

Odporność na zmęczenie mieszanek mineralno- asfaltowych z ORBITON HiMA

dr inż. Krzysztof Błażejowski
mgr inż. Marta Wójcik-Wiśniewska

V Śląskie Forum Drogownictwa
26-27.04.2017



ORLEN. NAPĘDZAMY PRZYSZŁOŚĆ



PKN ORLEN – międzynarodowy Koncern paliwowo-energetyczny

- Zintegrowane aktywa downstream w **trzech krajach** w Europie Centralnej



Przerób **30 mln ton** różnych gatunków ropy naftowej



Ponad **2 700 stacji** Największa sieć detaliczna w Europie Środkowej

1,4 mln transakcji dziennie



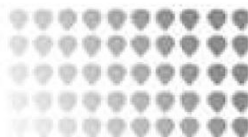
Lojalna baza klientów



100 mln boe zasobów 2P w Polsce i Kanadzie



ponad **20tys.** wysoko wykwalifikowanych pracowników



Ponad **50 produktów** rafineryjnych i petrochemicznych sprzedawanych w ponad **60 krajach świata**



**LIDER
W EUROPIE
CENTRALNEJ**



konsolidator segmentu asfaltowego w Grupie Kapitałowej PKN ORLEN



Agenda

- ❑ Wprowadzenie
- ❑ Wytrzymałość zmęczeniowa warstw asfaltowych
 - zjawisko
 - metoda badania 4PB-PR
 - wyniki badań
- ❑ Wnioski





Wprowadzenie

Nawierzchnie asfaltowe, a szczególnie mieszanki mineralno-asfaltowe stosowane w warstwach dolnych podlegają zniszczeniu w wyniku rozciągania.

Są to przede wszystkim:

- zjawiska zmęczeniowe,
- pęknięcia (odbite, zmęczeniowe, skurczowe itd.).

W dalszej części prezentacji przedstawiamy wyniki badań porównawczych wpływu różnych lepiszczy asfaltowych na odporność warstw dolnych, głównie podbudowy asfaltowej na zniszczenia zmęczeniowe.



Proces zmęczenia nawierzchni



Zmęczenie nawierzchni asfaltowych

Zmęczenie warstw asfaltowych uznawane jest za podstawowe kryterium projektowania trwałych nawierzchni. Liczba cykli zmęczeniowych (ugięć nawierzchni), jaką może wytrzymać układ warstw asfaltowych jest nazywana „**trwałością zmęczeniową**” (N_f).

Zmęczenie warstw asfaltowych jest procesem powtarzalnych ugięć konstrukcji i wynikających z nich powtarzalnych naprężeń/odkształceń rozciągających na spodzie warstwy podbudowy asfaltowej.

Każde pojedyncze ugięcie nie wywołuje szkody w nawierzchni. Kumulacja setek tysięcy i milionów ugięć powoduje przekroczenie wytrzymałości zmęczeniowej mieszanki mineralno-asfaltowej zastosowanej w podbudowie i inicjację jej pęknięcia.



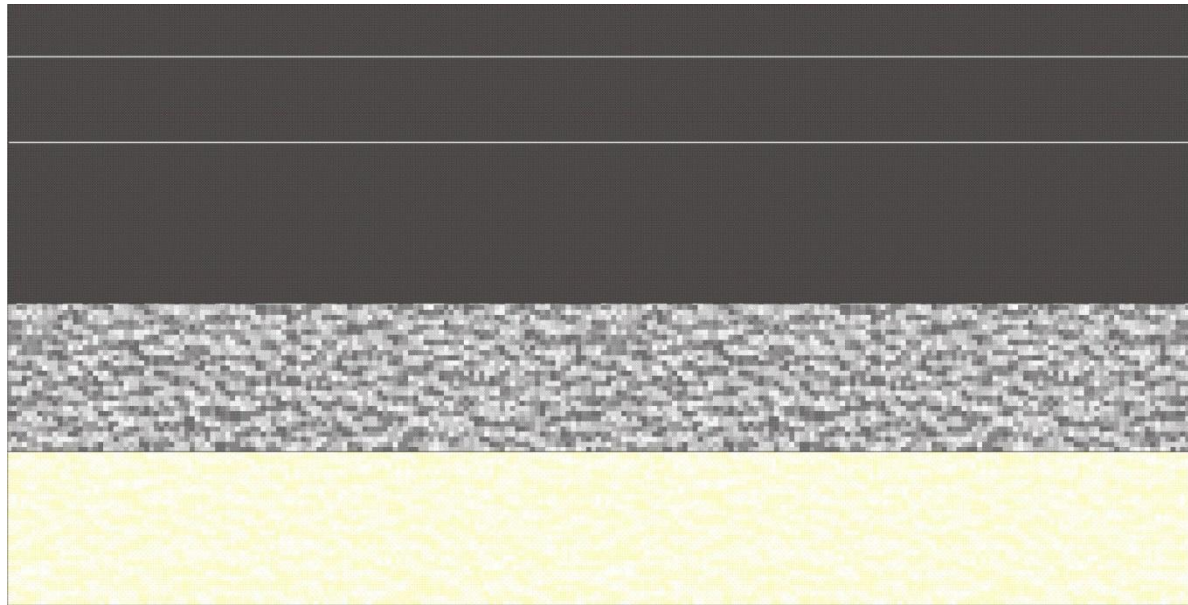
Zmęczenie nawierzchni asfaltowych

Konstrukcja nawierzchni podatnej:

pakiet warstw
asfaltowych

podbudowa
z kruszywa

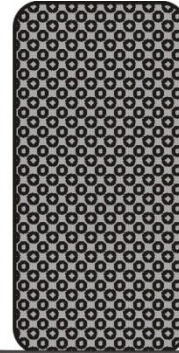
podłoże
ulepszone





Zmęczenie nawierzchni asfaltowych

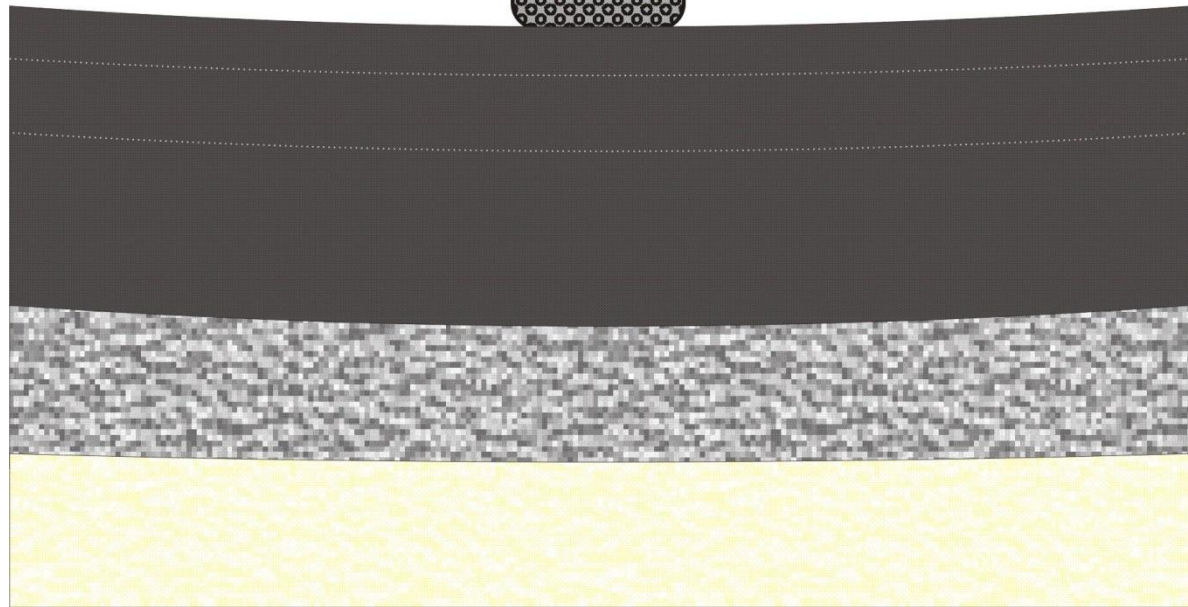
Obciążenie – przejazd koła pojazdu



pakiet warstw
asfaltowych

podbudowa
z kruszywa

podłoże
ulepszone





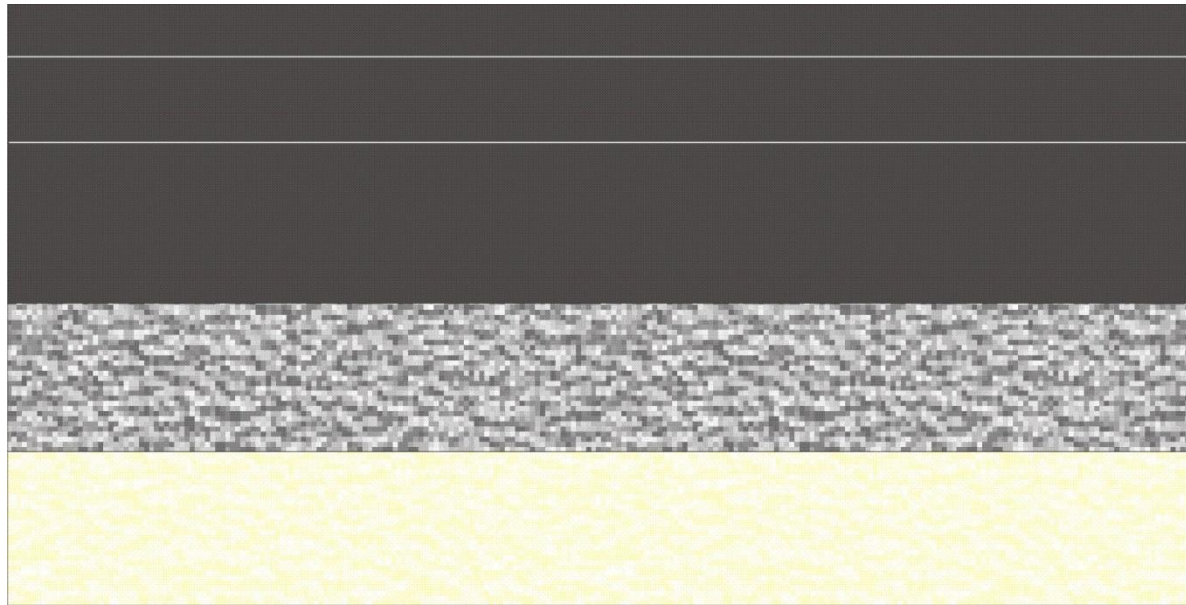
Zmęczenie nawierzchni asfaltowych

Konstrukcja nawierzchni podatnej:

pakiet warstw
asfaltowych

podbudowa
z kruszywa

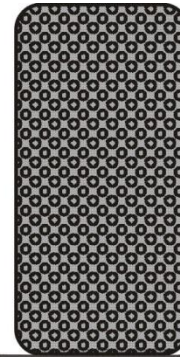
podłoże
ulepszone





Zmęczenie nawierzchni asfaltowych

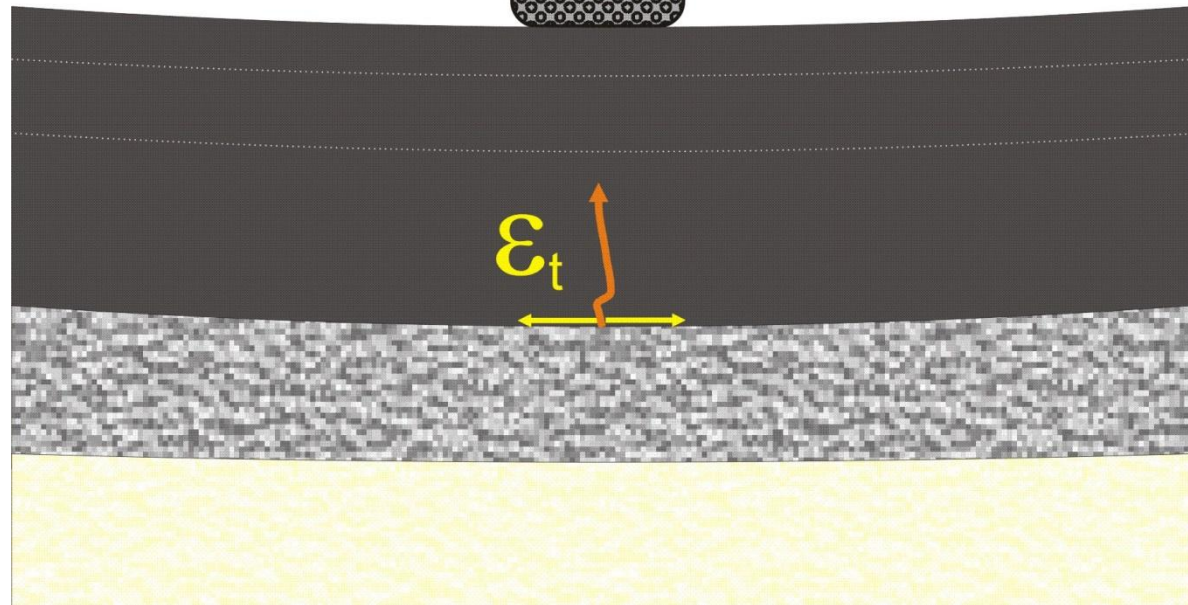
Inicjacja pęknięcia
dolnej warstwy asfaltowej



pakiet warstw
asfaltowych

podbudowa
z kruszywa

podłoże
ulepszone





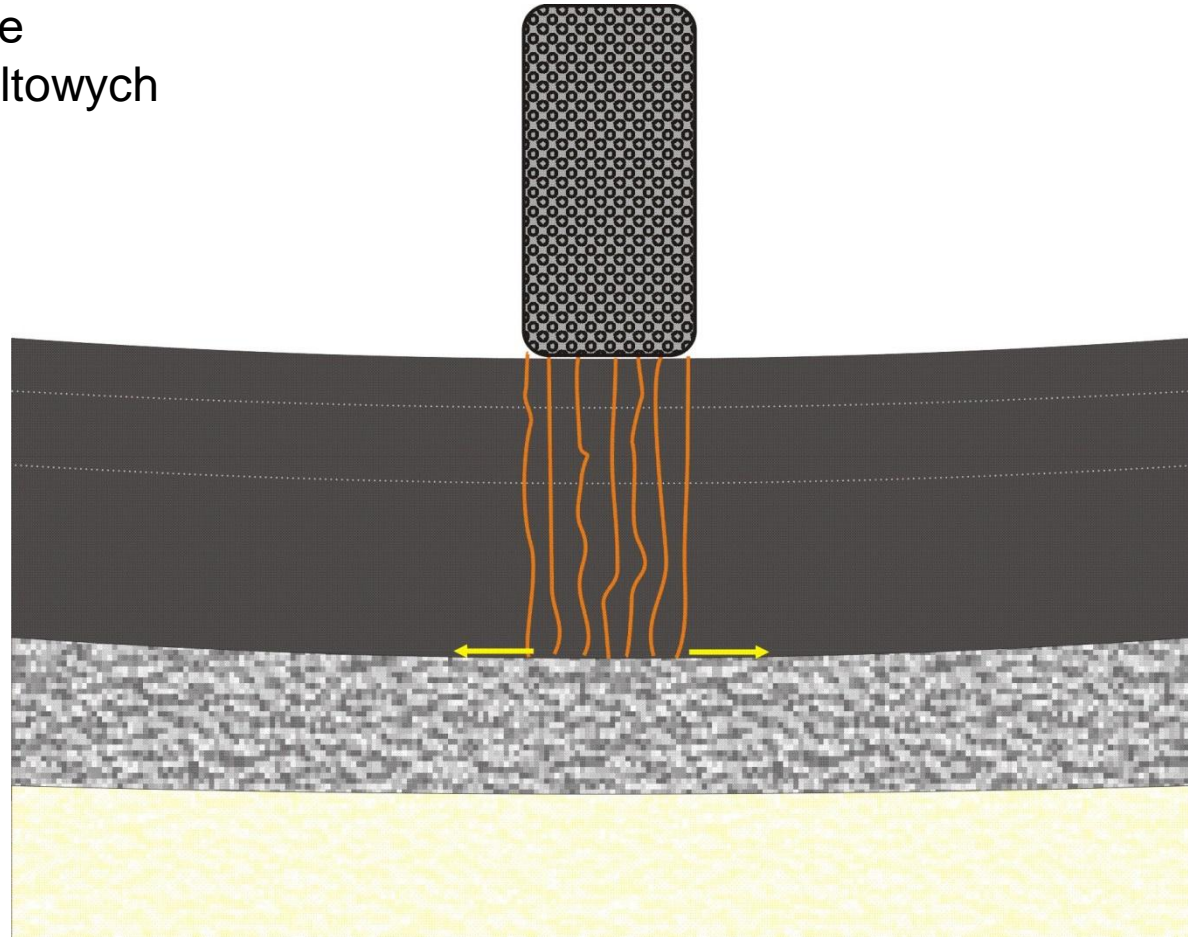
Zmęczenie nawierzchni asfaltowych

Postępujące pękanie
pakietu warstw asfaltowych

pakiet warstw
asfaltowych

podbudowa
z kruszywa

podłoże
ulepszone





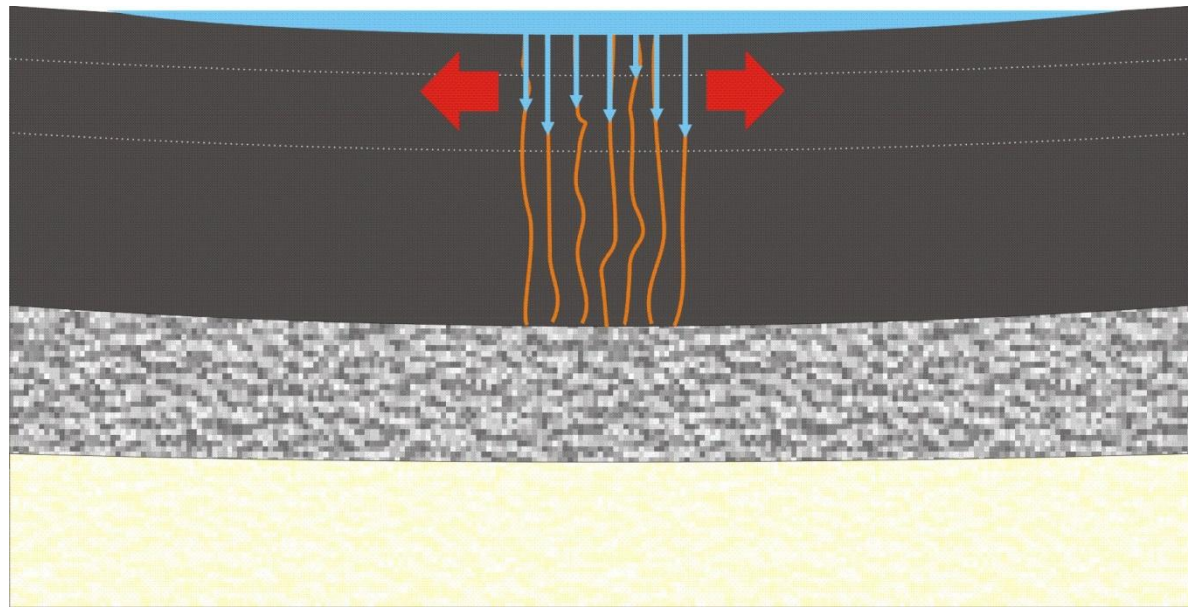
Zmęczenie nawierzchni asfaltowych

Dodatkowe zniszczenia
przez penetrację i zamarzanie wody

pakiet warstw
asfaltowych

podbudowa
z kruszywa

podłoże
ulepszone





Badania zmęczenia mieszanek mineralno-asfaltowych

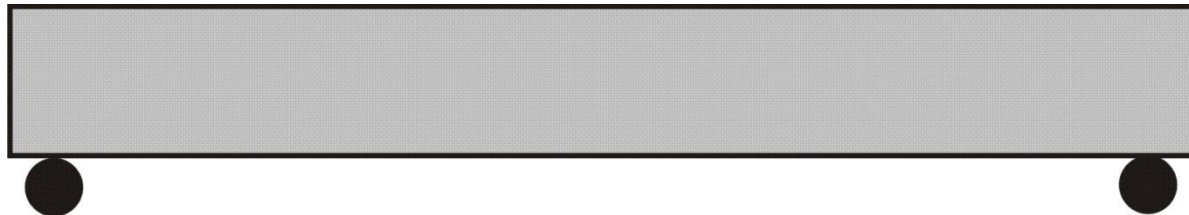


Badanie zmęczenia próbek

Norma europejska na badanie zmęczenia mieszanek mineralno-asfaltowych EN 12697-24 przewiduje wiele metod (schematów) badawczych.

W naszych badaniach korzystamy z metody 4PB-PR (cztero-punktowe zginanie belki prostopadłościennej). Badanie wykonujemy w 10°C, z częstością ugięć 10 Hz.

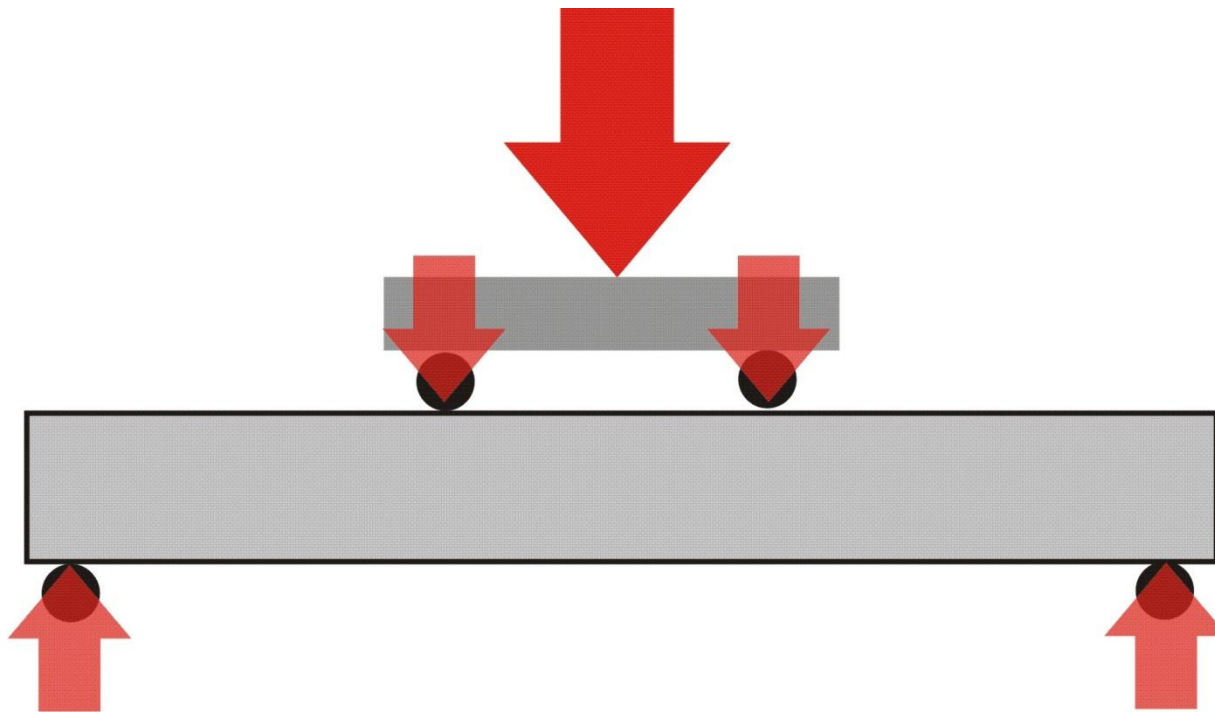
Badanie wykonuje się w tzw. trybie kontrolowanego odkształcenia (ang. *controlled strain mode*), w którym w każdym cyklu zginania próbki musi wystąpić taka sama wielkość odkształcenia rozciągającego (ϵ) w próbce.





Badanie zmęczenia próbek

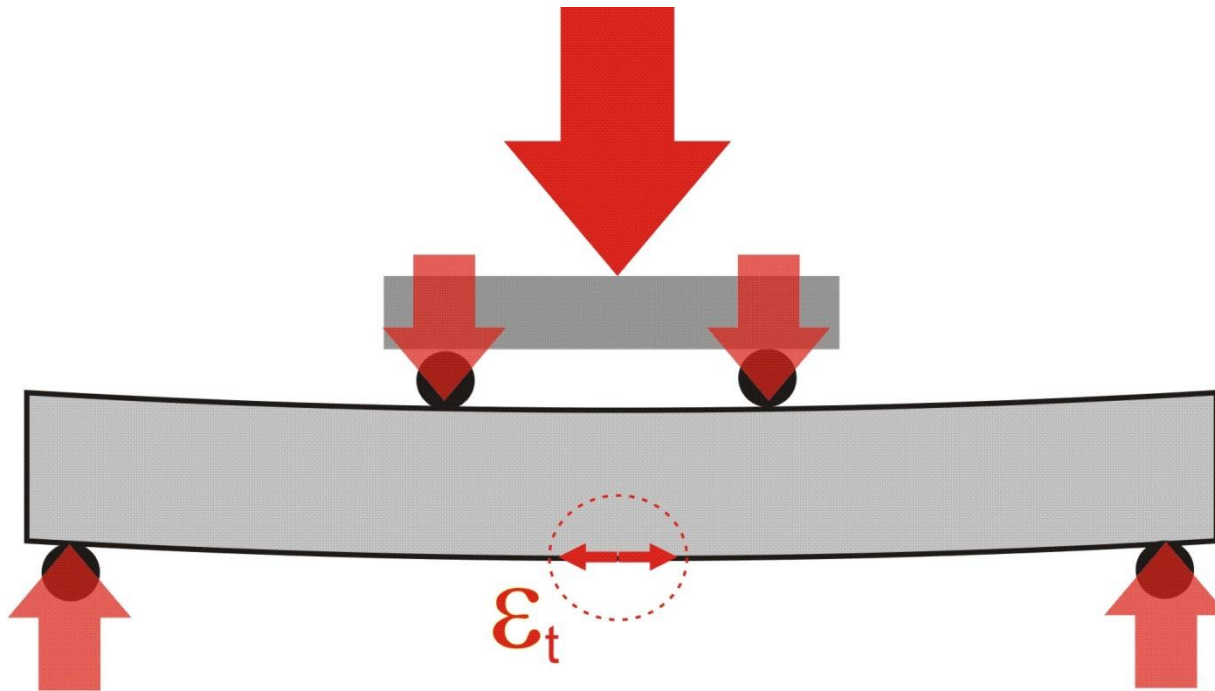
Siła przykładana jest do próbki w czterech miejscach (stąd nazwa 4-punktowe zginanie).





Badanie zmęczenia próbek

Wielkość siły jest tak dobierana przez system obciążenia, aby uzyskać zakładaną wielkość stałego odkształcenia rozciągającego w próbce (ϵ_t).





Badanie zmęczenia próbek

Na początku badania system mierzy wielkość modułu sztywności materiału belki – S_{mix} początkowe.

Badanie kontynuowane jest do chwili aż moduł sztywności belki spadnie o połowę, co świadczy o znacznym wewnętrznym zniszczeniu struktury materiału.

Liczba cykli, którą wytrzyma belka do spadku modułu sztywności o 50% oznaczana jest jako liczba cykli do zniszczenia N_f lub $N_{f_{50}}$.

W celu określenia pełnej charakterystyki zmęczeniowej materiału, wykonuje się takie pomiary dla minimum 3 wielkości zadanego odkształcenia rozciągającego, dla każdej uzyskując wartość N_f .

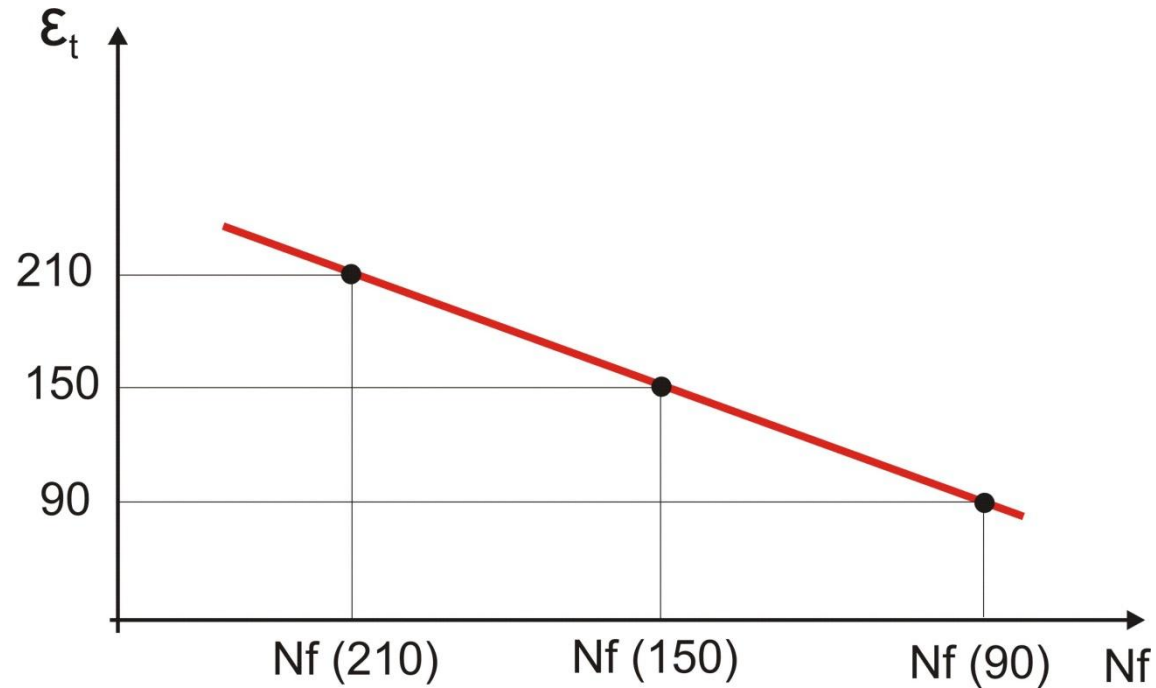
Uzyskanie 3 wartości $N_f=f(\epsilon_t)$ pozwala narysować krzywą zmęczeniową.



Badanie zmęczenia próbek

Wyniki zbiorcze $N_f = f(\epsilon_t)$ prezentujemy jako krzywe zmęczeniowe.
Im wyżej położona jest krzywa zmęczeniowa tym lepiej.

Przykład:

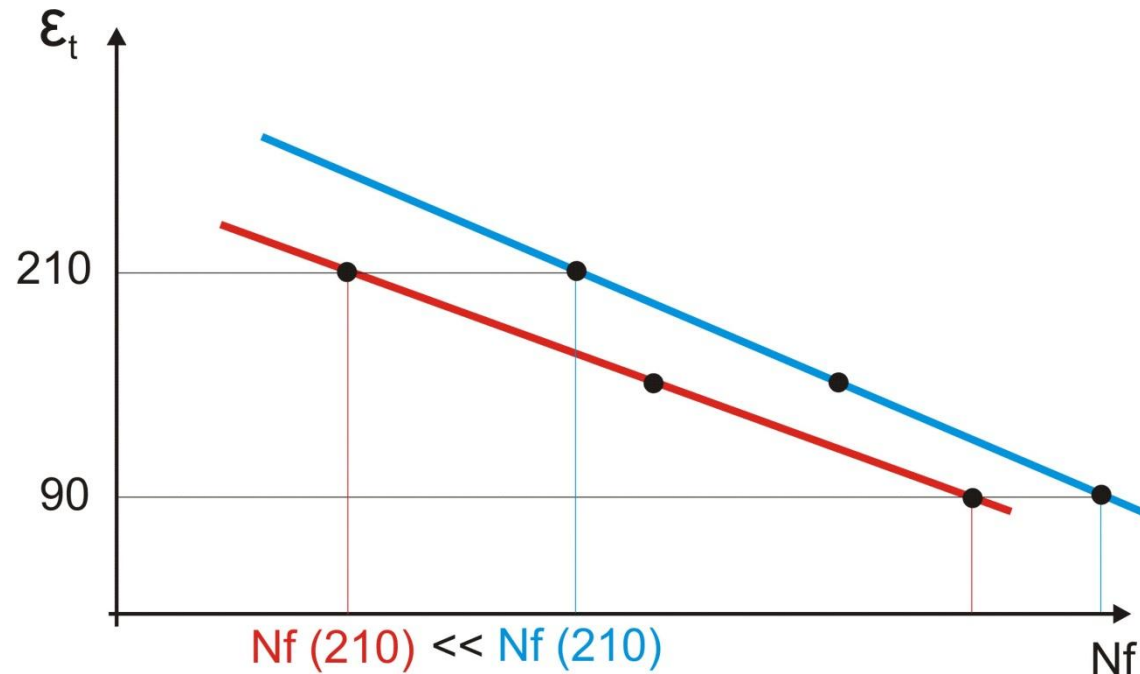




Badanie zmęczenia próbek

Wyniki zbiorcze $N_f = f(\epsilon_t)$ prezentujemy jako krzywe zmęczeniowe. **Im wyżej położona jest krzywa zmęczeniowa tym lepiej.** Można w ten sposób porównywać różne mieszanki mineralno-asfaltowe.

Przykład:





Wyniki badań trwałości zmęczeniowej - porównanie skuteczności ORBITON HiMA



Wyniki zmęczenia próbek

Mieszanka mineralno-asfaltowa AC 16 do warstwy wiążącej wg EN 13108-1.

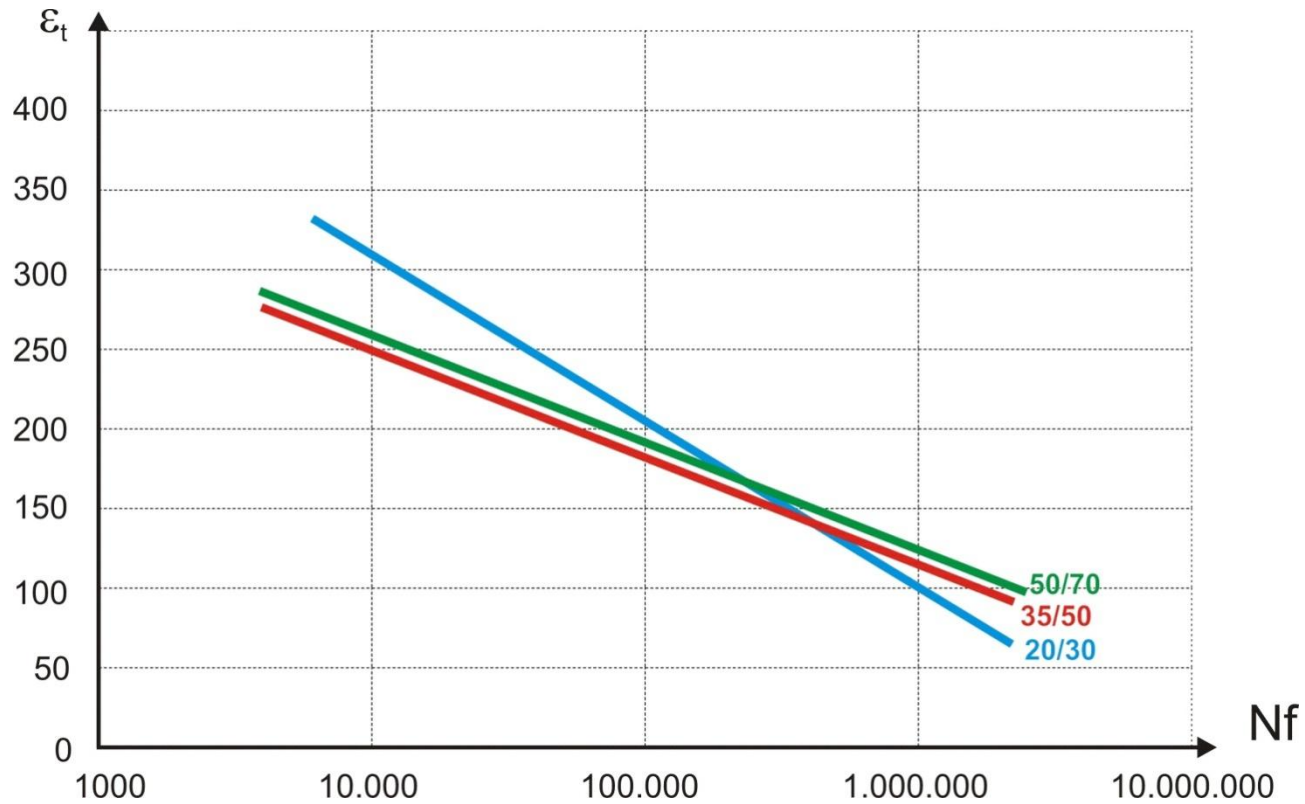
Badane lepiszcza asfaltowe:

- asfalt drogowy 20/30
- asfalt drogowy 35/50
- asfalt drogowy 50/70
- asfalt modyfikowany polimerami ORBITON 25/55-60
- asfalt modyfikowany polimerami ORBITON 45/80-55
- **asfalt wysokomodyfikowany polimerami ORBITON 25/55-80 HiMA**
- **asfalt wysokomodyfikowany polimerami ORBITON 45/80-80 HiMA**
- **asfalt wysokomodyfikowany polimerami ORBITON 65/105-80 HiMA**



Wyniki zmęczenia próbek

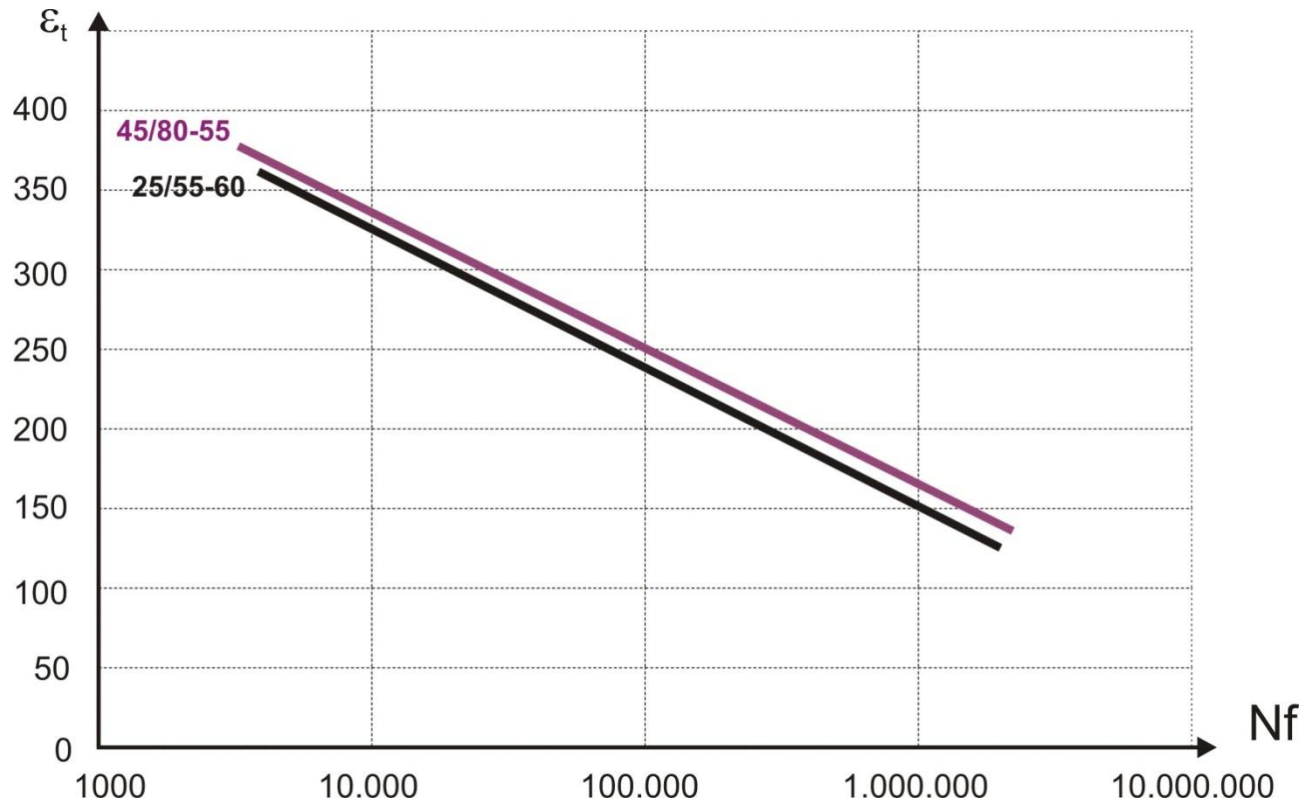
- asfalty drogowe 20/30, 35/50, 50/70





Wyniki zmęczenia próbek

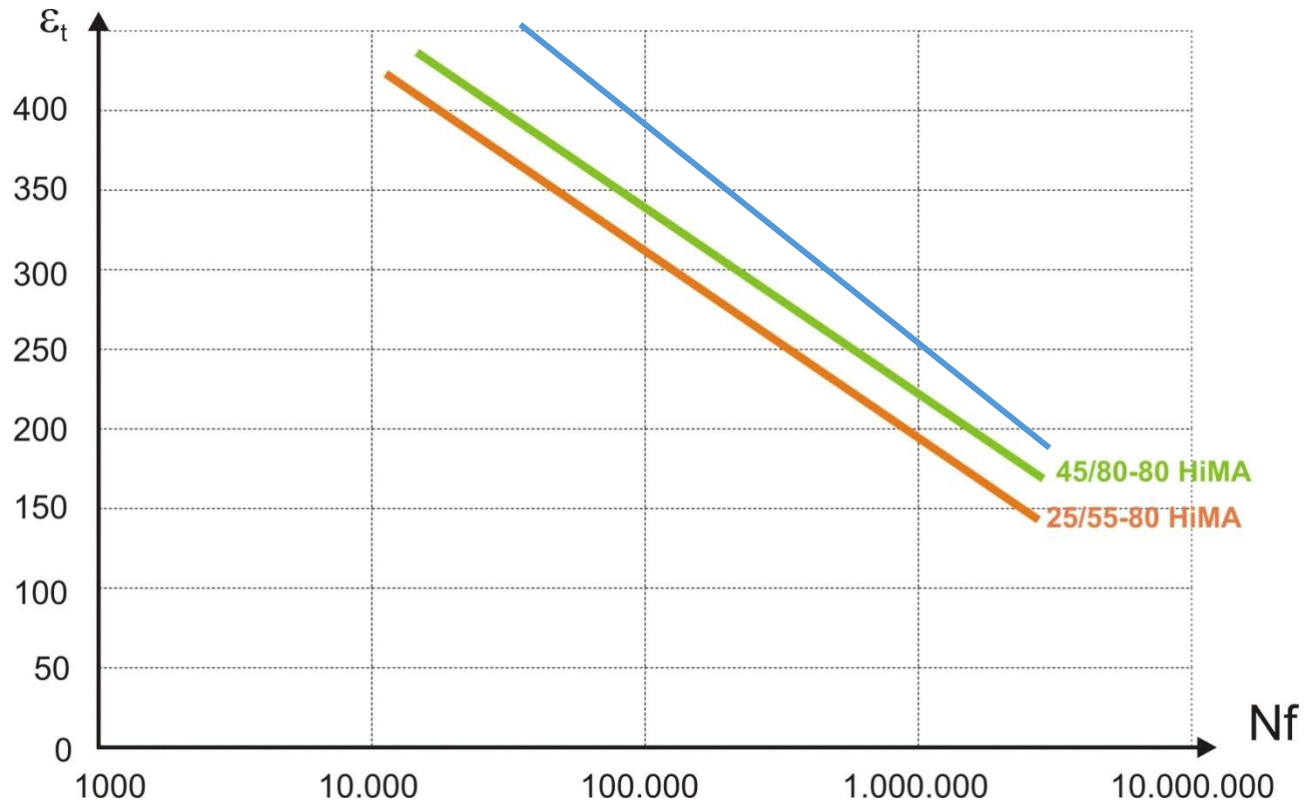
- asfalty modyfikowane ORBITON 25/55-60 i 45/80-55





Wyniki zmęczenia próbek

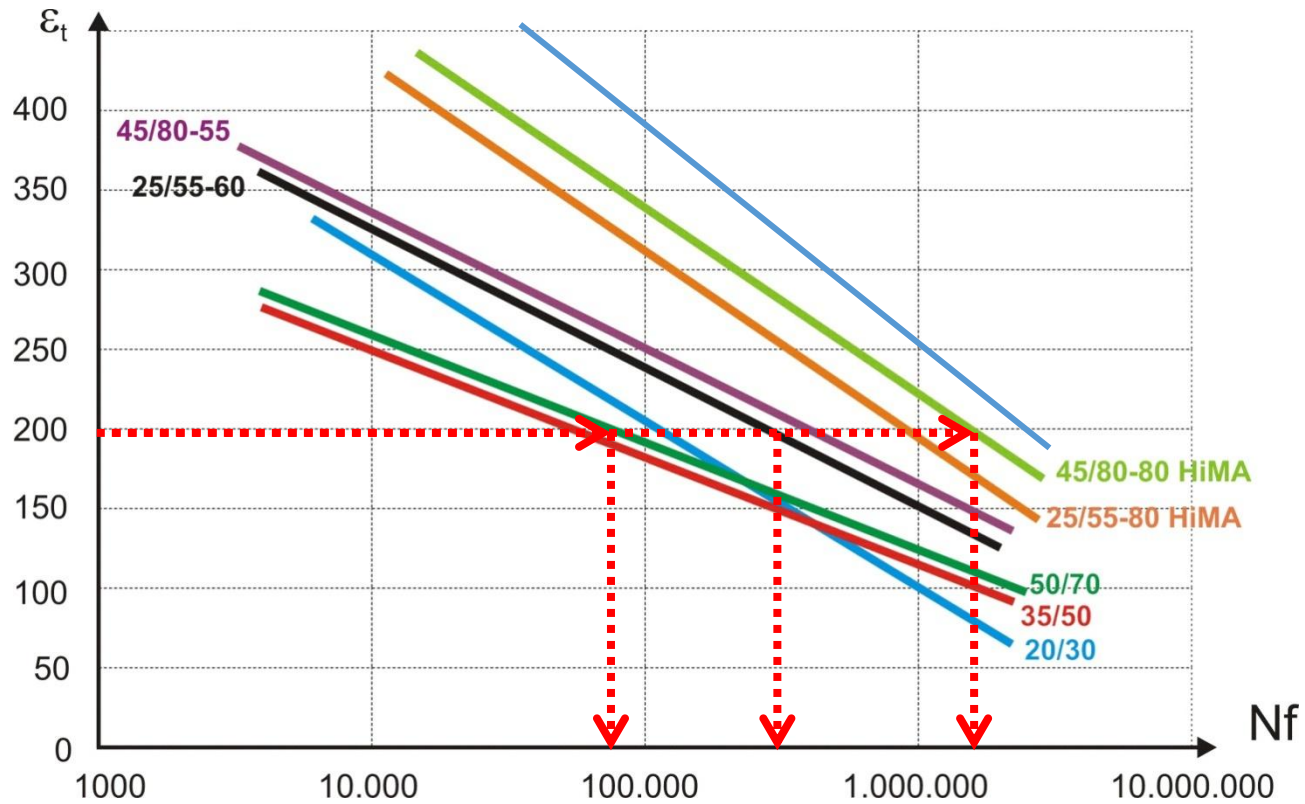
- asfalty wysokomodyfikowane ORBITON HiMA





Wyniki zmęczenia próbek

- wszystkie asfalty





Wyniki zmęczenia próbek

Porównanie wyników trwałości w laboratorium (AC16W) przy odkształceniu krytycznym na poziomie **200 $\mu\epsilon$** :

- asfalt drogowy 35/50 90.000 cykli
- asfalt modyfikowany PMB 25/55-60 400.000 cykli
- asfalt PMB 45/80-80 HiMA 2.000.000 cykli



Wyniki zmęczenia próbek

Podsumowanie:

- trwałość zmęczeniowa PMB 25/55-60 jest 4 razy większa od 35/50
- **trwałość zmęczeniowa ORBITON 45/80-80 HiMA jest 5 razy większa od 25/55-60**
- **trwałość zmęczeniowa ORBITON 45/80-80 HiMA jest 20 razy większa od mieszanek z asfaltem 35/50**

Aby uzyskać rzeczywiste trwałości zmęczeniowe stosuje się dodatkowy tzw. shift factor (10-30x).



Wnioski



WNIOSKI

- Wytrzymałość zmęczeniowa warstwy nawierzchni asfaltowej zależy nie tylko od właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej, ale także od właściwości materiałów składowych.
- Dobrym przykładem jest rodzaj zastosowanego asfaltu. Wyniki badań wykazały, że asfalty drogowe, modyfikowane polimerami i wysokomodyfikowane polimerami tworzą oddzielne klasy wytrzymałościowe w odporności na zmęczenie.
- W trybie badań zmęczeniowych, jaki stosowane są w metodzie 4PB-PR, tzn. kontrolowanego odkształcenia, najlepsze wyniki zwykle uzyskują asfalty najbardziej elastyczne w temperaturze badania. Z tego powodu np. lepszy wynik uzyskał asfalt 50/70 od 35/50.



WNIOSKI

- Asfalty modyfikowane polimerami charakteryzują się znacząco lepszymi wynikami niż asfalty drogowe. Spośród nich najlepsze okazały się asfalty wysokomodyfikowane ORBITON HiMA.
- Przyczyną lepszych wyników jest większa objętość polimeru (elastomeru) w asfalcie wysokomodyfikowanym.





Dziękuję za uwagę!