

## Streszczenie

Przedmiotem pracy jest projektowanie konstrukcji nawierzchni podatnych z mieszanek mineralno-asfaltowych z asfaltem wysokomodyfikowanym HiMA metodą mechanistyczno-empiryczną.

Po zwięzłym wprowadzeniu w rozdziale 1, w rozdziale 2 przedstawiono przegląd literatury w zakresie trzech najważniejszych elementów projektowania konstrukcji metodą mechanistyczno-empiryczną. Pierwszym elementem są badania materiałów warstw konstrukcyjnych nawierzchni, w szczególności mieszanek mineralno-asfaltowych. Drugim elementem jest analiza mechanistyczna konstrukcji pod działaniem obciążenia – na nią składa się modelowanie materiałów i wyznaczenie stanu deformacji, odkształcenia i naprężenia w konstrukcji. Trzecim elementem jest dobranie odpowiednich kryteriów zmęczeniowych – dokonano przeglądu metod i kryteriów stosowanych w różnych krajach. W oddzielnym podrozdziale studium literaturowego zebrano informacje dotyczące prac badawczych poświęconych mieszankom mineralno-asfaltowym z asfaltem wysokomodyfikowanym HiMA i trwałości zmęczeniowej konstrukcji nawierzchni z nich zbudowanych.

W rozdziale 3 pracy sformułowano autorską metodę prognozowania trwałości obliczeniowej ze względu na spękania zmęczeniowe konstrukcji zawierających mieszanki z asfaltem wysokomodyfikowanym, nazwaną metodą podobieństwa (SiM). Metoda polega na wyznaczeniu współczynników równania trwałości zmęczeniowej dla nawierzchni referencyjnej z asfaltem drogowym na podstawie dowolnego kryterium spękań zmęczeniowych, które ma postać równania Wöhlera (w pracy wybrano kryterium AASHTO 2004), a następnie korekty tych współczynników według zaproponowanych zależności wynikających z charakterystyk zmęczeniowych mieszanek mineralno-asfaltowych zastosowanych w ostatniej dolnej warstwie asfaltowej, zwykle w podbudowie asfaltowej, konstrukcji (z asfaltem wysokomodyfikowanym i referencyjnej).

Wykazano, że stosując metodę SiM można prognozować trwałość zmęczeniową konstrukcji nawierzchni drogowych z asfaltem HiMA, co jest treścią pierwszej tezy naukowej rozprawy. Przeprowadzono obliczenia trwałości zmęczeniowej konstrukcji bazujących na typowej konstrukcji nawierzchni podatnej drogi o kategorii ruchu KR5, ale z asfaltem wysokomodyfikowanymi i o zróżnicowanych grubościach warstwy podbudowy asfaltowej. Trwałość obliczono na podstawie dwóch kryteriów: spękań zmęczeniowych (wg metody SiM) i deformacji strukturalnych (wg metody Instytutu Asfaltowego). W przypadku konstrukcji z asfaltem wysokomodyfikowanym uzyskano znacznie wyższe wartości trwałości ze względu na spękania zmęczeniowe, niż w przypadku konstrukcji standardowych, ale niższe wartości trwałości ze

względu na deformacje strukturalne w stosunku do konstrukcji standardowych. Pierwsze wynika z wyjątkowej odporności na spękania zmęczeniowe, którą charakteryzują się mieszanki zawierające lepiszcze HiMA, drugie z ich mniejszych sztywności w stosunku do mieszanek z asfaltem drogowym. Decydującym o trwałości zmęczeniowej konstrukcji staje się kryterium deformacji strukturalnych, wynikających z trwałych odkształceń podłoża.

W omawianym rozdziale sprawdzono wrażliwość metody SiM na odchyłki wyników badań odporności na zmęczenie mieszanek mineralno-asfaltowych. Metoda SiM jest bardzo wrażliwa na te odchyłki, dlatego ważne jest, by charakterystyki zmęczeniowe mieszanek były określone z jak największą wiarygodnością. Sprawdzono również, jaki wpływ na uzyskane rezultaty analizy trwałości zmęczeniowej konstrukcji podstawowych ma zastosowany w analizie mechanistycznej model materiału opisujący mieszanki mineralno-asfaltowe oraz wartość temperatury ekwiwalentnej. Zastosowanie modelu sprężystego prowadzi w tym przypadku do zawyżonej trwałości zmęczeniowej konstrukcji. Podobnie przyjęta wartość temperatury ekwiwalentnej ma duży wpływ na otrzymane wartości trwałości zmęczeniowej konstrukcji.

Podjęto próbę weryfikacji metody SiM porównując konstrukcję z asfaltem wysokomodyfikowanym dla kategorii ruchu KR5 zaproponowaną przez innych polskich badaczy. Uzyskano wynik pozytywny, ale niepełny.

W rozdziale 4 pracy, zawierającym przykłady zastosowania metody SiM, zaproponowano, poza standardowym, inne układy warstw konstrukcji dla dróg o kategoriach ruchu KR5, KR6 i KR7 z zastosowaniem lepiszcza HiMA w jednej lub kilku warstwach asfaltowych. W obliczeniach dążono do optymalizacji grubości warstw nawierzchni poprzez zrównanie trwałości obliczeniowej według dwóch przyjętych kryteriów. Dzięki zastosowaniu asfaltu wysokomodyfikowanego można budować nawierzchnie o cieńszych niż dotychczas warstwach asfaltowych, ale przy wzmocnieniu dolnych warstw konstrukcji lub podłoża.

W podsumowaniu pracy stwierdzono, że zaproponowana metoda SiM jest przydatnym i stosunkowo prostym w zastosowaniu narzędziem do projektowania mechanistyczno-empirycznego konstrukcji nawierzchni drogowych z asfaltem wysokomodyfikowanym, rysując kilka dalszych tematów badawczych wartych podjęcia.

**Słowa kluczowe:** analiza mechanistyczna, asfalt wysokomodyfikowany HiMA, konstrukcja nawierzchni drogowej podatnej, metoda mechanistyczno-empiryczna, metoda SiM, projektowanie konstrukcji, trwałość zmęczeniowa