



INSTYTUT BADAWCZY
DRÓG I MOSTÓW
ROAD AND BRIDGE
RESEARCH INSTITUTE



BETON ASFALTOWY O WYSOKIM MODULE SZTYWNOŚCI W NAWIERZCHNIACH PODATNYCH

...CZYLI NIE SAMYM MODULEM WMS STOI

Wojciech Bańkowski

VI KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2019 Kraków, 13-15 listopada 2019 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl

Historia stosowania ACWMS

- Francja (LCPC) – EME (Enrobé à Module Elevé) lata '80
 - BBTM + EME
 - Cel: odporność konstrukcji na koleinowanie, zmęczenie, odporność na działanie wody
- W Polsce prace od roku 1997
 - GDDKiA (Poznań)
 - IBDiM



Dostosowanie

- Dostosowanie do warunków krajowych: klimatycznych, materiałowych i technicznych
 - Nowe metody badań (koleinowanie, 4PB – zmęczenie i sztywność)
 - Wprowadzenie pojęcia temperatury równoważnej ze względu na zmęczenie T_{eff}
 - Ustalenie wymagań
 - Wybór materiałów
- Pierwsza MMA projektowana funkcjonalnie



3

Cykl prac badawczych

synopsis J.A., Bańkowski W., Fiedorczak R., Piński K., Wyrostek A.: Uprawnienie procedury wyznaczania temperatury równoważnej nawierzchni ze względu na zmęczenie. Praca badawcza TN-213 na zlecenie GDDKiA, 2001, praca niepublikowana

synopsis J.A., Bańkowski W., Fiedorczak R., Piński K., Wyrostek A.: Wymiarowanie charakterystyki zmęczenia betonu asfaltowego do podbudowy z uwzględnieniem wpływu składu i właściwości składników. Sprawozdanie TN-194, IBDiM, 2000, praca niepublikowana

synopsis J.A., Bańkowski W., Białaszkiewicz R., Półtorak M.: Weryfikacja technologii wykładania żelaznej betonowej kostki brukowej w warunkach zimowych. Sprawozdanie TN-217 na zlecenie GDDKiA, IBDiM, 2001, praca niepublikowana

synopsis J.A. i in.: Projektowanie do polskich warunków klimatycznych. Empiryczne Metody Projektowania Nawierzchni Asfaltowych (EMPDG) UBA, Praca badawcza TN-253 na zlecenie GDDKiA, 2010, dostępna na www.gddkia.gov.pl, praca niepublikowana

synopsis J.A., Bańkowski W., Białaszkiewicz R., Wyrostek A.: Badania mostowości konstrukcji krajowej lokalizacji w istniejącej jezdni w betonie asfaltowym z wysokim modulem sztywności BAWMS. Praca badawcza TN-217, IBDiM, 2004, praca niepublikowana

synopsis J.A., Bańkowski W., Fiedorczak R., Piński K., Wyrostek A.: Wypróbowanie betonu asfaltowego w warunkach zmęczenia i wypróbowanie konstrukcji nawierzchni podłogi lub polierowanej. Praca badawcza TN-214 na zlecenie GDDKiA, IBDiM, 2004, praca niepublikowana

Bańkowski W., Fiala M., Wiatrak L.G.: Laboratory and field implementation of high modulus asphalt concrete. Requirements for HMA: mix design and pavement design, Report Task 4 WP 4.2, SPEN project, 2009



synopsis J.A., Bańkowski W.: Nawierzchnie asfaltowe umocnione i twardość w ujęciu technicznym. Praca badawcza TN-249, GDDKiA, IBDiM, 2012, praca niepublikowana

4

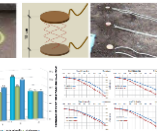
Sustainable Pavements for European New Member States (2006-2009)

- WP4.2
- Dostosowanie zaleceń AC WMS w wybranych krajach (Szwecja, Serbia, Chorwacja, Estonia, Bułgaria, Słowenia)
- Badania przyspieszone w skali rzeczywistej (HVS)
- Symulacja obciążenia od pojazdów ciężkich, 20 lat KR3 w dwa tygodnie



Główne wnioski:

- Konstrukcje nie osiągnęły kryteriów zniszczenia
- **Potwierdzony korzystny efekt zastosowania ACWMS**
- **Efektywność zastosowania warstwy antyzmęceniowej w połączeniu z ACWMS**
- Optymalizacja konstrukcji



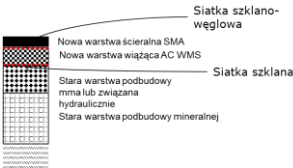
Wymagania wobec AC WMS

Nawierzchnia o zwiększonej odporności na koleinowanie i zmęczenie

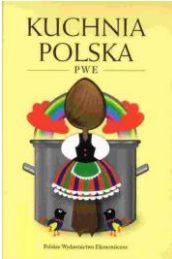


Stosowanie

- W ostatnich 20-latach ACWMS szeroko stosowany w budowie dróg w Polsce
- Projektowanie indywidualne lub konstrukcje typowe jak z AC
- Różne asfalty, dodatki
- Zastosowania specjalne:
 - Remonty weekendowe w Warszawie
 - Trudne skrzyżowania
 - Nawierzchnie lotniskowe



Przepis na AC WMS

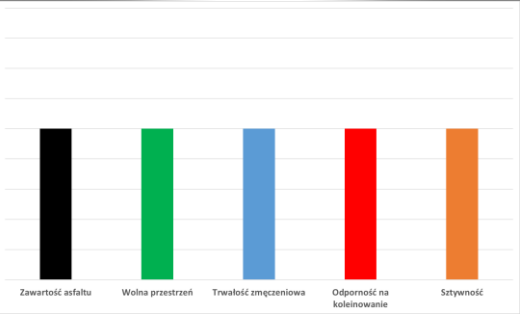


- Zmień uziarnienie i wymiar mieszanki mineralnej
- Dodaj więcej asfaltu
- Zmień na twardszy asfalt drogowy
- lub zmień na polimeroasfalt

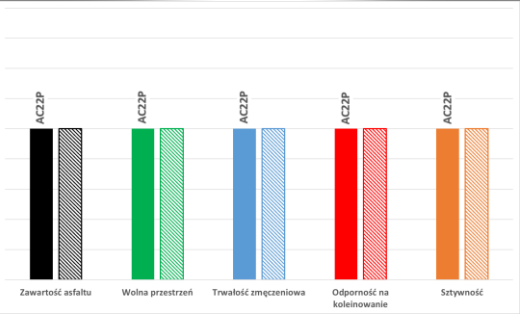


8

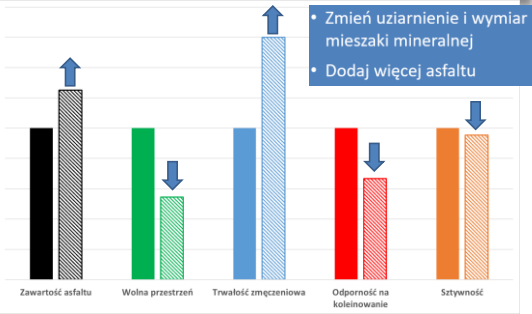
Beton asfaltowy



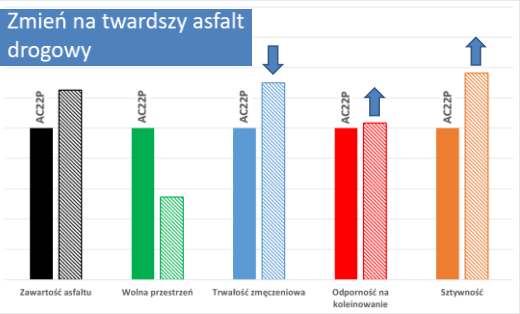
AC22P → ACWMS16



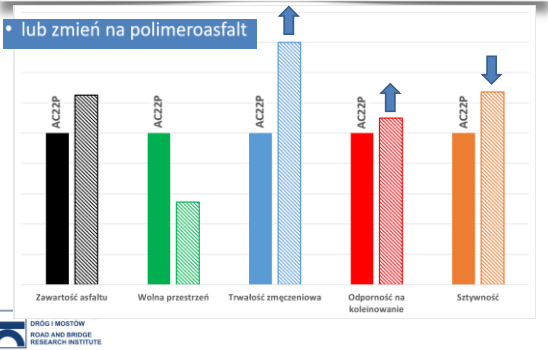
AC22P → ACWMS16



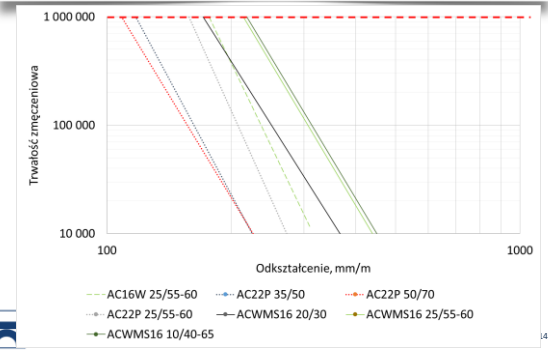
AC22P → ACWMS16



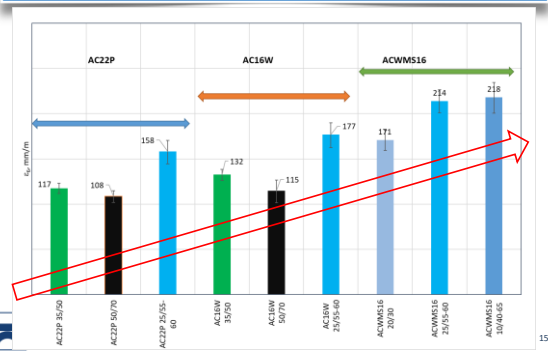
AC22P → ACWMS16



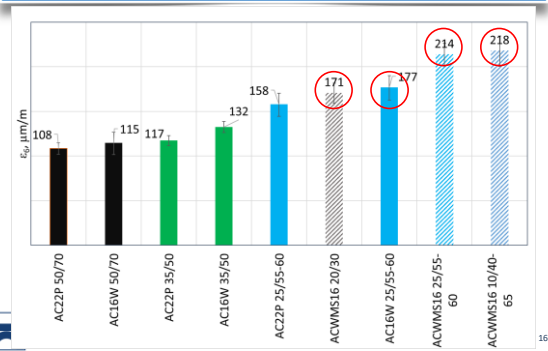
Trwałość zmęczeniowa



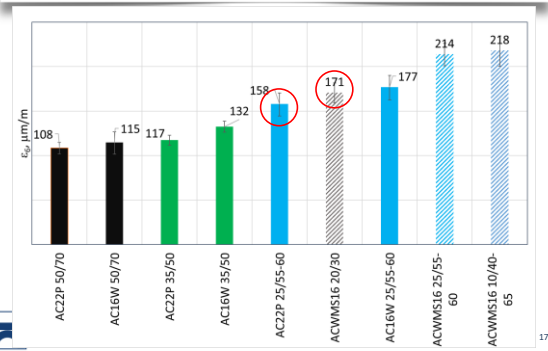
Trwałość zmęczeniowa



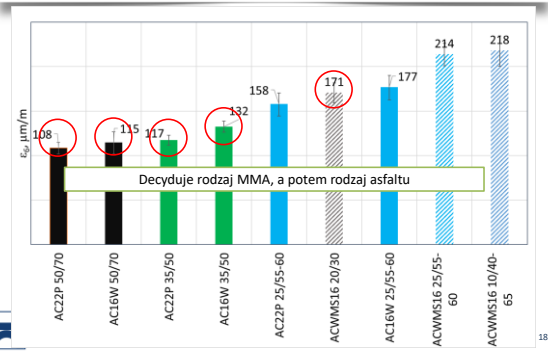
Trwałość zmęczeniowa



Trwałość zmęczeniowa

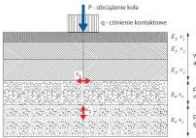


Trwałość zmęczeniowa



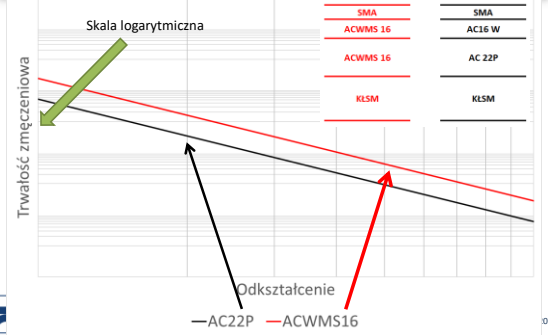
Trwałość zmęczenia w projektowaniu konstrukcji

$$N_{brf} = 7,3557 \cdot (10^{-6}) \cdot C \cdot k_i' \cdot (\varepsilon_t^{-3,9492}) \cdot E^{-1,381}$$
$$C = 10^M$$
$$M = 4,84 \cdot \left(\frac{V_d}{V_a + V_d} \cdot \frac{V_b}{V_a + V_b} \right) \cdot 0,69$$
$$k_i' = \frac{1}{0,000398 + \frac{0,003602}{1 + e^{(11,02 - 1,375 \cdot \log_2 I)}}}$$



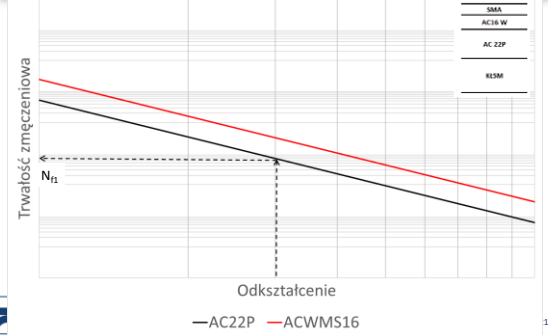
19

Trwałość zmęczenia w projektowaniu konstrukcji



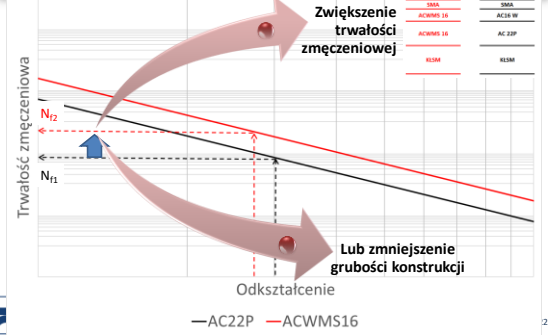
20

Trwałość zmęczenia w projektowaniu konstrukcji



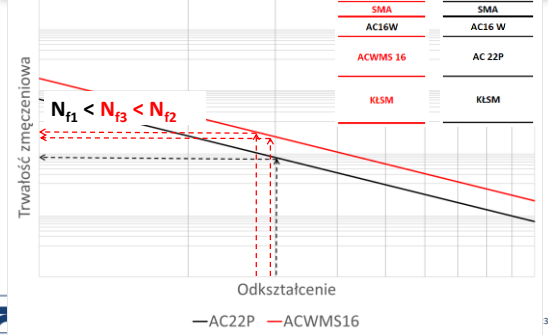
21

Trwałość zmęczenia w projektowaniu konstrukcji



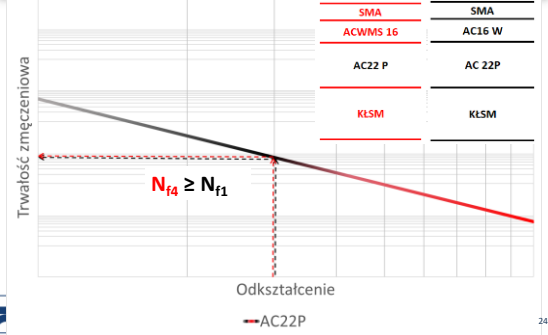
22

Trwałość zmęczenia w projektowaniu konstrukcji



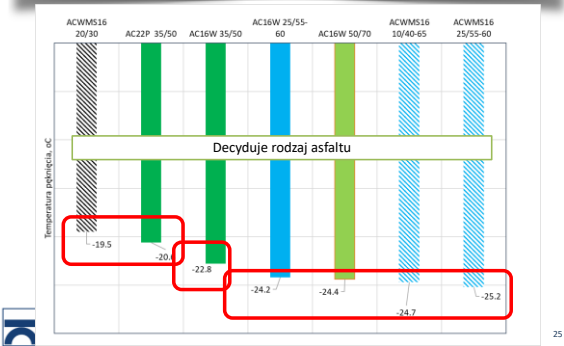
23

Trwałość zmęczenia w projektowaniu konstrukcji



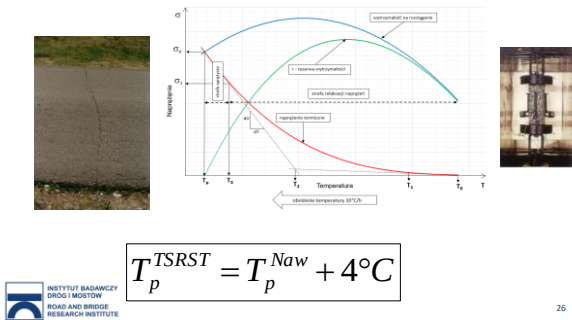
24

Odporność niskotemperaturowa



25

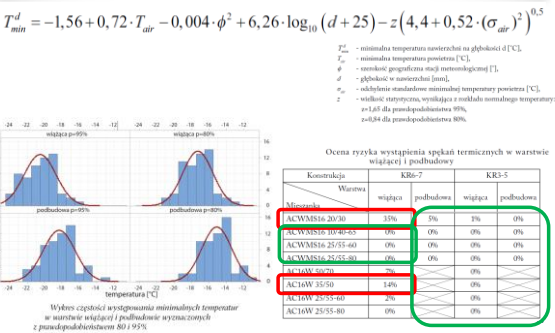
Odporność na pękanie niskotemperaturowe wg TSRST



26

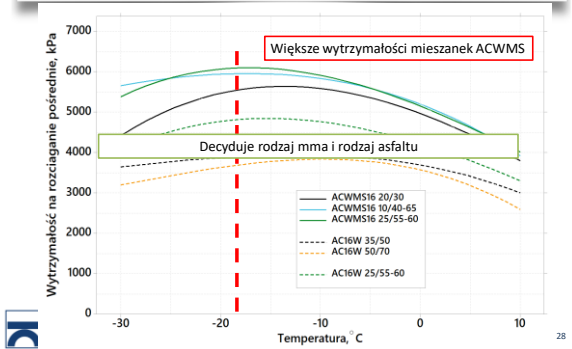
$$T_p^{TSRST} = T_p^{Naw} + 4^{\circ}C$$

Ocena ryzyka pęknięcia niskotemperaturowego nawierzchni



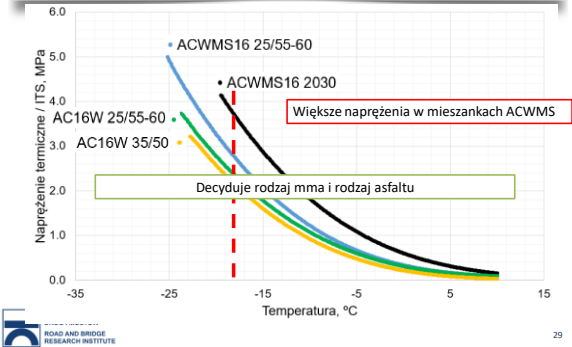
29

Wytrzymałość na rozciąganie pośrednie



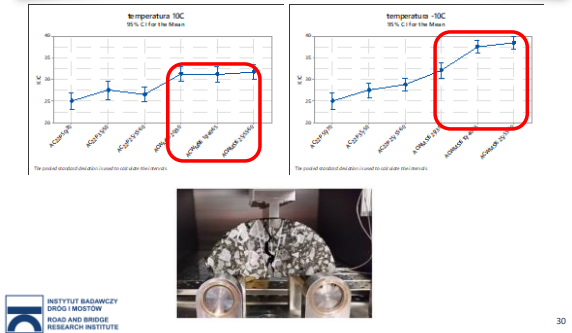
28

Napężenia termiczne w warunkach ograniczonego odkształcenia

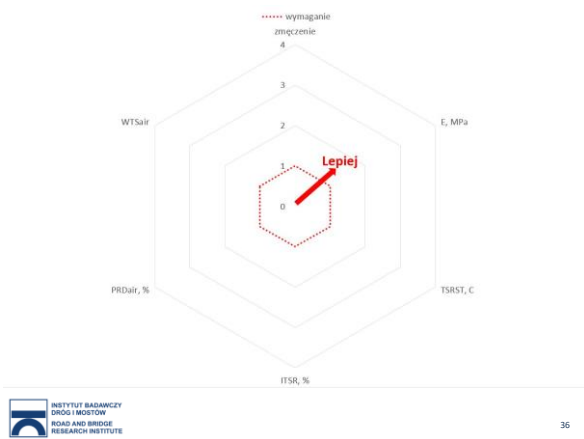
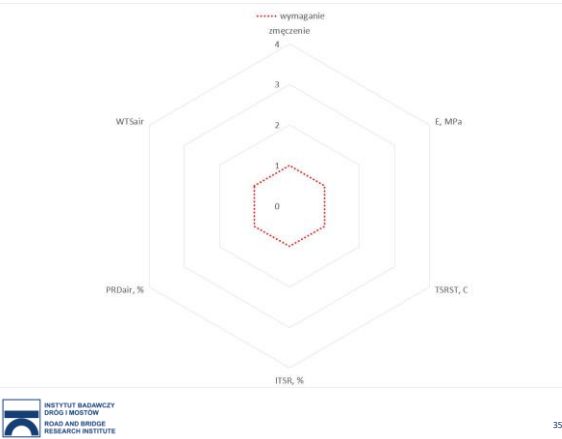
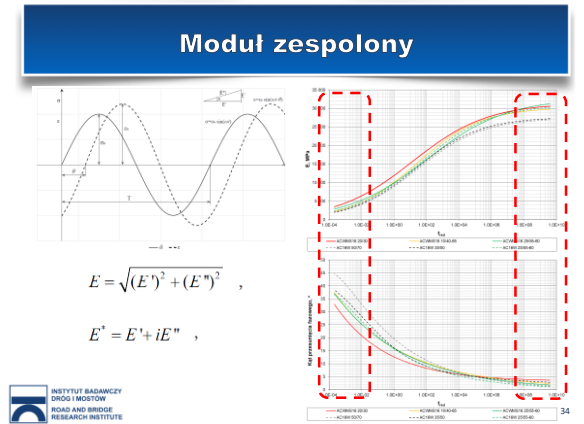
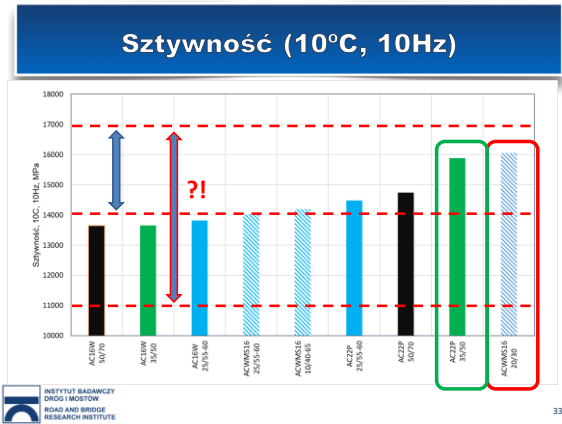
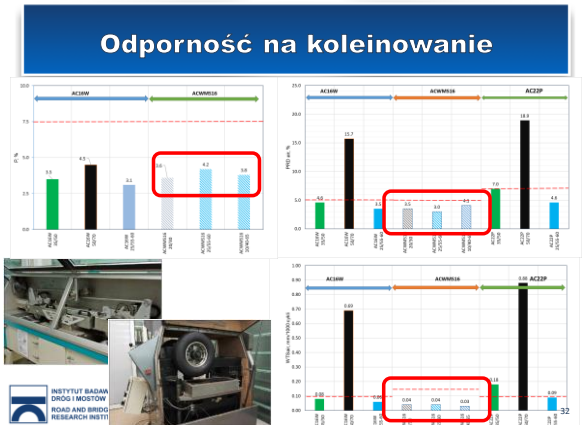


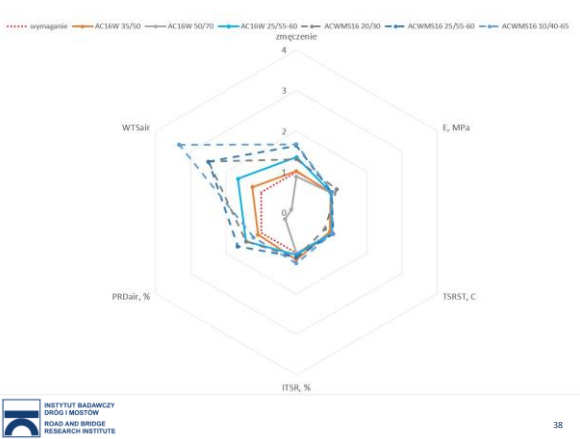
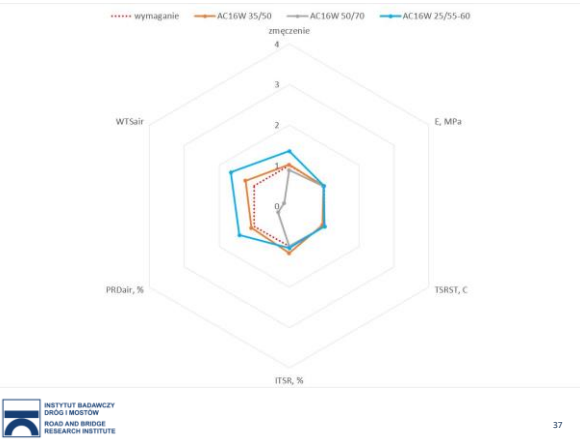
29

Odporność na propagację pęknięcia



30





Podsumowanie

- ACWMS jest mieszanką o **specjalnych i zrównoważonych** właściwościach
- **Sztywność nie jest wyznacznikiem „jakości”** czy też zalet mieszanek ACWMS
- **Wysoka trwałość zmęczeniowa** AC WMS widoczna w badaniach laboratoryjnych oraz w modelowaniu konstrukcji
 - **Decydujący jest rodzaj mieszanki i rodzaj zastosowanego asfaltu**
 - Wskazane opracowanie konstrukcji typowych
 - **Konstrukcje z ACWMS to konstrukcje podatne**
- Mieszanki ACWMS są **odporne na deformacje trwałe**

39

Podsumowanie

- W zakresie odporności na **pękanie niskotemperaturowe decyduje rodzaj zastosowanego asfaltu**
 - Mechanizm spękań termicznych jest złożony, decydują nie tylko właściwości materiałów ale **również detale i jakość wykonania**
 - Ograniczenie ryzyka spękań przez ograniczenie stosowania asfaltu 20/30 do warstwy wiążącej, do podbudowy bez ograniczeń
 - Dobrym kierunkiem jest wprowadzenie badań TSRS do WT-2
- **Konieczne korekty wymagań w WT-2** w zakresie ACWMS, szczególnie w zakresie sztywności, określenie wymagań TSRS
- **Asfalty wysokomodyfikowane** zwiększają efektywność ACWMS – konieczność określenia specjalnych wymagań

40

Ze świata...

- Stosowany w wielu krajach na całym świecie
 - różne wymagania, metody, materiały
- Odporność na koleinowanie – eliminacja zjawiska koleinowania + specjalne zastosowania
- Odporność na zmęczenie
- Wodoodporność – nieprzepuszczalność
- Lepsza jakość na połączeniach podłużnych
- Redukcja grubości warstw asfaltowych 15-30%
- Nie wszędzie stosuje się twarde asfalty
- Możliwość stosowania RAP 20-60% oraz materiałów z recyklingu asfaltowych pokryć dachowych

41

Zapraszam do lektury...



- Przegląd stanu wiedzy
- Badania laboratoryjne i terenowe
- Również asfalty HiMA
- Analizy pracy konstrukcji (zmęczenie, niskie temperatury)
- Projektowanie konstrukcji (metody, konstrukcje typowe)

42

W prezentacji wykorzystano wyniki projektu

RID I/25

Asfalty drogowe i modyfikowane w polskich warunkach klimatycznych

Politechnika Warszawska (Lider)
Instytut Badawczy Dróg i Mostów
Politechnika Gdańska

Projekt realizowany w ramach wspólnego przedsięwzięcia RID, finansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju oraz Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad. Asfalty drogowe i modyfikowane w polskich warunkach klimatycznych.



INSTYTUT BADAWCZY
DRÓG I MOSTÓW
ROAD AND BRIDGE
RESEARCH INSTITUTE





POLITECHNIKA
GDAŃSKA

oraz wyniki prac własnych finansowanych przez IBDiM



Dziękuję za uwagę



INSTYTUT BADAWCZY
DRÓG I MOSTÓW
ROAD AND BRIDGE
RESEARCH INSTITUTE



Wojciech Bańkowski
wbankowski@ibdim.edu.pl

VI KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2019 Kraków, 13-15 listopada 2019 r.
www.konferencjespecjalistyczne.pl