



JÓZEF JUDYCKI

Politechnika Gdańska
josef.judycki@wilis.pg.
gda.pl



PIOTR JASKUŁA

Politechnika Gdańska
piotr.jaskula@wilis.pg.
gda.pl

Przyczyny i kierunki weryfikacji „Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych”

Obowiązujący obecnie w Polsce „Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych” [8] został zatwierdzony przez Dyrektora GDDP 24 kwietnia 1997 r. Opracowany był w IBDiM przez Grupę Roboczą pod kierunkiem prof. Dariusza Sybilskiego, złożoną ze specjalistów z różnych instytucji (IBDiM, Politechnika Gdańska, Politechnika Wrocławska, Transprojekt Warszawski, Gdańskie, Krakowskie i Śląskie Przedsiębiorstwa Robót Drogowych

oraz inne). Katalog (1997) jest drugim, chronologicznie biorąc, katalogiem projektowania nawierzchni podatnych w Polsce. Pierwszy Katalog opracowano w IBDiM w 1977 r. i nowelizowano po 6 latach stosowania w 1983 r. [12]. Pierwszy Katalog (1977) oparty był o dwie metody doświadczalne projektowania nawierzchni PJ-IBD i polską wersję metody CBR. Drugi Katalog (1997) oparty został o metodę mechaniczno-empiryczną projektowania konstrukcji nawierzchni. Obecnie obowiązujący Katalog stosowany był w okresie nadzwyczaj szybkiego rozwoju gospodarki, wzrostu zakresu robót drogowych, intensywnego wzrostu ruchu drogowego, zwiększenia ciężarów pojazdów i ich osi, wdrażania nowych technologii drogowych, wprowadzania nowych systemów organizacyjnych i adaptacji w Polsce standardów Unii Europejskiej. W tym trudnym okresie rozwoju polskiego drogownictwa i stosowania Katalogu (1997) wyrażano w stosunku do niego różne uwagi, często krytyczne, gdyż bez wątpienia ma on pewne niedostatki, ale generalnie biorąc spełniał swoje zadania.

Obecnie, po 13 latach stosowania, Katalog (1997) wymaga zmiany. Celami weryfikacji Katalogu są:

- wyeliminowanie niedostatków obecnego Katalogu,
- dostosowanie Katalogu do obecnych technologii i materiałów.
- dostosowanie Katalogu do zwiększonego obciążenia dróg przez ruch drogowy,
- wprowadzenie zmian do obecnych sposobów wzmocnienia podłoża drogowych,
- uściślenie oraz uaktualnienie obliczeń i wymiarowania konstrukcji podanych w „starym” Katalogu.

Zadanie weryfikacji i nowelizacji Katalogu (1997) GDDKiA zleciła zespołowi Politechniki Gdańskiej pod kierunkiem współautora tego artykułu prof. Józefa Judyckiego. Zespół ten

ma duże doświadczenie w projektowaniu konstrukcji nawierzchni i w zastosowaniu metod mechaniczno-empirycznych do projektowania. Zaprojektował wiele nawierzchni dróg, ulic, autostrad, portów i lotnisk. To co najbardziej istotne, zespół Politechniki Gdańskiej w 1995 r. przeprowadził analizę, zaproponował kryteria zmęczeniowe do projektowania polskich nawierzchni katalogowych i w wyniku analiz obliczeniowych przedstawił konstrukcje nawierzchni podatnych i półsztywnych, które przyjęto w Katalogu (1997). Analizy i obliczenia wykonane przez ten zespół do Katalogu (1997) zawierają dwa raporty badawcze [4] i artykuły [5], [6]. Poniżej przedstawiono podstawowe kierunki weryfikacji obecnego Katalogu (1997).

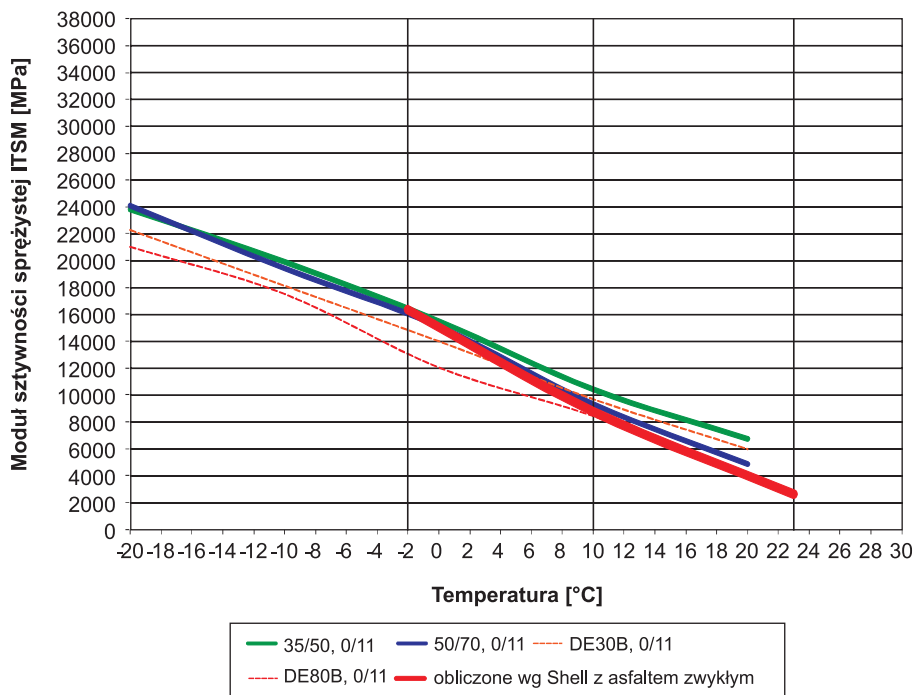
Studia zagranicznych katalogów i metod projektowania nawierzchni

Działania zespołu Politechniki Gdańskiej poprzedziły i dalej im towarzyszą studia istniejących obecnie zagranicznych katalogów konstrukcji nawierzchni: niemieckiego, francuskiego, brytyjskiego, hiszpańskiego, austriackiego i w mniejszym zakresie czeskiego, słowackiego, węgierskiego. Prowadzone są też studia metod projektowych, w tym m.in.: nowej mechaniczno-empirycznej metody AASHTO (2004) z USA, metody francuskiej i brytyjskiej. Jest to konieczne, aby stosować w polskich warunkach jak najlepsze rozwiązania zagraniczne.

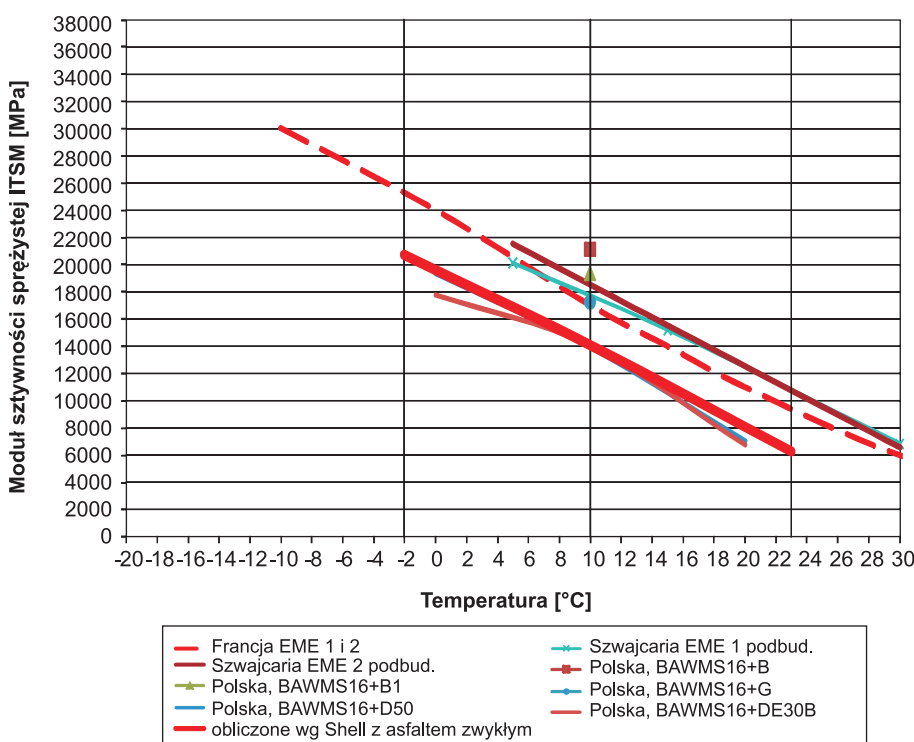
Dostosowanie Katalogu (1997) do nowych technologii i materiałów

Od czasu opracowania Katalogu (1997) nastąpiły liczne zmiany w stosowanych materiałach i technologiach drogowych. Można do nich zaliczyć:

- asfalty drogowe zwykle produkowane są według nowych norm (inna klasyfikacja asfaltów, zmienione penetracje, lepkości, sztywności i inne cechy reologiczne),
- wzrosło znacznie zastosowanie asfaltów modyfikowanych i są one produkowane według nowych norm (jak wyżej),
- wystąpiła w Polsce tendencja stosowania twardych asfaltów do wyższych warstw nawierzchni, np.: asfalty 30/50 j.pen. zamiast 70 j.pen. do warstw ścieralnych. Ta tendencja jest, zdaniem autorów artykułu, nieuzasadniona i jest przyczyną zmniejszenia odporności nawierzchni na czynniki klimatyczne,



Rys. 1. Moduły sztywności z badania ITSM mieszanki mastyksowo-grysowej SMA do warstwy ścieralnej z zastosowaniem asfaltów zwykłych (linie ciągłe) i asfaltów modyfikowanych (linie przerywane) w różnych wartościach temperatury [7]



Rys. 2. Moduły sztywności betonów asfaltowych o wysokim module sztywności – porównanie z betonem asfaltowym zwykłym [7]

- mieszanki mineralno-asfaltowe produkowane są według nowych norm i wytycznych,
- wprowadzono do stosowania nowe typy mieszanek mineralno-asfaltowych, nie uwzględnione w Katalogu (1997) – mieszanki mastyksowo-grysowe SMA, mieszanki mastyk-

- przyjęcie w Katalogu (1997) identycznie takich samych metod i grubości warstw wzmocnionego podłoża przy użyciu stabilizacji jak w poprzednim Katalogu (1977). Metody te mają więc teraz ponad 30 lat i są już zdecydowanie przestarzałe,

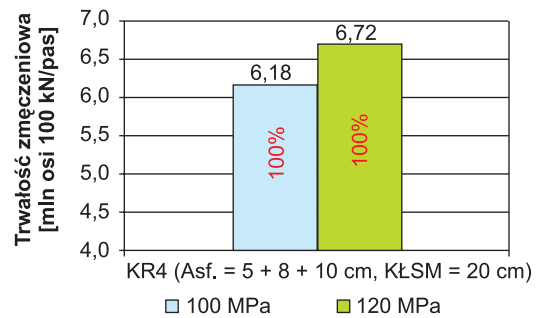
sowo-grysowe o niskiej emisji akustycznej SMA LA, mieszanki mineralno-asfaltowe do bardzo cienkich warstw asfaltowych BBTM, betony asfaltowe o wysokim module sztywności, asfalty porowate, mieszanki na gorąco z recyklingu (początki stosowania),

- stosowane są, zwłaszcza przy remontach, warstwy podbudowy uzyskane z recyklingu głębokiego na zimno (mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjne mce),
 - wprowadzono technologie stabilizacji gruntów w grubych warstwach, nawet do 40–50 cm. Stosowane są nowe środki chemiczne do stabilizacji. Wymagania techniczne w tym względzie są w trakcie dostosowywania do przepisów UE;
 - wprowadzane są (dość wolno w Polsce) nowe metody zapobiegania powstawaniu spękań odbitych w nawierzchniach półsztywnych (warstwy przeciwspekaniowe z geosyntetyków i specjalnych mieszanek mineralno-asfaltowych, nacinanie warstwy podbudowy związanej cementem, itd),
 - warstwy mrozoochronne i odsączające wykonywane są według zmienionych zasad,
 - stosowane są nowe technologie wzmacniania bardzo słabych podłoży, takie jak materace z geosyntetyków.
- Zmiana cech materiałów wymaga korekty właściwości mechanicznych (modułów) warstw przyjętych do analizy konstrukcji i do obliczania grubości warstw. Zilustrowano to m.in. na rysunkach 1 i 2, które przedstawiają moduły sztywności stosowanych mieszanek mineralno-asfaltowych. Jak widać obecnie stosowane mieszanki są sztywniejsze, co jest wynikiem stosowania twardszych asfaltów.

Wzmacnianie podłoża gruntowego

Postanowienia dotyczące wzmacniania podłoża gruntowego są jednym z najślabszych elementów obecnego Katalogu (1997) i wymagają szczególnej analizy oraz wprowadzenia zmian. Do niedostatków należy zaliczyć:

- przyjęcie takich samych metod wzmocnienia przy użyciu stabilizacji w danej grupie gruntów, niezależnie od tego, jaki jest wymagany moduł wzmocnionego podłoża ($E = 100$ MPa czy $E = 120$ MPa). Jest to pewien paradoks Katalogu (1997), że wymagane są moduły $E = 100$ MPa dla KR1 i KR2 oraz $E = 120$ MPa dla KR3 – KR6, ale sposób i grubości wzmocnień do tych dwóch poziomów nośności jest w Katalogu (1997) taki sam,
- cienkie grubości warstw stabilizowanych (10, 15, 25 lub 2×15 cm) podane w Katalogu (1997) były dostosowane do możliwości wykonawczych sprzętu stosowanego 30 lat temu. Obecnie można wykonywać znacznie grubsze warstwy,
- brak jednoznacznych wymagań co do stosowania warstw odsączających, mrozoochronnych i platformy roboczej przeznaczonej do ruchu sprzętu budowlanego. Jest to powodem trudności przy projektowaniu,
- niejednoznaczność występuje w przypadku gruntów G1. Część z tych gruntów (np. piaski drobne) po zagęszczeniu osiąga moduły na poziomie 70-80 MPa. Przy wymaganym module 100 MPa lub 120 MPa takie grunty grupy G1 w większości przypadków muszą być wzmocniane, a Katalog (1997) takiej możliwości wcale nie przewiduje,
- ostatni czynnik dotyczy faktu, że grubości warstw nawierzchni zostały przez zespół prof. Judyckiego [4] obliczone dla modułu podłoża $E = 100$ MPa. Wyniki tych obliczeń ilustruje przykład na rysunku 3, w którym na osi poziomej podano Średnioroczny Ruch Dobowy w osiach 100 kN, a na osi pionowej wymaganą grubość warstw asfaltowych, przy grubości podbudowy z kruszywa łamanego 20 cm. Takie grubości jak pokazane na rysunku 3 przyjęto do Katalogu (1997), porównaj tabl. 10, str. 27 Katalogu (1997). Tymczasem Katalog (1997) wymaga w swej innej części, aby moduły wzmocnionego podłoża dla kategorii ruchu KR3-KR6 były co najmniej $E=120$ MPa. Z tego wynika wniosek, że pod tym względem konstrukcje KR3 – KR6 po-

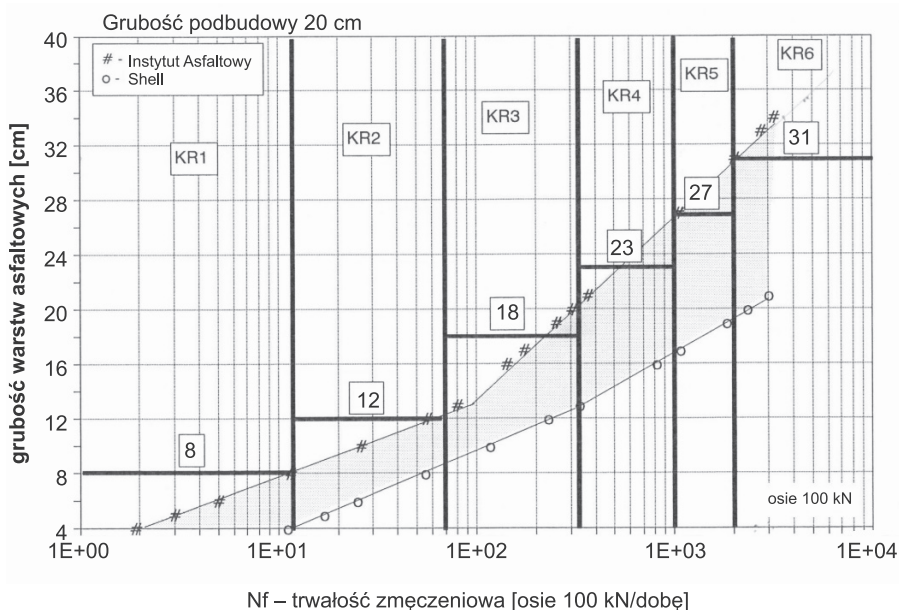


Rys. 4. Wpływ modułu podłoża ($E = 100$ MPa i $E = 120$ MPa) na trwałość konstrukcji katalogowej (1997) dla ruchu KR4 [7]. Objaśnienie skrótów: Asf. – warstwy asfaltowe, KŁSM – warstwa kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie

dane w Katalogu są nieznacznie przewymiarowane, co widać na rysunku 4.

Do opracowania nowych metod wzmocnienia podłoża według zweryfikowanego Katalogu zespół autorski Politechniki Gdańskiej przyjął następujące założenia:

- minimalna grubość warstwy stabilizowanej spoiwem hydraulicznym nie może być mniejsza niż 15 cm. W razie potrzeby stosować można grubsze warstwy stabilizacji (do 30 cm, a nawet 40 cm),
- typowe rozwiązania katalogowe będą dotyczyły podłoży gruntowych o nośności charakteryzowanej wskaźnikiem CBR, nie mniejszym niż 2% i/lub modulem E podłoża gruntowego, nie mniejszym niż 25 MPa. Przy słabszym podłożu zalecono indywidualne opracowywanie sposobu wzmocnienia podłoża, w zależności od warunków lokalnych,
- utrzymano, jak dotychczas, cztery grupy nośności podłoża gruntowego od G1 do G4. Do oceny i podziału na grupy nośności podłoża poza wskaźnikiem CBR wprowadzono moduł podłoża gruntowego E ,
 - wprowadzono trzy klasy wzmocnionego podłoża, o nośności charakteryzowanej modulem E , a mianowicie $E \geq 120$ MPa, $E \geq 100$ MPa i $E \geq 80$ MPa. Podano zalecenie dotyczące ich stosowania. Umożliwi to bardziej elastyczne projektowanie nawierzchni. Dotychczas stosowane były dwie wartości modułu wzmocnionego podłoża 100 i 120 MPa, ale tylko jeden moduł występował w danej kategorii ruchu: 100 MPa albo 120 MPa. W nowym katalogu mogą być dwie lub trzy możliwości w danej kategorii ruchu,
- opracowano wzmocnienia przy użyciu stabilizacji o dwóch poziomach wytrzymałości $R_m 2,5$ i $R_m 1,5$. Do stabilizacji dopuszczono tradycyjne spoiwa hydrauliczne (cement, wapno, popioły lotne) lub nowe środki chemiczne od niedawna dopuszczone do stosowania w drogownictwie,
- opracowano wzmocnienia podłoża przy użyciu warstw z kruszyw niezwią-

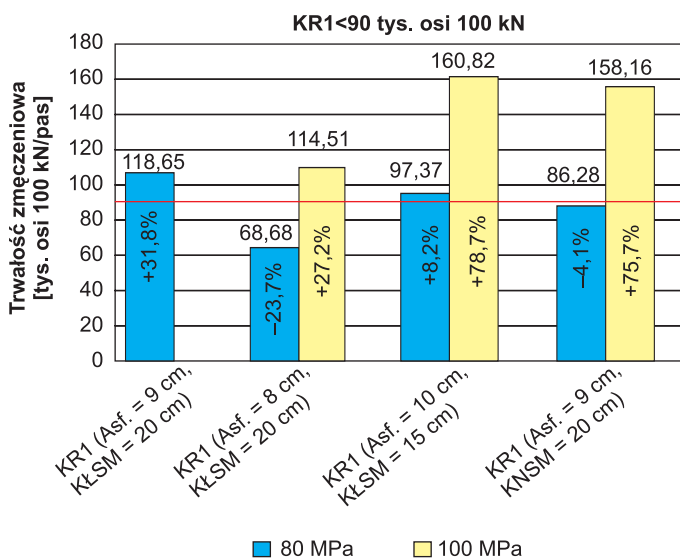


Rys. 3. Grubości warstw asfaltowych obliczone przy module podłoża $E = 100$ MPa, w zależności od Średniorocznego Ruchu Dobowego, przyjęte w Katalogu (1997), według raportu [4]

zanych o dwóch poziomach nośności $CBR \geq 20$ i $CBR \geq 60$ oraz ich kombinacje,

- wprowadzono wzmocnienia przy zastosowaniu kombinacji warstw stabilizacji spoiwami i warstw z kruszyw niezwiązanych,
- dla każdej grupy nośności podłoża i każdej kategorii ruchu wprowadzono kilka różnych rozwiązań konstrukcji wzmocnień podłoża w każdym konkretnym przypadku, aby umożliwić wariantowanie projektantowi,

Najbardziej istotną zmianą są trzy poziomy nośności podłoża $E = 80$ MPa, $E = 100$ MPa i $E = 120$ MPa, dla których podane zostaną konstrukcje nawierzchni. Przyczyni się to do bardziej optymalnego wyboru konstrukcji. Ilustracją tego zagadnienia jest rysunek 5.



Rys. 5. Porównanie obliczonej trwałości zmęczeniowej dla nawierzchni kategorii ruchu KR1 w zależności od modułu podłoża 80 MPa i 100 MPa z wymaganą górną granicą kategorii (linia pozioma) [7]. Objasnienie skrótów: Asf. – warstwy asfaltowe, KŁSM, KNSM – warstwa kruszywa łamanego lub naturalnego stabilizowanego mechanicznie

Z rysunku 5 widać, że przy zastosowaniu modułu wzmocnionego podłoża $E = 80$ MPa trwałość nawierzchni KR1 ulegnie zmniejszeniu ze 114 tys. osi 100 kN do 69 tys. osi (drugi słupek od lewej). Jeżeli jednak, przy takiej samej podbudowie, grubość warstw asfaltowych zwiększymy o 1 cm (z 8 cm do 9 cm) to trwałość nawierzchni na podłożu $E = 80$ MPa wyniesie 119 tys. osi (pierwszy słupek od lewej) i będzie wystarczająca. Jaki zysk osiągniemy przy wzmocnieniu podłoża do $E = 80$ MPa zamiast do $E = 100$ MPa, pokazuje tabela 1. Przy zastosowaniu wzmocnionego podłoża do $E = 80$ MPa, przy takiej samej trwałości zmęczeniowej, grubość warstw asfaltowych wzrośnie o 1 cm, ale grubość warstw wzmocnienia podłoża zmaleje o 10 cm, w tym warstwa stabilizacji zmaleje o 5 cm i warstwa kruszywa $CBR \geq 20\%$ zmaleje też o 5 cm. Przy module $E = 80$ MPa wystąpi więc wymierny zysk w objętościach robót i w kosztach w porównaniu z modulem $E = 100$ MPa. Podjęte zostaną działania w celu zastosowania zmienionych nośności wzmocnionego podłoża także dla innych kategorii ruchu i różnych kombinacji warstw wzmocnienia.

Tabela 1. Konstrukcja nawierzchni dla ruchu KR1, na podłożu słabym G4 przy dwóch wariantach wzmocnionego podłoża do $E = 80$ MPa i do $E = 100$ MPa

Warstwy nawierzchni	Grubości warstw [cm]		
	Podłoże gruntowe G4 wzmocnione do $E = 80$ MPa	Podłoże gruntowe G4 wzmocnione do $E = 100$ MPa	
Warstwy asfaltowe	9	8	
Podbudowa zasadnicza z kruszywa łamanego	20	20	
Wzmocnienie podłoża	Stabilizacja gruntu o wytrzymałości $R_m 2,5$	15	20
	Warstwa mrozoochronna z kruszywa $CBR \geq 20\%$	25	30
Całkowita grubość konstrukcji nawierzchni	69	78	
Obliczona trwałość zmęczeniowa (osie 100 kN)	118 650	114 510	

Dostosowanie Katalogu do zwiększonego obciążenia dróg przez ruch

Zagadnienie to wymaga analizy kilku istotnych elementów, które poniżej omówiono:

Wprowadzenie kategorii specjalnej ruchu KRS. Jest to naturalny wynik zwiększenia ruchu na polskich drogach. Podobnie uczynili Niemcy wprowadzając w 2001 r. kategorię ruchu SV [15]. Niemiecki ruch SV jest większy od 32 mln osi 100 kN w okresie obliczeniowym 30 lat., czyli Średnioroczny Ruch Dobowy SRD > 2922 osi 100 kN/dobę. W dotychczasowym polskim Katalogu największy ruch KR6 zaczynał się od 14,6 mln osi 100 kN, co przy 20-letnim okresie eksploatacji daje SRD > 2000 osi 100 kN/dobę.

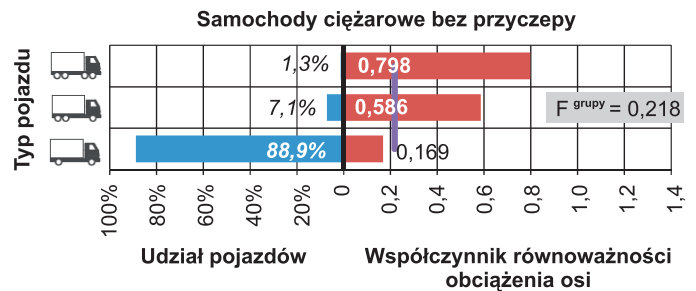
Przyjęcie równoważnej osi standardowej 100 czy 115 kN. Jest to zagadnienie wymagające podjęcia decyzji. Dyrektywa Unii Europejskiej [1] nakłada na Polskę obowiązek dopuszczenia w ruchu międzynarodowym pojazdów o maksymalnym ciężarze osi napędowej równym 115 kN. Okres przejściowy w tym względzie kończy się. Przyjęcie osi standardowej 115 kN do projektowania stworzyłoby jednoznaczny sytuację. Pozostawienie dualizmu w zakresie osi standardowych ma istotne wady. Do dzisiaj niektóre zarządy drogowe woła „projektowanie nawierzchni na oś 100 kN”, bo mając ograniczone fundusze liczą na mniejsze grubości warstw niż przy osi 115 kN. Istnieje też w Polsce głęboko zakorzenione, wynikające z tradycji, ale błędne przekonanie, że różne drogi w kraju mogą być projektowane na różne osie standardowe. Taka zasada występowała w Polsce w przeszłości, na przykład w Katalogu (1977). Sytuacja pod tym względem jest teraz w Polsce złożona. „Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych” (1997) [8] wprowadził jedną oś standardową o obciążeniu 100 kN. Kolejne katalogi: typowych konstrukcji nawierzchni sztywnych (2001) [9] oraz wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych (2001) [10] wprowadziły dwie osie standardowe 100

i 115 kN. Drogi w Polsce są obecnie dalej podzielone na trzy grupy o dopuszczalnym obciążeniu osi 80 kN, 100 kN [13] i 115 kN [14]. We Francji wszystkie drogi publiczne, z bardzo małym i z bardzo dużym ruchem są projektowane z zastosowaniem osi standardowej 130 kN i taki jest limit obciążenia osi. Jest to w pełni uzasadnione. Pojazdy ciężkie, na przykład TIR-y typu 113, przewożą ładunki po drogach głównych, ale bardzo często wiozą je do klienta, który ma siedzibę przy drodze lokalnej. Co więcej należy zrozumieć fakt, że zmiana osi obliczeniowej ze 100 kN na 115 kN nie musi prowadzić do grubszych konstrukcji. W istocie, dla konstrukcji o takiej samej grubości liczba dopuszczalnych osi 115 kN będzie po prostu mniejsza od ilości dopuszczalnych osi 100 kN.

Określenie okresu obliczeniowego. Jest tendencja do wzrostu okresu obliczeniowego nawierzchni. W polskim Katalogu (1997) przyjęto okres obliczeniowy 20 lat. Oznacza to projektowanie nawierzchni na prognozowany ruch, jaki wystąpi w okresie 20 lat od otwarcia drogi. W 2001 r. w Niemczech wprowadzono projektowanie na ruch 30-letni [15]. W USA do 1993 r. (AASHTO 1961 i 1972) stosowano okres projektowy („*design period*”) 20 lat i nawierzchnie projektowano, tak jak teraz w Polsce, na oczekiwany ruch 20-letni. W AASHTO 1993 [3] wprowadzono inne podejście do tego zagadnienia, w postaci okresu analizy – („*analysis period*”). Okres analizy, analogiczny do okresu projektowego, jest zdefiniowany jako okres, który musi być objęty strategią projektową nawierzchni. Strategia projektowa może włączać konstrukcje etapowe, to znaczy, że początkowa nawierzchnia jest słabsza i może w okresie analizy podlegać jednej lub kilku operacjom wzmocnienia. Okres analizy według AASHTO 1993 wynosi od 30 do 50 lat dla dróg miejskich o wielkim ruchu, 20–50 lat dla dróg zamiejskich o wielkim ruchu i 15 do 25 lat dla dróg utwardzonych o małym ruchu. W Wielkiej Brytanii projektuje się nawierzchnie na projektowaną trwałość („*design life*”) równą 40 lat [11]. Niektóre nawierzchnie (podatne i sztywne) projektowane są od razu na całkowity ruch 40-letni, ale możliwe jest projektowanie etapowe. W pierwszym etapie na okres 20 lat, a po 20 latach wzmocnienie na następne 20 lat. Ta druga opcja ma swoich krytyków i zwolenników.

Uściślenie współczynników przeliczeniowych grup pojazdów na równoważne osie standardowe. Współczynniki przyjęte w Katalogu (1997) nie były dostatecznie umotywowane. Nigdy nie opublikowano podstawy ich wyznaczenia. Doprowadziło to do żywej dyskusji w środowisku drogowców. Współczynniki w Katalogu (1997) były przez niektórych specjalistów kwestionowane. Na Politechnice Gdańskiej prowadzone są od dawna prace nad uściśleniem tych współczynników. Obecnie mamy dostęp do wyników ważenia pojazdów w ruchu na dwóch stacjach w Polsce, w Woli Dębnińskiej na DK4 i w Gołkowicach na DK11. Występują tutaj jednak trudne problemy praktyczne. Pierwszy, że dane z dwóch stacji ważenia pojazdów są niewystarczające do wnioskowania na poziomie całej sieci drogowej, która liczy około 370 tys. km. Drugi, że dane z tych dwóch stacji są zakłócone tym, że kierowcy znają położenie stacji ważenia i jeżeli obawiają się przekroczenia limitu ciężaru, to omijają te stacje. Wyniki ważenia nie muszą więc być miarodajne i mogą być zaniżone. Dodatkowo dane zebrane dzisiaj nie muszą być słuszne w przyszłości, ponieważ ciężary pojazdów stale rosną.

Wyniki wstępnych badań ruchu wykonanych na Politechnice Gdańskiej zilustrowano na rysunku 6, który przedstawia obliczone współczynniki równoważności pojazdów ciężarowych pojedynczych (bez przyczep i naczepek).



Rys. 6. Współczynniki równoważności pojazdów ciężarowych pojedynczych (bez przyczepy i naczepek) dla osi standardowej 100 kN – stacja Wola Dębnińska [7] (pomiar w 30 dniach września 2010 r.)

Uściślenie metod obliczeniowych i wymiarowania konstrukcji katalogowych

Wymiarowanie konstrukcji wykonane zostanie przy zastosowaniu metody mechanistyczno-empirycznej. Następujące zagadnienia muszą być wcześniej poddane analizie.

Uwzględnienie nowych kryteriów zmęczenia. Przy opracowywaniu Katalogu (1997) zespół prof. Judyckiego przeprowadził analizę przydatności większości dostępnych w ówczesnym czasie kryteriów zmęczenia (a) do warstw asfaltowych i podłoża gruntowego: Shella, Instytutu Asfaltowego, Nottingham, belgijskiego i francuskiego oraz (b) do warstw związanych spoiwami hydraulicznymi: CSIR (RPA), belgijskie i Uniwersytetu Illinois (Dempsey’a). Analizy te zawierają prace [4], [5], [6]. Obecnie dostępne są dodatkowo kryteria zmęczenia z nowej metody AASHTO (2004) [3] i francuskie kryteria dla betonu asfaltowego o wysokim module sztywności [2]. Będą one uwzględnione przy opracowywaniu nowego katalogu.

Określanie temperatury ekwiwalentnej do projektowania nawierzchni. Jak nam wiadomo w obecnym Katalogu (1997) przyjęto arbitralnie dane o temperaturze ekwiwalentnej. Temperatura ekwiwalentna ma duży wpływ na wymiarowanie grubości warstw. Analiza temperatury ekwiwalentnej jest bardzo skomplikowana i pracochłonna, ale konieczna. Zmiana temperatury ekwiwalentnej w stosunku do przyjętej w Katalogu (1997) wpłynie na zmianę modułów i trwałości zmęczenia, a więc na grubości nawierzchni. Do analizy potrzebne są dane z różnych stacji klimatycznych z okresu wielu lat w Polsce. Należy zauważyć, że temperatura ekwiwalentna do projektowania konstrukcji nawierzchni jest całkowicie inna i wyznaczana na innych podstawach niż temperatura miarodajna według SHRP do ustalania klasyfikacji *Performance Grade (PG)* asfaltów. Wykonane w IBDiM prace do potrzeb klasyfikacji PG nie mają tutaj zastosowania.

Moduły warstw nawierzchni. Zagadnienie to wiąże się z omówionymi na początku tego artykułu nowymi technologiami i materiałami. Moduły przyjęte do projektowania muszą być odpowiednio dostosowane.

Przyjęcie realistycznych warunków obciążenia. W latach 90. XX wieku w obliczeniach do Katalogu (1997) przyjęto obciążenie kołem 50 kN i ciśnieniu kontaktowym 650 kPa. Jest to ciśnienie za małe w stosunku do obecnie występującego.

Nazewnictwo

Sprawa nazewnictwa jest niestety w Polsce mocno zaniebana. Różne dokumenty stosują inne nazewnictwo warstw konstrukcji nawierzchni. Prowadzi to do dużego bałaganu. Na przykład dyskutuje się nad takimi zagadnieniami:

- gdzie kończy się poziom robót ziemnych w nasypach, a gdzie zaczyna się spód konstrukcji nawierzchni?,
- jeżeli przepis wymaga, aby zwierciadło wody gruntowej było 150 cm od spodu konstrukcji nawierzchni, to co to jest spód konstrukcji nawierzchni? Czy jest to spód ulepszonego podłoża, czy jest to spód warstwy podbudowy?,
- czy w konstrukcji dla KR6 w Katalogu (1997) podbudowa z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie pełni rolę podbudowy zasadniczej czy pomocniczej?,
- czy warstwa z kruszywa ułożona nad gruntem rodzimym spoistym to warstwa odsączająca czy mrozochronna?,
- jakie są poprawne nazwy poszczególnych warstw „ulepszonego podłoża”, a może raczej jakie są nazwy warstw „wzmocnienia podłoża”?

Takie i inne pytania świadczą o wadach naszej legislacji. Podtekstem tych pytań są konkretne wymagania techniczne, z czego może wynikać różny koszt robót, w zależności od przyjętej nazwy warstwy. Na przykład wyższe wymagania techniczne są stosowane w odniesieniu do podbudowy zasadniczej z kruszywa stabilizowanego mechanicznie, a niższe do podbudowy pomocniczej z kruszywa. Podobnie inne są wymagania względem warstwy mrozochronnej, a inne względem warstwy odsączającej.

Naszym zamierzeniem jest podanie propozycji uregulowania nazewnictwa. W katalogach zagranicznych na samym początku są rysunki konstrukcji nawierzchni i podane są nazwy warstw i inne określenia. Zamierzamy to wprowadzić do nowego polskiego katalogu.

Zakończenie

Prace nad nowym katalogiem trwały w 2010 r. i mają być zakończone w końcu 2012 r. Zespół autorski zamierza konsultować opracowane zagadnienia ze specjalistami drogownictwa podczas seminariów i spotkań technicznych organizowanych w Polsce.

Bibliografia

- [1] *Dyrektywa Rady UE nr 96/53/WE z dnia 25 lipca 1996 r. ustanawiająca dla niektórych pojazdów drogowych poruszających się na terytorium Wspólnoty maksymalne dopuszczalne wymiary w ruchu krajowym i międzynarodowym oraz maksymalne dopuszczalne obciążenia w ruchu międzynarodowym* (Dz.U. L235 z 17.9.1996, str. 59)
- [2] *French Design Manual for Pavement Structures*, Guide technique, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Tourisme, LCPC, SETRA, May 1997

- [3] *Guide for Mechanistic – Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures*, Chapter 4. Design of New and Reconstructed Rigid Pavements, NCHRP, TRB, NRC, March 2004
- [4] Judycki J., Alenowicz J., Cyske W., Leszman G., *Analizy obliczeniowe dotyczące weryfikacji Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych; Część I – Ocena wpływu funkcji i kryteriów zmęczeniowych na wymiarowanie konstrukcji nawierzchni; Wybór funkcji i kryteriów, Część II, Wymiarowanie typowych podatnych i półsztywnych konstrukcji nawierzchni drogowych, Część II, Raporty badawcze dla IBDiM, Biuro Inżynierii Drogowej DROTEST, Gdańsk, 1995*
- [5] Judycki J., *Comparison of fatigue criteria for design of flexible and semi-rigid road pavements*, Eight International Conference on Asphalt Pavements, August 10-14, 1997, Seattle, Washington, Vol. II, Proceedings, p. 919-937
- [6] Judycki J., *Porównanie kryteriów zmęczeniowych do projektowania podatnych i półsztywnych nawierzchni drogowych w aspekcie nowego polskiego katalogu typowych konstrukcji, Część I, Drogownictwo, Nr 1/1999, str. 19, Część II, Obliczenia nawierzchni do nowego polskiego katalogu typowych konstrukcji, Drogownictwo, Nr 2/1999, str. 49-53*
- [7] Judycki J., Jaskuła P., Pszczoła M., Stienss M., Jaczewski M., Ryś D., *Weryfikacja i aktualizacja „Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych”*, Raport z etapu badań dla GDDKiA, Politechnika Gdańska, Gdańsk, 2010
- [8] *Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych*, IBDiM, GDDKiA, Warszawa, 1997
- [9] *Katalog typowych konstrukcji nawierzchni sztywnych*, IBDiM, GDDKiA, Warszawa, 2001
- [10] *Katalog wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych*, IBDiM, GDDKiA, Warszawa, 2001
- [11] O'Flaherty C. A. *Highways: The Location, Design, Construction and Maintenance of Road Pavements*, 4th edition, Butterworth-Heinemann, 2002
- [12] *Katalog typowych konstrukcji jezdni podatnych*, IBDiM, Ministerstwo Komunikacji, CZDP, Warszawa, Wydanie I, 1977, Wydanie II, 1983
- [13] *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14 lipca 2010 r. w sprawie wykazu dróg, po których mogą poruszać się pojazdy o dopuszczalnym nacisku pojedynczej osi do 10 t*, Dziennik Ustaw Nr 138, poz. 933
- [14] *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14 lipca 2010 r. w sprawie wykazu dróg krajowych, po których mogą poruszać się pojazdy o dopuszczalnym nacisku pojedynczej osi napędowej do 11,5 t*, Dziennik Ustaw Nr 138, poz. 932
- [15] *RStO 01 – Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen*, FSV, Ausgabe 2001 ■

Z prasy zagranicznej

Australijskie remonty

Koszt naprawy dróg, autostrad i mostów zniszczonych przez niedawne powódzie w Queensland wyniesie około 2,5 mld dolarów. Rząd stanu Queensland opublikował raport szacujący, że naprawy szkód wyrządzone przez powódzie wymagać będą około 5 mld dolarów w latach 2010–2013. Obecnie prowadzone są prace wstępne nad projektem modernizacji autostrady M2 w Nowej Południowej Walii (NPW). Koszt projektu szacowany jest na 550 mln dolarów, a jego realizacja ma być zakończona w ciągu 2 lat.

World Highways, 1-2/2011

MR

Nowy most drogowy w Ekwadorze

Nowy most drogowy Bahia de Caraquez – San Vicente w Ekwadorze poprawi krajowe połączenia transportowe. Budowa tego mostu ma kosztować około 102 mln USD. Po wybudowaniu będzie najdłuższym mostem w Ekwadorze.

World Highways, 11-12 2010

JG