskaźnik polerowalności PSV obliczono

*Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska



Urządzenie do przyspieszonego polerowania kruszywa

po przeprowadzeniu dwóch cykli polerowania wg wzoru:

$$PSV = S + 52,5 - C$$

gdzie:

S – średnia arytmetyczna tarcia z czterech próbek danego kruszywa;

C – średnia arytmetyczna tarcia czterech próbek kruszywa kontrolnego.

Zgodnie z normą w jednym cyklu powinny być polerowane minimum dwie próbki danego rodzaju kruszywa (w tym przypadku jednej kombinacji) oraz dwie próbki kruszywa kontrolnego z firmy Weesex z Wielkiej Brytanii. Kruszywo kontrolne ma na celu wskazać, czy warunki polerowania są porównywalne w poszczególnych cyklach. Zgodnie z procedurą normową oznaczenie należy powtórzyć, kiedy tarcie próbek z kruszywa kontrolnego *C* nie mieści się w przedziale od 49,5 do 55,5. Zakres ten istotnie wpływa na wartość wskaźnika PSV. W związku z tym ocena odporności na polerowanie nie powinna ograniczać się tylko do jednego badania (dwóch cykli polerowania), co jest praktykowane z uwagi na kosztocłonność i pracochłonność procedury badawczej. Określenie zakresu zmienności wskaźnika PSV jest szczególnie istotne przy mieszankach mineralnych z różnych rodzajów kruszywa. Brak informacji o zakresie zmienności tego parametru może prowadzić do błędnych decyzji na etapie projektowania składu mieszanki mineralno-asfaltowej do warstwy ścieralnej. W związku z tym ocenę odporności na polerowanie mieszanek mineralnych z kruszywem granitowym i bazaltowym w danej kombinacji przeprowadzono na podstawie wskaźników PSV określonych przez trzykrotne powtórzenie badania (sześć cykli polerowania).

Wyniki badań i ich analiza

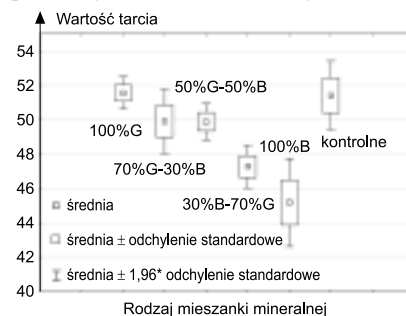
W tabeli zamieszczono średnie wartości tarcia *S* otrzymane z czterech próbek polerowanych w dwóch niezależnych cyklach oraz wskaźniki PSV. Na rysunku przedstawiono zakres zmienności tarcia określony na podstawie wyników otrzymanych z 12 próbek analitycznych.

Należy zaznaczyć, że wskaźnik PSV jest ściśle związany z charakterystyką petrograficzną materiału, a jego interpretacja powinna uwzględniać indywidualny charakter danego złoża, z którego pochodzi kruszywo. Skąły odporne na czynniki polerujące zawierają 50 – 70% minerałów o różnicowanej twardości, co najmniej dwa numery wg skali Mohsa. Przykładem jest kruszywo granitowe o jawnokrystalicznej strukturze, w którym zawartość miękkich minerałów miki i muskowitu do minerałów twardych skaleni i kwarcu wynosi ok. 45% i korzystnie wpływa na wartość PSV (52 ÷ 53). Natomiast w przypadku kruszywa bazaltowego jego skrytokrystaliczna struktura decyduje o podatności na czynniki polerujące. Przeprowadzone badania wykazały, że dodatek kruszywa granitowego w ilości 50 i 70% pozwala osiągnąć PSV = 50. Zakres wskaźnika PSV przy kombinacji 50% G + 50%B wynosi 50 ÷ 51, natomiast przy 70% G + 30% B – 51 ÷ 52. Dodatek jasnego granitu również korzystnie rozjaśnia ciemne, asfaltowe warstwy ścieralne. Analizując dodatkowo zmiany tarcia próbek polerowanych w niezależnych cyklach, można szczegółowo ocenić wpływ dodatku kruszywa granitowego na poprawę odpor-

Wyniki odporności na polerowanie mieszanek mineralnych z kruszywem granitowym i bazaltowym

Nr badania	Kod próbki	S	C	PSV
1	100%G	51,3	51,6	52
	70%G-30%B	50,1		51
	50%G-50%B	50,2		51
	30%G-70%B	47,2		48
	100%B	45,4		46
2	100%G	51,8	50,1	53
	70%G-30%B	49,7		52
	50%G-50%B	49,8		52
	30%G-70%B	47,3		50
	100%B	44,6		47
3	100%G	51,5	51,7	52
	70%G-30%B	50,0		51
	50%G-50%B	49,7		50
	30%G-70%B	47,4		48
	100%B	45,6		46

ności na polerowanie mieszanek mineralnych. Należy zauważyć, że pomiędzy 50% a 70% dodatkiem kruszywa granitowego nie odnotowano statystycznie istotnej różnicy pomiędzy wartościami tarcia (rysunek).



Zakres zmienności tarcia poszczególnych mieszanek mineralnych

Dodatek 30% kruszywa granitowego nie jest wystarczający, aby spełnić wymagania. Pomimo że w jednym oznaczeniu otrzymano wartość PSV = 50, to kolejne powtórzenia wskazują na wartości poniżej 50. Dowodzi to, że ważne jest przeprowadzenie minimum trzech powtórzeń oznaczenia, które pozwolą określić tendencję zmienności parametru. Czas wykonania oznaczenia wskaźnika PSV mieszanek mineralnych w trzech kombinacjach (4 próbki, gdzie 2 z nich są polerowane w dwóch niezależnych cyklach) trwa ok. 2 tygodni.

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wartość wskaźnika polerowalności PSV < 50 kruszywa bazaltowego nie musi oznaczać wyeliminowania go ze stosowania w warstwie ścieralnej nawierzchni drogowych. Właściwe ustalenie proporcji pomiędzy kruszywem bazaltowym i kruszywem granitowym o PSV > 50 umożliwi spełnienie kryteriów dotyczących wymaganej odporności na polerowanie mieszanek mineralnej, a tym samym zapobiegnie śliskości nawierzchni drogowej.

Literatura

[1] Roe P. G., Hartshorne S. A.: The Polished Stone Value of aggregates and in-service skidding resistance. TRL Report 322. UK 1998.
 [2] Gardziejczyk W., Wasilewska M.: Odporność na polerowanie mieszanek mineralnych na bazie kruszyw drogowych o różnym wskaźniku PSV. Drogownictwo nr 9/2010; s. 305 – 309.
 [3] Do M-T., Tang Z., Larrard F.: Evolution of road-surface skid-resistance and texture due to polishing. Wear 2009; 266: 574 – 577.
 [4] Dunford A.M., Parry A.R., Shipway P.H., Viner H.E.: Three-dimensional characterization of surface texture for road stones undergoing simulated traffic wear. Wear 2012; 292-293: 188 – 196.