

# OCENA WPLYWU NOŚNOŚCI PODŁOŻA GRUNTOWEGO NA TRWAŁOŚĆ ZMĘCZENIOWĄ KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI DROGOWEJ W ASPEKCIE KRYTERIUM DEFORMACJI STRUKTURALNEJ PODŁOŻA GRUNTOWEGO

Andrzej PLEWA\*

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45 A, 15-351 Białystok

**Streszczenie:** W artykule zostały przedstawione analizy obliczeń trwałości zmęczeniowej konstrukcji nawierzchni drogowych z założeniem, że nośność podłoża gruntowego jest niższa, niż zakłada się to w wymaganiach przyjętych w „Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych”. Przedstawiono propozycje działań lub zmian grubości warstw konstrukcyjnych nawierzchni drogowych, aby trwałość zmęczeniowa analizowanych konstrukcji nawierzchni spełniała wymagania zakładanego okresu eksploatacji, mimo posadowienia jej na podłożu gruntowym o niższej nośności. Obliczenia trwałości zmęczeniowej analizowanych konstrukcji nawierzchni drogowych w aspekcie obniżonej nośności podłoża gruntowego przeprowadzono dla podłoży gruntowych o nośności od 60 MPa do 90 MPa.

*Słowa kluczowe:* konstrukcja nawierzchni drogowej, trwałość zmęczeniowa, nośność podłoża gruntowego.

## 1. Wprowadzenie

W latach siedemdziesiątych XX wieku, głównie w USA i Europie Zachodniej, rozpoczęto prace badawcze nad wdrażaniem nowoczesnych metod projektowania konstrukcji nawierzchni drogowych uwzględniających elementy mechaniki konstrukcji. Intensywny rozwój teorii sprężystości układów wielowarstwowych, badania przeprowadzone nad stałymi sprężystymi materiałami i gruntów, badania wytrzymałości zmęczeniowej, doprowadziły do powstania nowych metod projektowania nawierzchni, określanych mianem teoretyczno-doświadczalnych – metod mechanistycznych. Metody mechanistyczne obejmują analizę konstrukcji nawierzchni opartą na teoretycznych elementach mechaniki (stany naprężenia i odkształcenia) i wynikach badań eksperymentalnych dotyczących właściwości materiałów konstrukcyjnych i podłoża gruntowego. Podstawową cechą charakterystyczną tych metod jest określenie trwałości zmęczeniowej konstrukcji nawierzchni drogowej w zakładanym okresie eksploatacji. Konstrukcja nawierzchni traktowana jest jako układ warstw o określonych grubościach na podłożu gruntowym o nieskończonej miąższości. Wykonanie analizy mechanistycznej konstrukcji nawierzchni jest możliwe, gdy znany jest moduł sprężystości (sztywności)  $E$  i współczynnik Poissona  $\nu$  gruntu pod konstrukcją.

Wartości tych stałych materiałowych wyznacza się na podstawie badań laboratoryjnych i terenowych (na przykład metoda dynamicznego trójosiowego ściskania, badania płytą VSS). Kryterium deformacji strukturalnej podłoża gruntowego (kolein strukturalnych) opiera się na zależności pomiędzy liczbą obciążeń, a pionowym odkształceniem podłoża gruntowego bezpośrednio pod najniższą umiejscowioną warstwą konstrukcji nawierzchni drogowej. Przyjmuje się założenie, że deformacje trwałe podłoża gruntowego pod nawierzchnią drogową nie powinny przekraczać ustalonej wartości krytycznej, na przykład: 12,5 mm w metodzie Instytutu Asfaltowego (Judycki i Jaskuła, 2004; Piłat i Radziszewski, 2010).

W najczęściej stosowanych na świecie metodach mechanistycznych (Park i in., 2005; Thompson, 2006; Piłat i Radziszewski, 2010;) do obliczania trwałości zmęczeniowej konstrukcji nawierzchni drogowej (na przykład Shella, Instytutu Asfaltowego, Uniwersytetu w Nottingham) kryterium deformacji strukturalnej podłoża gruntowego przedstawiające zależność pomiędzy dopuszczalną liczbą powtarzalnych obciążeń a odkształceniem pionowym podłoża gruntowego wyraża się za pomocą następującego wzoru:

\* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: a.plewa@pb.edu.pl

$$N_f^{gr} = \frac{1}{\sqrt[m]{\frac{\varepsilon_{gr}}{k}}} [\text{osi obl.}] \quad (1)$$

gdzie:  $N_f^{gr}$  jest trwałością zmęczeniową określoną liczbą dopuszczalnych osi obliczeniowych do wystąpienia krytycznych deformacji trwałych,  $\varepsilon_{gr}$  jest pionowym odkształceniem ściskającym na poziomie podłoża gruntowego, a  $k$  i  $m$  są współczynnikami materiałowymi.

Wartości współczynników materiałowych przedstawiono w tabeli 1 (Piłat i Radziszewski, 2010).

Tab. 1. Wartości współczynników materiałowych  $k$  i  $m$  (Piłat i Radziszewski, 2010)

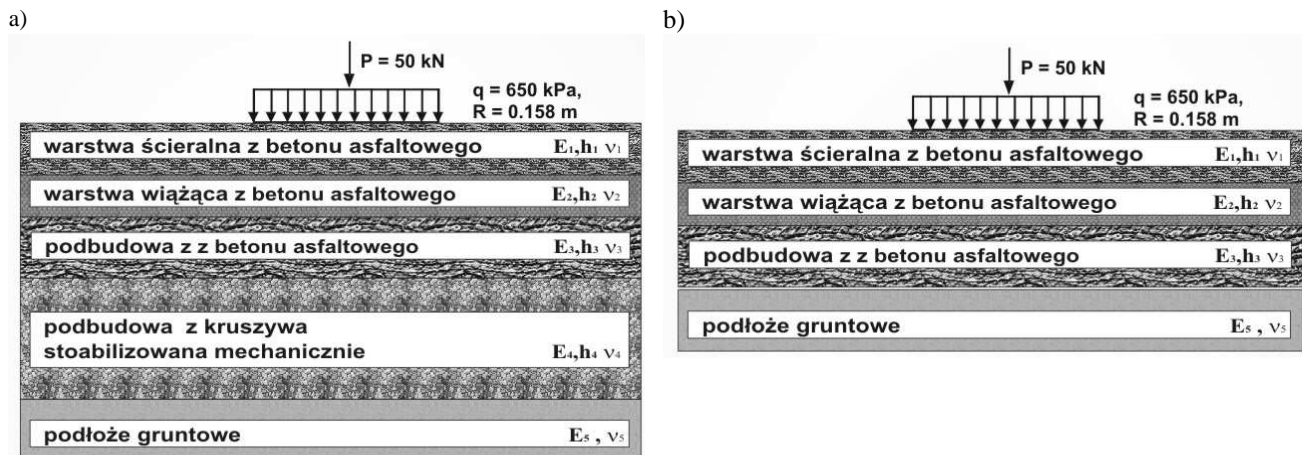
Kryterium	$k$ ( $\times 10^{-2}$ )	$m$	Definicja stanu krytycznego nawierzchni
Dormana - Metcalfa	2,8	0,2	PSI = 2,5
Shell'a	1,8 2,1 2,8	0,25	PSI = 2,5
Instytutu Asfaltowego (Chevron)	1,05	0,223	Koleiny 12,5mm
Uniwersytetu w Nottingham	2,16	0,28	Koleiny 20mm mierzone łatą 1,8m
Francuskiej metody projektowania	1,2 1,444 1,6	0,222	-
Belgijskiej metody projektowania	1,1	0,23	-

Najczęściej stosowaną metodą badań odkształcalności i nośności podłoża, stosowaną w budownictwie drogowym, jest wyznaczenie modułów odkształcenia pierwotnego  $E_1$  i wtórnego  $E_2$  za pomocą płyty statycznej VSS. W metodzie mechanistycznej stosowanej w Polsce (także między innymi w Niemczech i Francji) do obliczeń

trwałości zmęczeniowej konstrukcji nawierzchni drogowych moduł wtórny  $E_2$  jest przyjmowany jako moduł sprężystości podłoża gruntowego. Według wymagań polskich, angielskich, czy niemieckich podłoże powinno charakteryzować się odpowiednią nośnością. W wymaganiach polskich mówi się o minimalnym wtórnym module odkształcenia  $E_2 \geq 100$  MPa dla konstrukcji drogowych o kategorii ruchu KR1-KR2 i  $E_2 \geq 120$  MPa – dla konstrukcji o kategorii ruchu KR3-KR6. Natomiast przepisy niemieckie normują najniższą wartość nośności podłoża na poziomie 45 MPa. Przepisy angielskie wymagają aby wartość wtórnego modułu podłoża na powierzchni warstwy mrozoochronnej była równo około 150 MPa (Szydło, 2006).

## 2. Model obliczeniowy analizowanych konstrukcji nawierzchni drogowych

Do obliczeń trwałości zmęczeniowej konstrukcji nawierzchni drogowych przyjęto konstrukcje nawierzchni typu A i C według Katalogu typowych konstrukcji podatnych i półsztywnych, stanowiącego załącznik nr 5 Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej (Dz.U. nr 43 z 1999 roku, poz. 430). Do obliczeń trwałości zmęczeniowej, konstrukcji typu A przyjęto model układu (rys. 1a) z warstwą ścieralną, wiążącą i warstwą podbudowy zasadniczej wykonanych z mieszanek mineralno-asfaltowych typu beton asfaltowy i podbudową pomocniczą z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie. Do obliczeń trwałości zmęczeniowej konstrukcji nawierzchni drogowych typu C przyjęto model konstrukcji (rys. 1b) z warstwą ścieralną, wiążącą i warstwą podbudowy zasadniczej wykonanych z mieszanek mineralno-asfaltowych typu beton asfaltowy posadowionych bezpośrednio na podłożu gruntowym. Parametry obliczeniowe warstw konstrukcji zestawiono w tabelicy 2.



Rys. 1. Modele konstrukcji nawierzchni drogowych przyjęte do obliczeń: a) typu A, b) typu C

Tab. 2. Zestawienie parametrów warstw konstrukcyjnych do obliczeń trwałości konstrukcji nawierzchni drogowych (Dz.U. nr 43 z 1999 roku, poz. 430)

Rodzaj mieszanki	Zima		Wiosna, jesień		Lato	
	E (MPa)	$\nu$	E (MPa)	$\nu$	E (MPa)	$\nu$
Beton asfaltowy o strukturze zamkniętej przeznaczony do warstwy ścieralnej	19300	0,25	10300	0,30	2800	0,40
Beton asfaltowy o strukturze częściowo zamkniętej przeznaczony do warstwy wiążącej	18800	0,25	10100	0,30	3000	0,40
Beton asfaltowy o strukturze częściowo zamkniętej przeznaczony do warstwy podbudowy	18100	0,25	9600	0,30	3000	0,40
Kruszywo łamane o ciągłym uziarnieniu, stabilizowane mechanicznie	400	0,30	400	0,30	400	0,30
Podłoże gruntowe	Zmienny	0,30	Zmienny	0,30	Zmienny	0,30

Obliczenia przeprowadzono dla nawierzchni drogowych o zmiennej grubości warstw w zależności od kategorii ruchu, okresu eksploatacji 20 lat, z podziałem roku obliczeniowego na trzy okresy temperaturowe (Dz.U. nr 43 z 1999 roku, poz. 430):

- okres zimy (3 miesiące) -2°C,
- okres wiosny i jesieni (6 miesięcy) 10°C,
- okres lata (3 miesiące) 23°C.

Wartość średniego dobowego ruchu SDR, oraz podział konstrukcji ze względu na kategorie ruchu – KR (tab. 3) przyjęto jak (liczba osi obliczeniowych 100kN na dobę na pas obliczeniowy). Konstrukcje nawierzchni zaprojektowano dla skumulowanej liczby osi obliczeniowych odpowiadającej dwudziestoletniemu okresowi eksploatacji przy natężeniach ruchu odpowiadających górnym granicom kategorii ruchu od KR1 do KR5 oraz 3 000 osi obliczeniowych na dobę na obliczeniowy pas dla KR6.

Tab. 3. Klasyfikacja konstrukcji nawierzchni drogowych według kategorii ruchu (Dz.U. nr 43 z 1999 roku, poz. 430)

Kategoria ruchu	Liczba osi obliczeniowych (100 kN) na dobę, na pas obliczeniowy	Trwałość zmęczeniowa: liczba osi obliczeniowych (100 kN) w okresie 20 lat
KR1	≤12	≤90 000
KR2	13 - 70	90 000 - 510 000
KR3	71 - 335	510 000 - 2 500 000
KR4	336 - 1000	2 500 000 - 7 300 000
KR5	1001 - 2000	7 300 000 - 14 600 000
KR6	2001 i więcej	≥22 000 000

Rozkład ruchu w poszczególnych okresach w roku jest następujący:

- okres zimy (3 miesiące) – 20%,
- okres wiosny i jesieni (6 miesięcy) – 50%,
- okres lata (3 miesiące) – 30%.

Obliczenia naprężeń i odkształceń w analizowanych konstrukcjach wyznaczono przy wykorzystaniu aplikacji BISAR 3.0. Do obliczeń trwałości zmęczeniowej

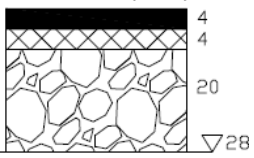
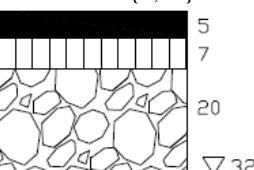
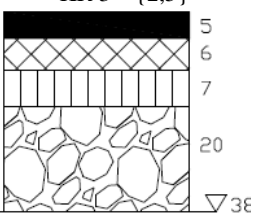
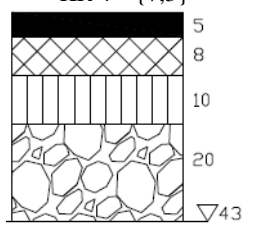
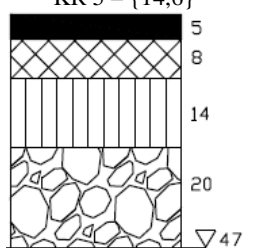
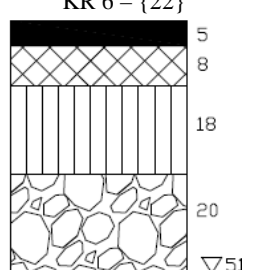
konstrukcji posłużono się kryterium zmęczeniowym Instytutu Asfaltowego, zgodnie z (Dz.U. nr 43 z 1999 roku, poz. 430). We wszystkich analizowanych konstrukcjach jako kryterium deformacji strukturalnej podłoża gruntowego przyjęto kryterium opracowane przez Chevron, zgodnie z (Dz.U. nr 43 z 1999 roku, poz. 430). Obliczenia trwałości zmęczeniowej analizowanych konstrukcji nawierzchni drogowych w aspekcie obniżonej nośności podłoża gruntowego przeprowadzono dla podłoży gruntowych o nośnościach: 60 MPa, 70 MPa, 80 MPa i 90 MPa. W Katalogu typowych konstrukcji podatnych i półsztywnych obliczenia trwałości konstrukcji nawierzchni drogowych przeprowadzono do podłoża gruntowego o nośności 100 MPa.

### 3. Analiza uzyskanych wyników obliczeń

Wyniki obliczeń trwałości zmęczeniowej analizowanych konstrukcji nawierzchni drogowych posadowionych na podłożu gruntowym o nośnościach: 60 MPa, 70 MPa, 80 MPa i 90 MPa przedstawiono w tablicy 4 – konstrukcje nawierzchni typu A i tablicy 5 – konstrukcje nawierzchni typu C.

Na podstawie wyników obliczeń (tab. 4.) trwałości zmęczeniowych konstrukcji nawierzchni drogowych typu A posadowionych na podłożu gruntowym o niższych nośnościach niż normowe, należy stwierdzić, że o trwałości konstrukcji we wszystkich analizowanych przypadkach decyduje kryterium spękań zmęczeniowych warstw asfaltowych. Trwałość zmęczeniowa konstrukcji o kategorii ruchu KR1 jest spełniona bez stosowania zmian w jej budowie, nawet dla podłoża o nośności 60 MPa. W konstrukcji KR2 należy zwiększyć grubość pakietu warstw asfaltowych o 1 cm, a podbudowę z kruszywa dla podłoża o nośności 60 MPa i 70 MPa o 15cm, a dla podłoża o nośności 80 MPa i 90MPa o 10cm. W konstrukcji KR3 zachodzi konieczność zwiększenia grubości pakietu warstw asfaltowych o 3 cm dla podłoża o nośności 60 MPa i 70 MPa i o 2 cm dla podłoża o nośności 80 MPa i 90 MPa. W konstrukcji KR4 należy zwiększyć grubość pakietu warstw asfaltowych o 4 cm dla podłoża o nośności 60 MPa i o 3 cm dla pozostałych podłoży. W konstrukcji KR5 grubości


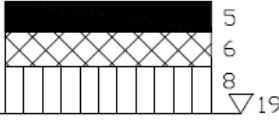
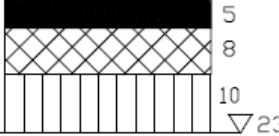
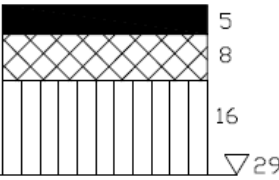
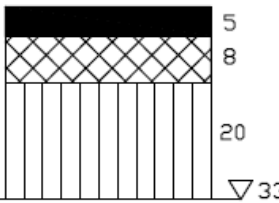
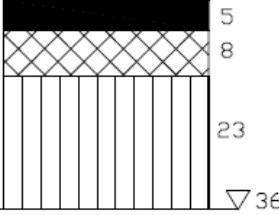
Tab. 4. Trwałość zmęczeniowa konstrukcji nawierzchni drogowych typu A posadowionych na podłożu gruntowym o nośnościach: 60 MPa, 70 MPa, 80 MPa i 90 MPa

Układ konstrukcji {Wymagana trwałość zmęczeniowa (nie mniej niż [mln osi obl.]}	Nośność podłoża gruntowego $E$ [MPa]	Obliczona trwałość zmęczeniowa [mln osi obl.]	Proponowana korekta warstw konstrukcji	Trwałość zmęczeniowa po korekcie [mln osi obl.]
<b>KR 1 - {0,09}</b> 	60	$N_f^A = 0,116$	–	$N_f^A = 0,116$
	70	$N_f^A = 0,121$	–	$N_f^A = 0,121$
	80	$N_f^A = 0,143$	–	$N_f^A = 0,143$
	90	$N_f^A = 0,155$	–	$N_f^A = 0,155$
<b>KR 2 - {0,51}</b> 	60	$N_f^A = 0,356$	- zwiększenie gr. warstw bitumicznych do 13 cm,	$N_f^A = 0,511$
	70	$N_f^A = 0,397$	- zwiększenie gr. warstwy KŁSM do 35 cm	$N_f^A = 0,526$
	80	$N_f^A = 0,427$	- zwiększenie gr. warstw bitumicznych do 13 cm,	$N_f^A = 0,530$
	90	$N_f^A = 0,478$	- zwiększenie gr. warstwy KŁSM do 30 cm	$N_f^A = 0,546$
<b>KR 3 - {2,5}</b> 	60	$N_f^A = 1,458$	- zwiększenie gr. warstw bitumicznych do 21 cm,	$N_f^A = 2,776$
	70	$N_f^A = 1,839$		$N_f^A = 2,976$
	80	$N_f^A = 1,954$	- zwiększenie gr. warstw bitumicznych do 20 cm,	$N_f^A = 2,564$
	90	$N_f^A = 2,263$		$N_f^A = 2,705$
<b>KR 4 - {7,3}</b> 	60	$N_f^A = 3,990$	- zwiększenie gr. warstw bitumicznych do 27 cm,	$N_f^A = 8,493$
	70	$N_f^A = 4,287$		$N_f^A = 7,559$
	80	$N_f^A = 5,566$	- zwiększenie gr. warstw bitumicznych do 26 cm,	$N_f^A = 8,091$
	90	$N_f^A = 6,827$		$N_f^A = 8,559$
<b>KR 5 - {14,6}</b> 	60	$N_f^A = 8,493$	- zwiększenie gr. warstw bitumicznych do 31 cm,	$N_f^A = 14,610$
	70	$N_f^A = 9,123$	- zwiększenie gr. warstw bitumicznych do 30 cm,	$N_f^A = 15,451$
	80	$N_f^A = 11,719$		$N_f^A = 16,452$
	90	$N_f^A = 13,276$	- zwiększenie gr. warstw bitumicznych do 29 cm,	$N_f^A = 14,652$
<b>KR 6 - {22}</b> 	60	$N_f^A = 15,597$	- zwiększenie gr. warstw bitumicznych do 34 cm,	$N_f^A = 22,082$
	70	$N_f^A = 18,274$	- zwiększenie gr. warstw bitumicznych do 33 cm,	$N_f^A = 25,338$
	80	$N_f^A = 19,461$		$N_f^A = 22,951$
	90	$N_f^A = 20,591$	- zwiększenie gr. warstw bitumicznych do 32 cm,	$N_f^A = 24,274$

$N_f^A$  – trwałość konstrukcji uwarunkowana kryterium spękań zmęczeniowych warstw asfaltowych

$N_f^{Gr}$  – trwałość konstrukcji uwarunkowana kryterium deformacji strukturalnej podłoża gruntowego

Tab. 5. Trwałość zmęczeniowa konstrukcji nawierzchni drogowych typu C posadowionych na podłożu gruntowym o nośnościach: 60 MPa, 70 MPa, 80 MPa i 90 MPa

Układ konstrukcji {Wymagana trwałość zmęczeniowa (nie mniej niż) [mln osi obl.]}	Nośność podłoża gruntowego $E$ [MPa]	Obliczona trwałość zmęczeniowa [mln osi obl.]	Proponowana korekta warstw konstrukcji	Trwałość zmęczeniowa po korekcie [mln osi obl.]
KR 1 - {0,09} 	60	$N_f^A = 0,274$	–	$N_f^A = 0,274$
	70	$N_f^A = 0,306$	–	$N_f^A = 0,306$
	80	$N_f^A = 0,340$	–	$N_f^A = 0,340$
	90	$N_f^A = 0,373$	–	$N_f^A = 0,373$
KR 2 - {0,51} 	60	$N_f^A = 0,831$	–	$N_f^A = 0,831$
	70	$N_f^A = 0,919$	–	$N_f^A = 0,919$
	80	$N_f^A = 1,008$	–	$N_f^A = 1,008$
	90	$N_f^A = 1,094$	–	$N_f^A = 1,094$
KR 3 - {2,5} 	60	$N_f^A = 2,165$	- zwiększenie gr. warstw bitumicznych do 24 cm,	$N_f^A = 2,701$
	70	$N_f^A = 2,378$	–	$N_f^A = 2,962$
	80	$N_f^A = 2,586$	–	$N_f^A = 2,586$
	90	$N_f^A = 2,791$	–	$N_f^A = 2,791$
KR 4 - {7,3} 	60	$N_f^{Gr} = 6,259$	- zmniejszenie gr. warstw bitumicznych do 27 cm, - dodanie warstwy z KŁSM gr. 20 cm	$N_f^A = 7,500$
	70	$N_f^{Gr} = 6,534$	- zmniejszenie gr. warstw bitumicznych do 27 cm, - dodanie warstwy z KŁSM gr. 16 cm	$N_f^A = 7,334$
	80	$N_f^A = 6,793$	- zwiększenie gr. warstw bitumicznych do 30 cm	$N_f^A = 7,393$
	90	$N_f^A = 7,435$	–	$N_f^A = 7,435$
KR 5 - {14,6} 	60	$N_f^{Gr} = 11,019$	- zmniejszenie gr. warstw bitumicznych do 31 cm, - dodanie warstwy z KŁSM gr. 20 cm	$N_f^A = 14,620$
	70	$N_f^{Gr} = 13,511$	–	$N_f^A = 15,994$
	80	$N_f^A = 15,029$	–	$N_f^A = 15,029$
	90	$N_f^A = 16,298$	–	$N_f^A = 16,298$
KR 6 - {22} 	60	$N_f^{Gr} = 16,164$	- zmniejszenie gr. warstw bitumicznych do 34 cm, - dodanie warstwy z KŁSM gr. 20 cm	$N_f^A = 22,199$
	70	$N_f^{Gr} = 21,131$	- zmniejszenie gr. warstw bitumicznych do 33 cm, - dodanie warstwy z KŁSM gr. 20 cm	$N_f^A = 23,008$
	80	$N_f^A = 22,601$	–	$N_f^A = 22,601$
	90	$N_f^A = 24,460$	–	$N_f^A = 24,460$

$N_f^A$  – trwałość konstrukcji uwarunkowana kryterium spekań zmęczeniowych warstw asfaltowych

$N_f^{Gr}$  – trwałość konstrukcji uwarunkowana kryterium deformacji strukturalnej podłoża gruntowego

pakietu warstw asfaltowych należy zwiększyć o 4 cm dla podłoża o nośności 60 MPa, o 3cm dla podłoża o nośności 70 MPa i 80 MPa i o 2cm dla podłoża o nośności 90 MPa. W konstrukcji o kategorii ruchu KR6 należy pakiet warstw asfaltowych powiększyć o 3cm dla podłoża o nośności 60 MPa, o 2cm dla podłoża o nośności 70 MPa i o 1cm dla podłoża o nośności 80 MPa i 90 MPa.

Wyniki obliczeń trwałości zmęczeniowych konstrukcji nawierzchni drogowych typu C na podłożu gruntowym o niższych nośnościach niż normowe, przedstawione w tablicy 5 wskazują, że trwałość zmęczeniowa konstrukcji nawierzchni drogowych o kategorii ruchu KR1 i KR2 jest spełniona dla wszystkich analizowanych nośności podłoża gruntowego. Podobnie przedstawia się sytuacja, kiedy analizowane są trwałości zmęczeniowe pozostałych konstrukcji posadowionych na podłożu o nośnościach 80 MPa i 90 MPa, z wyjątkiem konstrukcji KR4 posadowionej na podłożu o nośności 80 MPa, gdzie pakiet warstw asfaltowych należy zwiększyć o 1cm.

Na szczególną uwagę zasługują wyniki trwałości zmęczeniowych konstrukcji KR4, KR5 i KR6 posadowione na podłożu gruntowym o nośnościach 60 MPa i 70 MPa. W tych przypadkach o trwałości zmęczeniowej konstrukcji decyduje kryterium deformacji strukturalnej podłoża gruntowego. Ze względów technologicznych, ale także i ekonomicznych proponuje się, aby trwałość konstrukcji nawierzchni drogowych zwiększyć dodając warstwę podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie o grubości 20 cm, zmniejszając grubość pakietu warstw asfaltowych o 2 cm.

#### 4. Podsumowanie

Na podstawie analiz literatury oraz wyników obliczeń wpływu nośności podłoża gruntowego na trwałość zmęczeniową konstrukcji nawierzchni drogowej należy stwierdzić, że:

- W najczęściej stosowanych na świecie metodach mechanistycznych do odliczania trwałości zmęczeniowej konstrukcji nawierzchni drogowej, biorąc pod uwagę kryterium deformacji strukturalnej podłoża gruntowego, stosuje się zależność pomiędzy dopuszczalną liczbą powtarzalnych obciążeń (osi obliczeniowych) i odkształceniem pionowym podłoża gruntowego.
- Najczęściej stosowaną metodą badań odkształcalności i nośności podłoża, stosowaną w budownictwie drogowym, jest badanie modułów odkształcenia pierwotnego i wtórnego przy wykorzystaniu płyty VSS. W metodzie mechanistycznej stosowanej w Polsce, a także między innymi w Niemczech i Francji, do obliczeń trwałości zmęczeniowej konstrukcji nawierzchni drogowych moduł wtórny jest przyjmowany jako moduł sprężystości podłoża gruntowego.
- Na podstawie wyników obliczeń trwałości zmęczeniowych konstrukcji nawierzchni drogowych

typu A – we wszystkich analizowanych przypadkach i typu C posadowionych na podłożu gruntowym o nośności 80 MPa i 90 MPa, należy stwierdzić, że o trwałości konstrukcji decyduje kryterium spękań zmęczeniowych warstw asfaltowych.

- Wyniki obliczeń trwałości zmęczeniowych konstrukcji typu C dla kategorii ruchu KR4, KR5 i KR6 posadowionych na podłożu gruntowym o nośnościach 60 MPa i 70 MPa świadczą o tym, że w tych przypadkach o trwałości zmęczeniowej konstrukcji decyduje kryterium deformacji strukturalnej podłoża gruntowego. Ze względów technologicznych, ale także i ekonomicznych zaproponowano, aby trwałość konstrukcji nawierzchni drogowych zwiększyć przez dodanie warstwy podbudowy z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie o grubości 20 cm, zmniejszając grubość pakietu warstw asfaltowych o 2 cm.

#### Literatura

- Piłat J., Radziszewski P. (2010). Nawierzchnie asfaltowe. WKiŁ, Warszawa.
- Judycki J., Jaskuła P. (2004). Nowoczesne nawierzchnie asfaltowe. W: *Materiały konferencji XLVII Techniczne Dni Drogowe*, Szczyrk 2004, 1-15.
- Thompson M. R. (2006). Perpetual pavement design. *Department of Civil Engineering University of Illinois*, presentation: [www.aapaq.org](http://www.aapaq.org) (23.05.2013).
- Park H., Kim J., Kim Y., Lee H. (2005). Determination of the layer thickness for long-life asphalt pavements. W: *EASTS 2005, Asia Society for Transport Studies*, Bangkok, Vol.5, 791-802.
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. Dz. U. Nr 43 z dn. 2.03.1999, poz. 430.
- Szydło A. (2004). Nawierzchnie drogowe z betonu cementowego. *Wydawnictwo Polski Cement Sp. z o.o.*, Kraków.

#### THE INFLUENCE OF SUBGRADE CAPACITY ON THE FATIGUE LIFE PAVEMENT CONSTRUCTION IN TERMS OF THE SUBGRADE DEFORMATION CRITERION

**Abstract:** The paper presents the analysis of calculations of the fatigue life road pavement constructions with the assumption that the bearing capacity of the subgrade is lower than implied by the requirements adopted in the "Catalogue of typical road constructions anstiffness and semi-stiffness". The contents of proposals or changes in thickness of the pavement structural layers in such a way that the fatigue life of the analysed pavement structure met the requirements of the intended service life, even though its foundation on the lower subgrade capacity. Calculation of the fatigue life of pavement structures analyzed in terms of the reduced capacity of the subgrade will be carried out for the ground with a capacity from 60 MPa to 90 MPa.

Przedstawione w artykule wyniki badań i analiz zostały uzyskane w ramach pracy statutowej S/WBiŚ/2/10.