



SZKOŁA GŁÓWNA
GOSPODARSTWA
WIEJSKIEGO

VIII WARMIŃSKO-MAZURSKIE FORUM DROGOWE

pkd Polski Kongres Drogowy

Charakterystyka odkształceniowa destruktu asfaltowego poddanego obciążeniom cyklicznym

Dr inż. Andrzej Głuchowski – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Destrukt asfaltowy - problematyka



SZKOŁA GŁÓWNA
GOSPODARSTWA
WIEJSKIEGO

- W przypadku destruktyw asfaltowych zgodnie z informacjami podanymi przez EAPA (European Asphalt Pavement Association), około 47% wytworzonego destruktyw asfaltowego jest ponownie używana w nowym asfaltobetonie.
- Niestety, ograniczenia związane z maksymalną ilością destruktyw asfaltowego jaki można dodać do asfaltobetonu powoduje powstanie dużego strumienia niezagospodarowanych odpadów.
- Pozostała niepoddana recyklingowi część destruktyw asfaltowego musi znaleźć inne zastosowanie.
- Destrukt asfaltowy dodaje się do mieszanek niezwiązanych.

Destrukt asfaltowy - pochodzenie



SZKOŁA GŁÓWNA
GOSPODARSTWA
WIEJSKIEGO

FREZOWANIE

- Ziarna mniejsze niż 50mm
- Frakcja drobna
- Ziarna w części pokryte asfaltem

ZRYWANIE

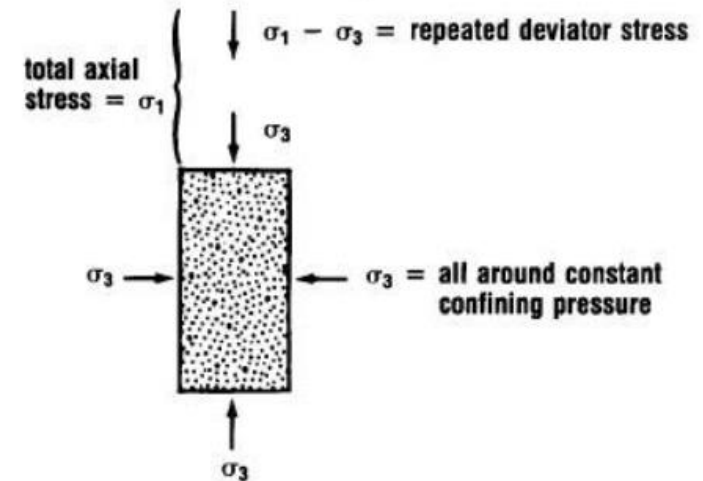
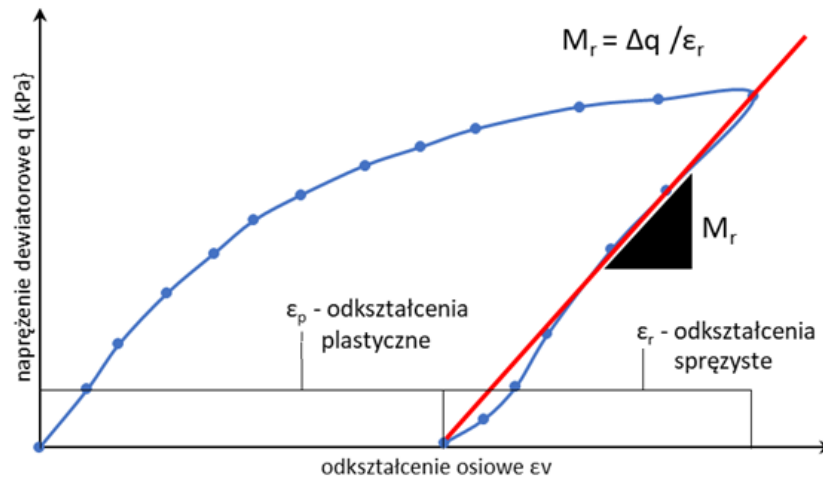
- Wymaga dodatkowego kruszenia
- Brak frakcji drobnej
- Ziarna w całości pokryte asfaltem



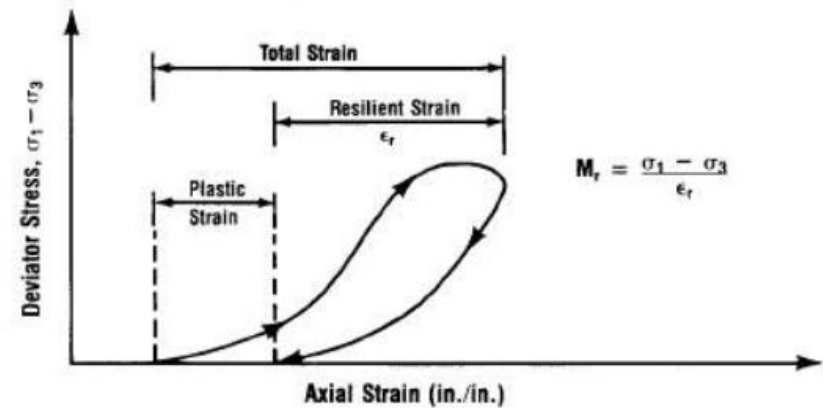
Obciążenia cykliczne



- Cykliczny modułu sprężystości M_R M_r E_r .
resilient modulus
- Charakterystyka naprężeniowo-odkształceniowa podczas obciążeń cyklicznych. Jeden cykl czy N -cykli?



(a) Triaxial Test Stress State

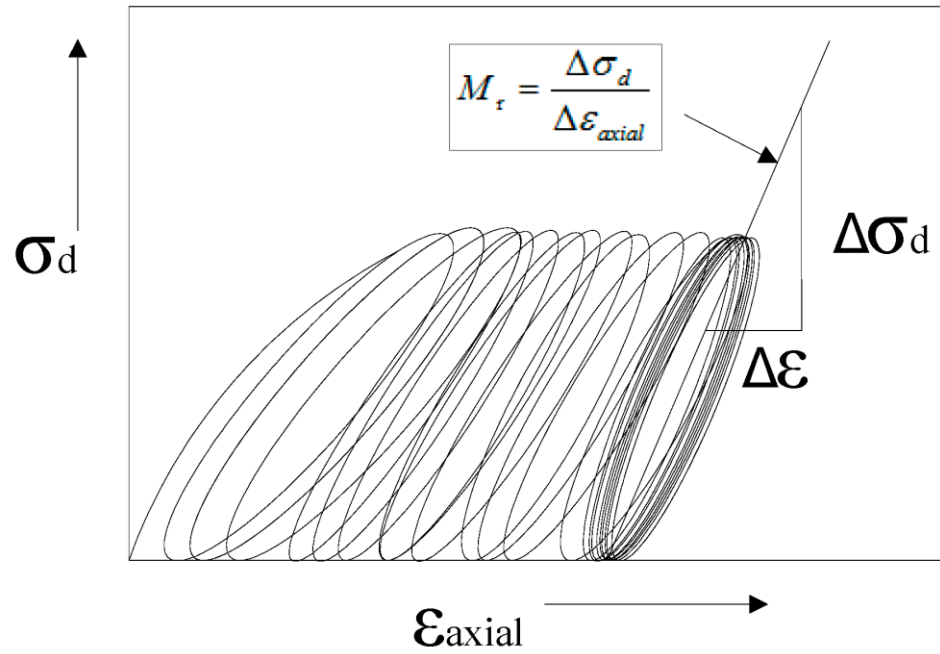


(b) Axial Specimen Response

Obciążenia cykliczne



- Charakterystyka naprężeniowo-odkształceniowa podczas obciążeń cyklicznych. Jeden cykl czy N -cykli?

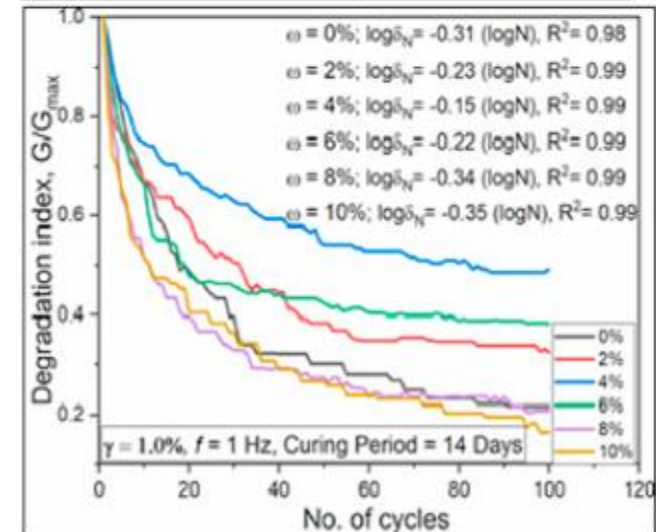
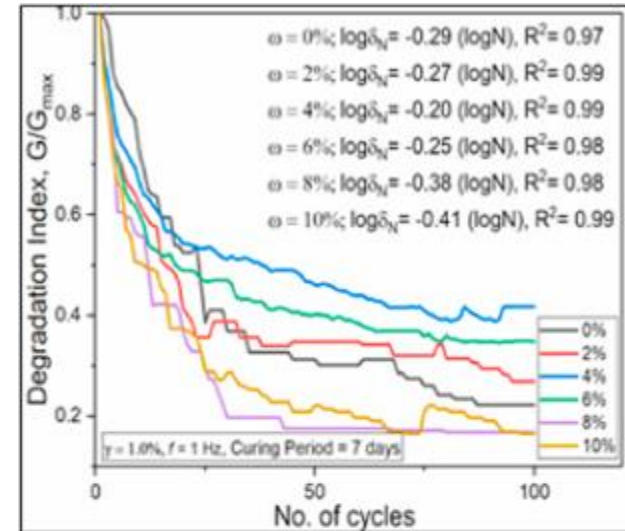


Obciążenia cykliczne



- Charakterystyka naprężeniowo-odkształceniowa podczas obciążeń cyklicznych. Jeden cykl czy N -cykli?
- Degradowanie w wyniku obciążeń cyklicznych (Idriss i in. 1979) – indeks degradacji δ

$$\delta^* = \frac{G_{sN}}{G_{s1}} = \frac{\tau_{cy} / \gamma_{cyN}}{\tau_{cy} / \gamma_{cy1}} = \frac{\gamma_{cy1}}{\gamma_{cyN}}$$



Obciążenia cykliczne



SZKOŁA GŁÓWNA
GOSPODARSTWA
WIEJSKIEGO

- Chwilowa charakterystyka odkształceniowa
 - Cykliczny moduł sprężystości M_R
- Długookresowa charakterystyka odkształceniowa
 - Indeks degradacji δ

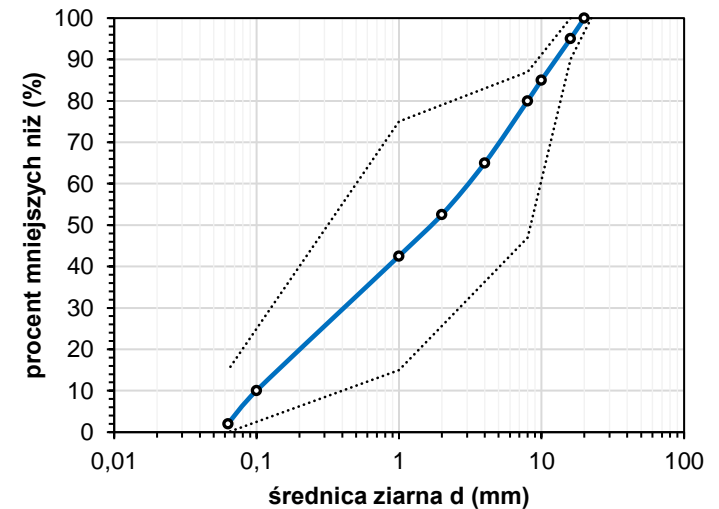
Właściwości destruktu asfaltowego



- Właściwości

Tabela 1. Właściwości fizyczne destruktu asfaltowego i gruntu naturalnego.

	grunt naturalny	destrukt asfaltowy
wilgotność optymalna w_{opt} (%)	7,5	9,0
maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego ρ_{ds} (g/cm ³)	2,13	1,87
gęstość właściwa szkieletu gruntowego ρ_s (g/cm ³)	2,67	2,66



- Wytyczne AASHTO T-307-93 (AASHTO 2007), sekwencje badań przedstawione w Tabeli 2.
- Procedura badawcza $\sigma_3 = 20,7$ kPa, trzy rosnące poziomy naprężenia dewiatorowego q , częstotliwość obciążenia $f = 1$ Hz oraz dla liczby cykli $N = 100$.
- Badania przeprowadzono w warunkach wilgotności optymalnej, bez nasączenia i z odpływem, próbkę gruntu wstępnie poddano działaniu $\sigma_3 = 103,4$ kPa utrzymywanego przez godzinę a następnie przystąpiono do wykonania procedury przedstawionej w Tabeli 2.

Numer badania	Naprężenie mniejsze σ_3 (kPa)	Maksymalne naprężenie dewiatorowe q (kPa)	Liczba cykli N (-)	Częstotliwość f (Hz)
1	20.7	20.7	100	1
2	20.7	41.4	100	1
3	20.7	62.1	100	1

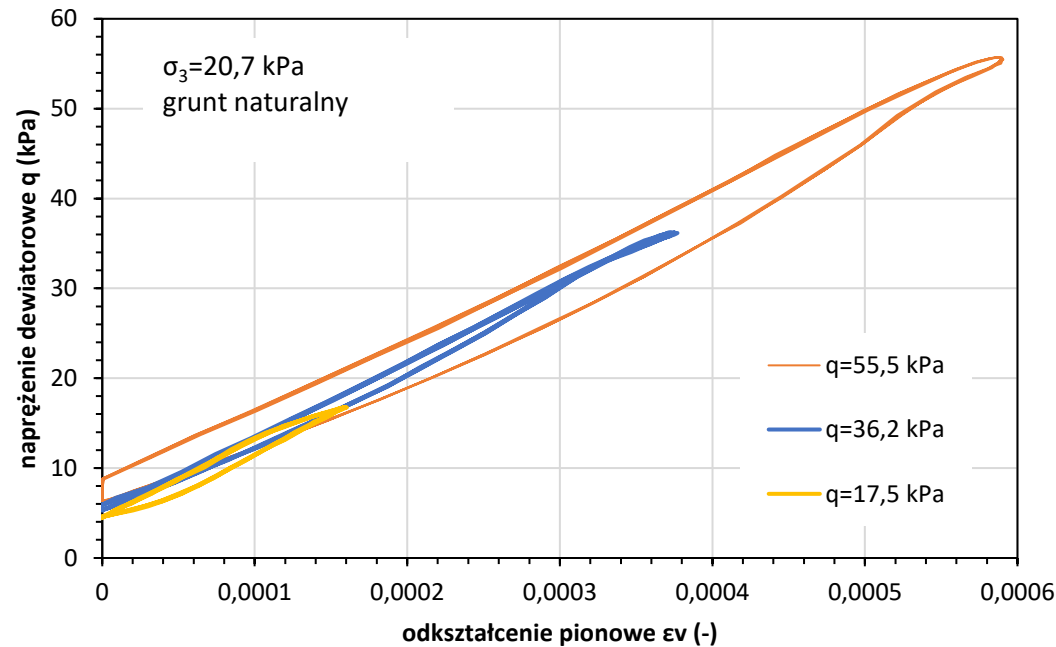
Tabela 2. Procedura badawcza badania cyklicznego trójosiowego ścinania.

Chwilowa charakterystyka odkształceniowa



SZKOŁA GŁÓWNA
GOSPODARSTWA
WIEJSKIEGO

- Grunt naturalny

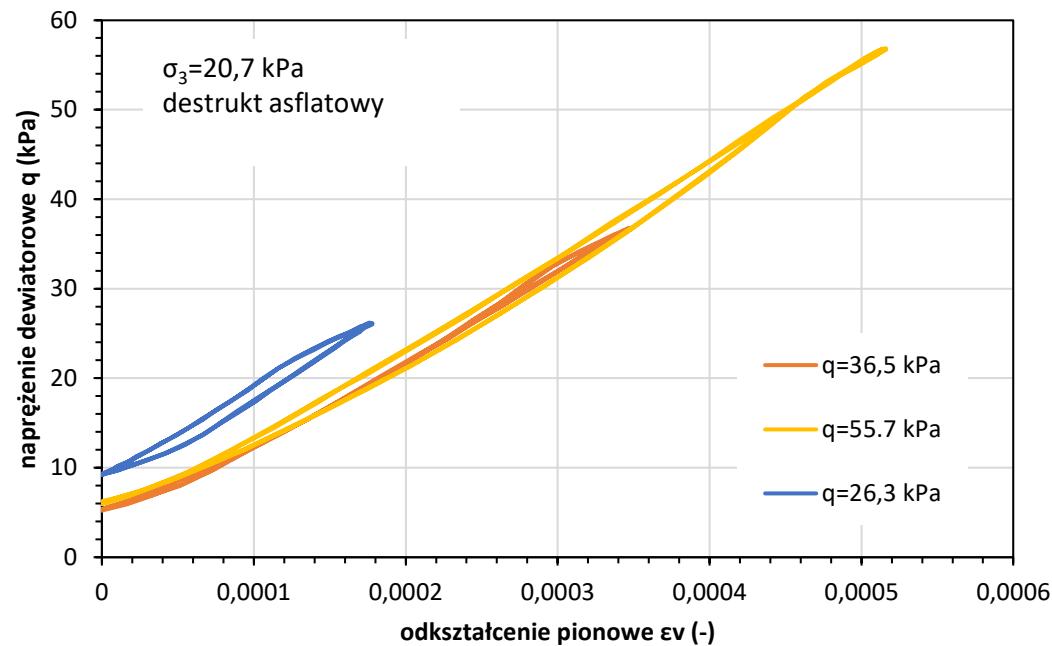


Rysunek 3. Pętle histerezy dla setnego cyklu obciążenia dla gruntu naturalnego i destruktu asfaltowego otrzymanego w wyniku badania cyklicznego trójosiowego.

Chwilowa charakterystyka odkształceniowa

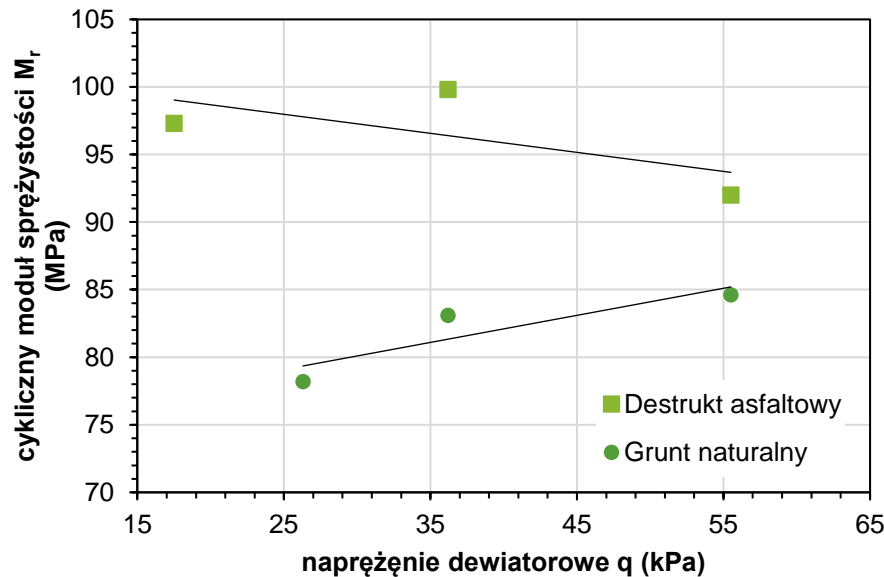


- Destrukt asfaltowy



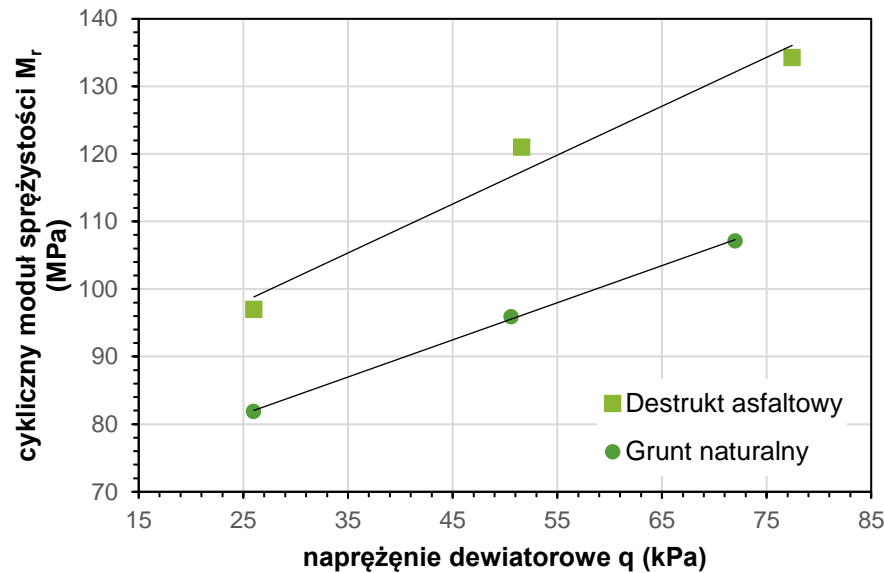
Rysunek 3. Pętle histerezy dla setnego cyklu obciążenia dla gruntu naturalnego i destruktu asfaltowego otrzymanego w wyniku badania cyklicznego trójosiowego.

- Podsumowanie chwilowej charakterystyki odkształceniowej



Rysunek 4. Charakterystyka zmienności cyklicznego modułu sprężystości dla gruntu naturalnego i destruktu asfaltowego w zależności od naprężenia dewiatorowego przy stałej wartości naprężenia mniejszego $\sigma_3 = 20,7\text{kPa}$.

- Podsumowanie chwilowej charakterystyki odkształceniowej

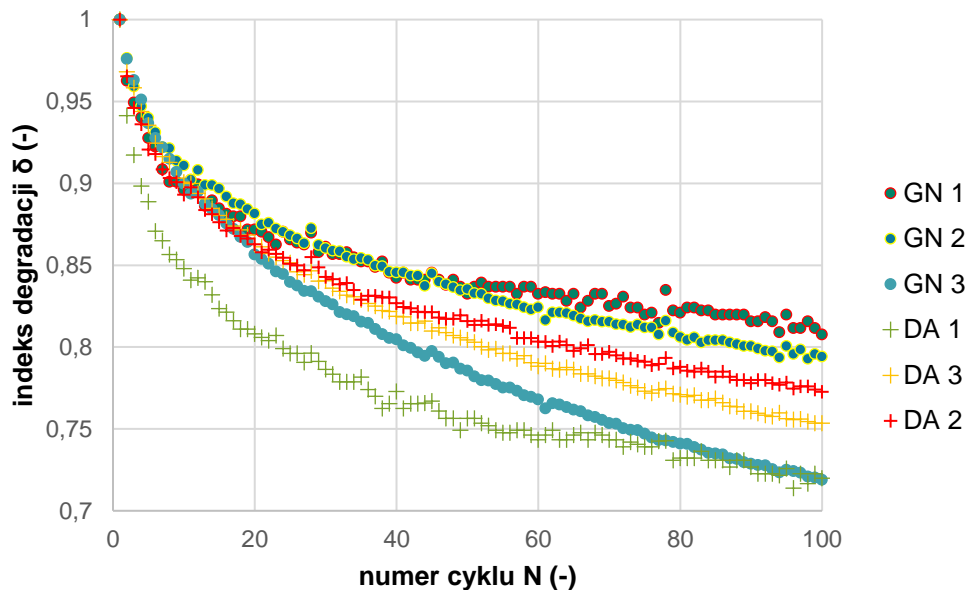


Rysunek 5. Charakterystyka zmienności cyklicznego modułu sprężystości dla gruntu naturalnego i destruktu asfaltowego w zależności od naprężenia dewiatorowego przy stałej wartości naprężenia mniejszego $\sigma_3 = 35,1\text{kPa}$.

Długookresowa charakterystyka odkształceniowa

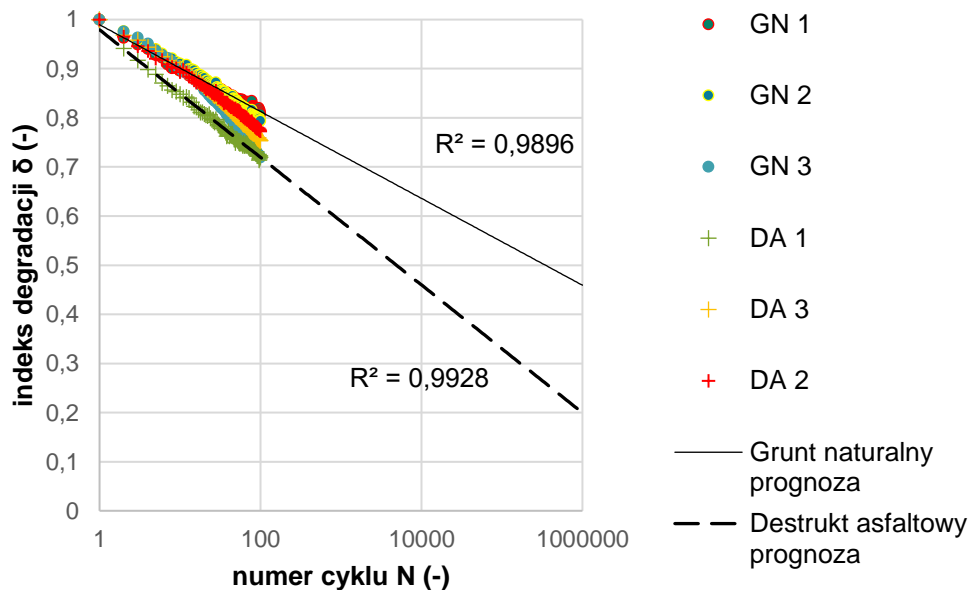


- Podsumowanie długookresowej charakterystyki odkształceniowej



Rysunek 6. Charakterystyka odkształceniowa dla obciążenia cyklicznego dla gruntu naturalnego – GN1 – $q = 17,5$ kPa, GN2 – $q = 36,2$ kPa, GN3 – $q = 55,5$ kPa i destruktu asfaltowego - DA1 – $q = 26,3$ kPa, DA2 – $q = 36,5$ kPa, DA3 – $q = 55,7$ kPa.

- Podsumowanie długookresowej charakterystyki odkształceniowej



Rysunek 6. Charakterystyka odkształceniowa dla obciążenia cyklicznego dla gruntu naturalnego – GN1 – $q = 17,5$ kPa, GN2 – $q = 36,2$ kPa, GN3 – $q = 55,5$ kPa i destruktu asfaltowego - DA1 – $q = 26,3$ kPa, DA2 – $q = 36,5$ kPa, DA3 – $q = 55,7$ kPa.

- Destrukt asfaltowy jest potencjalnie bardzo korzystnym źródłem materiału budowlanego, który może zostać wykorzystany w budownictwie drogowym jako element podbudowy. Przydatność tego materiału jako część składowa mieszanek z gruntami naturalnymi została udowodniona i przeszła do praktyki. Zastosowanie destruktu asfaltowego bez dodatków jako materiału wbudowanego w podbudowę drogową rodzi jednak pewne obawy, co do jego przydatności. Na podstawie przedstawionych wyników badań cyklicznego trójosiowego ścinania można wysnuć następujące wnioski:
- Chwilowa charakterystyka odkształceniowa wyraźnie wskazuje na to, że destrukt asfaltowy jest porównywalnym materiałem do gruntu naturalnego o taki samym uziarnieniu. Wartość cyklicznego modułu sprężystości M_r wskazuje na większą sztywność destruktu asfaltowego niż kruszywa dolomitowego w danych warunkach naprężenia dewiatorowego.

2. Długookresowa charakterystyka odkształceniowa destruktu asfaltowego również wskazuje na porównywalne właściwości z kruszywem dolomitowym. Także tutaj można zauważyć, że nachylenie charakterystyki modułu degradacji dla wyższego naprężenia dewiatorowego może wskazywać na to, że po kilku milionach cykli obciążenia deformacje zaobserwowane dla destruktu asfaltowego mogą być zauważalnie większe niż w przypadku gruntu naturalnego.

- Na podstawie powyższej analizy wyników badań można stwierdzić, że destrukc potencjalnie może być stosowany w podbudowach drogowych jednak z zastrzeżeniem, że naprężenia wynikające z ruchu drogowego nie mogą być wyższe niż 20 do 25 kPa.
- Wbudowywanie? Wibracje?



SZKOŁA GŁÓWNA
GOSPODARSTWA
WIEJSKIEGO



Dziękuję za uwagę