



*Konferencja naukowo - techniczna „Zachodniopomorskie seminarium drogowe”
Szczecin, 5 grudnia 2013 r.*

Nowy Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Pólsztynowych

dr inż. Stanisław Majer

dr inż. Jacek Czarnecki

Katedra Dróg, Mostów i Materiałów Budowlanych
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w
Szczecinie






**Generalna Dyrekcja
Dróg Krajowych i Autostrad**


POLITECHNIKA GDAŃSKA
Katedra Inżynierii Drogowej

KATALOG
TYPOWYCH KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI
PODATNYCH I PÓLSZTYWNYCH



wersja 11.03.2013

Gdańsk, 2012

**Nowy Katalog
Typowych Konstrukcji
Nawierzchni
Podatnych i
Półsztywnych** został
opracowany w
Katedrze Inżynierii
Drogowej Politechniki
Gdańskiej przez zespół
pod kierownictwem
prof. dr hab. inż. Józefa
Judyckiego





Wcześniejsze opracowania

- **Katalog typowych konstrukcji jezdni podatnych**, IBDiM, Ministerstwo Komunikacji, Centralny Zarząd Dróg Publicznych, Warszawa, Wydanie I, 1977; Wydanie II, 1983 - metoda doświadczalna projektowania nawierzchni PJ-IBD oraz polska wersja metody CBR;
- **Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych**, IBDiM, GDDKiA, Warszawa, 1997 - metoda mechanistyczno - empiryczna projektowania konstrukcji nawierzchni.





Weryfikacja Katalogu z 1997 r.

- wyeliminowanie jego niedostatków,
- dostosowanie Katalogu do obecnych technologii i materiałów.
- dostosowanie Katalogu do zwiększonego obciążenia dróg przez ruch drogowy,
- wprowadzenie zmian do obecnych sposobów wzmacniania podłoży drogowych,
- uściślenie oraz uaktualnienie obliczeń i wymiarowania konstrukcji podanych w Katalogu z 1997 r.





Kierunki weryfikacji Katalogu z 1997 r.

- studia zagranicznych katalogów i metod projektowania nawierzchni (niemieckiej, francuskiej, brytyjskiej, hiszpańskiej, austriackiej, amerykańskiej a także czeskiej, słowackiej i węgierskiej).
- nowe normy produkcji asfaltów,
- znaczny wzrost zastosowania asfaltów modyfikowanych i nowe normy jego produkcji,
- występująca tendencja stosowania twardych asfaltów do wyższych warstw nawierzchni,
- produkcja mieszanek mineralno-asfaltowych (MMA) według nowych norm i wytycznych,





Kierunki weryfikacji Katalogu z 1997 r.

- stosowanie nowych typów MMA, nie uwzględnionych w Katalogu z 1997 r. (np. mieszanki SMA, MMA do bardzo cienkich warstw asfaltowych BBTM, mieszanka mineralno-cementowo-emulsyjna MCE, asfalty porowate, mieszanki na gorąco z recyklingu),
- stosowanie technologii stabilizacji gruntów w grubych warstwach - nawet do 40 – 50 cm,
- wykonywanie warstw mrozochronnych i odsączających według zmienionych zasad,
- stosowanie nowych technologii wzmacniania słabych podłoży, jak np. materacy z geosyntetyków.





Zastosowanie nowego Katalogu

Katalog nie jest przeznaczony do projektowania konstrukcji nawierzchni dróg i ulic o bardzo małym ruchu, mniejszym od średniorocznego ruchu dobowego 4 osie 100 kN na dobę, czyli 30 000 osi 100 kN w okresie 20 lat eksploatacji. Należą do nich niektóre drogi, ulice i place wewnątrzsiedlowe w miastach, niektóre drogi wiejskie, drogi serwisowe i dojazdowe. Nawierzchnie takie mogą być cieńsze od podanych w tym Katalogu i powinny być projektowane indywidualnie lub na podstawie innych przepisów

Katalog został opracowany dla typowych warunków gruntowo-wodnych. W przypadku gruntów słabych (organicznych i ściśliwych) konieczne jest indywidualne projektowanie wzmocnienia podłoża gruntowego. Po zapewnieniu odpowiedniej nośności takiego podłoża, równomierności osiadań i ograniczeniu wielkości osiadań całkowitych, możliwe jest przyjęcie z Katalogu górnych warstw konstrukcji nawierzchni.





Podstawowe definicje w nowym Katalogu

Pojazd ciężki – pojazd, którego masa całkowita przekracza 3,5 t.

Równoważna oś standardowa – zastępcza oś pojedyncza o oponach pojedynczych i obciążeniu 100 kN.

Współczynnik przeliczeniowy pojazdów ciężkich – współczynnik uwzględniający stopień oddziaływania pojazdów ciężkich na nawierzchnię, wyrażony ekwiwalentnym obciążeniem nawierzchni równoważną osią standardową 100 kN przypadającą na jeden pojazd ciężki.

Ruch projektowy – sumaryczna liczba równoważnych osi standardowych 100 kN przypadająca na najbardziej obciążony pas ruchu w całym okresie projektowym.

Kategoria ruchu – jeden z przedziałów określających ruch projektowy od KR1 do KR7 w zależności od sumarycznej liczby osi równoważnych 100 kN w okresie projektowym.





Podstawowe definicje w nowym Katalogu

Podłoże gruntowe budowli ziemnej (nasypu lub wykopu) – strefa gruntu rodzimego poniżej spodu budowli ziemnej, której właściwości mają wpływ na projektowanie, wykonanie i eksploatację budowli ziemnej. Zakres badań oraz projektowanie budowli i podłoża budowli ziemnych określają odrębne przepisy. Niniejszy Katalog nie obejmuje zagadnień związanych z projektowaniem i posadowieniem budowli ziemnych.

Podłoże gruntowe nawierzchni – strefa gruntu rodzimego lub nasypowego poniżej spodu konstrukcji nawierzchni, której właściwości mają wpływ na projektowanie, wykonanie i eksploatację nawierzchni. Zakres i częstotliwość badań podłoża nawierzchni są uzależnione od złożoności warunków gruntowych i określają je odrębne przepisy.





Podstawowe definicje w nowym Katalogu

Konstrukcja nawierzchni lub nawierzchnia – zespół odpowiednio dobranych warstw, którego celem jest rozłożenie naprężeń od kół pojazdów na podłoże gruntowe nawierzchni oraz zapewnienie bezpieczeństwa i komfortu jazdy pojazdów. Konstrukcja nawierzchni spoczywa na podłożu gruntowym lub na warstwie ulepszanego podłoża. Określenia „konstrukcja nawierzchni” i „nawierzchnia” są równoznaczne i mogą być stosowane wymiennie.

Grubość konstrukcji nawierzchni – suma grubości warstw ścieralnej, wiążącej, podbudowy zasadniczej, podbudowy pomocniczej i warstwy mrozoochronnej. W skład grubości konstrukcji nawierzchni nie wchodzi warstwa ulepszanego podłoża.

Spód konstrukcji nawierzchni – spód jej najniższej warstwy, spoczywającej na podłożu gruntowym nawierzchni lub na warstwie ulepszanego podłoża.





Podstawowe definicje w nowym Katalogu

Konstrukcja nawierzchni podatnej – konstrukcja nawierzchni, w której warstwy ścieralna i wiążąca wykonane są z mieszanek mineralno-asfaltowych, a żadna z warstw podbudowy zasadniczej nie jest wykonana z materiałów związanych spoiwami hydraulicznymi.

Konstrukcja nawierzchni półsztywnej – konstrukcja nawierzchni, w której warstwy ścieralna i wiążąca wykonane są z mieszanek mineralno-asfaltowych, a przynajmniej jedna z warstw podbudowy zasadniczej wykonana jest z materiałów związanych spoiwami hydraulicznymi.

Trwałość zmęczeniowa konstrukcji nawierzchni – liczba równoważnych osi standardowych, jaką może przenieść konstrukcja nawierzchni do wystąpienia stanu krytycznego, określonego liczbą spękań zmęczeniowych lub głębokością kolein strukturalnych.





Podstawowe definicje w nowym Katalogu

Nośność konstrukcji nawierzchni – zdolność konstrukcji nawierzchni do przejmowania obciążeń od ruchu drogowego, mierzona ugięciem nawierzchni pod obciążeniem standardowym.

Spękania odbite – spękania, najczęściej poprzeczne, powstające w warstwach nawierzchni wykonanych z mieszanek mineralno-asfaltowych wskutek przemieszczeń w obrębie pęknięć istniejących w niżej leżących warstwach nawierzchni.

Warstwa przeciwspekaniowa – warstwa, której zadaniem jest rozproszenie naprężeń powstałych w wyniku spękania warstwy podbudowy związanej spoiwem hydraulicznym, a tym samym zminimalizowanie spękań odbitych.

Wymagania Krajowe – 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.





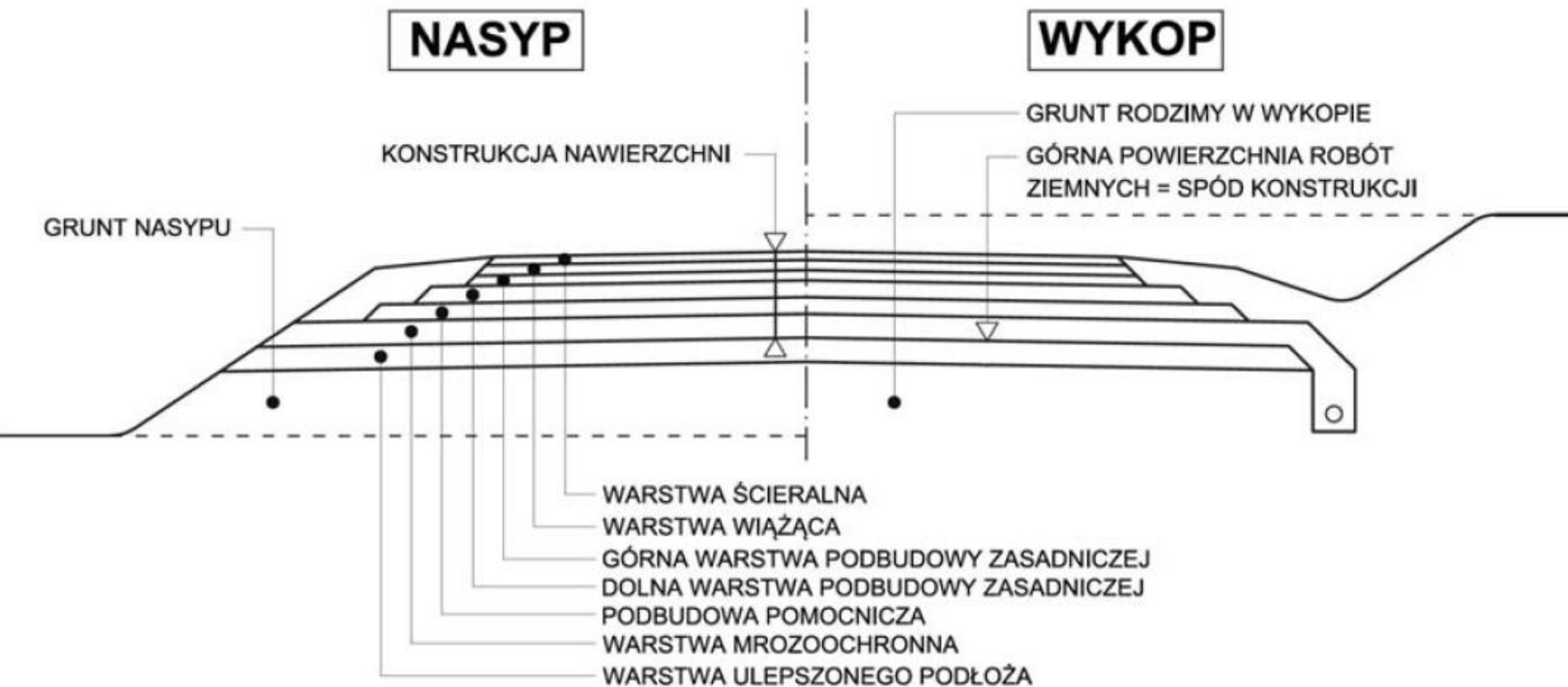
Warstwy konstrukcyjne

Konstrukcja nawierzchni (nawierzchnia)	Warstwy górne konstrukcji nawierzchni	Warstwa ścieralna	
		Warstwa wiążąca	
		Podbudowa zasadnicza	Górna warstwa podbudowy zasadniczej
			Dolna warstwa podbudowy zasadniczej
	Warstwy dolne konstrukcji nawierzchni	Podbudowa pomocnicza	
Warstwa mrozochronna			
Podłoże gruntowe nawierzchni	Warstwa ulepszanego podłoża		
	Grunt rodzimy w wykopie lub grunt nasypowy w nasypie, zakwalifikowany do jednej z grup nośności podłoża od G1 do G4.		





Warstwy konstrukcyjne





Warstwy konstrukcyjne

Warstwa ścieralna – wierzchnia warstwa konstrukcji nawierzchni poddana bezpośredniemu oddziaływaniu ruchu i czynników atmosferycznych. W przypadku konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych, podanych w niniejszym Katalogu, materiałami używanymi do wykonania warstwy ścieralnej są mieszanki mineralno-asfaltowe.

Warstwa wiążąca – warstwa znajdująca się pomiędzy warstwą ścieralną, a podbudową zasadniczą zapewniająca lepsze rozłożenie naprężeń od kół pojazdów i ich przekazywanie na podbudowę zasadniczą. Materiałami używanymi do wykonania warstwy wiążącej są mieszanki mineralno-asfaltowe.

Podbudowa zasadnicza – jedna lub dwie warstwy konstrukcji nawierzchni spełniająca podstawową funkcję w rozłożeniu naprężeń od kół pojazdów. Materiałami mogą być: beton asfaltowy, mieszanki niezwiązane lub związane spoiwem hydraulicznym, grunty stabilizowane spoiwem hydraulicznym, mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjne, mieszanki z asfaltem spienionym.





Warstwy konstrukcyjne

Podbudowa pomocnicza – warstwa tworząca platformę umożliwiającą prawidłowe wbudowanie podbudowy zasadniczej, a w czasie eksploatacji nawierzchni wspomagająca warstwy górne konstrukcji nawierzchni w rozłożeniu naprężeń od kół pojazdów oraz ochronę nawierzchni przed wysadzinami powodowanymi przez szkodliwe działanie mrozu. Materiałami do tej warstwy mogą być: mieszanki niezwiązane i związane spoiwami hydraulicznymi i grunty stabilizowane spoiwami hydraulicznymi.

Warstwa mrozochronna – warstwa, której głównym zadaniem jest ochrona nawierzchni przed wysadzinami powodowanymi przez szkodliwe działanie mrozu i zwiększenie nośności warstw dolnych konstrukcji nawierzchni. Materiałami do warstwy mrozochronnej mogą być: mieszanki niezwiązane i związane spoiwami hydraulicznymi, grunty niewysadzinowe, grunty stabilizowane spoiwami hydraulicznymi, grunty stabilizowane wapnem.





Warstwy konstrukcyjne

Warstwa ulepszanego podłoża – wierzchnia warstwa podłoża gruntowego nawierzchni ulepszona w celu:

- a) zwiększenia nośności gruntu rodzimego w wykopie lub gruntu w nasypie w czasie budowy i w czasie eksploatacji nawierzchni,
- b) ochrony gruntu rodzimego w wykopie lub gruntu w nasypie przed deformacjami (koleinami) powodowanymi przez ciężkie pojazdy i maszyny robocze w czasie budowy nawierzchni,
- c) właściwego wbudowania i zagęszczenia wyżej leżących warstw konstrukcji nawierzchni,
- d) zwiększenia odporności nawierzchni na powstawanie wysadzin.

Materiałami do wykonania tej warstwy mogą być: mieszanki niezwiązane, grunty rodzime w wykopie lub grunty w nasypie stabilizowane spoiwami hydraulicznymi lub wapnem, grunty niewysadzinowe.





Warstwy konstrukcyjne

Warstwa odsączająca – warstwa zapewniająca odprowadzenie wody przedostającej się do spodu nawierzchni. Rolę warstwy odsączającej w przypadkach określonych w punkcie 9.15 może pełnić jedna z warstw: warstwa mroзоochronna albo warstwa ulepszanego podłoża. Aby warstwy te mogły pełnić funkcję warstwy odsączającej muszą być wykonane z materiału ziarnistego (mieszanki niezwiązanej lub z gruntu niewysadzinowego) o odpowiednim uziarnieniu i o współczynniku filtracji $k \geq 8 \text{ m/dobę}$.

Warstwa odcinająca – warstwa separująca dolne warstwy konstrukcji nawierzchni lub warstwę ulepszanego podłoża, o ile wykonane są z materiału ziarnistego, od przenikania do nich drobnych cząstek ze spoistego podłoża gruntowego. Materiałami do wykonania warstwy odcinającej mogą być geotekstylia (geowłókniny i geotkaniny separacyjne) lub w ekonomicznie uzasadnionych przypadkach odpowiednio uziarniony piasek.





Procedura projektowania nawierzchni

- Zebranie danych wejściowych do projektowania: warunków geotechnicznych, obciążenia drogi ruchem i warunków klimatycznych.
- Przyjęcie długości okresu projektowego konstrukcji nawierzchni w zależności od klasy drogi.
- Obliczenie ruchu projektowego i wyznaczenie kategorii ruchu.
- Ustalenie warunków gruntowo-wodnych i grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni.
- Wybór typowego rozwiązania warstwy ulepszonego podłoża oraz dolnych warstw konstrukcji nawierzchni w zależności od kategorii ruchu oraz rodzaju materiałów przyjętych do poszczególnych warstw.
- Sprawdzenie potrzeby zastosowania warstwy odsączającej i w razie takiej potrzeby nadanie tej funkcji warstwie mrozochronnej lub warstwie ulepszonego podłoża.





Procedura projektowania nawierzchni

- Sprawdzenie potrzeby zastosowania warstwy odcinającej i ewentualne jej zaprojektowanie.
- Wybór typowego rozwiązania górnych warstw konstrukcji nawierzchni w zależności od projektowanego materiału podbudowy zasadniczej.
- Sprawdzenie warunku wymaganej odporności nawierzchni na wysadziny.
- W przypadku niespełnienia warunku wymaganej odporności nawierzchni na wysadziny odpowiednie zwiększenie grubości warstwy mrozoochronnej lub warstwy ulepszanego podłoża. Ponowne sprawdzenie warunku odporności nawierzchni na wysadziny.
- Przyjęcie rozwiązania przeciwdziałającego spękaniom odbitym w przypadku zastosowania nawierzchni półsztywnej.
- Określenie podstawowych wymagań materiałowych do wykonania poszczególnych warstw konstrukcji nawierzchni.





Dopuszczalne obciążenia osi

Dążąc do wdrażania prawa unijnego o dopuszczalnych obciążeniach osi i mas pojazdów w Polsce, w nowym Katalogu przyjęto **dopuszczalne obciążenia osi pojedynczych:**

- a) nawierzchnie autostrad, dróg ekspresowych i dróg krajowych: 115 kN,
- b) nawierzchnie pozostałych dróg: 100 kN lub 115 kN.

Równoważną oś standardową 100 kN przyjęto dla wszystkich dróg, niezależnie od tego, jakie jest dopuszczalne obciążenie osi pojedynczej na danej drodze (115 kN, 100 kN lub 80 kN).





Klasyfikacja ruchu projektowego

Kategoria ruchu	N_{100} - sumaryczna liczba równoważnych osi standardowych 100 kN w całym okresie projektowym [w milionach osi 100 kN na pas obliczeniowy]
1	2
KR1	$0,03 < N_{100} \leq 0,09$
KR2	$0,09 < N_{100} \leq 0,50$
KR3	$0,50 < N_{100} \leq 2,50$
KR4	$2,50 < N_{100} \leq 7,30$
KR5	$7,30 < N_{100} \leq 22,00$
KR6	$22,00 < N_{100} \leq 52,00$
KR7	$N_{100} > 52,00$





Kategoria ruchu dla parkingów

Lp.	Przeznaczenie nawierzchni i jej obciążenie	Kategoria ruchu
1	2	3
1.	Parkingi i drogi manewrowe przeznaczone do ruchu pojazdów ciężarowych i autobusów	KR4 ¹⁾
2.	Parkingi i drogi manewrowe stale używane przez samochody osobowe ze sporadycznym parkowaniem pojazdów ciężarowych lub autobusów	KR2
3.	Parkingi i drogi manewrowe używane wyłącznie przez samochody osobowe	KR1
Uwaga: 1) W przypadku sporadycznego parkowania można przyjąć kategorię ruchu KR3		





Kategoria ruchu dla zatok autobusowych

Kategorię ruchu zatok autobusowych należy przyjąć:

- a) jak do projektowania nawierzchni jezdni przyległej w obszarach pozamiejskich,
- b) indywidualnie w miastach.

Nawierzchnie zatok autobusowych poddane są obciążeniom długotrwałym, w związku z czym **należy zapewnić zwiększoną odporność mieszanek mineralno-asfaltowych na koleinowanie**. Przy bardzo dużym ruchu autobusów **zaleca się wykonanie nawierzchni zatok autobusowych z betonu cementowego, kostki betonowej lub kamiennej ułożonej na podbudowie o wysokiej nośności**.





Kategoria ruchu dla skrzyżowań i węzłów

Kategorię ruchu dla skrzyżowań należy dobierać jak do projektowania konstrukcji nawierzchni najbardziej obciążonego ruchem wlotu drogi

Kategorię ruchu na łącznicach węzłów drogowych należy przeprowadzić w oparciu o prognozowany ruch na każdej łącznicy z osobna. Jeżeli nie dysponuje się prognozą ruchu dla łącznic to należy przyjąć jedną kategorię ruchu niżej, niż do projektowania konstrukcji nawierzchni drogi głównej.

Kategorię ruchu i konstrukcję nawierzchni poboczy utwardzonych należy przyjąć tak samo jak dla jezdni.

Kategorię ruchu i konstrukcję nawierzchni dla pasów włączenia i wyłączenia na skrzyżowaniach i węzłach drogowych należy przyjąć taką samą jak dla pasów ruchu.

Kategorię ruchu i konstrukcję nawierzchni dla pasów awaryjnego postoju na autostradach i drogach ekspresowych należy przyjąć taką samą jak dla pasów ruchu.





Okres projektowy

Okres projektowy jest to okres od oddania nawierzchni do użytkowania do osiągnięcia stanu krytycznego, wymagającego przebudowy nawierzchni.

W okresie projektowym muszą być prowadzone roboty utrzymaniowe oraz mogą wystąpić remonty polegające na wymianie warstwy ścieralnej.

Okres projektowy wynosi:

- a) 30 lat w przypadku autostrad i dróg ekspresowych,
- b) 20 lat w przypadku pozostałych dróg.





Ruch pojazdów ciężkich

Pojazdy ciężkie dzieli się na trzy kategorie:

- a) C - samochody ciężarowe bez przyczep,
- b) C+P - samochody ciężarowe z przyczepami,
- c) A - autobusy.

W obliczeniach ruchu projektowego należy określić sumaryczny ruch pojazdów ciężkich w całym okresie projektowym, dla kategorii:

- a) N_C - sumaryczna liczba samochodów ciężarowych bez przyczep,
- b) N_{C+P} - sumaryczna liczba samochodów ciężarowych z przyczepami,
- c) N_A - sumaryczna liczba autobusów.

Sumaryczny ruch pojazdów ciężkich w danej kategorii określa się poprzez zsumowanie liczby pojazdów ciężkich w tej kategorii w kolejnych latach okresu projektowego. Natężenie ruchu pojazdów ciężkich ustala się na podstawie prognoz ruchu według przepisów odrębnych .





Liczba równoważnych osi standardowych

Ruch projektowy, czyli sumaryczną liczbę równoważnych osi standardowych 100 kN przypadającą na pas obliczeniowy w całym okresie projektowym oblicza się według wzoru:

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

gdzie:

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

N_C – sumaryczna liczba samochodów ciężarowych bez przyczep (C) w całym okresie projektowym, wg punktu 6.21,

N_{C+P} – sumaryczna liczba samochodów ciężarowych z przyczepami (C+P) w całym okresie projektowym, wg punktu 6.21,

N_A – sumaryczna liczba autobusów (A) w całym okresie projektowym, wg punktu 6.21,

r_C – współczynnik przeliczeniowy liczby samochodów ciężarowych bez przyczep (C) na liczbę osi standardowych 100 kN, wg tablicy 6.3,

r_{C+P} – współczynnik przeliczeniowy liczby samochodów ciężarowych z przyczepą (C+P) na liczbę osi standardowych 100 kN, wg tablicy 6.3,

r_A – współczynnik przeliczeniowy liczby autobusów (A) na liczbę osi standardowych 100 kN, wg tablicy 6.3,

f_1 – współczynnik obliczeniowego pasa ruchu, wg punktu 6.27 i tablicy 6.4,

f_2 – współczynnik szerokości pasa ruchu, wg punktu 6.28 i tablicy 6.5,

f_3 – współczynnik pochylenia niwelety, wg punktów 6.29-6.31 i tablicy 6.6.





Liczba równoważnych osi standardowych

Aktualizacja katalogu przez zespół prof. Judyckiego z PG
„Drogownictwo” 7-8/2011

Przyjęcie metody AASHTO1993 jako wyjściowej do obliczenia współczynników równoważności. Przy obliczeniu współczynnika równoważności do osi pojedynczej 100kN przyjmuje wartość 1,00 dla obciążenia:

- osi pojedynczej dla $Q = 100 \text{ kN}$,
- osi podwójnej dla $Q = 184,13 \text{ kN}$,
- dla osi potrójnej dla $Q = 263,36 \text{ kN}$.

Dla liczby strukturalnej $SN = 5,15$ (KR4) oraz $PSI = 2,5$ uzyskano współczynniki równoważności

– dla osi pojedynczej:

$$F_j = (Q_j / 100)^4$$

– dla osi podwójnej:

$$F_j = (Q_j / 184)^4$$

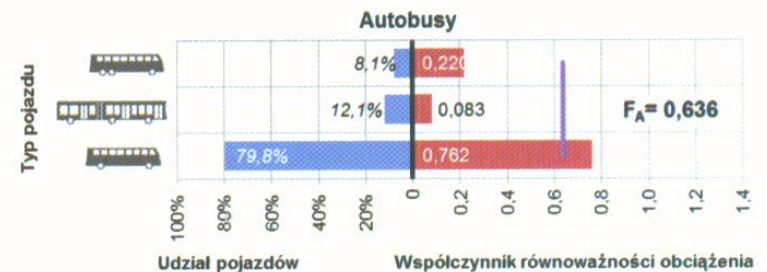
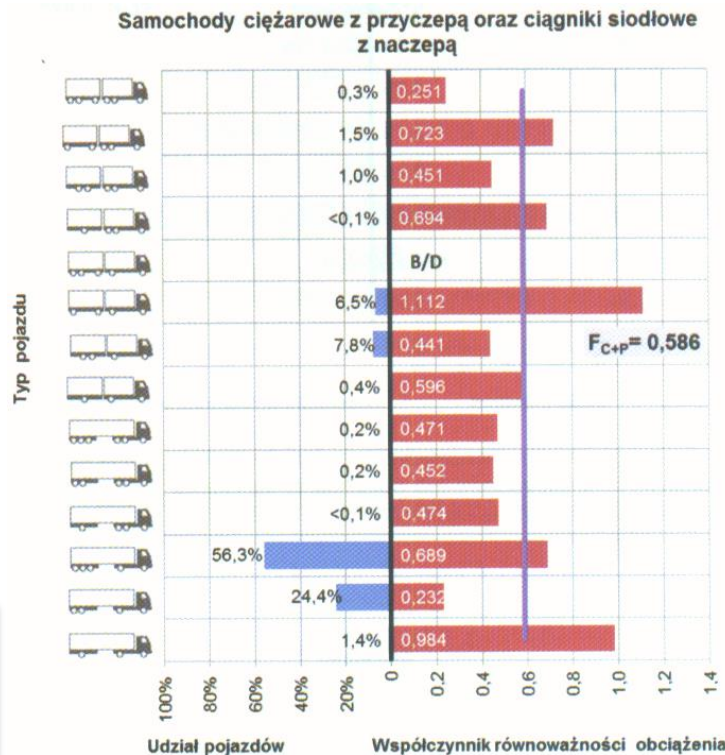
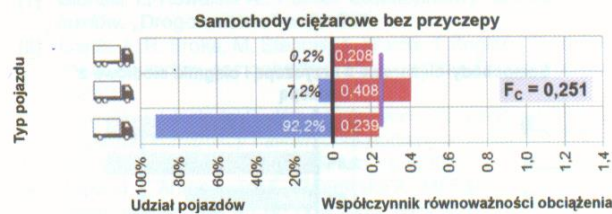
– dla osi potrójnej:

$$F_j = (Q_j / 263)^4$$

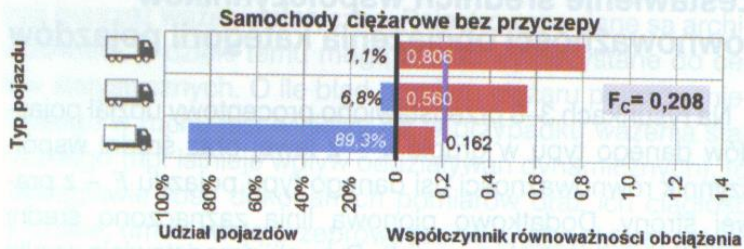


Liczba równoważnych osi standardowych

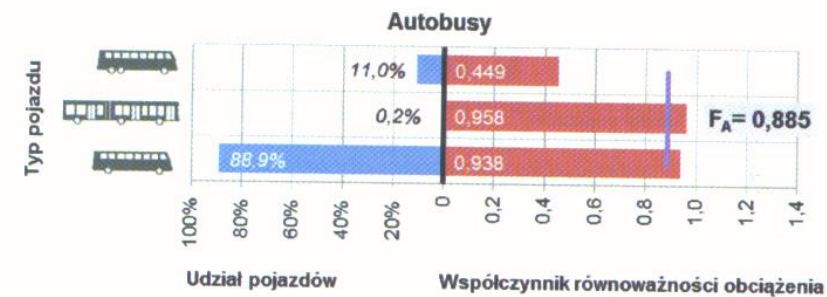
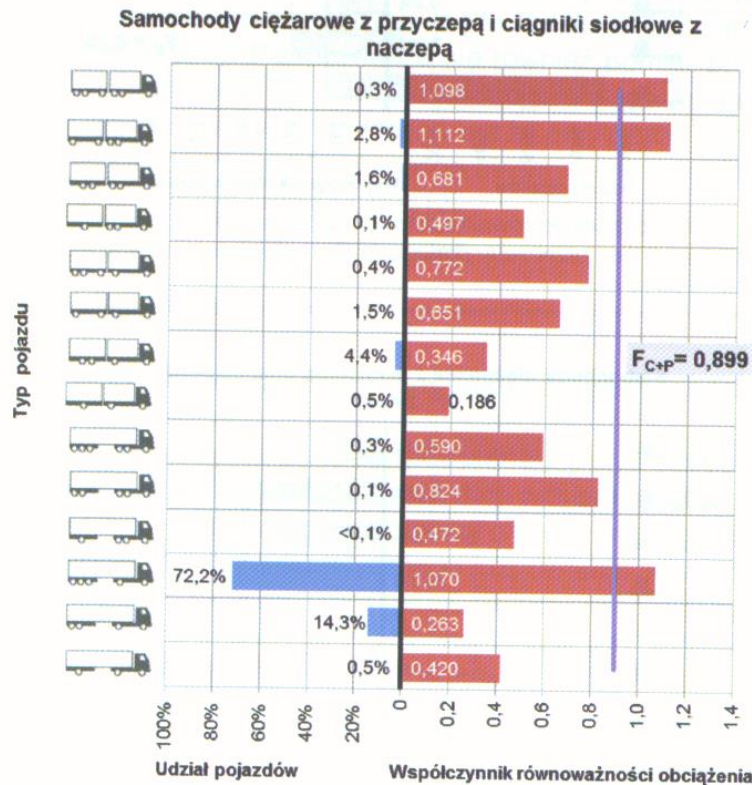
Stacja ważenia Byczyna DK11
odcinek między Kępnem a
Kluczborkiem II poł 2010 r.



Liczba równoważnych osi standardowych

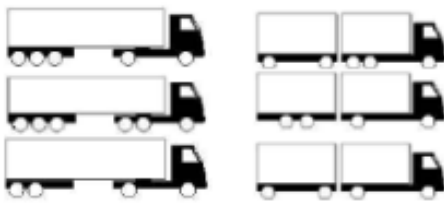


Stacja ważenia Wola Dębińska DK4 odcinek między Krakowem a Tarnowem cały 2010 rok





Współczynniki przeliczeniowe pojazdów

Lp.	Kategoria pojazdów	Przykładowe typy pojazdów	Rodzaj drogi			
			Autostrady i drogi ekspresowe	Drogi krajowe	Pozostałe drogi	
					Dopuszczalne obciążenie osi pojedynczej przyjęte do projektowania nawierzchni	
					115 kN	115 kN
1	2	3	4	5	6	7
1.	Samochody ciężarowe bez przyczep C		0,50	0,50 0,109	0,45	0,45
2.	Samochody ciężarowe z przyczepami C+P		1,95 1,95	1,80	1,70	1,60 1,245
3.	Autobusy A		1,25	1,20 0,594	1,15	1,05





Współczynniki przeliczeniowe pojazdów

Wyznaczanie kategorii obciążenia ruchem wg WZD Katowice
2010

Rodzaj pojazdu	Współczynniki przeliczeniowe na oś 100kN
samochód ciężarowy bez przyczepy N_1	$r_1 = 1,987$
pojazd członowy (samochód ciężarowy z przyczepa ciągnik siodłowy z przyczepą)	$r_2 = 3,927$
autobus	$r_3 = 2,927$





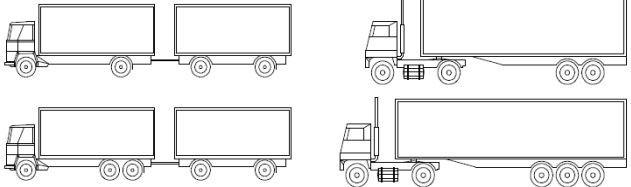
Współczynniki przeliczeniowe pojazdów

Praca Badawcza IBDiM nr TD-73 dla GDDKiA 2005

Wykorzystano wzór „francuski”

Zastosowano współczynnik oddziaływania dynamicznego
równy 1,2,

Korekta ze względu na koła bliźniacze – 0,74

Rodzaj pojazdu	Współczynnik przeliczeniowy
Samochody ciężarowe bez przyczep 	$r_1 = 1,2$
Samochody ciężarowe z przyczepami 	$r_2 = 2,5$
Autobusy 	$r_3 = 1,6$





Współczynnik obliczeniowego pasa ruchu

Obliczeniowy pas ruchu jest to pojedynczy, najbardziej obciążony przez pojazdy ciężkie pas ruchu projektowanej jezdni.

Współczynnik f_1 oznacza udział pojazdów ciężkich na pasie obliczeniowym.

Lp.	Liczba pasów ruchu w dwóch kierunkach ruchu lub w jednym kierunku ruchu	Współczynnik f_1	
		N_C, N_{C+P} i N_A określone w dwóch kierunkach ruchu	N_C, N_{C+P} i N_A określone w jednym kierunku ruchu
1	2	3	4
1.	1	1,00	1,00
2.	2	0,50	0,90
3.	3	0,50	0,70
4.	4	0,45	0,70
5.	5	0,45	0,70
6.	6 i więcej	0,35	0,70





Współczynnik szerokości pasa ruchu

Szerokość pasa ruchu wpływa na rozkład poprzeczny obciążeń na pasie ruchu. Przy węższych pasach ruchu obciążenia mocniej koncentrują się wzdłuż jednego śladu. Zjawisko to uwzględnia się w projektowaniu dobierając odpowiednio współczynnik szerokości pasa ruchu f_2 .

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





Współczynnik pochylenia niwelety

Na drogach, gdzie występują duże pochylenia niwelety, obciążenia nawierzchni wzrastają wskutek oddziaływania sił poziomych i zmniejszenia prędkości ruchu. Do obliczania ruchu projektowego należy wprowadzić współczynnik pochylenia niwelety f_3 , uwzględniający zwiększenie obciążenia na dużych pochyleniach niwelety (gdy wzniesienie lub spadek przekracza 6%).

Ze względu na zachowanie jednolitej konstrukcji nawierzchni i technologii robót, zaleca się na odcinku drogi o zróżnicowanych pochyleniach, przyjąć jedną kategorię ruchu. Należy uśrednić pochylenie podłużne i dla niego dobrać współczynnik f_3 .

Lp.	Pochylenie niwelety drogi (i)	Współczynnik f_3
1	2	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





Wymagania materiałowe i technologiczne

Zakres stosowania materiałów do poszczególnych warstw konstrukcji nawierzchni i ulepszanego podłoża w zależności od kategorii ruchu KR:

Lp.	Rodzaj warstwy:	Materiały						
		Mieszanki mineralno – asfaltowe	Mieszanki w technologii recyklingu na zimno	Mieszanki niezwiązane	Mieszanki związane spoiwami hydraulicznymi	Grunty stabilizowane spoiwami hydraulicznymi	Grunty stabilizowane wapnem	Grunty niewysadzinowe
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Warstwa ścieralna	KR1-KR7	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się
2.	Warstwa wiążąca	KR1-KR7	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się
3.	Podbudowa zasadnicza	KR1-KR7	KR1-KR4	KR1-KR7	KR1-KR7	KR1-KR2	Nie stosuje się	Nie stosuje się
4.	Podbudowa pomocnicza	Nie stosuje się	Nie stosuje się	KR3-KR7	KR3-KR7	KR3-KR4	Nie stosuje się	Nie stosuje się
5.	Warstwa mrozoochronna	Nie stosuje się	Nie stosuje się	KR1-KR7	KR1-KR4	KR1-KR4	KR1-KR2	KR1-KR7
6.	Warstwa ulepszanego podłoża	Nie stosuje się	Nie stosuje się	KR1-KR7	Nie stosuje się	KR1-KR7	KR1-KR7	KR1-KR7

Uwaga: 1. Określenie „nie stosuje się” oznacza, że materiał ten nie występuje w rozwiązaniach zaproponowanych w *Katalogu* dla danej warstwy.
2. W tablicy podano kategorie ruchu, dla których występują rozwiązania zaproponowane w *Katalogu*.





Wymagania materiałowe i technologiczne

Zakres stosowania mieszanek mineralno-asfaltowych:

Lp. 1	Rodzaj warstwy: 2	Rodzaj mieszanki mineralno-asfaltowej				
		3	4	5	6	7
1.	Warstwa ścieralna	SMA	AC	PA ¹⁾	MA	BBTM
2.	Warstwa wiążąca	-	AC	-	-	-
3.	Podbudowa zasadnicza	-	AC	-	-	-
4.	Wymagania normatywne	Wymagania Krajowe przenoszące zapisy PN-EN 13108-5	Wymagania Krajowe przenoszące zapisy PN-EN 13108-1	Wymagania Krajowe przenoszące zapisy PN-EN 13108-7	Wymagania Krajowe przenoszące zapisy PN-EN 13108-6	Wymagania Krajowe przenoszące zapisy PN-EN 13108-2

Uwaga: 1. Warstwa ścieralna z asfaltu drenażowego (PA) może być wykonana w układzie dwuwarstwowym.





Wymagania materiałowe i technologiczne

Zakres stosowania i wymagania dotyczące mieszanek **niezwiązanych** do warstw konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszonego podłoża:

Lp.	Właściwości		Wymagania wobec mieszanek niezwiązanych do zastosowania w warstwie							
			Podbudowa zasadnicza			Podbudowa pomocnicza		Warstwa mrozochronna		Warstwa ulepszonego podłoża
			KR1-KR2	KR3-KR4	KR5-KR7	KR1-KR2	KR3-KR7	KR1-KR2	KR3-KR7	KR1-KR7
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Uziarnienie		0/31,5; 0/45; 0/63			Warstwa podbudowy pomocniczej nie występuje w rozwiązaniach zaproponowanych w Katalogu dla kategorii ruchu KR1-KR2.	0/31,5; 0/45; 0/63	od 0/8 do 0/63		od 0/8 do 0/63
2.	Zawartość ziaren przekruszonych lub łamanych		C _{90/3} C _{50/30} C _{NR}	C _{90/3} C _{50/30}	C _{90/3}		C _{NR}	C _{NR}		C _{NR}
3.	Maksymalna zawartość pyłów w warstwie:	w typowych zastosowaniach	UF ₉				UF ₁₂	UF ₁₅		UF ₁₅
		gdy pełni rolę warstwy odsączającej	Nie dotyczy				Nie dotyczy	UF ₆		UF ₆
4.	Odporność na rozdrabnianie		LA ₃₅				LA ₄₀	LA _{NR}		LA _{NR}
5.	Wskaźnik piaskowy, SE, co najmniej, %		45				40	40		35
6.	Mrozoodporność		F ₄				F ₇	F ₁₀		F ₁₀
7.	Wskaźnik CBR, co najmniej %		60	80			60	25	35	20
8.	Współczynnik filtracji k warstwy, co najmniej:	w typowych zastosowaniach	Nie dotyczy				Nie dotyczy	Brak wymagań		Brak wymagań
		gdy pełni rolę warstwy odsączającej	Nie dotyczy				Nie dotyczy	0,0093 cm/s, (8 m/dobę)		0,0093 cm/s, (8 m/dobę)





Wymagania materiałowe i technologiczne

Zakres stosowania i podstawowe wymagania dotyczące mieszanek **związanych** spoiwami hydraulicznymi:

Lp.	Rodzaj warstwy	Mieszanki związane spoiwami hydraulicznymi							
		Podbudowa zasadnicza			Podbudowa pomocnicza			Warstwa mrozoochronna	Warstwa ulepszonego podłoża
		KR1-KR2	KR3-KR4	KR5-KR7	KR1-KR2	KR3-KR4	KR5-KR7	KR1-KR4	KR1-KR7
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Mieszanki związane cementem wg PN-EN 14227-1	C3/4 ≤ 6,0 MPa	C5/6 ≤ 10,0 MPa	C8/10 ≤ 20 MPa	Warstwa podbudowy pomocniczej nie występuje w rozwiązaniach zaproponowanych w Katalogu dla kategorii ruchu KR1-KR2.	C3/4 ≤ 6,0 MPa	C5/6 ≤ 10 MPa	C1,5/2 ≤ 4,0 MPa	Nie stosuje się
2.	Mieszanki związane żużlem wg PN-EN 14227-2	Typ A1, A2, A3, B1, B2: CBR50/50; Typ B4: C3/4	Typ B4: C6/8	Nie stosuje się		Typ A1, A2, A3, B1, B2: CBR50/50; Typ B4: C3/4	Nie stosuje się	Typ A1, A2, A3, B1, B2: CBR50/25; Typ B4: C1,5/2	Nie stosuje się
3.	Mieszanki związane popiołem lotnym wg PN-EN 14227-3 i PN-EN 14227-4	Typ 1 i 2: C3/4 ≤ 8,0 MPa; Typ 4: R _c ≥ 4 MPa	Typ 1 i 2: C6/8 ≤ 12,0 MPa; Typ 4: R _c ≥ 8 MPa	Typ 1 i 2: C9/12 ≤ 16 MPa; Typ 4: R _c ≥ 12 MPa		Typ 1, 2 i 5: C3/4 ≤ 12,0 MPa; Typ 4: R _c ≥ 4 MPa	Typ 1, 2 i 5: C6/8 ≤ 16,0 MPa; Typ 4: R _c ≥ 8 MPa	Typ 1, 2 i 5: C1,5/2 ≤ 4,0 MPa; Typ 4: R _c ≥ 0,5 MPa	Nie stosuje się
4.	Mieszanki związane spoiwem drogowym wg PN-EN 14227-5	Typ 1 i 2: C3/4 ≤ 8,0 MPa; Typ 4: R _c ≥ 4 MPa	Typ 1 i 2: C6/8 ≤ 12,0 MPa; Typ 4: R _c ≥ 8 MPa	Typ 1 i 2: C9/12 ≤ 16 MPa; Typ 4: R _c ≥ 12 MPa		Typ 1 i 2: C3/4 ≤ 12,0 MPa; Typ 4: R _c ≥ 4 MPa	Typ 1 i 2: C6/8 ≤ 16,0 MPa; Typ 4: R _c ≥ 8 MPa	Typ 1 i 2: C1,5/2 ≤ 4,0 MPa; Typ 4: R _c ≥ 0,5 MPa	Nie stosuje się

Uwaga: Określenie „nie stosuje się” oznacza, że materiał ten nie występuje w rozwiązaniach zaproponowanych w *Katalogu* dla danej warstwy.





Wymagania materiałowe i technologiczne

Zakres stosowania i podstawowe wymagania dotyczące **gruntów stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi lub wapnem** do warstw konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszonego podłoża:

Lp.	Rodzaj warstwy	Grunty stabilizowane spoiwem hydraulicznym lub wapnem							
		Podbudowa zasadnicza		Podbudowa pomocnicza			Warstwa mrozochronna		Warstwa ulepszonego podłoża
		KR1-KR2	KR3-KR7	KR1-KR2	KR3-KR4	KR5-KR7	KR1-KR2	KR3-KR4	KR1-KR7
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Grunty stabilizowane cementem wg PN-EN 14227-10	C3/4 ≤ 6,0 MPa	Nie stosuje się	Warstwa podbudowy pomocniczej nie występuje w rozwiązaniach zaproponowanych w Katalogu dla kategorii ruchu KR1-KR2	C3/4 ≤ 6,0 MPa	Nie stosuje się	C1,5/2 ≤ 4,0 MPa	C1,5/2 ≤ 4,0 MPa	C0,4/0,5 ≤ 2,0 MPa
2.	Grunty stabilizowane wapnem wg PN-EN 14227-11	Nie stosuje się	Nie stosuje się		Nie stosuje się	Nie stosuje się	R _c 1,0	Nie stosuje się	R _c 0,5
3.	Grunty stabilizowane żużlem wg PN-EN 14227-12	C3/4 ≤ 6,0 MPa	Nie stosuje się		C3/4 ≤ 6,0 MPa	Nie stosuje się	C1,5/2 ≤ 4,0 MPa	C1,5/2 ≤ 4,0 MPa	C0,4/0,5 ≤ 2,0 MPa
4.	Grunty stabilizowane spoiwem drogowym wg PN-EN 14227-13	C3/4 ≤ 6,0 MPa	Nie stosuje się		C3/4 ≤ 6,0 MPa	Nie stosuje się	C1,5/2 ≤ 4,0 MPa	C1,5/2 ≤ 4,0 MPa	C0,4/0,5 ≤ 2,0 MPa
5.	Grunty stabilizowane popiołami lotnymi wg PN-EN 14227-14	C3/4 ≤ 6,0 MPa	Nie stosuje się		C3/4 ≤ 6,0 MPa	Nie stosuje się	C1,5/2 ≤ 4,0 MPa	C1,5/2 ≤ 4,0 MPa	C0,4/0,5 ≤ 2,0 MPa

Uwaga: Określenie „nie stosuje się” oznacza, że materiał ten nie występuje w rozwiązaniach zaproponowanych w *Katalogu* dla danej warstwy.





Wymagania materiałowe i technologiczne

Zakres stosowania i wymagania dotyczące **gruntów niewysadzinowych (naturalnych lub antropogenicznych)**:

Lp.	Właściwości		Wymagania wobec gruntów niewysadzinowych (naturalnych lub antropogenicznych) do zastosowania w warstwie					
			Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Warstwa mrozochronna		Warstwa ulepszonego podłoża	
					KR1-KR7	KR1-KR7	KR1-KR2	KR3-KR7
1	2		3	4	5	6	7	8
1.	Zawartość ziaren większych od 5,6 mm, co najmniej %		Nie stosuje się	Nie stosuje się	Brak wymagań	10	Brak wymagań	
2.	Zawartość ziaren większych od 2 mm, co najmniej %				10	20	Brak wymagań	5
3.	Maksymalna zawartość cząstek przechodzących przez sito 0,063 mm w warstwie, %:	w typowych zastosowaniach			15	15	15	
		gdy pełni rolę warstwy odsączającej			6	6	6	
4.	Wskaźnik CBR, co najmniej %				25	35	20	
5.	Współczynnik filtracji k warstwy, co najmniej:	w typowych zastosowaniach			Brak wymagań	Brak wymagań	Brak wymagań	
		gdy pełni rolę warstwy odsączającej			0,0093 cm/s, (8 m/dobę)	0,0093 cm/s, (8 m/dobę)	0,0093 cm/s, (8 m/dobę)	

Uwaga: Określenie „nie stosuje się” oznacza, że materiał ten nie występuje w rozwiązaniach zaproponowanych w *Katalogu* dla danej warstwy.



Wymagania materiałowe i technologiczne

Typowym sposobem na minimalizację spękań odbitych w nawierzchniach z zastosowaniem podbudów związanych spoiwem hydraulicznym jest wykonywanie szczelin (rowków lub nacięć) wymuszających miejsce wystąpienia spękań skurczowych w warstwie związanej spoiwem.

Zalecane odstępy pomiędzy szczelinami poprzecznymi w podbudowie z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym

Lp.	Grubość warstw asfaltowych nad podbudową związaną spoiwem hydraulicznym	Odstępy pomiędzy szczelinami		
		Podbudowa z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym lub z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym		
		C3/4	C5/6	C8/10
1	2	3	4	5
1.	>14 cm	3,0 m	3,0 m	4,0 m
2.	≤14 cm	2,5 m	2,5 m	2,5 m





Określenie warunków gruntowo-wodnych

Klasyfikacja warunków wodnych:

- a) warunki wodne dobre,
- b) warunki wodne przeciętne,
- c) warunki wodne złe.

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	2	3	4	5	6
1.	Wykopy ≤ 1 m	a	złe	przeciętne	przeciętne
		b	złe	przeciętne	dobre
2.	Nasypy ≤ 1 m	a	złe	przeciętne	przeciętne
		b	przeciętne	przeciętne	dobre
3.	Wykopy > 1 m	a	złe	przeciętne	przeciętne
		b	złe	przeciętne	dobre
4.	Nasypy > 1 m	a	złe	przeciętne	dobre
		b	przeciętne	dobre	dobre

a – pobocza nieutwardzone,

b – pobocza utwardzone i szczelne oraz dobre odprowadzenie wód powierzchniowych





Określenie warunków gruntowych

Lp.	Wyszczególnienie właściwości	Grupy gruntów		
		Niewysadzinowe	Wątpliwe	Wysadzinowe
1	2	3	4	5
1.	Rodzaj gruntu wg PN-B-02480 ¹⁾	• Rumosz niegliniasty (KR) • Żwir (Ż) • Pospółka (Po) • Piasek gruby (Pr) • Piasek średni (Ps) • Piasek drobny (Pd) • Żużel nierozpadowy	• Piasek pylasty (Pπ) • Zwiaterzina gliniasta (KWg) • Rumosz gliniasty (KRg) • Żwir gliniasty (Żg) • Pospółka gliniasta (Pog)	<u>Grunty mało wysadzinowe:</u> • Gлина piaszczysta zwięzła (Gpz) • Gлина zwięzła (Gz) • ІІ (І) • ІІ piaszczysty (Іp) • ІІ pylasty (Іπ) <u>Grunty bardzo wysadzinowe</u> • Piasek gliniasty (Pg) • Pył piaszczysty (πp) • Pył (π) • Gлина piaszczysta (Gp) • Gлина (G) • Gлина pylasta (Gπ) • ІІ warwowy
2.	Zawartość cząstek, wg PKN-CEN ISO/TS 17892-4, [%] ≤ 0,063 mm ≤ 0,02 mm	< 15 < 3	od 15 do 30 od 3 do 10	> 30 > 10
3.	Wskaźnik piaskowy wg BN-64/8931-01 ¹⁾ [%]	> 35	od 25 do 35	< 25

Uwaga: 1) Do chwili ustalenia kryteriów zgodnych z normami PN-EN należy stosować dotychczasowe normy i kryteria.





Grupa nośności podłoża gruntowego nawierzchni

Przyjęto cztery grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni: G1, G2, G3 i G4. Klasyfikacja podłoża do danej grupy nośności powinna być przeprowadzona według dwóch sposobów:

- a) według wartości wskaźnika nośności CBR,
- b) według wysadzinowości gruntu i warunków wodnych.

Jeżeli wyniki klasyfikacji podłoża gruntowego nawierzchni według tych dwóch sposobów są różne to **do projektowania należy przyjąć gorszą grupę nośności podłoża gruntowego.**





Grupa nośności podłoża gruntowego nawierzchni

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	2	3	4
1.	G1	$CBR \geq 10$	$E_2 \geq 80$
2.	G2	$5 \leq CBR < 10$	$50 \leq E_2 < 80$
3.	G3	$3 \leq CBR < 5$	$35 \leq E_2 < 50$
4.	G4	$2 \leq CBR < 3$	$25 \leq E_2 < 35$

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

Grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni w zależności od wysadzinowości gruntu i warunków wodnych:

Lp.	Rodzaj gruntu podłoża nawierzchni wg tablicy 8.2	Grupa nośności podłoża gruntowego nawierzchni, gdy warunki wodne są:		
		dobrze	przeciętne	złe
1	2	3	4	5
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





Projektowanie ulepszanego podłoża i dolnych warstw konstrukcji nawierzchni

Dolne warstwy konstrukcji nawierzchni (warstwa mrozochronna i warstwa podbudowy pomocniczej) oraz warstwa ulepszanego podłoża (o ile jest konieczna) zapewniają wymaganą nośność na poziomie spodu górnych warstw konstrukcji nawierzchni, odporność konstrukcji nawierzchni na powstawanie wysadzin oraz odwodnienie wgłębne. **Wymagany poziom nośności** musi być zapewniony w czasie budowy drogi oraz w całym okresie eksploatacji nawierzchni.

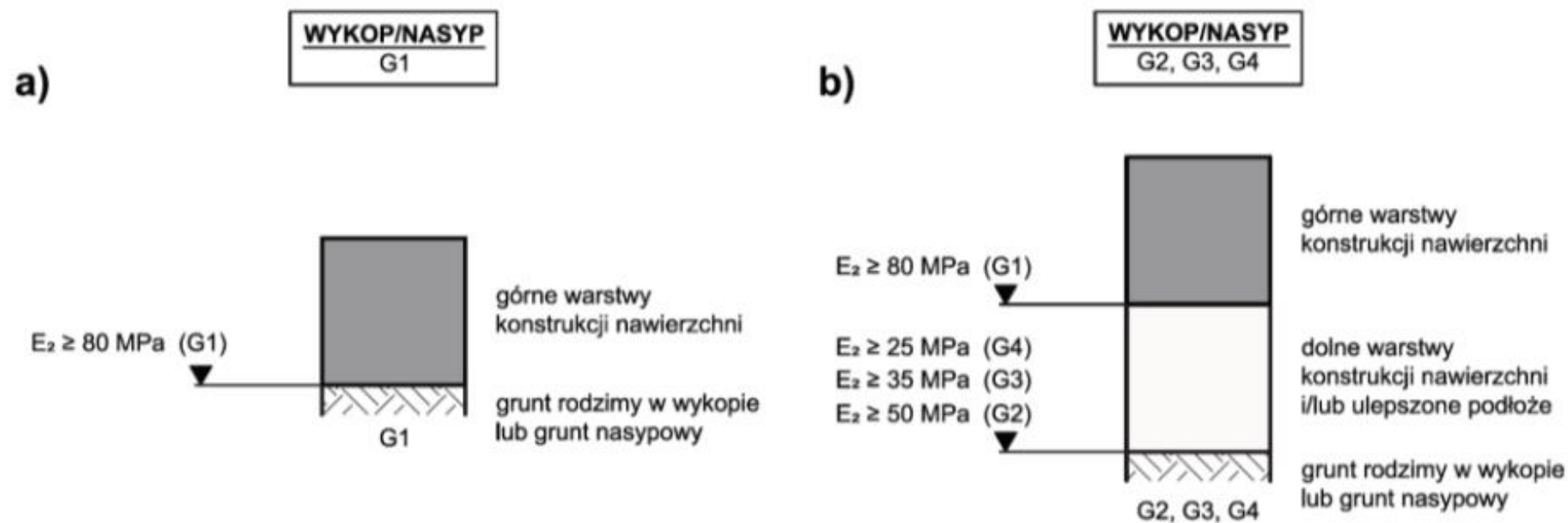




Projektowanie ulepszanego podłoża i dolnych warstw konstrukcji nawierzchni

Układ warstw konstrukcji nawierzchni dla kategorii ruchu KR1-KR2 w wykopie i w nasypie oraz wymagane wartości wtórnych modułów odkształcenia na powierzchni warstw:

KR1-KR2

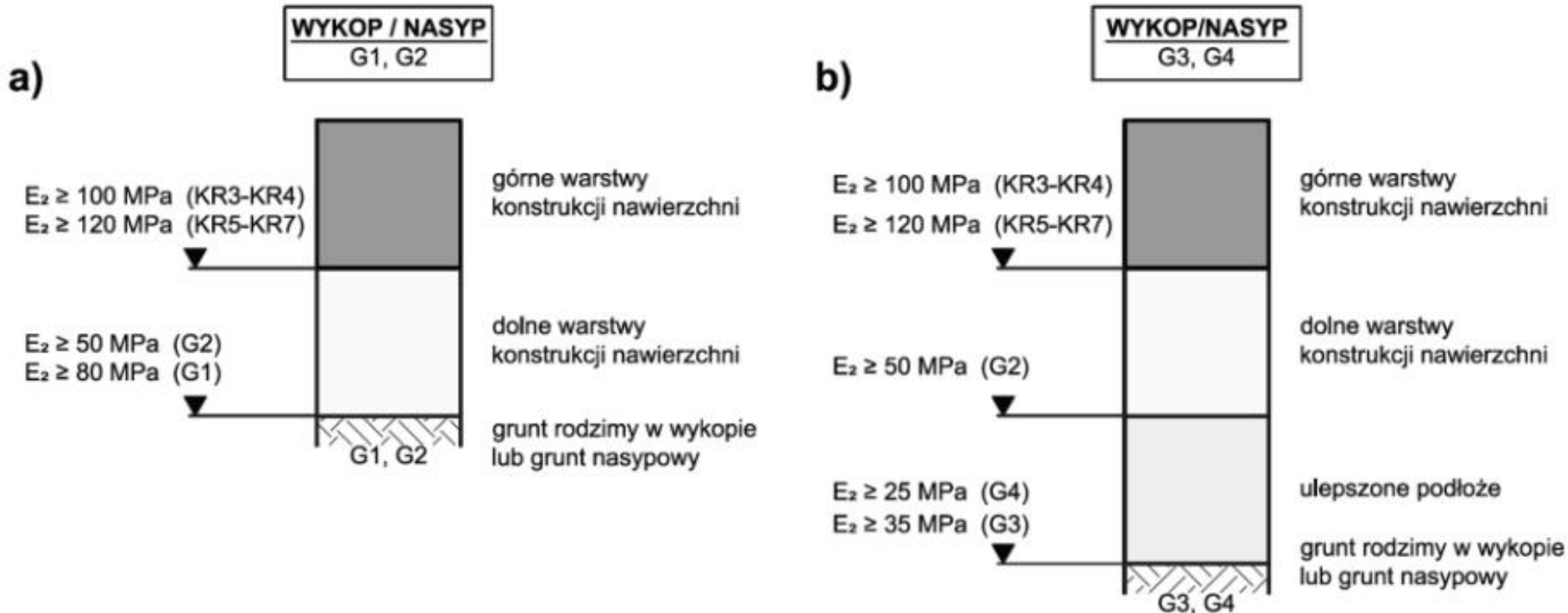




Projektowanie ulepszzonego podłoża i dolnych warstw konstrukcji nawierzchni

układu warstw konstrukcji nawierzchni dla kategorii ruchu KR3-KR7 w wykopie i w nasypie oraz wymagane wartości wtórnych modułów odkształcenia na powierzchni warstw:

KR3-KR7





Projektowanie ulepszanego podłoża i dolnych warstw konstrukcji nawierzchni

W przypadku kategorii ruchu **KR3-KR7** przyjęto, że **nośność podłoża gruntowego** na poziomie spodu konstrukcji nawierzchni musi wynosić co najmniej 50 MPa. Jeżeli nośność podłoża gruntowego nawierzchni jest mniejsza od $E_2=50$ MPa to należy wykonać warstwę ulepszanego podłoża.

W przypadku kategorii ruchu **KR3-KR4** dolne warstwy konstrukcji nawierzchni mają za zadanie zapewnić osiągnięcie nośności $E_2 \geq 100$ MPa, a w przypadku kategorii ruchu KR5-KR7 nośności $E_2 \geq 120$ MPa.

W przypadku kategorii ruchu **KR1 lub KR2** warstwa ulepszanego podłoża oraz dolne warstwy konstrukcji nawierzchni, zaprojektowane łącznie, powinny zapewniać uzyskanie nośności $E_2 \geq 80$ MPa.





Projektowanie ulepszanego podłoża i dolnych warstw konstrukcji nawierzchni

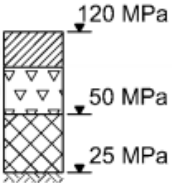
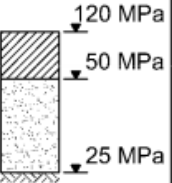
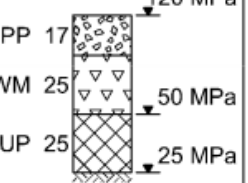
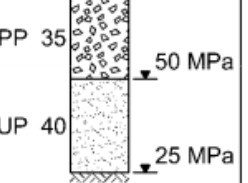
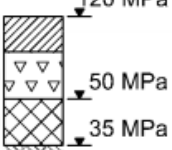
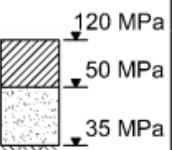
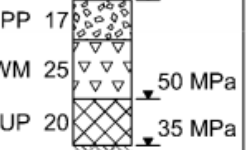
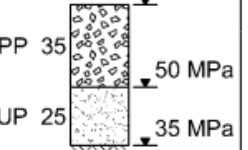
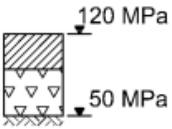
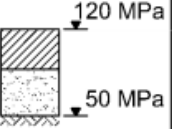
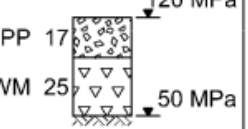
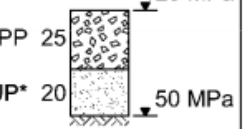
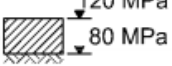
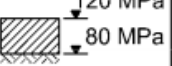
Wymagana nośność na powierzchni dolnych warstw konstrukcji nawierzchni w zależności od kategorii ruchu:

Lp.	Kategoria ruchu	Wymagana nośność na powierzchni dolnych warstw konstrukcji nawierzchni
1	2	3
1.	KR1-KR2	$E_2 \geq 80 \text{ MPa}$
2.	KR3-KR4	$E_2 \geq 100 \text{ MPa}$
3.	KR5-KR7	$E_2 \geq 120 \text{ MPa}$





Typowe rozwiązania dolnych warstw konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszonego podłoża w przypadku kategorii ruchu KR5, KR6 i KR7 ($E_2 \geq 120$ MPa)

		TYP 1	TYP 2	TYP 3	TYP 4
GRUPA NOŚNOŚCI PODŁOŻA	G4				
	G3				
	G2				
	G1				

LEGENDA:

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

WUP* W przypadku typów 2 i 4 dla grupy nośności G2 WUP celowo przyjęta nad warstwą o nośności 50 MPa ze względu na ujednolicenie technologii z konstrukcjami podanymi w przypadku G3 i G4

UWAGA:

- 1) Wymagania materiałowe według rozdziału 7
- 2) Zasady wykonania warstw według rozdziału 9
- 3) Grubości warstw "h" podano w [cm]

 podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym;

 podbudowa pomocnicza z mieszanki niezwiązanej o CBR $\geq 60\%$;

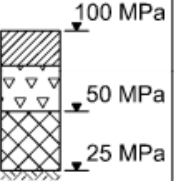
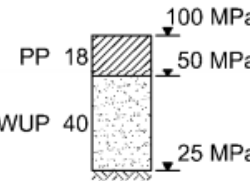
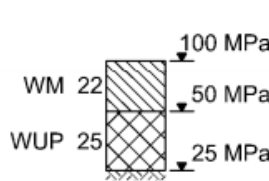
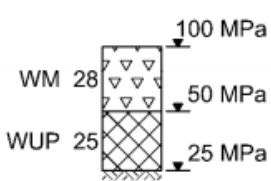
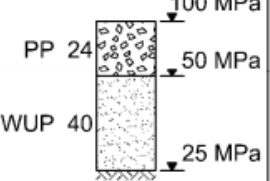
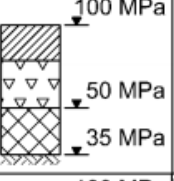
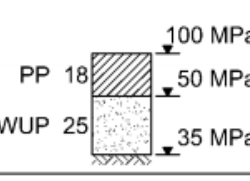
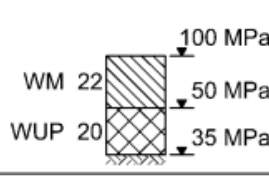
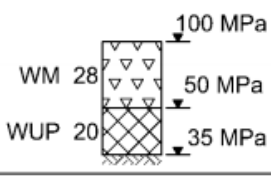
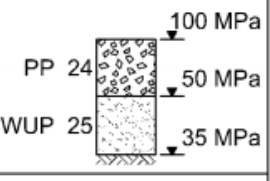
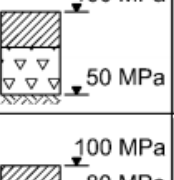
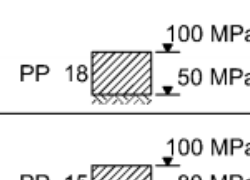
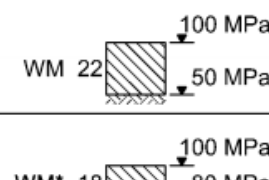
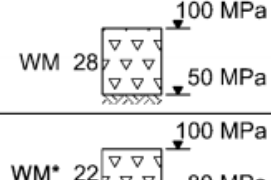
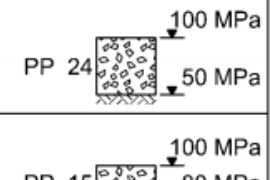
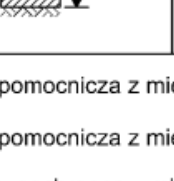
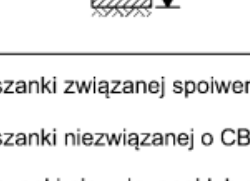
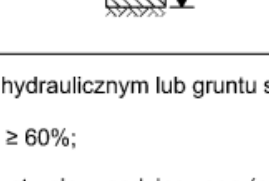
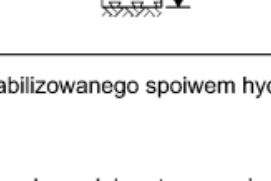
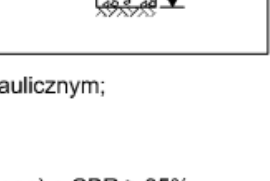
 warstwa mrozoochronna z mieszanki niezwiązanej lub gruntu niewysadzinowego (naturalnego lub antropogenicznego) o CBR $\geq 35\%$;
o ile to konieczne warstwa mrozoochronna pełni funkcję warstwy odsączającej o $k \geq 8$ m/dobę;

 warstwa ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem;

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



Typowe rozwiązania dolnych warstw konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszonego podłoża w przypadku kategorii ruchu KR3 i KR4 ($E_2 \geq 100$ MPa)

		TYP 5	TYP 6	TYP 7 (nie stosuje się, gdy wymagana jest warstwa odsączająca)	TYP 8	TYP 9	LEGENDA:
GRUPA NOŚNOŚCI PODŁOŻA	G4						PP - podbudowa pomocnicza WM - warstwa mrozochronna WUP - warstwa ulepszonego podłoża ▼ - wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2 WM* Warstwa mrozochronna w typach 7 i 8 dla grupy nośności G1 została zastosowana tylko w celu zwiększenia nośności i w tym przypadku nie pełni roli przeciwdziałania wysadzinom. Jej zastosowanie ma na celu ujednolicenie technologii z konstrukcjami podanymi w typach 7 i 8 dla grup nośności G4, G3 i G2. UWAGA: 1) Wymagania materiałowe według rozdziału 7 2) Zasady wykonania warstw według rozdziału 9 3) Grubości warstw "h" podano w [cm]
	G3						
	G2						
	G1						



podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym lub gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym;



podbudowa pomocnicza z mieszanki niezwiązanej o CBR $\geq 60\%$;



warstwa mrozochronna z mieszanki niezwiązanej lub gruntu niewysadzinowego (naturalnego lub antropogenicznego) o CBR $\geq 35\%$; o ile to konieczne warstwa mrozochronna pełni funkcję warstwy odsączającej o $k \geq 8$ m/dobę;



warstwa mrozochronna z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym lub gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym;



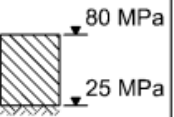
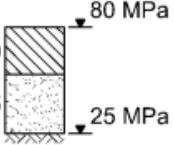
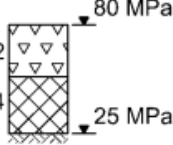
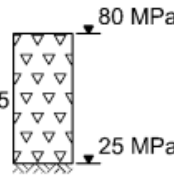
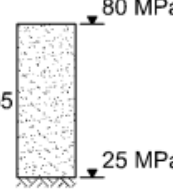
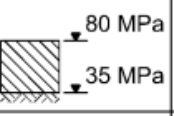
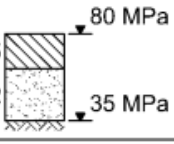
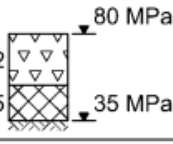
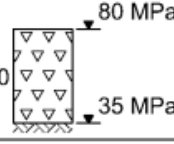
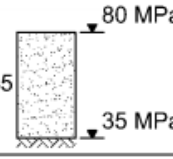
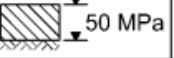
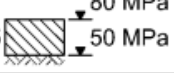
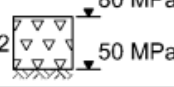
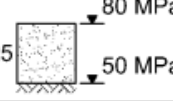
warstwa ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem;



warstwa ulepszonego podłoża z mieszanki niezwiązanej lub z 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;



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

		TYP 10 (nie stosuje się, gdy wymagana jest warstwa odsączająca)	TYP 11	TYP 12	TYP 13	TYP 14	LEGENDA:
GRUPA NOŚNOŚCI PODŁOŻA	G4						PP - podbudowa pomocnicza WM - warstwa mrozochronna WUP - warstwa ulepszonego podłoża — - wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2 UWAGA: 1) Wymagania materiałowe według rozdziału 7 2) Zasady wykonania warstw według rozdziału 9 3) Grubości warstw "h" podano w [cm]
	G3						
	G2						
	G1	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	



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 z 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;



Sprawdzenie wymaganej odporności nawierzchni na wysadziny

W przypadku występowania w podłożu gruntowym nawierzchni gruntów wysadzinowych lub wątpliwych należy sprawdzić, czy całkowita grubość wszystkich warstw nawierzchni i warstwy ulepszonego podłoża, nie jest mniejsza od określonej z zastosowaniem tablicy z wartościami h_z (głębokością przemarzania gruntów w rejonie projektowanej drogi).

Wartość h_z należy przyjmować na podstawie mapy podziału Polski na strefy głębokości przemarzania gruntu.

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





Projektowanie górnych warstw konstrukcji nawierzchni

W skład górnych warstw nawierzchni wchodzi:

- a) warstwa ścieralna wykonana z mieszanki mineralno-asfaltowej,
- b) warstwa wiążąca wykonana z betonu asfaltowego,
- c) podbudowa zasadnicza wykonana z:
 - betonu asfaltowego,
 - mieszanki niezwiązanej,
 - mieszanki związanej spoiwem,
 - gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym do nawierzchni kategorii ruchu KR1-KR2,
 - mieszanki wykonane w technologii recyklingu na zimno (mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjne, mieszanki mineralne z asfaltem spienionym) do nawierzchni kategorii ruchu KR1-KR4.





Projektowanie górnych warstw konstrukcji nawierzchni

Górne warstwy nawierzchni mogą być wykonane jako:

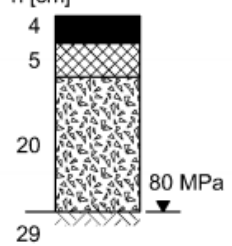
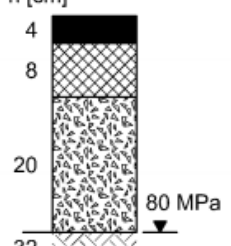
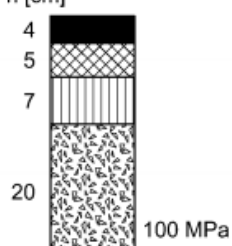
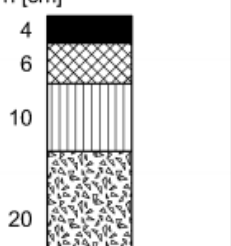
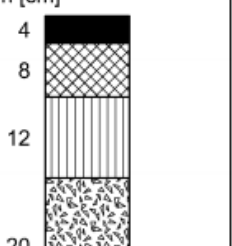
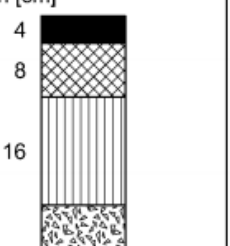
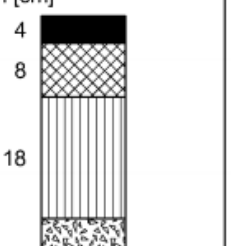
- a) **podatne** z podbudową zasadniczą asfaltową i/lub wykonaną z mieszanki niezwiązanej oraz z mieszanki wykonanej w technologii recyklingu na zimno,
- b) **półsztywne** z podbudową zasadniczą, której jedną warstwę stanowi materiał związany spoiwem hydraulicznym (mieszanka związana spoiwem hydraulicznym lub grunt stabilizowany spoiwem hydraulicznym).





TYP A1 - Typowe konstrukcje górnych warstw nawierzchni podatnych

Podbudowa zasadnicza: beton asfaltowy AC, mieszanka niezwiązana z kruszywem C90/3

Kategoria ruchu	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7
Ruch projektowy (mln osi 100 kN)	0,03 - 0,09	0,09 - 0,5	0,5 - 2,5	2,5 - 7,4	7,4 - 22,0	22,0 - 52,0	> 52,0
TYP A1							

LEGENDA:

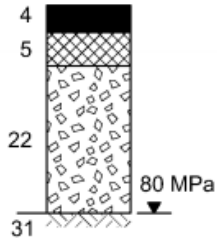
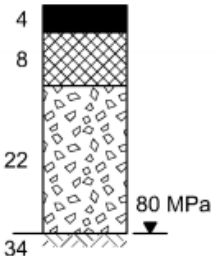
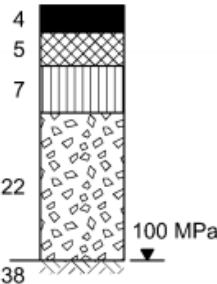
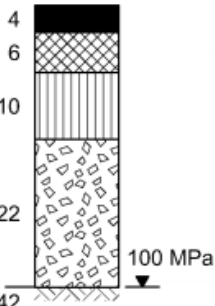
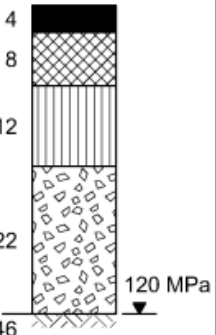
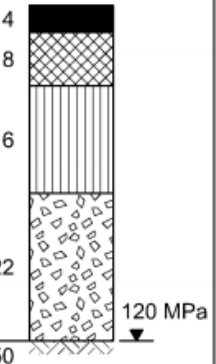
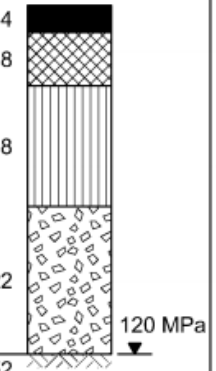
-  warstwa ścieralna z mieszanki mineralno-asfaltowej;
-  warstwa wiążąca z betonu asfaltowego;
-  warstwa podbudowy zasadniczej z betonu asfaltowego;
-  warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej z kruszywem C_{90/3};
-  wymagany wtórny moduł odkształcenia E₂





TYP A2 - Typowe konstrukcje górnych warstw nawierzchni podatnych

Podbudowa zasadnicza: beton asfaltowy AC, mieszanka niezwiązana z kruszywem C50/30

Kategoria ruchu	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7
Ruch projektowy (mln osi 100 kN)	0,03 - 0,09	0,09 - 0,5	0,5 - 2,5	2,5 - 7,4	7,4 - 22,0	22,0 - 52,0	> 52,0
TYP A2							

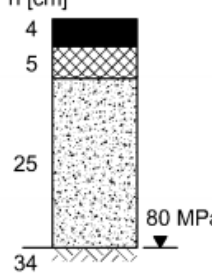
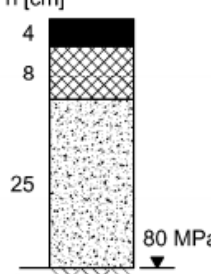
LEGENDA:	 warstwa ścieralna z mieszanki mineralno-asfaltowej;
 warstwa wiążąca z betonu asfaltowego;	
 warstwa podbudowy zasadniczej z betonu asfaltowego;	
 warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej z kruszywem C _{50/30} ;	
 wymagany wtórny moduł odkształcenia E ₂	





TYP A3 - Typowe konstrukcje górnych warstw nawierzchni podatnych

Podbudowa zasadnicza: beton asfaltowy AC, mieszanka niezwiązana z kruszywem CNR

Kategoria ruchu	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7
Ruch projektowy (mln osi 100 kN)	0,03 - 0,09	0,09 - 0,5	0,5 - 2,5	2,5 - 7,4	7,4 - 22,0	22,0 - 52,0	> 52,0
TYP A3			Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się

LEGENDA:



warstwa ścieralna z mieszanki mineralno-asfaltowej;



warstwa wiążąca z betonu asfaltowego;



warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej z kruszywem CNR;



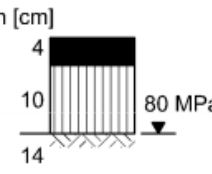
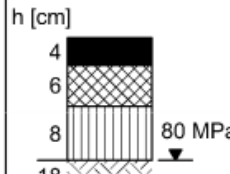
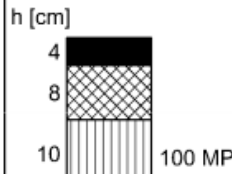
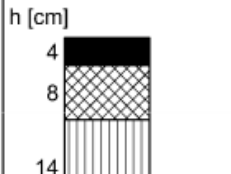
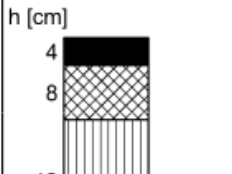
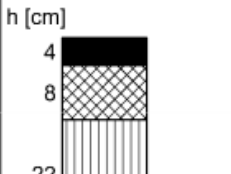
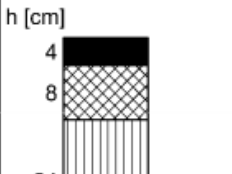
wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2





TYP B - Typowe konstrukcje górnych warstw nawierzchni podatnych

Podbudowa zasadnicza: beton asfaltowy AC

Kategoria ruchu	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7
Ruch projektowy (mln osi 100kN)	0,03 - 0,09	0,09 - 0,5	0,5 - 2,5	2,5 - 7,4	7,4 - 22,0	22,0 - 52,0	> 52,0
TYP B							

LEGENDA:

-  warstwa ścieralna z mieszanki mineralno-asfaltowej;
-  warstwa wiążąca z betonu asfaltowego;
-  warstwa podbudowy zasadniczej z betonu asfaltowego;
-  wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2

UWAGA:

W przypadku zastosowania podbudowy pomocniczej związanej spoiwem hydraulicznym należy zastosować zabiegi minimalizujące ryzyko powstania spękań odbitych zgodnie z punktami 7.43 - 7.55 dobrane w zależności od wytrzymałości podbudowy na ściskanie.





TYP C - Typowe konstrukcje górnych warstw nawierzchni półsztywnych

Podbudowa zasadnicza: beton asfaltowy AC, mieszanka związana spoiwem hydraulicznym

Kategoria ruchu	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7
Ruch projektowy (mln osi 100kN)	0,03 - 0,09	0,09 - 0,5	0,5 - 2,5	2,5 - 7,4	7,4 - 22,0	22,0 - 52,0	> 52,0
TYP C	h [cm] 4 5 18 27 80 MPa	h [cm] 4 7 20 31 80 MPa	h [cm] 4 5 6 20 35 100 MPa	h [cm] 4 6 8 22 40 100 MPa	h [cm] 4 8 8 22 42 120 MPa	h [cm] 4 8 10 24 46 120 MPa	h [cm] 4 8 12 24 48 120 MPa

LEGENDA:

- warstwa ścieralna z mieszanki mineralno-asfaltowej;
- warstwa wiążąca z betonu asfaltowego;
- warstwa podbudowy zasadniczej z betonu asfaltowego;
- warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym;
- wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2

UWAGA:

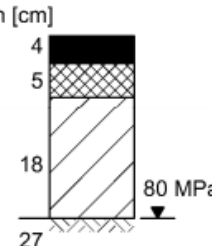
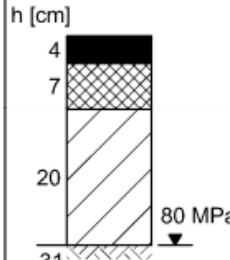
W podbudowie zasadniczej należy zastosować zabiegi minimalizujące ryzyko powstania spękań odbitych zgodnie z punktami 7.43 - 7.55 dobrane w zależności od wytrzymałości podbudowy na ściskanie.





TYP D - Typowe konstrukcje górnych warstw nawierzchni półsztywnych

Podbudowa zasadnicza: grunt stabilizowany spoiwem hydraulicznym

Kategoria ruchu	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7
Ruch projektowy (mln osi 100kN)	0,03 - 0,09	0,09 - 0,5	0,5 - 2,5	2,5 - 7,4	7,4 - 22,0	22,0 - 52,0	> 52,0
TYP D			Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się

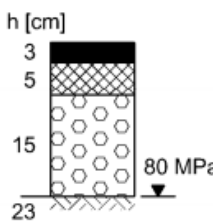
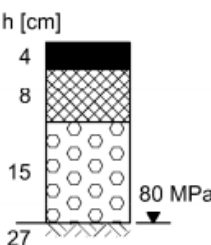
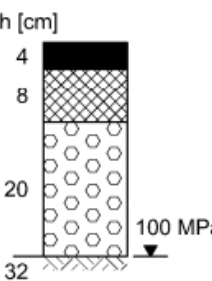
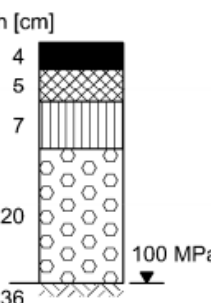
LEGENDA:	 warstwa ścieralna z mieszanki mineralno-asfaltowej;	UWAGA:
 warstwa wiążąca z betonu asfaltowego;		W podbudowie zasadniczej należy zastosować zabiegi minimalizujące ryzyko powstania spękań odbitych zgodnie z punktami 7.43 - 7.55 dobrane w zależności od wytrzymałości podbudowy na ściskanie.
 warstwa podbudowy zasadniczej z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym;		
 wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2		





TYP E - Typowe konstrukcje górnych warstw nawierzchni podatnych

Podbudowa zasadnicza: beton asfaltowy AC, mieszanka MCE lub mieszanka mineralna z asfaltem spienionym)

Kategoria ruchu	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7
Ruch projektowy (mln osi 100 kN)	0,03 - 0,09	0,09 - 0,5	0,5 - 2,5	2,5 - 7,4	7,4 - 22,0	22,0 - 52,0	> 52,0
TYP E					Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się

LEGENDA:

-  warstwa ścieralna z mieszanki mineralno-asfaltowej;
-  warstwa wiążąca z betonu asfaltowego;
-  warstwa podbudowy zasadniczej z betonu asfaltowego;
-  warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki wykonanej w technologii recyklingu na zimno;
-  wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2





Porównanie konstrukcji nawierzchni z katalogiem z 1997 r. – Typ A podbudowa z kruszywa

Typ / Katalog	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7
Typ A / 1997							Brak
Typ A1 / 2013							
Typ A2 / 2013							
Typ A3 / 2013			Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się



Zmiany w stosunku do katalogu z 1997 r.

- Wprowadzono zmiany i uściślenia w terminologii konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych.
- Wprowadzono 30-letni okres projektowy dla autostrad i dróg ekspresowych. Pozostawiono 20-letni okres projektowy dla pozostałych dróg. Klasyfikację ruchu oparto o sumaryczną liczbę równoważnych osi standardowych w okresie projektowym, a nie o średnioroczny ruch dobowy, jak w katalogu z 1997 r.
- Wprowadzono nowe, uściśnione współczynniki przeliczeniowe pojazdów ciężkich na równoważne osie standardowe, obliczone w oparciu o dane ze stacji ważenia pojazdów w ruchu.
- Wprowadzono nową klasę ruchu bardzo ciężkiego KR7 i nieznaczne zmiany w klasyfikacji kategorii ruchu KR1, KR5 i KR6.
- Wprowadzono przyporządkowanie kategorii ruchu dla parkingów, zatok autobusowych, skrzyżowań, węzłów drogowych itp.





Zmiany w stosunku do katalogu z 1997 r.

- Wprowadzono współczynniki szerokości pasa ruchu i współczynniki pochylenia niwelety do obliczania ruchu projektowego.
- Wprowadzono nieznaczne zmiany w klasyfikacji grup nośności podłoża gruntowego nawierzchni i uzupełniono ją o wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2 .
- Wprowadzono wymóg kontroli nośności gruntu w czasie robót, po odsłonięciu podłoża gruntowego w wykopach lub po uformowaniu nasypów, w celu sprawdzenia założeń projektowych.
- Przyjęto trzy poziomy wymaganej nośności na powierzchni dolnych warstw konstrukcji nawierzchni, pod podbudową zasadniczą w zależności od kategorii ruchu.
- Usystematyzowano zasady stosowania warstw odsączającej i odcinającej.





Zmiany w stosunku do katalogu z 1997 r.

- Podano różnorodne rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne do warstw dolnych konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża w celu zapewnienia możliwości wyboru rozwiązania dostosowanego do warunków miejscowych.
- Uwzględniono nowe materiały i technologie, takie jak: cienkie warstwy ścieralne, warstwy ścieralne z asfaltu porowatego, materiały z recyklingu i materiały antropogeniczne oraz materiały związane spoiwami drogowymi.
- Uwzględniono nowe wymagania zgodne z Normami Europejskimi w odniesieniu do kruszyw, asfaltów, mieszanek mineralno-asfaltowych, mieszanek niezwiązanych, mieszanek związanych oraz gruntów stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi i wapnem.





Zmiany w stosunku do katalogu z 1997 r.

- Katalog w większym stopniu niż poprzednio umożliwia stosowanie materiałów z recyklingu i materiałów antropogenicznych.
- Wprowadzono metody przeciwdziałania spękanom odbitym w nowych nawierzchniach o podbudowach wykonanych z materiałów związanych spoiwami hydraulicznymi.
- Konstrukcje typowe podane w nowym Katalogu określono w oparciu o obliczenia według metody mechanistyczno-empirycznej z zastosowaniem kilku nowych kryteriów zmęzeniowych i porównanie wyników obliczeń z konstrukcjami typowymi w krajach o podobnych warunkach klimatycznych. Wykorzystano także dotychczasowe doświadczenia krajowe.





*Konferencja naukowo - techniczna „Zachodniopomorskie seminarium drogowe”
Szczecin, 5 grudnia 2013 r.*

Nowy Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych

dr inż. Stanisław Majer

dr inż. Jacek Czarnecki

Dziękujemy za uwagę

