

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

02-2026.10.01

**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 części dróg

Wersja: **02**

Obowiązuje od: **2026.10.01**

Rekomendował: **Minister Infrastruktury w dniu 1 października 2026 r. (DDP-4.0600.12.2026)**

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:

Jacek Alenowicz, Bohdan Dołżycki, Piotr Jaskuła, Piotr Mackiewicz, Marcin Stienss, Antoni Szydło

Koordinator zamówienia: Piotr Mackiewicz

Wersja 01 została opracowana przez Zespół w składzie:

Jacek Alenowicz, Bohdan Dołżycki, Piotr Jaskuła, Piotr Mackiewicz, Marcin Stienss, Antoni Szydło

Koordinator zamówienia: Stanisław Gaca

Jednostka odpowiedzialna:

Ministerstwo Infrastruktury, Departament Dróg Publicznych

ul. Chałubińskiego 4/6, 00-968 Warszawa

© Skarb Państwa – Minister Infrastruktury

Grafika na okładce © Piotr Mackiewicz

Przygotowanie wersji 02 WR-D-63 sfinansowano ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach programu Pomoc Techniczna dla Funduszy Europejskich 2021-2027.



Pomoc Techniczna
dla Funduszy Europejskich



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



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. Wprowadzenie

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 albo dróg dla pieszych i rowerów

5.5. Nawierzchnie jezdni w obszarach skrzyżowań

6. Ruch projektowy i kategorie ruchu

6.1. Wprowadzenie

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 części poboczy o nawierzchni twardej i opasek wewnętrznych

6.9. Kategoria ruchu dla jezdni w obszarach skrzyżowań

6.10. Kategoria ruchu dla zatok przystankowych

6.11. Kategoria ruchu dla stanowisk postojowych i jezdni manewrowych

6.12. 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. Wprowadzenie
 - 8.1.1. Rola warstwy ulepszonego podłoża i dolnych warstw konstrukcji nawierzchni
 - 8.1.2. Układ warstw
 - 8.1.3. Wymagana nośność dolnych warstw konstrukcji nawierzchni
- 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 występowania w podłożu gruntowym gruntów o bardzo niskiej nośności
 - 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. Wprowadzenie
- 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 z mieszanek niezwiązanych
- 9.6. Nawierzchnie dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów
- 9.7. Nawierzchnie jezdni 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
 - 11.5.3. Wypełnienie spoin

- 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 ulepszanego 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) 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 podrozdziałach 6.6 i 6.7), oraz części poboczy o nawierzchni twardej (pasów awaryjnych lub opasek zewnętrznych) i opasek wewnętrznych,
- b) dróg dla pieszych, dróg dla rowerów albo dróg dla pieszych i rowerów,
- c) zatok przystankowych,
- d) stanowisk postojowych i jezdni manewrowych (w ramach zatok postojowych lub parkingów),
- e) jezdni w obszarach skrzyżowań.

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

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

(4) 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.

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

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

(7) 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.

(8) Stosowanie Katalogu w sposób prawidłowy 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 alkaliczne, spękania spowodowane niewłaściwą pielęgnacją, wyboje, ubytki ziaren (lejki), złuszczenia itp. Podobnie dotyczy to uszkodzeń elementów drobnowymiarowych oraz płyt prefabrykowanych. Uszkodzenia te nie zależą od grubości warstw nawierzchni, ale od właściwego doboru składu mieszanek mineralno-asfaltowych, mieszanek betonowych, jakości elementów betonowych drobnowymiarowych, płyt prefabrykowanych i kostki kamiennej oraz od prawidłowego wykonania warstw nawierzchni.

(9) 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 projektuje się 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.

(10) Ilekroć w wytycznych mowa jest o:

- a) rowerach – rozumie się przez to także hulajnogi elektryczne i urządzenia transportu osobistego,
- b) pieszych – rozumie się przez to także osoby poruszające się przy użyciu urządzenia wspomagającego ruch.

(11) Zaproponowane dla poszczególnych zastosowań nawierzchnie można stosować na obszarach obciążonych innym rodzajem ruchu kołowego pod warunkiem dobrania rozwiązań odpowiadających przewidywanemu obciążeniu oraz wykorzystania materiałów odpowiadających charakterowi pracy danej nawierzchni.

(12) Wersję 02 dokumentu uzupełniono o nowe rozwiązania nawierzchni z mieszanek niezwiązanych, zweryfikowano grubości podbudów nawierzchni: zatok autobusowych z kostki kamiennej, jezdni manewrowych z kostki betonowej i kamiennej oraz z płyt ażurowych zbrojonych, zaktualizowano normy i przepisy związane oraz odpowiednio zmodyfikowano treść dokumentu.

2. Wykaz opracowań powołanych

2.1. Normy

- [1] BN-64/8931-01 Drogi samochodowe. Oznaczanie wskaźnika piaskowego.
- [2] PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- [3] PN-B-02480:1986 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- [4] PN-EN 16907-1:2019-1 Roboty ziemne. Część 1: Zasady i reguły ogólne.
- [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 13285:2018-08 Mieszanki niezwiązane. Specyfikacje.
- [9] PN-EN 14227-1:2013-10 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym. Specyfikacje. Część 1: Mieszanki związane cementem.
- [10] PN-EN 14227-2:2013-10 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym. Specyfikacje. Część 2: Mieszanki żużlowe.
- [11] PN-EN 14227-3:2013-10 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym. Specyfikacje. Część 3: Mieszanki związane popiołami lotnymi.
- [12] PN-EN 14227-4:2013-10 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym. Specyfikacje. Część 4: Popioły lotne do mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym.
- [13] PN-EN 14227-5:2013-10 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym. Specyfikacje. Część 5: Mieszanki związane spoiwem drogowym.
- [14] PN-EN 14227-15:2015-12 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym. Specyfikacje. Część 15: Grunty stabilizowane hydraulicznie.
- [15] PN-EN ISO 14688-2:2018-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania.
- [16] PN-EN 206+A2:2021-12 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- [17] PN-B-04492:1955 Grunty budowlane. Badania właściwości fizycznych. Oznaczanie wskaźnika wodoprzepuszczalności.
- [18] PN-EN ISO 17892-11:2019-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 11: Badania filtracji.
- [19] PN-EN 13877-2:2013-08 Nawierzchnie betonowe. Część 2: Wymagania funkcjonalne dla nawierzchni betonowych.
- [20] PN-EN 480-11:2008 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Metody badań. Część 11: Oznaczanie charakterystyki porów powietrznych w stwardniałym betonie.
- [21] PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.

2.2. Pozostałe opracowania

- [22] Transport Research Laboratory (TRL). UK DCP User Manual – Dynamic Cone Penetrometer Data Analysis, Chapter 4.5.3 „CBR Calculation”, Table 4.1 – Penetration rate–CBR relationships. TRL, Crowthorne 2004
- [23] United States Bureau of Soil Classification; Justin, J. D., Hinds, J., & Nelson, J. D., Engineering and Design – Earth Dams. United States Bureau of Reclamation, Denver 1945.
- [24] AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, Washington D.C. 1993

- [25] Lewinowski C., Wymiarowanie podatnych nawierzchni drogowych, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1980

3. Definicje i objaśnienia skrótów

3.1. Definicje

3.1.1. Ruch projektowy

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

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) 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.

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.

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

3.1.2. Warunki gruntowo-wodne

Grupa nośności podłoża gruntowego nawierzchni – klasyfikuje nośność podłoża gruntowego nawierzchni w zależności od rodzaju i stanu gruntu podłoża, warunków wodnych w podłożu, wydajności gruntu oraz od charakterystyki korpusu drogowego. Do projektowania nawierzchni według wymagań niniejszych WR-D przyjęto cztery grupy nośności podłoża gruntowego oznaczone symbolami: G1, G2, G3 i G4. Grunty nieujęte w klasyfikacji grup nośności wymagają indywidualnej oceny oraz indywidualnego projektowania.

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.

3.1.3. Konstrukcja nawierzchni

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 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.

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.

Szkoda zmęczeniowa – stosunek liczby oddziałujących obciążeń do trwałości zmęczeniowej konstrukcji nawierzchni.

Trwałość zmęczeniowa konstrukcji nawierzchni – liczba standardowych osi obliczeniowych do osiągnięcia przez nawierzchnię stanu przyjętego jako krytyczny w procesie zmęczeniowym.

3.1.4. Warstwy nawierzchni i warstwa ulepszanego podłoża

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.

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.

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.

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

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 przypadkach określonych w podrozdziale 8.5 akapitach (1) i (4) warstwa mrozoochronna, wykonana z gruntu niewysadzinowego lub z mieszanki niezwiązanej, może pełnić funkcję warstwy odsączającej.

Warstwa nawierzchniowa – wierzchnia warstwa konstrukcji nawierzchni sztywnej lub konstrukcji nawierzchni podatnej i półsztywnej, np. 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 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.

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 $k \geq 8$ m/dobę. Warunki stosowania warstwy odsączającej określono w podrozdziale 8.5.

Warstwa podsypki – warstwa, na której układa się kostkę kamienną, kostkę betonową lub płyty.

Warstwa podsypki niezwiązanej – warstwa z piasku, żwiru lub kruszywa łamanego, na której układa się kostkę kamienną, betonową lub płyty w technologii warstw nawierzchniowych niezwiązanych.

Warstwa podsypki cementowo-piaskowej – warstwa z mieszaniny piasku i cementu, w której osadza się kostkę kamienną, kostkę betonową lub płyty w technologii warstw nawierzchniowych związanych.

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 utrwalenie.

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

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 przypadkach określonych w podrozdziale 8.5 akapitach (1) i (4) warstwa ulepszanego podłoża, wykonana z gruntu niewysadzinowego lub z mieszanki niezwiązanej, może pełnić funkcję warstwy odsączającej.

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.

Zasyпка – kruszywo niezwiązane, mieszanka cementowo-piaskowa lub inne materiały stosowane do wypełnienia spoin w nawierzchni z kostki kamiennej, betonowej lub płyt.

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 zarządcy – załączniki krajowe do norm europejskich, wymagania techniczne, specyfikacje techniczne lub inne dokumenty przenoszące zapisy norm serii PN-EN, które zostaną uznane przez zarządcę drogi za obowiązujące w odniesieniu do stosowanych materiałów i technologii.

3.2. Skróty

AC (ang. *Asphalt Concrete*) – beton asfaltowy.

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

CBR (ang. *California Bearing Ratio*) – kalifornijski wskaźnik nośności.

DCP (ang. *Dynamic Cone Penetrometer*) – sonda dynamiczna stożkowa (SDS).

FWD (ang. *Falling Weight Deflectometer*) – urządzenie do pomiaru ugięć nawierzchni od obciążenia uderowego.

GDDKiA – Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad.

GSSH – grunt stabilizowany spoiwem hydraulicznym.

MA (ang. *Mastic Asphalt*) – asfalt lany.

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

MCE – mieszanka mineralno-cementowo-emulsyjna.

MMA – mieszanka mineralno-asfaltowa.

MN – mieszanka niezwiązana.

MZSH – mieszanka związana spoiwem hydraulicznym.

PA (ang. *Porous Asphalt*) – asfalt porowaty.

PP – podbudowa pomocnicza.

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

SMA (ang. *Stone Mastic Asphalt*) – mastyks grysowy.

STWiORB – specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych.

USBSC (ang. *United States Bureau of Soils and Chemistry*) – amerykańska metoda szacowania współczynnika filtracji.

WWiORB – warunki wykonania i odbioru robót budowlanych.

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
B	[m]	wymiar krótszej krawędzi płyty
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 $C_{3/4}$)
CBR	[%]	Kalifornijski wskaźnik nośności
D_{15}	[mm]	wymiar sita, przez które przechodzi 15% ziaren
d_{20}	[mm]	wymiar sita, przez które przechodzi 20% 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 ulepszanego 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	[mm]	grubość warstwy
h_z	[m]	głębokość przemarzania gruntu
k	[m/dobę] lub [cm/s]	współczynnik filtracji
KR _i	[-]	kategoria ruchu i, gdzie $i = \{0, 1, 2, \dots, 7\}$
L	[m]	wymiar dłuższej krawędzi płyty
L_{kryt}	[m]	długość krytyczna płyty
LA _i	[-]	klasa odporności materiału na rozdrabnianie w bębnie Los Angeles

Symbol	Jednostka	Opis
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
WP	[%]	wskaźnik piaskowy
T	[lata]	liczba lat w okresie projektowym
U _{Fi}	[-]	maksymalna zawartość cząstek przechodzących przez sito 0,063 mm
w	[mm/uderzenie]	wartość wpędu na jedno uderzenie bijaka sondy DCP

4. Schematy konstrukcji nawierzchni oraz warstwy ulepszanego podłoża gruntowego

4.1. Wprowadzenie

(1) Liczba i rodzaj warstw występujących w danej konstrukcji nawierzchni zależą 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 projektuje się:

- 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 zależą 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, mogą wchodzić następujące warstwy:

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

(2) Schemat i nazwy warstw konstrukcji nawierzchni podatnej lub półsztywnej z asfaltową warstwą ścieralną, przeznaczonej 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, przeznaczonej do ruchu i postoju pojazdów samochodowych, mogą wchodzić 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, przeznaczonej 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, przeznaczonej do ruchu i postoju pojazdów samochodowych, mogą wchodzić następujące warstwy:

- a) warstwa nawierzchniowa,
- b) podbudowa zasadnicza,
- c) 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, mogą wchodzić następujące warstwy:

- a) warstwa nawierzchniowa,
- b) warstwa poślizgowa,
- c) podbudowa zasadnicza,
- d) podbudowa pomocnicza,
- e) 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:

- a) nie występuje warstwa podbudowy pomocniczej,
- b) nie ma zastosowania określenie „dolne warstwy konstrukcji nawierzchni”,
- c) 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 dziesięciu 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 wymaganego 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 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 wysadziny według zasad określonych w podrozdziale 10.1

9. W przypadku niespełnienia warunku wymaganej odporności nawierzchni na wysadziny odpowiednie zwiększenie grubości warstwy mrozochronnej 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 jedenastu 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 wymaganego okresu projektowego według zasad określonych w rozdziale 6.10
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 mrozoochronnej 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 mrozoochronnej 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 jedenastu etapów przedstawionych na rys. 5.3.1.

1. Zebranie danych wejściowych do projektowania, dotyczących warunków geotechnicznych, przeznaczenia stanowisk postojowych (jezdni manewrowych) i warunków klimatycznych

2. Przyjęcie kategorii ruchu na podstawie tab. 6.11.1

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 podano 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 mrozochronnej lub warstwy ulepszanego podłoża i ponowne sprawdzenie warunku wymaganej odporności nawierzchni na wysadziny

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. 5.3.1. 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 albo 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 albo dróg dla pieszych i rowerów składa się z ośmiu 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 warstwy mrozochronnej 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 trzech etapów przedstawionych na rys. 5.5.1.

1. Przyjęcie grubości warstw konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża gruntowego zgodnie z zasadami określonymi w WR-D-61 lub WR-D-62. Grubości warstw konstrukcji nawierzchni w obszarach skrzyżowań i na wlotach skrzyżowań są takie same, jak na odcinkach między obszarami skrzyżowań
2. W przypadku nawierzchni asfaltowych – wybór specjalnego rozwiązania technologicznego spośród wymienionych w podrozdziale 9.6; projektant może wybrać jedno lub więcej rozwiązań, po ocenie zasadności ich zastosowania
3. W przypadku nawierzchni betonowych – uwzględnienie zasad dotyczących wykonania szczelin i dylatacji

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

(3) Zasady określone w podrozdziale 9.7 uwzględnia się w projekcie i STWiORB.

(4) W przypadku ronda kategoria ruchu przyjęta w celu określania konstrukcji nawierzchni pierścienia jest taka sama, jak kategoria ruchu jezdni. W przypadku pierścienia wykonanego

z kostki kamiennej stosuje się kostkę o wymiarze nie mniejszym niż 15/17. Osadzenie kostki kamiennej powinno zapewniać trwałość nawierzchni.

(5) W przypadku zabruków kategoria ruchu przyjęta w celu określania konstrukcji nawierzchni zabruku jest taka sama, jak kategoria ruchu jezdni.

6. Ruch projektowy i kategorie ruchu

6.1. Wprowadzenie

(1) Metodę opisaną w niniejszym rozdziale stosuje się 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. Dopuszczalny nacisk pojedynczej osi pojazdu na nawierzchnię wynosi 115 kN.

6.2. Równoważna oś standardowa

(1) Ruch rzeczywisty przelicza się 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 stosuje się 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 uwzględniono przeliczenia na równoważne osie standardowe 100 kN albo 115 kN w przypadkach nawierzchni podatnych i półsztywnych oraz nawierzchni sztywnych.

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 prowadzi się roboty utrzymaniowe oraz roboty polegające na naprawie lub wymianie górnych warstw nawierzchni i jej elementów.

(2) Okres projektowy wynosi:

- a) 30 lat – w przypadku nawierzchni sztywnych,
- b) 20 lat – w przypadku nawierzchni podatnych i półsztywnych.

(3) Dopuszcza się stosowanie innych okresów projektowych, lecz niekrótszych 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 uwzględnia się sumaryczny ruch rzeczywisty w przekroju drogi, w całym okresie projektowym, w odniesieniu do każdego typu (rodzaju sylwetki) pojazdów ciężkich:

- a) NC – sumaryczna liczba samochodów ciężarowych bez przyczep,
- b) NC+P – sumaryczna liczba samochodów ciężarowych z przyczepami,
- c) NA – sumaryczna liczba autobusów.

(3) Sumaryczny rzeczywisty ruch pojazdów ciężkich danego typu (rodzaju sylwetki) – NC, NC+P i NA – określa się poprzez zsumowanie liczby takich pojazdów ciężkich w kolejnych latach założonego okresu projektowego. Natężenie ruchu pojazdów ciężkich ustala się na podstawie prognoz ruchu, zgodnie z WR-D-13.

6.5. Określenie liczby równoważnych osi standardowych

(1) Ruch projektowy, czyli sumaryczną liczbę równoważnych osi standardowych, przypadającą na pas obliczeniowy w całym okresie projektowym, oblicza się według wzoru (6.5.1):

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

gdzie:

N – ruch projektowy, czyli sumaryczna liczba równoważnych osi standardowych 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, 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, według tab. 6.5.1 (nawierzchnie podatne i półsztywne) lub według tab. 6.5.2 (nawierzchnie sztywne),

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

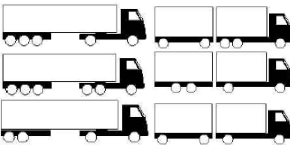
f_1 – współczynnik obliczeniowego pasa ruchu, według podrozdziału 6.5 akapit (6) i tab. 6.5.3,

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 przyjmuje się zgodnie z tab. 6.5.1.

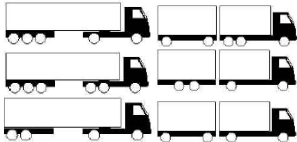
Tab. 6.5.1. Współczynniki przeliczeniowe pojazdów ciężkich na równoważne osie standardowe 100 kN i 115 kN dla nawierzchni podatnych i półsztywnych

Typ pojazdu ciężkiego	Przykładowe rodzaje sylwetek	Współczynnik przeliczeniowy r	
		Oś standardowa o nacisku 100 kN	Oś standardowa o nacisku 115 kN
Samochody ciężarowe bez przyczep C		0,500	0,294
Samochody ciężarowe z przyczepami C+P		1,800	1,058
Autobusy A		1,200	0,706

(3) W przypadku nawierzchni sztywnych współczynniki przeliczeniowe pojazdów ciężkich przyjmuje się zgodnie z tab. 6.5.2.

(4) Współczynniki przeliczeniowe pojazdów ciężkich w przypadku nawierzchni podatnych i półsztywnych oraz w przypadku nawierzchni sztywnych różnią się. Wynika to z charakteru oddziaływania obciążeń na poszczególne typy nawierzchni. Pomimo różnych współczynników przeliczeniowych taki sam ruch rzeczywisty daje takie same kategorie ruchu w poszczególnych klasyfikacjach, różniące się liczbą osi standardowych.

Tab. 6.5.2. Współczynniki przeliczeniowe pojazdów ciężkich na równoważne osie standardowe 100kN i 115 kN dla nawierzchni sztywnych

Typ pojazdu ciężkiego	Przykładowe rodzaje sylwetek	Współczynnik przeliczeniowy r	
		Oś standardowa o nacisku 100 kN	Oś standardowa o nacisku 115 kN
Samochody ciężarowe bez przyczep C		0,347	0,130
Samochody ciężarowe z przyczepami C+P		3,946	1,483
Autobusy A		0,530	0,199

(5) Współczynniki przeliczeniowe przedstawione w tab. 6.5.1 i 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 i 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 wykaze 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, na których występują duże pochylenia niwelety drogi, obciążenia nawierzchni wzrastają wskutek oddziaływania sił poziomych i zmniejszenia prędkości ruchu. Do obliczania ruchu projektowego wprowadza się współczynnik pochylenia niwelety f_3 , uwzględniający zwiększenie obciążenia na dużych pochyleniach niwelety, jeżeli pochylenie na rozpatrywanym odcinku drogi przekracza 6%. Współczynnik pochylenia niwelety stosuje się 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 w akapicie (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 100 kN lub 115 kN 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_{100} – sumaryczna liczba równoważnych osi standardowych 100 kN w całym okresie proj. [w milionach osi 100 kN na pas obliczeniowy]	N_{115} – sumaryczna liczba równoważnych osi standardowych 115 kN w całym okresie proj. [w milionach osi 115 kN na pas obliczeniowy]
KR0	$N_{100} \leq 0,030$	$N_{115} \leq 0,018$
KR1	$0,030 < N_{100} \leq 0,090$	$0,018 < N_{115} \leq 0,053$
KR2	$0,090 < N_{100} \leq 0,500$	$0,053 < N_{115} \leq 0,290$
KR3	$0,500 < N_{100} \leq 2,500$	$0,290 < N_{115} \leq 1,470$
KR4	$2,500 < N_{100} \leq 7,300$	$1,470 < N_{115} \leq 4,300$
KR5	$7,300 < N_{100} \leq 22,000$	$4,300 < N_{115} \leq 13,000$
KR6	$22,000 < N_{100} \leq 52,000$	$13,000 < N_{115} \leq 30,500$
KR7	$N_{100} > 52,000$	$N_{115} > 30,500$

6.7. Klasyfikacja ruchu projektowego dla nawierzchni sztywnych

(1) Klasyfikację ruchu projektowego ze względu na sumaryczną liczbę równoważnych osi standardowych 100 kN lub 115 kN w całym okresie projektowym, w przypadku projektowania nawierzchni sztywnych, podano w tab. 6.7.1.

Tab. 6.7.1. Klasyfikacja ruchu projektowego dla nawierzchni sztywnych

Kategoria ruchu	N_{100} – sumaryczna liczba równoważnych osi standardowych 100 kN w całym okresie projektowym [w milionach osi 100 kN na pas obliczeniowy]	N_{115} – sumaryczna liczba równoważnych osi standardowych 115 kN w całym okresie projektowym [w milionach osi 115 kN na pas obliczeniowy]
KR0	$N_{100} \leq 0,045$	$N_{115} \leq 0,017$
KR1	$0,045 < N_{100} \leq 0,150$	$0,017 < N_{115} \leq 0,060$
KR2	$0,150 < N_{100} \leq 0,750$	$0,060 < N_{115} \leq 0,280$
KR3	$0,750 < N_{100} \leq 6,390$	$0,280 < N_{115} \leq 2,400$
KR4	$6,390 < N_{100} \leq 15,990$	$2,400 < N_{115} \leq 6,000$
KR5	$15,990 < N_{100} \leq 42,630$	$6,000 < N_{115} \leq 16,000$
KR6	$42,630 < N_{100} \leq 101,250$	$16,000 < N_{115} \leq 38,000$
KR7	$N_{100} > 101,250$	$N_{115} > 38,000$

6.8. Kategoria ruchu dla części pobocznej o nawierzchni twardej i opasek wewnętrznych

(1) Kategorię ruchu dla części pobocznej o nawierzchni twardej (pasa awaryjnego lub opaski zewnętrznej) oraz opaski wewnętrznej przyjmuje się tak samo, jak dla jezdni.

6.9. Kategoria ruchu dla jezdni w obszarach skrzyżowań

(1) Kategorię ruchu dla jezdni w obszarze skrzyżowania (tarcza skrzyżowania) przyjmuje się jak do projektowania konstrukcji nawierzchni jezdni na wlocie najbardziej obciążonym ruchem.

6.10. Kategoria ruchu dla zatok przystankowych

(1) Kategorię ruchu dla zatok przystankowych przyjmuje się:

- a) na drodze zamiejscowej – taką, jak przyjęto w projektowaniu nawierzchni jezdni przyległej, przy czym niemniej niż KR2; dopuszcza się indywidualne przyjęcie kategorii ruchu w przypadkach uzasadnionych natężeniem ruchu autobusów,
- b) na ulicy – zgodnie z zasadami podanymi w akapicie (2).

(2) W celu określenia kategorii ruchu w przypadku konstrukcji nawierzchni zatok przystankowych na ulicy:

- a) określa się ruch rzeczywisty autobusów w okresie projektowym,
- b) określa się liczbę równoważnych osi standardowych, odpowiadającą ruchowi rzeczywistemu, w zależności od założonego typu konstrukcji nawierzchni,
- c) sumaryczną liczbę równoważnych osi standardowych określoną w lit. b przyjmuje się do ustalenia kategorii ruchu według tab. 6.6.1 lub 6.7.1, w zależności od założonego typu konstrukcji nawierzchni,
- d) kategorię ruchu ustaloną w lit. c zwiększa się o jedną kategorię (np. w przypadku ustalenia w lit. c kategorii KR3 przyjmuje się kategorię ruchu KR4).

6.11. Kategoria ruchu dla stanowisk postojowych i jezdni manewrowych

(1) Obciążenie ruchem samochodowym na stanowiskach postojowych i jezdniach manewrowych w ramach zatok postojowych lub parkingów, przyjmuje się na podstawie tab. 6.11.1.

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

Tab. 6.11.1. 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

¹⁾ w przypadku sporadycznego parkowania, można przyjąć kategorię ruchu KR3

6.12. 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 pojazdy samochodowe w sposób stały, ustala się 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 której 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. Grunty niemieszczące się w klasyfikacji grup nośności podłoża wymagają oceny indywidualnej oraz projektowania indywidualnego dolnych warstw konstrukcji nawierzchni i ulepszanego podłoża.

(4) W celu określenia grupy nośności podłoża nawierzchni z zastosowaniem Katalogu ocenia się:

- 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 projektuje się indywidualnie i wówczas 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 ustala się na podstawie aktualnych przepisów rozpoznania podłoża budowli drogowych. Poziom występowania wody gruntowej określa się 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 uwzględnia się również stwierdzone sączenia wody w wykopach. W takim przypadku przyjmuje się 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	dobrze
Nasypy ≤1,00 m	a	złe	przeciętne	przeciętne
	b	przeciętne	przeciętne	dobrze
Wykopy >1,00 m	a	złe	przeciętne	przeciętne
	b	złe	przeciętne	dobrze
Nasypy >1,00 m	a	złe	przeciętne	dobrze
	b	przeciętne	dobrze	dobrze

a – pobocza o nawierzchni gruntowej,
b – pobocza o nawierzchni twardej i ze 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 ocenia się pod względem wysadzinowości. Cechy gruntu ustala się na podstawie badań laboratoryjnych właściwości wymienionych w tab. 7.3.1. W każdym przypadku określa się 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. Jeżeli 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], stosowane w obowiązującym w Polsce podziale.

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)	Grunty mało wysadzinowe: Gлина piaszczysta zwięzła (Gpz) Gлина zwięzła (Gz) łł (l) łł piaszczysty (lp) łł pylasty (lπ) <u>Grunty bardzo wysadzinowe</u> Piasek gliniasty (Pg) Pył piaszczysty (πp) Pył (π) Gлина piaszczysta (Gp) Gлина (G) Gлина pylasta (Gπ) łł warwowy
Zawartość cząstek, według normy [15] [%] ≤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 stosuje się dotychczasowe normy i kryteria.

(3) Jeżeli podłoże gruntowe nawierzchni mają stanowić grunty (materiały) antropogeniczne, niewymienione w podstawowej klasyfikacji gruntów, ocenia się 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 przyjmuje się warunki gruntowe wynikające z rodzaju i cech gorszego gruntu.

(2) Przyjęto cztery grupy nośności podłoża gruntowego nawierzchni: G1, G2, G3 i G4. Grunty, których nie można zakwalifikować do jakiegokolwiek grupy nośności podłoża wymagają indywidualnej oceny zgodnie z akapitami (8, 9, 10).

(3) Klasyfikację podłoża do danej grupy nośności przeprowadza się według dwóch sposobów:
a) według wartości wskaźnika nośności CBR,
b) według wysadzinowości gruntu i warunków wodnych.

(4) Jeżeli wyniki klasyfikacji podłoża gruntowego nawierzchni według tych dwóch sposobów są różne, to do projektowania przyjmuje się 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 drogi klas A lub S wykonuje się badania laboratoryjne wartości wskaźnika nośności CBR gruntu zalegającego w strefie do 1,00 m poniżej spodu konstrukcji nawierzchni. W przypadku drogi klasy GP, G, Z, L lub D dopuszcza się przyjmowanie CBR na podstawie danych literaturowych i doświadczeń praktycznych.

Tab. 7.4.1. Klasyfikacja grup nośności podłoża gruntowego nawierzchni Gi

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

¹⁾ warunki badania przyjąć według normy [4].

(6) Wartości wtórnego modułu odkształcenia E_2 , podane w tab. 7.4.1 są wykorzystywane w czasie kontroli robót do weryfikacji założeń projektowych, zgodnie z podrozdziałem 7.5.

(7) W tab. 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. 7.3.1	Grupa nośności podłoża gruntowego nawierzchni, gdy warunki wodne są:		
	dobrze	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 ($I_L \leq 0,25$ lub $I_L \geq 0,75$ według [15]); grunty wysadzinowe w stanie miękkoplastycznym lub bardzo miękkoplastycznym 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, postępuje się zgodnie z podrozdziałem 8.9.1 oraz opracowuje się indywidualny projekt dolnych warstw konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża.

(9) W przypadku występowania w podłożu gruntów organicznych przeprowadza się szczegółowe rozpoznanie podłoża zgodnie z zasadami określonymi w odrębnych przepisach. W projektowaniu konstrukcji nawierzchni postępuje się zgodnie z podrozdziałem 8.9.2.

(10) W przypadku gruntów skalistych dolne warstwy konstrukcji nawierzchni projektuje się 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, a także może skutkować 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 odcinki o różnej grupie nośności łączy się ze sobą w celu ujednolicenia technologii robót. W takim przypadku do projektowania przyjmuje się 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 wg normy [21] oraz wtórnego modułu odkształcenia E_2 wg normy [21], 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, przeprowadza się badania kontrolne potwierdzające założenia dotyczące nośności podłoża, przyjęte w czasie projektowania, określone w podrozdziale 7.4 akapity od (2) do (6). Ocenę nośności przeprowadza się 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 określa się z badań płytą pod obciążeniem statycznym wg normy [21].

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

- 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, do czasu opracowania polskiej instrukcji badania, można wykorzystać zależność (7.5.1), określoną w [22]:

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

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 dolne warstwy konstrukcji nawierzchni i warstwę ulepszanego podłoża przeprojektowuje się z uwzględnieniem niższej nośności podłoża gruntowego nawierzchni. Jeżeli badania kontrolne wykażą zwiększoną nośność podłoża gruntowego w stosunku do założeń projektowych, to nie wprowadza się żadnych zmian w projekcie.

8. Projektowanie warstwy ulepszonego podłoża i dolnych warstw konstrukcji nawierzchni

8.1. Wprowadzenie

8.1.1. Rola warstwy ulepszonego podłoża i dolnych warstw konstrukcji nawierzchni

(1) Dolne warstwy konstrukcji nawierzchni (warstwa mrozoochronna i warstwa podbudowy pomocniczej) oraz warstwa ulepszonego 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 zapewnia się w czasie budowy drogi oraz w całym okresie eksploatacji nawierzchni.

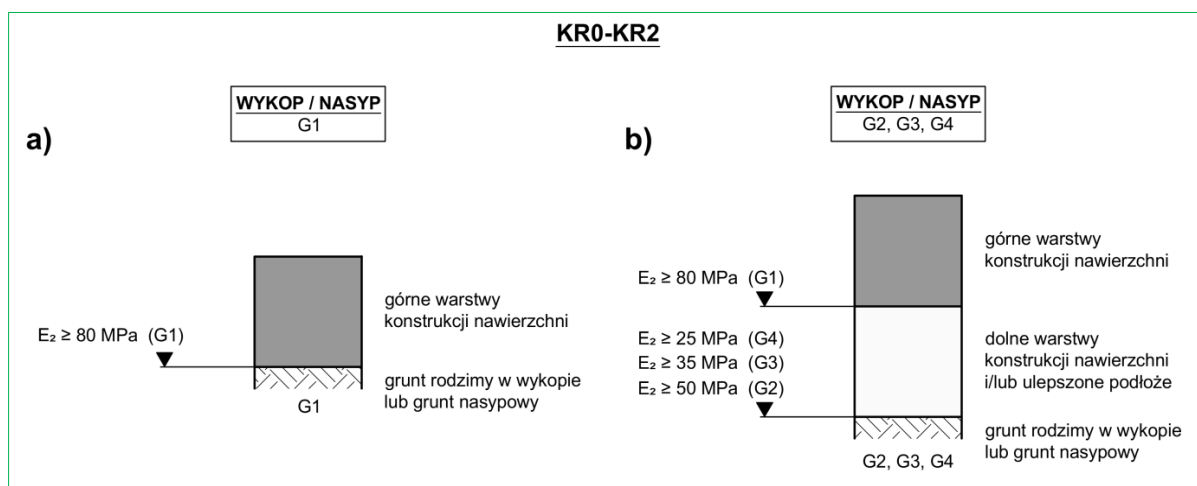
(2) Rolą warstwy ulepszonego podłoża i dolnych warstw konstrukcji nawierzchni jest:

- 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.

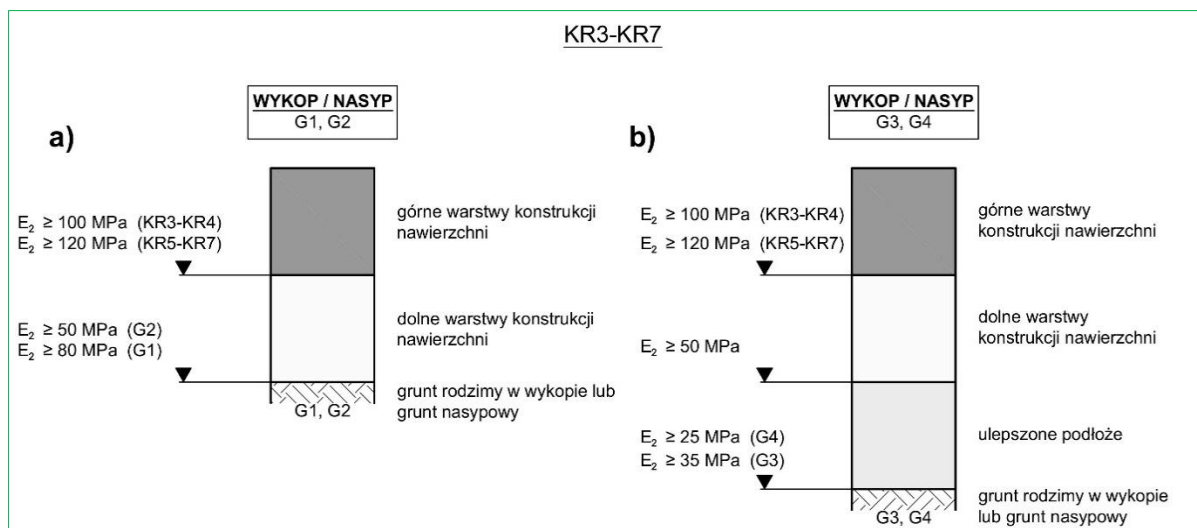
(3) Właściwe pełnienie ról przez warstwę ulepszonego podłoża oraz przez dolne warstwy konstrukcji nawierzchni zależy od prawidłowego zaprojektowania i wykonania robót ziemnych oraz związanych z nimi elementów odwodnienia wgłębego i powierzchniowego.

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 oraz przyjęcie odpowiedniego typowego rozwiązania spośród przedstawionych w tab. 8.7.1, 8.7.2, 8.7.3 i 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 odkształcenia na powierzchni warstw: a) w przypadku grupy nośności podłoża G1; b) w przypadku grupy nośności podłoża G2, G3 i G4



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 dolnych warstw konstrukcji nawierzchni

(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 wykonuje się warstwę ulepszanego 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 ulepszanego 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 ulepszanego podłoża (zależnie od występującej grupy nośności podłoża G_i), w przypadku nawierzchni przeznaczonych do ruchu pieszych lub rowerów, wynosi 50 MPa, jeżeli droga dla pieszych, droga dla rowerów lub droga dla pieszych i rowerów posiada oddzielny korpus ziemny przeznaczony tylko dla tych nawierzchni. Jeżeli droga dla pieszych, droga dla rowerów lub droga dla pieszych i rowerów przebiega w korpusie ziemnym wspólnym z jezdnią to wtórny moduł odkształcenia E_2 musi wynosić nie mniej niż 80 MPa. Przyjęcie wyższej wartości modułu odkształcenia E_2 nie daje podstaw do zmiany grubości warstwy ulepszanego podłoża podanej w tablicy 8.7.4

8.2. Warstwa ulepszanego podłoża

(1) Do wykonania warstwy ulepszanego podłoża stosuje się materiały wymienione w podrozdziale 11.8.

(2) Jeżeli warstwa ulepszanego podłoża jest wykonana z materiału niezwiązanego, to niezależnie od klasyfikacji warunków wodnych, wykonuje się ją ze spadkiem poprzecznym, zapewniającym skuteczne odprowadzanie wody oraz wyprowadza się 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 stosuje się materiały wymienione w podrozdziale 11.7.2.

(2) Jeżeli warstwa mrozochronna jest wykonana z materiału niezwiązanego, to niezależnie od klasyfikacji warunków wodnych, wykonuje się ją ze spadkiem poprzecznym, zapewniającym skuteczne odprowadzanie wody. Warstwę mrozochronną z materiału niezwiązanego wyprowadza się 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 stosuje się materiały wymienione w podrozdziale 11.7.1.

8.5. Warstwa odsączająca

(1) Warstwę odsączającą stosuje się 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 niezwiązanej 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) W przypadku stosowania kryteriów odnoszących się do wartości współczynnika filtracji k , określonych według metody zawartej w normie [17], stosuje się procedurę badania próbek i oznaczenia współczynnika filtracji k , określoną w tej normie.

(6) Dopuszcza się pośrednią metodę oceny właściwości filtracyjnych gruntów gruboziarnistych (według klasyfikacji normy [15]) na podstawie obliczenia współczynnika filtracji k z zastosowaniem formuły amerykańskiej USBSC [23], przedstawionej we wzorze (8.5.1):

$$(7) \quad (8) \quad k = 0,0036 d_{20}^{2,3} \quad (9) \quad (8.5.1)$$

gdzie:

k – współczynnik filtracji [m/s],

d_{20} – średnica zastępcza [mm], odpowiadająca zawartości 20% ziaren na krzywej uziarnienia gruntu.

(10) Stosowanie w badaniu próbek gruntów procedury oznaczenia współczynnika filtracji k , zawartej w normie [18] wymaga stosowania wymagań określonych w odniesieniu do tej metody badania. Możliwe jest zweryfikowanie lub potwierdzenia kryterium oceny określonego na podstawie badania według normy [17].

(11) Jeżeli grubość warstwy mrozoochronnej 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 akapicie (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 akapicie (3),
- b) warstwa górna powinna mieć właściwości typowej warstwy mrozoochronnej 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.

(12) Postępowanie takie jest możliwe, jeżeli grubość warstwy mrozoochronnej 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.

(13) Jeżeli warstwa odsączająca musi być zastosowana, to w przyjętym typie warstw dolnych i warstwy ulepszanego podłoża musi występować warstwa mrozoochronna lub warstwa ulepszanego podłoża wykonana z materiału ziarnistego (mieszanki niezwiązanej 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.

(14) Warstwę odsączającą wykonuje się na całej szerokości korpusu drogi ze spadkiem poprzecznym, zapewniającym skuteczne odprowadzanie wody. Warstwę odsączającą wyprowadza się 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.

(15) W przekroju ulicznym warstwę odsączającą wyprowadza się 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 zabezpiecza się 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 stosuje się geotekstylia (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) Warstwę odcinającą z geotekstyliów stosuje się zawsze pod warstwą odsączającą, jeżeli nie spoczywa ona na warstwie stabilizowanej spoiwem hydraulicznym lub wapnem.

(4) Jeżeli warstwa ulepszanego podłoża lub warstwa mrozoochronna 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 mrozoochronną wykonuje się warstwę odcinającą z geotekstyliów,

- b) w przypadku kategorii ruchu KR0-KR4 pod warstwą ulepszanego podłoża lub warstwą mrozochronną zaleca się wykonanie warstwy odcinającej z geotekstyliów, ale można z niej zrezygnować, jeżeli 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 wysadzinę.

(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:

- obliczeń modułów z wykorzystaniem modelu wielowarstwowej półprzestrzeni sprężystej,
- porównania z grubościami i rodzajami analogicznych warstw podanych w katalogach i metodach innych krajów,
- 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 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.

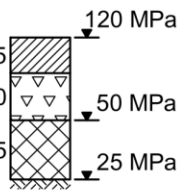
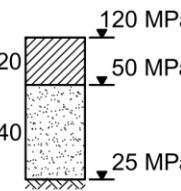
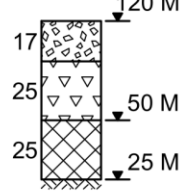
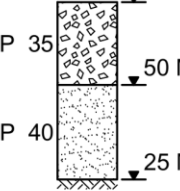
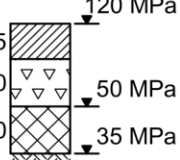
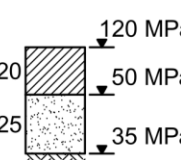
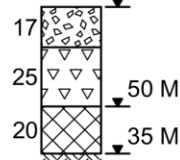
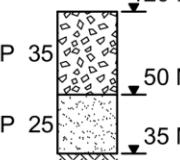
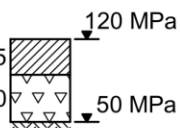
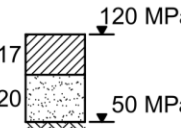
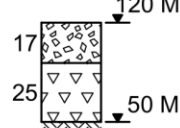
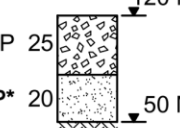
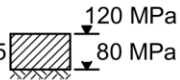
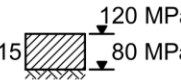
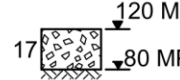
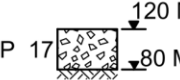
(3) Typ 1 oraz typ 5 dolnych warstw konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża, przedstawione odpowiednio w tab. 8.7.1 i 8.7.2, mają identyczny układ oraz grubości warstw pomimo, że są projektowane dla nośności 120 MPa (typ 1) i 100 MPa (typ 5). Powodem tego jest:

- zastosowanie w każdym z przypadków materiałów o innych właściwościach, podanych w rozdziale 11,
- 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 ulepszanego podłoża w przypadku kategorii ruchu KR5, KR6 i KR7 ($E_2 \geq 120$ MPa)

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

 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 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;

LEGENDA:

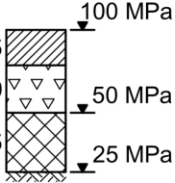
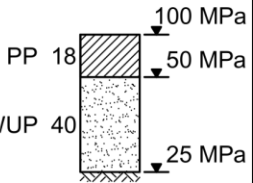
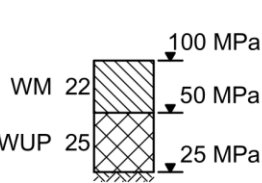
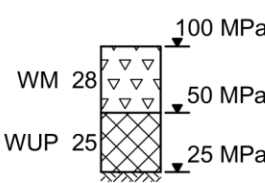
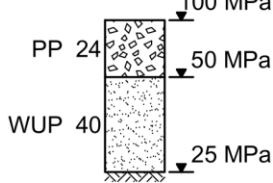
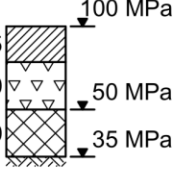
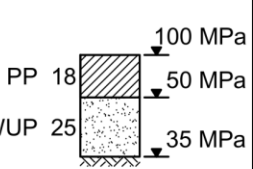
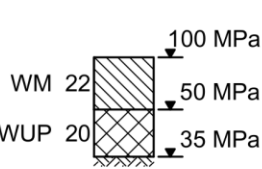
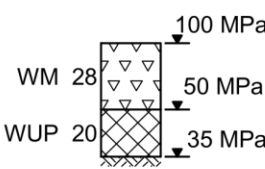
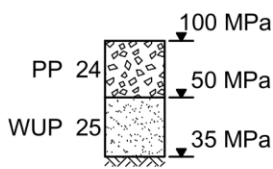
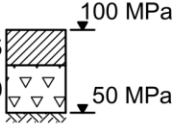
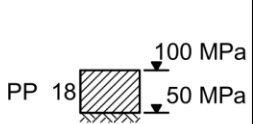
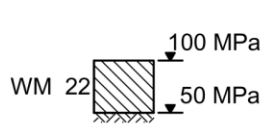
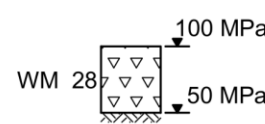
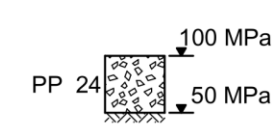
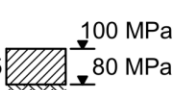
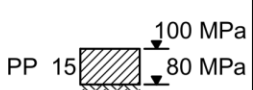
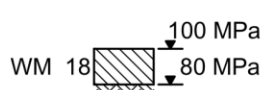
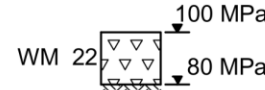
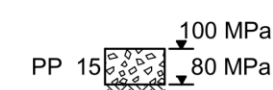
PP - podbudowa pomocnicza
WM - warstwa mrozochronna
WUP - warstwa ulepszanego podłoża
▼ - wymagany wtórny moduł odkształcenia E₂

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 11
2) Grubości warstw "h" podano w [cm]

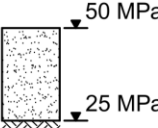
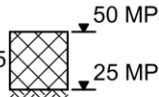
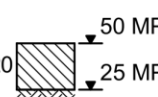
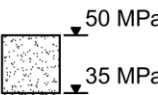
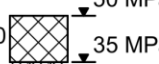
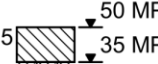
Tab. 8.7.2. Typowe rozwiązania dolnych warstw konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża w przypadku kategorii ruchu KR3 i KR4 ($E_2 \geq 100$ MPa)

		TYP 5	TYP 6	TYP 7 (nie stosuje się, gdy wymagana jest warstwa odsączająca)	TYP 8	TYP 9	LEGENDA:	
GRUPA NOŚNOŚCI PODŁOŻA	G4						PP - podbudowa pomocnicza WM - warstwa mrozochronna WUP - warstwa ulepszanego podłoża ▼ - wymagany wtórny moduł odkształcenia E ₂ UWAGA: 1) Wymagania materiałowe według rozdziału 11 2) Grubości warstw "h" podano w [cm]	
	G3							
	G2							
	G1							
		 podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym lub gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym C _{3/4} ;						
		 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 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 ≥ 20%; o ile to konieczne warstwa ulepszanego podłoża pełni funkcję warstwy odsączającej o k ≥ 8 m/dobę;						

Tab. 8.7.3. Typowe rozwiązania dolnych warstw konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża w przypadku kategorii ruchu KR0, KR1 i KR2 ($E_2 \geq 80$ MPa)

		TYP 10 (nie stosuje się, gdy wymagana jest warstwa odsączająca)	TYP 11	TYP 12	TYP 13	TYP 14	LEGENDA:
GRUPA NOŚNOŚCI PODŁOŻA	G4	 WM 30 80 MPa 25 MPa	 WM 20  WUP 25 80 MPa 25 MPa	 WM 22  WUP 24 80 MPa 25 MPa	 WM 55 80 MPa 25 MPa	 WUP 65 80 MPa 25 MPa	PP - podbudowa pomocnicza WM - warstwa mrozochronna WUP - warstwa ulepszanego podłoża ▼ - wymagany wtórny moduł odkształcenia E ₂
	G3	 WM 22 80 MPa 35 MPa	 WM 15  WUP 22 80 MPa 35 MPa	 WM 22  WUP 15 80 MPa 35 MPa	 WM 40 80 MPa 35 MPa	 WUP 45 80 MPa 35 MPa	UWAGA: 1) Wymagania materiałowe według rozdziału 11 2) Grubości warstw "h" podano w [cm]
	G2	 WM 15 80 MPa 50 MPa	 WM 15 80 MPa 50 MPa	 WM 22 80 MPa 50 MPa	 WM 22 80 MPa 50 MPa	 WUP 25 80 MPa 50 MPa	
	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 lub pieszych i rowerów ($E_2 \geq 50$ MPa)

		TYP 15	TYP 16	TYP 17	<u>LEGENDA:</u> WUP - warstwa ulepszonego podłoża  - wymagany wtórny moduł odkształcenia E₂ <u>UWAGA:</u> 1) Wymagania materiałowe według rozdziału 11 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 _c 1,0;  warstwa ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym C _{0,4/0,5} lub wapnem R _c 0,5;  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, jeżeli 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, jeżeli jest ono sklasyfikowane jako G3 lub G4, a z tab. 8.7.1, 8.7.2 lub 8.7.3 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 projektuje się indywidualnie z zastosowaniem odpowiednich metod, opartych na analizie 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 bierze się pod uwagę doświadczenia praktyczne z danym typem geosyntetyku.

8.9. Postępowanie w sytuacjach występowania w podłożu gruntowym gruntów o bardzo niskiej nośności

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 projektuje się 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 wyższym wskaźniku CBR,
- 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 zalegania gruntów słabonośnych o znacznej miąższości.

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, w zależności od warunków miejscowych wykonuje się:

- a) wymianę gruntu organicznego na grunt mineralny,
- b) wzmocnienie wgłębne słabego podłoża (na przykład zastosowanie kolumn, pali lub inne metody) albo
- c) wzmocnienie powierzchniowe z zastosowaniem geomateracy.

Rozwiązania takie projektuje się indywidualnie.

(2) Podstawowym kryterium oceny efektywności projektowanego wzmocnienia wgłębnego 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 przeprowadza się 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, określa się 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 sprawdza się, czy uzyskano podane w tab. wartości E_2 . Warunki badania przyjmuje się 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 szybkowiązującym 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 wolnowiązącymi (np. 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:

- a) badanie wskaźnika zagęszczenia,
- b) badanie wskaźnika odkształcenia,
- c) ocena zgodności składu wykonanej warstwy z receptą,
- d) kontrola wytrzymałości na ściskanie lub mrozoodporności materiałów związanych oraz stabilizowanych spoiwami, zgodnie ze specyfikacją ich wykonania,
- e) kontrola wilgotności optymalnej i grubości warstwy.

9. Typowe rozwiązania górnych warstw konstrukcji nawierzchni

9.1. Wprowadzenie

(1) W niniejszym rozdziale 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, mieszanki niezwiązanej, 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 tab.:

- 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 z mieszanki niezwiązanej – podrozdział 9.5 i tab. 9.5.1.
- e) nawierzchnie dróg dla pieszych, dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerów – podrozdział 9.6 i tab. 9.6.1.

(5) Zalecane rozwiązania w odniesieniu do nawierzchni jezdni w obszarach skrzyżowań przedstawiono w podrozdziale 9.7.

(6) Konstrukcja nawierzchni części pobocza o nawierzchni twardej (pasa awaryjnego lub opaski zewnętrznej) oraz opaski wewnętrznej jest taka sama, jak konstrukcja nawierzchni jezdni.

(7) Konstrukcja nawierzchni zjazdów powinna być dobrana w zależności od przewidywanego obciążenia oraz charakteru zjazdu. Można zastosować dowolny typ konstrukcji nawierzchni przedstawiony w punkcie 9, pod warunkiem dobrania rozwiązań odpowiadających przewidywanemu obciążeniu na zjeździe oraz wykorzystaniu materiałów odpowiadających charakterowi pracy danego zjazdu.

(8) W wyborze typu nawierzchni bierze się pod uwagę uwarunkowania materiałowe, technologiczne oraz wynikające z funkcjonalności nawierzchni. W wyborze typu nawierzchni uwzględnia się również wpływ wyboru na odporność nawierzchni na wysadzinę. O ile to jest technicznie i ekonomicznie uzasadnione, stosuje się grubsze typowe konstrukcje nawierzchni w przypadku większej wymaganej łącznej grubości warstw odpornych na działanie mrozu, określonej na podstawie wymagań zawartych w podrozdziałach 10.1 i 10.2.

(9) 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, pęknięcia oraz ograniczenia współpracy płyt. Parametry i rozstaw dybli oraz kotew stosuje się jak w dokumencie WR-D-62.

(10) Aby zminimalizować przypadkowe pęknięcie płyt betonowych, odstęp między szczelinami dobiera się w zależności od grubości płyty. Dodatkowo układy geometryczne wyodrębnionych płyt nie powinny mieć narożników o kącie mniejszym niż 60°. Dla typowych rodzajów nawierzchni betonowych nie należy przekraczać tzw. długości krytycznej płyty L_{kryt} , zgodnie ze wzorem (9.1.1) oraz warunkiem prawidłowej geometrii płyty:

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

gdzie:

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

h – grubość płyty [m].

(11) W przypadku długości płyty większej od L_{kryt} projektuje się zbrojenie płyty. W szczególnych przypadkach stosuje się rozwiązania podane w podrozdziale 9.6 akapit (4). Należy spełnić warunek określony wzorem (9.1.2):

$$L/B \leq 1 : 1,5 \quad (9.1.2)$$

(12) gdzie:

L – wymiar dłuższej krawędzi płyty [m],

B – wymiar krótszej krawędzi płyty [m].

(13) W przypadku typowych konstrukcji nawierzchni betonowych przeznaczonych do ruchu pieszych lub rowerów, stosuje się odstępy pomiędzy szczelinami wynoszące:

a) 2,50 m – w przypadku grubości płyty betonowej wynoszącej 16 cm,

b) 2,00 m – w przypadku grubości płyty betonowej wynoszącej 14 cm,

przy jednoczesnym spełnieniu warunku ze wzoru (9.1.2).

(14) W przypadku nawierzchni półsztywnych z asfaltową warstwą ścieralną i kategorii ruchu KR3 lub większej przyjmuje się rozwiązanie przeciwdziałające spękanom odbitym określone w podrozdziale 11.10.

(15) W miejsce występującej w konstrukcjach nawierzchni podanych w tab. 9.2.1, 9.3.1, 9.4.1, 9.5.1 i 9.6.1 podbudowy z mieszanki niezwiązanej $C_{90/3}$ można zastosować podbudowę z mieszanki niezwiązanej $C_{50/30}$ lub C_{Nr} . W takim przypadku zwiększa się grubość podbudowy o:

a) 2 cm – w przypadku mieszanki niezwiązanej $C_{50/30}$,

b) 5 cm – w przypadku mieszanki niezwiązanej C_{Nr} .

Podbudowa z mieszanki niezwiązanej C_{Nr} może być stosowana tylko dla nawierzchni o kategorii ruchu od KR0 do KR2. W podbudowach podatnych nawierzchni sztywnych może być stosowana jedynie mieszanka $C_{90/3}$.

(16) Występujące w tab. 9.2.1, i 9.6.1 grubości warstw z mieszanek mineralno-asfaltowych dla nawierzchni dla ruchu KR0 i przeznaczonych do ruchu pieszych lub rowerów dotyczą całego pakietu warstw asfaltowych. Pakiet warstw bitumicznych dzieli się 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 ($h_{\min} \geq 3D$) i maksymalnej ze względu na prawidłowe zagęszczenie warstwy.

(17) Możliwe jest łączenie warstwy ścieralnej i wiążącej, wykonanych w technologii jednowarstwowej.

(18) Występujące w tab. 9.2.1, 9.3.1, 9.4.1, 9.5.1 i 9.6.1 mieszanki związane spoiwem hydraulicznym (MZSH) oraz grunty stabilizowane spoiwem hydraulicznym (GSSH) powinny posiadać wytrzymałości określone dla danej kategorii ruchu w podrozdziale 11.6.

(19) W przypadku warstw z kostki kamiennej 9/11 zmiana wielkości kostki na mniejszą może odbyć się na zasadach projektowania indywidualnego. W przypadku kostki 15/17 można stosować kostkę większą bez zmian grubości pozostałych warstw nawierzchni.

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

(1) Typowe konstrukcje nawierzchni przeznaczonych do ruchu bardzo lekkiego (kategoria KR0), przedstawiono w tab. 9.2.1.

(2) Nawierzchnie z płyt otworowych typu IOMB oraz płyt ażurowych typu MEBA stosuje się, jeżeli istnieje potrzeba zapewnienia przepuszczalności nawierzchni dla wód opadowych.

W takich przypadkach należy zadbać również o odpowiednią wodoprzepuszczalność podbudowy, podsypki 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, ułożenie dywanika na zimno typu „slurry seal”, ułożenie cienkiej (<4 cm) warstwy ścieralnej na gorąco lub innej podobnej technologii. Warstwy te traktuje się jako zabiegi powierzchniowe niewpływające 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 utrwalenia 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 KRO (1 z 2)

Typ nawierzchni	Wartość modułu E_2 pod spodem górnych warstw nawierzchni			
	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 grubości 9/11				Nie stosuje się
Nawierzchnia z kostki kamiennej grubości 15/17				Nie stosuje się
LEGENDA: warstwa ścieralna z mieszanki mineralno-asfaltowej warstwa nawierzchniowa z kostki betonowej warstwa nawierzchniowa z kostki kamiennej podbudowa z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym $C_{X/Y}$ podbudowa zasadnicza z mieszanki mineralno - cementowo - emulsyjnej lub z asfaltem spienionym podsypka podbudowa z mieszanki niezwiązanej $C_{90/3}$ podbudowa z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym $C_{X/Y}$ wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2				

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

Typ nawierzchni	Wartość modułu E_2 pod spodem górnych warstw nawierzchni			
	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 zbrojonych (np. typu IOMB)		Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się
Nawierzchnia z płyt ażurowych zbrojonych (np. typu MEBA)		Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się
Nawierzchnia z mieszanki niezwiązanej				Nie stosuje się
Nawierzchnia betonowa				Nie stosuje się
LEGENDA: płyty otworowe IOMB płyty ażurowe MEBA podsypka podbudowa z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym C_{x/y} podbudowa zasadnicza z mieszanki mineralno - cementowo - emulsyjnej lub z asfaltem spienionym wymagany wtórny moduł okształcenia E_2 mieszanka niezwiązana do nawierzchni niezwiązanych warstwa nawierzchniowa z betonu cementowego podbudowa z mieszanki niezwiązanej C_{90/3} podbudowa z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym C_{x/y} warstwa poślizgowa				

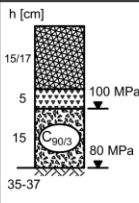
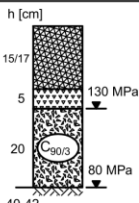
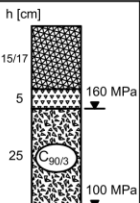
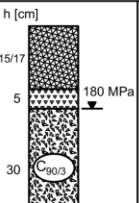
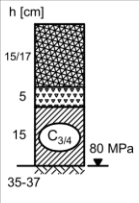
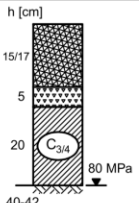
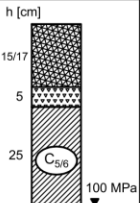
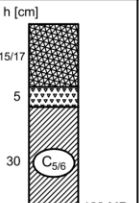
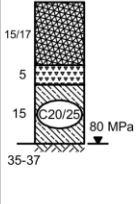
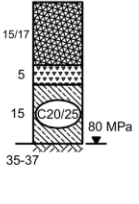
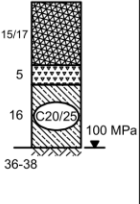
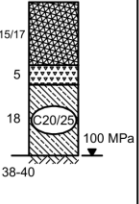
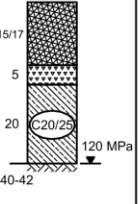
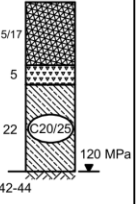
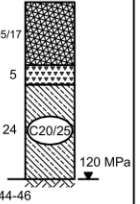
9.3. Nawierzchnie zatok przystankowych

- (1) Typowe konstrukcje nawierzchni zatok przystankowych przedstawiono w tab. 9.3.1.
- (2) W przypadku wyznaczonych miejsc zatrzymania autobusów na pasie ruchu, konstrukcja nawierzchni (grubości warstw) jest taka sama, jak w konstrukcji nawierzchni jezdni na pozostałej powierzchni lub wykonuje się inny typ nawierzchni dedykowany miejscu postojowemu.
- (3) W przypadku nawierzchni asfaltowych i kategorii ruchu KR4 lub większej można zastosować wzmocnienie konstrukcji nawierzchni poprzez ułożenie warstwy siatki zbrojeniowej 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 wbudowuje się w obrębie wydzielonego miejsca zatrzymania autobusów i na odcinku 50 m od krawędzi wydzielonego miejsca, po każdej jego stronie.
- (4) Podbudowę z betonu cementowego C20/25 dylatuje się z wypełnieniem szczelin bitumiczną masą zalewową.
- (5) W przypadku stosowania nawierzchni asfaltowych należy zwrócić uwagę na prawidłową specyfikację właściwości warstw asfaltowych pod względem odporności na deformacje trwałe.
- (6) W obszarze zatok autobusowych klasyczną warstwę ścieralną można zastąpić warstwą typu kompozytowego. Rodzaj warstwy kompozytowej dobiera się do charakteru obciążeń nawierzchni.

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

Typ nawierzchni	Wartość modułu E_2 pod spodem górnych warstw nawierzchni						
	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
LEGENDA: warstwa ścieralna z mieszanki mineralno-asfaltowej warstwa wiążąca z mieszanki mineralno-asfaltowej podbudowa z betonu asfaltowego podbudowa z mieszanki niezwiązanej $C_{90/3}$ podbudowa z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym $C_{X/Y}$ podbudowa z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym $C_{X/Y}$ podbudowa zasadnicza z mieszanki mineralno - cementowo - emulsyjnej lub z asfaltem spienionym wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2							

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

Typ nawierzchni	Wartość modułu E_2 pod spodem górnych warstw nawierzchni						
	80 MPa		100 MPa		120 MPa		
	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7
Nawierzchnie z kostki kamiennej grubości 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							
LEGENDA:  warstwa nawierzchniowa z kostki kamiennej  podbudowa z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym $C_{X/Y}$  podsypka  podbudowa z betonu cementowego C20/25  podbudowa z mieszanki niezwiązanej $C_{90/3}$  wymagany wtórny moduł okształcenia E_2							

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

Typ nawierzchni	Wartość modułu E_2 pod spodem górnych warstw nawierzchni						
	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 betonu asfaltowego							
Podbudowa zasadnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym							
Podbudowa zasadnicza z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym				Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się

LEGENDA:

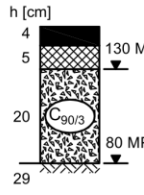
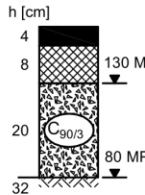
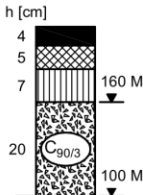
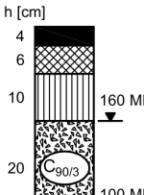
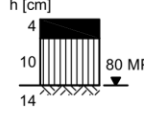
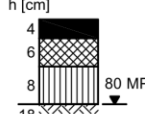
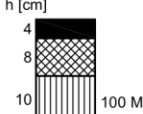
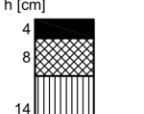
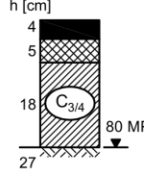
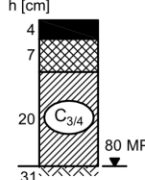
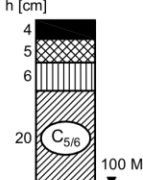
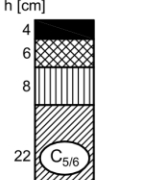
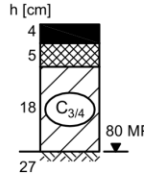
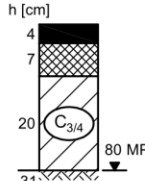
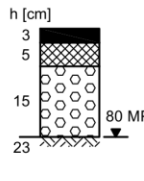
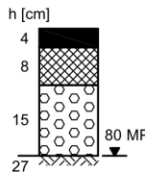
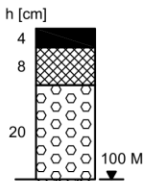
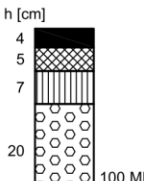
- | | |
|---|--|
| warstwa nawierzchniowa z betonu cementowego | podbudowa z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym $C_{X/Y}$ |
| podbudowa z mieszanki niezwiązanej $C_{90/3}$ | podbudowa z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym $C_{X/Y}$ |
| podbudowa z betonu asfaltowego | warstwa poślizgowa |
| | wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2 |

9.4. Nawierzchnie stanowisk postojowych i jezdni manewrowych

(1) Typowe konstrukcje nawierzchni stanowisk postojowych i jezdni manewrowych w ramach zatok postojowych lub parkingów przedstawiono w tab. 9.4.1.

(2) W przypadku stosowania nawierzchni asfaltowych dla kategorii ruchu KR3-KR4 należy zwrócić uwagę na prawidłową specyfikację właściwości warstw asfaltowych pod względem odporności na deformacje trwałe.

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

Typ nawierzchni	Wartość modułu E_2 pod spodem górnych warstw nawierzchni				
	80 MPa			100 MPa	
	KR0	KR1	KR2	KR3	KR4
Nawierzchnie asfaltowe					
Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej $C_{90/3}$	Nie stosuje się				
Podbudowa zasadnicza z mieszanki mineralno-asfaltowej	Nie stosuje się				
Podbudowa zasadnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym	Nie stosuje się				
Podbudowa zasadnicza z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym	Nie stosuje się			Nie stosuje się	Nie stosuje się
Podbudowa zasadnicza z mieszanki wykonanej w technologii recyklingu na zimno	Nie stosuje się				
LEGENDA:  warstwa ścierna z mieszanki mineralno-asfaltowej  warstwa wiążąca z mieszanki mineralno-asfaltowej  podbudowa z betonu asfaltowego  podbudowa z mieszanki niezwiązanej $C_{90/3}$  podbudowa z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym $C_{x/y}$  podbudowa z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym $C_{x/y}$  podbudowa zasadnicza z mieszanki mineralno - cementowo - emulsyjnej lub z asfaltem spienionym  wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2					

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

Typ nawierzchni	Wartość modułu E_2 pod spodem górnych warstw nawierzchni				
	80 MPa			100 MPa	
	KR0	KR1	KR2	KR3	KR4
Nawierzchnie z kostki betonowej					
Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej $C_{90/3}$	Nie stosuje się				
Podbudowa zasadnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym	Nie stosuje się				
Podbudowa zasadnicza z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym	Nie stosuje się			Nie stosuje się	Nie stosuje się

LEGENDA:

warstwa nawierzchniowa z kostki betonowej

podsypka

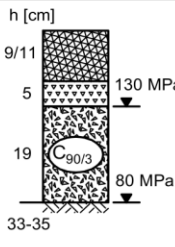
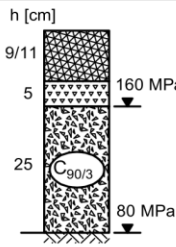
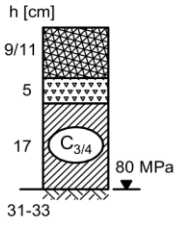
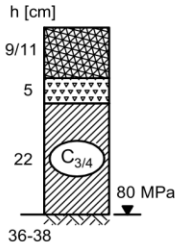
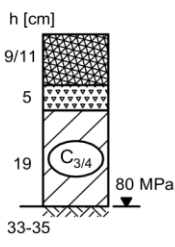
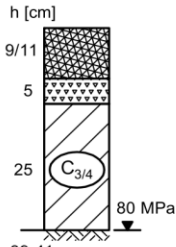
podbudowa z mieszanki niezwiązanej $C_{90/3}$

podbudowa z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym $C_{X/Y}$

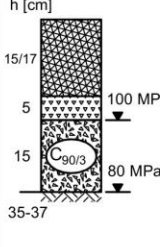
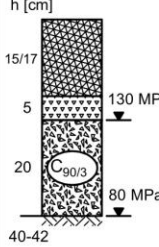
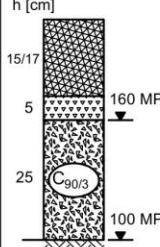
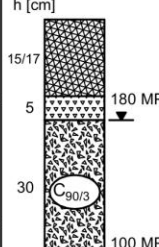
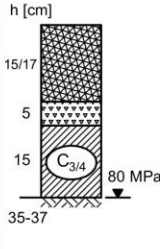
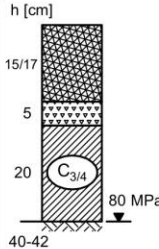
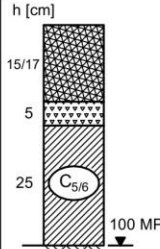
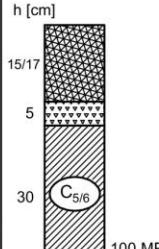
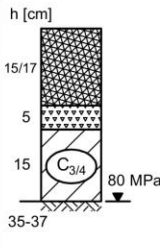
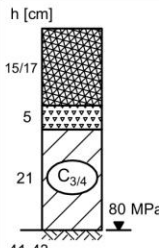
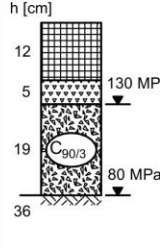
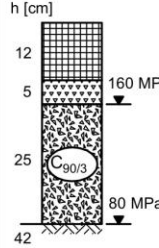
podbudowa z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym $C_{X/Y}$

wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2

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

Typ nawierzchni	Wartość modułu E_2 pod spodem górnych warstw nawierzchni				
	80 MPa			100 MPa	
	KR0	KR1	KR2	KR3	KR4
Nawierzchnie z kostki kamiennej grubości 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 gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym	Nie stosuje się			Nie stosuje się	Nie stosuje się
LEGENDA:  warstwa nawierzchniowa z kostki kamiennej  podsypka  podbudowa z mieszanki niezwiązanej $C_{90/3}$  podbudowa z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym $C_{X/Y}$  podbudowa z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym $C_{X/Y}$  wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2					

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

Typ nawierzchni	Wartość modułu E_2 pod spodem górnych warstw nawierzchni				
	80 MPa			100 MPa	
	KR0	KR1	KR2	KR3	KR4
Nawierzchnie z kostki kamiennej grubości 15/17					
Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej $C_{90/3}$	Nie stosuje się				
Podbudowa zasadnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym	Nie stosuje się				
Podbudowa zasadnicza z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym	Nie stosuje się			Nie stosuje się	Nie stosuje się
Nawierzchnie z płyt ażurowych zbrojonych (np. typu MEBA)					
Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej $C_{90/3}$	Nie stosuje się			Nie stosuje się	Nie stosuje się
LEGENDA:  warstwa nawierzchniowa z kostki kamiennej  podsypka  podbudowa z mieszanki niezwiązanej $C_{90/3}$  wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2  płyty ażurowe MEBA  podbudowa z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym $C_{X/Y}$  podbudowa z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym $C_{X/Y}$					

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

Typ nawierzchni	Wartość modułu E_2 pod spodem górnych warstw nawierzchni				
	80 MPa			100 MPa	
	KR0	KR1	KR2	KR3	KR4
Nawierzchnie betonowe					
Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej $C_{90/3}$	Nie stosuje się				
Podbudowa zasadnicza z betonu asfaltowego	Nie stosuje się				
Podbudowa zasadnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym	Nie stosuje się				
Podbudowa zasadnicza z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym	Nie stosuje się				Nie stosuje się

LEGENDA:

warstwa nawierzchniowa z betonu cementowego

podbudowa z mieszanki niezwiązanej $C_{90/3}$

podbudowa z betonu asfaltowego

wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2

podbudowa z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym $C_{X/Y}$

podbudowa z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym $C_{X/Y}$

warstwa poślizgowa

9.5. Nawierzchnie z mieszanek niezwiązanych

(1) Typowe konstrukcje nawierzchni z mieszanek niezwiązanych przedstawiono w tab. 9.6.1.

(2) Nawierzchnie z mieszanek niezwiązanych wymagają regularnego utrzymania (co najmniej dwa razy w roku) polegającego na uzupełnianiu ubytków, wyprofilowaniu i zagęszczeniu nawierzchni.

(3) Nawierzchnie z mieszanek niezwiązanych wymagają odpowiedniego zaprojektowania przekroju poprzecznego, umożliwiającego szybki odpływ wody. Wartość spadku poprzecznego na nawierzchni z mieszanki niezwiązanej nie powinna być mniejsza, niż 4%

Tab. 9.5.1. Typowe konstrukcje nawierzchni dróg z nawierzchnią z mieszanki niezwiązanej (1 z 1)

Typ nawierzchni	Wartość modułu E_2 pod spodem górnych warstw nawierzchni				
	80 MPa			100 MPa	
	KR0	KR1	KR2	KR3	KR4
Nawierzchnie z mieszanki niezwiązanej					
Podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej $C_{90/3}$				Nie stosuje się	Nie stosuje się
Podbudowa zasadnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym $C_{3/4}$				Nie stosuje się	Nie stosuje się
Podbudowa zasadnicza z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym $C_{1,5/2}$				Nie stosuje się	Nie stosuje się
LEGENDA: mieszanka niezwiązana do nawierzchni niezwiązanych podbudowa z mieszanki niezwiązanej $C_{90/3}$ wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2 podbudowa z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym $C_{X/Y}$ podbudowa z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym $C_{X/Y}$					

9.6. 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. 9.6.1.

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

(3) Podstawowym typem nawierzchni do stosowania na nawierzchniach dróg dla rowerów albo dróg dla pieszych i rowerów jest nawierzchnia asfaltowa. Nie dopuszcza się w obrębie nawierzchni przeznaczonych do ruchu rowerów nawierzchni z kostki betonowej lub kamiennej. W wyjątkowych sytuacjach, dowiązania się do fragmentów istniejącej nawierzchni lub wpasowania w istniejącą infrastrukturę drogową, dopuszcza się stosowanie kostki betonowej lub kamiennej na odcinkach o długości nie większej niż 100 - 150 m. W razie potrzeby w obszarach zabytkowych stosuje się 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 projektuje się ją jak dla kategorii ruchu KR0 (tab. 9.2.1) lub – w przypadku większej kategorii ruchu – zgodnie z tablicą 9.21. dla ruchu KR1, KR2 lub indywidualnie. Przy projektowaniu nawierzchni z mieszanek niezwiązanych należy mieć świadomość, że wymagają one regularnych zabiegów utrzymaniowych (profilowanie, uzupełnianie, zagęszczanie).

(5) Nawierzchnia drogi dla pieszych, drogi dla rowerów lub drogi dla pieszych i rowerów projektuje i wykonuje się w taki sposób, aby nie występowały w niej progi lub uskok o wysokości przekraczającej 10 mm. Powyższy zapis dotyczy również krawężników i ścieków.

(6) Na drodze dla rowerów oraz drodze dla pieszych i rowerów nie dopuszcza się, a na drodze dla pieszych nie zaleca się stosowania kostki betonowej lub płyt chodnikowych o fazowanych krawędziach.

(7) Grubość płyt chodnikowych dobiera się uwzględniając ich wielkość.

(8) W przypadku dróg dla pieszych, dróg dla rowerów albo dróg dla pieszych i rowerów, niezależnie od nośności podłoża gruntowego konstrukcja nawierzchni jest taka sama.

Tab. 9.6.1. Typowe konstrukcje nawierzchni dróg dla pieszych, dróg dla rowerów albo dróg dla pieszych i rowerów (1 z 2)

Typ nawierzchni	Wartość modułu E_2 pod spodem górnych warstw nawierzchni		
	50 MPa		
	Podbudowa zasadnicza z MN $C_{90/3}$	Podbudowa zasadnicza z MZSH	Podbudowa zasadnicza z GSSH
Nawierzchnia asfaltowa			
Nawierzchnia z mieszanki niezwiązanej			
Nawierzchnia betonowa			
LEGENDA: warstwa ścieralna z mieszanki mineralno-asfaltowej warstwa nawierzchniowa z betonu cementowego podbudowa z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym $C_{X/Y}$ wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2 mieszanka niezwiązana do nawierzchni niezwiązanych podbudowa z mieszanki niezwiązanej $C_{90/3}$ podbudowa z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym $C_{X/Y}$ warstwa poślizgowa			

Tab. 9.6.2. Typowe konstrukcje nawierzchni dróg dla pieszych, dróg dla rowerów albo dróg dla pieszych i rowerów (2 z 2)

Typ nawierzchni	Wartość modułu E_2 pod spodem górnych warstw nawierzchni		
	50 MPa		
	Podbudowa zasadnicza z MN C _{90/3}	Podbudowa zasadnicza z MZSH	Podbudowa zasadnicza z GSSH
Nawierzchnia z kostki betonowej (tylko drogi dla pieszych)	h [cm]	h [cm]	h [cm]
Nawierzchnia z płyt chodnikowych (tylko drogi dla pieszych)	h [cm]	h [cm]	h [cm]
Nawierzchnia z kostki kamiennej grubości > 6cm i ≤ 12 cm (tylko drogi dla pieszych)	h [cm]	h [cm]	h [cm]
LEGENDA: warstwa nawierzchniowa z kostki betonowej warstwa nawierzchniowa z kostki kamiennej podsypka wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2 płyty chodnikowe podbudowa z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym C_{X/Y} podbudowa z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym C_{X/Y}			

9.7. Nawierzchnie jezdni w obszarach skrzyżowań

(1) Grubości warstw konstrukcji nawierzchni jezdni w obszarze skrzyżowania (tarcza skrzyżowania) należy przyjmować przy projektowaniu jak dla najbardziej obciążonego wlotu.

(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; rodzaj lepiszcza ustala się indywidualnie w dostosowaniu do występującego obciążenia ruchem samochodowym,
- zastosowanie w mieszance mineralno-asfaltowej włókien rozproszonych, np. polimerowych lub bazaltowych; zaleca się, aby skuteczność wybranych włókien była potwierdzona wcześniejszym zastosowaniem lub badaniami,
- zastosowanie zbrojenia siatką; wybór lokalizacji siatki oraz długość odcinka na wlocie skrzyżowania, na której wbudowuje się siatkę, określa się indywidualnie; zastosowana siatka powinna zapewniać uzyskanie wystarczającej szczepności międzywarstwowej; zaleca się, aby skuteczność wybranej siatki i technologii jej wbudowania były potwierdzone wcześniejszym zastosowaniem lub badaniami,
- zwiększenie nośności podbudowy lub pogrubienie warstw asfaltowych może być stosowane na zasadach projektowania indywidualnego.

(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, przedstawia tab. 9.7.1.

(4) Na rondach i skrzyżowaniach z ruchem okrężnym oraz w innych miejscach, gdzie występują znaczące siły poziome, nie stosuje się mieszanek mineralno-asfaltowych o strukturze otwartej, takich jak BBTM i PA.

Tab. 9.7.1. 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 lub wiążącej lepiszcza modyfikowanego	nie jest wymagane	zastosowanie zalecane	zastosowanie zalecane
Zastosowanie w mieszance mineralno-asfaltowej warstwy ścieralnej lub wiążącej dodatków zwiększających sztywność warstw z mieszanek mineralno-asfaltowych, np. asfaltu naturalnego, wapna hydratyzowanego itp.		może być zastosowane	zastosowanie zalecane
Zastosowanie w mieszance mineralno-asfaltowej włókien rozproszonych		nie jest wymagane	może być zastosowane
Zastosowanie w nawierzchni zbrojenia siatką		może być zastosowane	zastosowanie zalecane

(5) W przypadku nawierzchni z betonu cementowego, układ szczelin na skrzyżowaniu dostosowuje się do geometrii skrzyżowania. Płyty powinny być dyblowane i kotwione, a w szczególnych przypadkach zbrojone. Należy uwzględnić występowanie urządzeń obcych (typu studzienki, włazy), które należy oddzielnie zdylałować.

(6) W przypadku nawierzchni z betonu cementowego, w celu zwiększenia ich trwałości, mogą być stosowane rozwiązania technologiczne, które podlegają indywidualnemu projektowaniu, np.: zastosowanie zbrojenia rozproszonego w postaci włókien (stalowe, kopolimerowe) – tzw. fibrobetony, zastosowanie betonu wałowanego, czy zastosowanie zbrojenia w postaci siatki stalowej.

(7) Dopuszczalne jest stosowanie warstwy ścieralnej kompozytowej w miejscu standardowej warstwy ścieralnej.

10. Sprawdzenie wymaganej odporności nawierzchni na wysadziny

10.1. Nawierzchnie przeznaczone do ruchu i postoju pojazdów samochodowych

(1) Po dokonaniu wyboru warstw konstrukcji nawierzchni i ewentualnie warstwy ulepszonego podłoża przeprowadza się sprawdzenie wymaganej odporności nawierzchni na wysadziny. Sprawdzenie konstrukcji nawierzchni na wysadziny przeprowadza się 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 (według [22] lub [23]) sprawdza się, 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 przyjmuje się 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 wysadziny

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 jest mniejsza od grubości ustalonej z zastosowaniem tab. 10.1.1, to najniższą warstwę konstrukcji nawierzchni lub warstwę ulepszonego podłoża pogrubia się, tak aby warunek został spełniony. Jeżeli najniższą warstwą jest podbudowa pomocnicza należy rozważyć wprowadzenie warstwy mrozochronnej. Dodatkowo wprowadzona warstwa mrozochronna nie powinna mieć grubości mniejszej niż 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 sprawdza się odporność na wysadziny, stosując wymaganie, aby całkowita grubość konstrukcji nawierzchni wraz z warstwą WUP 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 WUP jest mniejsza od grubości ustalonej z warunku podanego w akapicie (1), to wówczas należy:

- a) rozważyć wybór innych typowych rozwiązań nawierzchni lub WUP, o większej grubości warstw, na przykład warstwy WUP z mieszanki niezwiązanej (MN) zamiast wykonanej z gruntu stabilizowanego wapnem hydraulicznym 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 niniejszym rozdziale Katalogu podano tylko podstawowe wymagania względem materiałów do poszczególnych warstw konstrukcji nawierzchni. Szczegółowe wymagania podają Wymagania zarządcy.

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

(4) Istotne zmiany parametrów technicznych mogą występować przy nowych, innowacyjnych materiałach. Jeżeli materiały te zostaną uznane przez zarządcę drogi za przydatne, to nawierzchnię projektuje się indywidualnie z uwzględnieniem cech tych materiałów.

(5) 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 zarządcy klasyfikacje, pod warunkiem zastosowania materiału równoważnego pod względem klasy wytrzymałości określonej $C_{x/y}$.

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

(7) 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 mineralno-cementowej z asfaltem spienionym). Mogą też być jednym ze składników mieszanek niezwiązanych lub mieszanek związanych spoiwami hydraulicznymi.

(8) Wykonanie warstw z mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym oraz gruntów stabilizowanych spoiwem hydraulicznym lub wapnem odbywa się według następujących zasad:

- a) podbudowy zasadnicze nawierzchni kategorii ruchu KR3-KR7 z mieszanek związanych spoiwami hydraulicznymi wykonuje się metodą produkcji w wytwórniach stacjonarnych-mobilnych,
- 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-mobilnych lub metodą mieszania na miejscu; jeżeli wykonywane będą metodą mieszania na miejscu, to wówczas grubość warstwy podbudowy zasadniczej zwiększa się o 2 cm, ze względu na mniejszą jednorodność i zmienną grubość,
- c) podbudowy pomocnicze oraz warstwa mroзоochronna 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 ulepszonego podłoża z materiału wytworzonego w wytwórni stacjonarnej.

11.2. Warstwa ścieralna

(1) Warstwa ścieralna może być wykonana z następujących mieszanek mineralno-asfaltowych:

- a) mastyks grysowy (SMA),
- b) beton asfaltowy (AC),
- c) asfalt porowaty (PA),
- d) beton asfaltowy do bardzo cienkich warstw (BBTM),
- e) asfalt lany (MA).

(2) Szczegółowy zakres stosowania poszczególnych mieszanek precyzują Wymagania zarządcy.

11.3. Warstwa wiążąca

(1) Warstwa wiążąca może być wykonana z następujących mieszanek mineralno-asfaltowych:

- a) beton asfaltowy (AC),
- b) mastyks grysowy (SMA),
- c) asfalt porowaty (PA).

(2) Szczegółowy zakres stosowania poszczególnych mieszanek precyzują Wymagania zarządcy.

11.4. Warstwa nawierzchniowa nawierzchni sztywnych

11.4.1. Płyta betonowa

(1) Warstwę nawierzchniową wykonuje się z betonu cementowego zgodnego z normami [16], [20]. W zależności od kategorii ruchu stosuje się nawierzchnię betonową z płyt niedyblowanych lub dyblowanych i kotwionych. Podstawowe wymagania i zakres stosowania rodzaju nawierzchni betonowej podano w tab. 11.4.1.1.

(2) Szczegółowy zakres wymagań dla nawierzchni betonowej oraz materiałów używanych do budowy precyzują Wymagania zarządcy.

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

Właściwość	Wymagania wobec projektowanego betonu nawierzchniowego [19]		
	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 [%]	±3,0		
Klasa wytrzymałości na ściskanie w 28 dniu ¹⁾	C30/37	C35/45	
Wytrzymałość betonu na zginanie w 28 dniu ¹⁾ (średnia z trzech próbek, 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, , nie niższa niż	3,0	3,5	
Kategoria mrozoodporności w 28 dniu ¹⁾ (metoda bad. „slab test”, 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 zarządcy lub np. WWiORB GDDKiA D-05.03.04)		
Charakterystyka porów powietrznych w betonie: : - 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⁾ [mm]	≤30		
Mrozoodporność F150, przy badaniu betonu na działanie mrozu w 28 dniu dla górnych warstw nawierzchni oraz nawierzchni jednowarstwowej: - ubytek masy próbki, nie więcej niż [%] - spadek wytrzymałości na ściskanie, niewięcej 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.

Uwaga: Zasady badań należy określić w specyfikacji technicznej.

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). Wymagane wartości LTE przyjmuje się zgodnie z projektem.

(2) W Katalogu w obliczeniach przyjęto płytę betonową z dyblami o rozstawie co 25 cm (średnica Ø25 mm, długość l = 50 cm) i kotwami 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 i rozciągających w betonie wokół dybla.

(3) Szczegółowy zakres wymagań dla dybli i kotew precyzują Wymagania zarządcy.

11.4.3. Szczeliny

(1) Rozstaw szczelin jest uzależniony od tzw. długości krytycznej płyty L_{kryt} . Wymiary płyt betonowych w planie (a tym samym rozstawy szczelin) nie powinny przekraczać tzw. długości krytycznej płyty L_{kryt} . Długość krytyczną określa się zgodnie ze wzorem (9.1.1).

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

(3) Szczeliny podłużne wykonuje się przez nacinanie stwardniałego betonu tarczowymi piłami mechanicznymi.

(4) Szczeliny poprzeczne dzielą się na skurczowe (pozorne) i konstrukcyjne.

(5) Szczeliny skurczowe pozorne wykonuje się przez nacinanie stwardniałego betonu tarczowymi piłami mechanicznymi.

(6) Szczeliny konstrukcyjne (mogą być profilowane) powstają na zakończenie działkiiennej i przy przerwach w układaniu betonu trwających 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).

(7) Do wypełnienia szczelin podłużnych stosuje się masę zalewową, natomiast do szczelin poprzecznych – masę zalewową lub profile elastyczne gumowe (zamknięte lub otwarte). Masy zalewowe można stosować na gorąco lub na zimno.

(8) Szczeliny rozszerzania stosuje się w celu umożliwienia rozszerzania betonu w wysokich temperaturach. Wykonuje się je na pełną grubość płyty i stosuje przy połączeniach z urządzeniami lub infrastrukturą obcą (np. połączenia z nawierzchniami podatnymi, obiekty mostowe, studzienki, włazy itp.). Szczegółowy zakres wymagań dla szczelin, mas i profili precyzują Wymagania zarządcy.

11.4.4. Warstwa poślizgowa

(1) Pomiędzy płytą betonową i podbudową zasadniczą z mieszanek związanych spoiwami hydraulicznymi lub z gruntów stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi, stosuje się warstwę poślizgową z powierzchniowego utrwalenia, z geowłókniny lub warstwę z betonu asfaltowego.

(2) Szczegółowy zakres wymagań dla warstwy poślizgowej precyzują Wymagania zarządcy.

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 mieszanki mineralno-asfaltowej, 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, mieszanki niezwiązanej lub w wyjątkowych sytuacjach z betonowej kostki brukowej.

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

- (5) Kostka betonowa brukowa do wykonania warstwy nawierzchniowej powinna spełniać Wymagania zarządcy przenoszące zapisy normy [5].
- (6) Mieszanka niezwiązana do wykonania warstwy nawierzchniowej powinna spełniać Wymagania zarządcy przenoszące zapisy normy [8].
- (7) Płyty chodnikowe do wykonania warstwy nawierzchniowej powinny spełniać Wymagania zarządcy przenoszące zapisy normy [6].
- (8) Warstwa nawierzchniowa przeznaczona do ruchu pieszych lub rowerów z MMA może być wykonana z betonu asfaltowego (AC), mieszanki SMA lub asfaltu lanego. Szczegółowe wymagania w odniesieniu do wymienionych MMA precyzują Wymagania zarządcy.
- (9) Płyty otworowe typu MEBA lub typu IOMB powinny spełniać wymagania określone w Dokumentacji projektowej.

11.5.2. Warstwy podsypki

- (1) Rodzaj podsypki określa projektant. Ogólne zalecenia stosowania podsypki są następujące: w przypadku podbudów niezwiązanych zaleca się podsypkę niezwiązaną, w przypadku podbudów z materiałów związanych spoiwami zaleca się podsypkę cementowo-piaskową.
- (2) Do wykonania warstwy podsypki cementowo-piaskowej stosuje się mieszankę cementu oraz piasku w proporcjach 1:4 i o wytrzymałości na ściskanie nie mniejszej niż 14 MPa, o ile projektant nie określił inaczej. Wymagania dla podsypki cementowo-piaskowej podane są w odpowiednich Wymaganiach zarządcy.
- (3) Do wykonania warstwy podsypki niezwiązanej stosuje się piasek, żwir lub kruszywo łamane o uziarnieniu nie większym niż 11 mm. Wymagania dla podsypki podane są w odpowiednich Wymaganiach zarządcy.

11.5.3. Wypełnienie spoin

- (1) W przypadku warstw nawierzchniowych z kostki betonowej i płyt, niezależnie od rodzaju materiału, z którego jest wykonana warstwa podsypki, stosuje się wypełnienie spoin z zastosowaniem niezwiązanego materiału mineralnego.
- (2) W przypadku warstw nawierzchniowych z kostki kamiennej, rodzaj materiału do wypełnienia spoin jest zależny od rodzaju użytej warstwy podsypki. W przypadku stosowania podsypki związanej (podsypka cementowo-piaskowa lub inna związana, według rozwiązania systemowego) wypełnienie spoin wykonuje się z zastosowaniem zasypki związanej (zaprawa cementowo-piaskowa lub inny materiał związany według rozwiązania systemowego).

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 mineralno-cementowej z asfaltem spienionym. Podbudowa zasadnicza konstrukcji nawierzchni kategorii ruchu KR0-KR2 może być wykonana z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym.
- (2) Warstwę podbudowy zasadniczej z mieszanki mineralno-asfaltowej wykonuje się z betonu asfaltowego (AC). Szczegółowy zakres stosowania betonu asfaltowego precyzują Wymagania zarządcy.
- (3) Mieszanki w technologii recyklingu na zimno do podbudowy zasadniczej wykonuje się z zastosowaniem cementu oraz emulsji (MCE) lub asfaltu spienionego (MCAsp). Mieszanki te powinny spełniać Wymagania zarządcy precyzujące ich parametry.
- (4) Mieszanki niezwiązane do podbudowy zasadniczej (MN) powinny spełniać Wymagania zarządcy przenoszące zapisy normy [8]. 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 zarządcy przenoszące zapisy norm [9], [10], [11], [12] i [13]. Do wykonania mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym do podbudowy zasadniczej można stosować spoiwa według norm lub Krajowych Ocen Technicznych. 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 spoiwa według norm lub Krajowych Ocen Technicznych. Grunty stabilizowane spoiwami hydraulicznymi do podbudów zasadniczych nawierzchni kategorii KR0, KR1 i KR2 powinny spełniać Wymagania zarządcy przenoszące zapisy normy [14]. 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} ¹⁾ C _{NR} ¹⁾	C _{90/3} C _{50/30} ¹⁾ C _{NR} ¹⁾	C _{90/3} C _{50/30} ¹⁾	C _{90/3} C _{50/30} ¹⁾		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. 11.6.2. Zakres stosowania i podstawowe wymagania dotyczące mieszanek związanych spoiwami hydraulicznymi do warstw konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszonego podłoża

Rodzaj warstwy	Mieszanki związane spoiwami hydraulicznymi								
	Podbudowa zasadnicza				Podbudowa pomocnicza			Warstwa mrozoochronna	Warstwa ulepszonego podłoża
	Nawierzchnie przeznaczone do ruchu pieszych lub rowerów ¹⁾	KR0-KR2	KR3-KR4	KR5-KR7	KR01-KR2	KR3-KR4	KR5-KR7	KR0-KR4	KR0-KR7 oraz nawierzchnie przeznaczone do ruchu pieszych lub rowerów
Mieszanki związane cementem wg normy [9]	C _{3/4} ≤6,0 MPa	C _{3/4} ≤6,0 MPa	C _{5/6} ²⁾ ≤10,0 MPa	C _{8/10} ≤20,0 MPa	Warstwa podbudowy pomocniczej nie występuje w rozwiązaniach zaproponowanych w katalogu dla kategorii ruchu KR0-KR2	C _{3/4} ≤6,0 MPa	C _{5/6} ≤10,0 MPa	C _{1,5/2} ≤4,0 MPa	Nie stosuje się
Mieszanki związane żużlem wg normy [10]	C _{3/4} ≤8,0 MPa ³⁾	C _{3/4} ≤8,0 MPa ³⁾	C _{6/8} ≤12,0 MPa ³⁾	Nie stosuje się		C _{3/4} ≤8,0 MPa ³⁾	Nie stosuje się	C _{1,5/2} ≤4,0 MPa ³⁾	
Mieszanki związane popiołem lotnym wg norm [11] i [12]	C _{3/4} ≤8,0 MPa ³⁾	C _{3/4} ≤8,0 MPa ³⁾	C _{6/8} ≤12,0 MPa ³⁾	C _{9/12} ≤16,0 MPa ³⁾		C _{3/4} ≤8,0 MPa ³⁾	C _{6/8} ≤12,0 MPa ³⁾	C _{1,5/2} ≤4,0 MPa ³⁾	
Mieszanki związane spoiwem drogowym wg normy [13]	C _{3/4} ≤8,0 MPa ³⁾	C _{3/4} ≤8,0 MPa ³⁾	C _{6/8} ≤12,0 MPa ³⁾	C _{9/12} ≤16,0 MPa ³⁾		C _{3/4} ≤8,0 MPa ³⁾	C _{6/8} ≤12,0 MPa ³⁾	C _{1,5/2} ≤4,0 MPa ³⁾	

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 nie stosuje się podbudowy z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym,

²⁾ w przypadku podbudów zasadniczych do nawierzchni sztywnych mieszankę związaną spoiwami hydraulicznymi stosuje się wyłącznie od kategorii ruchu KR4 i wyżej. Dopuszcza się w takim przypadku jedynie mieszankę związaną cementem,

³⁾ w przypadku mieszanek związanych żużlem, popiołem lotnym lub spoiwami drogowymi można stosować inne miary do opisu klasy wytrzymałości materiału, ale muszą one odpowiadać materiałom o klasie C_{xx/y} podanej dla danej warstwy.

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 mrozochronna		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 normy [14]	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 normy [14]	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 żużłem wg normy [14]	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 normy [14]									
Grunty stabilizowane popiołami lotnymi wg normy [14]									
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, żużłem, spoiwem drogowym lub popiołami lotnymi o klasie wytrzymałości C _{1,5/2} (≤4,0 MPa) lub grunt stabilizowany wapnem o klasie wytrzymałości R _c 1,0.									

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 zarządcy przenoszące zapisy normy [8]. Zakres stosowania poszczególnych mieszanek oraz wybrane parametry podano w tab. 11.6.1.

(3) Mieszanki związane spoiwami hydraulicznymi do podbudowy pomocniczej powinny spełniać Wymagania zarządcy przenoszące zapisy norm [9], [10], [11], [12] i [13]. Do wykonania podbudowy pomocniczej z mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym jako spoiwo można stosować spoiwa według norm lub Krajowych Ocen Technicznych. 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 zarządcy przenoszące zapisy normy [14]. Do wykonania podbudowy pomocniczej z gruntów stabilizowanych można stosować spoiwa według norm lub Krajowych Ocen Technicznych. 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 mrozochronna

(1) Warstwa mrozochronna 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 mrozochronnej powinny spełniać Wymagania zarządcy przenoszące zapisy normy [8]. Zakres stosowania poszczególnych mieszanek oraz wybrane parametry podano w tab. 11.6.1.

(3) Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do warstwy mrozochronnej powinny spełniać Wymagania zarządcy przenoszące zapisy norm [9], [10], [11], [12] i [13]. Do wykonania warstwy mrozochronnej z mieszanek związanych spoiwami hydraulicznymi można stosować spoiwa według norm lub Krajowych Ocen Technicznych. Zakres stosowania poszczególnych mieszanek oraz wybrane parametry, podano w tab. 11.6.2.

(4) Grunty stabilizowane spoiwami hydraulicznymi lub wapnem do warstwy mrozochronnej powinny spełniać Wymagania zarządcy przenoszące zapisy normy [14]. Do wykonania warstwy mrozochronnej z gruntów stabilizowanych można stosować spoiwa według norm lub Krajowych Ocen Technicznych. 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 mrozochronnej mogą być grunty naturalne lub antropogeniczne, z wyjątkiem piasku drobnego, spełniające wymagania podane w tab. 11.7.1. W przypadku gruntów antropogenicznych zwraca się szczególną uwagę na jednorodność.

Tab. 11.7.1. Zakres stosowania i wymagania dotyczące gruntów niewysadzinowych (naturalnych lub antropogenicznych) do warstw konstrukcji nawierzchni i warstwy ulepszanego podłoża

Właściwości		Wymagania wobec gruntów niewysadzinowych (naturalnych lub antropogenicznych) do zastosowania w warstwie					
		Podbudowa zasadnicza	Podbudowa pomocnicza	Warstwa mrozochronna		Warstwa ulepszonego podłoża	
		KR0-KR7	KR0-KR7	KR0-KR2	KR3-KR7	KR0-KR2 oraz nawierzchnie przeznaczone do ruchu pieszych lub rowerów	KR3-KR7
Zawartość ziaren większych od 5,6 mm, co najmniej [%]		Nie stosuje się	Nie stosuje się	Brak wymagań	10	Brak wymagań	
Zawartość ziaren większych od 2,0 mm, co najmniej [%]				10	20	Brak wymagań	5
Maksymalna zawartość cząstek przechodzących przez sito 0,063 mm w warstwie [%]	w typowych zastosowaniach			15	15	15	
	gdy pełni rolę warstwy odsączającej			6	6	6	
Wskaźnik CBR, co najmniej [%]				25	35	20	
Współczynnik filtracji k warstwy, co najmniej	w typowych zastosowaniach			Brak wymagań	Brak wymagań	Brak wymagań	
	gdy pełni rolę warstwy odsączającej			0,0093 cm/s, (8 m/dobę)	0,0093 cm/s, (8 m/dobę)	0,0093 cm/s, (8 m/dobę)	
Uwaga: określenie „nie stosuje się” oznacza, że materiał ten nie występuje w rozwiązaniach zaproponowanych w Katalogu dla danej warstwy.							

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 [8] 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 zwraca się szczególną uwagę na ich jednorodność i współczynnik filtracji.

11.7.4. Warstwa odcinająca

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

(2) Geotekstylia do wykonania warstwy odcinającej dobiera się 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 weryfikuje się 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 zarządcy przenoszące zapisy normy [8]. 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 zarządcy przenoszące zapisy normy [14]. 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 zwraca się 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 zarządcy.

(2) Jeżeli grubości warstw podane w rozwiązaniach katalogowych są większe od maksymalnych dopuszczonych do wbudowania w jednej warstwie, to wbudowuje się je 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 odstęp między szczelinami poprzecznymi w podbudowie z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym

Grubość warstw asfaltowych nad podbudową związaną spoiwem hydraulicznym	Odstępy 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, a 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 nasączzonej 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 mikrospekkań i spekkań 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 spekkań 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 ulepszanego 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 ulepszanego podłoża, pod warunkiem akceptacji przez zarządcę drogi, o ile nie wynika to ze wcześniejszych zapisów Katalogu.

(3) Do indywidualnego projektowania nawierzchni stosuje się jednolite i sprawdzone metody mechanistyczno-empiryczne.

(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 równowagę konstrukcji nawierzchni pod względem nośności. Współczynniki materiałowe powinny pochodzić ze sprawdzonej empirycznej metody projektowania nawierzchni, np. AASHTO [24] lub CBR [25].

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

(6) W projekcie indywidualnym szczegółowo opisuje się zastosowaną metodę projektowania, tak aby była możliwość weryfikacji zaproponowanego rozwiązania. Weryfikację projektu przeprowadza instytucja lub osoba posiadająca doświadczenie w indywidualnym projektowaniu konstrukcji nawierzchni.

(7) Indywidualne projektowanie stosuje się 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 ulepszanego 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 zapewnia się: trwałość, nośność, odporność na wysadziny, odwodnienie, odporność na czynniki klimatyczne i wymagane właściwości funkcjonalne nawierzchni w założonym okresie projektowym.

