

Nawierzchnie drogowe dla dróg gminnych w świetle nowego katalogu typowych konstrukcji nawierzchni sztywnych

W ostatnim czasie obserwuje się znaczny rozwój technologiczny w budowie i projektowaniu nawierzchni betonowych w Polsce.

Realizowane są inwestycje zarówno dla dróg wyższych jak i niższych klas. Równoległe z tym niedawno opracowano weryfikację i aktualizację Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Sztywnych wydanej w 2001 roku [1].

GDDKiA wprowadziła zarządzenie Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r. wraz z załącznikiem, w którym zawarto nową wersję katalogu. Katalog został zmodyfikowany z uwzględnieniem aktualnych technologii wykonywania nawierzchni betonowych, stosownie do nowych kategorii obciążenia ruchem. Zaprezentowane konstrukcje katalogowe dostosowano do zwiększonego obciążenia ruchem w Polsce oraz aktualnych przepisów prawnych w zakresie wymiarów i wymaganych nacisków na osie pojazdów. Dokonano także zmian w zakresie niższych kategorii ruchu, zweryfikowano oddziaływanie termiczne na płytę betonową oraz opracowano nowe schematy wzmocnienia słabego podłoża w nawiązaniu również do nowego „Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych” [2].

W świetle zaprezentowanych aktualizacji w niniejszym artykule przedstawiono krótkie zestawienie sposobu doboru nawierzchni betonowych przeznaczonych dla dróg gminnych – niższych klas KR1 i KR2. W aktualizacji Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Sztywnych uczestniczyli pracownicy Katedry Dróg i Lotnisk Politechniki Wrocławskiej.

WSTĘP

Pierwsza nawierzchnia betonowa w Polsce pojawiła się w 1912 roku w Krakowie, zaś jej ponowne odkrycie nastąpiło dopiero w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku. Nawierzchnie betonowe mają wiele zalet. Należą do nich m.in. duża nośność i zdolność do przenoszenia obciążeń, odporność na odkształcenia trwałe, wysokie bezpieczeństwo z uwagi na jasny kolor oraz dobre cechy eksploatacyjne. Mimo iż doskonale przenoszą wysokie obciążenia od kół pojazdów, doskonale nadają się także dla niższych obciążeń – dla dróg gminnych, zapewniając im wysoką trwałość oraz niskie koszty utrzymania w perspektywie 20-30 lat eksploatacji.

Aktualnie drogi gminne stanowią ponad 35% dróg utwardzonych w Polsce. Znane są m.in. odcinki gminnych dróg betonowych w Radziejowicach, w Stalowej Woli, Ratyczowie, Buszkowicach, Włoszczowie o długościach około 1000 m. Średnio w roku realizowanych jest około 15 km dróg tego typu.

W procesie projektowania uwzględnia się następujące etapy postępowania:

- etap I – zebranie danych dotyczących warunków geotechnicznych, warunków klimatycznych oraz warunków obciążenia ruchem
- etap II – obliczenie ruchu projektowego i wyznaczenie kategorii ruchu
- etap III – określenie warunków wodnych
- etap IV – określenie warunków gruntowych
- etap V – określenie nośności podłoża
- etap VI – wybór typowego rozwiązania warstwy ulepszonego podłoża oraz dolnych warstw konstrukcji nawierzchni
- etap VII – ustalenie potrzeby zastosowania warstwy odsączającej, odcinającej
- etap VIII – przyjęcie typowej konstrukcji nawierzchni w zależności od typu podbudowy zasadniczej
- etap IX – sprawdzenie warunku wymaganej odporności nawierzchni na wysadzi-ny – etap VII – przyjęcie ostatecznej konstrukcji
- etap X – w przypadku niespełnienia warunku wymaganej odporności nawierzchni na wysadzi-ny odpowiednie zwiększenie grubości warstwy mrozochronnej lub warstwy ulepszonego podłoża.

RUCH PROJEKTOWY I KATEGORIA RUCHU

Określenie kategorii ruchu można przeprowadzić dla znanej liczby osi standardowych 115 kN lub 100 kN w całym okresie projektowym. Wybór osi standardowych (115 kN lub 100 kN) do wyznaczenia kategorii ruchu nie jest obligatoryjnie związany z wymaganiami maksymalnych dopuszczalnych nacisków. Zaleca się jednak powiązać obciążenie osi standardowej z dopuszczalnym naciskiem dla danej drogi publicznej. W przypadku dróg gminnych zaleca się przyjąć oś standardową 100 kN. W przeliczeniu rzeczywistych sylwetek pojazdów na tę oś stosuje się współczynniki przeliczeniowe pojazdów ciężkich. Przyjęte w Katalogu konstrukcje nawierzchni sztywnych zapewniają okres eksploatacji 30 lat.

W grupie pojazdów ciężkich określa się trzy rodzaje sylwetek pojazdów: samochody ciężarowe bez przyczep, samochody ciężarowe z przyczepami i ciągniki siodłowe z naczepami oraz autobusy.

W obliczeniach ruchu projektowego, dla każdej z trzech sylwetek należy uwzględnić sumaryczny ruch rzeczywisty pojazdów ciężkich w całym okresie projektowym (a nie jak dotychczas także dla doby). Należy w tym celu wykorzystać prognozę ruchu wykonaną wg odrębnych przepisów i algorytmów obliczeniowych.

Sumaryczną liczbę osi standardowych 100 kN przypadającą na pas obliczeniowy w całym okresie projektowym oblicza się według rozszerzonego wzoru:

$$N_{100} = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot (N_C \cdot r_C^{100} + N_{C+P} \cdot r_{C+P}^{100} + N_A \cdot r_A^{100})$$

Gdzie:

N_{100} – ruch projektowy, sumaryczna liczba osi standardowych 100 kN w całym okresie projektowym nawierzchni przypadająca na pas obliczeniowy,

N_A – ruch rzeczywisty, sumaryczna liczba autobusów (A) w całym okresie projektowym, w przekroju drogi,

N_C – ruch rzeczywisty, sumaryczna liczba samochodów ciężarowych bez przyczep (C) w całym okresie projektowym, w przekroju drogi,

N_{C+P} – ruch rzeczywisty, sumaryczna liczba samochodów ciężarowych z przyczepami oraz ciągników siodłowych z naczepami (C+P) w całym okresie projektowym, w przekroju drogi,

r_A^{100} – współczynnik przeliczeniowy liczby autobusów (A) na liczbę osi standardowych 100 kN,

r_C^{100} – współczynnik przeliczeniowy liczby samochodów ciężarowych bez przyczep (C) na liczbę osi standardowych 100 kN,

r_{C+P}^{100} – współczynnik przeliczeniowy liczby samochodów ciężarowych z przyczepami oraz ciągników siodłowych z naczepami (C+P) na liczbę osi standardowych 100 kN,

f_1 – współczynnik obliczeniowego pasa ruchu,

f_2 – współczynnik szerokości pasa ruchu,

f_3 – współczynnik pochylenia niwelety.

Współczynniki przeliczeniowe pojazdów ciężkich, należy dobierać według tab. 1 w zależności od rodzaju sylwetki pojazdów i osi standardowej (100 kN).

Współczynniki przeliczeniowe zostały opracowane na podstawie analizy danych ze stacji ważenia pojazdów w ruchu na drogach krajowych w Polsce w ostatnich 4 latach. Z uwagi jednak na pewną analogię struktury ruchu na drogach gminnych, podobne zróżnicowanie pojazdów pod względem konfiguracji osi i ich obciążenia, oddziaływanie pojazdów na konstrukcję nawierzchni oraz możliwość wzrostu nacisków pojazdów w przyszłości, mogą być stosowane także dla tych dróg.


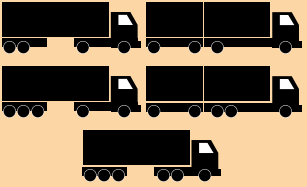

Należy zwrócić uwagę, że sumaryczna liczba pojazdów ciężkich podawana jest w całym okresie projektowym, w przekroju drogi. Może być określona dla jednego kierunku ruchu lub dla dwóch kierunków ruchu na danej drodze, z odpowiednim uwzględnieniem współczynnika obliczeniowego pasa ruchu f_1 .

W tab. 2 przedstawiono współczynniki obliczeniowego pasa ruchu f_1 w zależności od liczby pasów ruchu i liczby kierunków ruchu, jakie mogą wystąpić na drogach gminnych, dla których określono sumaryczną liczbę pojazdów ciężkich.

Szerokość pasa ruchu wpływa na rozkład poprzeczny obciążeń na pasie ruchu. Przy węższych pasach ruchu obciążenia mocniej koncentrują się wzdłuż jednego śladu. Fakt ten należy uwzględnić w projektowaniu nawierzchni, dobierając odpowiedni współczynnik szerokości pasa ruchu f_2 zgodnie tab. 3.

Do obliczania ruchu projektowego należy wprowadzić także współczynnik pochylenia niwelety f_3 , uwzględniający zwiększenie obciążenia na dużych pochyleniach niwelety wtedy, gdy pochylenie na rozpatrywanym odcinku drogi przekracza 6%. Współczynnik pochylenia niwelety należy zastosować zarówno do wzniesień, jak i do spadków podłużnych dróg (tab. 4).

Tab. 1. Współczynniki przeliczeniowe pojazdów ciężkich na osie standardowe 100 kN

Lp.	Rodzaje pojazdów	Przykładowe typy sylwetek pojazdów	Współczynnik przeliczeniowy r
			Oś standardowa 100 kN
1.	Samochody ciężarowe bez przyczep C		0,347
2.	Samochody ciężarowe z przyczepami oraz ciągniki siodłowe z naczepami C+P		3,946
3.	Autobusy A		0,530

Tab. 2. Współczynniki obliczeniowego pasa ruchu f_1

Lp.	Liczba pasów ruchu w przekroju drogi	Współczynnik f_1	
		Dwa kierunki ruchu w przekroju drogi	Jeden kierunek ruchu w przekroju drogi
1.	1	1,00	1,00
2.	2	0,50	0,90

Klasyfikację ruchu projektowego ze względu na sumaryczną liczbę osi standardowych 100 kN (N_{100}) w całym okresie projektowym (30 lat) przedstawiono w tab. 5.

W przypadku projektowania skrzyżowań kategorię ruchu należy dobierać jak do projektowania konstrukcji nawierzchni najbardziej obciążonego ruchem wlotu drogi.

WARUNKI GRUNTOWO-WODNE

Warunki gruntowo-wodne do celów projektowania konstrukcji nawierzchni z zastosowaniem Katalogu są scharakteryzowane poprzez określenie grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni od G1 do G4 i są zgodne z poprzednią wersją.

Tab. 3. Współczynniki szerokości pasa ruchu f_2

Lp.	Szerokość pasa ruchu (s)	Współczynnik f_2
1.	$s \geq 3,50$ m	1,00
2.	$3,00 \leq s < 3,50$ m	1,06
3.	$2,75 \leq s < 3,00$ m	1,13
4.	$s < 2,75$ m	1,25

Tab. 4. Współczynniki pochylenia niwelety f_3

Lp.	Pochylenie niwelety drogi (i)	Współczynnik f_3
1.	$i < 6\%$	1,00
2.	$6\% \leq i < 7\%$	1,10
3.	$7\% \leq i < 9\%$	1,25
4.	$9\% \leq i < 10\%$	1,35
5.	$i \geq 10\%$	1,45

Tab. 5. Klasyfikacja ruchu projektowego (30 lat)

Kategoria ruchu	N_{100} – sumaryczna liczba osi standardowych 100 kN w całym okresie projektowym (30 lat) [milion osi 100 kN na pas obliczeniowy]
KR1	$0,045 < N_{100} \leq 0,15$
KR2	$0,15 < N_{100} \leq 0,75$

Tab. 6. Klasyfikacja warunków wodnych podłoża gruntowego nawierzchni

Lp.	Charakterystyka korpusu drogowego		Warunki wodne, gdy najwyższy poziom swobodnego zwierciadła wody gruntowej występuje na głębokości poniżej spodu konstrukcji nawierzchni		
			< 1 m	1 ÷ 2 m	> 2 m
1.	Wykopy ≤ 1 m	pobocza nieutwardzone	złe	przeciętne	przeciętne
		pobocza utwardzone i szczelne oraz dobre odprowadzenie wód powierzchniowych	złe	przeciętne	dobre
2.	Nasypy ≤ 1 m	pobocza nieutwardzone	złe	przeciętne	przeciętne
		pobocza utwardzone i szczelne oraz dobre odprowadzenie wód powierzchniowych	przeciętne	przeciętne	dobre
3.	Wykopy > 1 m	pobocza nieutwardzone	złe	przeciętne	przeciętne
		pobocza utwardzone i szczelne oraz dobre odprowadzenie wód powierzchniowych	złe	przeciętne	dobre
4.	Nasypy > 1 m	pobocza nieutwardzone	złe	przeciętne	dobre
		pobocza utwardzone i szczelne oraz dobre odprowadzenie wód powierzchniowych	przeciętne	dobre	dobre

UWAGA: W przypadku sąceń wody w wykopach przyjąć warunki wodne o jeden stopień gorsze niż odczytane z tabeli.

Tab. 7. Klasyfikacja grup nośności podłoża gruntowego nawierzchni G_i

Lp.	Grupa nośności podłoża gruntowego G_i	Wskaźnik nośności CBR po 4 dniach nasączenia wodą ¹⁾ [%]	Wtórny moduł odkształcenia E_2 ¹⁾ [MPa]
1.	G1	CBR ≥ 10	$E_2 ≥ 80$
2.	G2	$5 ≤ CBR < 10$	$50 ≤ E_2 < 80$
3.	G3	$3 ≤ CBR < 5$	$35 ≤ E_2 < 50$
4.	G4	$2 ≤ CBR < 3$	$25 ≤ E_2 < 35$

Uwaga: 1) warunki badania przyjąć wg normy PN-S-02205:1998

Tab. 8. Grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni w zależności od wysadzinowości gruntu i warunków wodnych

Lp.	Rodzaj gruntu podłoża nawierzchni	Grupa nośności podłoża gruntowego nawierzchni, gdy warunki wodne są:		
		dobrze	przeciętne	złe
1.	Grunty niewysadzinowe	G1	G1	G1
2.	Grunty wątpliwe	G2	G2	G3
3.	Grunty mało wysadzinowe ¹⁾	G3	G4	G4
4.	Grunty bardzo wysadzinowe ¹⁾	G4	G4	G4

Uwaga: 1) W stanie zwartym lub twardoplastycznym ($I_L ≤ 0,25$ lub $I_L ≥ 0,75$ wg PN-EN ISO 14688-2:2006/Ap2:2012 tab. 6); grunty wysadzinowe w stanie plastycznym, miękkoplastycznym lub bardzo miękkoplastycznym wykazują wartość wskaźnika CBR < 2% i wymagają indywidualnego projektowania.

W celu określenia grupy nośności podłoża nawierzchni z zastosowaniem Katalogu należy ocenić: warunki wodne do głębokości 2 m oraz rodzaj i właściwości gruntu zalegającego do głębokości 1 m od zakładanego spodu konstrukcji nawierzchni. Klasyfikację warunków wodnych w zależności od najwyższego poziomu występowania swobodnego zwierciadła wody gruntowej poniżej spodu konstrukcji nawierzchni oraz charakterystyki korpusu drogowego podano w tab. 6.

Klasyfikacja podłoża do danej grupy nośności powinna być przeprowadzona według dwóch sposobów: według wartości wskaźnika nośności CBR i według wysadzinowości gruntu i warunków wodnych. Klasyfikację grup nośności podłoża gruntowego nawierzchni według wartości wskaźnika nośności CBR przedstawiono w tab. 7, natomiast na podstawie wysadzinowości i warunków wodnych w tab. 8.

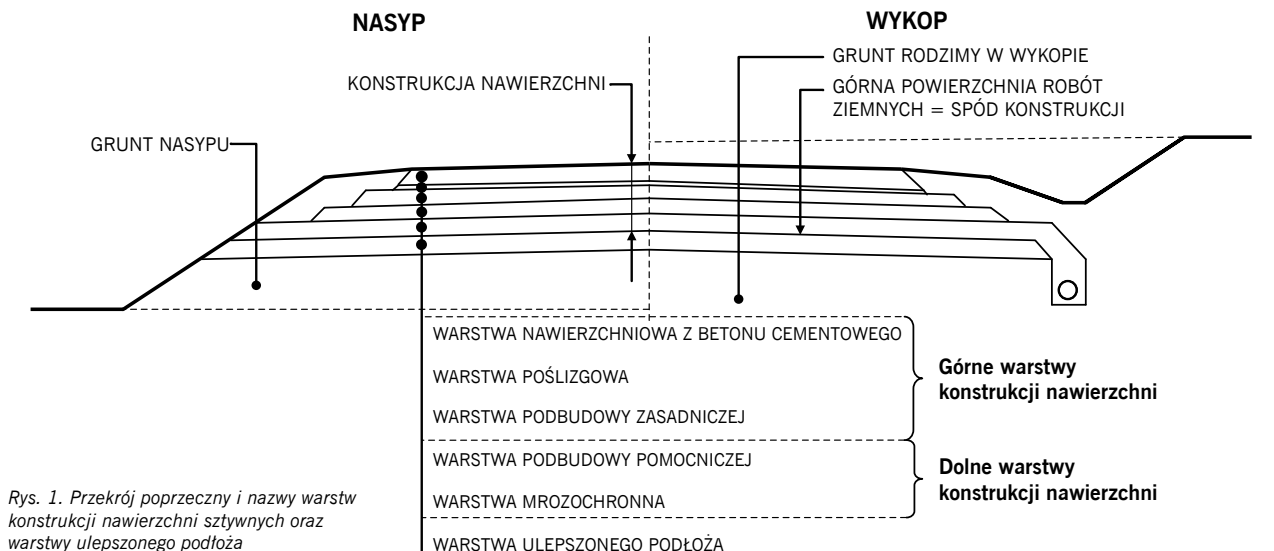
SCHEMAT I TERMINOLOGIA WARSTW KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI SZTYWNYCH ORAZ WARSTWY ULEPSZONEGO PODŁOŻA

W Katalogu wprowadzono zmieniony schemat i terminologię warstw konstrukcji nawierzchni sztywnych oraz podłoża gruntowego nawierzchni (rys. 1).

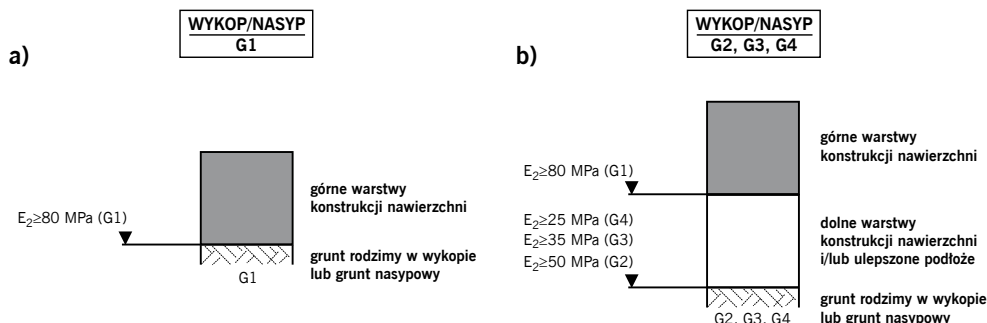
Do warstw górnych konstrukcji nawierzchni należy: warstwa nawierzchniowa, warstwa poślizgowa i podbudowa zasadnicza. Mają one podstawowe znaczenie w przenoszeniu obciążeń od ruchu drogowego. Warstwy te dobierane są w zależności od kategorii ruchu oraz od typu podbudowy zasadniczej. Warstwy dolne konstrukcji stanowią „fundament” dla warstw górnych konstrukcji nawierzchni: warstwa podbudowy pomocniczej i warstwa mrozoochronna. Warstwy te dobierane są w zależności od grupy nośności podłoża gruntowego i od wymaganej nośności na powierzchni dolnych warstw konstrukcji nawierzchni.

PROJEKTOWANIE WARSTWY ULEPSZONEGO PODŁOŻA I DOLNYCH WARSTW KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI

Dolne warstwy konstrukcji nawierzchni oraz warstwa ulepszona podłoża powinny zapewnić wymaganą nośność na poziomie spodu górnych



Rys. 1. Przekrój poprzeczny i nazwy warstw konstrukcji nawierzchni sztywnych oraz warstwy ulepszona podłoża



Rys. 2. Schemat układu warstw konstrukcji nawierzchni dla kategorii ruchu KR1-KR2 w wykopie i w nasypie oraz wymagane wartości wtórnych modułów odkształcenia na powierzchni warstw; a) w przypadku grupy nośności podłoża G1, b) w przypadku grupy nośności podłoża G2, G3 i G4

warstw konstrukcji nawierzchni, odporność konstrukcji nawierzchni na powstawanie wysadzin oraz odwodnienie wgłębne.

Schematy układu warstw konstrukcji nawierzchni przedstawiono na rys. 2.

Nośność na powierzchni dolnych warstw konstrukcji nawierzchni określa wartość wtórnego modułu odkształcenia E_2 , wyznaczonego z badania płytą pod naciskiem statycznym. W przypadku kategorii ruchu KR1 lub KR2 warstwa ulepszonego podłoża oraz dolne warstwy konstrukcji nawierzchni, zaprojektowane łącznie, powinny zapewniać uzyskanie nośności $E_2 \geq 80$ MPa.

Do wykonania podbudowy pomocniczej należy stosować następujące materiały: mieszanki niezwiązane, mieszanki związane spoiwami hydraulicznymi i grunty stabilizowane spoiwami hydraulicznymi.

W przypadku podłoży z gruntów wrażliwych i wysadzinowych, jeżeli zwierciadło wody gruntowej znajduje się bliżej niż 1,5 m od spodu konstrukcji nawierzchni, należy zastosować warstwę odsączającą. Dla kategorii ruchu KR1-KR2 minimalna grubość warstwy odsączającej wynosi 15 cm.

W przypadku, gdy na podłożu gruntowym z gruntu

wrażliwego lub wysadzinowego jest ułożona warstwa z materiału ziarnistego (mieszanki niezwiązanej lub gruntu niewysadzinowego: żwiru, pospółki, piasku grubego, piasku średniego lub ziarnistego materiału antropogenicznego) to należy zabezpieczyć tę warstwę przed wnikaniem drobnych cząstek, przez wykonanie warstwy odcinającej. Do wykonania warstwy odcinającej należy stosować geotekstylia (geowłókniny lub geotkaniny separacyjne).

W przypadku kategorii ruchu KR1-KR2, o ile jest to ekonomicznie uzasadnione, dopuszcza się wykonanie warstwy odcinającej z drobnego piasku lub z materiału antropogenicznego o uziarnieniu zbliżonym do uziarnienia drobnego piasku. Grubość warstwy odcinającej powinna wynosić 10 cm.

Typowe rozwiązania obejmujące warstwę ulepszonego podłoża i dolne warstwy konstrukcji nawierzchni przedstawiono w tab. 9. ($E_2 \geq 80$ MPa).

WYBÓR TYPOWEGO ROZWIĄZANIA GÓRNYCH WARSTW KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI W ZALEŻNOŚCI OD PROJEKTOWANEGO MATERIAŁU PODBUDOWY ZASADNICZEJ

Typowe rozwiązania górnych warstw konstrukcji nawierzchni w zależności od rodzaju podbudowy

Tab. 9. Typowe rozwiązania dolnych warstw konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszonego podłoża w przypadku kategorii ruchu KR1 i KR2 ($E_2 \geq 80$ MPa). Grubości warstw podano w cm

		TYP 10 (nie stosuje się, gdy wymagana jest warstwa odsączająca)	TYP 11	TYP 12	TYP 13	TYP 14
GRUPA NOŚNOŚCI PODŁOŻA	G4					
	G3					
	G2					
	G1	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się

LEGENDA

- PP – podbudowa pomocnicza
- WM – warstwa mrozochronna
- WUP – warstwa ulepszonego podłoża
- ▼ – wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2

- warstwa mrozochronna z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym lub gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem
- warstwa mrozochronna z mieszanki niezwiązanej lub gruntu niewysadzinowego (naturalnego lub antropogenicznego) o CBR $\geq 25\%$; o ile to konieczne warstwa mrozochronna pełni funkcję warstwy odsączającej o $k \geq 8$ m/dobę
- warstwa ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem
- warstwa ulepszonego podłoża z mieszanki niezwiązanej lub gruntu niewysadzinowego (naturalnego lub antropogenicznego) o CBR $\geq 20\%$; o ile to konieczne warstwa mrozochronna pełni funkcję warstwy odsączającej o $k \geq 8$ m/dobę

i kategorii ruchu przedstawiono w tab. 10. Zadaniem W Katalogu jako warstwę nawierzchniową stosuje się warstwę z betonu cementowego. Dla kategorii ruchu KR1 i KR2 stosuje się płytę betonową niedyblowaną. Warstwę nawierzchniową z płyty betonowej można układać w następujących możliwościach: układ jednowarstwowy, układ dwuwarstwowy – (technologia mokre na mokre), układ dwuwarstwowy z „odkrytym kruszywem”.

Dla konstrukcji nawierzchni na podbudowie z gruntów stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi należy pomiędzy płytą betonową i podbudową zasadniczą zastosować warstwę poślizgową z powierzchniowego utrwalenia lub z geowłókniny.

W tab. 10-13 pokazano typowe konstrukcje w zależności od różnych podbudów zasadniczych (mieszanka niezwiązana $C_{50/30}$, $C_{90/3}$, beton asfaltowy, grunt satbilizowany spoiwem hydraulicznym). W tych rozwiązaniach podano także wymagane wtórne moduły odkształcenia na poziomie wybranych warstw.

SPRAWDZENIE WYMAGANEJ ODPORNOŚCI NAWIERZCHNI NA WYSADZINY

Po dokonaniu wyboru dolnych warstw nawierzchni, ewentualnie warstw ulepszonego podłoża, a następnie typowych górnych warstw nawierzchni należy przeprowadzić sprawdzenie wymaganej odporności nawierzchni na wysadzinę. Gdy w podłożu gruntowym występują grunty wysadzinowe lub wątpliwe należy sprawdzić, czy całkowita grubość wszystkich warstw nawierzchni i warstwy ulepszonego podłoża, wynikająca z rozwiązań konstrukcyjnych, nie jest mniejsza od wartości określonej w tab. 14. Oznaczenie h_z określa głębokość prze-

marzania gruntów w rejonie projektowanej drogi. Podobnie jak w poprzedniej wersji katalogu, w przypadku gdy całkowita grubość wszystkich warstw nawierzchni i warstwy ulepszonego podłoża jest mniejsza od grubości ustalonej z zastosowaniem tab. 14, należy pogrubić najniższą warstwę konstrukcji nawierzchni lub warstwę ulepszonego podłoża tak, aby warunek został spełniony. Jeżeli najniższą warstwą jest podbudowa pomocnicza, należy rozważyć wprowadzenie warstwy mrozochronnej. Należy pamiętać, aby wprowadzona warstwa mrozochronna miała grubość minimum 15 cm.

WYMAGANIA MATERIAŁOWE I TECHNOLOGICZNE

Nowy Katalog szczegółowo podaje wymagania materiałowe dla projektowanych warstw, w niektórych przypadkach odnosi się także do tzw. Wymagań Krajowych. Stanowią je załączniki krajowe do norm europejskich, wymagania techniczne, specyfikacje techniczne lub inne dokumenty przenoszące zapisy norm serii PN-EN, jakie zostaną uznane przez zarządcę drogi za obowiązujące w odniesieniu do stosowanych materiałów i technologii. Poniżej zaprezentowano wybrane informacje.

Warstwa nawierzchniowa z betonu cementowego powinna posiadać odpowiednią miarodajną głębokość makrotekstury nawierzchni. Można ją wykonać z wykorzystaniem kilku technologii: ciągniętej tkaniny jutowej w kierunku podłużnym, przecierania świeżo ułożonej mieszanki betonowej stalową szczotką w kierunku prostopadłym do osi jezdni, rowkowania poprzecznego widełkami metalowymi

Tab. 10. (z lewej) Typowe konstrukcje górnych warstw nawierzchni sztywnych. Podbudowa zasadnicza: mieszanka niezwiązana z kruszywa $C_{50/30}$

Tab. 11. (z prawej) Typowe konstrukcje górnych warstw nawierzchni sztywnych. Podbudowa zasadnicza: mieszanka niezwiązana z kruszywa $C_{90/3}$

Kategoria ruchu	KR1	KR2
Ruch projektowy (mln osi 100 kN)	$\leq 0,15$	0,15 – 0,75
Typ I		
Legenda:		

Kategoria ruchu	KR1	KR2
Ruch projektowy (mln osi 100 kN)	$\leq 0,15$	0,15 – 0,75
Typ I		
Legenda:		

Tab. 12. (z lewej) Typowe konstrukcje górnych warstw nawierzchni sztywnych. Podbudowa zasadnicza: beton asfaltowy

Tab. 13. (z prawej) Typowe konstrukcje górnych warstw nawierzchni sztywnych. Podbudowa zasadnicza: grunt stabilizowany spoiwem hydraulicznym $C_{3/4}$

Kategoria ruchu	KR1	KR2
Ruch projektowy (mln osi 100 kN)	$\leq 0,15$	0,15 – 0,75
Typ II		
Legenda:		

Kategoria ruchu	KR1	KR2
Ruch projektowy (mln osi 100 kN)	$\leq 0,15$	0,15 – 0,75
Typ IV		
Legenda:		

w kierunku prostopadłym do osi jezdni, opóźnienia hydratacji cementu (tę technologię stosuje się dla układu dwuwarstwowego z „odkrytym kruszywem” dla kategorii ruchu KR5 – KR7).

Rozstaw szczelin jest uzależniony od tzw. długości krytycznej płyty L_{kryt} . Należy przestrzegać, aby wymiary płyt betonowych w planie (a tym samym rozstaw szczelin) nie przekraczały tzw. długości krytycznej płyty L_{kryt} .

Zaleca się, aby do nawierzchni dla kategorii KR1 – KR2 stosować klasę wytrzymałości C30/37, wytrzymałość na zginanie nie powinna być niższa niż 4.5 MPa, zaś wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu nie niższa niż 3.0 MPa. Dla podbudowy zasadniczej z mieszanek niezwiązanych należy zastosować zawartość ziaren przekruszonych lub łamanych $C_{50/30}$, $C_{90/3}$, wskaźnik CBR min. 60%. Grunt stabilizowany spoiwem na podbudowę zasadniczą powinien mieć klasę C3/4.

WNIOSKI

Katalog nawierzchni wychodzi naprzeciw inwestorom, projektantom i wykonawcom. Ułatwia dobór grubości konstrukcji nawierzchni oraz planowanie robót drogowych. Metoda „katalogowa” pozwala uniknąć przyjmowania nieekonomicznych i przypadkowych grubości warstw, umożliwi zmechanizowanie robót i wykorzystanie materiałów miejscowych do budowy nawierzchni. Należy pamiętać, że dopuszcza się indywidualne projektowanie konstrukcji nawierzchni oraz warstwy ulepszonego podłoża w sytuacjach nietypowych, pod warunkiem akceptacji przez zarządcę drogi.

W przypadku dróg gminnych przeznaczonych dla małego obciążenia ruchem należy pamiętać, aby przy zapewnieniu odpowiedniej nośności zachować właściwą odporność na wysadzinę, odwodnienie, odporność na czynniki klimatyczne. W przypadku płyt o małych grubościach nawierzchnia bardziej podatna jest na wpływy termiczne i dobowe zmiany temperatury.

Tab. 14. Wymagana grubość konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszonego podłoża ze względu na odporność na wysadzinę

Lp.	Kategoria obciążenia ruchem	Grupa nośności podłoża z gruntów wątpliwych i wysadzinowych		
		G2	G3	G4
1.	KR1	0,40 hz	0,50 hz	0,60 hz
2.	KR2	0,45 hz	0,55 hz	0,65 hz
3.	KR3	0,50 hz	0,60 hz	0,70 hz
4.	KR4	0,55 hz	0,65 hz	0,75 hz
5.	KR5	0,60 hz	0,70 hz	0,80 hz
6.	KR6 i KR7	0,65 hz	0,75 hz	0,85 hz

Niniejszy artykuł ma na celu przedstawienie w skrócie zaktualizowanej wersji katalogu. Do podstawowych zmian należy wprowadzenie nowych współczynników przeliczeniowych na osie standardowe, uporządkowanie i wprowadzenie nowej terminologii (w tym także dla warstw nawierzchni), uszczegółowienie wymagań dla warstw dolnych i górnych konstrukcji nawierzchni. Zwiększeniu uległy grubości warstw zarówno płyty betonowej jak i warstw podbudowy zasadniczej – zostały dostosowane do zwiększonego obciążenia oraz zmniejszonych wymagań co do nośności podłoża. Nowe, proponowane typowe konstrukcje nawierzchni sztywnych powinny zapewnić odpowiednie warunki eksploatacji i wymaganą trwałość dla dróg gminnych i zachęcić zarządców do ich wdrażania.

dr inż. Piotr Mackiewicz
prof. dr hab. inż. Antoni Szydło
Katedra Dróg i Lotnisk
Politechnika Wrocławska

Literatura

- 1 *Katalog typowych konstrukcji nawierzchni sztywnych, IBDiM, GDDP, Warszawa 2001*
- 2 *Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych, GDDKiA, Warszawa 2014*

