



JAROSŁAW
KUŹNIEWSKI

Politechnika Wroclawska
jaroslaw.kuzniowski@pwr.
wroc.pl

Porównanie wyników badań statycznego i dynamicznego modułu sztywności mieszanek mce, uzyskanych przy zastosowaniu różnych procedur badawczych

Przy remontach i przebudowie istniejących dróg, jak również do budowy nowych, od kilku lat wykorzystywane są w Polsce materiały pochodzące z recyklingu. Materiały te wbudowuje się między innymi w postaci mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (mce) w warstwy podbudowy.

Badania porównawcze modułów sztywności mieszanek mce metodami: na belce prostokątnej czteropunktowo zginanej (zgodnie z [6]) oraz na próbkach cylindrycznych obciążanych krótkotrwałym impulsem w aparacie NAT [4], zostały przeprowadzone na próbkach wykonanych z mieszanek mce o takich samych recepturach.

Mieszanki sporządzono z: destruktu asfaltowego – 60% (m/m) o zawartości asfaltu 2,95% (m/m), kruszywa doziarniającego 40% (m/m), wody oraz cementu portlandzkiego w ilości 3% i 4% (m/m), odpowiednio przy zawartości asfaltu 3%, 4%, 5%, 6% (m/m). Uziarnienie mieszanki mineralnej oznaczano metodą na mokro, a krzywa uziarnienia mieszanki o uziarnieniu 0/31,5 mm spełniała wymagania wg [5]. Kruszywo z destruktu, w wyżej wymienionej proporcji, nie ma negatywnego wpływu na właściwości wytrzymałościowe mieszanki [1].

Emulsja asfaltowa była tak dodawana do mieszanki, aby ilość wytrąconego z niej asfaltu wraz z asfaltem zawartym w destrukcie osiągała założone w/w wielkości. Temperatura mięknięcia wg PiK wyekstrahowanego asfaltu z destruktu wynosiła 43°C, natomiast rodzaj asfaltu (wg penetracji w temp. 25°C i wielkość temperatury mięknięcia wg PiK) pozostałego po odparowaniu wody z emulsji sklasyfikowano jako 160/220.

W celu jednoznacznego rozróżniania poszczególnych zarobów, każdemu z nich zostały przyporządkowane dwie cyfry. Pierwsza z nich oznacza procentową zawartość cementu, a druga cyfra określa procentową zawartość asfaltu w mieszance mineralnej. I tak na przykład zarób 3/4 oznacza, że w mieszance tej zawarte jest 3% (m/m) cementu i 4% (m/m) asfaltu przypadających na 100% (m/m) mieszanki mineralnej.

Do badań na belce prostokątnej czteropunktowo zginanej zostały wykonane próbki o wymiarach 100 × 100 × 500 mm. Zagęszczenie mieszanki mce wykonano w formie perforowanej pod stałym naciskiem prasy hydraulicznej z obciążeniem 630 kN.

Forma do formowania próbek prostokątnych umożliwiała realizację procesu zagęszczania jednej próbki z dwóch stron (od dołu i od góry), aby zmniejszyć tarcie mieszanki o ścianki formy i eliminować proces degradacji ziaren w pobliżu płaszczyzn zagęszczających.

Do badań w aparacie NAT wykonano próbki cylindryczne o wymiarach: $\varphi = 100$ mm i wysokości $h = 63$ mm. Próbki

walcowe o średnicy $\varphi 100$ mm poddano obciążeniu w formie siłą 100 kN w ciągu 5 minut. Próbki zagęszczano w formach perforowanych podobnie jak w formach, w których zagęszczano próbki prostokątne.

Wilgotność mieszanki, przeznaczonej do sporządzenia wszystkich próbek do badań, oznaczono metodą Proctora. Uzyskano optymalną wilgotność 9,8 ÷ 10,4% (m/m), przy gęstości szkieletu mineralnego mieszanek: 2,20 ÷ 2,24 g/cm³.

Ocenę próbek pod względem jednorodności wykonania przeprowadzono na podstawie wskaźnika zagęszczenia. Ten wskaźnik określony był do każdej próbki i jeżeli był większy od 0,98 [3], to próbka taka została zakwalifikowana do dalszych badań.

Wolną przestrzeń w próbce z mieszanki mce wyznaczono, korzystając z następującej zależności [2, 3]:

$$p = \frac{\rho_o - \rho_s}{\rho_o} \cdot 100 [\%],$$

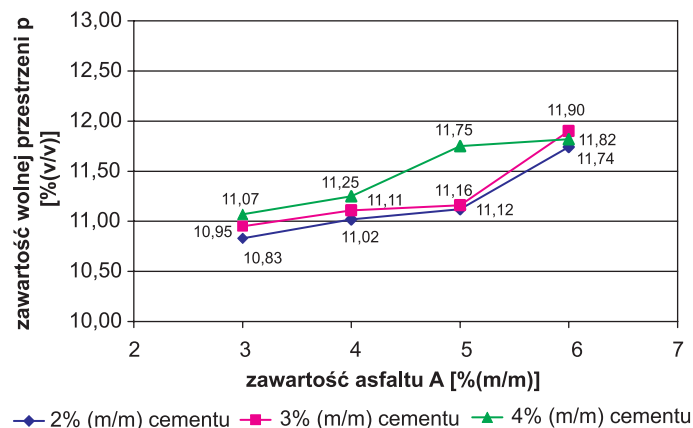
w której:

p – zawartość wolnej przestrzeni [% (v/v)],

ρ_o – gęstość objętościowa mieszanki mce [g/cm³],

ρ_s – gęstość (strukturalna) mce [g/cm³].

W celu szerszego poznania wpływu wolnej przestrzeni w próbkach na badane moduły, powiększono zakres wcześniej zaprojektowanych receptur mieszanek o dodatkowe: 2/3, 2/4, 2/5, 2/6. Wykonano badania zawartości wolnych przestrzeni w próbkach o wymiarach 100 × 100 × 500 mm, sporządzonych z mieszanek mce wg receptur: 2/3, 2/4, 2/5, 2/6, 3/3, 3/4, 3/5, 3/6, 4/3, 4/4, 4/5, 4/6. Wyniki tych badań przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Zawartość wolnej przestrzeni w zależności od receptury mieszanki dla próbek o wymiarach 100 × 100 × 500 mm

Na rysunku 1. zauważamy wzrost wolnych przestrzeni w zagęszczonych mieszankach o zawartości cementu od 2% do 4% (m/m) wraz ze wzrostem ilości asfaltu. Przy niskich zawartościach cementu (2% m/m i 3% m/m) zawartość asfaltu w ilości 5÷6% (m/m) bardziej wpływa na wzrost ilości wolnych przestrzeni, aniżeli przy zawartości 4% (m/m) cementu. Biorąc pod uwagę otrzymane wyniki, minimalna i maksymalna zawartość wolnej przestrzeni wynosi od 10,8 do 11,9% (v/v). Nie są to różnice zbyt wielkie, które mogłyby decydować o zmianie mechanicznych właściwości mieszanki. Obserwujemy tu prawidłowość, że mieszanki zawierające 4% (m/m) cementu w swym składzie charakteryzują się większą ilością wolnej przestrzeni wobec mieszanek, które w swym składzie zawierają 3% (m/m) cementu. Zagęszczone mieszanki o zawartości 6% (m/m) asfaltu charakteryzują się większą zawartością wolnych przestrzeni niż mieszanki z zawartością 3% (m/m) asfaltu. Dotyczy to mieszanek o tej samej procentowej zawartości cementu.

Moduł sztywności oznaczano na próbkach po 28 dniach dojrzewania w temperaturze: +40°C, +20°C, +5°C, -5°C. Próbkę te nie były wcześniej poddawane żadnym obciążeniom.

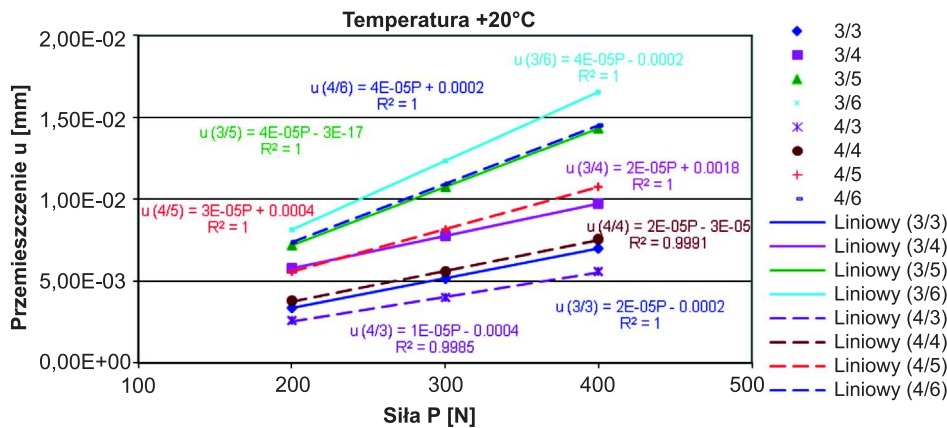
Wyniki badań

Badając moduł sztywności próbek o wymiarach 100 × 100 × 500 mm, dokonano pomiarów przemieszczeń pod działającym obciążeniem. Zauważono, że przemieszczenia sprężyste powyżej obciążenia siłą 600 N przechodzą w przemieszczenia plastyczne, więc w badaniach poprzestano na obciążaniu próbek siłą do 600 N.

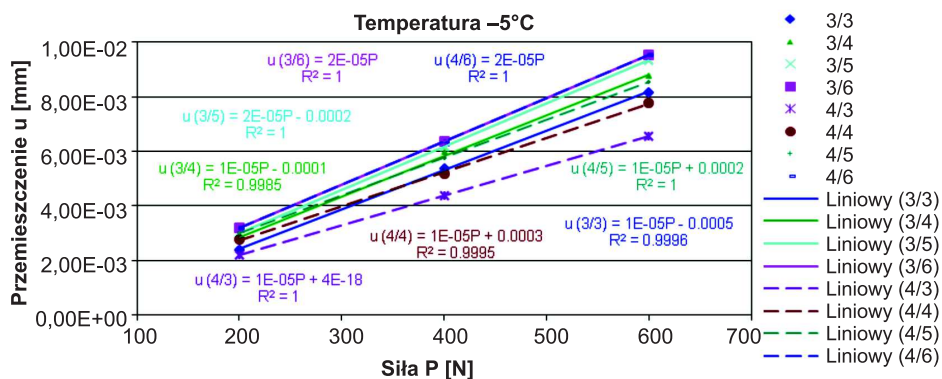
Uzyskane zależności pomiędzy działającym obciążeniem a wywołanym przemieszczeniem w temperaturze: +20°C i -5°C zostały przedstawione na rysunkach 2. i 3. Zakres obciążeń w przedziale 200–400 N w temperaturze +20°C przedstawiono na rysunku 2. Zakres obciążeń w przedziale 200–600 N w temperaturze -5°C przedstawiono na rysunku 3.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że zależność przemieszczenia od obciążenia przy wyższych zakresach obciążenia przestaje zachowywać charakter liniowy, co sugeruje, że znaczący wpływ ma lepkość mieszanek. W tym miejscu wartością siły równą 600 N, wyznacza granicę między strefą sprężystą a strefą plastyczną w badanych mieszankach mce. Określenie tej wartości pozwala na precyzyjne projektowanie konstrukcji nawierzchni, bądź to stosując model reologiczny odwołujący się do odkształceń lepkich lub plastycznych, bądź to stosując model uwzględniający tylko odkształcenia sprężyste.

Po wykonaniu badań z uzyskanych wyników zostały sporządzone wykresy uwidoczniające zależności zmiany wielko-



Rys. 2. Zależność przemieszczenia od obciążenia w zakresie 200-400 N określona na belkach 100 × 100 × 500 mm w temperaturze +20°C



Rys. 3. Zależność przemieszczenia od obciążenia w zakresie 200-600 N określona na belkach 100 × 100 × 500 mm w temperaturze -5°C

ści modułu zagęszczonych mieszanek mce przy określonych zawartościach cementu i asfaltu w mieszance w temperaturze: +20°C, +40°C, +5°C i -5°C. Rezultaty tych badań przedstawiono na rysunkach: 4-7.

Badania przeprowadzone w różnej temperaturze wykazały, że spadek temperatury wpływa na wzrost wielkości modułów (rysunki: 8 i 9). Również większa zawartość asfaltu w mieszance w zakresie niskiej temperatury powoduje wzrost wielkości modułów (rysunki: 8 i 9). Przy zawartości 6% (m/m) asfaltu w mieszankach o zawartości cementu od 3% (m/m) do 4% (m/m), wielkości modułów są do siebie bardzo zbliżone w tej samej temperaturze (rysunki: 4–7). Im niższa jest temperatura badania, tym bardziej rosną wielkości modułów, ale nadal są bardzo zbliżone.

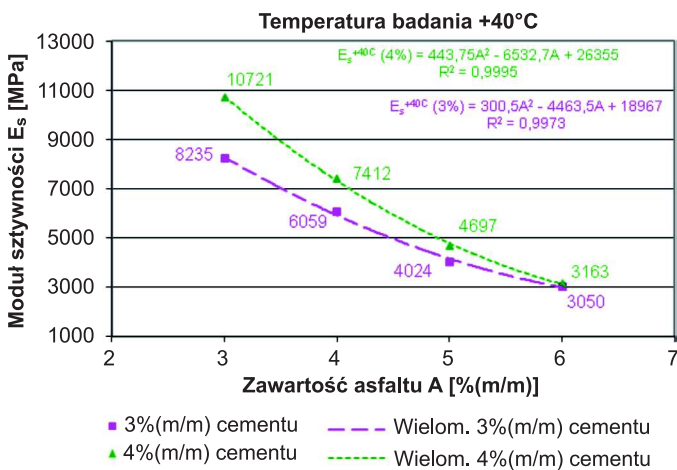
Gdy maleje zawartość asfaltu w mieszance do ilości 3% (m/m), wówczas różnice w wielkości modułu mieszanek o różnych zawartościach cementu są bardziej wyraźne.

Badane moduły mieszanek mce o większej zawartości cementu także okazały się większe (rysunki: 4–7). Stwierdzono, że większa zawartość asfaltu w próbkach, przy takiej samej ilości cementu, obniża wielkość modułu.

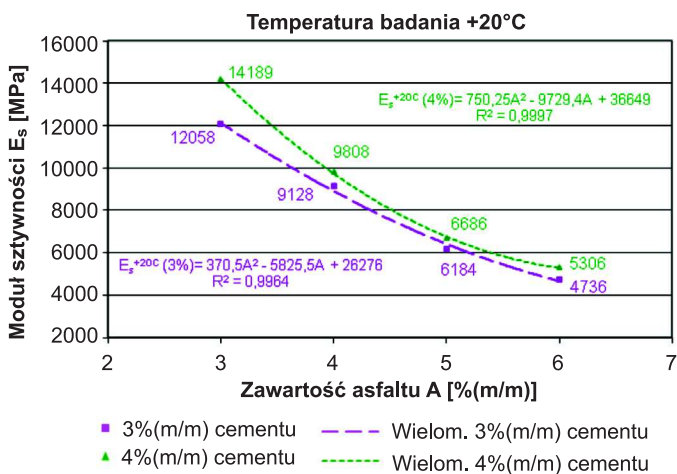
Temperatura jest również tym czynnikiem, który ma wpływ na wielkość modułu. Moduł sztywności w funkcji temperatury określa korelację pomiędzy naprężeniem a odkształceniem charakteryzującym mieszankę mce. Przy rozpatrywanych recepturach mieszanek zmiana temperatury od +40°C do -5°C powoduje zwiększenie wielkości modułu (rysunki: 8 i 9). Ko-

lejnym czynnikiem o znacznym wpływie na wielkość modułu w mieszankach mce jest asfalt. W mieszankach zawierających więcej asfaltu (przy tej samej zawartości cementu) obniżenie temperatury powoduje większe wzrosty modułów. W mieszankach o różnych zawartościach cementu i 3% (m/m) asfaltu w każdej z nich obserwujemy duże różnice w wielkości modułu. Wzrost zawartości asfaltu do 6% (m/m) (w każdym zakresie temperatury) powoduje, że wielkości modułów tych mieszanek są do siebie bardzo zbliżone.

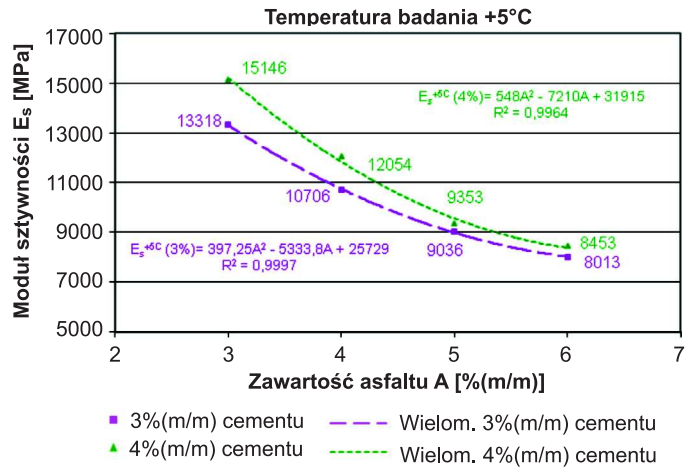
W mieszankach o takiej samej zawartości cementu, lecz różnych zawartościach asfaltu, obniżenie temperatury powoduje większy wzrost modułu mieszanki o większej zawartości asfaltu. W mieszankach z niską zawartością cementu (3% m/m), w niskiej temperaturze badania (-5°C), przy wzroście ilości asfaltu od 3% (m/m) do 6% (m/m), moduł maleje w niewielkim stopniu (o około 20%). Mieszanki zawierające więcej cementu są bardziej podatne na zmianę wielkości modułu, przy wzroście ilości asfaltu i temperatury. Gdy wzrośnie temperatura od -5°C do +20°C, a ilość asfaltu od 3% (m/m) do 6% (m/m), wielkość modułu mieszanki mce maleje trzykrotnie.



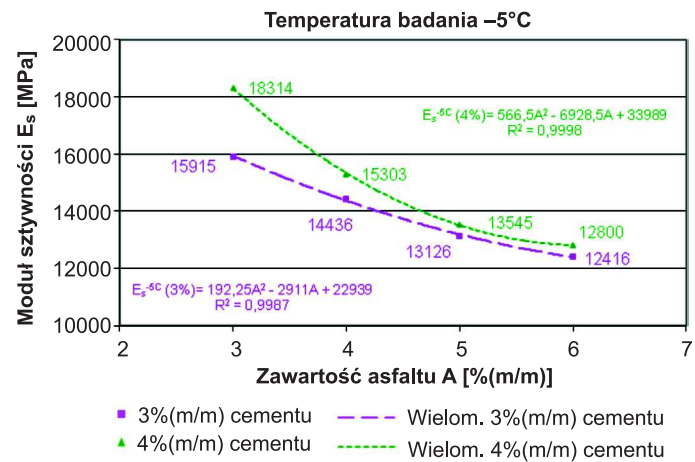
Rys. 4. Zależność statycznego modułu sztywności od zawartości asfaltu i cementu określona na belkach 100 × 100 × 500 mm w temperaturze +40°C



Rys. 5. Zależność statycznego modułu sztywności od zawartości asfaltu i cementu określona na belkach 100 × 100 × 500 mm w temperaturze +20°C



Rys. 6. Zależność statycznego modułu sztywności od zawartości asfaltu i cementu określona na belkach 100 × 100 × 500 mm w temperaturze +5°C



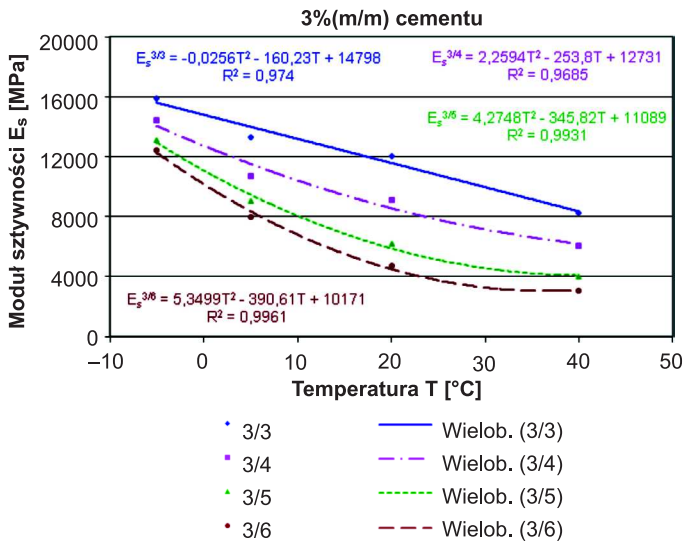
Rys. 7. Zależność statycznego modułu sztywności od zawartości asfaltu i cementu określona na belkach 100 × 100 × 500 mm w temperaturze -5°C

Asfalt tak wpływa na wielkość modułu, że w mieszankach o zawartości 6% (m/m) asfaltu, wielkości modułu mieszanek zawierających 3% (m/m) i 4% (m/m) cementu są bardzo zbliżone, podczas gdy przy zawartości 3% (m/m) asfaltu oraz 3% (m/m) i 4% (m/m) cementu różnice są bardzo duże.

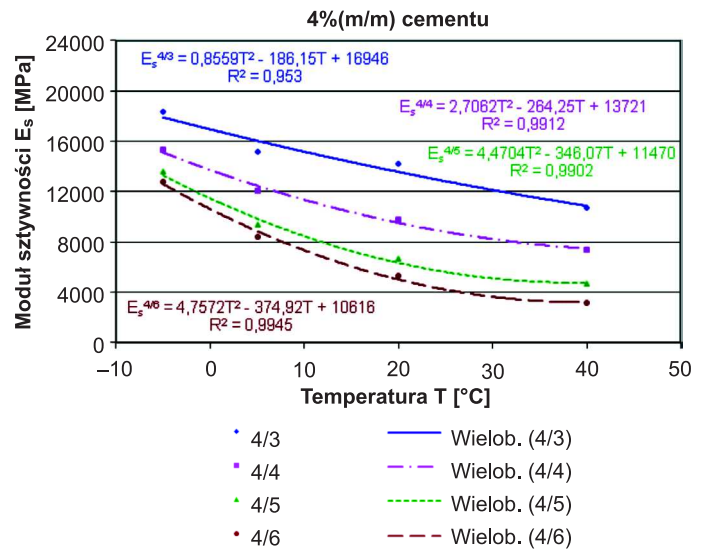
Zebrane wyniki z badań, w celu lepszego zobrazowania zachowania się mieszanek mce w różnej temperaturze, zestawiono wspólnie na jednym rysunku, odpowiednio do zawartości cementu w mieszance.

Na rysunkach: 8 i 9 przedstawiono korelację statycznego modułu sztywności próbek wykonanych z mieszanek o różnej zawartości asfaltu i w różnej temperaturze, odpowiednio przy zawartości 3% (m/m) i 4% (m/m) cementu.

Z rysunków 8 i 9 wynika, że najwyższe wielkości modułu otrzymujemy zawsze dla mieszanki przy małej zawartości asfaltu (3% m/m) i największej zawartości cementu (4% m/m). Wielkości te maleją wraz ze zwiększaniem się ilości asfaltu w mieszance i ze wzrostem temperatury. Najbardziej widocznie spadki wielkości modułu dla mieszanki o najwyższej zawartości asfaltu (6% m/m) i w temperaturze +40°C. Cha-



Rys. 8. Korelacja pomiędzy statycznym modułem sztywności mieszank o różnej zawartości asfaltu, przy 3% (m/m) zawartości cementu, a temperaturą



Rys. 9. Korelacja pomiędzy statycznym modułem sztywności mieszank o różnej zawartości asfaltu, przy 4% (m/m) zawartości cementu, a temperaturą

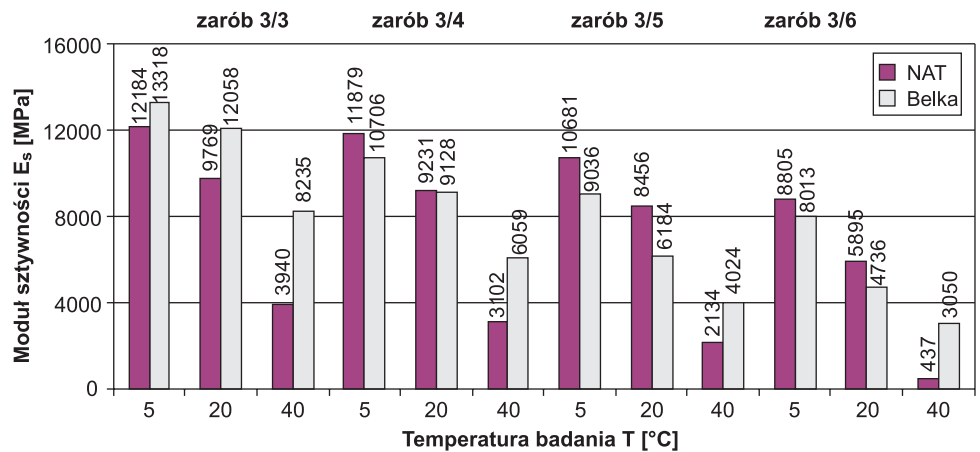
rakter zmiany wielkości modułu jest analogiczny dla wszystkich mieszank. Różnice są tylko w wielkości zmiany.

Analiza rysunków 4÷9 potwierdza, że zmiana temperatury mieszanki ma istotny wpływ na wielkość modułu. Wpływ ten jest bardziej znaczny, gdy mieszanka zawiera więcej asfaltu i mniej cementu.

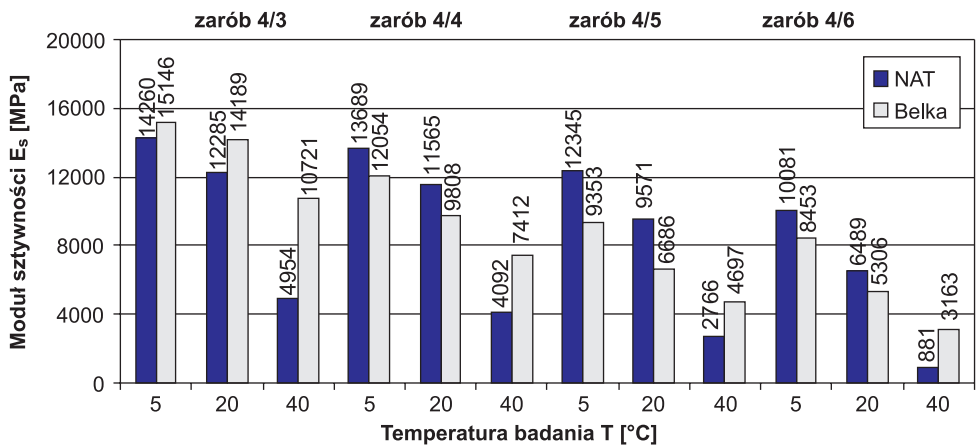
Porównanie wielkości modułów

W celu lepszego zobrazowania średniej wielkości modułu sztywności, określonego do wszystkich badanych receptur, w różnej temperaturze, podczas badania wytrzymałości na zginanie (belka) i wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu (NAT), dokonano porównania zestawień tych wielkości oraz ich wzajemną korelację. Ujęto to na rysunkach: 10 i 11.

Analizując uzyskane wielkości modułu sztywności z przeprowadzonych badań dwiema metodami zauważalne jest, że zarówno przy badaniu próbek sporządzonych z mieszank z zawartością 3% (m/m) cementu jak i 4% (m/m) cementu, wyniki uzyskane obu metodami są zbliżone. Istotne jest, że przy temperaturze badania +5°C i +20°C mieszank o zawartości



Rys. 10. Korelacja pomiędzy statycznym i dynamicznym modułem sztywności, w zależności od temperatury, dla poszczególnych receptur



Rys. 11. Korelacja pomiędzy statycznym i dynamicznym modułem sztywności, w zależności od temperatury, dla poszczególnych receptur

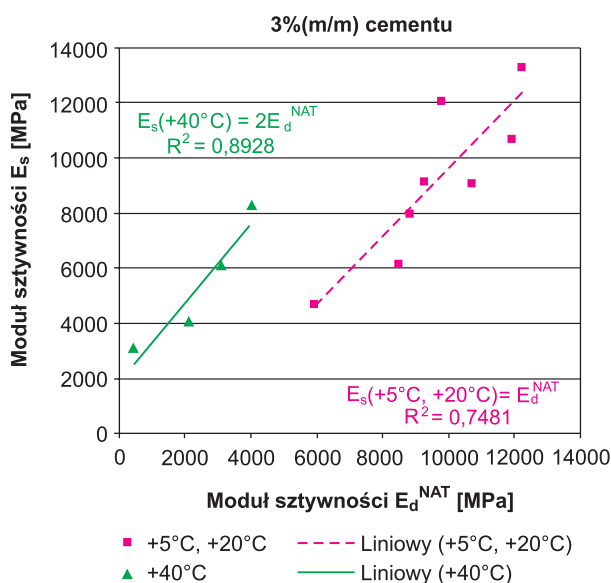
asfaltu od 4% (m/m) do 6% (m/m) wielkość modułu uzyskiwanego w aparacie NAT jest bardzo zbliżona do wielkości modułu uzyskiwanego w badaniu metodą belki czteropunktowo zginanej. Rozpatrując wielkości modułów badanych w temperaturze +40°C, zauważono, że metoda NAT daje około dwukrotnie mniejsze wielkości modułów.

Rozrzut uzyskiwanych wyników (współczynnik zmienności) pojedynczych pomiarów statycznego modułu sztywności kształtował się w poszczególnych zakresach temperatury badania następująco: w temperaturze -5°C w zakresie od 4-11%, w +5°C w zakresie 5-11%, przy +20°C w zakresie 4-14% i w temperaturze +40°C w zakresie 9-16%. W badaniu dynamicznego modułu sztywności rozrzut wyników kształtował się przy poszczególnych wartościach temperatury badania następująco: w temperaturze -5°C w zakresie od 4-16%, w +5°C w zakresie 3-10%, w +20°C w zakresie 5-15% i w temperaturze +40°C w zakresie 3-16%. Z powyższego wynika, że w obu metodach otrzymano prawie identyczny rozrzut wyników, a jego wielkość jest do zaakceptowania.

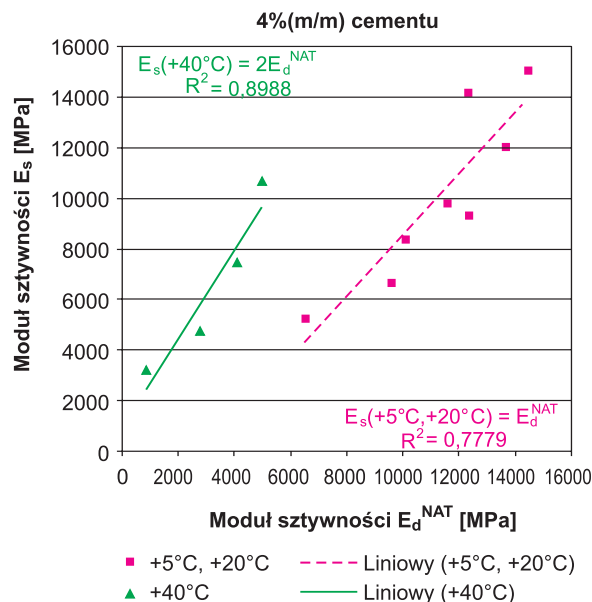
Na rysunkach 12 i 13 przedstawiono graficznie wielkości modułów wyznaczonych w różnej temperaturze w aparacie NAT i w badaniu belki o wymiarach 100 × 100 × 500 mm.

To zestawienie pokazuje (rysunki: 12 i 13), że w temperaturze od +5°C ÷ +20°C stosunek wielkości modułu NAT do modułu uzyskanego z metody belki czteropunktowo zginanej zbliżony jest do wartości 1. W temperaturze badania +40°C wielkości modułów w aparacie NAT są znacznie mniejsze od wielkości modułów uzyskanych w metodzie badania belki czteropunktowo zginanej. Stosunek tych wielkości zbliżony jest do około 2.

Badanie modułu w aparacie NAT pozwala na określenie zależności wielkości modułu od składu mieszanki i temperatury badania. Wykazuje, że moduł wyraźnie maleje wraz ze wzrostem zawartości asfaltu w mieszance i wraz ze wzrostem temperatury badania. Większa ilość cementu w mieszance powoduje wzrost modułu.



Rys. 12. Korelacja pomiędzy statycznym E_s i dynamicznym E_d^{NAT} modułem sztywności w zależności od temperatury, przy zawartości 3% (m/m) cementu w mieszance



Rys. 13. Korelacja pomiędzy statycznym E_s i dynamicznym E_d^{NAT} modułem sztywności w zależności od temperatury, przy zawartości 4% (m/m) cementu w mieszance

Wnioski

Do badań laboratoryjnych wykonywanych według opisanych metod, próbki były zagęszczane w ten sam sposób, aby można było porównywać wyniki badań modułów sztywności uzyskanych w obu metodach badania.

Przedstawione powyżej wyniki (rysunki: 12 i 13) wskazują, że istnieje ścisła zależność pomiędzy wielkością modułu oznaczonego podczas badania zginania (belka) i modułu oznaczonego podczas rozciągania przy rozłupywaniu (NAT). Obie metody badania wskazują, że wraz ze wzrostem temperatury, a także zawartości asfaltu wielkość modułu maleje. Wzajemna zależność krzywych przedstawiających wielkość modułu od tych dwóch parametrów, jest bez względu na temperaturę badania i zawartości cementu oraz asfaltu, niemalże identyczna. Przy stałej zawartości cementu, wzrost zawartości asfaltu powoduje większy spadek wielkości modułu, oznaczanego w aparacie NAT.

Na rysunkach: 12 i 13 przedstawiono wzajemną zależność modułu wyznaczonego na belce prostokątnej oraz na próbkach walcowych w aparacie NAT. Uzyskane wielkości można opisać korelacją liniową, o dosyć wysokim współczynniku korelacji R^2 (wynoszącym od 0,75 do 0,90), biorąc pod uwagę zarówno recepturę mieszanki, jak i temperaturę badania. Znajomość funkcji opisujących wzajemną zależność tych parametrów może być przydatna w przypadku wyznaczenia nieznanego wielkości modułu, dysponując danymi jednego z nich. Podczas badania obu modułów w temperaturze: +5°C i +20°C zaobserwowano, że wielkość modułów jest bardzo zbliżona, a stosunek wielkości oscyluje wokół 1.

Przy zmianie temperatury badania, wyniki z obu metod nieco różniły się. W temperaturze +40°C wielkość modułu, uzyskanego z badania belki zginanej czteropunktowo, była dwukrotnie wyższa w stosunku do wielkości modułu oznaczonego w aparacie NAT.

Ze względu na analogiczną wielkość modułu uzyskaną w obu metodach badania, przystępując do wymiarowania konstrukcji nawierzchni, można korzystać z wyników obu metod. Metoda NAT jest prostszą metodą, w której można szybciej uzyskać wyniki, wymaga jednak wyposażenia w specjalną aparaturę do przeprowadzenia badań tą metodą. Próbkę walcową używaną do badania tą metodą uzyskuje się także poprzez wycinanie ich z gotowej konstrukcji nawierzchni. Przy projektowaniu konstrukcji nawierzchni drogowej, do określenia modułu sztywności mieszanki, nie preferuje się ostatnio metody badawczej na próbkach cylindrycznych obciążanych krótkotrwałym impulsem w aparacie NAT.

Przy zastosowaniu metody belki zginanej czteropunktowo, poza prasą wytrzymałościową nie są wymagane żadne skomplikowane urządzenia, a próbki w postaci belek do przeprowadzenia badań, wykonuje się w laboratorium.

Bibliografia

- [1] J. Kuźniewski, *Wpływ parametrów mechanicznych mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej na nośność nawierzchni drogowej*, Raport serii PRE nr 1/2004, Rozprawa doktorska, Politechnika Wroclawska; Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego; Instytut Inżynierii Lądowej

- [2] A. Sadkowski, M. Ruder-Janusz, J. Boratyński, *Zawartość wolnych przestrzeni w mieszankach mineralno-bitumicznych*, *Drogoznictwo* 2/1999
- [3] J. Zawadzki, *Warunki techniczne wykonywania warstw podbudowy z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej metodą recyklingu na miejscu*, WT-M-M-C-E/99
- [4] *Cooper Research Technology Ltd., Nottingham Asphalt Tester – Instrukcja obsługi*, 1998
- [5] IBDiM – Informacje, Instrukcje zeszyt nr 61 – *Warunki techniczne wykonywania warstw podbudowy z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej (MCE) (Wyd. II uzupełnione, zastępuje „I”-53 z 1997 r.)*, Warszawa 1999
- [6] PN-EN 12697-26:2007 *Mieszanki mineralno-asfaltowe – Metody badań mieszanki mineralno-asfaltowych na gorąco – Część 26: Sztywność* ■

Badania naukowe, przedstawione w artykule, zostały wykonane w ramach realizacji Projektu „Innowacyjne środki i efektywne metody poprawy bezpieczeństwa i trwałości obiektów budowlanych i infrastruktury transportowej w strategii zrównoważonego rozwoju” współfinansowanego przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka. Temat badawczy 4.2. Recykling istniejących nawierzchni drogowych, powtórne wykorzystanie odzyskanych materiałów – prognozowanie ich trwałości.



Droga ekspresowa S17 odcinek Kurów – Bogucin

Brak dróg szybkiego ruchu z Lublina w kierunku centralnej Polski powoduje znaczny spadek zainteresowania przedsiębiorców inwestycjami w okolicach Lublina. Duże natężenie ruchu samochodów ciężarowych i osobowych znacznie obniżało bezpieczeństwo ruchu na drodze krajowej nr 17, która przebiega w dużej części po terenach zabudowanych. Długie odcinki proste pomiędzy

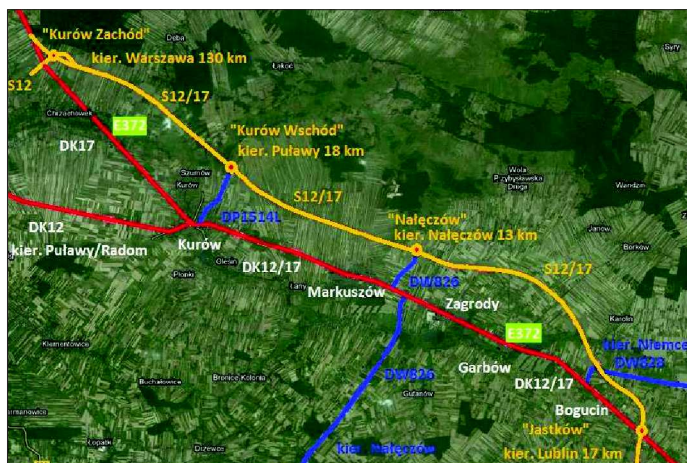
miejscościami prowokowały do łamania przepisów mniej odpornych na zatory drogowe kierowców.

W grudniu 2010 r. rozpoczęła się budowa pierwszego z pięciu odcinków drogi ekspresowej wraz z północno – wschodnią obwodnicą Lublina. Budowa opisanego w artykule odcinka Kurów – Bogucin rozpoczęła się w marcu 2011 r., zakończyła w lutym 2013 r., a odcinek oddano do ruchu 28 maja 2013 r. Odcinek poprowadzono po nowym, w stosunku do drogi krajowej nr 17, przebiegu. Kształt trasy w planie i jej przebieg w profilu zostały dostosowane do obecnych wymagań projektowych dróg klasy S [1], jak również uwarunkowań ochrony środowiska.

Budowa drogi umożliwiła przeniesienie ruchu samochodów ciężarowych, które głównie tranzytem przejeżdżały przez zlokalizowane wzdłuż trasy miejscowości. Dzięki temu, okoliczni mieszkańcy zyskali możliwość szybszego włączenia się do ruchu na każdym ze skrzyżowań drogi nr 17, bezpiecznego przejścia przez jezdnię oraz odciążenie od uciążliwości kilkunastu tysięcy pojazdów na dobę przejeżdżających przez ich miejscowości.

Parametry techniczne trasy i jej elementy

Podstawowe parametry techniczne drogi ekspresowej S17 na omawianym odcinku: klasa techniczna drogi S, obciążenie 115 kN/oś, kategoria ruchu KR-6, prędkość projektowa 100 km/h, prędkość miarodajna 110 km/h. Szerokość jezdni



Rys. 1. Przebieg drogi ekspresowej S17 w planie