

Organizatorzy:



Polski Kongres Drogowy



Stare Sady, 17-19.09.2023

IX Warmińsko-Mazurskie Forum Drogowe

**Nowoczesna i bezpieczna
infrastruktura drogowa**



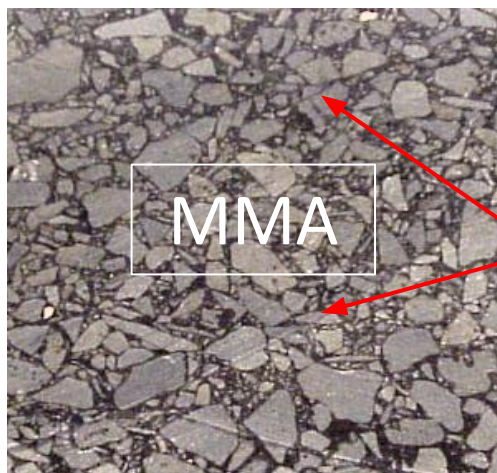


**Technologia nawierzchni
samonaprawialnej „SeHePa” - program
badawczy
Budimexu i Politechniki Warszawskiej**

Michał Sarnowski

Politechnika Warszawska

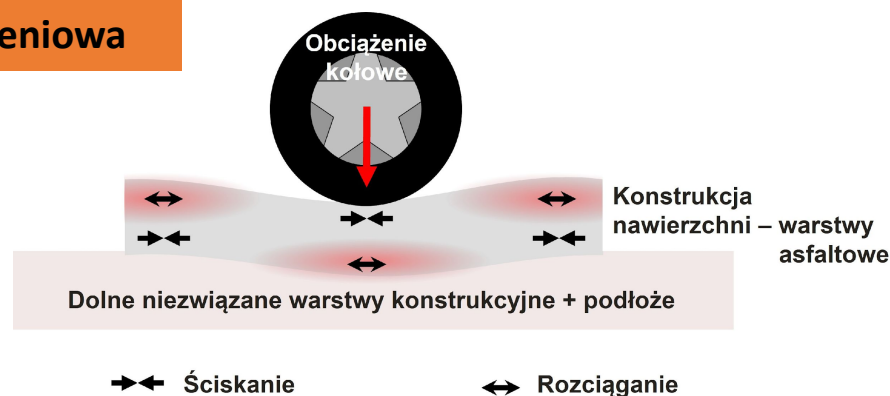
Geneza problemu naukowego



Trwałość zmęczeniowa

kruszywo: ok. 95% (m/m)

asfalt: ok. 5% (m/m)



- *Spękania zmęczeniowe nawierzchni asfaltowej:*

- uszkodzenia nawierzchni asfaltowych w wyniku cyklicznego ruchu pojazdów,
- spękania dolnych warstw nawierzchni w średnich temperaturach eksploatacyjnych (ok. 0-15°C),
- wyczerpanie trwałości zmęczeniowej nawierzchni i konieczność przeprowadzenia kosztownych remontów/przebudów.

Projekt B + R („SeHePa”)

„Opracowanie i wdrożenie innowacyjnej technologii asfaltowych nawierzchni samonaprawialnych o wysokiej trwałości”

- **Cel projektu:**

Opracowanie technologii wytwarzania inteligentnego dodatku – **mikrokapsułek z wypełnieniem naprawczym**, które w wyniku wystąpienia w asfalcie mikropęknięć uaktywnią się, powodując lokalną naprawę uszkodzeń nawierzchni.

- *Okres realizacji: styczeń 2020 – grudzień 2023.*



Wydział
Inżynierii Lądowej



Wydział Inżynierii
Materiałowej



budimex

Koncepcja nawierzchni samonaprawialnej

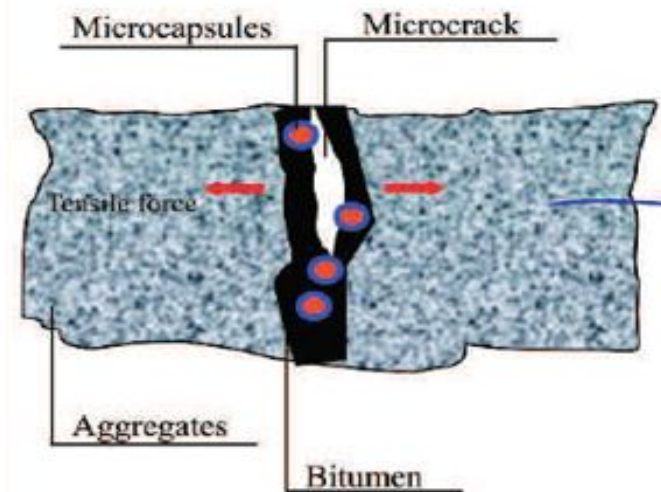
Eksploatacja asfaltowej nawierzchni drogowej:

- naprzemienny, cykliczny ruch samochodowy
- zmiany temperatury

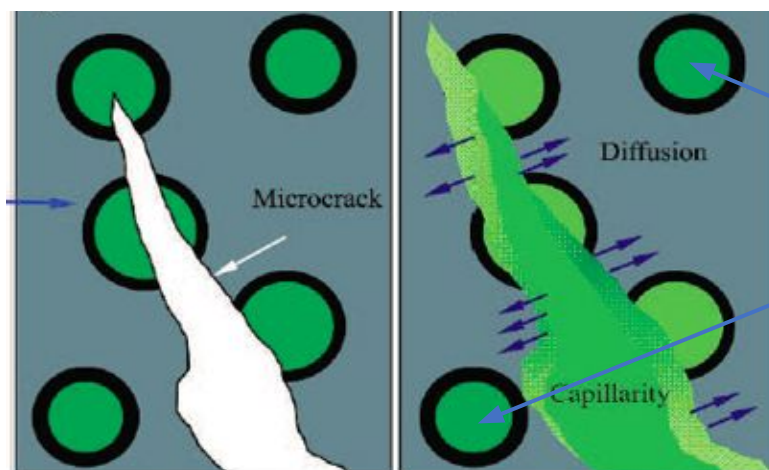


MIKROSPĘKANIA

**MIKROKAPSUŁKI
Z WYPEŁNIENIEM NAPRAWCZYM
W NAWIERZCHNI PODATNEJ**



Jun – Feng Su, 2016



Jun – Feng Su, 2016

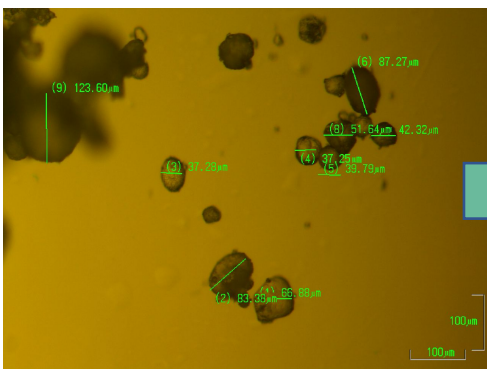


fot. własna

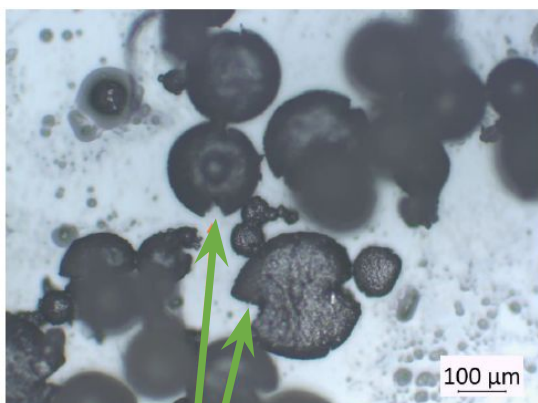
Średnica 50 - 200 μm

Wytworzenie mikrokapsulek żelatynowych z wypełnieniem naprawczym

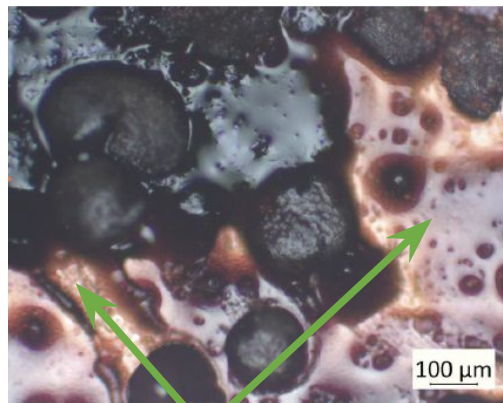
- Opracowanie technologii produkcji w skali laboratoryjnej i półtechnicznej



- Analiza mikroskopowa



Kontrolowane pęknięcie mikrokapsułki

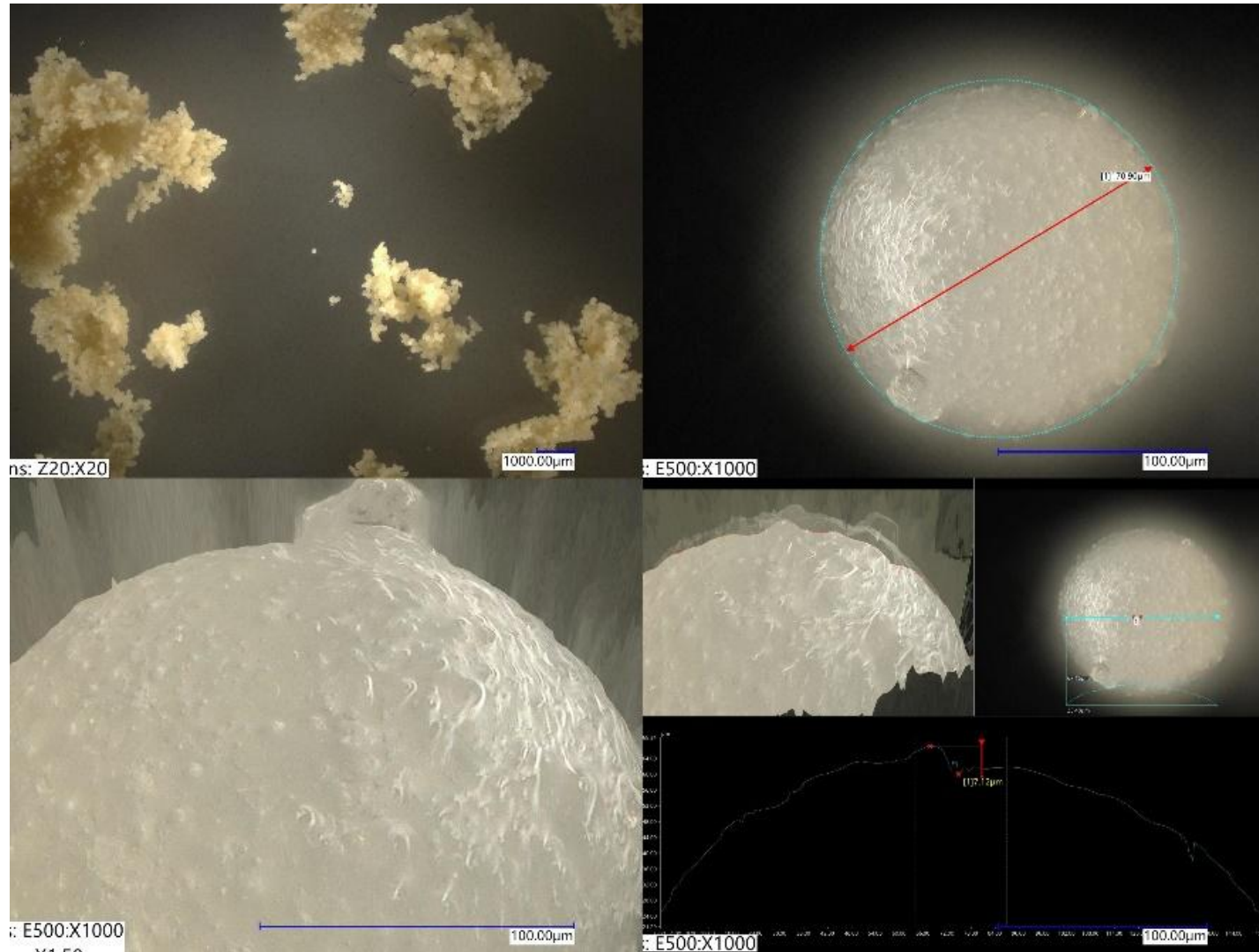


Środek naprawczy uwolniony w kontrolowanych warunkach

Wybrane właściwości fizyczne	
Postać	drobny proszek, < 200 µm
Gęstość nasypowa	650-780 kg/m ³
Gęstość w 20°C	ok. 1.0 g/cm ³
Temp. rozkładu	> 230°C

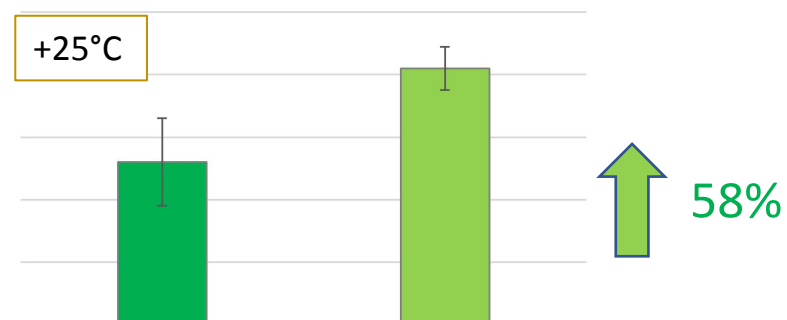
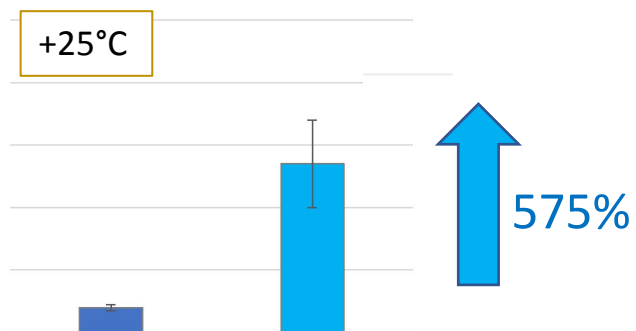


Mikroskopia optyczna mikrosfer żelatynowych



Autorska metoda oceny efektu samonaprawy lepiszczy asfaltowych

- *Badanie ciągliwości – określenie właściwości kohezyjnych lepiszcza poddanego działaniu siły rozciągającej (PN-EN 13589)*



Autorska metoda oceny efektu samonaprawy mieszanek mineralno-asfaltowych (MMA)

- *Badanie trwałości zmęczeniowej w schemacie belki czteropunktowo zginanej*

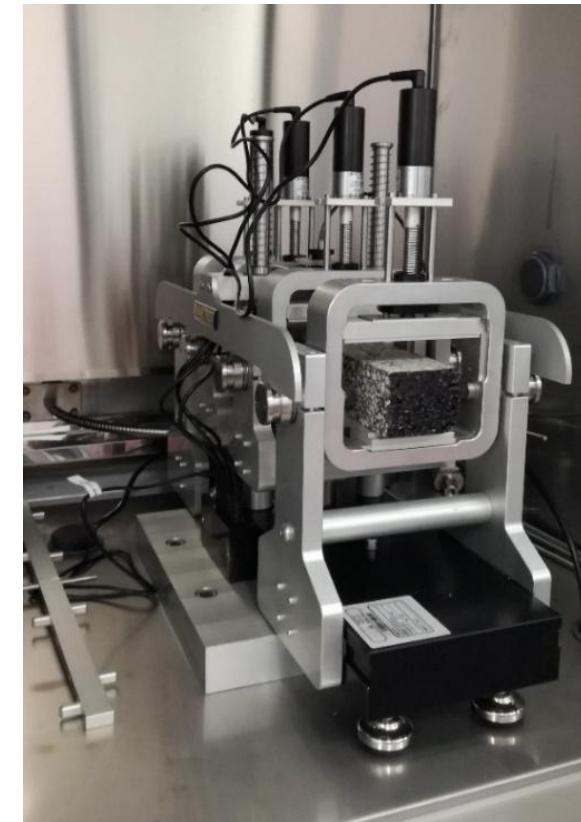
Zmęczenie – obniżenie wytrzymałości materiału pod powtarzalnym obciążeniem

Trwałość zmęczeniowa – liczba cykli obciążenia (N_{f50}), po której zespolony moduł sztywności mieszanki ulega zmniejszeniu o 50% w stosunku do wartości początkowej

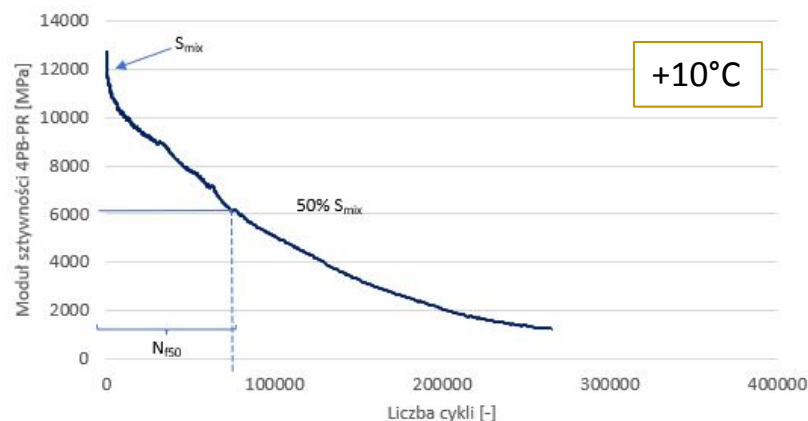
Badanie nr 1 –
wywołanie spękań
w materiale

Samonaprawa

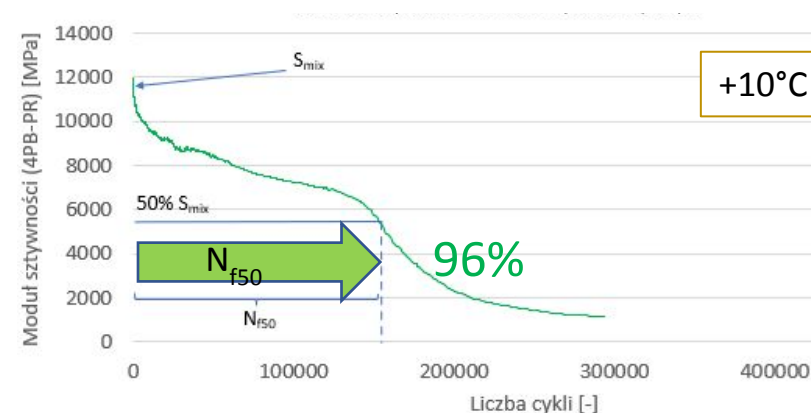
Badanie nr 2 – ocena
poziomu trwałości
zmęczeniowej MMA



MMA referencyjna (beton asfaltowy AC)



MMA z mikrokapsułkami (beton asfaltowy AC)



Prace wdrożeniowe – dalsze działania

- *Produkcja mieszanek mineralno-asfaltowych w wytwórni (skala przemysłowa)*
- *Wykonanie odcinków testowych*
- *Ocena jakości wykonanej nawierzchni asfaltowej*
- *Badania i monitoring odcinków testowych*
- *Ocena efektu samonaprawy nawierzchni odcinka testowego (badania laboratoryjne próbek pobranych z nawierzchni)*
- *Opracowanie zaleceń technicznych w zakresie projektowania, wytwarzania i wbudowywania mieszanki mineralno-asfaltowej z mikrokapsułkami.*



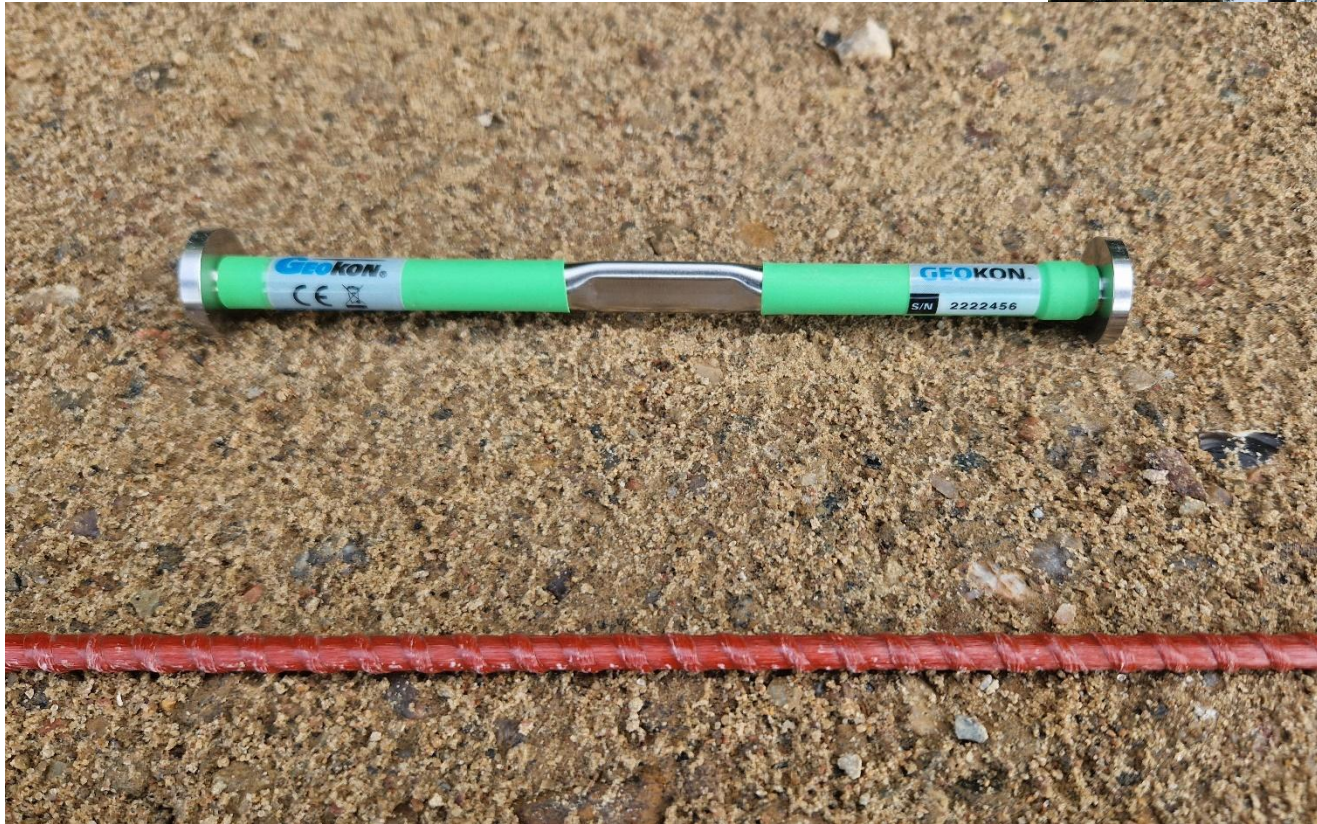
DW 152, odcinek testowy 2 x 300mb, wykonanie lipiec 2023



Układanie MMA (podbudowa) z użyciem podajnika, w celu wyeliminowania ruchu maszyn i samochodów z mieszanką na zamontowanych czujnikach

Czujniki światłowodowe dwie linie pomiarowe (w śladach kół), na podbudowie z kruszywa

DW 152, odcinek testowy 2 x 300mb, wykonanie lipiec 2023



Czujniki światłowodowe o ciągłym, liniowym systemie zbierania danych odkształcenia i temperatury

Czujniki strunowe o punktowym zbieraniu danych odkształcenia i temperatury (zainstalowane w warstwie podbudowy z kruszywa)

Sesja pomiarowa



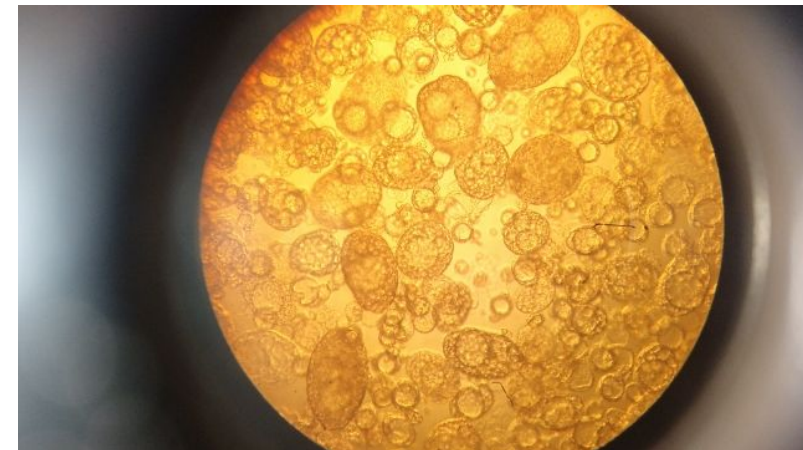
Badanie nośności z użyciem ugięciomierza dynamicznego FWD (obciążenia dynamiczne)



Obciążenia statyczne oraz dynamiczne (przejazd samochodu)

Wnioski

- *Opracowano w skali laboratoryjnej mikrokapsułki z wypełnieniem naprawczym odporne na wysoką temperaturę i warunki produkcji MMA*
- *Wyprodukowano mikrokapsułki z wypełnieniem naprawczym w skali półtechnicznej (na prototypowej instalacji)*
- *Lepiszczą oraz MMA modyfikowane mikrokapsułkami wyprodukowanymi w skali laboratoryjnej, a następnie półtechnicznej wykazały poprawę ich właściwości wytrzymałościowych, w tym trwałości zmęczeniowej MMA po okresie samonaprawy*
- *Wybudowano odcinek testowy z mikrokapsułkami oraz odcinek porównawczy*
- *Obecnie: weryfikacja efektu samonaprawy nawierzchni odcinka testowego - badania laboratoryjne próbek pobranych z nawierzchni, badania i monitoring odcinków testowych*
- *Następnie: opracowanie zaleceń technicznych*
- *Pełna weryfikacja skuteczności technologii: po kilku latach eksploatacji odcinków testowych*



Dziękuję za uwagę



michal.sarnowski@pw.edu.pl