



Katalog typowych konstrukcji nawierzchni jezdni przeznaczonych do ruchu bardzo lekkiego oraz innych elementów dróg

01-0000.00.00

**Wzorce i standardy
rekomendowane przez
Ministra właściwego ds. transportu**

WR-D-63

WR-D-63

Katalog typowych konstrukcji nawierzchni jezdni przeznaczonych do ruchu bardzo lekkiego oraz innych elementów dróg

Wersja: **01**

Obowiązuje od: **0000.00.00**

Rekomendował:

Wzorce i standardy rekomendowane przez Ministra właściwego ds. transportu:

- 1) nie stanowią przepisów techniczno-budowlanych w rozumieniu ustawy – Prawo budowlane,
- 2) zgodnie z ustawą o drogach publicznych przeznaczone są do dobrowolnego stosowania,
- 3) nie zwalniają osób wykonujących samodzielne funkcje techniczne w budownictwie z odpowiedzialności zawodowej.

Opracował Zespół w składzie:

Stanisław Gaca – Koordynator, Jacek Alenowicz, Bohdan Dołżycki, Piotr Jaskuła, Piotr Mackiewicz, Marcin Stienss, Antoni Szydło

Jednostka odpowiedzialna:

Ministerstwo Infrastruktury, Departament Dróg Publicznych
ul. Chałubińskiego 4/6, 00-968 Warszawa

© Skarb Państwa – Minister Infrastruktury

Zdjęcie na okładce © Piotr Mackiewicz

Opracowanie sfinansowano ze środków Funduszu Spójności w ramach działania 2.1 Programu Operacyjnego Pomoc Techniczna 2014-2020



Fundusze Europejskie
Pomoc Techniczna



**Rzeczpospolita
Polska**

Unia Europejska
Fundusz Spójności



Spis treści

1. Przedmiot i zakres stosowania

2. Wykaz opracowań powołanych

- 2.1. Normy
- 2.2. Pozostałe opracowania

3. Definicje i objaśnienia skrótów

- 3.1. Definicje
 - 3.1.1. Ruch projektowy
 - 3.1.2. Warunki gruntowo-wodne
 - 3.1.3. Konstrukcja nawierzchni
 - 3.1.4. Warstwy nawierzchni i warstwa ulepszanego podłoża
 - 3.1.5. Pozostałe
- 3.2. Skróty
- 3.3. Symbole

4. Schematy konstrukcji nawierzchni oraz warstwy ulepszanego podłoża gruntowego

- 4.1. Informacje ogólne
- 4.2. Nawierzchnie przeznaczone do ruchu i postoju pojazdów samochodowych
 - 4.2.1. Nawierzchnie podatne i półsztywne z asfaltową warstwą ścieralną
 - 4.2.2. Nawierzchnie podatne i półsztywne z warstwą nawierzchniową z kostki kamiennej, kostki betonowej lub płyt prefabrykowanych
 - 4.2.3. Nawierzchnie podatne i półsztywne z warstwą nawierzchniową z mieszanki niezwiązanej
 - 4.2.4. Nawierzchnie sztywne
- 4.3. Nawierzchnie przeznaczone do ruchu pieszych lub rowerów

5. Procedura projektowania konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża gruntowego z użyciem Katalogu

- 5.1. Nawierzchnie jezdni dróg obciążonych bardzo lekkim ruchem (KR0)
- 5.2. Nawierzchnie zatok przystankowych
- 5.3. Nawierzchnie stanowisk postojowych i jezdni manewrowych
- 5.4. Nawierzchnie dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów
- 5.5. Nawierzchnie jezdni w obszarach skrzyżowań

6. Ruch projektowy i kategorie ruchu

- 6.1. Wstęp
- 6.2. Równoważna oś standardowa
- 6.3. Okres projektowy
- 6.4. Ruch rzeczywisty pojazdów ciężkich
- 6.5. Określenie liczby równoważnych osi standardowych
- 6.6. Klasyfikacja ruchu projektowego dla nawierzchni podatnych i półsztywnych
- 6.7. Klasyfikacja ruchu projektowego dla nawierzchni sztywnych
- 6.8. Kategoria ruchu dla skrzyżowań, poboczy o nawierzchni twardej i opasek
- 6.9. Kategoria ruchu dla zatok przystankowych
- 6.10. Kategoria ruchu dla stanowisk postojowych i jezdni manewrowych
- 6.11. Obciążenie projektowe w przypadku nawierzchni przeznaczonych do ruchu pieszych lub rowerów

7. Warunki gruntowo-wodne

- 7.1. Wymagania ogólne
- 7.2. Warunki wodne
- 7.3. Warunki gruntowe
- 7.4. Ustalenie grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni na etapie projektowania
- 7.5. Sprawdzenie nośności podłoża gruntowego nawierzchni w czasie robót

8. Projektowanie warstwy ulepszonego podłoża i dolnych warstw konstrukcji nawierzchni

8.1. Informacja ogólna

8.1.1. Rola warstwy ulepszonego podłoża i dolnych warstw konstrukcji nawierzchni

8.1.2. Układ warstw

8.1.3. Wymagana nośność

8.2. Warstwa ulepszonego podłoża

8.3. Warstwa mrozochronna

8.4. Podbudowa pomocnicza

8.5. Warstwa odsączająca

8.6. Warstwa odcinająca

8.7. Typowe rozwiązania

8.8. Wzmocnienie geosyntetykami

8.9. Postępowanie w sytuacjach nietypowych

8.9.1. Postępowanie w przypadku podłoża gruntowego z gruntów nieorganicznych o CBR < 2%

8.9.2. Postępowanie w przypadku gruntów organicznych w podłożu gruntowym

8.10. Kontrola w czasie robót

9. Typowe rozwiązania górnych warstw konstrukcji nawierzchni

9.1. Informacje ogólne

9.2. Nawierzchnie jezdni przeznaczone do ruchu bardzo lekkiego (KR0)

9.3. Nawierzchnie zatok przystankowych

9.4. Nawierzchnie stanowisk postojowych i jezdni manewrowych

9.5. Nawierzchnie dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów

9.6. Nawierzchnie w obszarach skrzyżowań

10. Sprawdzenie wymaganej odporności nawierzchni na wysadziny

10.1. Nawierzchnie przeznaczone do ruchu i postoju pojazdów samochodowych

10.2. Nawierzchnie przeznaczone do ruchu pieszych lub rowerów

11. Wymagania materiałowe i technologiczne

11.1. Wymagania ogólne

11.2. Warstwa ścieralna

11.3. Warstwa wiążąca

11.4. Warstwa nawierzchniowa nawierzchni sztywnych

11.4.1. Płyta betonowa

11.4.2. Dyble i kotwy

11.4.3. Szczeliny

11.4.4. Warstwa poślizgowa

11.5. Warstwa nawierzchniowa nawierzchni podatnych i półsztywnych

11.5.1. Materiały do warstw nawierzchni

11.5.2. Warstwy podsypki

11.6. Podbudowa zasadnicza

11.7. Dolne warstwy nawierzchni

11.7.1. Podbudowa pomocnicza

11.7.2. Warstwa mrozochronna

11.7.3. Warstwa odsączająca

11.7.4. Warstwa odcinająca

11.8. Warstwa ulepszonego podłoża

11.9. Minimalne i maksymalne grubości warstw

11.10. Minimalizacja spękań odbitych w nawierzchniach półsztywnych

12. Indywidualne projektowanie nawierzchni

1. Przedmiot i zakres stosowania

(1) W 2014 r. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad wprowadziła do stosowania dwa nowe katalogi typowych nawierzchni – Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych oraz Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Sztywnych. W katalogach tych uwzględniono aktualne metody projektowania i badań konstrukcji nawierzchni, obciążenie ruchem samochodowym oraz wymagania dotyczące materiałów drogowych. Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych (KTKNPiP) został opracowany przez zespół Politechniki Gdańskiej pod kierownictwem prof. dr hab. inż. Józefa Judyckiego, a Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Sztywnych (KTKNSz) opracowano w Politechnice Wrocławskiej w zespole kierowanym przez prof. dr hab. inż. Antoniego Szydło.

(2) Wymienione Katalogi, podobnie jak wcześniejsze katalogi z lat 1997 i 2001, nie odnoszą się lub odnoszą się w niewielkim stopniu do projektowania nawierzchni zatok przystankowych, parkingów i jezdni manewrowych, czy też nawierzchni wlotów na skrzyżowaniach. W związku z wprowadzeniem dolnej granicy w najniższej kategorii ruchu projektowego KR1 Katalogi typowych nawierzchni nie zawierają obecnie rozwiązań właściwych w przypadku szeregu dróg dojazdowych i lokalnych, będących przeważnie drogami samorządowymi.

(3) Katalog stosuje się w projektowaniu następujących nawierzchni:

- a) jezdni przeznaczonych do ruchu bardzo lekkiego, tj. o sumarycznej liczbie osi standardowych mniejszej niż dolna granica kategorii KR1, określona w KTKNPiP oraz KTKNSz,
- b) dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów,
- c) zatok przystankowych,
- d) stanowisk postojowych i jezdni manewrowych,
- e) jezdni w obszarach skrzyżowań.

(4) Katalog stosuje się do projektowania nowych konstrukcji nawierzchni. Katalogu nie stosuje się do projektowania wzmocnień istniejących nawierzchni.

(5) Przyjęty w Katalogu okres projektowy dla nawierzchni sztywnych, przeznaczonych do ruchu i postoju pojazdów wynosi 30 lat. W przypadku pozostałych nawierzchni okres projektowy wynosi 20 lat.

(6) Katalog może być stosowany w przypadku typowych warunków gruntowo-wodnych. W przypadku gruntów słabych (organicznych) oraz w sytuacjach wyjątkowych (np. kurzawki) konieczne jest indywidualne projektowanie wzmocnienia podłoża gruntowego nawierzchni lub budowli ziemnej. Po zapewnieniu odpowiedniej nośności takiego podłoża, równomierności osiadań i ograniczeniu wartości osiadań całkowitych możliwe jest przyjęcie dolnych i górnych warstw konstrukcji nawierzchni z Katalogu.

(7) W przypadku gruntów skalistych zalecane jest indywidualne projektowanie dolnych warstw konstrukcji nawierzchni. Warstwy górne konstrukcji nawierzchni można przyjmować z Katalogu.

(8) Katalog nie jest przystosowany do projektowania konstrukcji nawierzchni na terenach szkód górniczych. Wzmocnienia podłoża na terenach szkód górniczych muszą być projektowane indywidualnie. Po zapewnieniu wymaganego wzmocnienia podłoża na terenach szkód górniczych możliwe jest przyjęcie górnych warstw konstrukcji nawierzchni z Katalogu.

(9) Katalog został opracowany z uwzględnieniem określonych materiałów i technologii obecnie stosowanych do budowy dróg, podanych w rozdziale 11. Zastosowanie innych materiałów lub technologii jest możliwe na zasadach indywidualnego projektowania konstrukcji nawierzchni.

(10) Zastosowanie w sposób prawidłowy Katalogu i ustalenie właściwych grubości warstw konstrukcji nawierzchni, nie gwarantuje uniknięcia niektórych uszkodzeń nawierzchni asfaltowych, takich jak np.: uszkodzenia powierzchniowe warstwy ścieralnej powodowane przez wodę i mróz, koleiny lepko-plastyczne warstw asfaltowych lub ich spękania niskotemperaturowe, a w przypadku nawierzchni betonowych takich uszkodzeń, których powstawanie nie jest opisane modelami degradacji nawierzchni, a wynikają z błędów wykonawczych, technologicznych, projektowych, materiałowych lub wyjątkowych czynników środowiskowych, np. spękania mrozowe, spękania alkaiczne, spękania spowodowane niewłaściwą pielęgnacją, wyboje, ubytki

ziaren (lejki), złuszczenia itp. Podobnie dotyczy to uszkodzeń w elementach drobnowymiarowych oraz płytach prefabrykowanych. Uszkodzenia te nie zależą od grubości warstw nawierzchni, ale od właściwego doboru składu mieszanek mineralno-asfaltowych, mieszanek betonowych, jakości betonowych elementów drobnowymiarowych, płyt prefabrykowanych i kostki kamiennej oraz od prawidłowego wykonania warstw nawierzchni.

(11) W Katalogu nie przedstawiono rozwiązań obejmujących przepuszczalne konstrukcje nawierzchni. Umożliwiają one wnikanie wody w głąb i jej infiltrację do gruntu lub odprowadzenie wody poza obszar nawierzchni do zbiorników podziemnych lub retencyjnych albo kanalizacji deszczowej. Nawierzchnie takie należy projektować z uwzględnieniem warunków hydrologicznych oraz porowatości i wodoprzepuszczalności warstw nawierzchni oraz ewentualnego wpływu wody na nośność podłoża gruntowego nawierzchni w przypadku dopuszczenia całkowitej lub częściowej infiltracji wody w głąb.

2. Wykaz opracowań powołanych

2.1. Normy

- [1] BN-64/8931-01 Drogi samochodowe. Oznaczanie wskaźnika piaskowego.
- [2] PN-B-03020:1981 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [3] PN-B-02480:1986 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- [4] PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
- [5] PN-EN 1338:2005 Betonowe kostki brukowe. Wymagania i metody badań.
- [6] PN-EN 1339:2005 Betonowe płyty brukowe. Wymagania i metody badań.
- [7] PN-EN 1342:2013-05 Kostka brukowa z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych. Wymagania i metody badań.
- [8] PN-EN 13043:2004 Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych utrwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu.
- [9] PN-EN 12591:2010 Asfalty i produkty asfaltowe. Wymagania dla asfaltów drogowych.
- [10] PN-EN 12597:2014-07 Asfalty i produkty asfaltowe. Terminologia.
- [11] PN-EN 13808:2013-10 Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Zasady klasyfikacji kationowych emulsji asfaltowych.
- [12] PN-EN 13924-2:2014-04 Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Zasady klasyfikacji asfaltów drogowych specjalnych. Część 2: Asfalty drogowe wielorodzajowe.
- [13] PN-EN 14023:2011 Asfalty i lepiszcza asfaltowe. Zasady klasyfikacji asfaltów modyfikowanych polimerami.
- [14] PN-EN 13108-1:2016-07 Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania. Część 1: Beton asfaltowy.
- [15] PN-EN 13108-2:2016-07 Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania. Część 2: Beton asfaltowy do bardzo cienkich warstw.
- [16] PN-EN 13108-4:2016-07 Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania. Część 4: Mieszanka HRA.
- [17] PN-EN 13108-5:2016-07 Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania. Część 5: Mieszanka SMA.
- [18] PN-EN 13108-6:2016-07 Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania. Część 6: Asfalt lany.
- [19] PN-EN 13108-7:2016-07 Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania. Część 7: Asfalt porowaty.
- [20] PN-EN 13108-8:2016-07 Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania. Część 8: Destrukt asfaltowy.
- [21] PN-EN 13108-20:2016-07 Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania. Część 20: Badanie typu.
- [22] PN-EN 13108-21:2016-07 Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania. Część 21: Zakładowa Kontrola Produkcji.
- [23] PN-EN 13285:2018-08 Mieszanki niezwiązane. Specyfikacje.
- [24] PN-EN 14227-1:2013-10 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym. Specyfikacje. Część 1: Mieszanki związane cementem.
- [25] PN-EN 14227-2:2013-10 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym. Specyfikacje. Część 2: Mieszanki żużłowe.

- [26] PN-EN 14227-3:2013-10 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym. Specyfikacje. Część 3: Mieszanki związane popiołami lotnymi.
- [27] PN-EN 14227-4:2013-10 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym. Specyfikacje. Część 4: Popioły lotne do mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym.
- [28] PN-EN 14227-5:2013-10 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym. Specyfikacje. Część 5: Mieszanki związane spoiwem drogowym.
- [29] PN-EN 14227-15:2015-12 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym. Specyfikacje. Część 15: Grunty stabilizowane hydraulicznie.
- [30] PN-EN ISO 14688-2:2018-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania.
- [31] PKN-CEN/TS 12390-9:2017-07 Badania betonu. Część 9: Oznaczanie odporności na zamrażanie i rozmrażanie w obecności soli odladzających. Złuszczenie.
- [32] PN-B-06250:1988 Beton zwykły.
- [33] PN-B-06265:2018-10 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność. Krajowe uzupełnienie PN-EN 206+A1:2016-12.
- [34] PN-EN 10060:2006 Pręty stalowe okrągłe walcowane na gorąco ogólnego zastosowania. Wymiary i tolerancje kształtu i wymiarów.
- [35] PN-EN 12390-3:2019-07 Badania betonu. Część 3: Wytrzymałość na ściskanie próbek do badania.
- [36] PN-EN 12390-5:2019-08 Badania betonu. Część 5: Wytrzymałość na zginanie próbek do badania.
- [37] PN-EN 12390-6:2011 Badania betonu. Część 6: Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu próbek do badania.
- [38] PN-EN 12390-7:2019-08 Badania betonu. Część 7: Gęstość betonu.
- [39] PN-EN 13877-1:2013-08 Nawierzchnie betonowe. Część 1: Materiały.
- [40] PN-EN 13877-2:2013-08 Nawierzchnie betonowe. Część 2: Wymagania funkcjonalne dla nawierzchni betonowych.
- [41] PN-EN 13877-3:2007 Nawierzchnie betonowe. Część 3: Wymagania dla dybli stosowanych w nawierzchniach drogowych betonowych.
- [42] PN-EN 14188-1:2010 Wypełniacze szczelin i zalewy drogowe. Część 1: Wymagania wobec zalew drogowych na gorąco.
- [43] PN-EN 14188-2:2010 Wypełniacze szczelin i zalewy drogowe. Część 2: Wymagania wobec zalew drogowych na zimno.
- [44] PN-EN 196-2:2013-11 Metody badania cementu. Część 2: Analiza chemiczna cementu.
- [45] PN-EN 196-3:2016-12 Metody badania cementu. Część 3: Oznaczanie czasu wiązania i stałości objętości.
- [46] PN-EN 196-6:2019-01 Metody badania cementu. Część 6: Oznaczanie stopnia zmielenia.
- [47] PN-EN 197-1:2012 Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementu powszechnego użytku.
- [48] PN-EN 206+A1:2016-12 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- [49] PN-EN 450-1:2012 Popiół lotny do betonu. Część 1: Definicje, specyfikacje i kryteria zgodności.
- [50] PN-EN 480-11:2008 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Część 11: Oznaczanie charakterystyki porów powietrznych w stwardniałym betonie.
- [51] PN-EN 934-1:2009 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Część 1: Wymagania podstawowe

- [52] PN-EN 934-2+A1:2012 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Część 2: Domieszki do betonu. Definicje, wymagania, zgodność, oznakowanie i etykietowanie.
- [53] PN-EN 12350-7:2019-08 Badania mieszanki betonowej. Część 7: Badanie zawartości powietrza. Metody ciśnieniowe.
- [54] PN-EN 10060:2006 Pręty stalowe okrągłe walcowane na gorąco ogólnego zastosowania. Wymiary i tolerancje kształtu i wymiarów.
- [55] PN-EN 10080:2007 Stal do zbrojenia betonu. Spawalna stal zbrojeniowa. Postanowienia ogólne.
- [56] PN-EN 13877-1:2013-08 Nawierzchnie betonowe. Część 1: Materiały.
- [57] PN-EN ISO 10319:2015-08 Geosyntetyki. Badanie wytrzymałości na rozciąganie metodą szerokich próbek.
- [58] PN-EN ISO 11058:2019-07 Geotekstylia i wyroby pokrewne. Wyznaczanie charakterystyk wodoprzepuszczalności w kierunku prostopadłym do powierzchni wyrobu, bez obciążenia.
- [59] PN-EN ISO 12958:2011 Geotekstylia i wyroby pokrewne. Wyznaczanie zdolności przepływu wody w płaszczyźnie wyrobu.
- [60] PN-EN ISO 15630-1:2019-04 Stal do zbrojenia i sprężania betonu. Metody badań. Część 1: Pręty, walcówka i drut do zbrojenia betonu.
- [61] PN-EN ISO 9863-1:2016-09 Geosyntetyki. Wyznaczanie grubości przy określonych naciskach. Część 1: Warstwy pojedyncze.
- [62] PN-EN ISO 9864:2007 Geosyntetyki. Metoda badań do wyznaczania masy powierzchniowej geotekstyliów i wyrobów pokrewnych.

2.2. Pozostałe opracowania

- [63] Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych, GDDKiA, Warszawa 2013.
- [64] Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Sztywnych, GDDKiA, Warszawa, 2013.
- [65] Nawierzchnie asfaltowa na drogach krajowych. WT-2 2014 – Część I. Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania Techniczne. GDDKiA, Warszawa 2014.
- [66] Nawierzchnie asfaltowa na drogach krajowych. WT-2 2016 – Część II. Wykonanie warstw nawierzchni asfaltowych. Wymagania Techniczne. GDDKiA, Warszawa 2016.
- [67] Mieszanki niezwiązane do dróg krajowych. WT-4 2010 – Wymagania Techniczne. GDDKiA, Warszawa 2010.
- [68] Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych. WT-5 2010 – Wymagania Techniczne. GDDKiA, Warszawa 2010.

3. Definicje i objaśnienia skrótów

3.1. Definicje

3.1.1. Ruch projektowy

Pojazd ciężki – pojazd, którego masa całkowita przekracza 3,5 t. Do pojazdów ciężkich zalicza się: samochody ciężarowe bez przyczep, samochody ciężarowe z przyczepami (zespoły pojazdów), ciągniki siodłowe z naczepami (pojazdy członowe) oraz autobusy.

Równoważna oś standardowa – zastępcza oś pojedyncza o kołach pojedynczych i ustalonym obciążeniu. Określenie liczby osi standardowych jest podstawą klasyfikacji ruchu pod względem obciążenia nawierzchni drogowej.

Współczynnik przeliczeniowy pojazdów ciężkich – współczynnik uwzględniający stopień oddziaływania (agresywność) pojazdów ciężkich na nawierzchnię, wyrażony liczbą równoważnych osi standardowych przypadającą na jeden pojazd ciężki.

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

Ruch rzeczywisty – liczba pojazdów ciężkich poruszających się w przekroju drogi w całym okresie projektowym. Ruch rzeczywisty należy określić na podstawie prognozy ruchu dla założonego okresu projektowego.

Kategoria ruchu – jeden z przedziałów określających ruch projektowy od KR0 do KR7 w zależności od sumarycznej liczby osi równoważnych w okresie projektowym.

3.1.2. Warunki gruntowo-wodne

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.

Grupa nośności podłoża gruntowego nawierzchni – klasyfikuje nośność podłoża gruntowego nawierzchni w zależności od rodzaju i stanu gruntu podłoża, warunków wodnych w podłożu, wysadzinowości gruntu oraz od charakterystyki korpusu drogowego. Występują cztery grupy nośności podłoża gruntowego oznaczone symbolami: G1, G2, G3 i G4.

3.1.3. Konstrukcja nawierzchni

Konstrukcja nawierzchni lub nawierzchnia – zespół odpowiednio dobranych warstw, którego celem jest rozłożenie naprężenia 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 tworzących nawierzchnię, zgodnych ze schematami przedstawionymi w rozdziale 4. W skład grubości konstrukcji nawierzchni nie wchodzi warstwa ulepszanego podłoża.

Konstrukcja nawierzchni podatnej – konstrukcja nawierzchni, w której warstwy ścieralna i wiążąca wykonane są z mieszanek mineralno-asfaltowych albo warstwa nawierzchniowa jest wykonana z kostki kamiennej, kostki betonowej, mieszanki niezwiązanej lub płyt betonowych o powierzchni nie większej niż 1 m², 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 albo warstwa nawierzchniowa jest wykonana z kostki kamiennej, kostki betonowej, mieszanki niezwiązanej lub płyt betonowych o powierzchni nie większej niż 1 m², a przynajmniej jedna z warstw podbudowy zasadniczej wykonana jest z materiałów związanych spoiwami hydraulicznymi.

Konstrukcja nawierzchni sztywnej – konstrukcja nawierzchni, w której warstwa nawierzchniowa jest wykonana z betonu cementowego.

Nośność konstrukcji nawierzchni podatnej lub półsztywnej – zdolność konstrukcji nawierzchni do przenoszenia obciążeń od ruchu drogowego, mierzona ugięciem nawierzchni pod obciążeniem standardowym.

Nośność konstrukcji nawierzchni sztywnej – zdolność konstrukcji nawierzchni do przenoszenia obciążeń od ruchu drogowego i czynników środowiskowych pod obciążeniem standardowym.

3.1.4. Warstwy nawierzchni i warstwa ulepszanego podłoża

Warstwa ścieralna – wierzchnia warstwa konstrukcji nawierzchni podatnej i półsztywnej poddana bezpośredniemu oddziaływaniu ruchu i czynników atmosferycznych. Materiałami używanymi do wykonania warstwy ścieralnej są mieszanki mineralno-asfaltowe.

Warstwa wiążąca – warstwa konstrukcji nawierzchni podatnej i półsztywnej, 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.

Warstwa nawierzchniowa – wierzchnia warstwa konstrukcji nawierzchni sztywnej lub nawierzchni podatnej i półsztywnej z kostki kamiennej, kostki betonowej, mieszanki niezwiązanej i płyt prefabrykowanych, poddana bezpośredniemu oddziaływaniu ruchu i czynników atmosferycznych. W przypadku nawierzchni sztywnej stanowi ją płyta betonowa, która w zależności od kategorii ruchu może być: niedyblowana lub dyblowana i kotwiona.

Warstwa poślizgowa – warstwa znajdująca się pomiędzy płytą betonową, a podbudową zasadniczą pełniąca rolę warstwy antyspekaniowej, filtrującej oraz poślizgowej (ograniczającej naprężenia w wyniku zmian temperatury). Wykonuje się ją z geowłókniny o odpowiednich parametrach wytrzymałościowych. Do wykonania warstwy poślizgowej można także zastosować powierzchniowe utwardzenie.

Warstwa podsypki – warstwa z piasku lub żwiru, na której układa się płyty prefabrykowane.

Warstwa podsypki piaskowo-cementowej – warstwa z mieszaniny piasku i cementu, w której osadza się kostkę kamienną i kostkę betonową.

Podbudowa zasadnicza – jedna warstwa lub dwie warstwy konstrukcji nawierzchni spełniająca(e) podstawową funkcję w rozłożeniu naprężeń od kół pojazdów. Podbudowa zasadnicza może być jednowarstwowa lub dwuwarstwowa. Materiałami do podbudowy zasadniczej mogą być:

- a) beton asfaltowy,
- b) mieszanki niezwiązane,
- c) mieszanki związane spoiwem hydraulicznym,
- d) grunty stabilizowane spoiwem hydraulicznym,
- e) mieszanki wykonane w technologii recyklingu na zimno (mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjne, mieszanki mineralne z asfaltem spienionym) – nie dotyczy nawierzchni sztywnych

– o właściwościach odpowiednich do podbudowy zasadniczej.

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 używanymi do podbudowy pomocniczej mogą być:

- a) mieszanki niezwiązane,
- b) mieszanki związane spoiwami hydraulicznymi,

- c) grunty stabilizowane spoiwami hydraulicznymi
- o właściwościach odpowiednich do podbudowy pomocniczej.

Warstwa mrozoochronna – warstwa, której głównym zadaniem jest ochrona nawierzchni przed wysadzinami powodowanymi przez szkodliwe działanie mrozu oraz zwiększenie nośności warstw dolnych konstrukcji nawierzchni. Materiałami stosowanymi do warstwy mrozoochronnej mogą być:

- a) mieszanki niezwiązane,
- b) mieszanki związane spoiwami hydraulicznymi,
- c) grunty niewysadzinowe,
- d) grunty stabilizowane spoiwami hydraulicznymi,
- e) grunty stabilizowane wapnem,

- o właściwościach odpowiednich do warstwy mrozoochronnej.

W szczególnych przypadkach warstwa mrozoochronna, wykonana z gruntu niewysadzinowego lub z mieszanki niezwiązanej, może pełnić funkcję warstwy odsączającej.

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 stosowanymi do wykonania warstwy ulepszanego podłoża mogą być:

- a) mieszanki niezwiązane,
- b) grunty rodzime w wykopie lub grunty w nasypie stabilizowane spoiwami hydraulicznymi lub wapnem,
- c) grunty niewysadzinowe,

- o właściwościach odpowiednich do warstwy ulepszanego podłoża.

W szczególnych przypadkach warstwa ulepszanego podłoża, wykonana z gruntu niewysadzinowego lub z mieszanki niezwiązanej, może pełnić funkcję warstwy odsączającej.

Warstwa odsączająca – warstwa zapewniająca odprowadzenie wody przedostającej się do spodu nawierzchni. Rolę warstwy odsączającej może pełnić jedna z warstw: warstwa mrozoochronna 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.

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

Poziom niwelety robót ziemnych:

- a) poziom górnej powierzchni gruntu nasypowego w nasypie, lub
- b) poziom górnej powierzchni gruntu rodzimego w wykopie, lub
- c) poziom górnej powierzchni warstwy ulepszanego podłoża, o ile taka warstwa występuje.

Poziom niwelety robót ziemnych pokrywa się ze spodem konstrukcji nawierzchni.

3.1.5. Pozostałe

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. Spękania odbite są charakterystycznym

uszkodzeniem nawierzchni półsztywnych i wynikają z odwzorowania spękań powstałych w podbudowie związanej spoiwem hydraulicznym.

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.

Zarządca Drogi – organ administracji rządowej lub jednostki samorządu terytorialnego, do którego zadań należą sprawy z zakresu planowania, budowy, przebudowy, remontu, utrzymania i ochrony dróg.

3.2. Skróty

AC (Asphalt Concrete) – beton asfaltowy.

BBTM (Béton Bitumineux Très Mince) – beton asfaltowy do bardzo cienkich warstw.

CBR (California Bearing Ratio) – kalifornijski wskaźnik nośności.

DCP (Dynamic Cone Penetrometer) – sonda dynamiczna stożkowa.

FWD (Falling Weight Deflectometer) – urządzenie do pomiaru ugięć nawierzchni od obciążenia udarowego.

GZSH – grunt związany spoiwem hydraulicznym.

KTKNPiP – Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych.

KTKNSz – Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Sztywnych.

MA (Mastic Asphalt) – asfalt lany.

MCAsp – mieszanka cementowo-asfaltowa (z asfaltem spienionym).

MCE – mieszanka cementowo-emulsyjna.

MMA – mieszanka mineralno-asfaltowa.

MN – mieszanka niezwiązana.

MZSH – mieszanka związana spoiwem hydraulicznym.

PA (Porous Asphalt) – asfalt porowaty.

PP – podbudowa pomocnicza.

SAMI (Stress Absorbing Membrane Interlayer) – warstwa absorbująca naprężenia, przeciwdziałająca spękanom odbitym.

SMA (Stone Mastic Asphalt) – mastyks grysowy.

WM – warstwa mrozoochronna.

WUP – warstwa ulepszanego podłoża.

3.3. Symbole

(1) W tab. 3.3.1 zestawiono wykaz symboli użytych w niniejszych wytycznych wraz z odpowiednią jednostką oraz opisem.

Tab. 3.3.1. Wykaz zastosowanych symboli

Symbol	Jednostka	Opis
A	[-]	autobusy
C	[-]	samochody ciężarowe bez przyczep
C+P	[-]	samochody ciężarowe z przyczepami
$C_{i/j}$	[-]	zawartość ziaren przekruszonych lub łamanych „i” oraz całkowicie zaokrąglonych „j” (np. $C_{90/3}$)
C_{NR}	[-]	nie określa się zawartości ziaren przekruszonych lub łamanych
$C_{X/Y}$	[-]	klasa wytrzymałości X/Y materiału związanego spoiwem hydraulicznym (np. $C_{1,5/2}$ lub $C_{3/4}$)
D_{15}	[mm]	wymiar sita, przez które przechodzi 15% ziaren
d_{85}	[mm]	wymiar sita, przez które przechodzi 85% ziaren
E_1	[MPa]	pierwotny moduł odkształcenia
E_2	[MPa]	wtórny moduł odkształcenia
F_i	[-]	mrozoodporność kruszywa
f_1	[-]	współczynnik obliczeniowego pasa ruchu
f_2	[-]	współczynnik szerokości pasa ruchu
f_3	[-]	współczynnik pochylenia niwelety
G_i	[-]	grupa nośności podłoża, $i = \{1, 2, 3, 4\}$
$H_{całk}$	[m]	całkowita grubość konstrukcji nawierzchni i ulepszonego podłoża gruntowego
H_{min}	[m]	minimalna grubość konstrukcji nawierzchni ze względu na przeciwdziałanie wysadzinom
H_{ZWG}	[m]	odległość pomiędzy poziomem zwierciadła wody gruntowej a spodem konstrukcji nawierzchni
h_z	[m]	głębokość przemarzania gruntu
k_{10}	[m/dobę lub cm/s]	współczynnik filtracji
KR_i	[-]	kategoria ruchu i, gdzie $i = \{0, 1, 2, \dots, 7\}$
LA_i	[-]	klasa odporności materiału na rozdrabnianie w bębnie Los Angeles
n	[-]	n-ty rok eksploatacji konstrukcji nawierzchni
N_{100}	[-]	sumaryczna liczba równoważnych osi standardowych 100 kN w całym okresie projektowym nawierzchni przypadająca na pas obliczeniowy
N_{115}	[-]	sumaryczna liczba równoważnych osi standardowych 115 kN w całym okresie projektowym nawierzchni przypadająca na pas obliczeniowy
N_A	[-]	sumaryczna liczba autobusów (A) w całym okresie projektowym
N_C	[-]	sumaryczna liczba samochodów ciężarowych bez przyczep (C) w całym okresie projektowym
N_{C+P}	[-]	sumaryczna liczba samochodów ciężarowych z przyczepami (C+P) w całym okresie projektowym
r_A	[-]	współczynnik przeliczeniowy autobusów (A) na osie standardowe 100 kN
r_C	[-]	współczynnik przeliczeniowy liczby samochodów ciężarowych bez przyczep (C) na liczbę osi standardowych 100 kN
r_{C+P}	[-]	współczynnik przeliczeniowy liczby samochodów ciężarowych z przyczepami (C+P) na liczbę osi standardowych 100 kN
SE	[%]	wskaźnik piaskowy
T	[lata]	liczba lat w okresie projektowym
U_{Fi}	[-]	maksymalna zawartość cząstek przechodzących przez sito 0,063 mm
w	[mm]	wartość wpędu na jedno uderzenie bijaka sondy DCP

4. Schematy konstrukcji nawierzchni oraz warstwy ulepszanego podłoża gruntowego

4.1. Informacje ogólne

(1) Liczba i rodzaj warstw, występujących w danej konstrukcji nawierzchni, zależy od przeznaczenia nawierzchni, warunków gruntowo-wodnych, obciążenia ruchem, specyficznych warunków klimatycznych oraz od materiałów użytych do warstw nawierzchni.

(2) Występuje duże zróżnicowanie przeznaczenia konstrukcji nawierzchni, będących przedmiotem Katalogu, oraz materiałów wykorzystanych w górnych warstwach nawierzchni. Ze względu na to schematy nawierzchni przedstawiono w kolejnych podrozdziałach, uwzględniając podział na:

- a) nawierzchnie przeznaczone do ruchu i postoju pojazdów samochodowych:
 - podatne i półsztywne z asfaltową warstwą ścieralną,
 - podatne i półsztywne z warstwą nawierzchniową z kostki kamiennej, kostki betonowej lub płyt prefabrykowanych,
 - podatne i półsztywne z warstwą nawierzchniową z mieszanki niezwiązanej,
 - sztywne,
- b) nawierzchnie przeznaczone do ruchu pieszych lub rowerów.

(3) Konstrukcja nawierzchni spoczywa na podłożu gruntowym nawierzchni. W razie potrzeby podłoże gruntowe nawierzchni może być wzmocnione przez wykonanie na jego górnej powierzchni warstwy ulepszanego podłoża. Warstwa ulepszanego podłoża pełni istotną rolę w pracy nawierzchni, ale formalnie zaliczana jest do robót ziemnych i nie jest wliczana w skład warstw konstrukcji nawierzchni.

(4) Na rys. 4.2.1.1, 4.2.2.1, 4.2.3.1 i 4.2.4.1, przedstawiających schematy poszczególnych konstrukcji nawierzchni, nie pokazano warstwy odsączającej i odcinającej. W szczególnych przypadkach należy zaprojektować:

- a) warstwę odsączającą, której rolę może pełnić warstwa mrozochronna lub warstwa ulepszanego podłoża wykonana z odpowiedniego materiału,
- b) warstwę odcinającą, o ile zajdzie potrzeba oddzielenia spoistego podłoża gruntowego od bezpośrednio wyżej leżącej warstwy wykonanej z materiału ziarnistego.

(5) Nie wszystkie warstwy pokazane na rys. 4.2.1.1, 4.2.2.1, 4.2.3.1 i 4.2.4.1 muszą występować w konkretnym projekcie nawierzchni. Liczba i rodzaj warstw występujących w danej konstrukcji nawierzchni zależy od warunków gruntowo-wodnych, kategorii ruchu i materiałów użytych do warstw nawierzchni.

(6) Dodatkowe elementy, takie jak odsadzki poszczególnych warstw, krawężniki, obrzeża, elementy drenażu itp. powinny być przedmiotem oddzielnego projektowania.

4.2. Nawierzchnie przeznaczone do ruchu i postoju pojazdów samochodowych

4.2.1. Nawierzchnie podatne i półsztywne z asfaltową warstwą ścieralną

(1) W skład konstrukcji nawierzchni podatnej lub półsztywnej z asfaltową warstwą ścieralną, przeznaczonej do ruchu i postoju pojazdów samochodowych, wchodzi następujące warstwy:

- a) warstwa ścieralna,
- b) warstwa wiążąca,
- c) podbudowa zasadnicza (opcjonalnie jednowarstwowa albo dwuwarstwowa),
- d) podbudowa pomocnicza,
- e) warstwa mrozochronna.

(2) Schemat i nazwy warstw konstrukcji nawierzchni podatnej lub półsztywnej z asfaltową warstwą ścieralną, przeznaczonych do ruchu i postoju pojazdów samochodowych, oraz podłoża gruntowego nawierzchni przedstawia rys. 4.2.1.1.

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	Warstwa podbudowy pomocniczej	
		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.	

Rys. 4.2.1.1. Schemat i nazwy warstw konstrukcji nawierzchni podatnej lub półsztywnej z asfaltową warstwą ścieralną oraz warstwy ulepszanego podłoża

4.2.2. Nawierzchnie podatne i półsztywne z warstwą nawierzchniową z kostki kamiennej, kostki betonowej lub płyt prefabrykowanych

(1) W skład konstrukcji nawierzchni podatnej lub półsztywnej z warstwą nawierzchniową z kostki kamiennej, kostki betonowej lub płyt prefabrykowanych, przeznaczonych do ruchu i postoju pojazdów samochodowych, wchodzi następujące warstwy:

- warstwa nawierzchniowa,
- warstwa podsypki,
- podbudowa zasadnicza,
- podbudowa pomocnicza,
- warstwa mrozochronna.

(2) Schemat i nazwy warstw konstrukcji nawierzchni podatnej lub półsztywnej z warstwą nawierzchniową z kostki kamiennej, kostki betonowej lub płyt prefabrykowanych, przeznaczonych do ruchu i postoju pojazdów samochodowych, oraz podłoża gruntowego nawierzchni przedstawia rys. 4.2.2.1.

Konstrukcja nawierzchni (nawierzchnia)	Warstwy górne konstrukcji nawierzchni	Warstwa nawierzchniowa
		Warstwa podsypki
		Warstwa podbudowy zasadniczej
	Warstwy dolne konstrukcji nawierzchni	Warstwa podbudowy pomocniczej
		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.

Rys. 4.2.2.1. Schemat i nazwy warstw konstrukcji nawierzchni podatnej lub półsztywnej z warstwą nawierzchniową z kostki kamiennej, kostki betonowej lub płyt prefabrykowanych oraz warstwy ulepszanego podłoża

4.2.3. Nawierzchnie podatne i półsztywne z warstwą nawierzchniową z mieszanki niezwiązanej

(1) W skład konstrukcji nawierzchni podatnej lub półsztywnej z warstwą nawierzchniową z mieszanki niezwiązanej, przeznaczonych do ruchu i postoju pojazdów samochodowych, wchodzi następujące warstwy:

- warstwa nawierzchniowa,
- podbudowa zasadnicza,
- podbudowa pomocnicza,

d) warstwa mrozochronna.

(2) Schemat i nazwy warstw konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych z warstwą nawierzchniową z mieszanki niezwiązanej, przeznaczonej do ruchu i postoju pojazdów samochodowych, oraz podłoża gruntowego nawierzchni przedstawia rys. 4.2.3.1.

Konstrukcja nawierzchni (nawierzchnia)	Warstwy górne konstrukcji nawierzchni	Warstwa nawierzchniowa
		Warstwa podbudowy zasadniczej
	Warstwy dolne konstrukcji nawierzchni	Warstwa podbudowy pomocniczej
		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.

Rys. 4.2.3.1. Schemat i nazwy warstw konstrukcji nawierzchni podatnej lub półsztywnej z warstwą nawierzchniową z mieszanki niezwiązanej oraz warstwy ulepszanego podłoża

4.2.4. Nawierzchnie sztywne

(1) W skład konstrukcji nawierzchni sztywnej, przeznaczonej do ruchu i postoju pojazdów samochodowych, wchodzi następujące warstwy:

- warstwa nawierzchniowa,
- warstwa poślizgowa,
- podbudowa zasadnicza,
- podbudowa pomocnicza,
- warstwa mrozochronna.

(2) Schemat i nazwy warstw konstrukcji nawierzchni sztywnej, przeznaczonej do ruchu i postoju pojazdów samochodowych, oraz podłoża gruntowego nawierzchni przedstawia rys. 4.2.4.1.

Konstrukcja nawierzchni (nawierzchnia)	Warstwy górne konstrukcji nawierzchni	Warstwa nawierzchniowa (płyta niedyblowana, dyblowana i kotwiona, zbrojona)
		Warstwa poślizgowa
		Warstwa podbudowy zasadniczej
	Warstwy dolne konstrukcji nawierzchni	Warstwa podbudowy pomocniczej
		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.

Rys. 4.2.4.1. Schemat i nazwy warstw konstrukcji nawierzchni sztywnej oraz warstwy ulepszanego podłoża

4.3. Nawierzchnie przeznaczone do ruchu pieszych lub rowerów

(1) W odniesieniu do nawierzchni przeznaczonych do ruchu pieszych lub rowerów mają zastosowanie schematy przedstawione na rysunkach 4.2.1.1, 4.2.2.1, 4.2.3.1 i 4.2.4.1, przy czym w konstrukcjach nawierzchni przeznaczonych do ruchu pieszych lub rowerów:

- nie występuje warstwa podbudowy pomocniczej,
- nie ma zastosowania określenie „dolne warstwy konstrukcji nawierzchni”,
- podbudowa zasadnicza jest zawsze jednowarstwowa.

5. Procedura projektowania konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża gruntowego z użyciem Katalogu

5.1. Nawierzchnie jezdni dróg obciążonych bardzo lekkim ruchem (KRO)

(1) Procedura projektowania konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża gruntowego z użyciem Katalogu w przypadku jezdni dróg obciążonych bardzo lekkim ruchem (KRO) składa się z 10 etapów przedstawionych na rys. 5.1.1.

1. Zebranie danych wejściowych do projektowania, dotyczących warunków geotechnicznych, obciążenia nawierzchni ruchem i warunków klimatycznych

2. Obliczenie ruchu projektowego i potwierdzenie kategorii ruchu przy założeniu 20-letniego okresu projektowego według zasad określonych w rozdziale 6

3. Ustalenie warunków gruntowo-wodnych i grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni według zasad określonych w rozdziale 7

4. Przyjęcie rozwiązania warstwy ulepszanego podłoża oraz dolnych warstw konstrukcji nawierzchni, zapewniającego uzyskanie wymaganej wartości wtórnego modułu odkształcenia E_2 równego 80 MPa, w zależności od rodzaju materiałów przyjętych do poszczególnych warstw oraz według zasad określonych w rozdziale 8

5. Sprawdzenie potrzeby zastosowania warstwy odsączającej i w razie takiej potrzeby nadanie tej funkcji warstwie mrozoochronnej lub warstwy ulepszanego podłoża

6. Sprawdzenie potrzeby zastosowania warstwy odcinającej i w razie takiej potrzeby zaprojektowanie tej warstwy

7. Wybór typowego rozwiązania górnych warstw konstrukcji nawierzchni w zależności od projektowanego materiału podbudowy zasadniczej oraz warstwy ścieralnej (nawierzchniowej). Typowe rozwiązania określono w rozdziale 9

8. Sprawdzenie warunku wymaganej odporności nawierzchni na wysadziny według zasad określonych w podrozdziale 10.1

9. W przypadku niespełnienia warunku wymaganej odporności nawierzchni na wysadziny odpowiednie zwiększenie grubości warstwy mrozoochronnej lub warstwy ulepszanego podłoża i ponowne sprawdzenie warunku wymaganej odporności nawierzchni na wysadziny

10. Określenie podstawowych wymagań materiałowych dotyczących wykonania poszczególnych warstw konstrukcji nawierzchni

Rys. 5.1.1. Procedura projektowania konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża gruntowego z użyciem Katalogu w przypadku dróg obciążonych bardzo lekkim ruchem (KRO)

5.2. Nawierzchnie zatok przystankowych

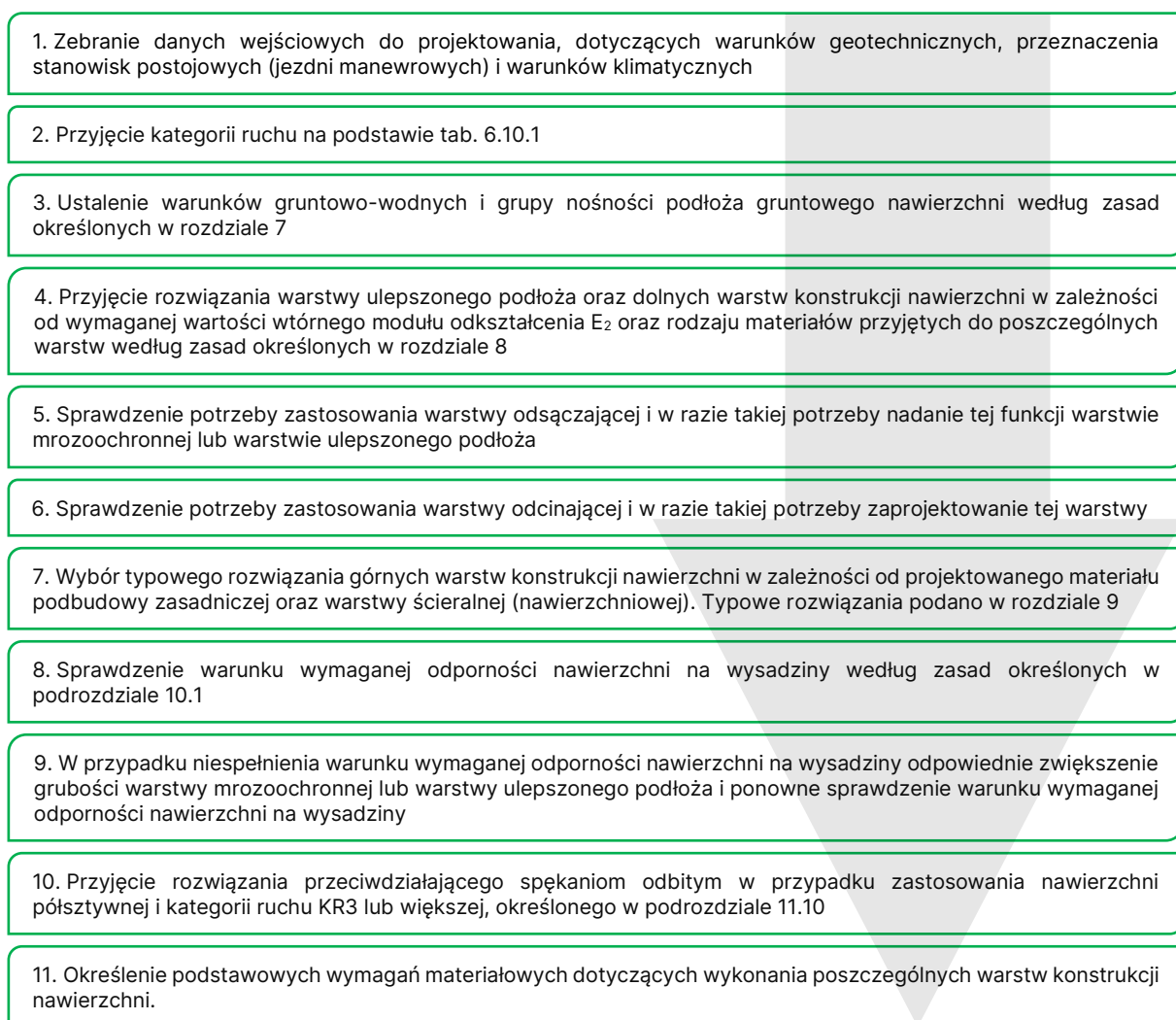
(1) Procedura projektowania konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża gruntowego z użyciem Katalogu w przypadku zatok przystankowych składa się z 11 etapów przedstawionych na rys. 5.2.1.

1. Zebranie danych wejściowych do projektowania, dotyczących warunków geotechnicznych, obciążenia nawierzchni ruchem i warunków klimatycznych
2. Obliczenie ruchu projektowego i potwierdzenie kategorii ruchu przy założeniu 20-letniego okresu projektowego według zasad określonych w rozdziale 6
3. Ustalenie warunków gruntowo-wodnych i grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni według zasad określonych w rozdziale 7
4. Przyjęcie rozwiązania warstwy ulepszanego podłoża oraz dolnych warstw konstrukcji nawierzchni w zależności od wymaganej wartości wtórnego modułu odkształcenia E_2 oraz rodzaju materiałów przyjętych do poszczególnych warstw według zasad określonych w rozdziale 8.
5. Sprawdzenie potrzeby zastosowania warstwy odsączającej i w razie takiej potrzeby nadanie tej funkcji warstwie mrozochronnej lub warstwie ulepszanego podłoża
6. Sprawdzenie potrzeby zastosowania warstwy odcinającej i w razie takiej potrzeby zaprojektowanie tej warstwy
7. Wybór typowego rozwiązania górnych warstw konstrukcji nawierzchni w zależności od projektowanego materiału podbudowy zasadniczej oraz warstwy ścieralnej (nawierzchniowej). Typowe rozwiązania określono w rozdziale 9
8. Sprawdzenie warunku wymaganej odporności nawierzchni na wysadzinę według zasad określonych w podrozdziale 10.1
9. W przypadku niespełnienia warunku wymaganej odporności nawierzchni na wysadzinę odpowiednie zwiększenie grubości warstwy mrozochronnej lub warstwy ulepszanego podłoża i ponowne sprawdzenie warunku wymaganej odporności nawierzchni na wysadzinę
10. Przyjęcie rozwiązania przeciwdziałającego spękanom odbitym w przypadku zastosowania nawierzchni półsztywnej i kategorii ruchu KR3 lub większej, określonego w podrozdziale 11.10
11. Określenie podstawowych wymagań materiałowych dotyczących wykonania poszczególnych warstw konstrukcji nawierzchni

Rys. 5.2.1. Procedura projektowania konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża gruntowego z użyciem Katalogu w przypadku zatok przystankowych

5.3. Nawierzchnie stanowisk postojowych i jezdni manewrowych

(1) Procedura projektowania konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża gruntowego z użyciem Katalogu w przypadku stanowisk postojowych i jezdni manewrowych składa się z 11 etapów przedstawionych na rys. 5.3.1.



Rys. 5.3.1. Procedura projektowania konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża gruntowego z użyciem Katalogu w przypadku stanowisk postojowych i jezdni manewrowych

5.4. Nawierzchnie dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów

(1) Procedura projektowania konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża gruntowego z użyciem Katalogu w przypadku nawierzchni dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów składa się z 8 etapów przedstawionych na rys. 5.4.1.

1. Zebranie danych wejściowych do projektowania, dotyczących warunków geotechnicznych i warunków klimatycznych
2. Ustalenie warunków gruntowo-wodnych i grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni według zasad określonych w rozdziale 7
3. Przyjęcie rozwiązania warstwy ulepszanego podłoża oraz dolnych warstw konstrukcji nawierzchni w zależności od rodzaju materiałów przyjętych do poszczególnych warstw według zasad podanych w rozdziale 8
4. Sprawdzenie potrzeby zastosowania warstwy odcinającej i w razie takiej potrzeby zaprojektowanie tej warstwy
5. Wybór typowego rozwiązania górnych warstw konstrukcji nawierzchni w zależności od projektowanego materiału podbudowy zasadniczej oraz warstwy ścieralnej. Typowe rozwiązania podano w rozdziale 9
6. Sprawdzenie warunku wymaganej odporności nawierzchni na wysadzin według zasad podanych w podrozdziale 10.2
7. W przypadku niespełnienia warunku wymaganej odporności nawierzchni na wysadzin postępowanie zgodnie z zasadami podanymi w podrozdziale 10.2 i ponowne sprawdzenie warunku wymaganej odporności nawierzchni na wysadzin
8. Określenie podstawowych wymagań materiałowych dotyczących wykonania poszczególnych warstw konstrukcji nawierzchni

Rys. 5.4.1. Procedura projektowania konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża gruntowego z użyciem Katalogu w przypadku nawierzchni dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów

5.5. Nawierzchnie jezdni w obszarach skrzyżowań

(1) Specjalne projektowanie nawierzchni jezdni w obszarach skrzyżowań dotyczy jezdni przecinających lub łączących się dróg wraz z wlotami i wylotami, gdzie następuje wyraźna zmiana charakterystyki oddziaływania ruchu na nawierzchnię (przyspieszanie, hamowanie, postój).

(2) Procedura projektowania konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża gruntowego z użyciem Katalogu w przypadku nawierzchni jezdni w obszarach skrzyżowań składa się z 3 etapów przedstawionych na rys. 5.5.1.

1. Przyjęcie grubości warstw konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża gruntowego zgodnie z zasadami określonymi w KTKNPiP lub KTKNSz. Grubości warstw konstrukcji nawierzchni w obrębie skrzyżowań i na wlotach skrzyżowań są takie same jak na odcinkach między skrzyżowaniami
2. W przypadku nawierzchni asfaltowych – wybór specjalnego rozwiązania technologicznego spośród wymienionych w podrozdziale 9.6 akapit (2) i (3); projektant może wybrać jedno lub więcej rozwiązań, po ocenie zasadności ich zastosowania
3. W przypadku nawierzchni betonowych – uwzględnienie zasad dotyczących wykonania szczelin i dylatacji określonych w podrozdziale 9.6 akapit (4)

Rys. 5.5.1. Procedura projektowania konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża gruntowego z użyciem Katalogu w przypadku nawierzchni jezdni w obszarach skrzyżowań

6. Ruch projektowy i kategorie ruchu

6.1. Wstęp

- (1) Metodę opisaną w niniejszym rozdziale należy stosować do obliczania ruchu projektowego wszystkich nawierzchni podatnych, półsztywnych i sztywnych będących przedmiotem Katalogu.
- (2) Ruch projektowy jest klasyfikowany poprzez przypisanie kategorii ruchu w zakresie od KR0 do KR7. Przedstawiony proces obliczania ruchu projektowego jest właściwy dla typowych warunków ruchu drogowego.

6.2. Równoważna oś standardowa

- (1) Ruch rzeczywisty należy przeliczyć na ruch projektowy wyrażony sumaryczną liczbą równoważnych osi standardowych w całym okresie projektowym.
- (2) Każdy typ (rodzaj sylwetki) pojazdu ciężkiego wywołuje w nawierzchni drogowej różną szkodę zmęczeniową. W celu homogenicznego wyrażenia oddziaływania różnych pojazdów na nawierzchnię należy zastosować współczynniki przeliczeniowe pojazdów ciężkich, pozwalające określić liczbę równoważnych osi standardowych, wywołującą taką samą szkodę zmęczeniową jak pojazd ciężki danego typu (rodzaju sylwetki).
- (3) W Katalogu przyjęto równoważną oś standardową 115 kN dla wszystkich dróg, niezależnie od tego jaki jest dopuszczalny nacisk osi pojedynczej na danej drodze (115 kN, 100 kN lub 80 kN). Zwiększenie maksymalnego dopuszczalnego obciążenia osi na danej drodze powoduje wzrost liczby pojazdów o większym obciążeniu osi na tej drodze.

6.3. Okres projektowy

- (1) 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 roboty polegające na naprawie lub wymianie górnych warstw nawierzchni i jej elementów.
- (2) Okres projektowy wynosi:
 - a) 30 lat – w przypadku wszystkich nawierzchni sztywnych,
 - b) 20 lat – w przypadku nawierzchni podatnych i półsztywnych.
- (3) Dopuszcza się stosowanie innych okresów projektowych, lecz nie krótszych niż podane w akapicie (2). Decyzję o wydłużeniu okresu projektowego podejmuje Zarządca Drogi.

6.4. Ruch rzeczywisty pojazdów ciężkich

- (1) W celu określenia ruchu projektowego w grupie pojazdów ciężkich wyróżnia się trzy typy (rodzaje sylwetek):
 - a) C – samochody ciężarowe bez przyczep,
 - b) C+P – samochody ciężarowe z przyczepami,
 - c) A – autobusy.
- (2) W obliczeniach ruchu projektowego należy uwzględnić sumaryczny ruch rzeczywisty w przekroju drogi, w całym okresie projektowym, w odniesieniu do każdego typu (rodzaju sylwetki) pojazdów ciężkich:
 - 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.
- (3) Sumaryczny rzeczywisty ruch pojazdów ciężkich danego typu (rodzaju sylwetki) – N_C , N_{C+P} i N_A – określa się poprzez zsumowanie liczby takich pojazdów ciężkich w kolejnych latach założonego okresu projektowego. Natężenie ruchu pojazdów ciężkich ustala się na podstawie prognoz ruchu wykonanych w oparciu o odrębne przepisy i algorytmy obliczeniowe.

6.5. Określenie liczby równoważnych osi standardowych

(1) Ruch projektowy, czyli sumaryczną liczbę równoważnych osi standardowych 115 kN przypadającą na pas obliczeniowy w całym okresie projektowym oblicza się według wzoru:

$$N_{115} = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot (N_C \cdot r_C + N_{C+P} \cdot r_{C+P} + N_A \cdot r_A) \quad (6.5.1)$$

gdzie:

N_{115} – ruch projektowy, czyli sumaryczna liczba równoważnych osi standardowych 115 kN w całym okresie projektowym nawierzchni przypadająca na pas obliczeniowy,

N_C – sumaryczna liczba samochodów ciężarowych bez przyczep (C), w całym okresie projektowym, w przekroju drogi, według podrozdziału 6.4 akapit (3),

N_{C+P} – sumaryczna liczba samochodów ciężarowych z przyczepami (C+P), w całym okresie projektowym, w przekroju drogi, według podrozdziału 6.4 akapit (3),

N_A – sumaryczna liczba autobusów (A), w całym okresie projektowym, w przekroju drogi, według podrozdziału 6.4 akapit (3),

r_C – współczynnik przeliczeniowy liczby samochodów ciężarowych bez przyczep (C) na liczbę osi standardowych 115 kN, według tab. 6.5.1 (nawierzchnie podatne i półsztywne) lub według tab. 6.5.2 (nawierzchnie sztywne),

r_{C+P} – współczynnik przeliczeniowy liczby samochodów ciężarowych z przyczepą (C+P) na liczbę osi standardowych 115 kN, według tab. 6.5.1 (nawierzchnie podatne i półsztywne) lub według tablicy 6.5.2 (nawierzchnie sztywne),

r_A – współczynnik przeliczeniowy liczby autobusów (A) na liczbę osi standardowych 115 kN, według tablicy 6.5.1 (nawierzchnie podatne i półsztywne) lub według tab. 6.5.2 (nawierzchnie sztywne),

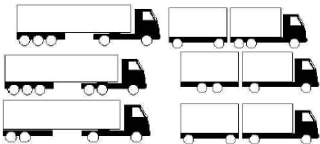
f_1 – współczynnik obliczeniowego pasa ruchu, według podrozdziału 6.5 akapit (6) i tab. 6.5.3,

f_2 – współczynnik szerokości pasa ruchu, według podrozdziału 6.5 akapit (7) i tab. 6.5.4,

f_3 – współczynnik pochylenia niwelety, według podrozdziału 6.5 akapity (8), (9) i (10) oraz tab. 6.5.5.

(2) Współczynniki przeliczeniowe pojazdów ciężkich w przypadku nawierzchni podatnych i półsztywnych należy przyjmować na podstawie tab. 6.5.1.

Tab. 6.5.1. Współczynniki przeliczeniowe pojazdów ciężkich na równoważne osie standardowe 115 kN dla nawierzchni podatnych i półsztywnych

Typ pojazdu ciężkiego	Przykładowe rodzaje sylwetek	Współczynnik przeliczeniowy r			
		Autostrady i drogi ekspresowe	Drogi krajowe	Pozostałe drogi	
				Dopuszczalne obciążenie osi pojedynczej	
				115 kN	115 kN
Samochody ciężarowe bez przyczep C		0,294	0,294	0,265	0,265
Samochody ciężarowe z przyczepami C+P		1,115	1,058	1,000	0,941
Autobusy A		0,735	0,706	0,676	0,617

(3) Współczynniki podane w tab. 6.5.1 dla tego samego typu pojazdu ciężkiego (rodzaju sylwetki) różnią się w zależności od rodzaju drogi i od dopuszczalnego nacisku osi pojedynczej. Wynika to z faktu, że w danym typie pojazdów ciężkich jest więcej pojazdów o większych naciskach osi na drogach o większym znaczeniu komunikacyjnym.

(4) Współczynniki przeliczeniowe pojazdów ciężkich w przypadku nawierzchni sztywnych należy przyjmować na podstawie tab. 6.5.2.

Tab. 6.5.2. Współczynniki przeliczeniowe pojazdów ciężkich na równoważne osie standardowe 115 kN dla nawierzchni sztywnych

Typ pojazdu ciężkiego	Przykładowe rodzaje sylwetek	Współczynnik przeliczeniowy r
Samochody ciężarowe bez przyczep C		0,130
Samochody ciężarowe z przyczepami C+P		1,483
Autobusy A		0,199

(5) Współczynniki przeliczeniowe przedstawione w tab. 6.5.1 oraz 6.5.2 zostały opracowane na podstawie analizy danych ze stacji ważenia pojazdów w ruchu pozyskanych w latach 2009-2012. Wartości współczynników uwzględniają: zróżnicowanie pojazdów pod względem konfiguracji osi i ich obciążenia, oddziaływanie pojazdów na konstrukcję nawierzchni i możliwość wzrostu ciężarów pojazdów w przyszłości. W wyniku zwiększenia liczby danych i pojawienia się kolejnych punktów ważenia pojazdów w ruchu, współczynniki przeliczeniowe podane w tab. 6.5.1 oraz 6.5.2 mogą zostać zaktualizowane w przyszłości.

(6) Obliczeniowy pas ruchu jest to pojedynczy, najbardziej obciążony przez pojazdy ciężkie pas ruchu projektowanej jezdni. W tab. 6.5.3 przedstawiono współczynniki obliczeniowego pasa ruchu f_1 w zależności od liczby pasów ruchu i od liczby kierunków ruchu, dla których określono sumaryczną liczbę poszczególnych typów pojazdów ciężkich. Współczynnik f_1 oznacza udział pojazdów ciężkich na pasie obliczeniowym. Dopuszcza się przyjęcie współczynnika f_1 większego niż podano w tab. 6.5.3, jeżeli analiza ruchu wykaże większy udział pojazdów ciężkich na pasie obliczeniowym.

Tab. 6.5.3. Współczynnik obliczeniowego pasa ruchu f_1

Liczba pasów ruchu w przekroju drogi	Współczynnik f_1	
	Dwa kierunki ruchu w przekroju drogi	Jeden kierunek ruchu w przekroju drogi
1	1,00	1,00
2	0,50	0,90
3	0,50	0,70
4	0,45	0,70
5	0,45	0,70
6 i więcej	0,35	0,70

(7) 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 zgodnie z tab. 6.5.4.

Tab. 6.5.4. Współczynnik szerokości pasa ruchu f_2

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

(8) Na drogach, gdzie występują duże pochylenia niwelety drogi, 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, wtedy gdy pochylenie na rozpatrywanym odcinku drogi przekracza 6%. Współczynnik pochylenia niwelety należy zastosować zarówno do wzniesień, jak i spadków podłużnych drogi.

(9) Ze względu na zachowanie jednolitej konstrukcji nawierzchni i technologii robót zaleca się na danym odcinku drogi, o dużych zróżnicowanych pochyleniach niwelety przyjąć jedną kategorię ruchu. Zaleca się przyjąć uśrednione pochylenie podłużne i dla niego określić z tab. 6.5.5 współczynnik pochylenia niwelety f_3 .

Tab. 6.5.5. Współczynnik pochylenia niwelety f_3

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

(10) W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się odstępstwo od zasady podanej według podrozdziału 6.5 akapit (9) i przyjęcie na długim, pojedynczym odcinku drogi o dużym pochyleniu podłużnym konstrukcji nawierzchni dla zwiększonej kategorii ruchu.

6.6. Klasyfikacja ruchu projektowego dla nawierzchni podatnych i półsztywnych

(1) Klasyfikację ruchu projektowego ze względu na sumaryczną liczbę równoważnych osi standardowych w całym okresie projektowym, w przypadku projektowania nawierzchni podatnych i półsztywnych, podano w tab. 6.6.1.

Tab. 6.6.1. Klasyfikacja ruchu projektowego dla nawierzchni podatnych i półsztywnych

Kategoria ruchu	N_{115} – sumaryczna liczba równoważnych osi standardowych 115 kN w całym okresie projektowym [w milionach osi 115 kN na pas obliczeniowy]			
KR0		N_{115}	$\leq$	0,018
KR1	0,018	$<$	N_{115}	$\leq$ 0,053
KR2	0,053	$<$	N_{115}	$\leq$ 0,290
KR3	0,290	$<$	N_{115}	$\leq$ 1,470
KR4	1,470	$<$	N_{115}	$\leq$ 4,300
KR5	4,300	$<$	N_{115}	$\leq$ 13,000
KR6	13,000	$<$	N_{115}	$\leq$ 30,500
KR7		N_{115}	$>$	30,500

6.7. Klasyfikacja ruchu projektowego dla nawierzchni sztywnych

(1) Klasyfikację ruchu projektowego ze względu na sumaryczną liczbę równoważnych osi standardowych w całym okresie projektowym, w przypadku projektowania nawierzchni podatnych i półsztywnych, podano w tab. 6.7.1.

Tab. 6.7.1. Klasyfikacja ruchu projektowego dla nawierzchni sztywnych

Kategoria ruchu	N ₁₁₅ – sumaryczna liczba równoważnych osi standardowych 115 kN w całym okresie projektowym [w milionach osi 115 kN na pas obliczeniowy]			
KR0			N ₁₁₅ ≤	0,017
KR1	0,017	<	N ₁₁₅ ≤	0,060
KR2	0,060	<	N ₁₁₅ ≤	0,280
KR3	0,280	<	N ₁₁₅ ≤	2,400
KR4	2,400	<	N ₁₁₅ ≤	6,000
KR5	6,000	<	N ₁₁₅ ≤	16,000
KR6	16,000	<	N ₁₁₅ ≤	38,000
KR7			N ₁₁₅ >	38,000

6.8. Kategoria ruchu dla skrzyżowań, poboczy o nawierzchni twardej i opasek

(1) W przypadku projektowania skrzyżowań, kategorię ruchu przyjmuje się jak do projektowania konstrukcji nawierzchni najbardziej obciążonego ruchem wlotu drogi.

(2) Kategorię ruchu i konstrukcję nawierzchni pobocza o nawierzchni twardej lub opaski przyjmuje się tak samo jak dla jezdni.

6.9. Kategoria ruchu dla zatok przystankowych

(1) Kategorię ruchu w przypadku zatok przystankowych przyjmuje się:

- poza terenem zabudowy – taką jak przyjęto w projektowaniu nawierzchni jezdni przyległej. Dopuszcza się indywidualne przyjęcie kategorii ruchu w przypadkach uzasadnionych natężeniem ruchu autobusów,
- w terenie zabudowy – według zasad podanych w podrozdziale 6.9 akapit (2).

(2) W celu określenia kategorii ruchu w przypadku konstrukcji nawierzchni zatok przystankowych w terenie zabudowy należy:

- określić ruch rzeczywisty autobusów w okresie projektowym,
- określić liczbę równoważnych osi standardowych, odpowiadającą ruchowi rzeczywistemu, w zależności od założonego typu konstrukcji nawierzchni,
- sumaryczną liczbę równoważnych osi standardowych określoną w pkt 2 przyjąć do ustalenia kategorii ruchu według tab. 6.6.1 lub 6.7.1, w zależności od założonego typu konstrukcji nawierzchni,
- kategorię ruchu ustaloną w lit. c zwiększyć o jedną kategorię (np. w przypadku ustalenia w lit. c kategorii KR3 przyjąć kategorię ruchu KR4).

6.10. Kategoria ruchu dla stanowisk postojowych i jezdni manewrowych

(1) Obciążenie ruchem samochodowym na stanowiskach postojowych i jezdniach manewrowych, wchodzących w obszar parkingów, należy przyjmować na podstawie tab. 6.10.1.

(2) Kryterium wyboru kategorii ruchu stanowi przeznaczenie nawierzchni oraz jej obciążenie ruchem samochodów ciężarowych i autobusów.

Tab. 6.10.1. Kategoria ruchu dla parkingów i jezdni manewrowych na parkingach

Przeznaczenie nawierzchni i jej obciążenie	Kategoria ruchu
Stanowiska postojowe i jezdnie manewrowe przeznaczone do ruchu pojazdów ciężarowych i autobusów	KR4 ¹⁾
Stanowiska postojowe i jezdnie manewrowe stale używane przez samochody osobowe i o masie całkowitej do 3,5 tony ze sporadycznym parkowaniem pojazdów ciężarowych lub autobusów	KR2
Stanowiska postojowe i jezdnie manewrowe używane wyłącznie przez samochody osobowe i o masie całkowitej do 3,5 tony	KR1 lub KR0 ²⁾
¹⁾ W przypadku sporadycznego parkowania można przyjąć kategorię ruchu KR3, ²⁾ Kategoria ruchu nie większa niż na drodze/ulicy stanowiącej dojazd do stanowiska postojowego.	

6.11. Obciążenie projektowe w przypadku nawierzchni przeznaczonych do ruchu pieszych lub rowerów

(1) Nie określa się obciążenia projektowego nawierzchni w przypadku nawierzchni przeznaczonych do ruchu pieszych lub rowerów.

(2) W projektowaniu typowych konstrukcji nawierzchni przeznaczonych do ruchu pieszych lub rowerów uwzględniono możliwość sporadycznego wjazdu pojazdów wykorzystywanych w zimowym utrzymaniu oraz samochodów osobowych i o masie całkowitej do 3,5 tony.

(3) W przypadku wykorzystania nawierzchni przeznaczonych do ruchu pieszych lub rowerów przez stały ruch drogowy należy ustalić kategorię ruchu.

7. Warunki gruntowo-wodne

7.1. Wymagania ogólne

(1) Niniejszy rozdział dotyczy określania warunków gruntowo-wodnych podłoża gruntowego nawierzchni. Wymagania i badania związane z drogowymi robotami ziemnymi określają odrębne normy i dokumenty związane.

(2) Częstotliwość i zakres badań związanych z rozpoznaniem warunków gruntowo-wodnych powinny być zgodne z aktualnymi przepisami dotyczącymi rozpoznania podłoża gruntowego budowli drogowych. Głębokość prowadzonego rozpoznania podłoża gruntowego powinna umożliwiać prawidłowe zaprojektowanie budowli ziemnej na jakiej projektowana jest nawierzchnia oraz samej konstrukcji nawierzchni.

(3) Warunki gruntowo-wodne do celów projektowania konstrukcji nawierzchni z zastosowaniem Katalogu są scharakteryzowane poprzez określenie grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni od G1 do G4.

(4) W celu określenia grupy nośności podłoża nawierzchni z zastosowaniem Katalogu należy ocenić:

- a) warunki wodne do głębokości 2,00 m od zakładanego spodu konstrukcji nawierzchni,
- b) rodzaj i właściwości gruntu zalegającego do głębokości 1,00 m od zakładanego spodu konstrukcji nawierzchni.

(5) Zakres badań gruntów musi umożliwiać określenie grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni zgodnie z wymaganiami Katalogu.

(6) Jeżeli w podłożu gruntowym nawierzchni występują grunty lub zjawiska nietypowe, to warstwę ulepszanego podłoża i dolne warstwy konstrukcji nawierzchni należy zaprojektować indywidualnie i nie stosuje się procedury określenia grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni.

7.2. Warunki wodne

(1) Przyjęto trzystopniową klasyfikację warunków wodnych:

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

(2) Klasyfikację warunków wodnych w zależności od najwyższego poziomu występowania swobodnego zwierciadła wody gruntowej poniżej spodu konstrukcji nawierzchni oraz charakterystyki korpusu drogowego podano w tab. 7.2.1. Przez wysokość nasypu i głębokość wykopu rozumie się w tym punkcie najmniejszą odległość pionową pomiędzy powierzchnią terenu, a koroną drogi w danym przekroju poprzecznym. Definicję spodu konstrukcji nawierzchni podano w podrozdziale 3.1.4.

(3) Najwyższy poziom wody gruntowej należy ustalić w oparciu o aktualne przepisy rozpoznania podłoża budowli drogowych. Poziom występowania wody gruntowej powinien być określony z uwzględnieniem dostępnych najwyższych notowań z ostatnich lat, uwarunkowanych największymi opadami atmosferycznymi oraz ich skutkami lub wysokimi stanami wód powierzchniowych (nie dotyczy powodzi).

(4) W ustalaniu warunków wodnych należy również uwzględnić stwierdzone sączenia wody w wykopach. W takim przypadku należy przyjąć warunki wodne gorsze o jeden stopień niż te wynikające z ustalonego poziomu swobodnego zwierciadła wody gruntowej, według tab. 7.2.1.

Tab. 7.2.1. Klasyfikacja warunków wodnych podłoża gruntowego nawierzchni

Charakterystyka korpusu drogowego		Warunki wodne, gdy najwyższy poziom swobodnego zwierciadła wody gruntowej występuje na głębokości poniżej spodu konstrukcji nawierzchni		
		<1,00 m	1,00-2,00 m	>2,00 m
Wykopy ≤1,00 m	a	złe	przeciętne	przeciętne
	b	złe	przeciętne	dobre
Nasypy ≤1,00 m	a	złe	przeciętne	przeciętne
	b	przeciętne	przeciętne	dobre
Wykopy >1,00 m	a	złe	przeciętne	przeciętne
	b	złe	przeciętne	dobre
Nasypy >1,00 m	a	złe	przeciętne	dobre
	b	przeciętne	dobre	dobre

a – pobocza o nawierzchni gruntowej,
b – pobocza o nawierzchni twardej i szczelnym oraz dobrym odprowadzeniem wód powierzchniowych,
Uwaga: w przypadku sączeń wody w wykopach przyjąć warunki wodne o jeden stopień gorsze niż odczytane z tabeli.

7.3. Warunki gruntowe

(1) Warunki gruntowe należy ocenić pod względem wysadzinowości. Cechy gruntu powinny być ustalone na podstawie badań laboratoryjnych właściwości wymienionych w tab. 7.3.1. W każdym przypadku należy określić uziarnienie gruntu, a na jego podstawie rodzaj gruntu i zawartość drobnych cząstek gruntu. Wskaźnik piaskowy stanowi dodatkowe kryterium oceny gruntów niespoistych, zwłaszcza zbliżonych do mało spoistych. Jeśli ocena na podstawie określenia rodzaju gruntu, zawartości drobnych cząstek i wskaźnika piaskowego jest rozbieżna to decyduje wynik najmniej korzystny.

(2) Podział gruntów pod względem wysadzinowości podano w tab. 7.3.1. W tabeli podano nazwy gruntów zgodne z normą [3].

Tab. 7.3.1. Podział gruntów pod względem wysadzinowości

Wyszczególnienie właściwości	Grupy gruntów		
	Niewysadzinowe	Wątpliwe	Wysadzinowe
Rodzaj gruntu według normy [3] ¹⁾	Rumosz niegliniasty (KR) Żwir (Ż) Pospółka (Po) Piasek gruby (Pr) Piasek średni (Ps) Piasek drobny (Pd) Żużel nierozpadowy	Piasek pylasty (Pπ) Zwierzelina gliniasta (KWg) Rumosz gliniasty (KRg) Żwir gliniasty (Żg) Pospółka gliniasta (Pog)	<u>Grunty mało wysadzinowe:</u> Gлина piaszczysta zwięzła (Gpz) Gлина zwięzła (Gz) ІІ (ІІ) 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
Zawartość cząstek, według normy [31] [%] ≤0,063 mm ≤0,020 mm	<15 <3	od 15 do 30 od 3 do 10	>30 >10
Wskaźnik piaskowy według normy [1] ¹⁾ [%]	>35	od 25 do 35	<25

¹⁾ do chwili ustalenia kryteriów zgodnych z normami PN-EN należy stosować dotychczasowe normy i kryteria

(3) Jeżeli podłoże gruntowe nawierzchni mają stanowić grunty (materiały) antropogeniczne, niewymienione w podstawowej klasyfikacji gruntów, należy ocenić je indywidualnie pod względem wysadzinowości.

7.4. Ustalenie grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni na etapie projektowania

(1) Ustalenie grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni z zastosowaniem Katalogu wymaga określenia rodzaju i cech gruntu zalegającego do głębokości 1,00 m od zakładanego spodu konstrukcji nawierzchni. Jeżeli w tej strefie występują warstwy różnych gruntów o miąższości poniżej 1,00 m, to do projektowania należy przyjąć warunki gruntowe wynikające z rodzaju i cech gorszego gruntu.

(2) Przyjęto cztery grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni: G1, G2, G3 i G4.

(3) Klasyfikacja podłoża do danej grupy nośności powinna być przeprowadzona według dwóch sposobów:

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

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

(5) Klasyfikację grup nośności podłoża gruntowego nawierzchni według wartości wskaźnika nośności CBR przedstawiono w tab. 7.4.1. W przypadku dróg ekspresowych i autostrad należy wykonać badania laboratoryjne wartości wskaźnika nośności CBR gruntu zalegającego w strefie do 1,00 m poniżej spodu konstrukcji nawierzchni. W przypadku pozostałych dróg dopuszcza się przyjmowanie CBR na podstawie danych literaturowych i doświadczeń praktycznych.

Tab. 7.4.1. Klasyfikacja grup nośności podłoża gruntowego nawierzchni G_i

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

¹⁾ warunki badania przyjąć według normy [4]

(6) Wartości wtórnego modułu odkształcenia E₂, podane w tablicy 7.4.1 są wykorzystywane w czasie kontroli robót do weryfikacji założeń projektowych, zgodnie z podrozdziałem 7.5.

(7) W tablicy 7.4.2 przedstawiono zestawienie, pozwalające ocenić grupę nośności podłoża gruntowego na podstawie wysadzinowości gruntu i charakterystyki warunków wodnych.

Tab. 7.4.2. Grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni w zależności od wysadzinowości gruntu i warunków wodnych

Rodzaj gruntu podłoża nawierzchni według tab. 8.2	Grupa nośności podłoża gruntowego nawierzchni, gdy warunki wodne są:		
	dobre	przeciętne	złe
Grunty niewysadzinowe	G1	G1	G1
Grunty wątpliwe	G2	G2	G3
Grunty mało wysadzinowe ¹⁾	G3	G4	G4
Grunty bardzo wysadzinowe ¹⁾	G4	G4	G4

¹⁾ w stanie zwartym, twardoplastyczny (I_s ≤ 0,25 lub I_c ≥ 0,75 według [30]); grunty wysadzinowe w stanie miękkooplastycznym lub bardzo miękkooplastycznym wykazują wartość wskaźnika CBR < 2% i wymagają indywidualnego projektowania.

(8) Grunty wysadzinowe w stanie miękkoplastycznym lub plastycznym wykazują wartość wskaźnika CBR mniejszą niż 2%. W przypadku występowania w podłożu gruntowym nawierzchni takich gruntów należy zastosować postępowanie określone podrozdziale 8.9.1 i opracować indywidualny projekt dolnych warstw konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża.

(9) W przypadku występowania w podłożu gruntów organicznych należy przeprowadzić szczegółowe rozpoznanie podłoża według zasad określonych w odrębnych przepisach i w projektowaniu konstrukcji nawierzchni zastosować postępowanie określone w podrozdziale 8.9.2.

(10) W przypadku gruntów skalistych dolne warstwy konstrukcji nawierzchni powinny być projektowane indywidualnie.

(11) Podczas ustalania grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni należy pamiętać o tym, że każda zmiana grupy nośności podłoża skutkuje zmianą grubości warstw dolnych konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża i może skutkować także zmianą technologii. Ze względu na konieczność ujednolicenia wykonawstwa robót zbyt częste zmiany grubości warstw i technologii nie są wskazane. Z tego powodu długości odcinków drogi o przyjętej projektowej grupie nośności podłoża gruntowego nawierzchni powinny być dostatecznie długie. Jeżeli w określonych warunkach gruntowo-wodnych występują częste zmiany grupy nośności to należy odcinki o różnej grupie nośności połączyć ze sobą w celu ujednolicenia technologii robót. W takim przypadku należy do projektowania przyjąć najmniej korzystną grupę nośności spośród wszystkich występujących na tym odcinku.

7.5. Sprawdzenie nośności podłoża gruntowego nawierzchni w czasie robót

(1) Projektant jest zobowiązany do podania w projekcie grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni, przyjętej jako podstawa do projektowania konstrukcji nawierzchni. Informacja ta określa równocześnie minimalne wartości wskaźnika CBR oraz wtórnego modułu odkształcenia E_2 , podane w tab. 7.4.1, odpowiadające przyjętej grupie nośności podłoża gruntowego.

(2) W czasie robót budowlanych, bezpośrednio po odsłonięciu podłoża gruntowego nawierzchni w wykopach lub po uformowaniu nasypów, przed wykonaniem warstwy ulepszanego podłoża lub pierwszej warstwy konstrukcji nawierzchni, należy przeprowadzić badania kontrolne potwierdzające założenia dotyczące nośności podłoża, przyjęte w czasie projektowania, określone w podrozdziale 7.4 akapity od (2) do (6). Ocenę nośności należy przeprowadzić poprzez określenie wtórnego modułu odkształcenia E_2 na powierzchni podłoża gruntowego i porównanie, czy wyznaczona wartość odpowiada założonej grupie nośności podłoża, zgodnie z klasyfikacją podaną w tab. 7.4.1. Wartość wtórnego modułu odkształcenia E_2 należy określić z badań płytą pod obciążeniem statycznym.

(3) Dopuszcza się zastosowanie innej metody określenia nośności podłoża gruntowego nawierzchni:

- a) użycie sondy dynamicznej stożkowej DCP w celu pośredniego wyznaczenia wartości CBR,
- b) badanie lekką płytą dynamiczną do pośredniego wyznaczenia wartości wtórnego modułu odkształcenia E_2 ,
- c) badanie ugięciomierzem FWD w celu pośredniego wyznaczenia wartości wtórnego modułu odkształcenia E_2 .

(4) W przypadkach wątpliwych decyduje badanie płytą pod naciskiem statycznym.

(5) Badania ugięciomierzem FWD oraz lekką płytą dynamiczną powinny być wcześniej skalibrowane z badaniem płytą pod naciskiem statycznym. W przypadku zastosowania sondy dynamicznej stożkowej DCP można – do czasu opracowania polskiej instrukcji badania – wykorzystać następującą zależność określoną w przepisach brytyjskich (7.5.1):

$$\log_{10}(\text{CBR}) = 2,48 - 1,057 \cdot \log_{10}w \quad (7.5.1)$$

gdzie:

CBR – wartość wskaźnika nośności CBR [%],

w – wartość wpędu w mm na jedno uderzenie bijaka sondy DCP zakończonej stożkiem o średnicy 20 mm i kącie 60° [mm/uderzenie].

(6) Jeżeli badania kontrolne wykażą, że grupa nośności podłoża gruntowego określona w czasie robót jest gorsza od przyjętej do projektowania konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża to należy przeprojektować dolne warstwy konstrukcji nawierzchni i warstwę ulepszanego podłoża z uwzględnieniem niższej nośności podłoża gruntowego nawierzchni. Jeżeli badania kontrolne wykażą zwiększoną nośność podłoża gruntowego w stosunku do założeń projektowych, to nie należy wprowadzać żadnych zmian w projekcie.

8. Projektowanie warstwy ulepszanego podłoża i dolnych warstw konstrukcji nawierzchni

8.1. Informacja ogólna

8.1.1. Rola warstwy ulepszanego podłoża i dolnych warstw konstrukcji nawierzchni

(1) Dolne warstwy konstrukcji nawierzchni (warstwa mrozoochronna 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.

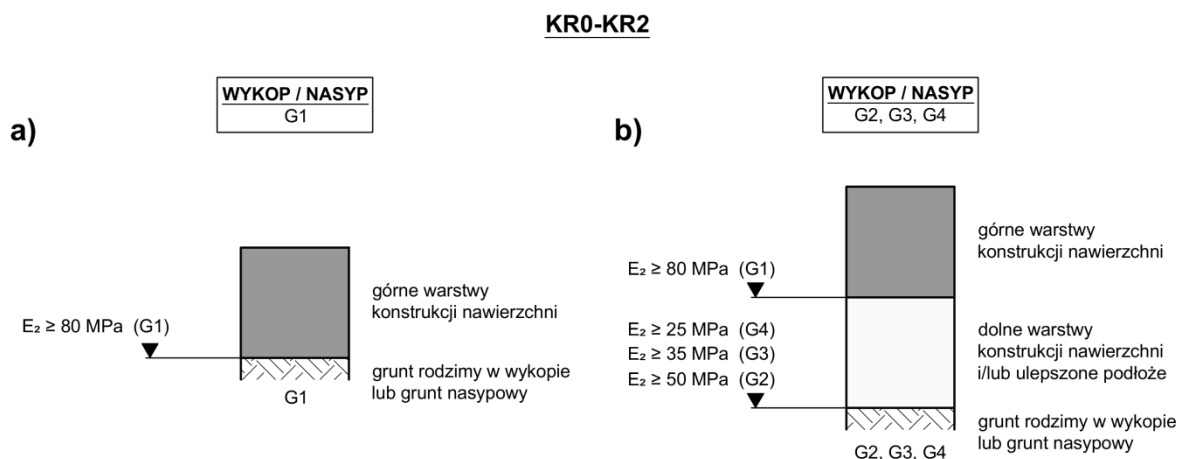
(2) Rolą warstwy ulepszanego podłoża i dolnych warstw konstrukcji nawierzchni jest:

- w czasie budowy drogi – rozłożenie naprężeń od ruchu technologicznego, ochrona przed powstaniem uszkodzeń na każdym etapie prac budowlanych oraz zapewnienie prawidłowego ułożenia i zagęszczenia górnych warstw nawierzchni,
- w czasie eksploatacji nawierzchni – bezpieczne przejście powtarzalnych obciążeń od ruchu pojazdów oraz ochrona nawierzchni przed negatywnymi skutkami działania wody i przed wysadzinami powodowanymi przez szkodliwe działanie mrozu.

(3) Właściwe pełnienie ról przez warstwę ulepszanego podłoża oraz przez dolne warstwy konstrukcji nawierzchni zależy od prawidłowego zaprojektowania i wykonania robót ziemnych oraz związanych z nimi elementów odwodnienia wgłębego i powierzchniowego.

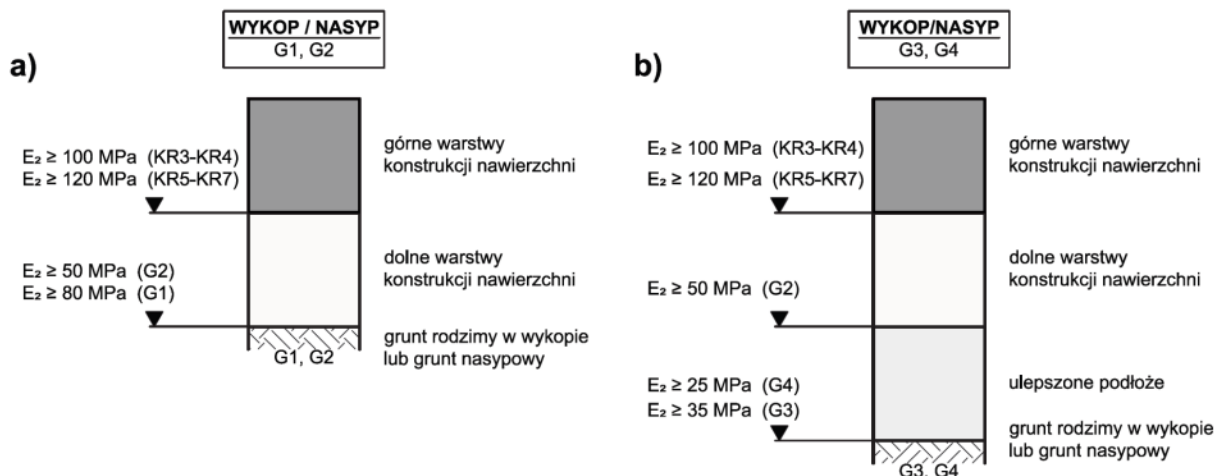
8.1.2. Układ warstw

(1) Schematy układu warstw konstrukcji nawierzchni przedstawiono na rys. 8.1.2.1 i 8.1.2.2. Zadaniem Projektanta jest określenie potrzeby zastosowania poszczególnych warstw w istniejących warunkach lokalnych i przyjęcie odpowiedniego typowego rozwiązania spośród przedstawionych w tab. 8.7.1, 8.7.2, 8.7.3 oraz 8.7.4, zapewniającego osiągnięcie wymaganej nośności, zgodnie z podrozdziałem 8.1.3.



Rys. 8.1.2.1. Schemat układu warstw konstrukcji nawierzchni dla kategorii ruchu KR0-KR2 w wykopie i w nasypie oraz wymagane wartości wtórnych modułów okształcenia na powierzchni warstw: a) w przypadku grupy nośności podłoża G1; b) w przypadku grupy nośności podłoża G2, G3 i G4

KR3-KR7



Rys. 8.1.2.2. Schemat układu warstw konstrukcji nawierzchni dla kategorii ruchu KR3-KR7 w wykopie i w nasypie oraz wymagane wartości wtórnych modułów odkształcenia na powierzchni warstw: a) w przypadku grupy nośności podłoża G1 i G2; b) w przypadku grupy nośności podłoża G3 i G4

8.1.3. Wymagana nośność

(1) Nośność na powierzchni dolnych warstw konstrukcji nawierzchni określa wartość wtórnego modułu odkształcenia E_2 , wyznaczonego z badania płytą pod naciskiem statycznym. Wymaganie w zakresie nośności na powierzchni najwyższej spośród dolnych warstw konstrukcji nawierzchni jest uzależnione od kategorii ruchu, zgodnie z tab. 8.1.3.1.

Tab. 8.1.3.1. Wymagania w zakresie nośności na powierzchni dolnych warstw konstrukcji nawierzchni w zależności od kategorii ruchu

Kategoria ruchu	Wymagana nośność na powierzchni dolnych warstw konstrukcji nawierzchni
KR0-KR2	$E_2 \geq 80 \text{ MPa}$
KR3-KR4	$E_2 \geq 100 \text{ MPa}$
KR5-KR7	$E_2 \geq 120 \text{ MPa}$

(2) 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 $E_2 = 50 \text{ MPa}$, to należy wykonać warstwę ulepszonego podłoża. W przypadku kategorii ruchu KR3-KR4 dolne warstwy konstrukcji nawierzchni mają za zadanie zapewnić osiągnięcie nośności $E_2 \geq 100 \text{ MPa}$, a w przypadku kategorii ruchu KR5-KR7 nośności $E_2 \geq 120 \text{ MPa}$.

(3) W przypadku kategorii ruchu KR0, KR1 lub KR2 warstwa ulepszonego podłoża oraz dolne warstwy konstrukcji nawierzchni, zaprojektowane łącznie, powinny zapewniać uzyskanie nośności 80 MPa.

(4) W Katalogu przyjęto, że wartość wtórnego modułu odkształcenia E_2 na powierzchni podłoża gruntowego lub warstwy ulepszonego podłoża (zależnie od występującej grupy nośności podłoża G_i) w przypadku nawierzchni przeznaczonych do ruchu pieszych lub rowerów wynosi 50 MPa.

8.2. Warstwa ulepszonego podłoża

(1) Do wykonania warstwy ulepszonego podłoża należy stosować materiały wymienione w podrozdziale 11.8 akapity od (1) do (5).

(2) Warstwa ulepszonego podłoża powinna być wykonana na całej szerokości korpusu ziemnego.

(3) Jeżeli warstwa ulepszanego podłoża jest wykonana z materiału niezwiązanego, to niezależnie od klasyfikacji warunków wodnych musi być wykonana ze spadkiem poprzecznym, zapewniającym skuteczne odprowadzanie wody oraz musi być wyprowadzona w nasypach na skarpę lub do drenażu podłużnego, a w wykopach do drenażu podłużnego lub na skarpę rowu co najmniej 20 cm powyżej jego dna.

8.3. Warstwa mrozochronna

(1) Do wykonania warstwy mrozochronnej należy stosować materiały wymienione w podrozdziale 11.7.2 akapity od (1) do (6).

(2) Warstwa mrozochronna powinna być wykonana na całej szerokości korpusu ziemnego.

(3) Jeżeli warstwa mrozochronna jest wykonana z materiału niezwiązanego to niezależnie od klasyfikacji warunków wodnych musi być wykonana ze spadkiem poprzecznym, zapewniającym skuteczne odprowadzanie wody. Warstwa mrozochronna z materiału niezwiązanego musi być wyprowadzona w nasypach na skarpę lub do drenażu podłużnego, a w wykopach do drenażu podłużnego lub na skarpę rowu co najmniej 20 cm powyżej jego dna.

8.4. Podbudowa pomocnicza

(1) Do wykonania podbudowy pomocniczej należy stosować materiały wymienione w podrozdziale 11.7.1 akapity od (1) do (5).

8.5. Warstwa odsączająca

(1) Warstwę odsączającą należy zastosować na podłożach z gruntów wątpliwych i wysadzinowych, jeżeli zwierciadło wody gruntowej znajduje się bliżej niż 1,50 m od spodu konstrukcji nawierzchni.

(2) Jeżeli zwierciadło wody gruntowej znajduje się bliżej niż 1,00 m od spodu konstrukcji nawierzchni, to zaleca się podniesienie niwelety drogi lub obniżenie zwierciadła wody gruntowej, o ile jest to możliwe.

(3) Minimalna grubość warstwy odsączającej wynosi:

- a) 15 cm – w przypadku kategorii ruchu KR0-KR2
- b) 20 cm – w przypadku kategorii ruchu KR3-KR7.

(4) Funkcję warstwy odsączającej może pełnić warstwa mrozochronna lub warstwa ulepszanego podłoża, wykonana z materiału ziarnistego (mieszanki niezwiązanego lub z gruntu niewysadzinowego) o odpowiednim uziarnieniu i współczynniku filtracji $k \geq 8$ m/dobę oraz o innych właściwościach podanych w podrozdziale 11.7.3 akapity (1) i (2).

(5) Jeżeli grubość warstwy mrozochronnej lub warstwy ulepszanego podłoża, która ma pełnić funkcję warstwy odsączającej, podana w rozwiązaniach typowych w tab. 8.7.1, 8.7.2, 8.7.3 lub 8.7.4, jest istotnie większa od minimalnej podanej w podrozdziale 8.5 akapit (3), to warstwę tę można wykonać w postaci dwóch warstw technologicznych w następujący sposób:

- a) warstwa dolna powinna mieć właściwości warstwy odsączającej ($k \geq 8$ m/dobę i zawartość ziaren poniżej 0,063 mm nie więcej niż 6%) oraz grubość nie mniejszą od minimalnej podanej w podrozdziale 8.5 akapit (3),
- b) warstwa górna powinna mieć właściwości typowej warstwy mrozochronnej lub warstwy ulepszanego podłoża (zawartość ziaren poniżej 0,063 mm nie więcej niż 15%, brak wymagań co do współczynnika filtracji) oraz grubość co najmniej 15 cm.

Postępowanie takie jest możliwe, jeżeli grubość warstwy mrozochronnej lub warstwy ulepszanego podłoża podana w tab. 8.7.1, 8.7.2, 8.7.3 lub 8.7.4 jest większa od 30 cm w przypadku kategorii ruchu KR0-KR2 i 35 cm w przypadku kategorii ruchu KR3-KR7.

(6) Jeżeli musi być zastosowana warstwa odsączająca, to w przyjętym typie warstw dolnych i warstwy ulepszanego podłoża musi występować warstwa mrozochronna lub warstwa ulepszanego podłoża wykonana z materiału ziarnistego (mieszanki niezwiązanego lub gruntu niewysadzinowego). W takim przypadku nie dopuszcza się stosowania typów 7 oraz 10 dolnych

warstw konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża, przedstawionych odpowiednio w tab. 8.7.2 i 8.7.3.

(7) Warstwa odsączająca musi być wykonana na całej szerokości korpusu drogi ze spadkiem poprzecznym, zapewniającym skuteczne odprowadzanie wody. Warstwa odsączająca musi być wyprowadzona w nasypach na skarpę lub do drenażu podłużnego, a w wykopach do drenażu podłużnego lub na skarpę rowu co najmniej 20 cm powyżej jego dna.

(8) W przekroju ulicznym warstwa odsączająca musi być wyprowadzona do drenu podłużnego.

8.6. Warstwa odcinająca

(1) Jeżeli na podłożu gruntowym z gruntu wątpliwego 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. Dopuszczenie do zanieczyszczenia materiału ziarnistego może spowodować obniżenie nośności, podatność na wysadziny oraz brak wodoprzepuszczalności warstwy. Wykonanie warstwy odcinającej jest szczególnie istotne w złych warunkach wodnych. Takie zabezpieczenie jest zbędne, jeżeli warstwa z materiału ziarnistego jest ułożona na warstwie stabilizowanej spoiwem hydraulicznym lub wapnem.

(2) Do wykonania warstwy odcinającej należy stosować geotekstyli (geowłókniny lub geotkaniny separacyjne) o właściwościach dobranych z uwzględnieniem właściwości stykających się materiałów – gruntu podłoża i spoczywającej na nim warstwy. Zalecenia dotyczące geotekstyliów do wykonania warstwy odcinającej podano w podrozdziale 11.7.4 akapit (2).

(3) Warstwa odcinająca z geotekstyliów musi być zawsze zastosowana pod warstwą odsączającą, jeżeli nie spoczywa ona na warstwie stabilizowanej spoiwem hydraulicznym lub wapnem.

(4) Jeżeli warstwa ulepszanego podłoża lub warstwa mrozochronna jest wykonana z materiału ziarnistego, ale nie pełni roli warstwy odsączającej, to postępowanie z projektowaniem warstwy odcinającej na gruntach wątpliwych i wysadzinowych jest następujące:

- a) w przypadku kategorii ruchu KR5-KR7 pod warstwą ulepszanego podłoża lub warstwą mrozochronną musi być wykonana warstwa odcinająca z geotekstyliów,
- b) w przypadku kategorii ruchu KR0-KR4 pod warstwą ulepszanego podłoża lub warstwą mrozochronną zalecana jest warstwa odcinająca z geotekstyliów, ale można z niej zrezygnować wtedy, gdy spełniony jest warunek nieprzenikania cząstek drobnych podany wzorem (8.6.1).

(5) W przypadku kategorii ruchu KR0-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. Materiał warstwy odcinającej powinien spełniać warunek nieprzenikania cząstek drobnych. Warstwa odcinająca z piasku drobnego jest mniej skuteczna i trudniejsza w wykonaniu od warstwy odcinającej z geotekstyliów. Grubości warstwy odcinającej nie wlicza się do grubości podanych w typowych rozwiązaniach, przedstawionych w tab. 8.7.1, 8.7.2, 8.7.3 lub 8.7.4.

(6) Ze względu na możliwe zanieczyszczenie warstwy odcinającej z piasku przez cząstki gruntu wątpliwego lub wysadzinowego jej grubości nie wlicza się do sumarycznej grubości warstw konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża w ocenie odporności nawierzchni na wysadziny.

(7) Warunek nieprzenikania cząstek drobnych gruntu podłoża do warstwy z materiału ziarnistego ułożonej bezpośrednio na podłożu opisany jest wzorem (8.6.1):

$$\frac{D_{15}}{d_{85}} \leq 5 \quad (8.6.1)$$

gdzie:

D_{15} – wymiar sita przez które przechodzi 15% ziaren materiału warstwy ułożonej bezpośrednio na podłożu,

d_{85} – wymiar sita przez które przechodzi 85% ziaren gruntu podłoża.

8.7. Typowe rozwiązania

(1) Grubości dolnych warstw konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża, podane w Katalogu, zostały przyjęte na podstawie:

- a) obliczeń modułów z wykorzystaniem modelu wielowarstwowej półprzestrzeni sprężystej,
- b) porównania z grubościami i rodzajami analogicznych warstw podanych w katalogach i metodach innych krajów,
- c) dotychczasowych doświadczeń krajowych.

(2) Typowe rozwiązania obejmujące warstwę ulepszanego podłoża i dolne warstwy konstrukcji nawierzchni przedstawiono w tab. 8.7.1 ($E_2 \geq 120$ MPa), w tab. 8.7.2 ($E_2 \geq 100$ MPa), w tab. 8.7.3 ($E_2 \geq 80$ MPa) i w tab. 8.7.4 ($E_2 \geq 50$ MPa). W każdej kolumnie tablic podano jeden typ konstrukcji. Ze względu na ujednolicenie technologii robót na projektowanym odcinku drogi zaleca się przyjęcie jednego typu konstrukcji, który będzie obowiązywał w odniesieniu do wszystkich grup nośności podłoża.

(3) Typ 1 oraz typ 5 dolnych warstw konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża, przedstawione odpowiednio w tab. 8.7.1 i 8.7.2 mają identyczny układ oraz grubości warstw pomimo, że są projektowane dla nośności 120 MPa (typ 1) i 100 MPa (typ 5). Powodem tego jest:

- a) zastosowanie w każdym z przypadków materiałów o innych właściwościach, podanych w rozdziale 11,
- b) przyjęcie minimalnych grubości ze względów technologicznych.

(4) Dopuszcza się stosowanie rozwiązań zaprojektowanych indywidualnie.

(5) Doprowadzenie podłoża pod górnymi warstwami nawierzchni przeznaczonych do ruchu pieszych lub rowerów do wymaganej wartości wtórnego modułu odkształcenia E_2 , wynoszącej 50 MPa, zapewnia zastosowanie rozwiązań podanych w tab. 8.7.4.

Tab. 8.7.1. 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	PP 15 WM 20 WUP 25 120 MPa 50 MPa 25 MPa	PP 20 WUP 40 120 MPa 50 MPa 25 MPa	PP 17 WM 25 WUP 25 120 MPa 50 MPa 25 MPa	PP 35 WUP 40 120 MPa 50 MPa 25 MPa
	G3	PP 15 WM 20 WUP 20 120 MPa 50 MPa 35 MPa	PP 20 WUP 25 120 MPa 50 MPa 35 MPa	PP 17 WM 25 WUP 20 120 MPa 50 MPa 35 MPa	PP 35 WUP 25 120 MPa 50 MPa 35 MPa
	G2	PP 15 WM 20 120 MPa 50 MPa	PP 17 WUP* 20 120 MPa 50 MPa	PP 17 WM 25 120 MPa 50 MPa	PP 25 WUP* 20 120 MPa 50 MPa
	G1	PP 15 120 MPa 80 MPa	PP 15 120 MPa 80 MPa	PP 17 120 MPa 80 MPa	PP 17 120 MPa 80 MPa

podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym C_{5/6};

podbudowa pomocnicza z mieszanki niezwiązanej o CBR ≥ 60%;

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

warstwa ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym C_{0,4/0,5} lub wapnem R_{c0,5};

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

LEGENDA:

PP - podbudowa pomocnicza

WM - warstwa mrozochronna

WUP - warstwa ulepszonego podłoża

▾ - wymagany wtórny moduł odkształcenia E₂

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:

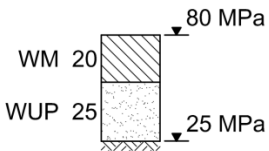
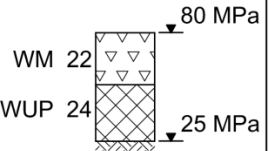
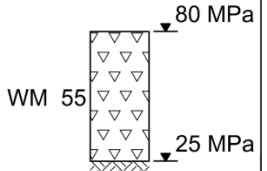
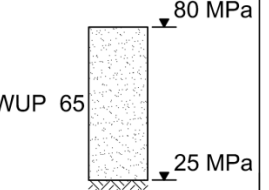
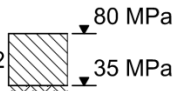
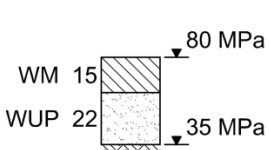
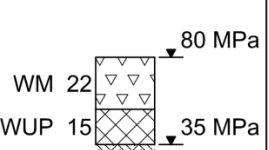
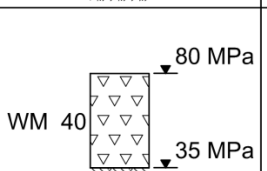
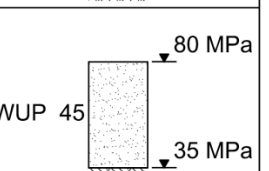
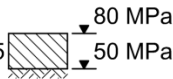
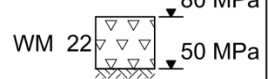
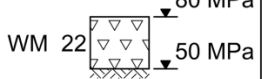
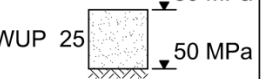
1) Wymagania materiałowe według rozdziału 10

2) Grubości warstw "h" podano w [cm]

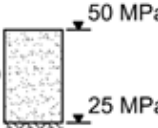
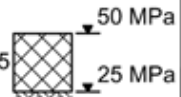
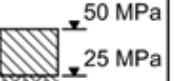
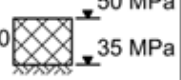
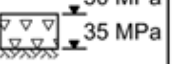
Tab. 8.7.2. Typowe rozwiązania dolnych warstw konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża w przypadku kategorii ruchu KR3 i KR4 ($E_2 \geq 100$ MPa)

		TYP 5	TYP 6	TYP 7 (nie stosuje się, gdy wymagana jest warstwa odsączająca)	TYP 8	TYP 9	LEGENDA:
GRUPA NOŚNOŚCI PODŁOŻA	G4	PP 15 WM 20 WUP 25 100 MPa 50 MPa 25 MPa	PP 18 WUP 40 100 MPa 50 MPa 25 MPa	WM 22 WUP 25 100 MPa 50 MPa 25 MPa	WM 28 WUP 25 100 MPa 50 MPa 25 MPa	PP 24 WUP 40 100 MPa 50 MPa 25 MPa	PP - podbudowa pomocnicza WM - warstwa mrozochronna WUP - warstwa ulepszanego podłoża ▼ - wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2 UWAGA: 1) Wymagania materiałowe według rozdziału 10 2) Grubości warstw "h" podano w [cm]
	G3	PP 15 WM 20 WUP 20 100 MPa 50 MPa 35 MPa	PP 18 WUP 25 100 MPa 50 MPa 35 MPa	WM 22 WUP 20 100 MPa 50 MPa 35 MPa	WM 28 WUP 20 100 MPa 50 MPa 35 MPa	PP 24 WUP 25 100 MPa 50 MPa 35 MPa	
	G2	PP 15 WM 20 100 MPa 50 MPa	PP 18 100 MPa	WM 22 100 MPa 50 MPa	WM 28 100 MPa 50 MPa	PP 24 100 MPa 50 MPa	
	G1	PP 15 100 MPa 80 MPa	PP 15 100 MPa 80 MPa	WM 18 100 MPa 80 MPa	WM 22 100 MPa 80 MPa	PP 15 100 MPa 80 MPa	
		podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym lub gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym $C_{3/4}$; 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 $C_{1,5/2}$; warstwa ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym $C_{0,4/0,5}$ lub wapnem $R_{c0,5}$; warstwa ulepszanego podłoża z mieszanki niezwiązanej lub z gruntu niewysadzinowego (naturalnego lub antropogenicznego) o CBR $\geq 20\%$; o ile to konieczne warstwa ulepszanego podłoża pełni funkcję warstwy odsączającej o $k \geq 8$ m/dobę;					

Tab. 8.7.3. Typowe rozwiązania dolnych warstw konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszonego podłoża w przypadku kategorii ruchu KR0 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 ulepszanego podłoża ▼ - wymagany wtórny moduł odkształcenia E ₂ UWAGA: 1) Wymagania materiałowe według rozdziału 10 2) 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 C_{1,5/2} lub wapnem R_c1,0;  warstwa mrozochronna z mieszanki niezwiązanej lub gruntu niewysadzinowego (naturalnego lub antropogenicznego) o CBR ≥ 25%; o ile to konieczne warstwa mrozochronna pełni funkcję warstwy odsączającej o k ≥ 8 m/dobę;  warstwa ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym C_{0,4/0,5} lub wapnem R_c0,5;  warstwa ulepszanego podłoża z mieszanki niezwiązanej lub z gruntu niewysadzinowego (naturalnego lub antropogenicznego) o CBR ≥ 20%; o ile to konieczne warstwa ulepszanego podłoża pełni funkcję warstwy odsączającej o k ≥ 8 m/dobę;						

Tab. 8.7.4. Typowe rozwiązania ulepszonego podłoża dla nawierzchni przeznaczonych do ruchu pieszych lub dla rowerów ($E_2 \geq 50$ MPa)

		TYP 15	TYP 16	TYP 17	LEGENDA: WUP - warstwa ulepszonego podłoża ▼ - wymagany wtórny moduł odkształcenia E ₂ UWAGA: 1) Wymagania materiałowe według rozdziału 10 2) Grubości warstw "h" podano w [cm]
GRUPA NOŚNOŚCI PODŁOŻA	G4				
	G3				
	G2	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	
	G1	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	

 warstwa ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym C_{1,5/2} lub wapnem R_c1,0;
 warstwa ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym C_{0,4/0,5} lub wapnem R_c0,5;
 warstwa ulepszonego podłoża z mieszanki niezwiązanej lub z gruntu niewysadzinowego (naturalnego lub antropogenicznego) o CBR ≥ 20%;

8.8. Wzmocnienie geosyntetykami

(1) Duże grubości warstw podbudowy pomocniczej, warstwy mrozochronnej i warstwy ulepszonego podłoża z mieszanki niezwiązanej lub z gruntu niewysadzinowego wtedy, gdy warstwy te spoczywają na gruncie o niskiej nośności, można zmniejszyć przez wzmocnienie podłoża gruntowego geosyntetykami.

(2) W szczególności zaleca się wykonać wzmocnienie podłoża gruntowego nawierzchni geosyntetykami wtedy, gdy jest ono sklasyfikowane jako G3 lub G4, a z tab. 8.7.1, 8.7.2, 8.7.3 lub 8.7.4 wynika, że grubość warstw niezwiązanych na podłożu gruntowym przekracza 40 cm.

(3) Wzmocnienie podłoża geosyntetykami zaleca się także w przypadku podłoża z nadmiernie nawilgoconych gruntów spoistych w stanie miękkoplastycznym i plastycznym.

(4) Wzmocnienie geosyntetykami i wynikającą z niego redukcję grubości warstwy (warstw) z mieszanki niezwiązanej lub z gruntu niewysadzinowego należy projektować indywidualnie z zastosowaniem odpowiednich metod, opartych o analizę przy założeniu małych odkształceń warstw dolnych konstrukcji nawierzchni.

(5) Nie dopuszcza się stosowania metod opracowanych i przeznaczonych dla sytuacji, w których zakłada się powstanie znacznego odkształcenia geosyntetyku oraz koleiny na powierzchni warstwy, na której ułożono geosyntetyk (tzw. „efekt membrany”). W wyborze rozwiązania należy wziąć pod uwagę doświadczenia praktyczne z danym typem geosyntetyku.

8.9. Postępowanie w sytuacjach nietypowych

8.9.1. Postępowanie w przypadku podłoża gruntowego z gruntów nieorganicznych o $\text{CBR} < 2\%$

(1) W przypadku występowania w podłożu nawierzchni gruntów nieorganicznych o wskaźniku $\text{CBR} < 2\%$ ($E_2 < 25 \text{ MPa}$) wzmocnienie podłoża należy projektować indywidualnie. Wynika to z dużego wpływu rodzaju słabego gruntu i jego miąższości oraz umiejscowienia słabej warstwy w podłożu na nośność podłoża oraz zagrożenie ewentualnymi osiadaniem nawierzchni.

(2) W takim przypadku można rozważyć następujące rozwiązania:

- a) wymianę gruntu podłoża na grunt (materiał) niewysadzinowy o większej nośności,
- b) stabilizację gruntu podłoża spoiwem hydraulicznym lub wapnem,
- c) wzmocnienie podłoża poprzez ułożenie warstwy z mieszanki niezwiązanej zbrojonej warstwą lub warstwami geosyntetyków,
- d) wzmocnienie poprzez stosowanie kolumn, pali itp. w przypadku głębokiego zalegania gruntów słabonośnych.

8.9.2. Postępowanie w przypadku gruntów organicznych w podłożu gruntowym

(1) W przypadku występowania w podłożu gruntowym budowli ziemnej lub nawierzchni gruntów organicznych, w celu zapewnienia wymaganych warunków pracy konstrukcji nawierzchni oraz przeciwdziałania jej spękanom i deformacjom, należy w zależności od warunków miejscowych wykonać: wymianę gruntu organicznego na grunt mineralny, wzmocnienie wgłębne słabego podłoża (na przykład zastosowanie kolumn, pali lub inne metody) albo wzmocnienie powierzchniowe z zastosowaniem geomateracy. Rozwiązania takie należy projektować indywidualnie.

(2) Podstawowym kryterium oceny efektywności projektowanego wzmocnienia wgłębego lub powierzchniowego z zastosowaniem geomateracy, w odniesieniu do mechaniki pracy konstrukcji nawierzchni, jest skuteczność w przeciwdziałaniu nierównomiernym osiadaniom podłoża pod konstrukcją nawierzchni w przekroju poprzecznym i podłużnym. Nierównomierne osiadania nie mogą przekraczać wartości dopuszczalnych, podanych w odrębnych przepisach.

(3) Oprócz nierównomierności osiadań należy sprawdzić wielkość osiadań całkowitych, które nie mogą przekraczać wartości dopuszczalnych podanych w odrębnych przepisach.

8.10. Kontrola w czasie robót

(1) W czasie robót oraz po ich wykonaniu należy przeprowadzić badania kontrolne potwierdzające uzyskanie zakładanej nośności.

(2) Materiały użyte do wykonania warstw dolnych konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża muszą spełniać minimalne wymagania materiałowe określone w rozdziale 11.

(3) W przypadku warstw dolnych konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża wykonanych z mieszanki niezwiązanej, z gruntu niewysadzinowego naturalnego lub antropogenicznego, należy określić wartość wtórnego modułu odkształcenia E_2 na poziomach wskazanych w tab. 8.7.1, 8.7.2, 8.7.3 lub 8.7.4 oraz sprawdzić, czy uzyskano podane w tablicach wartości E_2 . Warunki badania należy przyjąć według Załącznika B normy [4]. Dopuszcza się również inne metody określania nośności, np. badanie ugięciomierzem FWD lub badanie lekką płytą dynamiczną, pod warunkiem wcześniejszego skalibrowania uzyskiwanych wyników z badaniem płytą pod naciskiem statycznym.

(4) W przypadku warstw dolnych konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża związanych cementem lub szybkowiążącym spoiwem drogowym akceptacja warstw dolnych konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża pod względem nośności odbywa się na podstawie wyników badań, potwierdzających spełnienie wymagań materiałowych określonych w rozdziale 11. W omawianym przypadku najważniejszymi kryteriami oceny jest zgodność wytrzymałości warstwy na ściskanie i grubości warstwy z wartościami określonymi w projekcie.

(5) W przypadku warstw dolnych i warstwy ulepszanego podłoża związanych spoiwami wolnowiążącymi (wapno, żużle i niektóre spoiwa drogowe) akceptacja warstw dolnych i warstwy ulepszanego podłoża pod względem nośności odbywa się na podstawie indywidualnego programu badań potwierdzającego spełnienie wymagań materiałowych określonych w rozdziale 11. Do podstawowych badań kontrolnych należą: badanie wskaźnika zagęszczenia, badanie wskaźnika odkształcenia, ocena zgodności składu wykonanej warstwy z receptą, kontrola wilgotności optymalnej i grubości warstwy.

9. Typowe rozwiązania górnych warstw konstrukcji nawierzchni

9.1. Informacje ogólne

(1) W rozdziale 9 przedstawiono typowe rozwiązania górnych warstw nawierzchni, będących przedmiotem Katalogu. Podano również zalecenia odnoszące się do wyboru typu konstrukcji nawierzchni oraz istotne warunki wykonania, mające wpływ na trwałość nawierzchni.

(2) Sformułowanie „typ nawierzchni” stosuje się w celu rozróżnienia nawierzchni ze względu na konstrukcję nawierzchni (podatna, półsztywna, sztywna) oraz/lub rodzaj materiału użytego w górnej warstwie nawierzchni (np. betonowa, asfaltowa, z warstwą nawierzchniową z kostki kamiennej, nieutwardzona).

(3) Sformułowanie „rodzaj nawierzchni” odnosi się do przeznaczenia nawierzchni, np. do ruchu bardzo lekkiego, do ruchu pieszych lub rowerów itp.

(4) Typowe rozwiązania w odniesieniu do poszczególnych rodzajów nawierzchni przedstawiono w następujących podrozdziałach i tabelach:

- a) nawierzchnie jezdni przeznaczone do ruchu bardzo lekkiego KR0 – podrozdział 9.2 i tab. 9.2.1,
- b) nawierzchnie zatok przystankowych – podrozdział 9.3 i tab. 9.3.1,
- c) nawierzchnie stanowisk postojowych i jezdni manewrowych – podrozdział 9.4 i tab. 9.4.1,
- d) nawierzchnie dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów – podrozdział 9.5 i tab. 9.5.1.

(5) Zalecane rozwiązania w odniesieniu do nawierzchni jezdni w obszarach skrzyżowań przedstawiono w podrozdziale 9.6.

(6) W wyborze typu nawierzchni należy wziąć pod uwagę uwarunkowania materiałowe, technologiczne oraz wynikające z funkcjonalności nawierzchni. W wyborze typu nawierzchni należy również uwzględnić wpływ wyboru na odporność nawierzchni na wysadziny. O ile to jest technicznie i ekonomicznie uzasadnione należy stosować grubsze typowe konstrukcje nawierzchni w przypadku większej wymaganej łącznej grubości warstw odpornych na działanie mrozu, określonej na podstawie tab. 10.1.1.

(7) We wszystkich nawierzchniach betonowych w celu zapewnienia właściwej współpracy płyt w szczelinach stosuje się dyble (szczeliny poprzeczne) oraz kotwy (szczeliny podłużne) dla kategorii ruchu KR3-KR7. W przypadku nieprawidłowego zastosowania dybli (błędy projektowe i wykonawcze) może dojść do zniszczenia płyty betonowej przy szczelinach dyblowanych, wykruszania, pękania oraz ograniczenia współpracy płyt. Parametry i rozstaw dybli oraz kotew należy zastosować jak w KTKNSz.

(8) Aby zminimalizować przypadkowe pękanie płyt betonowych odstępy między szczelinami powinny być dobrane w zależności od grubości płyty. Dodatkowo układ geometryczny wyodrębnionych płyt nie powinny mieć narożników o kącie mniejszym niż 60 stopni. Dla typowych konstrukcji nawierzchni betonowych przeznaczonych do ruchu pieszych lub rowerów o grubości płyty betonowej 16 cm należy stosować odstępy pomiędzy szczelinami 2,50 m, natomiast dla płyty betonowej 14 cm – 2,00 m. Dla pozostałych rodzajów nawierzchni betonowych należy nie przekraczać tzw. długości krytycznej płyty L_{kryt} , według zależności (9.1.1):

$$L_{kryt} = (22 \div 24)h \quad (9.1.1)$$

gdzie:

L_{kryt} – długość krytyczna płyty [m],

h – grubość płyty [m].

(9) W przypadku nawierzchni półsztywnych i kategorii ruchu KR3 lub większej należy przyjąć rozwiązanie przeciwdziałające spękanom odbitym określone w podrozdziale 11.16.

(10) W miejscu występującej w konstrukcjach nawierzchni podanych w tab. 9.2.1, 9.3.1, 9.4.1 i 9.5.1 podbudowy z mieszanki niezwiązanej C_{90/3} można zastosować podbudowę z mieszanki

niezwiązanej C_{50/30} lub C_{Nr}. W takim przypadku należy zwiększyć grubość podbudowy o: 2 cm dla mieszanki niezwiązanej C_{50/30} lub o 5 cm w przypadku mieszanki niezwiązanej C_{Nr}. Podbudowa z mieszanki niezwiązanej C_{Nr} może być stosowana tylko dla nawierzchni o kategorii ruchu od KRO do KR2. W podbudowach podatnych nawierzchni sztywnych może być stosowana jedynie mieszanka C_{90/3}.

(11) Występujące w tab. 9.2.1, 9.3.1, 9.4.1 i 9.5.1 grubości warstw z mieszanek mineralno-asfaltowych dla nawierzchni dla ruchu KRO i przeznaczonych do ruchu pieszych lub rowerów dotyczą całego pakietu warstw asfaltowych. Pakiet warstw bitumicznych należy podzielić na warstwy technologiczne możliwe do wykonania. Zaleca się projektowanie grubości warstw asfaltowych zgodnych z wymaganiami technologicznymi dotyczącymi minimalnej grubości warstwy z uwagi na wymiar największego ziarna w mieszance mineralno-asfaltowej i maksymalnej ze względu na prawidłowe zagęszczenie warstwy.

(12) Występujące w tab. 9.2.1, 9.3.1, 9.4.1 i 9.5.1 mieszanki związane spoiwem hydraulicznym (MZSH) oraz grunty stabilizowane spoiwem hydraulicznym (GSSH) należy wykonać o wytrzymałościach określonych dla danej kategorii ruchu w podrozdziale 11.9.

(13) Na rys. 9.1.1 przedstawiono legendę z oznaczeniami poszczególnych materiałów występujących w tab. 9.2.1, 9.3.1, 9.4.1 i 9.5.1.

LEGENDA:	
	mieszanka mineralno-asfaltowa
	beton asfaltowy do warstwy wiążącej
	beton asfaltowy do warstwy podbudowy
	kostka betonowa
	kostka kamienna 9/11 cm lub 15/17 cm
	płyty otworowe IOMB
	płyty ażurowe MEBA
	płyty chodnikowe
	mieszanka niezwiązana do nawierzchni niezwiązanych
	warstwa nawierzchniowa z betonu cementowego
	podsyпка cementowo-piaskowa
	podsyпка żwirowa
	podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej C _{90/3}
	podbudowa zasadnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym
	podbudowa zasadnicza z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym
	podbudowa zasadnicza z mieszanki mineralno - cementowo - emulsyjnej lub z asfaltem spienionym
	podbudowa zasadnicza z betonu cementowego C20/25
	wymagany wtórny moduł odkształcenia E ₂

Rys. 9.1.1. Legenda oznaczeń materiałów występujących w tab. 9.2.1, 9.3.1, 9.4.1 i 9.5.1

9.2. Nawierzchnie jezdni przeznaczone do ruchu bardzo lekkiego (KRO)

(1) Typowe konstrukcje nawierzchni przeznaczonych do ruchu bardzo lekkiego (kategoria KRO), przedstawiono w tab. 9.2.1.

(2) Nawierzchnie z płyt otworowych typu IOMB oraz płyt ażurowych typu MEBA powinny być stosowane w sytuacjach, kiedy istnieje potrzeba zapewnienia przepuszczalności nawierzchni dla wód opadowych. W takich przypadkach należy zadbać również o odpowiednią wodoprzepuszczalność podbudowy, podsyпки oraz materiału wypełniającego otwory w płytach.

(3) W uzasadnionych przypadkach, w celu wydłużenia trwałości nawierzchni z mieszanki niezwiązanej, możliwe jest jej zabezpieczenie poprzez wykonanie np. podwójnego powierzchniowego utrwalenia (PU), ułożenie dywanika na zimno typu „slurry seal”, ułożenie cienkiej (<4 cm) warstwy ścierniczej na gorąco lub innej podobnej technologii. Warstwy te należy traktować jako zabiegi powierzchniowe nie wpływające na nośność nawierzchni, a ich wykonanie nie uprawnia do zmniejszenia grubości warstwy z mieszanki niezwiązanej lub podbudowy. Przy projektowaniu nawierzchni z mieszanek niezwiązanych bez zabiegu powierzchniowego należy

mieć świadomość, iż w trakcie eksploatacji będą one wymagały regularnych zabiegów utrzymaniowych (profilowania, uzupełniania, zagęszczania). W przypadku przyjęcia wariantu z zabiegiem powierzchniowym należy mieć również na uwadze pewne ograniczenia wynikające z natury niektórych technologii (np. niewielką odporność warstwy powierzchniowego utwardzenia na siły styczne od kół pojazdów występujące na łukach poziomych o małych promieniach, w miejscach zawracania pojazdów itp.).

Tab. 9.2.1. Typowe konstrukcje nawierzchni jezdni przeznaczonych do ruchu bardzo lekkiego KR0 (1 z 2)

Rodzaj nawierzchni	Wzmocnione podłoże do E_2			
	80 MPa			
	Podbudowa zasadnicza z MN C _{90/3}	Podbudowa zasadnicza z MZSH	Podbudowa zasadnicza z GSSH	Podbudowa zasadnicza z MMCE lub ASp
Nawierzchnia asfaltowa				
Nawierzchnia z kostki betonowej				Nie stosuje się
Nawierzchnia z kostki kamiennej 9/11				Nie stosuje się
Nawierzchnia z kostki kamiennej 15/17				Nie stosuje się

Tab. 9.2.1. Typowe konstrukcje nawierzchni jezdni przeznaczonych do ruchu bardzo lekkiego KR0 (2 z 2)

Rodzaj nawierzchni	Wzmocnione podłoże do E ₂			
	80 MPa			
	Podbudowa zasadnicza z MN C _{90/3}	Podbudowa zasadnicza z MZSH	Podbudowa zasadnicza z GSSH	Podbudowa zasadnicza z MMCE lub ASp
Nawierzchnia z płyt otworowych typu IOMB		Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się
Nawierzchnia z płyt ażurowych typu MEBA		Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się
Nawierzchnia z mieszanki niezwiązanej				Nie stosuje się
Nawierzchnia betonowa		Nie stosuje się		Nie stosuje się

9.3. Nawierzchnie zatok przystankowych

(1) Typowe konstrukcje nawierzchni zatok przystankowych przedstawiono w tab. 9.3.1.

(2) W przypadku wyznaczonych miejsc zatrzymania autobusów w obrębie pasa ruchu konstrukcja nawierzchni (grubości warstw) jest taka sama, jak w konstrukcji nawierzchni jezdni na pozostałej powierzchni. W przypadku nawierzchni asfaltowych i kategorii ruchu KR4 lub większej można zastosować wzmocnienie konstrukcji nawierzchni poprzez ułożenie warstwy siatki zbrojącej pod warstwą wiążącą nawierzchni. Zastosowana siatka powinna zapewniać uzyskanie wystarczającej szczepności międzywarstwowej. Zaleca się, aby skuteczność wybranej siatki i technologii jej wbudowania były potwierdzone wcześniejszym zastosowaniem lub badaniami. Siatkę należy wbudować w obrębie wydzielonego miejsca zatrzymania autobusów i na odcinku 50 metrów od krawędzi wydzielonego miejsca, po każdej jego stronie.

(3) Podbudowę z betonu C20/25 należy dylatować z wypełnieniem szczelin bitumiczną masą zalewową.

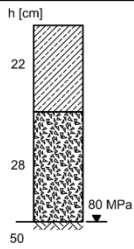
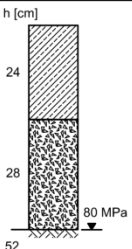
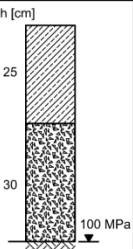
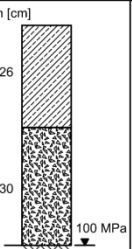
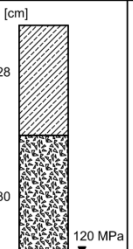
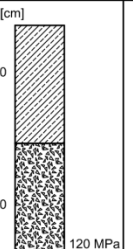
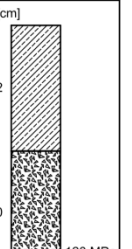
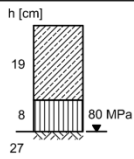
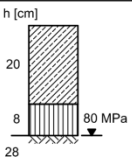
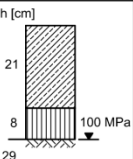
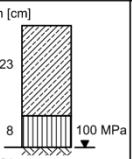
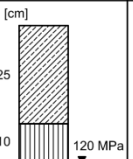
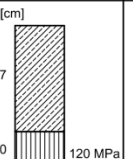
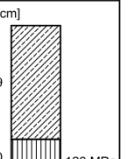
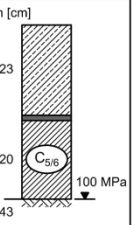
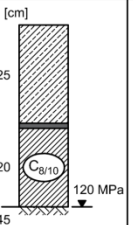
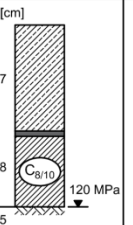
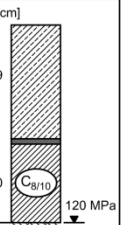
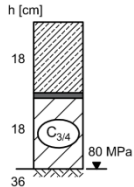
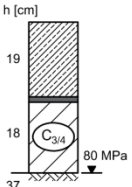
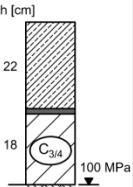
Tab. 9.3.1. Typowe konstrukcje nawierzchni zatok przystankowych (1 z 3)

Rodzaj nawierzchni	Wzmocnione podłoże do E_2						
	80 MPa		100 MPa		120 MPa		
	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7
Nawierzchnie asfaltowe							
Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej $C_{90/3}$					Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się
Podbudowa zasadnicza z mieszanki mineralno-asfaltowej					Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się
Podbudowa zasadnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym					Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się
Podbudowa zasadnicza z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym			Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się
Podbudowa zasadnicza z mieszanki wykonanej w technologii recyklingu na zimno					Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się

Tab. 9.3.1. Typowe konstrukcje nawierzchni zatok przystankowych (2 z 3)

Rodzaj nawierzchni	Wzmocnione podłoże do E ₂						
	80 MPa		100 MPa		120 MPa		
	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7
Nawierzchnie z kostki kamiennej 9/11							
Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej C _{90/3}					Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się
Podbudowa zasadnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym					Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się
Podbudowa zasadnicza z betonu cementowego C20/25							
Nawierzchnie z kostki kamiennej 15/17							
Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej C _{90/3}					Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się
Podbudowa zasadnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym					Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się
Podbudowa zasadnicza z betonu cementowego C20/25							

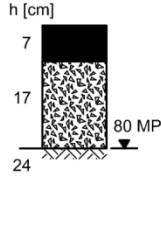
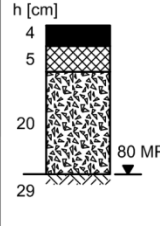
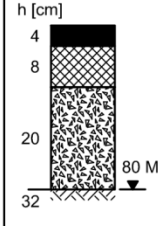
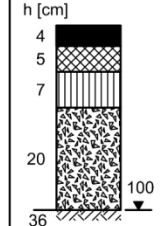
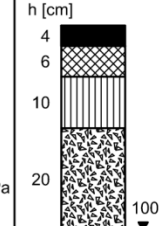
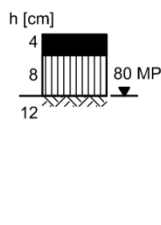
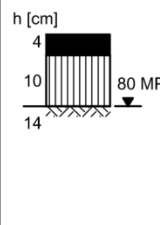
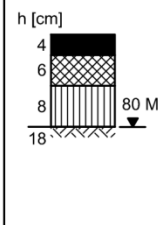
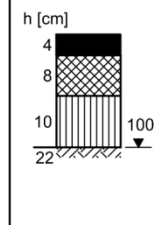
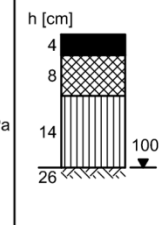
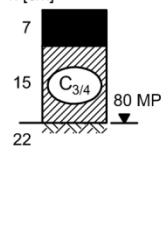
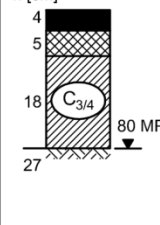
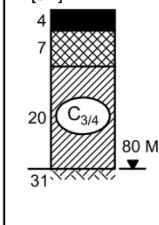
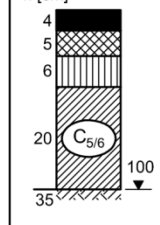
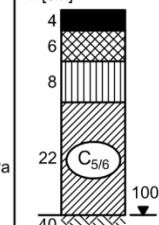
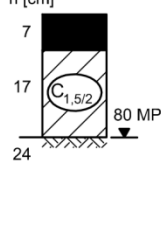
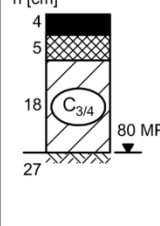
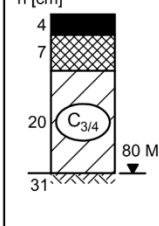
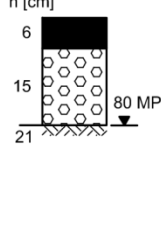
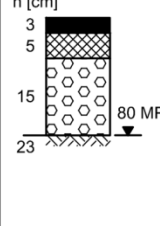
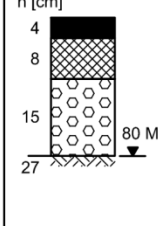
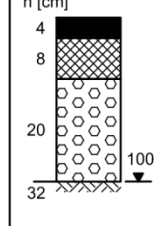
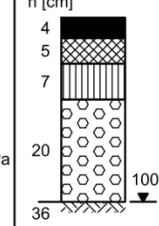
Tab. 9.3.1. Typowe konstrukcje nawierzchni zatok przystankowych (3 z 3)

Rodzaj nawierzchni	Wzmocnione podłoże do E_2						
	80 MPa		100 MPa		120 MPa		
	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7
Nawierzchnie betonowe							
Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej $C_{90/3}$							
Podbudowa zasadnicza z mieszanki mineralno-asfaltowej							
Podbudowa zasadnicza z mieszanki związanego spoiwem hydraulicznym	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się				
Podbudowa zasadnicza z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym				Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się

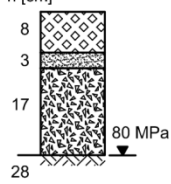
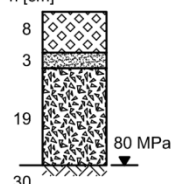
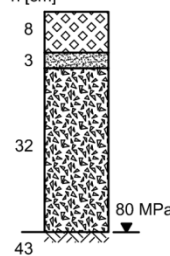
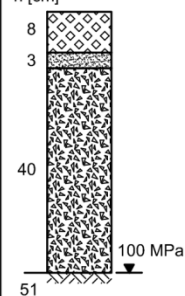
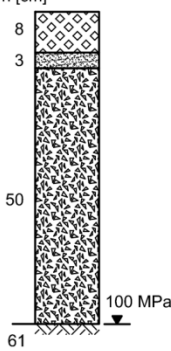
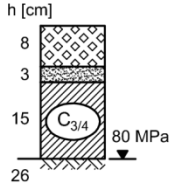
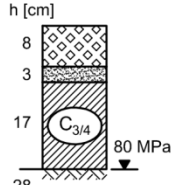
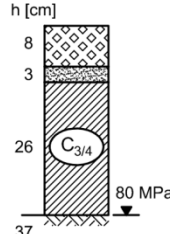
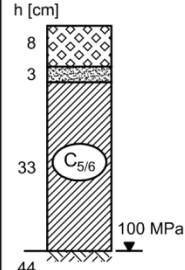
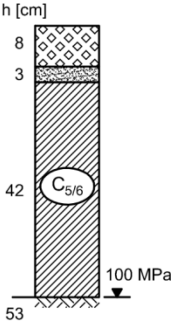
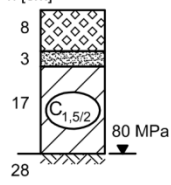
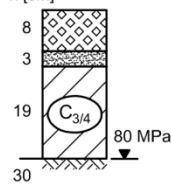
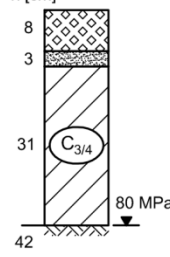
9.4. Nawierzchnie stanowisk postojowych i jezdni manewrowych

(1) Typowe konstrukcje nawierzchni parkingów i jezdni manewrowych w obrębie parkingów przedstawiono w tab. 9.4.1.

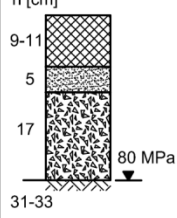
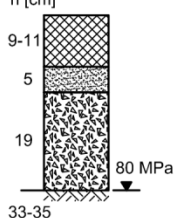
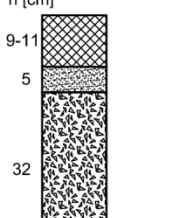
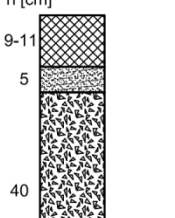
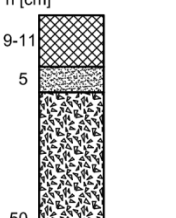
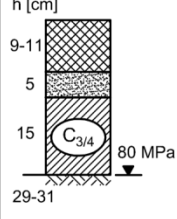
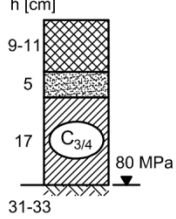
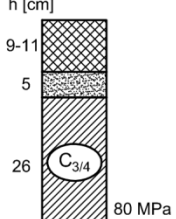
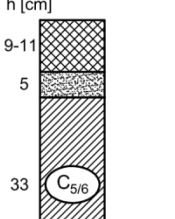
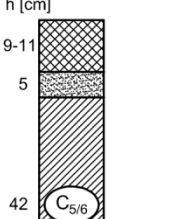
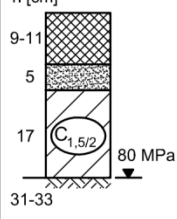
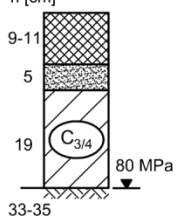
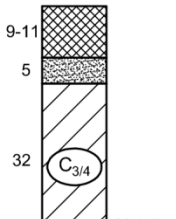
Tab. 9.4.1. Typowe konstrukcje nawierzchni stanowisk postojowych i jezdni manewrowych (1 z 5)

Rodzaj nawierzchni	Wzmocnione podłoże do E ₂				
	80 MPa			100 MPa	
	KR0	KR1	KR2	KR3	KR4
Nawierzchnie asfaltowe					
Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej C _{90/3}					
Podbudowa zasadnicza z mieszanki mineralno-asfaltowej					
Podbudowa zasadnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym					
Podbudowa zasadnicza z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym				Nie stosuje się	Nie stosuje się
Podbudowa zasadnicza z mieszanki wykonanej w technologii recyklingu na zimno					

Tab. 9.4.1. Typowe konstrukcje nawierzchni stanowisk postojowych i jezdni manewrowych (2 z 5)

Rodzaj nawierzchni	Wzmocnione podłoże do E ₂				
	80 MPa			100 MPa	
	KR0	KR1	KR2	KR3	KR4
Nawierzchnie z kostki betonowej					
Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej C _{90/3}					
Podbudowa zasadnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym					
Podbudowa zasadnicza z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym				Nie stosuje się	Nie stosuje się

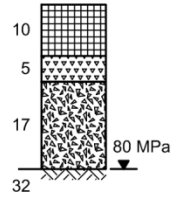
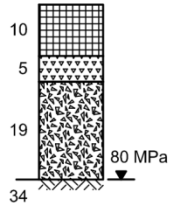
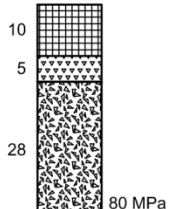
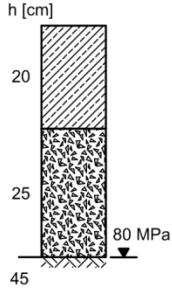
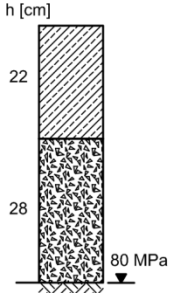
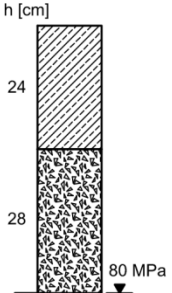
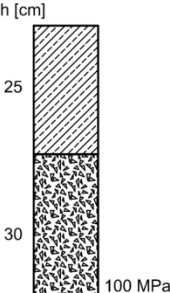
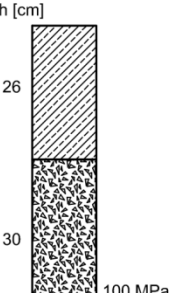
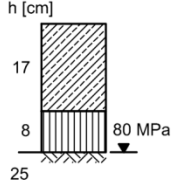
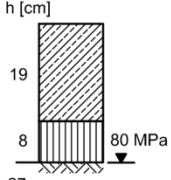
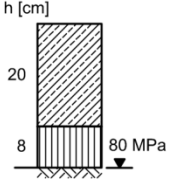
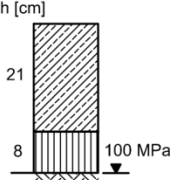
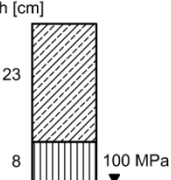
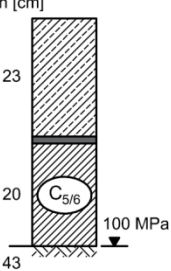
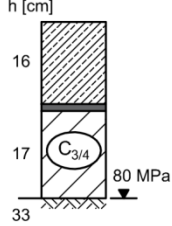
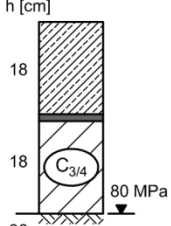
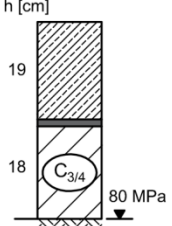
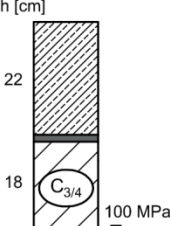
Tab. 9.4.1. Typowe konstrukcje nawierzchni stanowisk postojowych i jezdni manewrowych (3 z 5)

Rodzaj nawierzchni	Wzmocnione podłoże do E ₂				
	80 MPa			100 MPa	
	KR0	KR1	KR2	KR3	KR4
Nawierzchnie z kostki kamiennej 9/11					
Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej C _{90/3}					
Podbudowa zasadnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym					
Podbudowa zasadnicza z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym				Nie stosuje się	Nie stosuje się

Tab. 9.4.1. Typowe konstrukcje nawierzchni stanowisk postojowych i jezdni manewrowych (4 z 5)

Rodzaj nawierzchni	Wzmocnione podłoże do E_2				
	80 MPa			100 MPa	
	KR0	KR1	KR2	KR3	KR4
Nawierzchnie z kostki kamiennej 15/17					
Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej $C_{90/3}$					
Podbudowa zasadnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym					
Podbudowa zasadnicza z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym				Nie stosuje się	Nie stosuje się

Tab. 9.4.1. Typowe konstrukcje nawierzchni stanowisk postojowych i jezdni manewrowych (5 z 5)

Rodzaj nawierzchni	Wzmocnione podłoże do E ₂				
	80 MPa			100 MPa	
	KR0	KR1	KR2	KR3	KR4
Nawierzchnie z płyt ażurowych MEBA					
Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej C _{90/3}				Nie stosuje się	Nie stosuje się
Nawierzchnie betonowe					
Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej C _{90/3}					
Podbudowa zasadnicza z mieszanki mineralno-asfaltowej					
Podbudowa zasadnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	
Podbudowa zasadnicza z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym					Nie stosuje się

9.5. Nawierzchnie dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów

(1) Typowe konstrukcje nawierzchni dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów przedstawiono w tab. 9.5.1.

(2) Podstawowym typem nawierzchni do stosowania na nawierzchniach dróg dla pieszych powinna być nawierzchnia z płyt chodnikowych, betonowej kostki brukowej lub nawierzchnia asfaltowa. Nawierzchnię z kostki kamiennej należy stosować jedynie w sytuacjach, w których jest to wymagane przez uregulowania konserwatorskie (np. w obszarach zabytkowych). W takim przypadku należy mimo wszystko dążyć do zastosowania nawierzchni o większym komforcie dla pieszych z elementów wielkoformatowych, np. płyt ciętych z kamienia naturalnego.

(3) Podstawowym typem nawierzchni do stosowania na nawierzchniach dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów powinna być nawierzchnia asfaltowa. Nie dopuszcza się w obszarze nawierzchni przeznaczonych do ruchu rowerów nawierzchni z kostki betonowej lub kamiennej. W razie potrzeby w obszarach zabytkowych należy stosować nawierzchnię z elementów wielkoformatowych, np. płyt ciętych z kamienia naturalnego.

(4) W obszarach zalesionych, rolniczych lub innych, gdzie wymagają tego względy środowiskowe, nawierzchnia przeznaczona do ruchu pieszych lub rowerów może zostać wykonana z mieszanki niezwiązanej. Jeżeli nawierzchnia taka ma pełnić również funkcję np. dojazdu do pól uprawnych, to należy zaprojektować ją jak dla kategorii ruchu KR0 (tab. 9.2.1) lub – w przypadku większej kategorii ruchu – indywidualnie. Przy projektowaniu nawierzchni z mieszanek niezwiązanych należy mieć świadomość, iż wymagają one regularnych zabiegów utrzymaniowych (profilowanie, uzupełnianie, zagęszczanie).

(5) Nawierzchnia drogi dla pieszych, drogi dla rowerów lub drogi dla pieszych i rowerów powinna być zaprojektowana i wykonana w taki sposób, aby nie występowały w niej nierówności lub uskoki o wysokości przekraczającej 10 mm. Powyższy zapis dotyczy również krawężników i ścieków.

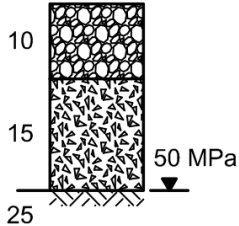
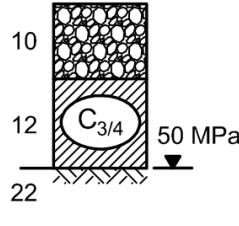
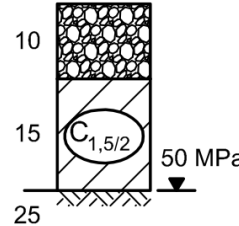
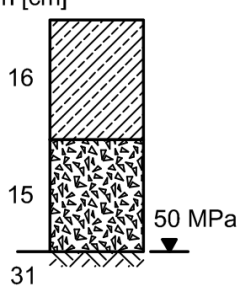
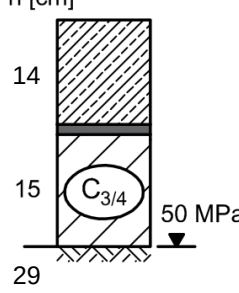
Tab. 9.5.1. Typowe konstrukcje nawierzchni dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów (1 z 3)

Rodzaj nawierzchni	Wzmocnione podłoże do E_2		
	50 MPa		
	Podbudowa zasadnicza z MN C _{90/3}	Podbudowa zasadnicza z MZSH	Podbudowa zasadnicza z GSSH
Nawierzchnia asfaltowa	h [cm] 7 15 22 50 MPa	h [cm] 7 12 19 50 MPa	h [cm] 7 15 22 50 MPa

Tab. 9.5.1. Typowe konstrukcje nawierzchni dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów (2 z 3)

Rodzaj nawierzchni	Wzmocnione podłoże do E ₂		
	50 MPa		
	Podbudowa zasadnicza z MN C _{90/3}	Podbudowa zasadnicza z MZSH	Podbudowa zasadnicza z GSSH
Nawierzchnia z kostki betonowej	h [cm] 8 3 15 26 50 MPa	h [cm] 8 3 12 23 C_{3/4} 50 MPa	h [cm] 8 3 15 26 C_{1,5/2} 50 MPa
Nawierzchnia z płyt chodnikowych	h [cm] 5/6/7 3 15 23/24/25 50 MPa	h [cm] 5/6/7 3 12 20/21/22 C_{3/4} 50 MPa	h [cm] 5/6/7 3 15 23/24/25 C_{1,5/2} 50 MPa
Nawierzchnia z kostki kamiennej 9/11	h [cm] 9-11 5 15 29-31 50 MPa	h [cm] 9-11 5 12 26-28 C_{3/4} 50 MPa	h [cm] 9-11 5 15 29-31 C_{1,5/2} 50 MPa

Tab. 9.5.1. Typowe konstrukcje nawierzchni dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów (3 z 3)

Rodzaj nawierzchni	Wzmocnione podłoże do E_2		
	50 MPa		
	Podbudowa zasadnicza z MN $C_{90/3}$	Podbudowa zasadnicza z MZSH	Podbudowa zasadnicza z GSSH
Nawierzchnia z mieszanki niezwiązanej	h [cm] 	h [cm] 	h [cm] 
Nawierzchnia betonowa	h [cm] 	Nie stosuje się	h [cm] 

9.6. Nawierzchnie w obszarach skrzyżowań

(1) Grubości warstw konstrukcji nawierzchni w obszarach skrzyżowań są takie same jak na odcinkach między skrzyżowaniami.

(2) W przypadku nawierzchni asfaltowych w celu zwiększenia ich trwałości mogą być zastosowane następujące rozwiązania technologiczne:

- zastosowanie w mieszance mineralno-asfaltowej warstwy ścieralnej i wiążącej lepiszcza modyfikowanego elastomerem lub lepiszcza z dodatkiem asfaltu naturalnego. Rodzaj lepiszcza należy ustalić indywidualnie w dostosowaniu do występującego obciążenia ruchem samochodowym,
- zastosowanie w mieszance mineralno-asfaltowej włókien rozproszonych, na przykład polimerowych, bazaltowych. Zaleca się, by skuteczność wybranych włókien była potwierdzona wcześniejszym zastosowaniem lub badaniami,
- zastosowanie pod warstwą ścieralną lub wiążącą nawierzchni zbrojenia siatką. Wybór lokalizacji siatki (pod warstwą ścieralną czy wiążącą) oraz długość odcinka na wlocie skrzyżowania, na której należy wbudować siatkę należy określić indywidualnie. Zastosowana siatka powinna zapewniać uzyskanie wystarczającej szczepności międzywarstwowej. Zaleca się, by skuteczność wybranej siatki i technologii jej wbudowania były potwierdzone wcześniejszym zastosowaniem lub badaniami.

(3) W konkretnym przypadku może być zastosowane jedno lub więcej z wymienionych rozwiązań. Zastosowanie konkretnego rozwiązania wymaga akceptacji Zarządcy drogi. Zalecenia dotyczące stosowania poszczególnych rozwiązań w obszarach skrzyżowań w zależności od kategorii ruchu KR przedstawiono w tab. 9.6.1.

Tab. 9.6.1. Zalecenia dotyczące stosowania specjalnych rozwiązań w obrębie skrzyżowań i na wlotach skrzyżowań w zależności od przewidywanego obciążenia ruchem

Rozwiązanie	Kategoria ruchu		
	KR0-KR2	KR3-KR4	KR5-KR7
Zastosowanie w mieszance mineralno-asfaltowej warstwy ścieralnej i wiążącej lepiszcza modyfikowanego lub lepiszcza z dodatkiem asfaltu naturalnego	Nie jest wymagane	Może być zastosowane	Zastosowanie zalecane
Zastosowanie w mieszance mineralno-asfaltowej włókien rozproszonych	Nie jest wymagane	Nie jest wymagane	Może być zastosowane
Zastosowanie pod warstwą wiążącą nawierzchni zbrojenia siatką	Nie jest wymagane	Może być zastosowane	Zastosowanie zalecane

(4) Układ szczelin w nawierzchni betonowej na skrzyżowaniu powinien być dopasowany do geometrii skrzyżowania. Płyty powinny być dyblowane i kotwione. Należy uwzględnić występowanie urządzeń obcych (typu studzienki, włazy), które należy oddzielnie zdylatować.

10. Sprawdzenie wymaganej odporności nawierzchni na wysadzinę

10.1. Nawierzchnie przeznaczone do ruchu i postoju pojazdów samochodowych

(1) Po dokonaniu wyboru warstw konstrukcji nawierzchni i ewentualnie warstwy ulepszonego podłoża należy przeprowadzić sprawdzenie wymaganej odporności nawierzchni na wysadzinę. Sprawdzenie konstrukcji nawierzchni na wysadzinę należy przeprowadzić w przypadku występowania w podłożu gruntowym nawierzchni warunków gruntowo-wodnych gorszych niż odpowiadające grupie nośności podłoża G1.

(2) W przypadku występowania w podłożu gruntowym nawierzchni gruntów wysadzinowych lub wątpliwych (ocena według KTKNPIP lub KTKNSz) należy sprawdzić, czy całkowita grubość wszystkich warstw nawierzchni i warstwy ulepszonego podłoża nie jest mniejsza od określonej z zastosowaniem tab. 10.1.1. W tab. 10.1.1 h_z oznacza głębokość przemarzania gruntów w rejonie projektowanej drogi. Głębokość przemarzania gruntu h_z w rejonie projektowanej drogi należy przyjmować na podstawie mapy podziału Polski na strefy zależne od głębokości przemarzania gruntu, przedstawionej na rys. 10.1.1.

Tab. 10.1.1. Wymagana grubość konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszonego podłoża ze względu na odporność na wysadzinę

Kategoria obciążenia ruchem	Grupa nośności podłoża z gruntów wątpliwych i wysadzinowych		
	G2	G3	G4
KR0	0,30 h_z	0,40 h_z	0,50 h_z
KR1	0,40 h_z	0,50 h_z	0,60 h_z
KR2	0,45 h_z	0,55 h_z	0,65 h_z
KR3	0,50 h_z	0,60 h_z	0,70 h_z
KR4	0,55 h_z	0,65 h_z	0,75 h_z
KR5	0,60 h_z	0,70 h_z	0,80 h_z
KR6 i KR7	0,65 h_z	0,75 h_z	0,85 h_z

(3) Jeżeli całkowita grubość wszystkich warstw nawierzchni i warstwy ulepszonego podłoża (UPG) jest mniejsza od grubości ustalonej z zastosowaniem tab. 10.1.1, to należy pogrubzić najniższą warstwę konstrukcji nawierzchni lub warstwę ulepszonego podłoża tak, aby warunek został spełniony. Jeżeli najniższą warstwę jest podbudowa pomocnicza należy rozważyć wprowadzenie warstwy mrozochronnej. Dodatkowo wprowadzona warstwa mrozochronna nie powinna mieć grubości mniejszej od 15 cm.



Rys.10.1.1. Głębokość przemarzania gruntu h_z według normy [2]

10.2. Nawierzchnie przeznaczone do ruchu pieszych lub rowerów

(1) W przypadku nawierzchni przeznaczonych do ruchu pieszych lub rowerów należy sprawdzić odporność na wysadziny, stosując wymaganie, by całkowita grubość konstrukcji nawierzchni wraz z warstwą UPG wynosiła co najmniej:

- a) w przypadku grupy nośności G2 – $0,30 h_z$,
- b) w przypadku grupy nośności G3 – $0,40 h_z$,
- c) w przypadku grupy nośności G4 – $0,50 h_z$.

(2) Jeżeli całkowita grubość wszystkich warstw wybranej nawierzchni i warstwy UPG jest mniejsza od grubości ustalonej z warunku podanego w akapicie (1) wówczas należy:

- a) rozważyć wybór innych typowych rozwiązań nawierzchni lub UPG, o większej grubości warstw, na przykład warstwy UPG z mieszanki niezwiązanej (MN) zamiast wykonanej z GSSH lub gruntu stabilizowanego wapnem, albo
- b) pogrubić najniższą warstwę konstrukcji nawierzchni lub warstwę ulepszanego podłoża, tak, aby warunek został spełniony.

11. Wymagania materiałowe i technologiczne

11.1. Wymagania ogólne

(1) Niniejszy rozdział dotyczy określania wymagań materiałowych, których spełnienie gwarantuje przeniesienie przez nawierzchnię przewidywanych obciążeń w danych warunkach gruntowo-wodnych oraz klimatycznych, przy prawidłowym zaprojektowaniu i wykonaniu nawierzchni oraz przy odpowiednich zabiegach utrzymaniowych w trakcie eksploatacji nawierzchni.

(2) W treści niniejszego rozdziału używany jest termin „Wymagania Krajowe”. Pod pojęciem „Wymagania Krajowe” należy rozumieć 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.

(3) W niniejszym rozdziale Katalogu podano tylko podstawowe wymagania względem materiałów do poszczególnych warstw konstrukcji nawierzchni. Szczegółowe wymagania podają Wymagania Krajowe.

(4) Istotna zmiana parametrów podanych w rozdziale 11 Katalogu, może skutkować potrzebą zmiany grubości warstw typowych konstrukcji nawierzchni.

(5) Istotne zmiany parametrów technicznych mogą występować przy nowych, innowacyjnych materiałach. Jeżeli materiały te zostaną uznane przez Zarządcę drogi za przydatne do nawierzchni to należy przeprowadzić proces indywidualnego projektowania nawierzchni z uwzględnieniem cech takich materiałów.

(6) W przypadku gruntów związanych spoiwami hydraulicznymi lub wapnem w Katalogu, w tab. 11.6.3, zastosowano klasyfikację w oparciu o wytrzymałość na ściskanie. Można stosować inne, dopuszczone Wymaganiami Krajowymi klasyfikacje, pod warunkiem zastosowania materiału równoważnego pod względem klasy wytrzymałości określonej $C_{x/y}$.

(7) Należy dążyć do maksymalnego wykorzystania materiałów z recyklingu i materiałów antropogenicznych w mieszankach niezwiązanych i związanych spoiwem hydraulicznym oraz jako alternatywę do naturalnych gruntów niewysadzinowych.

(8) W szczególności należy dążyć do wykorzystania materiałów odzyskanych z rozbiórki istniejących warstw nawierzchni. Materiały te mogą być wykorzystane do produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych lub do wytworzenia mieszanek w technologii recyklingu na zimno (mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjne lub mieszanki mineralne z asfaltem spienionym). Mogą też być jednym ze składników mieszanek niezwiązanych lub mieszanek związanych spoiwami hydraulicznymi.

(9) Wykonanie warstw z mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym oraz gruntów stabilizowanych spoiwem hydraulicznym lub wapnem powinno odbywać się według następujących zasad:

- a) podbudowy zasadnicze nawierzchni kategorii ruchu KR3-KR7 z mieszanek związanych spoiwami hydraulicznymi muszą być wykonywane metodą produkcji w wytwórniach stacjonarnych,
- b) podbudowy zasadnicze nawierzchni kategorii ruchu KR0-KR2 z mieszanek związanych spoiwami hydraulicznymi lub z gruntów stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi mogą być wykonywane metodą produkcji w wytwórniach stacjonarnych lub metodą mieszania na miejscu. Jeżeli wykonywane będą metodą mieszania na miejscu to wówczas grubość warstwy podbudowy zasadniczej należy zwiększyć o 2 cm, ze względu na mniejszą jednorodność i zmienną grubość,
- c) podbudowy pomocnicze oraz warstwa mrozoochronna nawierzchni wszystkich kategorii ruchu z mieszanek związanych spoiwami hydraulicznymi oraz z gruntów stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi lub wapnem mogą być wykonywane metodą produkcji w wytwórniach stacjonarnych lub metodą mieszania na miejscu bez konieczności zmian grubości warstw podanych w Katalogu,

- d) warstwa ulepszanego podłoża z gruntów stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi lub wapnem nawierzchni wszystkich kategorii ruchu jest wykonana metodą mieszania na miejscu bez konieczności zmian grubości warstw podanych w Katalogu. W wyjątkowych sytuacjach, uzasadnionych czynnikami technologicznymi lub ekonomicznymi można wykonać warstwę ulepszanego podłoża z materiału wytworzonego w wytwórni stacjonarnej.

11.2. Warstwa ścierna

- (1) Warstwa ścierna może być wykonana z następujących mieszanek mineralno-asfaltowych:
- e) mastyks grysowy (SMA),
 - f) beton asfaltowy (AC),
 - g) asfalt porowaty (PA),
 - h) beton asfaltowy do bardzo cienkich warstw (BBTM),
 - i) asfalt lany (MA).
- (2) Szczegółowy zakres stosowania poszczególnych mieszanek precyzują Wymagania Krajowe.

11.3. Warstwa wiążąca

- (1) Warstwa wiążąca może być wykonana z betonu asfaltowego (AC).
- (2) Szczegółowy zakres stosowania betonu asfaltowego precyzują Wymagania Krajowe.

11.4. Warstwa nawierzchniowa nawierzchni sztywnych

11.4.1. Płyta betonowa

- (1) Warstwa nawierzchniowa powinna być wykonana z betonu cementowego. W zależności od kategorii ruchu należy zastosować nawierzchnię betonową z płyt: niedyblowanych lub dyblowanych i kotwionych. Wymagania i zakres stosowania rodzaju nawierzchni betonowej podano w tab. 11.4.1.1.
- (2) Szczegółowy zakres stosowania poszczególnych mieszanek precyzują Wymagania Krajowe.
- (3) Dla górnej warstwy nawierzchniowej należy zapewnić odpowiednią miarodajną głębokość makrotekstury nawierzchni określoną Wymaganiami Krajowymi. Teksturowanie warstwy nawierzchniowej można wykonać z wykorzystaniem następujących technologii:
- a) ciągniętej tkaniny jutowej w kierunku podłużnym (równoległym do osi jezdni),
 - b) przecierania świeżo ułożonej mieszanki betonowej stalową szczotką w kierunku prostopadłym do osi jezdni,
 - c) rowkowania poprzecznego widelkami metalowymi w kierunku prostopadłym do osi jezdni,
 - d) opóźnienia hydratacji cementu (np. z użyciem glukozy) wraz z usunięciem nie związanej warstwy zaprawy cementowej szczotką mechaniczną lub wodą pod ciśnieniem. W następstwie tego uzyskuje się powierzchnię z odkrytym kruszywem o głębokości makrotekstury do 1,5 mm. Tę technologię stosuje się dla układ dwuwarstwowego z „odkrytym kruszywem”. Zaleca się ją stosować dla nawierzchni przeznaczonej dla kategorii ruchu KR5-KR7,
 - e) metody szlifowania i rowkowania podłużnego. Wykończenie nawierzchni uzyskiwane jest w wyniku szlifowania i nacinania powierzchni płyty betonowej tarczami diamentowymi w kierunku podłużnym (równoległym do osi jezdni), tzw. technologia NGCS („Next Generation Concrete Surfaces”) lub G&G („Grinding & Grooving”).
- (4) Do betonu na nawierzchnię betonową powinny być zastosowane kruszywa o wymiarach jak poniżej, gdzie D/d nie jest mniejsze niż 1,4, o uziarnieniu:
- a) dla nawierzchni jednowarstwowych i dwuwarstwowych z tej samej mieszanki:
 $D \leq 31,5 \text{ mm}$,
 - b) dla górnej warstwy nawierzchni z odkrytym kruszywem: $D \leq 8 \text{ mm}$,

c) dla dolnej warstwy nawierzchni: $D \leq 31,5$ mm.

(5) Szczegółowe wymagania dla technologii oraz kruszyw precyzują Wymagania Krajowe.

(6) Do betonu na nawierzchnię betonową powinny być stosowane cementy określone w tab. 11.4.1.2.

(7) Do napowietrzania mieszanki betonowej należy stosować domieszki napowietrzające, zgodne z normami [51] i [52]. Wykonywanie mieszanek betonowych z domieszkami napowietrzającymi oraz sposób oznaczania w nich zawartości powietrza, powinny być zgodne z normą [53]. Należy pamiętać, że wytrzymałość końcowa betonu napowietrzonego ulegnie obniżeniu (ok. 10%) i fakt ten przy opracowaniu receptury należy uwzględnić.

(8) Stosowanie innych domieszek powinno wynikać z potrzeb technologicznych, podyktowanych warunkami wbudowania mieszanki betonowej. Należą do nich:

- a) domieszki uplastyczniające – efektywnie redukują ilość wody niezbędnej do otrzymania określonej konsystencji w zakresie 5-12%,
- b) domieszki upłynniające – efektywnie redukują ilość wody zarobowej powyżej 12%. Superplastyfikatory zwiększają konsystencję mieszanki betonowej w znacznie większym stopniu niż domieszki uplastyczniające,
- c) domieszki opóźniające – wydłużają reakcje hydratacji. Są niezbędne w transporcie betonu na większą odległość w technologii betonowania ciągłego.

(9) Nie należy stosować równocześnie więcej niż 3 rodzajów domieszek. Do jednego betonu można użyć tylko jednej domieszki z danej grupy środków. Domieszki mogą być dodawane po wykonaniu stosownych prób i uzyskaniu wymaganych parametrów betonu w badaniach laboratoryjnych.

(10) W przypadku stosowania środka napowietrzającego w połączeniu ze środkiem upłynniającym można przyjąć wymagane zawartości powietrza jak dla mieszanki betonowej bez plastyfikatora.

(11) Dodatki mineralne do betonu mogą być stosowane do betonu dla kategorii ruchu KR0-KR2 według zasad określonych w normie [48].

(12) Do betonu można dodawać dodatki typu I lub typu II. Niedopuszczalne jest doliczenie dodatków mineralnych do zawartości cementu i do wskaźnika wodno-cementowego.

Tab. 11.4.1.1. Wymagania i zakres stosowania nawierzchni betonowych w zależności od kategorii ruchu

Właściwość	Wymagania wobec projektowanego betonu nawierzchniowego		
	Nawierzchnia niedyblowana	Nawierzchnia dyblowana i kotwiona	
	KR0-KR2 oraz nawierzchnie przeznaczone do ruchu pieszych lub rowerów	KR3-KR4	KR5-KR7
Gęstość, tolerancja w stosunku do betonu według zatwierdzonej recepty (met. bad. wg [38]) [%]	±3,0		
Klasa wytrzymałości na ściskanie w 28 dniu ¹⁾ wg [48] (met. bad. wg [35])	C30/37	C35/45	
Wytrzymałość betonu na zginanie w 28 dniu ¹⁾ (średnia z trzech próbek, met. bad. wg [37], schemat 4-punktowy), nie niższa niż	4,5	5,5	
Wytrzymałość betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu w 28 dniu ¹⁾ twardnienia (średnia z trzech próbek sześciennych, metoda bad. wg [37]), nie niższa niż	3,0	3,5	
Kategoria mrozoodporności w 28 dniu ¹⁾ wg [40] (metoda bad. „slab test” wg[31]), dla górnych warstw nawierzchni oraz nawierzchni jednowarstwowej, nie niższa niż: - dla betonów w klasie ekspozycji XF4 dla nawierzchni z innym rodzajem uszorstnienia niż szlifowanie (grinding)/kruszywo odkryte - dla betonów w klasie ekspozycji XF4 dla nawierzchni szlifowanych (grinding)/z kruszywem odkrytym (w poszczególnych strefach)	FT2 Na podstawie stref sezonu zimowego w Polsce (wymagania Krajowe, WWiORB D-05.03.04)		
Charakterystyka porów powietrznych w betonie: (met. bad. wg [50]) - zawartość mikroporów o średnicy poniżej 0,3 mm (A300) [%] - wskaźnik rozmieszczenia porów w betonie L [mm]	≥1,5 ≤0,2		
Odporność na wnikanie benzyny i oleju ²⁾ (met. bad. wg [40]) [mm]	≤30		
Mrozoodporność F150, przy badaniu betonu na działanie mrozu w 28 dniu (met. bad. wg [32]), dla górnych warstw nawierzchni oraz nawierzchni jednowarstwowej - ubytek masy próbki, nie więcej niż [%] - spadek wytrzymałości na ściskanie, nie więcej niż [%]	5 20		

¹⁾ lub w czasie równoważnym w stosunku do 28 dni twardnienia, wynikającym z charakterystyki użytego cementu,

²⁾ wymaganie odnosi się tylko do nawierzchni betonowych o wysokim ryzyku pojawiania się na nich paliwa lub oleju np. punkty poboru opłat, stacje benzynowe, parkingi, miejsca obsługi podróżnych.

¹⁾ lub w czasie równoważnym w stosunku do 28 dni twardnienia, wynikającym z charakterystyki użytego cementu,

²⁾ wymaganie odnosi się tylko do nawierzchni betonowych o wysokim ryzyku pojawiania się na nich paliwa lub oleju np. punkty poboru opłat, stacje benzynowe, parkingi, miejsca obsługi podróżnych.

Tab. 11.4.1.2. Wymagania dla cementów dla nawierzchni betonowych

Rodzaje nawierzchni	Rodzaj cementu	Wymag. normowe	Wymagania dodatkowe	Kategorie ruchu
Nawierzchnia dwuwarstwowa, gdy górna i dolna warstwa są z różnych mieszanek, a górna warstwa jest szlifowana lub z kruszywem odkrytym	Cement portlandzki • CEM I 32,5 R • CEM I 32,5 N	[47]	początek wiązania wg [45] ≥ 120 min. stopień zmielenia wg [46] $\leq 3500 \text{ cm}^2/\text{g}$ zawartość alkaliów ³⁾ jako $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%$	KR5-KR7
	Cement portlandzki • CEM I 42,5 R • CEM I 42,5 N		początek wiązania wg [45] ≥ 90 min. stopień zmielenia wg [46] $\leq 3800 \text{ cm}^2/\text{g}$ zawartość alkaliów ³⁾ jako $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%$	
Nawierzchnia dwuwarstwowa gdy górna i dolna warstwa są z tej samej mieszanki	Cement portlandzki żużłowy • CEM II/A-S		początek wiązania wg [45] ≥ 120 min. zawartość alkaliów ³⁾ jako $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%$	
Nawierzchnia jednowarstwowa	Cement portlandzki żużłowy • CEM II/B-S		początek wiązania wg [45] ≥ 120 min. zawartość alkaliów ³⁾ jako $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%$	
Nawierzchnia dwuwarstwowa, gdy górna i dolna warstwa są z tej samej mieszanki	Cement portlandzki • CEM I 32,5 R • CEM I 32,5 N		początek wiązania wg [45] ≥ 120 min. stopień zmielenia wg [46] $\leq 3500 \text{ cm}^2/\text{g}$ zawartość alkaliów ³⁾ jako $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%$	KR0-KR4 ⁴⁾
Nawierzchnia jednowarstwowa	Cement portlandzki • CEM I 42,5 R • CEM I 42,5 N		początek wiązania wg [45] ≥ 90 min. stopień zmielenia wg [46] $\leq 3800 \text{ cm}^2/\text{g}$ zawartość alkaliów ³⁾ jako $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%$	
	Cement portlandzki żużłowy • CEM II/A-S		zawartość alkaliów ³⁾ jako $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%$	KR0-KR4 ⁴⁾
	Cement portlandzki wapienny • CEM II/A-LL			KR0-KR3 ⁴⁾
	Cement portlandzki popiołowy • CEM II/A-V1		zawartość alkaliów ³⁾ jako $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 1,20\%$	KR0-KR3 ⁴⁾
	Cement portlandzki żużłowy • CEM II/B-S		zawartość alkaliów ³⁾ jako $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,90\%$	KR0-KR4 ⁴⁾
	Cement portlandzki wieloskładnikowy • CEM II/A-M (S-V)¹⁾		zawartość alkaliów ³⁾ jako $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 1,20\%$	KR0-KR3 ⁴⁾
	Cement portlandzki wieloskładnikowy • CEM II/A-M (S-LL)		zawartość alkaliów ³⁾ jako $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 0,80\%$	KR0-KR4 ⁴⁾
	Cement hutniczy • CEM III/A²⁾		zawartość alkaliów ³⁾ jako $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} \leq 1,05\%$	KR0-KR4 ⁴⁾

¹⁾ jeśli nawierzchnia nie będzie poddawana działaniu środków odladzających; strata prażenia popiołu lotnego użytego do produkcji cementu nie więcej niż 5% (kategoria A wg [49]),
²⁾ klasa wytrzymałości cementu 42,5,
³⁾ zawartość alkaliów oznaczona wg [44],
⁴⁾ oraz dla nawierzchni przeznaczonych do ruchu pieszych lub rowerów.

11.4.2. Dyble i kotwy

(1) W celu zapewnienia właściwej współpracy płyt („Load Transfer Efficiency„ – LTE) w szczelinach stosuje się dyble (szczeliny poprzeczne) oraz kotwy (szczeliny podłużne). W przypadku nieprawidłowego zastosowania dybli (błędy projektowe i wykonawcze) może dojść do zniszczenia płyty betonowej przy szczelinach dyblowanych, wykruszania, pękania oraz ograniczenia współpracy płyt.

(2) Dyble powinny spełniać wymagania normy [41]. Wytrzymałość dybli oznaczona zgodnie z normą [60] powinna wynosić co najmniej 250 MPa. Średnica i tolerancja średnicy dybla powinna być zgodna z normą [54]. Dyble powinny być proste, bez jakichkolwiek nierówności, a przesuwane końce bez żadnych wypukłości poza średnicę pręta. Powinny być pokryte powłoką z polimeru w celu zapobiegania przywierania do betonu. Średnia grubość powłoki nie powinna być mniejsza niż 0,3 mm i większa niż 1,25 mm.

(3) Kotwy ze stali żebrowanej klasy B250 lub B500 i powinny być zgodne z normą [55]. Ponadto powinny mieć zgodnie z normą [56] średnicę 20 mm oraz długość 800 mm. W przypadku stosowania kotew wklejanych ich długość powinna wynosić min. 650 mm przy czym powinny być one wyposażone na jednym końcu w krawędź tnącą. Klej do wklejania kotew wklejanych po związaniu i stwardnieniu powinien charakteryzować się minimalną wytrzymałością na wrywanie kotwy 80 kN. Kotwy wkręcane powinny być mocowane w taki sposób, aby w czasie spajania powstało trwałe i niezawodne połączenie.

(4) Kotwy w środkowym obszarze na długości min. 200 mm należy wyposażyć w powłokę z polimeru o grubości min. 0,30 mm i max. 1,25 mm, odporną na działanie alkaliów, dającą niezawodność użycia i nadająca się do tego celu.

(5) W Katalogu w obliczeniach przyjęto płytę betonową z dyblami o rozstawie co 25 cm (średnica Ø25 mm, długość $l = 50$ cm), kotwy o rozstawie co 100 cm (średnica Ø20 mm, długość $l = 80$ cm). Dobór tych parametrów powinien zapewnić właściwą współpracę płyt betonowych oraz spełnić warunki naprężeń ściskających w betonie pod dyblem.

11.4.3. Szczeliny

(1) Rozstaw szczelin jest uzależniony od tzw. długości krytycznej płyty L_{kryt} . Należy przestrzegać, aby wymiary płyt betonowych w planie (a tym samym rozstawy szczelin) nie przekraczały tzw. długości krytycznej płyty L_{kryt} . Długość krytyczną określa się zgodnie ze wzorem (9.1.1).

(2) Szczeliny podłużne (skurczowe pozorne) – stosuje się przypadku jezdni o szerokości większej od 6,00 m. Rozstaw szczelin podłużnych powinien być zgodny z Dokumentacją Projektową. Ponadto, szczelina podłużna nie powinna pokrywać się ze śladami kół i oznakowania poziomego. Odległość szczeliny od prawdopodobnego przebiegu śladu kół powinna wynosić od 0,75 do 1,00 m.

(3) Szczeliny podłużne należy wykonywać przez nacinanie stwardniałego betonu tarczowymi piłami mechanicznymi.

(4) Szczeliny poprzeczne dzielą się na skurczowe (pozorne) i konstrukcyjne. Optymalnym rozstawem szczelin poprzecznych jest odległość 5,00 m. Szczeliny skurczowe pozorne należy wykonywać przez nacinanie stwardniałego betonu tarczowymi piłami mechanicznymi.

(5) Szczeliny konstrukcyjne (mogą być profilowane) powstają: na zakończenie działkiiennej, przy przerwach w układaniu betonu powyżej 1,5 godziny. Pełnią one funkcje szczelin skurczowych. Szerokości są podobne jak przy szczelinach poprzecznych. Mogą być zbrojone dyblami (przez nawiercenie otworów w czołowej ścianie płyty).

(6) Do wypełnienia szczelin podłużnych należy stosować masę zalewową, natomiast do szczelin poprzecznych masę zalewową lub profile elastyczne gumowe (zamknięte lub otwarte). Masy zalewowe można stosować na gorąco lub na zimno zgodnie z normami [42] i [43]. Wcześniej jednak należy w szczelinę po oczyszczeniu i zagruntowaniu włożyć wkładkę (kord, wałeczek z pianki poliuretanowej) w celu uszczelnienia i zmniejszenia wysokości szczeliny. Szczegółowe dane materiałowe określono w Wymaganiach Krajowych.

11.4.4. Warstwa poślizgowa

(1) Pomiędzy płytą betonową i podbudową zasadniczą z mieszanek związanych spoiwami hydraulicznymi lub z gruntów stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi, należy zastosować warstwę poślizgową z powierzchniowego utrwalenia, z geowłókniny lub warstwę z betonu asfaltowego. Dane materiałowe określono w Wymaganiach Krajowych.

(2) Geowłóknina powinna być wykonana z poliolefinów (włókien polipropylenowych lub polietylenowych) jako geosyntetyk nietkany („non woven”), powinna odznaczać się odpornością na działanie alkaliów i powinna spełniać parametry zamieszczone w tab. 11.4.4.1. Powinna być przytwierdzona gęsto za pomocą kołków w celu zapobieżenia pofałdowaniu.

Tab. 11.4.4.1. Wymagania dla geowłókniny stosowanej pomiędzy płytą betonową i podbudową zasadniczą z mieszanek związanych spoiwami hydraulicznymi oraz z gruntów stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi

Właściwości	Jm.	Wymagania	Metoda badań według normy
Gramatura / masa powierzchniowa	g/m ²	450-550	[62]
Wytrzymałość na rozciąganie - wzdłuż pasma - wszerz pasma	kN/m kN/m	≥20 ≥20	[57]
Grubość przy nacisku 20 kPa	mm	≥2	[61]
Wodoprzepuszczalność prostopadła do płaszczyzny geowłókniny, h = 50 mm	l/m ² s	≥45	[58]
Zdolność przepływu wody w płaszczyźnie geowłókniny przy nacisku 20 kPa, przy spadku hydraulicznym i = 1	10-6 m ² /s	≥4	[59]

11.5. Warstwa nawierzchniowa nawierzchni podatnych i półsztywnych

11.5.1. Materiały do warstw nawierzchni

(1) Warstwa nawierzchniowa nawierzchni podatnych i półsztywnych przeznaczonych do ruchu i postoju pojazdów samochodowych może być wykonana z kostki kamiennej, kostki betonowej brukowej, mieszanki niezwiązanej lub płyt prefabrykowanych.

(2) Warstwa nawierzchniowa przeznaczona do ruchu pieszych może być wykonana z betonowej kostki brukowej, mieszanki mineralno-asfaltowej, płyt chodnikowych, kostki kamiennej lub mieszanki niezwiązanej.

(3) Warstwa nawierzchniowa przeznaczona do ruchu rowerów może być wykonana z mieszanki mineralno-asfaltowej, płyt chodnikowych lub mieszanki niezwiązanej.

(4) Kostka kamienna do wykonania warstwy nawierzchniowej powinna spełniać Wymagania Krajowe przenoszące zapisy normy [7].

(5) Kostka betonowa brukowa do wykonania warstwy nawierzchniowej powinna spełniać Wymagania Krajowe przenoszące zapisy normy [5].

(6) Mieszanka niezwiązana do wykonania warstwy nawierzchniowej powinna spełniać Wymagania Krajowe przenoszące zapisy normy [23].

(7) Płyty chodnikowe do wykonania warstwy nawierzchniowej powinny spełniać Wymagania Krajowe przenoszące zapisy normy [6].

(8) Warstwa nawierzchniowa przeznaczona do ruchu pieszych lub dla rowerów z MMA może być wykonana z betonu asfaltowego (AC), mieszanki SMA lub asfaltu lanego. Szczegółowe wymagania w odniesieniu do wymienionych MMA precyzują Wymagania Krajowe.

(9) Płyty otworowe typu MEBA lub IOMB powinny spełniać wymagania określone w Dokumentacji Projektowej.

11.5.2. Warstwy podsypki

(1) Do wykonania podsypki piaskowo-cementowej należy stosować piasek o uziarnieniu do 2 mm oraz cement w proporcjach określonych w projekcie. Wymagania dla podsypki piaskowo-cementowej podane są w odpowiednich Wymaganiach Krajowych.

(2) Do wykonania podsypki żwirowej należy stosować żwir o uziarnieniu nie większym niż 16 mm (2/8, 2/8, 4/8, 4/12, 8/16 lub podobny). Wymagania dla podsypki żwirowej podane są w odpowiednich Wymaganiach Krajowych.

11.6. Podbudowa zasadnicza

(1) Podbudowa zasadnicza konstrukcji nawierzchni wszystkich kategorii ruchu może być wykonana z mieszanki mineralno-asfaltowej, mieszanki niezwiązanej i mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym. Podbudowa zasadnicza konstrukcji nawierzchni kategorii ruchu KR0-KR4 może być wykonana w technologii recyklingu na zimno z mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej lub mieszanki mineralnej z asfaltem spienionym. Podbudowa zasadnicza konstrukcji nawierzchni kategorii ruchu KR0-KR2 może być wykonana z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym.

(2) Warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki mineralno-asfaltowej powinna być wykonana z betonu asfaltowego (AC). Szczegółowy zakres stosowania betonu asfaltowego precyzują Wymagania Krajowe.

(3) Mieszanki w technologii recyklingu na zimno do podbudowy zasadniczej powinny być wykonane z zastosowaniem cementu oraz emulsji (MCE) lub asfaltu spienionego (MCAsp). Mieszanki te powinny spełniać Wymagania Krajowe precyzujące ich parametry.

(4) Mieszanki niezwiązane do podbudowy zasadniczej (MN) powinny spełniać Wymagania Krajowe przenoszące zapisy normy [23]. Podstawowe wymagania i zakres stosowania dotyczące mieszanek niezwiązanych podano w tab. 11.6.1.

(5) Mieszanki związane spoiwami hydraulicznymi do podbudowy zasadniczej powinny spełniać Wymagania Krajowe przenoszące zapisy norm [24], [25], [26], [27] i [28]. Do wykonania mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym do podbudowy zasadniczej można stosować następujące spoiwa: cement, żużel, popioły lotne lub spoiwa drogowe. Zakres stosowania mieszanek związanych spoiwami hydraulicznymi oraz wymagania dla podbudowy zasadniczej podano w tab. 11.6.2.

(6) Do wykonania podbudowy zasadniczej nawierzchni kategorii KR0, KR1 i KR2 z gruntów stabilizowanych spoiwem hydraulicznym można stosować: cement, żużle, popioły lotne lub spoiwo drogowe. Grunty stabilizowane spoiwami hydraulicznymi do podbudów zasadniczych nawierzchni kategorii KR0, KR1 i KR2 powinny spełniać Wymagania Krajowe przenoszące zapisy normy [29]. Zakres stosowania gruntów stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi oraz wymagania dla podbudowy zasadniczej podano w tab. 11.6.3.

(7) Mieszanki niezwiązane i mieszanki związane spoiwem hydraulicznym oraz grunty stabilizowane spoiwem hydraulicznym do podbudowy zasadniczej mogą zawierać w swoim składzie materiały antropogeniczne i materiały z recyklingu.

Właściwości		Wymagania wobec mieszanek niezwiązanych do zastosowania w warstwie									
		Podbudowa zasadnicza				Podbudowa pomocnicza		Warstwa mrozochronna		Warstwa ulepszonego podłoża	
		Nawierzchnie przeznaczone do ruchu pieszych lub rowerów	KR0-KR2	KR3-KR4	KR5-KR7	KR0-KR2	KR3-KR7	KR0-KR2	KR3-KR7	KR0-KR7 oraz nawierzchnie przeznaczone do ruchu pieszych lub rowerów	
Uziarnienie		0/31,5; 0/45; 0/63				Warstwa podbudowy pomocniczej nie występuje w rozwiązaniach zaproponowanych w Katalogu dla kategorii ruchu KR0-KR2	0/31,5; 0/45; 0/63	od 0/8 do 0/63		od 0/8 do 0/63	
Zawartość ziaren przekruszonych lub łamanych		C _{90/3} C _{50/30} C _{NR} ¹⁾	C _{90/3} C _{50/30} C _{NR} ¹⁾	C _{90/3} C _{50/30}	C _{90/3} C _{50/30}		C _{NR}	C _{NR}		C _{NR}	
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	
Mrozoodporność		F ₄					F ₇	F ₁₀		F ₁₀	
Wskaźnik CBR, co najmniej [%]		60	60	80			60	25	35	20	
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)	
¹⁾ nie stosuje się do nawierzchni sztywnych											

Tab. 11.6.3. Zakres stosowania i podstawowe wymagania dotyczące gruntów stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi lub wapnem do warstw konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszonego podłoża

Rodzaj warstwy	Grunty stabilizowane spoiwem hydraulicznym lub wapnem								
	Podbudowa zasadnicza			Podbudowa pomocnicza			Warstwa mrozoochronna		Warstwa ulepszonego podłoża
	Nawierzchnie przeznaczone do ruchu pieszych lub rowerów	KR0-KR2	KR3-KR7	KR0-KR2	KR3-KR4	KR5-KR7	KR0-KR2	KR3-KR4	KR0-KR7 oraz nawierzchnie przeznaczone do ruchu pieszych lub rowerów
Grunty stabilizowane cementem wg [29]	C _{1,5/2} ¹⁾ ≤4,0 MPa	C _{3/4} ≤6,0 MPa	C _{3/4} ²⁾ ≤6,0 MPa	Warstwa podbudowy pomocniczej nie występuje w rozwiązaniach zaproponowanych w Katalogu dla kategorii ruchu KR0-KR2	C _{3/4} ≤6,0 MPa	Nie stosuje się	C _{1,5/2} ≤4,0 MPa	C _{1,5/2} ≤4,0 MPa	C _{0,4/0,5} ³⁾ ≤2,0 MPa
Grunty stabilizowane wapnem wg [29]	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się		Nie stosuje się	Nie stosuje się	R _c ≥ 1,0 MPa	Nie stosuje się	R _c ≥ 0,5 MPa ³⁾
Grunty stabilizowane żużlem wg [29]	C _{1,5/2} ≤4,0 MPa	C _{3/4} ≤6,0 MPa	Nie stosuje się		C _{3/4} ≤6,0 MPa	Nie stosuje się	C _{1,5/2} ≤4,0 MPa	C _{1,5/2} ≤4,0 MPa	C _{0,4/0,5} ³⁾ ≤2,0 MPa
Grunty stabilizowane spoiwem drogowym wg [29]									
Grunty stabilizowane popiołami lotnymi wg [29]									

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

¹⁾ dla nawierzchni betonowych przeznaczonych do ruchu pieszych lub rowerów stosuje się podbudowę zasadniczą tylko z gruntu stabilizowanego cementem o klasie wytrzymałości C_{3/4},

²⁾ w przypadku podbudów zasadniczych do nawierzchni sztywnych stosuje się tylko grunty stabilizowane cementem, w zakresie ograniczonym jedynie do kategorii ruchu KR3,

³⁾ w przypadku warstwy ulepszonego podłoża dla nawierzchni przeznaczonych do ruchu pieszych lub rowerów można zastosować również grunt stabilizowany cementem, żużlem, spoiwem drogowym lub popiołami lotnymi o klasie wytrzymałości C_{1,5/2} (≤4,0 MPa) lub grunt stabilizowany wapnem o klasie wytrzymałości R_c1,0.

11.7. Dolne warstwy nawierzchni

11.7.1. Podbudowa pomocnicza

(1) Materiałami do wykonania podbudowy pomocniczej mogą być mieszanki niezwiązane, mieszanki związane spoiwami hydraulicznymi i grunty stabilizowane spoiwami hydraulicznymi.

(2) Mieszanki niezwiązane do podbudowy pomocniczej powinny spełniać Wymagania Krajowe przenoszące zapisy normy [23]. Zakres stosowania poszczególnych mieszanek oraz wybrane parametry podano w tab. 11.6.1.

(3) Mieszanki związane spoiwami hydraulicznymi do podbudowy pomocniczej powinny spełniać Wymagania Krajowe przenoszące zapisy norm [24], [25], [26], [27] i [28]. Do wykonania podbudowy pomocniczej z mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym jako spoiwo można stosować: cement, żużel, popioły lotne i spoiwa drogowe. Zakres stosowania mieszanek związanych oraz wymagania dla podbudowy pomocniczej podano w tab. 11.6.2.

(4) Grunty stabilizowane spoiwami hydraulicznymi do podbudów pomocniczych powinny spełniać Wymagania Krajowe przenoszące zapisy normy [29]. Do wykonania podbudowy pomocniczej z gruntów stabilizowanych można stosować spoiwa hydrauliczne: cement, żużel, popioły lotne, spoiwa drogowe. Zakres stosowania gruntów stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi do podbudów pomocniczych oraz wymagania dla podbudowy pomocniczej podano w tab. 11.6.3.

(5) Mieszanki niezwiązane i mieszanki związane spoiwem hydraulicznym oraz grunty stabilizowane spoiwem hydraulicznym do podbudowy pomocniczej mogą zawierać w swoim składzie materiały antropogeniczne i materiały z recyklingu.

11.7.2. Warstwa mroзоochronna

(1) Warstwa mroзоochronna może być wykonana z następujących materiałów: mieszanek niezwiązanych, mieszanek związanych spoiwami hydraulicznymi, gruntów stabilizowanych spoiwem hydraulicznym lub wapnem, gruntów niewysadzinowych (naturalnych lub antropogenicznych).

(2) Mieszanki niezwiązane do warstwy mroзоochronnej powinny spełniać Wymagania Krajowe przenoszące zapisy normy [23]. Zakres stosowania poszczególnych mieszanek oraz wybrane parametry podano w tab. 11.6.1.

(3) Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do warstwy mroзоochronnej powinny spełniać Wymagania Krajowe przenoszące zapisy norm [24], [25], [26], [27] i [28]. Do wykonania warstwy mroзоochronnej z mieszanek związanych spoiwami hydraulicznymi można stosować jako spoiwa: cement, żużel, popioły lotne i spoiwa drogowe. Zakres stosowania poszczególnych mieszanek oraz wybrane parametry, podano w tab. 11.6.2.

(4) Grunty stabilizowane spoiwami hydraulicznymi lub wapnem do warstwy mroзоochronnej powinny spełniać Wymagania Krajowe przenoszące zapisy normy [29]. Do wykonania warstwy mroзоochronnej z gruntów stabilizowanych można stosować spoiwa hydrauliczne lub wapno. Zakres stosowania gruntów stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi lub wapnem oraz wybrane parametry podano w tab. 11.6.3

(5) Mieszanki niezwiązane i mieszanki związane spoiwem hydraulicznym oraz grunty stabilizowane spoiwem hydraulicznym lub wapnem mogą zawierać w swoim składzie materiały antropogeniczne i materiały z recyklingu.

(6) Gruntami niewysadzinowymi do warstwy mroзоochronnej mogą być grunty naturalne lub antropogeniczne, z wyjątkiem piasku drobnego, spełniające wymagania podane w tab. 11.7.1. W przypadku gruntów antropogenicznych należy zwrócić szczególną uwagę na jednorodność.

11.7.3. Warstwa odsączająca

(1) Rolę warstwy odsączającej pełni warstwa mrozochronna lub warstwa ulepszanego podłoża spełniająca podwyższone wymagania dotyczące wodoprzepuszczalności oraz uziarnienia.

(2) Warstwa odsączająca może być wykonana z następujących materiałów: mieszanek niezwiązanych zgodnie z normą [23] i wymaganiami z tab. 11.6.1 lub gruntów niewysadzinowych (naturalnych lub antropogenicznych) o wymaganiach podanych w tab. 11.7.1.

(3) W przypadku stosowania gruntów antropogenicznych należy zwrócić szczególną uwagę na ich jednorodność i współczynnik filtracji.

11.7.4. Warstwa odcinająca

(1) Warstwę odcinającą należy wykonać z geotekstyliów (geowłókniny, geotkaniny) o właściwościach dobranych z uwzględnieniem właściwości stykających się materiałów.

(2) Geotekstylia do wykonania warstwy odcinającej należy dobrać biorąc pod uwagę uziarnienie gruntu podłoża oraz uziarnienie warstwy mrozochronnej lub warstwy ulepszanego podłoża i jej ostrokrawędzistość. Geotekstylia musi charakteryzować:

- a) odpowiednia odporność mechaniczna, przede wszystkim wytrzymałość na przebicie lub wytrzymałość na rozciąganie,
- b) wielkość porów, zapewniająca spełnienie warunku retencji ziaren gruntu podłoża i odporności na kolmatację,
- c) wodoprzepuszczalność w kierunku prostopadłym do płaszczyzny wyrobu co najmniej 10-krotnie większa niż współczynnik filtracji gruntu podłoża.

(3) Parametry geotekstyliów określa Projektant dla występujących warunków pracy warstwy odcinającej.

(4) Założenia projektowe dotyczące geotekstyliów do warstwy odcinającej powinny zostać zweryfikowane na etapie realizacji budowy w oparciu o rzeczywiste parametry stosowanych materiałów oraz występujących gruntów.

(5) W przypadku kategorii ruchu KR0-KR2, o ile jest to ekonomicznie uzasadnione, dopuszcza się wykonanie warstwy odcinającej z odpowiednio dobranego piasku, gwarantującego spełnienie warunku szczelności pomiędzy sąsiednimi warstwami.

11.8. Warstwa ulepszanego podłoża

(1) Warstwa ulepszanego podłoża może być wykonana z następujących materiałów: mieszanek niezwiązanych, gruntów stabilizowanych spoiwem hydraulicznym lub wapnem, gruntów niewysadzinowych (naturalnych lub antropogenicznych).

(2) Mieszanki niezwiązane do warstwy ulepszanego podłoża powinny spełniać Wymagania Krajowe przenoszące zapisy normy [23]. Zakres stosowania poszczególnych mieszanek oraz wybrane parametry podano w tab. 11.6.1.

(3) Grunty stabilizowane spoiwami hydraulicznymi lub wapnem do warstwy ulepszanego podłoża powinny spełniać Wymagania Krajowe przenoszące zapisy normy [29]. Do wykonania warstwy ulepszanego podłoża z gruntu spoistego stabilizowanego spoiwem można stosować wapno i spoiwa hydrauliczne. Zakres stosowania gruntów stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi oraz wybrane parametry podano w tab. 11.6.3.

(4) Mieszanki niezwiązane oraz grunty stabilizowane spoiwem hydraulicznym lub wapnem mogą zawierać w swoim składzie materiały antropogeniczne i materiały z recyklingu.

(5) Gruntami niewysadzinowymi do warstwy ulepszanego podłoża mogą być grunty naturalne lub antropogeniczne, z wyjątkiem piasku drobnego, spełniające wymagania podane w tab. 11.7.1. W przypadku gruntów antropogenicznych należy zwrócić szczególną uwagę na ich jednorodność.

11.9. Minimalne i maksymalne grubości warstw

(1) Zalecane minimalne i maksymalne grubości jednorazowo wbudowywanych warstw nawierzchni podane są w odpowiednich Wymaganiach Krajowych.

(2) Jeżeli grubości warstw podane w rozwiązaniach katalogowych są większe od maksymalnych dopuszczonych do wbudowania w jednej warstwie to należy je wbudowywać w dwóch warstwach technologicznych.

11.10. Minimalizacja spękań odbitych w nawierzchniach półsztywnych

(1) Minimalizacja spękań odbitych dotyczy następujących przypadków, gdy warstwy asfaltowe są położone bezpośrednio na warstwach związanych spoiwem hydraulicznym:

- a) nawierzchni z podbudową zasadniczą wykonaną tylko z betonu asfaltowego, jeżeli będzie ułożona na podbudowie pomocniczej związanej spoiwem hydraulicznym,
- b) nawierzchni z podbudową zasadniczą wykonaną z betonu asfaltowego i z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym,
- c) nawierzchni z podbudową zasadniczą wykonaną z betonu asfaltowego i z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym.

(2) Nie ma całkowicie skutecznych sposobów eliminacji spękań odbitych w warstwach asfaltowych ułożonych na podbudowach związanych spoiwami hydraulicznymi. Podstawowe sposoby pozwalające zminimalizować ilość spękań odbitych to:

- a) ograniczenie skurczu podbudowy związanej spoiwem hydraulicznym, zarówno co do wielkości, jak i szybkości narastania, poprzez umiejętne projektowanie składu mieszanki zastosowanej w podbudowie oraz przestrzeganie zasad wykonania warstwy związanej spoiwem hydraulicznym,
- b) wykonywanie szczelin w podbudowach związanych spoiwami hydraulicznymi, warstw pośrednich lub wprowadzanie mikrospękań i spękań w czasie wykonywania nawierzchni.

(3) Niezależnie od podjętych środków zapobiegawczych wystąpi zawsze pewne ryzyko powstania spękań odbitych.

(4) W przypadku wystąpienia dużego i szybkiego skurczu podbudowy związanej spoiwem hydraulicznym i w efekcie powstania w niej spękań o szerokości powyżej 6 mm niebezpieczeństwo wystąpienia spękań odbitych i osłabienia nawierzchni w ich obrębie jest znaczne. W przypadku węższych spękań w podbudowie ryzyko powstania spękań odbitych jest mniejsze.

(5) Zagrożenie spękaniami odbitymi jest większe w przypadku podbudów wykonanych z zastosowaniem cementu niż z zastosowaniem innych spoiw hydraulicznych. Zagrożenie wzrasta także wraz ze wzrostem zawartości spoiw i wzrostem wytrzymałości warstw z mieszanek związanych spoiwami hydraulicznymi.

(6) Cechy recepty, według której wyprodukowano mieszankę, najbardziej istotne ze względu na wielkość skurczu i pęknięć podbudowy, to zawartość i rodzaj spoiwa oraz wytrzymałość. Zawartość spoiwa powinna być optymalna, to znaczy najmniejsza, która zapewnia uzyskanie wymaganych cech technicznych (wytrzymałość, mrozoodporność) podbudowy. Zawyżona zawartość spoiwa prowadzi do zbędnych kosztów i zwiększa ilość spękań odbitych, powodując istotne pogorszenie zachowania nawierzchni i jej trwałości.

(7) Wielkość skurczu i zagrożenie spękaniami odbitymi jest mniejsze, jeżeli podczas wykonywania warstwy podbudowy związanej spoiwem hydraulicznym spełnione są następujące warunki:

- a) wilgotność mieszanki związanej jest jak najmniejsza, jednak umożliwiająca właściwe zagęszczenie. Zaleca się, aby wilgotność była równa optymalnej z tolerancją 0%/-2%,
- b) uzyskano dobre zagęszczenie warstwy,

- c) wbudowanie nie następuje w okresie wysokich temperatur; jeżeli jest to niemożliwe szczególnego znaczenia nabiera właściwa pielęgnacja warstwy,
- d) właściwa pielęgnacja warstwy, ograniczająca rozwarcie i ilość spękań skurczowych oraz uzyskanie zakładanej wytrzymałości przez mieszankę.

(8) Niezależnie od wymagań technologicznych i materiałowych dla warstwy związanej spoiwem hydraulicznym zmniejszenie ryzyka powstania spękań odbitych można osiągnąć stosując dodatkowo specjalne rozwiązania techniczne:

- a) wykonywanie szczelin (rowków lub nacięć),
- b) wykonanie warstw pośrednich.

(9) Wykonywanie szczelin (rowków lub nacięć) wymuszających miejsce wystąpienia spękań skurczowych w warstwie związanej spoiwem należy do najczęściej stosowanych sposobów minimalizacji spękań i jest przyjęte w Katalogu jako rozwiązanie typowe. Szczeliny muszą być wykonywane w odstępach podanych w tab. 11.10.1. Jeżeli na podbudowie zasadniczej albo podbudowie pomocniczej związanej spoiwem hydraulicznym, ułożone są warstwy asfaltowe, to wykonanie szczelin w podbudowie jest:

- a) wymagane przy klasie wytrzymałości podbudowy C_{5/6} lub C_{8/10},
- b) zalecane przy klasie wytrzymałości podbudowy C_{3/4}.

Tab. 11.10.1. Zalecane odstępki pomiędzy szczelinami poprzecznymi w podbudowie z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym

Grubość warstw asfaltowych nad podbudową związaną spoiwem hydraulicznym	Odstępki pomiędzy szczelinami		
	Podbudowa z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym lub z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym		
	C _{3/4}	C _{5/6}	C _{8/10}
>14 cm	3,0 m	3,0 m	4,0 m
≤14 cm	2,5 m	2,5 m	2,5 m

(10) Szczeliny można wykonać w następujący sposób:

- a) w świeżej mieszance, poprzez wykonanie rowków z zastosowaniem specjalistycznego sprzętu, w trakcie wbudowywania warstwy. W rowkach umieszcza się wkładki z tworzywa sztucznego lub wypełnia się je emulsją asfaltową. Następnie warstwa podbudowy jest zagęszczana,
- b) w stwardniałej warstwie, poprzez wykonanie nacięć bezpośrednio po uzyskaniu minimalnej wytrzymałości. Do nacinania stosuje się piły tarczowe, takie jakich używa się w wykonywaniu szczelin w nawierzchniach betonowych. Głębokość nacięć wynosi najczęściej około 1/3 grubości warstwy.

(11) Warstwy pośrednie, które mogą być stosowane w warstwach asfaltowych ułożonych na podbudowach związanych spoiwami hydraulicznymi, w celu minimalizacji spękań odbitych, to:

- a) warstwy SAMI,
- b) cienkie warstwy rozpraszające naprężenia z drobnoziarnistych i bogatych w asfalt mieszanek mineralno-asfaltowych,
- c) warstwy geowłókniny nasączonej asfaltem,
- d) specjalne kompozyty na bazie geowłóknin i/lub geosiatek.

(12) Wymienione warstwy pośrednie stanowią poprawny technicznie sposób przeciwdziałania spękanom odbitym w nowych warstwach asfaltowych ułożonych na podbudowach związanych spoiwami hydraulicznymi. Są to metody o różnej skuteczności przeciwdziałania powstawaniu spękań odbitych, zależne od właściwości zastosowanych materiałów oraz od warunków lokalnych. Zastosowanie tych metod w konstrukcjach nawierzchni jest możliwe za zgodą Zarządcy Drogi, po dokonaniu oceny ich przydatności technicznej, w oparciu o projektowanie indywidualne.

(13) Zastosowanie jakiegokolwiek warstwy pośredniej nie upoważnia do zmiany grubości warstw typowej konstrukcji nawierzchni.

(14) W rozwiązaniach typowych w niniejszym Katalogu nie przyjęto metody wprowadzania mikrospełkań i spełkań w warstwie związanej spoiwem hydraulicznym przez poddanie warstwy podbudowy oddziaływaniu obciążenia z zastosowaniem walców wibracyjnych i specjalnych walców kilka dni po wykonaniu. Przyczyną nieprzyjęcia tej technologii jest brak możliwości ścisłej kontroli liczby i wielkości spełkań oraz niebezpieczeństwo osłabienia warstwy podbudowy i obawy o negatywny wpływ na trwałość zmęczeniową nawierzchni.

(15) W rozwiązaniach typowych w niniejszym Katalogu nie przyjęto konstrukcji z warstwami pośrednimi z kruszywa łamanego (tzw. „konstrukcji odwróconych”). Przyczyną nieprzyjęcia tej technologii jest zmniejszenie trwałości zmęczeniowej konstrukcji nawierzchni w wyniku zastosowania pomiędzy sztywną podbudową a warstwami asfaltowymi pośredniej warstwy z kruszywa.

12. Indywidualne projektowanie nawierzchni

(1) Konstrukcje nawierzchni oraz warstwy ulepszonego podłoża podane w Katalogu są typowymi rozwiązaniami przewidzianymi do stosowania w danych warunkach wyjściowych, opisanych w Katalogu.

(2) Dopuszcza się indywidualne projektowanie konstrukcji nawierzchni oraz warstwy ulepszonego podłoża w sytuacjach nietypowych lub uzasadnionych dostępnością materiałów niestandardowych lub lokalnych, pod warunkiem akceptacji przez Zarządcę drogi.

(3) Do indywidualnego projektowania nawierzchni należy zastosować jednolite i sprawdzone metody mechanistyczno-empiryczne, z możliwością uwzględnienia akapitu (4).

(4) W przypadku nawierzchni przeznaczonych do ruchu kategorii KR0 oraz nawierzchni przeznaczonych do ruchu pieszych lub rowerów dopuszcza się uproszczone projektowanie indywidualne, polegające na zastosowaniu w odniesieniu do typowych konstrukcji, przedstawionych w Katalogu, współczynników materiałowych, umożliwiających określenie zmienionych grubości warstw, które zapewnią równoważność konstrukcji nawierzchni pod względem nośności. Współczynniki materiałowe powinny pochodzić ze sprawdzonej empirycznej metody projektowania nawierzchni, na przykład AASHTO lub CBR.

(5) Indywidualnie zaprojektowane konstrukcje nawierzchni muszą spełniać wymagania technologiczne w zakresie minimalnych i maksymalnych grubości warstw.

(6) W projekcie indywidualnym należy szczegółowo opisać zastosowaną metodę projektowania tak, aby była możliwość weryfikacji zaproponowanego rozwiązania. Weryfikacja projektu powinna być przeprowadzona przez instytucję lub osobę posiadającą doświadczenie w indywidualnym projektowaniu konstrukcji nawierzchni.

(7) Indywidualne projektowanie należy zastosować w szczególności w następujących sytuacjach:

- a) stosowane są nowe, innowacyjne materiały lub materiały tradycyjne, zmodyfikowane w takim zakresie, że ich cechy znacząco różnią się od przyjętych i opisanych w Katalogu,
- b) zastosowano rozwiązania konstrukcyjne, materiałowe lub technologiczne różne od przyjętych w Katalogu,
- c) do warstwy ulepszonego podłoża lub do dolnych i górnych warstw konstrukcji nawierzchni stosowane są geosyntetyki wzmacniające, które mogą zredukować grubość wzmacnianych warstw,
- d) zastosowano wzmocnienie podłoża gruntowego na gruntach słabych, w nietypowych warunkach gruntowo-wodnych, na gruntach skalistych lub na terenach szkód górniczych, w postaci, która wymaga nietypowego rozwiązania konstrukcji nawierzchni.

(8) Przy projektowaniu indywidualnym należy zapewnić: trwałość, nośność, odporność na wysadzinę, odwodnienie, odporność na czynniki klimatyczne i wymagane właściwości funkcjonalne nawierzchni w założonym okresie projektowym.

